

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL
Fachbereich B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften –
Betriebswirtschaftslehre/Rechnergestütztes Controlling
Univ.-Prof. Dr. Winfried Matthes

Betriebswirtschaftlicher Forschungsbericht

ISSN 1862-5908 (Print)
ISSN 1862-5916 (Internet)

Nr. 12

**Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen
am Beispiel der Industry Line Public der T-Systems International GmbH**

von

Markus Pütz / Tessa Bömkes
Wuppertal 2006



BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL
Fachbereich B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften –
Betriebswirtschaftslehre/Rechnergestütztes Controlling
Univ.-Prof. Dr. Winfried Matthes

Betriebswirtschaftlicher Forschungsbericht

Nr. 12

**Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen
am Beispiel der Industry Line Public der T-Systems International GmbH**

von

Markus Pütz / Tessa Bömkens

Wuppertal 2006

Impressum:

Betriebswirtschaftslehre/Rechnergestütztes Controlling
Fachbereich B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
42119 Wuppertal, Gaußstr. 20

Betriebswirtschaftlicher Forschungsbericht (Print): ISSN 1862-5908
Betriebswirtschaftlicher Forschungsbericht (Internet): ISSN 1862-5916

© Alle Rechte der Veröffentlichung, auch der auszugsweisen, liegen bei den Verfassern:
Dr. Markus Pütz / Dipl.-Ök. Tessa Bömkens

Vorwort

Ursprünglich initiiert durch die drastischen ökologischen Probleme in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, wie insbesondere etwa die globale Erderwärmung, das wachsende Ozonloch und nicht zuletzt die zunehmende Knappheit von fossilen Brennstoffen sowie von Wasser und Nahrungsmittel, nimmt die Bedeutung einer nachhaltigen Ausrichtung der Unternehmensaktivität gerade in jüngster Zeit im Kontext der Globalisierung, aber auch des wachsenden Nachhaltigkeitsbewusstseins, vor allem von Kunden, Investoren sowie Rating-Agenturen, stark zu. Dabei lassen sich die hier relevanten Nachhaltigkeitspotenziale, verstanden als die Möglichkeiten bzw. möglichen Ansätze einer nachhaltigen Unternehmensaktivität, im Wesentlichen im ökologischen, im ökonomischen oder auch im sozialen Bereich verorten.

Zur unternehmenszielkonformen und somit auch Erfolgsbeiträge generierenden Gestaltung der nachhaltigen Unternehmensaktivität bedarf es eines entsprechend (nachhaltigkeitsorientiert) erweiterten Controlling. Diesbezüglich besteht derzeit insbesondere hinsichtlich der integrativen Berücksichtigung der zuvor erwähnten Nachhaltigkeitsbereiche erheblicher Forschungsbedarf.

Diesem Bedarfskontext widmet sich der vorliegende Forschungsbericht, der im Wesentlichen die Ergebnisse des gleichnamigen Kooperationsprojektes zwischen dem Lehrstuhl für Rechnergestütztes Controlling der Bergischen Universität Wuppertal, Univ.-Prof. Dr. Winfried Matthes, und der T-Systems International GmbH beinhaltet. Die Autoren danken dabei insbesondere und stellvertretend für die seitens T-Systems am beagten Kooperationsprojekt beteiligten Mitarbeiter ganz herzlich den Herren Dr. Ralf Bündgen (Umweltschutzbeauftragter von T-Systems) und Knut Becker, die wesentlich zum erfolgreichen Abschluss des Projektes beigetragen haben.

Den ersten Hauptbestandteil des vorliegenden Forschungsberichtes bildet eine Erörterung der wesentlichen, aufgrund der im zweiten Quartal 2005 durchgeführten Literaturrecherche phase des Kooperationsprojektes verfügbaren Ansätze für ein Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN). Den zweiten Hauptbestandteil bildet die Konzeption und exemplarische Darstellung eines Ansatzes zur Operationalisierung von qualitativen und quantitativen Bestandteilen der Nachhaltigkeit für den Unternehmensbereich Industry Line Public (IL Public) der T-Systems International GmbH. Dazu wurde aus Gründen der offenkundig bei diesem Operationalisierungsproblem zu bewältigenden Multiattributivität mit dem von *Saaty* entwickelten Verfahren des Analytic(al) Hierarchy Process (AHP) auf ein Verfahren der multiattributiven Entscheidungstheorie zu-

rückgegriffen. Zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen im Controlling von Projekten wurde als letzter Kernbestandteil des hier betrachteten Forschungsberichtes auf der Grundlage ausschnittartiger Informationen des von der IL Public realisierten Projektes "Digitale Archivierung und revisionssicheres Archiv der LVA Rheinprovinz" mit Hilfe der Simulationssprache Visual SLAM und dem Simulationssystem AweSim ein simulationsgestützter Projektcontrollingansatz skizziert.

Die im Rahmen dieses Forschungsberichtes konzipierten Ansätze eines CVN, vor allem der auf Basis des AHP-Verfahrens zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit konzipierte Ansatz und der Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigende simulationsgestützte Projektcontrollingansatz, offerieren über den hier betrachteten Anwendungsfall hinaus eine konzeptuelle Basis für diverse Anwendungskontexte eines CVN.

Wuppertal, im Oktober 2006

Markus Pütz und Tessa Bömkens

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Abkürzungs- und Akronymverzeichnis.....	X
Symbolverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XIV
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2 Vorgehensweise	2
2 Skizzierung von Ansätzen des Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN)	4
2.1 Zum Begriff der Nachhaltigkeit und zur Entwicklung des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung	4
2.2 Unternehmerische Nachhaltigkeit.....	8
2.2.1 Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit.....	8
2.2.2 Nachhaltigkeits-Handlungsebenen	13
2.2.3 Nachhaltigkeitsanforderungen und –herausforderungen	14
2.2.3.1 Ökologische Herausforderung.....	16
2.2.3.2 Soziale Herausforderung	17
2.2.3.3 Ökonomische Herausforderung.....	18
2.2.3.4 Integrationsherausforderung.....	21
2.2.4 Begründung für nachhaltiges Unternehmenshandeln	22
2.3 Ausgewählte Konzepte und Instrumente zum Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen	24
2.3.1 Frühaufklärung.....	26
2.3.1.1 Zum Begriff der Frühaufklärung.....	26
2.3.1.2 Frühaufklärung im Kontext eines CVN	31
2.3.1.3 Eignung der Frühaufklärung für ein CVN.....	32
2.3.2 Kennzahlen	34

2.3.2.1	Zum Begriff der Kennzahlen	34
2.3.2.2	Kennzahlen im Kontext eines CVN.....	35
2.3.2.2.1	Umweltkennzahlen	36
2.3.2.2.2	Soziale Kennzahlen	39
2.3.2.2.3	Öko-Effizienz und Sozial-Effizienz Kennzahlen	40
2.3.2.3	Eignung von Kennzahlen für ein CVN	42
2.3.3	Sustainability Balanced Scorecard	43
2.3.3.1	Kategorisierung verschiedener Ansätze zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in eine Balanced Scorecard	44
2.3.3.2	Das Lüneburger SBSC-Konzept	48
2.3.3.3	Eignung der SBSC für ein CVN	52
2.3.4	Szenario-Technik.....	54
2.3.4.1	Zum Begriff der Szenario-Technik.....	54
2.3.4.2	Szenario-Technik im Kontext eines CVN	59
2.3.4.3	Eignung der Szenario-Technik für ein CVN	59
3	Stand und ausgewählte Entwicklungsbereiche des CVN in der Industry Line Public der T-Systems International GmbH	61
3.1	Aktueller Stand	61
3.2	Entwicklungsbereiche.....	62
3.2.1	Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen.....	62
3.2.1.1	Zur Notwendigkeit und Problematik der Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen	63
3.2.1.2	Skizzierung eines Ansatzes zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit auf Basis des Analytic Hierarchy Process	64
3.2.1.2.1	Skizzierung des Analytic Hierarchy Process	64
3.2.1.2.1.1	Vorgehensweise bei der AHP-Technik	66
3.2.1.2.1.2	Berücksichtigung quantitativer Kriterien	72
3.2.1.2.1.2.1	Relative Bewertung.....	72
3.2.1.2.1.2.2	Absolute Bewertung.....	72
3.2.1.2.2	Anwendung des Analytic Hierarchy Process auf Aspekte des Praxisbeispiels	76

3.2.1.2.3	Eignung des Analytic Hierarchy Process für ein CVN	84
3.2.2	Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen innerhalb eines Projekt-controllingkonzeptes	84
3.2.2.1	Motivation zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Projektcontrolling	84
3.2.2.2	Skizzierung eines simulationsgestützten Ansatzes zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Projektcontrolling	85
3.2.2.2.1	Szenario URSPRUNG	85
3.2.2.2.2	Szenario SOLUTION	105
3.2.2.2.3	Ausgewählte Aspekte der Auswertung	109
4	Ausblick: Aspekte für die Entwicklung einer Sollkonzeption zur Realisierung eines unternehmensweiten CVN für die T-Systems International GmbH	110
Anhang	113
Literaturverzeichnis	163

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Handlungsebenen und Zielgrößen unternehmerischer Nachhaltigkeit	13
Abb. 2: Nachhaltigkeitsherausforderungen für Unternehmen	15
Abb. 3: Folgeschritte einer zielorientierten Früherkennung	27
Abb. 4: Grundkonzept eines Indikatorensystems zur ökologischen Früherkennung....	32
Abb. 5: Arten von Umweltkennzahlen	38
Abb. 6: Vorgehensweise beim Aufbau einer SBSC	51
Abb. 7: Denkmodell des Szenario-Trichters.....	55
Abb. 8: Die acht Schritte der Szenario-Technik	56
Abb. 9: Vorgehensweise bei der AHP-Technik.....	66
Abb. 10: Hierarchie für die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen.....	79
Abb. 11: RESOURCE-Blöcke des Netzwerkes ORIGIN.....	86
Abb. 12: GATE-Blöcke des Netzwerkes ORIGIN.....	87
Abb. 13: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN.....	88
Abb. 14: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN.....	90
Abb. 15: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes ORIGIN.....	92
Abb. 16: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN.....	94
Abb. 17: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN.....	96
Abb. 18: Teilnetzwerk 6 des Netzwerkes ORIGIN	97
Abb. 19: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN.....	98
Abb. 20: Teilnetzwerk 8 des Netzwerkes ORIGIN	100
Abb. 21: Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes KALENDER	101
Abb. 22: Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes KALENDER	102
Abb. 23: Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes KALENDER	104
Abb. 24: Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes KALENDER	105
Abb. 25: RESOURCE-Blöcke des Netzwerkes SOLUTION.....	106
Abb. 26: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION.....	106
Abb. 27: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION.....	107
Abb. 28: Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes SOLUTION	108
Abb. 29: Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes SOLUTION	109
Abb. 30: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1	114
Abb. 31: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2	115
Abb. 32: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1	116
Abb. 33: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2	117

Abb. 34: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1.....	118
Abb. 35: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2.....	119
Abb. 36: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3.....	120
Abb. 37: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4.....	121
Abb. 38: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5.....	122
Abb. 39: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 6.....	123
Abb. 40: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1.....	124
Abb. 41: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2.....	125
Abb. 42: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3.....	126
Abb. 43: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4.....	127
Abb. 44: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5.....	128
Abb. 45: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 6.....	129
Abb. 46: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1.....	130
Abb. 47: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2.....	131
Abb. 48: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3.....	132
Abb. 49: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4.....	133
Abb. 50: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5.....	134
Abb. 51: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION Teil 1.....	144
Abb. 52: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION Teil 2.....	145
Abb. 53: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 1.....	146
Abb. 54: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 2.....	147
Abb. 55: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 3.....	148
Abb. 56: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 4.....	149

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHP	Analytic Hierarchy Process
akt.	aktualisierte
Aufl.	Auflage
Bd.	Band
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BSC	Balanced Scorecard
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CEP	Council for Economic Priorities
CO ₂	Kohlenstoffdioxid (auch bekannt als Treibhausgas)
CSD	Commission on Sustainable Development
CSM	Centrum für Nachhaltigkeitsmanagement der Universität Lüneburg
COSY	Company Oriented Sustainability
CVN	Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen
d.h.	das heißt
DV	Datenverarbeitung
EF	Ökologischer Fußabdruck (Ecological Footprint)
EUR	Euro
erw.	erweiterte
f.	folgende
ff.	fortfolgende

FöB	Forschungsinformationsdienst ökologisch orientierte Betriebswirtschaftslehre (Vorgänger der Zeitschrift Umwelt Wirtschafts Forum)
GRI	Global Reporting Initiative
h	hour (Stunde)
Halbhd.	Halbband
Hrsg.	Herausgeber
IFAS	Indikatororientierte Frühaufklärungssysteme
IuK-Technik	Informations- und Kommunikationstechnik
IL Public	Industry Line Public
Ina	Betriebliche Instrumente für Nachhaltiges Wirtschaften
IöB	Institut für ökologische Betriebswirtschaft der Universität Siegen
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
IWÖ	Institut für Wirtschaft und Ökologie der Universität St. Gallen
Jg.	Jahrgang
kg	Kilogramm
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
kWh	Kilowattstunden
NaWiGaTOr	Nachhaltiges Wirtschaften durch Generierung anwendungsorientierter Tools für Organisationen
NBSC	Nachhaltige Balanced Scorecard
NEF	New Economics Foundation
NGOs	Nichtregierungsorganisationen
No.	Number
S.	Seite
SBS	Sustainable Balanced Scorecard
SBSC	Sustainability Balanced Scorecard

sfs	Landesinstitut Sozialforschungsstelle Dortmund
SGE	Strategische Geschäftseinheit
SIGMA	Sustainability - Integrated Guidelines for Management
sog.	so genannt
SOP	Services Offering Portfolio
t	Tonnen
u.a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
überarb.	überarbeitete
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development (Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung)
UN ISAR	United Nations Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting
usw.	und so weiter
veränd.	veränderte
vgl.	vergleiche
Vol.	Volume
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Das Wirtschaftsstudium
z.B.	zum Beispiel
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
Zfbf	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfCM	Zeitschrift für Controlling & Management
ZfO	Zeitschrift Führung + Organisation
ZP	Zeitschrift für Planung und Unternehmenssteuerung

Symbolverzeichnis

A	Evaluationsmatrix (Paarvergleichsmatrix)
a_{ij}	Paarvergleichsurteil für die Bedeutung eines (Sub-) Kriteriums i für ein übergeordnetes Kriterium im Vergleich zu einem anderen (Sub-)Kriterium j
E	Einheitsmatrix
k_i	Kriterienausprägung einer Handlungsalternative i
p_i	Index zur Bewertung von Kriterien oder Handlungsalternativen bei der direkten Bewertung
p_i^G	Index zur aggregierten Bewertung von Kriterien oder Handlungsalternativen bei der direkten Bewertung
\underline{v}	Eigenvektor
v_i	Elemente eines Eigenvektors \underline{v}
λ	Eigenwert einer Matrix
λ_{\max}	Maximaler Eigenwert einer Matrix

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit	11
Tab. 2: Vergleich systemisch-nachhaltiger BSC-Konzepte	46
Tab. 3: AHP-Skala für Paarvergleichsurteile	68
Tab. 4: Random Index	71
Tab. 5: Auszug der Daten der Ausgabedatei OReport.dat bezüglich des mit dem Szenario URSPRUNG durchgeföhrten Simulationsexperimentes	143
Tab. 6: Auszug der Daten der Ausgabedatei SReport.dat bezüglich des mit dem Szenario SOLUTION durchgeföhrten Simulationsexperimentes	157
Tab. 7: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 1	158
Tab. 8: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 2	159
Tab. 9: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 3	160
Tab. 10: Werte der Datei init.xls	161
Tab. 11: Wegezeiten der Aktentransporte für die Service Center K, LEV und W	161
Tab. 12: Wegezeiten der Aktentransporte für die übrigen Service Center	162

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Nachhaltigkeit hat sich in den letzten Jahren entspringend aus dem Ökologithema zu einem weltweiten Megathema entwickelt, das Unternehmen sowohl neue Chancen der Differenzierung und Profilierung verschaffen als auch herbe Einbußen bescheren kann. So gibt es einerseits Beispiele aus der Lebensmittel- und auch Textilbranche für eine erfolgreiche Öko- und Sozial-Positionierung nicht nur auf Nischenmärkten, sondern auch im Massenmarkt. Als ein Beispiel hierfür sei die Eigenmarke Bio Bio des Discounters Plus genannt, die ökologisch erzeugte Lebensmittel für den Massenmarkt anbietet. Andererseits hat die Nichtbeachtung des Nachhaltigkeitsthemas durch einige global führende Unternehmen, wie bspw. im Falle eines Sportartikelherstellers, der wegen Kinderarbeit bei Lieferanten öffentlich angeprangert wurde, zu empfindlichen Umsatzeinbußen und Rückschlägen in der Börsenkapitalisierung geführt. Nachhaltigkeitsthemen sind zweifelsfrei ökonomisch relevant und müssen deshalb in der strategischen Steuerung von Unternehmen explizit berücksichtigt werden.¹

Nachhaltigkeitsthemen werden auch zukünftig nicht nur für die Gesellschaft, sondern auch für Unternehmen an Bedeutung gewinnen. Betrachtet man alleine die Entwicklung der Preise für fossile Brennstoffe oder die Zunahme schwerer Umweltkatastrophen in der jüngsten Vergangenheit, die auf die Klimaveränderung zurückzuführen sind, wird deutlich, dass es sich kein Unternehmen mehr erlauben sollte, nicht nachhaltig zu handeln. Dazu muss Nachhaltigkeit von den Unternehmen als wichtiger Teil der Unternehmensstrategie erkannt und dementsprechend umgesetzt werden. Unternehmen müssen realisieren, dass nachhaltiges Handeln über den positiven Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung hinaus auch das Potenzial besitzt, zum Unternehmenserfolg beizutragen. Für eine Berücksichtigung von Nachhaltigkeit in der Unternehmensstrategie bedarf es allerdings auch eines dafür geeigneten Controllings.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, in einem ersten Schritt zu verdeutlichen worum es sich bei der Forderung nach unternehmerischer Nachhaltigkeit handelt, um darauf aufbauend einen Überblick über ausgewählte, in der Fachliteratur diskutierte Ansätze zum Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN) zu geben, die den Erfolg nachhaltigen Wirtschaftens in Unternehmen gestaltbar machen, messen und bewerten. Hierbei soll der Fokus auf solche Konzepte und Instrumente gelegt werden, die in der Lage sind ökonomische, ökologische und soziale Aspekte des Nachhaltigkeitspa-

¹ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 511.

radigmas integrativ zu berücksichtigen. Allerdings sind solche Ansätze in der Literatur erst langsam dabei sich zu verbreiten. Zumeist sind Veröffentlichungen zum Controlling von Nachhaltigkeit jedoch auf eine sehr spezifische Fachliteratur beschränkt, wie z.B. die Zeitschrift UmweltWirtschaftsForum. Nur wenige Ansätze, wie die Sustainability Balanced Scorecard, sind auch vereinzelt in der gängigen Controlling- und Managementliteratur vorzufinden.

Des Weiteren soll in dieser Arbeit versucht werden, im Anschluss an den vorangegangenen theoretischen Teil, anhand eines Praxisbeispiels Entwicklungsbereiche für ein CVN aufzuzeigen. Dazu wird eine (IT-gestützte) Lösung aus dem Services Offering Portfolio (SOP) der T-Systems International GmbH zugrunde gelegt. Bei der in Hinblick auf Nachhaltigkeitspotenziale zu analysierenden und zu bewertenden Lösung handelt es sich um ein bereits abgeschlossenes Projekt aus dem Bereich der Document Services der Industry Line Public (IL Public), bei dem die Altaktenbestände eines Rentenversicherers komplett eingescannt und digitalisiert wurden. Das Ziel hierbei ist es, einen Ansatz aufzuzeigen mit dem der Nachhaltigkeitsbeitrag einer solchen Lösung quantitativ messbar und bewertbar gemacht werden kann. Darüber hinaus soll ein simulationsgestützter Ansatz skizziert werden, der Nachhaltigkeitsaspekte im Projektcontrolling berücksichtigt. Für diesen simulationsgestützten Ansatz wurde in dieser Arbeit das prozessorientierte Simulationswerkzeug AweSim! verwendet.

1.2 Vorgehensweise

Nach Aufzeichnung der Problemstellung und Zielsetzung im vorangegangenen Abschnitt erfolgt im zweiten Kapitel dieser Arbeit eine Skizzierung von Ansätzen des Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN). Dazu wird in Abschnitt 2.1 zunächst erläutert, was der Begriff Nachhaltigkeit bedeutet und wie das Leitbild nachhaltiger Entwicklung entstanden ist.

In Abschnitt 2.2 wird dann eine Abgrenzung des überwiegend gesamtgesellschaftlich geprägten Leitbildes nachhaltiger Entwicklung von der für diese Arbeit relevanten unternehmerischen Nachhaltigkeit vorgenommen. Zunächst werden dazu Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit bestimmt und verschiedene Nachhaltigkeits-Handlungsebenen für Unternehmen aufgezeigt. Des Weiteren werden die verschiedenen Nachhaltigkeitsanforderungen und -herausforderungen, die an Unternehmen gestellt werden, erläutert. Dabei handelt es sich um die ökologische, soziale und ökonomische Herausforderung und um die Integrationsherausforderung. Abschließend wird in diesem

Abschnitt der Arbeit noch kurz erörtert aus welchem Grund Unternehmen nachhaltig handeln bzw. welchen Vorteil nachhaltiges Unternehmenshandeln birgt.

Im Anschluss an die Ausführungen über Nachhaltigkeit und unternehmerische Nachhaltigkeit folgt in Abschnitt 2.3 die Skizzierung ausgewählter Konzepte und Instrumente für ein Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen. Hierbei werden vier verschiedene Controllingkonzepte und –instrumente vorgestellt. Abschnitt 2.3.1 befasst sich mit der Frühaufklärung und speziell der Frühaufklärung im Kontext eines CVN. In Abschnitt 2.3.2 wird der Einsatz verschiedener Kennzahlen wie Umweltkennzahlen, sozialer Kennzahlen und Öko-Effizienz Kennzahlen im Rahmen eines CVN erörtert. In Abschnitt 2.3.3. werden verschiedene Ansätze zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in eine Balanced Scorecard diskutiert. Als Beispiel für eine solche Sustainability Balanced Scorecard wird in diesem Abschnitt das Konzept einer Forschungsgruppe der Universität Lüneburg skizziert. Des Weiteren wird in Abschnitt 2.3.4 eine Skizzierung des Einsatzes der Szenario-Technik im Kontext eines CVN vorgenommen. Für alle oben genannten Konzepte und Instrumente wird darüber hinaus kurz ihre jeweilige Eignung für ein CVN diskutiert.

In Kapitel drei dieser Arbeit werden anhand eines Praxisbeispiels aus der Industry Line Public der T-Systems International GmbH der Stand und ausgewählte Entwicklungsbereiche des CVN erörtert. Dazu wird zunächst in Abschnitt 3.1 kurz der aktuelle Stand des CVN bei der T-Systems International GmbH erörtert, um dann anschließend in Abschnitt 3.2 auf ausgewählte Entwicklungsbereiche einzugehen. Dieser Abschnitt gliedert sich wiederum in zwei Teilbereiche. Zum einen in die Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen in Abschnitt 3.2.1 und zum anderen in die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen innerhalb eines Projektcontrollingkonzeptes in Abschnitt 3.2.2. In Abschnitt 3.2.1 wird zunächst die Notwendigkeit und Problematik der Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen diskutiert. Im Anschluss daran erfolgt die Skizzierung eines Ansatzes zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit auf Basis des Analytic Hierarchy Process. Hierzu wird die AHP-Technik zunächst skizziert und in einem weiteren Schritt wird diese Technik dann exemplarisch auf Aspekte des Praxisbeispiels angewendet. In Abschnitt 3.2.2 wird anschließend an die Erörterung der Motivation zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen im Projektcontrolling ein simulationsgestützter Ansatz zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen mit Hilfe des prozessorientierten Simulationswerkzeugs AweSim! skizziert.

Im vierten Kapitel wird die Arbeit mit dem Aufzeigen einiger Aspekte für die Entwicklung einer Sollkonzeption zur Realisierung eines unternehmensweiten CVN für die T-Systems International GmbH abgeschlossen.

2 Skizzierung von Ansätzen des Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN)

Dieser Teil der Arbeit bildet die theoretische Grundlage für die in Kapitel 3 folgende Entwicklung eines CVN anhand eines Praxisbeispiels der Industry Line Public der T-Systems International GmbH. Um auf die Besonderheiten im Rahmen eines CVN eingehen zu können, muss in einem ersten Schritt zunächst erläutert werden, was überhaupt unter Nachhaltigkeit verstanden wird, was Nachhaltigkeit für Unternehmen bedeutet und wie unternehmerische Nachhaltigkeit umgesetzt werden kann. Darauf aufbauend kann dann skizziert werden, welche Ansätze für ein CVN in der Fachliteratur vorhanden sind, d.h. welche Methoden es gibt, um Nachhaltigkeitspotenziale zu identifizieren, zu steuern, zu messen und zu bewerten.

2.1 Zum Begriff der Nachhaltigkeit und zur Entwicklung des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung

In den vergangenen Jahren hat sich Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung auf internationaler Ebene zu einem neuen integrierten Leitbild für Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft entwickelt, so dass sowohl in der Öffentlichkeit als auch in vielen Unternehmen ein Wandel stattgefunden hat, umwelt- und gesellschaftsbezogene Themen nicht mehr vorwiegend statisch und isoliert zu betrachten, sondern vielmehr eine globale und ganzheitliche Sichtweise einzunehmen.²

Allerdings existiert bis heute immer noch keine allgemein anerkannte Definition für den Begriff „Nachhaltigkeit“. So sind in der Literatur mehr als 70 verschiedene Definitionen für den Begriff „Nachhaltigkeit“ bzw. „Nachhaltige Entwicklung“ zu finden.

Das ist vermutlich teilweise auf die Schwierigkeit einer genauen deutschen Übersetzung des englischen Begriffs „Sustainability“ bzw. „Sustainable Development“ zurückzuführen.³ Einige Autoren sind sogar der Ansicht, dass gerade die wertneutrale Übersetzung in „Nachhaltige Entwicklung“ zu Problemen bei einer weiteren Konkretisierung geführt hat. So wird dieser Begriff gar als „Übersetzungsfehler des Jahrhunderts“ tituliert.⁴ Weitere Übersetzungen sind beispielsweise „dauerhafte Entwicklung“, „zukunftsfähige Entwicklung“ und „tragfähige Entwicklung“. Allerdings konnten sich die anderen Ü-

² Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 13.

³ Vgl. Hermann 2005 /Sustainability/ S. 13.

⁴ Vgl. Thurm 2001 /Forum/ S. 90.

bersetzungen nicht gegen „Nachhaltigkeit“ bzw. „Nachhaltige Entwicklung“ durchsetzen.⁵

Eine weitere Schwierigkeit ist wohl auch darin zu sehen, dass sich viele verschiedene Forschungsdisziplinen und –perspektiven mit dem Thema Nachhaltigkeit beschäftigen und dementsprechend viele unterschiedlich weite und enge Begriffsdefinitionen vorzufinden sind.⁶

Der Begriff der Nachhaltigkeit stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft des 18. Jahrhunderts.⁷ Durch das Prinzip der Nachhaltigkeit sollte damals eine dauerhafte Nutzung der Forstbestände gewährleistet werden, die es auch zukünftigen Generationen ermöglichte, diese langfristig zu nutzen. Die durch Rodungen im Mittelalter stark dezimierten Baumbestände sollten deshalb dadurch langfristig gesichert werden, dass nur so viel Holz geschlagen werden durfte, wie wieder nachwächst bzw. wieder angepflanzt wird.⁸

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung erhielt allerdings erst im Jahre 1987 durch den Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung „Unsere gemeinsame Zukunft“ (im englischen Original „Our common future“) weltweite Beachtung. Der Bericht wird auch nach der Vorsitzenden der Kommission, der damaligen norwegischen Premierministerin Gro Harlem Brundtland, Brundtland-Bericht⁹ genannt.¹⁰

In diesem Bericht wird nachhaltige Entwicklung folgendermaßen definiert¹¹:

„Humanity has the ability to make development sustainable – to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“

In der deutschen Übersetzung von Hauff¹² wird nachhaltige Entwicklung als eine Entwicklung übersetzt, „die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“

Diese allgemeingültige Definition hat den Vorteil, dass sie ganzheitlich und grundsätzlich anwendbar ist. Allerdings führt eine solch wenig konkrete Definition auch zu Fra-

⁵ Vgl. Gerken, Renner 1996 /Nachhaltigkeit/ S. 6.

⁶ Vgl. Hermann 2005 /Sustainability/ S. 13.

⁷ Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 13; Nutzinger 1995 /Konzept/ S. 14 f.

⁸ Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 13.

⁹ In der Literatur wird sehr oft einfach nur der Name Brundtland-Bericht verwendet, wenn dieser Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung gemeint ist.

¹⁰ Vgl. Volk 2001 /Umweltcontrolling/ S. 121; Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 58.

¹¹ World Commission on Environment and Development 1987 /future/ S. 43.

¹² Hauff 1987 /Zukunft/ S.46.

gen und ermöglicht verschiedene Interpretationen über die genaue Auslegung. Dementsprechend existieren mittlerweile viele hundert mehr oder weniger ausführliche Definitionen. Diese beziehen sich bisweilen allerdings nur auf isolierte Bereiche oder spezifische Aspekte.¹³

Der Brundtland-Bericht enthält außer der bereits diskutierten Definition von Sustainable Development allerdings kein konsistentes Programm für eine nachhaltige Entwicklung. Vielmehr beziehen sich die Erkenntnisse vor allem auf die Bedürfnisorientierung, inter- und intragenerative Gerechtigkeit¹⁴ sowie integrative Aspekte. Bei der integrativen Betrachtungsweise der Nachhaltigkeit geht es darum die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte bzw. Dimensionen nicht isoliert, sondern vernetzt, gleichwertig und gleichberechtigt zu berücksichtigen. Nachhaltigkeitskonzepte, die sich auf eine integrative Betrachtungsweise der Dimensionen der Nachhaltigkeit beziehen, werden als „Drei-Säulen-Konzept“ bzw. „Drei-Säulen-Modell“ bezeichnet.¹⁵

Auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro im Jahre 1992¹⁶ hat sich die internationale Staatengemeinschaft auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung als globales politisches Leitbild für Umwelt- und Entwicklungspolitik geeinigt. Dadurch wurde die UNCED zu einem Symbol für ein neues Bewusstsein der gemeinsamen Verantwortung aller Menschen für die Zukunft der Erde, wobei die drei großen Gruppen Gesellschaft, Regierungen und Unternehmen als Partner zusammenarbeiten müssen.¹⁷

Mit den verschiedenen Deklarationen, die auf dieser Konferenz ausgearbeitet wurden, wurde die konzeptionelle Basis für eine neue Form und Qualität der internationalen Kooperation in der Umwelt- und Entwicklungspolitik gelegt. Das wichtigste Dokument, das von damals 178 Staaten unterzeichnet wurde, ist sicherlich die Agenda 21. Dieses Aktionsprogramm, welches zu einer Umsetzung der nachhaltigen Entwicklung beitra-

¹³ Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 58.

¹⁴ Mit intergenerativer Gerechtigkeit wird hierbei die Gerechtigkeit zwischen der gegenwärtigen und den zukünftigen Generationen bezeichnet. Intragenerative Gerechtigkeit hingegen zielt auf die stark divergierenden Lebensverhältnisse zwischen den Entwicklungs- und Industrienationen ab.

¹⁵ Vgl. Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 5 f.

¹⁶ Die UNCED gilt als Meilenstein für die Integration von Umwelt- und Entwicklungsbestrebungen und war seit der Konferenz der Vereinten Nationen über die Umwelt des Menschen in Stockholm (1972) die erste größere internationale Konferenz, die Umweltfragen in einem globalen Rahmen diskutierte. Auch bezüglich der Beteiligung zivilgesellschaftlicher Organisationen an internationalen Prozessen setzte der Erdgipfel neue Maßstäbe. Insgesamt 2400 Vertreter von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) nahmen an der Konferenz teil. Im Nachfolgeprozess an die Rio-Konferenz wurde die Kommission für Nachhaltige Entwicklung (Commission on Sustainable Development, CSD) gegründet, die den Umsetzungsprozess der Konferenzergebnisse überwacht.

¹⁷ Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 62; Volk 2001 /Umweltcontrolling/ S. 121 f.

gen soll, umfasst vierzig Kapitel mit u.a. sektoralen Themen wie der Förderung nachhaltiger Agrikultur und übergreifenden Themen wie etwa der Armutsbekämpfung.¹⁸

Die Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des deutschen Bundestages hat 1994 vier ziemlich konkrete Grundregeln für den Umgang mit den natürlichen Ressourcen aufgestellt:¹⁹

- Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll ihre Regenerationsrate nicht überschreiten. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die ökologische Leistungsfähigkeit aufrechterhalten bleibt, d.h. dass das von den Funktionen her definierte ökologische Realkapital erhalten bleibt.
- Nicht erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz entweder in Form erneuerbarer Ressourcen oder aber in Form höherer Produktivität der erneuerbaren sowie der nicht-erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird.
- Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an ihrer Aufnahmefähigkeit orientieren, wobei alle Funktionen zu berücksichtigen sind, nicht zuletzt auch die „stille“ und empfindlichere Regelfunktion.
- Das Zeitmaß anthropogener, d.h. vom Menschen verursachter Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt muss in einem ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.

Darüber hinaus wurde von der Kommission auf der Grundlage sozialer und ökonomischer Ziele ein erster Entwurf für entsprechende Regeln erarbeitet. Der Integrationsgedanke der nachhaltigen Entwicklung wird von der Enquête-Kommission ebenfalls betont, indem die Aspekte Ökologie, Ökonomie und Soziales zu einer dreidimensionalen Perspektive zusammengeführt werden sollen.²⁰

Womöglich bleibt trotz der vorangehenden Ausführungen dennoch die Frage, was die Vision der Nachhaltigkeit von dem mittlerweile weit verbreiteten Ziel, möglichst umweltschonend zu produzieren und zu konsumieren, unterscheidet. Das Leitbild der Nachhaltigkeit gibt einerseits den hierzulande intensiv diskutierten Zielen des unternehmens- und produktbezogenen Umweltschutzes eine neue und höhere Priorität. Hier-

¹⁸ Vgl. Hardtke, Prehn 2001 /Perspektiven/ S. 63; Volk 2001 /Umweltcontrolling/ S. 122.

¹⁹ Vgl. Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1994 /Industriegesellschaft/ S. 46.

²⁰ Vgl. Volk 2001 /Umweltcontrolling/ S. 122.

bei rücken vor allem die Aspekte mit den größten Auswirkungen auf die Lebensgestaltungschancen künftiger Generationen in den Mittelpunkt. Andererseits enthält das Leitbild der Nachhaltigkeit nicht nur die ökologische Dimension, sondern auch noch eine ökonomische und eine soziale bzw. gesellschaftliche Dimension. Daraus folgt, dass eine nachhaltige Entwicklung nicht nur eine ökologisch verträgliche Entwicklung sein muss, sondern dass sie ebenso in der Lage sein muss sowohl den sozialen Zusammenhalt in der Gesellschaft und zwischen den Nationen zu fördern, als auch die ökonomischen Grundlagen des Wohlstandes heutiger und zukünftiger Generationen zu sichern.²¹

Die Komplexität des Themas der nachhaltigen Entwicklung macht deutlich, dass es nicht durch einzelne Maßnahmen zu einem bestimmten Zeitpunkt gelöst oder beantwortet werden kann. Es bedarf hierzu vielmehr eines langwierigen Prozesses, bei dem nicht nur einzelne oder einzelne Gruppen der Gesellschaft allein Beiträge zur Lösung erbringen können, sondern es müssen alle gesellschaftlichen Gruppen zusammenarbeiten, um nachhaltige Entwicklung zu erreichen.²²

2.2 Unternehmerische Nachhaltigkeit

Das in den vorangehenden Abschnitten erläuterte Leitbild nachhaltiger Entwicklung bezieht sich primär auf die Nachhaltigkeitsdiskussion auf der gesellschaftlichen Ebene. In den folgenden Abschnitten soll deshalb geklärt werden, wie eine Abgrenzung der Gesellschaftsebene von der Unternehmensebene im Kontext des Nachhaltigkeitsparadigmas vorzunehmen ist. Des Weiteren soll erläutert werden, wie die Konzeption unternehmerischer Nachhaltigkeit verstanden wird.

2.2.1 Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeitsprobleme sind primär gesamtgesellschaftliche Probleme auf einer übergeordneten Systemebene, bevor sie für Unternehmen relevant werden. Bevor sie zum Gegenstand unternehmerischer Maßnahmen werden, sind sie zunächst Gegenstand des öffentlichen Interesses oder politischer Maßnahmen des Staates bzw. anderer Anspruchsgruppen.²³

Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene ist klar von Nachhaltigkeit auf Ebene der Gesellschaft zu trennen. Weder sind diese beiden Ebenen gleichzusetzen, noch kann unternehmerische Nachhaltigkeit aus der gesamtgesellschaftlichen Nachhaltigkeit abgeleitet

²¹ Vgl. Clausen u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsberichterstattung/ S. 13.

²² Vgl. Zech 2002 /Nachhaltige Entwicklung/ S. 30 f.

²³ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 84.

werden.²⁴ Es handelt sich vielmehr um zwei verschiedene Problemebenen, da Nachhaltigkeitsprobleme auf gesellschaftlicher Ebene typischerweise anders aussehen als die auf der unternehmerischen Ebene.²⁵

Wie in den vorangehenden Abschnitten bereits erläutert wurde, handelt es sich bei dem Nachhaltigkeitsparadigma zunächst um eine gesellschaftspolitische Aufgabe und Vision, deren konkrete Inhalte und Ziele zumeist noch sehr vage formuliert sind, was zu einer Fülle von Interpretationen und Definitionen führt. Ganz allgemein geht es darum, die Lebensqualität zu verbessern und die Zukunft zu sichern und dabei gleichzeitig nachteilige Wirkungen im ökologischen und sozialen Bereich zu vermeiden. Allerdings wurde diese Vision erst in den letzten Jahren in Form von Handlungsfeldern und Strategien konkretisiert. So wurden durch eine Sitzung des Europäischen Rates in Göteborg im Jahre 2001 vier Hauptgebiete europäischer Nachhaltigkeitspolitik festgelegt. Diese Hauptgebiete sind die Bekämpfung der Klimaveränderung und der vermehrte Einsatz sauberer Energieträger, Gewährleistung einer ökologisch vertretbaren Mobilität, Risikominderung im Gesundheitsbereich und die gesteigerte Sensibilisierung für einen verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen.²⁶

In jüngster Vergangenheit ist das Nachhaltigkeitskonzept aber auch verstärkt auf das Interesse von Unternehmen gestoßen. Vor allem Großunternehmen wie Shell, BP, Henkel, Novartis oder Unilever bekennen sich zur Nachhaltigkeit als einer für sie gültigen Unternehmensvision. Dabei werden ausgehend von den nachhaltigkeitsrelevanten Wirkungen der Unternehmensaktivitäten Ziele abgeleitet und entsprechende Strategien und Maßnahmen entwickelt, welche mit Hilfe spezieller Nachhaltigkeitsmanagementsysteme umgesetzt werden. Eine Messung und Bewertung der Erfolge findet dann teilweise anhand von Nachhaltigkeitsindikatoren statt. Durch eine Veröffentlichung von Nachhaltigkeitsberichten legen die Unternehmen dann schließlich Rechenschaft über die Ziele, Maßnahmen und Ergebnisse ihrer Nachhaltigkeitsaktivitäten ab.²⁷

Eine Umsetzung des Nachhaltigkeitskonzeptes in unternehmerische Nachhaltigkeit wird aber nach wie vor durch den nur zäh voranschreitenden Konkretisierungsprozess erschwert. Für Unternehmen ist dies einerseits ein Problem und andererseits eine Chance. Problematisch ist es deshalb, weil es dadurch an Orientierung mangelt, da nicht einfach

²⁴ Vgl. Dylllick 2003 /Grundlagen/ S. 236; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 99.

²⁵ Vgl. Dylllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 84.

²⁶ Vgl. Dylllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 84; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 99.

²⁷ Vgl. Dylllick 2003 /Grundlagen/ S. 236; Gminder u.a. 2004/Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 100.

ein klarer Standard wie z.B. eine ISO-Norm vorhanden ist, der umgesetzt werden kann. Dadurch sind Unternehmen vor eine Herausforderung gestellt, die in einem sich kontinuierlich wandelnden Umfeld Kreativität verlangt.²⁸

Wenn nun versucht wird die Vision nachhaltiger Entwicklung auf die Unternehmensebene zu übertragen, sollte dabei beachtet werden, dass anders als auf gesellschaftlicher Ebene im Kontext unternehmerischer Nachhaltigkeit ganz andere Problemfelder im Vordergrund stehen. Für Unternehmen stellen relevante Problembereiche in Verbindung mit Nachhaltigkeit z.B. Vertrauenssicherung in Bezug auf die Finanzmärkte, Reputationsicherung hinsichtlich ihrer Produkte oder etwa die Sicherung der Akzeptanz und die Unterstützung im regionalen Umfeld dar. Es wird also deutlich, dass auf der gesellschaftlichen Ebene ganz andere Nachhaltigkeitsprobleme im Vordergrund stehen als auf Unternehmensebene.²⁹ Deshalb ist es von Bedeutung eine klare Trennung zwischen unternehmerischer Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeit auf Ebene der Gesellschaft vorzunehmen. Entsprechend müssen Referenzpunkte definiert werden, an denen Maßnahmen und Strategien ausgerichtet werden können.

Für eine Ausrichtung der Nachhaltigkeitsziele und -maßnahmen von Unternehmen ergeben sich zwei voneinander verschiedene Referenzpunkte. Sie können einerseits an den Nachhaltigkeitswirkungen der Unternehmensaktivitäten und andererseits am Beitrag des Unternehmens zu den Nachhaltigkeitszielen der Gesellschaft ausgerichtet werden.³⁰ Die folgende Abbildung soll einen Überblick über diese unterschiedlichen Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit geben:

²⁸ Vgl. Arnold, Freimann, Kurz 2003 /Sustainable Balanced Scorecard/ S. 393.

²⁹ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 86 f.

³⁰ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 87; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 100.

	Nachhaltigkeitswirkungen der Unternehmensaktivitäten	Nachhaltigkeitsprobleme der Gesellschaft
Ziel	Optimierung unternehmerischer Öko- und Sozial-Effizienz bzw. Öko- und Sozial-Effektivität	Beitrag zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen der Gesellschaft
Ansatzpunkte für Maßnahmen	Tätigkeiten des Unternehmens und deren Nachhaltigkeitswirkungen (z.B. Nachhaltigkeitsaspekte der Prozesse und Produkte)	Nachhaltigkeitsprobleme der Gesellschaft (z.B. Klimaschutz, Energieeffizienz, Mobilität, Landwirtschaft, Tourismus)
Maßnahmen	Primär auf Unternehmensebene (operative und strategische Maßnahmen)	Primär auf übergeordneten Ebenen (transformative Maßnahmen)

Tab. 1: Referenzpunkte unternehmerischer Nachhaltigkeit³¹

Die Übersicht soll verdeutlichen, dass bei den Nachhaltigkeitswirkungen der Unternehmensaktivitäten die Unternehmensebene im Vordergrund der Betrachtung steht. Betrachtet man hingegen die Nachhaltigkeitsprobleme der Gesellschaft, so stehen die Probleme und Herausforderungen auf Ebene der Gesellschaft im Vordergrund. Beide Referenzpunkte, also sowohl die Nachhaltigkeitswirkungen der Unternehmensaktivitäten als auch die Nachhaltigkeitsprobleme der Gesellschaft, sind für eine Ausrichtung unternehmerischer Nachhaltigkeit von Bedeutung. Allerdings sind sie jedoch sehr unterschiedlicher Natur.³²

Stehen die Nachhaltigkeitswirkungen der Unternehmensaktivitäten im Vordergrund, sind die Unternehmen gefordert, die für sie relevanten Umwelt- und Sozialaspekte zu analysieren und geeignete Maßnahmen zu treffen, um die daraus resultierenden Belastungen zu reduzieren. Unternehmen müssen also versuchen ihren ökologischen und sozialen „Fußabdruck“³³ zu reduzieren, indem sie ihre Öko- und Sozial-Effizienz³⁴

³¹ In Anlehnung an Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 88.

³² Vgl. Gmünder u.a. 2004/Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 100.

³³ Der Ökologische Fußabdruck (EF) bewertet die Umweltauswirkungen in Form von Flächenbeanspruchung. Dabei wird abgeschätzt, wie viel Land- und Wasserfläche notwendig ist, um für eine Bevölkerung kontinuierlich Güter herzustellen und die dabei entstehenden Abfälle zu absorbieren. Das Konzept unterstellt dabei, dass der Konsum von Gütern und Dienstleistungen sowohl produktive als auch absorbierende Kapazitäten einer bestimmten Land- und Wasserfläche benötigt. Siehe Löhr, Knaus, o'Reagan 2003 /Ökologischer Fußabdruck/ S. 78. Für eine ausführliche Darstellung des von Wackernagel, Rees entwickelten Konzeptes des ökologischen Fußabdrucks siehe Wackernagel, Rees 1996 /footprint/.

³⁴ Auf die Öko- und Sozial-Effizienz wird in den nachfolgenden Kapiteln noch näher eingegangen. Hinsichtlich einer näheren Erläuterung der Öko- und Sozial-Effizienz siehe Abschnitt 2.2.3.3 in dieser Arbeit.

verbessern. Des Weiteren geht es auch um eine Verbesserung der Öko- und Sozial-Effektivität³⁵, d.h. nicht nur um eine relative Verbesserung pro Unternehmenstätigkeit, sondern um eine absolute Absenkung des entsprechenden Belastungsniveaus. Die Ansatzpunkte für Maßnahmen liegen hierbei im Unternehmen und gehen von der Nachhaltigkeitsrelevanz der eigenen Unternehmenstätigkeiten aus. Deshalb bewegen sich die ergriffenen Maßnahmen primär auf der Unternehmensebene und umfassen operative sowie strategische Maßnahmen, wie z.B. Prozessoptimierungen oder die Entwicklung innovativer Produkte.³⁶

Wie schon erwähnt wurde, stehen aus Sicht der Gesellschaft bezüglich Nachhaltigkeit zumeist andere Probleme im Vordergrund als für Unternehmen. So sind beispielsweise Klimabelastungen und Energieverbrauch zwar ein gesellschaftliches Problem, stellen aber aufgrund der relativ geringen Kostenbelastung nur in den wenigsten Fällen ein relevantes Problem für Unternehmen dar. Auch die bedeutenden Fragen des innerstädtischen und alpenquerenden Verkehrs sind wohl Nachhaltigkeitsprobleme, die die Gesellschaft betreffen, für die sich aber allein die politischen Instanzen verantwortlich fühlen. Die Anbieter und auch die Nutzer dieser Mobilitätsleistungen fühlen sich hingegen in der Regel nicht dafür verantwortlich. Dennoch können auch diese gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsprobleme von Unternehmen als Ansatzpunkt für Nachhaltigkeitsmaßnahmen genommen werden, mit dem Ziel, Beiträge zur Lösung dieser Probleme zu entwickeln und sie dann auf dem Markt erfolgreich zu machen. Relevante Lösungsbeiträge beziehen sich dabei auf übergeordnete Systemebenen, wie etwa die Branche insgesamt, eine bestimmte Region oder die politischen Rahmenbedingungen. Sie umfassen dabei auch transformative³⁷ Maßnahmen wie etwa die Mitarbeit an der Etablierung gemeinsamer Qualitäts- und Leistungsstandards, an Branchenvereinbarungen oder an politischen Lösungen.³⁸

Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene bewegt sich also in diesem Spannungsfeld zwischen Unternehmenstätigkeiten einerseits und den Nachhaltigkeitsproblemen der Gesellschaft andererseits. Beide Ansatzpunkte sind somit relevant und im Rahmen einer

³⁵ Auch auf die Öko- und Sozial-Effektivität wird in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen. Für nähere Erläuterungen bezüglich der Öko-Effektivität siehe Abschnitt 2.2.3.1 und bezüglich der Sozial-Effektivität siehe Abschnitt 2.2.3.2.

³⁶ Vgl. Gminder u.a. 2004 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 101; Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 87 f. sowie Dyllick 2003 /Grundlagen/ S. 237.

³⁷ Vgl. hierzu aus wirtschaftsethischer Perspektive Ulrich 1997 /Wirtschaftsethik/ S. 393 ff. und aus Perspektive der Umweltmanagementlehre Schneidewind 1998 /Unternehmung/ und Belz 2001 /Öko-Marketing/ S. 91ff.

³⁸ Vgl. Gminder u.a. 2004 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 101 f.; Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 88 f. sowie Dyllick 2003 /Grundlagen/ S. 237.

nachhaltigen Ausrichtung der Unternehmenstätigkeiten zu berücksichtigen.³⁹ Für die Unternehmen selber stehen aber eher die Nachhaltigkeitseffekte der eigenen Tätigkeiten im Vordergrund. Allerdings werden sie von der Gesellschaft wohl eher daran gemessen, welchen Beitrag sie zur Bewältigung der drängenden gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsprobleme der Gesellschaft leisten.⁴⁰

Im Folgenden soll eher von der Betrachtung der Nachhaltigkeitseffekte der Unternehmenstätigkeiten ausgegangen werden.

2.2.2 Nachhaltigkeits-Handlungsebenen

Nachhaltigkeitsbezogene Probleme und auch Maßnahmen sind auf ganz unterschiedlichen Ebenen angesiedelt. Es lassen sich fünf Handlungsebenen in Bezug auf nachhaltiges Unternehmenshandeln differenzieren, die von einem bestimmten Handlungsbereich im Unternehmen bis hin zur gesamtgesellschaftlichen Ebene reichen.⁴¹ Die folgende Darstellung soll diese verschiedenen Handlungsebenen und Zielgrößen unternehmerischer Nachhaltigkeit zusammenfassen:

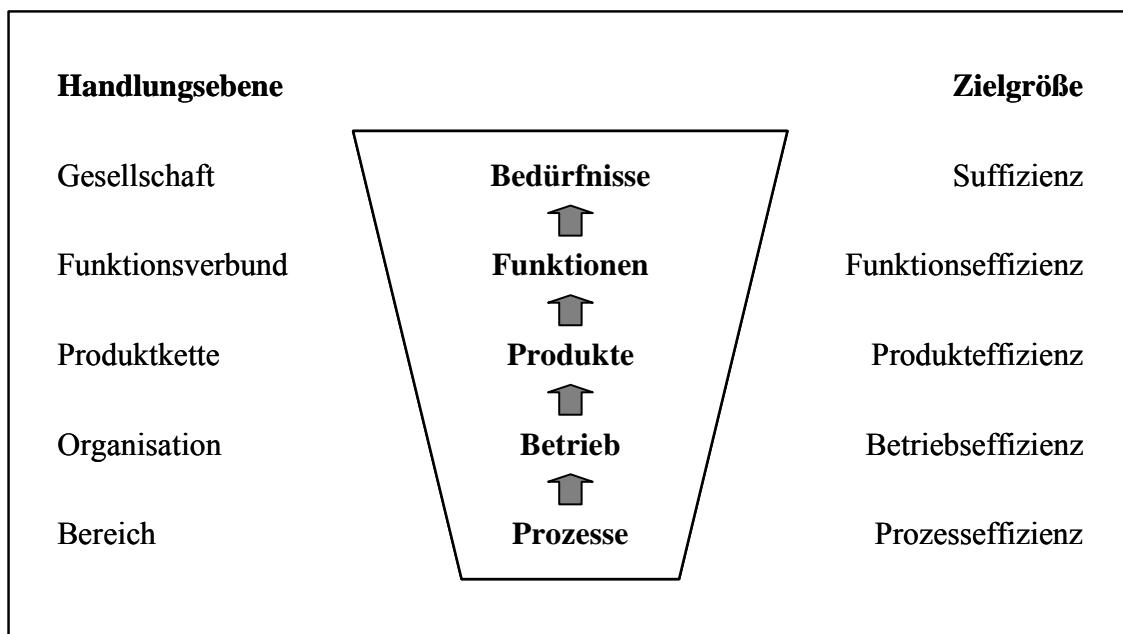


Abb. 1: Handlungsebenen und Zielgrößen unternehmerischer Nachhaltigkeit⁴²

³⁹ Vgl. Dyllick 2003 /Grundlagen/ S. 237; Gminder u.a. 2004/Nachhaltigkeitsstrategien/ S.102.

⁴⁰ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 89.

⁴¹ Vgl. Schneidewind 1994 /COSY/ S. 2 f., sowie Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 93; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 105.

⁴² In Anlehnung an Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 94; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 105.

Die von *Schneidewind*⁴³ als COSY-Konzept entwickelten Handlungsebenen wurden in den Veröffentlichungen von *Gminder u.a.*⁴⁴ und *Dyllick*⁴⁵ allerdings um die Ebene „Organisation“ bzw. „Betrieb“ erweitert. Jede der fünf dargestellten Handlungsebenen stellt einen anderen Kontext mit unterschiedlichen Zielgrößen dar.

Auf der ersten Ebene stehen die einzelnen Prozesse im Vordergrund, mit dem Ziel ihre Effizienz zu verbessern. Hierbei geht es vor allem um klassische Umweltprobleme der Leistungserstellung (z.B. Abfälle, Energieverbrauch, Luftverschmutzung usw.). Somit ist die relevante Handlungsebene der Produktionsbereich im Unternehmen. Auf der zweiten Handlungsebene geht es um die nachhaltige Verbesserung des gesamten Betriebes, wofür bspw. Umwelt- und Sozialmanagementsysteme eingesetzt werden können. Hierbei ist die gesamte Organisation die relevante Handlungsebene, die mit Hilfe der entsprechenden Managementsysteme möglichst nachhaltig gestaltet werden soll. Auf der dritten Ebene geht es um die nachhaltige Optimierung der Produkte. Die relevante Handlungsebene umfasst hier die gesamte Produktkette. Die Zielgröße ist die Produkteffizienz über den gesamten Lebenszyklus, also die Lebenszykluseffizienz, die vor allem Aspekte wie Energieverbrauch, CO₂-Ausstoß aber auch Recycling betrifft. Auf der vierten Ebene stehen die Funktionen des Produktes für den Anwender im Vordergrund, wobei die entsprechende Zielgröße die Funktionseffizienz der Produkte ist. Auf der fünften Handlungsebene stehen Bedürfnisse im Vordergrund. Diese Ebene ist die höchste Handlungsebene, bei der allerdings keine Effizienzpotenziale mehr im Vordergrund stehen, sondern die Suffizienz, also die Genügsamkeit der Menschen im Umgang mit materiellen Dingen. Der Umgang der Menschen mit materiellen Dingen wird allerdings weitestgehend durch die grundlegende Bedürfnisse und Werte der Gesellschaft insgesamt bestimmt und ist so nur sehr schwer durch unternehmerisches Handeln zu beeinflussen.⁴⁶

2.2.3 Nachhaltigkeitsanforderungen und –herausforderungen

Für Unternehmen ergibt sich aus der Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung grundsätzlich die Aufgabe, ökologische und soziale Bedürfnisse zu befriedigen und das Nachhaltigkeitsmanagement in das herkömmliche ökonomische Management zu in-

⁴³ Vgl. Schneidewind 1994 /COSY/; siehe auch Schneidewind, Hummel, Belz 1997 /Instrumente/.

⁴⁴ Vgl. Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/105 f.

⁴⁵ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 93 ff.

⁴⁶ Vgl. Dyllick 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 94; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 105.

tegrieren.⁴⁷ Aus dieser Aufgabe entstehen die folgenden vier Herausforderungen unternehmerischer Nachhaltigkeit⁴⁸:

1. Ökologische Herausforderung (Steigerung der Öko-Effektivität):

Hierbei geht es um die Reduktion der absoluten Höhe schädlicher Umweltwirkungen.

2. Soziale Herausforderung (Steigerung der Sozial-Effektivität):

Hierbei geht es um die Reduktion der absoluten Höhe negativer Sozialauswirkungen und die Steigerung der positiven sozialen Wirkungen.

3. Ökonomische Herausforderung (Steigerung der Öko- und Sozial-Effizienz):

Hierbei geht es um die Verbesserung des Verhältnisses zwischen Schadschöpfung und Wertschöpfung bezüglich ökologisch-ökonomischer bzw. sozio-ökonomischer Aspekte.

4. Integrationsherausforderung:

Hierbei geht es sowohl um die Integration der drei vorangehenden Aspekte untereinander als auch um die Integration des Nachhaltigkeitsmanagements in das herkömmliche Management.

Der Zusammenhang zwischen den vier Nachhaltigkeitsherausforderungen für Unternehmen soll mit Hilfe folgender Grafik veranschaulicht werden:

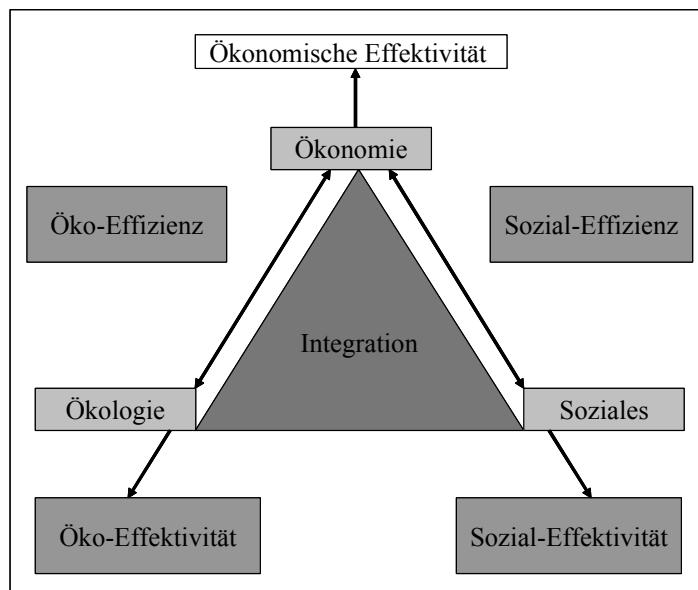


Abb. 2: Nachhaltigkeitsherausforderungen für Unternehmen⁴⁹

⁴⁷ Vgl. Schaltegger, Dyllick 2002 /Einführung/ S.32.

⁴⁸ Vgl. Schaltegger, Dyllick 2002 /Einführung/ S.32; Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 6.

⁴⁹ In Anlehnung an Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 6.

Auf die einzelnen Herausforderungen unternehmerischer Nachhaltigkeit soll in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen werden.

2.2.3.1 Ökologische Herausforderung

Die ökologische Herausforderung unternehmerischer Nachhaltigkeit bezieht sich auf die Belastung der Ökosysteme durch die Aktivitäten der Unternehmen. Die Ökosysteme sind nur bis zu einem bestimmten Grad belastbar, ohne dass langfristige Schäden entstehen, die nicht mehr reversibel sind.⁵⁰ Als besonders dringende Umweltprobleme sind u.a. der Treibhauseffekt, die Zerstörung der Ozonschicht, die Übersäuerung und Überdüngung von Böden und Gewässern und der Rückgang der Biodiversität⁵¹ zu nennen. Da die Umweltbelastung in vielen Bereichen insgesamt schon sehr hoch ist, wie beispielsweise im Falle der CO₂-Emissionen, sind Unternehmen gefordert, das absolute Ausmaß der von ihnen verursachten Umwelteinwirkungen erheblich zu reduzieren.⁵² Dazu bedarf es einer erheblichen Toxizitätsreduktion der Materialflüsse und weitergehende Dematerialisierung der wirtschaftlichen Leistungserstellungs-, Konsum- und Entsorgungsprozesse.⁵³ Trotzdem können Umweltbelastungen wohl nicht gänzlich vermieden werden. Allerdings sollte eine möglichst starke Verringerung unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen angestrebt werden. Das Erfolgskriterium zur Beurteilung, wie gut ein Unternehmen der ökologischen Herausforderung begegnet, d.h. in welchem Maße es ihm gelingt die direkt und indirekt verursachten absoluten Umweltbelastungen zu reduzieren, ist die Steigerung der Öko-Effektivität (auch Umweltwirksamkeit).⁵⁴

Generell wird mit Effektivität der Zielerreichungs- oder Wirkungsgrad bezeichnet. Mit Öko-Effektivität wird der Grad der absoluten Umweltverträglichkeit gemessen, d.h. wie erfolgreich das angestrebte Ziel der Minimierung von Umwelteinwirkungen erreicht wurde. Die Messung der Öko-Effektivität ist nicht immer einfach. In einigen Fällen ist eine Messung zwar recht unproblematisch, wie beispielsweise das mit einer Stoffstromanalyse ermittelte Ausmaß der Reduktion der CO₂-Emissionen aus einem definierten Produktionsprozess. In anderen Fällen hingegen ist eine Messung der Öko-Effektivität sehr schwierig oder auch umstritten. Das liegt unter anderem auch an der sehr unterschiedlichen Einschätzung der verschiedenen Stakeholder (Anspruchsgruppen) hin-

⁵⁰ Vgl. Schaltegger, Dyllick 2002 /Einführung/ S.33.

⁵¹ Biodiversität ist umgangssprachlich auch unter dem Begriff Artenvielfalt bekannt.

⁵² Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 7.

⁵³ Vgl. Schaltegger, Dyllick 2002 /Einführung/ S.33.

⁵⁴ Vgl. Schaltegger, Dyllick 2002 /Einführung/ S.33; Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 7.

sichtlich der Öko-Effektivität einer Umweltschutzmaßnahme. So kann beispielsweise ein Sondermüllofen von manchen Stakeholdern als eine sehr öko-effektive Umweltschutzmaßnahme angesehen werden, da toxische Substanzen zu inerter⁵⁵ Schlacke transformiert werden. Andere wiederum können der Auffassung sein, dass es sich dabei um eine ökologisch ineffektive Maßnahme handelt, da durch den Betrieb des Ofens weiterhin sondermüllproduzierende Produktionsverfahren eingesetzt werden können und nicht die Entstehung des Sondermülls direkt an der Quelle verhindert wird. Deshalb ist es wichtig, sowohl das angestrebte Umweltentlastungsziel als auch den entsprechenden Effektivitätsbegriff deutlich zu formulieren, um eventuelle Zielkonflikte aufzudecken. Dabei sollte sich eine Spezifizierung und Bewertung von Öko-Effektivität an den gesellschaftlich anerkannten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen orientieren. Daraus folgt, dass Unternehmen und ihre Leistungen nur dann wirklich öko-effektiv sein können, wenn ihr Beitrag zu Umweltschutzmaßnahmen dem gültigen gesellschaftlichen Verständnis entspricht.⁵⁶

2.2.3.2 Soziale Herausforderung

Unternehmen sind in die Gesellschaft eingebettete Institutionen, die auf die Akzeptanz ihrer Stakeholder bzw. der Gesellschaft angewiesen sind. Da sie durch ihre Aktivitäten öffentliche Interessen berühren und außerdem auch ihrerseits von gesellschaftlichen Ansprüchen betroffen sind, kann man von einer öffentlichen Exponiertheit sprechen.⁵⁷ Die soziale Herausforderung für Unternehmen besteht deshalb darin, dass sie die Summe ihrer sozialen Wirkungen verbessern müssen, um die Akzeptanz der Stakeholder zu gewährleisten. Es gilt einerseits die Existenz und den Erfolg des Unternehmens sicherzustellen und andererseits die Vielfalt gesellschaftlicher, kultureller und individueller sozialer Ansprüche nicht unberücksichtigt zu lassen.⁵⁸ Durch diese Vorgehensweise kann sich ein Unternehmen die gesellschaftliche Akzeptanz und die Legitimation der unternehmerischen Handlungen sichern. Wie auch bei der ökologischen Nachhaltigkeitsherausforderung kann es bei der Umsetzung der sozialen Herausforderung durch die verschiedenen sozialen, ökologischen und ökonomischen Ansprüche zu Zielkonflikten kommen. Des Weiteren ist eine vollständige Befriedigung der Ansprüche in ihrer Gesamtheit auf Grund personeller, zeitlicher und finanzieller Knappheiten wohl un-

⁵⁵ Als inert bezeichnet man chemische Elemente, oder Verbindungen, deren äußere Elektronenhülle gefüllt ist. Sie sind reaktionsträge und gehen unter normalen Umweltbedingungen keine chemischen Verbindungen ein.

⁵⁶ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 7.

⁵⁷ Vgl. Mahammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 9.

⁵⁸ Vgl. Schaltegger, Dylllick 2002 /Einführung/ S.33; Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 8.

möglich. Deshalb sind die Unternehmen auch gefordert hinsichtlich sozialer Ansprüche den Dialog mit ihren Stakeholdern zu suchen, um so gemeinsam Prioritäten festlegen zu können.⁵⁹

Wichtige gesellschaftliche, kulturelle und soziale Ansprüche, die z.B. von Rating-Agenturen oder Fondsgesellschaften geprüft werden, sind u.a. Gleichberechtigung⁶⁰, Kinderarbeit, Arbeitsbedingungen, Betriebsklima, Gehaltsstruktur und Sozialleistungen für Angestellte, Gesundheits- und Sicherheitsrisiken am Arbeitsplatz, kulturelles Engagement und Korruptionsbekämpfung. Diese Sozialkriterien werden meist mit Fragebögen abgefragt, bei denen es keine Gewichtung der einzelnen Aspekte gibt. Auch wird der Grad der Erfüllung überwiegend nach einem einfachen Ausschlussprinzip, z.B. ja oder nein, anhand von Checklisten ermittelt.⁶¹

Mit Sozial-Effektivität wird der Grad der wirksamen Erfüllung sozialer Anliegen bezeichnet. Ein Unternehmen kann dann als sozial effektiv bezeichnet werden, wenn es das absolute Niveau negativer sozialer Wirkungen erfolgreich reduziert hat und es weiterhin gering halten kann und wenn es darüber hinaus auch noch bedeutende positive soziale Wirkungen verursacht. Allerdings wurde der Begriff der Sozial-Effektivität bis heute nur sehr unscharf definiert, was zur Folge hat, dass auch noch keine gute Operationalisierung erfolgen konnte.⁶²

Die fehlende scharfe Begriffsdefinition und Operationalisierung stellt Unternehmen somit nicht nur vor die Herausforderung ihre Sozial-Effektivität zu verbessern, sondern sie werden auch vor das Problem gestellt, herauszufinden wie diese definiert und umgesetzt werden kann.

2.2.3.3 Ökonomische Herausforderung

Bei der ökonomischen Herausforderung im Kontext unternehmerischer Nachhaltigkeit sind vor allem die Öko-Effizienz und die Sozial-Effizienz von großer Bedeutung. Dabei sind Öko- und Sozial-Effizienz von Öko- und Sozial-Effektivität abzugrenzen. Die beiden Effektivitätsbegriffe, die in den vorangehenden Abschnitten erläutert wurden, zielen auf die Forderung nach absoluten Verbesserungen ab. Bei der Öko- bzw. Sozial-Effi-

⁵⁹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 8.

⁶⁰ Hierunter ist nicht nur die Gleichberechtigung zwischen Mann und Frau gemeint, sondern auch z.B. hinsichtlich der Behandlung Behindter, älterer Mitarbeiter, ausländischer Mitarbeiter und ethnischer Minderheiten.

⁶¹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 8.

⁶² Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 8.

zienz hingegen geht es um das Verhältnis von Wertschöpfung zu Schadschöpfung, welches im Folgenden noch näher erläutert werden soll.⁶³

Die traditionelle ökonomische Herausforderung besteht darin, den Unternehmenswert zu steigern und die Rentabilität der Dienstleistungen und Produkte zu erhöhen. Bei der ökonomischen Nachhaltigkeitsherausforderung geht es allerdings darum, sowohl das Umweltmanagement als auch das Sozialmanagement möglichst ökonomisch zu gestalten. Unternehmen werden im Allgemeinen primär für ökonomische Zwecke gegründet und betrieben. Dabei sind sie gewinnorientiert ausgerichtet und müssen sich im Wettbewerb behaupten. Deshalb steht der Umweltschutz und das Sozialmanagement auch immer vor der Herausforderung den Unternehmenswert zu steigern, einen Beitrag zur Rentabilität zu leisten oder, wenn das nicht möglich ist, wenigstens kostengünstig zu erfolgen.⁶⁴

Unter Berücksichtigung dieser Herausforderung können für die unternehmerische Nachhaltigkeit zwei Erfolgskriterien definiert werden. Entsprechend der allgemeinen ökonomischen Definition von Effizienz, nämlich der Verbesserung des Verhältnisses von erwünschten zu unerwünschten Wirkungen (z.B. Ertrag und Aufwand), sind dies die um ökologische Aspekte erweiterte Öko-Effizienz bzw. ökonomisch-ökologische Effizienz und die um soziale Aspekte erweiterte Sozial-Effizienz bzw. ökonomisch-soziale Effizienz.⁶⁵

Öko-Effizienz ist die Kurzform für ökonomisch-ökologische Effizienz. Dabei ist sie definiert als das Verhältnis zwischen einer ökonomischen, monetären und einer physikalischen (ökologischen) Größe. Hierbei wird die ökonomische Größe als Wertschöpfung der ökologischen Größe als Schadschöpfung gegenüber gestellt. Die Wertschöpfung entspricht auf betriebswirtschaftlicher Ebene dem Umsatz abzüglich der Vorleistungen. Die Schadschöpfung hingegen ist definiert als die Summe aller direkt und indirekt verursachten Umweltbelastungen, die von einem Produkt oder einer unternehmerischen Aktivität z.B. durch Produktion, Konsum, Entsorgung oder Transport verursacht werden. Somit kann man Öko-Effizienz als das Verhältnis ökonomischer Wertschöpfung zu ökologischer Schadschöpfung definieren. Maße für die Öko-Effizienz können

⁶³ Vgl. Schaltegger, Dylllick 2002 /Einführung/ S.33; Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 9.

⁶⁴ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 9.

⁶⁵ Vgl. Schaltegger u.a. 2003 /Werkzeuge/ S. 62.

z.B. Wertschöpfung [EUR]/emittiertem CO₂ [t] oder Wertschöpfung [EUR]/verbrauchter Energie [kWh] sein.⁶⁶

Viele Unternehmen gehen allerdings davon aus, dass die Integration eines Konzeptes in ihre Strategien ausreichend ist, um unternehmerische Nachhaltigkeit umzusetzen und sie haben dafür die Öko-Effizienz als Hauptkonzept herausgegriffen. Obwohl eine Verbesserung der Öko-Effizienz sicherlich einen wertvollen Teil einer Nachhaltigkeitsstrategie darstellt, ist es als einziges Konzept unzureichend. Es soll vielmehr eine Maßnahme unter verschiedenen zur Umsetzung unternehmerischer Nachhaltigkeit darstellen.⁶⁷

Sozial-Effizienz ist die Kurzform für ökonomisch-soziale Effizienz. Hierbei wird analog der Öko-Effizienz die Wertschöpfung der Schadschöpfung gegenüber gestellt. Allerdings geht es hierbei um den sozialen Schaden, der der Summe aller negativen sozialen Auswirkungen entspricht, die durch ein Produkt, Prozess oder eine Aktivität verursacht wird. Maße für die Sozial-Effizienz eines Unternehmens können z.B. Wertschöpfung [EUR]/Personalunfälle [Anzahl] oder Wertschöpfung [EUR]/Krankheitszeit [Tage] sein.⁶⁸

Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, dass andere eher technischorientierte Effizienztypen auch Verhältnisgrößen ohne monetären Bezug darstellen. Dabei werden nur nicht-monetäre Größen wie z.B. geleistete Arbeitsstunden [h]/Personalunfall oder Produkteinheiten/Emissionen [t] einbezogen. Allerdings sind diese im Weiteren nicht von Bedeutung.⁶⁹

Öko- bzw. sozialeffizienzsteigernde Maßnahmen sind gemäß den obigen Ausführungen solche Maßnahmen, die einerseits ökologische bzw. soziale Belastungen verringern und andererseits gleichzeitig die Kosten reduzieren. Maßnahmen, die in der Lage sind, sowohl die Öko-Effizienz als auch die Sozial-Effizienz zu steigern, können als nachhaltigkeitseffizienzsteigernde Maßnahmen bezeichnet werden. Diese nachhaltigkeitseffizienzsteigernde Maßnahmen sind sog. „No-regret“-Maßnahmen⁷⁰, die gleichzeitig sowohl einen ökologischen, sozialen und ökonomischen Vorteil bieten.⁷¹

⁶⁶ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 9.

⁶⁷ Vgl. Dylllick, Hockerts 2002 /Sustainability/ S. 131.

⁶⁸ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 9.

⁶⁹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 10.

⁷⁰ Unter sog. „No-Regret“- oder auch „Win-Win“-Strategien werden Maßnahmen verstanden, bei denen, auch wenn die Nachhaltigkeitseffekte geringer sein sollten als vermutet, trotzdem für alle Beteiligten Vorteile entstehen. So bringt die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs bei Automobilen beispielsweise in jedem Fall finanzielle Einsparungen für den Nutzer und vermindert gleichzeitig den umwelt- und gesundheitsschädlichen Schadstoffausstoß.

⁷¹ Vgl. Schaltegger, Figge 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 25.

2.2.3.4 Integrationsherausforderung

Die umfangreichste Herausforderung im Kontext der unternehmerischen Nachhaltigkeit stellt die Integrationsherausforderung dar. Sie leitet sich aus zwei Ansprüchen, dem inhaltlichen und dem methodischen, ab. Der inhaltliche Anspruch bezieht sich auf die simultane bzw. integrierte Berücksichtigung und Steigerung aller zuvor beschriebenen Aspekte. Also sowohl der Öko- und der Sozial-Effektivität als auch der Öko- und Sozial-Effizienz. Der methodische Anspruch zielt auf die methodische und instrumentelle Integration des Umwelt- und Sozialmanagements in das herkömmliche ökonomische Management ab.⁷²

Ökologische und soziale Fragen werden immer noch zumeist organisatorisch und methodisch getrennt von ökonomischen Fragestellungen behandelt, was häufig dazu führt, dass sowohl Gemeinsamkeiten als auch Konflikte übersehen und wenig effektiv oder gar nicht angegangen werden.⁷³

In der Unternehmenspraxis werden Nachhaltigkeitsthemen, vor allem diejenigen mit außemarktlichen Charakter, zumeist von einer Stabsgruppe für Umwelt- oder Nachhaltigkeitsmanagement betreut. Allerdings stehen diese häufig parallel zum übrigen Unternehmensmanagement, so dass Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme häufig als Satellitensysteme parallel zu den konventionellen Managementsystemen implementiert werden. Somit wird die Integration in das allgemeine Managementsystem unterlassen. Aus strategischer Sicht ist so ein Vorgehen allerdings riskant, da die aus den Umwelt- und Sozialthemen emergierenden ökonomischen Risiken von den Entscheidungsträgern oft nicht rechtzeitig erkannt werden und somit nachträgliche Korrekturen erforderlich machen. Ein solches Vorgehen ist bedauerlich, da durch die fehlende Integration Chancen verpasst werden können. Da eine solche Herangehensweise dem Querschnittscharakter von Umwelt- und Sozialaspekten nicht gerecht werden kann, können weder die ökologischen und sozialen noch die ökonomischen Chancenpotenziale des Nachhaltigkeitsmanagements voll ausgeschöpft werden. Des Weiteren ist zu beobachten, dass mit der organisatorischen Ausgliederung der Verantwortung für Umwelt- und Sozialthemen häufig selbst marktlich relevante Nachhaltigkeitsthemen übersehen werden.⁷⁴

⁷² Vgl. Schaltegger u.a. 2003 /Werkzeuge/ S. 62

⁷³ Vgl. Schaltegger, Dylllick 2002 /Einführung/ S. 34.

⁷⁴ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 512.

2.2.4 Begründung für nachhaltiges Unternehmenshandeln

In den vorangehenden Abschnitten wurde erläutert, welche Herausforderungen die Umsetzung von Nachhaltigkeit an Unternehmen stellt. Es ist allerdings die Frage zu stellen, aus welchem Grund sich Unternehmen dieser sehr anspruchsvollen Aufgabe stellen sollten. Dieser Aspekt soll in diesem Abschnitt kurz beleuchtet werden.

Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten kann in mehrfacher Hinsicht dazu beitragen, Erfolgspotenziale für Unternehmen zu generieren.⁷⁵ In diesem Zusammenhang soll auf die folgenden drei Aspekte kurz eingegangen werden:

- Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten fördert die Akzeptanz von Unternehmen bei Stakeholdern und in der Gesellschaft.
- Durch die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten können Wettbewerbsvorteile auf dem Markt realisiert werden.
- In den letzten Jahren hat das Interesse der Finanzmärkte an nachhaltig ausgerichteten Unternehmen zugenommen.

Wettbewerbsvorteile einer nachhaltigen Unternehmensführung ergeben sich zum einen daraus, dass Nachhaltigkeit wesentliche Aspekte der Veränderungen der Umfeld- und Erfolgsbedingungen, die sog. Stakeholder-Ansprüche, unternehmerischer Aktivität bündelt.⁷⁶ Somit kann die Berücksichtigung dieser Aspekte zu einer Steigerung der Akzeptanz der Stakeholder und der Gesellschaft führen. Um dies zu verdeutlichen soll kurz auf das sog. „Stakeholder-“, oder „Anspruchsgruppenkonzept“⁷⁷ eingegangen werden. Nach *Freeman*⁷⁸ sind Stakeholder als Gruppen oder Individuen definiert, die die Zielerreichung einer Organisation beeinflussen können oder von ihr betroffen sind. Im Rahmen des Anspruchsgruppenkonzeptes wird zwischen internen Anspruchsgruppen (Eigentümer, Mitarbeiter und Management) und externen Anspruchsgruppen (z.B. externe Kapitalgeber, Kunden, Lieferanten, Umweltverbänden, Behörden) unterschieden. Damit wird deutlich, dass es viele Personen und Gruppen gibt, die einerseits von den Handlungen der Unternehmen betroffen sind und andererseits auf die Leistungen der Unternehmen angewiesen sind. Das Anspruchsgruppenkonzept stellt dabei heraus, dass unterschiedliche Gruppen unterschiedliche, durchaus auch konfligierende Ziele verfolgen und entsprechende Ansprüche an Unternehmen stellen. So werden auch nichtmarktliche

⁷⁵ Vgl. Frings 2003 /Instrumente/ S. 24.

⁷⁶ Vgl. Arnold, Freimann, Kurz 2001 /Vorüberlegungen/ S. 75.

⁷⁷ Der Begriff „Stakeholder“ wurde erstmals im Jahre 1963 vom Stanford Research Institute benutzt. Damit sollte verdeutlicht werden, dass Aktionäre (stockholder) nicht die einzige Anspruchsgruppe ist, die vom Management beachtet werden muss.

⁷⁸ Vgl. Freeman 1983 /Management/ S. 38.

Ziele und Beziehungen für Unternehmen ökonomisch relevant. Somit rücken auch externe Effekte in das Handlungsfeld von Unternehmen. In diesem Zusammenhang seien externe Effekte als Effekte definiert, die die gegenseitigen Einwirkungen von Wirtschaftssubjekten bezeichnen, die nicht über den Markt erfasst und bewertet werden.⁷⁹ Daraus folgt, dass der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens nicht nur vom Erfolg auf dem Markt, sondern auch von anderen, nichtmarktlichen Faktoren abhängt.⁸⁰ In den letzten Jahren wurden Unternehmen für ökologisch und sozial unverträgliches Verhalten sowohl von der Öffentlichkeit als auch von anderen Anspruchsgruppen zunehmend unter Druck gesetzt, was teilweise zu erheblichen Umsatzeinbußen geführt hat.⁸¹ Solche Probleme können durch eine nachhaltige Unternehmensführung vermieden werden.

Des Weiteren eröffnen sich durch die strategische Berücksichtigung der Nachhaltigkeit für Unternehmen auch marktliche Chancen. Wie schon am Anfang dieser Arbeit erwähnt wurde, fordern Kunden auch zunehmend Produkte und Dienstleistungen ohne negative soziale oder ökologische Nebenwirkungen.⁸² So können durch nachhaltige Produkte neue Märkte erschlossen und neue Kunden gewonnen werden. Diese Entwicklung lässt sich z.B. an der steigenden Nachfrage nach Bio-Produkten erkennen.

Außerdem gehen von den Finanzmärkten bedeutende Steuerungssignale für die Akteure einer Marktwirtschaft aus. In der Vergangenheit wurden zwar Nachhaltigkeitsaspekte, die über die rein ökologische Perspektive hinausgingen, von den Finanzmarktakteuren weitgehend ignoriert, allerdings hat sich das in den letzten Jahren stark geändert. Konzepte der nachhaltigen Entwicklung und insbesondere Umweltaspekte gewinnen in den Finanzmärkten an zunehmender Bedeutung.⁸³ Um der steigenden Nachfrage der Anleger in diesem Bereich gerecht zu werden, wird mit Erfolg eine wachsende Zahl sog. nachhaltiger Finanzprodukte angeboten. Der Begriff Nachhaltigkeit dient in diesem Zusammenhang als zusätzliches Kriterium der Unternehmensanalyse und –bewertung und wird somit als Selektionskriterium für die Auswahl von Anlagen, z.B. im Rahmen

⁷⁹ Vgl. Wicke u.a. 1989 /Umweltökonomie/ S. 43.

⁸⁰ Vgl. Fichter 1998 /Schritte/ S. 4.

⁸¹ Ein Beispiel hierfür stellt der Fall „Brent Spar“ dar. Als der niederländisch-britische Shell-Konzern im Jahre 1995 die Ölplattform „Brent Spar“ im Atlantik zu versenken plante, musste dieses Vorhaben aufgrund des erheblichen öffentlichen Drucks, besonders seitens von Kunden und Politikern, aufgegeben werden. Durch den wochenlangen Boykott, der für Shell erhebliche Umsatz-, Image- und Ergebniseinbußen zur Folge hatte, konnten somit externe Anspruchsgruppen Einfluss auf die Geschäftspolitik eines internationalen Konzerns nehmen. Vgl. Gröner, Zapf 1998 /Unternehmen/ S. 52.

⁸² Vgl. Arnold, Freimann, Kurz 2001 /Vorüberlegungen/ S. 75.

⁸³ Vgl. Schaltegger, Figge 2000 /Ökologisierung/ S. 103.

eines Investmentfond Portfolios, herangezogen. Diesem Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass nachhaltig geführte und operierende Unternehmen ein höheres Wertsteigerungspotenzial aufweisen, als vergleichbare, herkömmlich geleitete Unternehmen. Diese Annahme wird durch den Fakt gestützt, dass die in dem 1999 eingeführten Dow Jones Sustainability Group Index vertretenen Unternehmen bei einem nur leicht höheren Risiko eine deutlich höhere Performance als der Gesamtmarkt aufweisen.⁸⁴

2.3 Ausgewählte Konzepte und Instrumente zum Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen

Die vorangehenden Abschnitte haben deutlich gemacht, dass das Nachhaltigkeitsthema für Unternehmen zunehmend an Bedeutung gewinnt und durchaus das Potenzial besitzt erfolgsrelevant zu sein. Deswegen bedarf es auch eines nachhaltigkeitsorientiert erweiterten Controlling. Das Ziel des Nachhaltigkeitscontrolling soll es sein, den Erfolg nachhaltigen Wirtschaftens in Unternehmen gestaltbar zu machen, zu messen und zu bewerten. Hierzu bedarf es solcher Controllingkonzepte und -instrumente, die in der Lage sind, die drei entwicklungsorientierten Zielbereiche Ökonomie, Ökologie und Soziales gleichermaßen zu berücksichtigen.⁸⁵ Die Möglichkeiten bzw. möglichen Ansätze einer auf diese Bereiche ausgerichteten nachhaltigen Unternehmensaktivität werden nachfolgend als Nachhaltigkeitspotenziale bezeichnet.

Die meisten Unternehmen werden zur Erstellung ökonomischer Leistungen geschaffen und geführt. Deshalb müssen sich das Umwelt- und Sozialmanagement daran ausrichten und in das konventionelle Management integriert werden. In der Praxis wird das Umwelt- und Sozialmanagement heute meist parallel zum konventionellen Management aufgebaut, wobei ihm teilweise eine vom ökonomischen Unternehmenszweck losgelöste Rolle zugewiesen wird. Allerdings können Umwelt- und Sozialmanagement nur dann langfristig einen Nutzen stiften und haben auch nur dann die Möglichkeit sich zu einem Nachhaltigkeitsmanagement zu entwickeln, wenn sie einen deutlichen Beitrag zum ökonomischen Erfolg des Unternehmens leisten und in dieser Funktion auch langfristig in den Unternehmensalltag integriert werden.⁸⁶

In einer Zeitschriftenanalyse aus dem Jahre 2003 ist festgestellt worden, dass ein Großteil der Fachdiskussion zum Nachhaltigkeitscontrolling in den entsprechenden Fachzeitschriften für Umweltmanagement stattfindet. In anderen betriebswirtschaftlichen Fachzeitschriften können sich nachhaltigkeitsbezogene Forschungsthemen hingegen nur

⁸⁴ Vgl. Flatz 2000 /Sustainability/ S. 111.

⁸⁵ Vgl. Haasis 2004 /Leistungsmessung/ S. 35.

⁸⁶ Vgl. Schaltegger 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 165.

schwer gegenüber der Konkurrenz aus anderen Bereichen durchsetzen. Betrachtet man die Artikel, die sich mit Nachhaltigkeitsthemen befassen, ist weiterhin zu beobachten, dass die in den 1990er Jahren vorherrschende Fokussierung auf die ökologische Herausforderung der Nachhaltigkeit, sich allmählich von einem Umwelt- hin zu einem Nachhaltigkeitsmanagement unter Berücksichtigung aller Nachhaltigkeitsdimensionen wandelt. Dennoch bleibt der Schwerpunkt im Controlling die Bestimmung der Umweltleistung sowie der Umweltkosten. Damit bleiben Beiträge zur Leistungsmessung und Kostenrechnung sehr auf die ökologische Dimension beschränkt. Der sozialen Dimension hingegen wird, trotz oder vielleicht auch wegen bestehender Operationalisierungs- und Konkretisierungsprobleme, nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt.⁸⁷

Die im Folgenden vorgestellten Konzepte und Instrumente zum Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen sind ausgewählt worden, weil sie das Potenzial haben, allen vier unter 2.2.3 erläuterten Herausforderungen zu begegnen. So ist es nicht nur wichtig, dass sie eine Berücksichtigung der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsdimensionen ermöglichen. Vor allem die Möglichkeit der integrativen Berücksichtigung aller Dimensionen und auch der Möglichkeit der Integration in herkömmliche Controllingsysteme waren ausschlaggebend für die Auswahl.

In der Literatur ist eine Vielzahl verschiedener Konzepte und Instrumente vorzufinden, die zur Operationalisierung unternehmerischer Nachhaltigkeit vorgeschlagen werden. Auch im Controlling ist eine große Anzahl verschiedener Ansätze zum CVN vorhanden. Allerdings beziehen sich viele Konzepte nur auf einzelne Aspekte nachhaltiger Unternehmensentwicklung. Die operative Umsetzung des Integrationsanspruches, sowohl inhaltlich als auch methodisch, erweist sich als eine schwierige Aufgabe, die erst in Ansätzen methodisch und praktisch angegangen wurde.⁸⁸ Gerade diese Ansätze sind jedoch interessant, um ein integratives Nachhaltigkeitscontrolling unter Berücksichtigung aller Herausforderungen realisieren zu können.

Die im Folgenden erläuterten Ansätze für ein CVN erheben allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da für diese Erläuterungen in der vorliegenden Arbeit nur ein begrenzter Umfang vorgesehen ist. Es soll vielmehr ein Überblick darüber gegeben werden, welche Ansätze in der Literatur vorhanden sind. Für ausführliche Darstellungen einzelner Aspekte sei auf die den Ausführungen zugrunde liegende Literatur verwiesen.

⁸⁷ Vgl. Biegert, Mohammadzadeh, Biebeler 2003 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 64 ff.

⁸⁸ Vgl. Schaltegger u.a. 2003 /Werkzeuge/ S. 60.

2.3.1 Frühaufklärung

In diesem Kapitel soll der Einsatz der Frühaufklärung im Rahmen eines Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen skizziert werden. Hierzu wird zuerst das herkömmliche Konzept der Frühaufklärung erläutert, um anschließend auf die Frühaufklärung im Kontext eines CVN eingehen zu können. Abschließend wird die Eignung der Frühaufklärung für ein CVN kurz diskutiert.

2.3.1.1 Zum Begriff der Frühaufklärung

Seit Anfang der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts entwickelte sich, augrund der sich zunehmend verändernden Rahmenbedingungen für die Unternehmen, in der betriebswirtschaftlichen Theorie und Praxis eine verstärkte Auseinandersetzung mit Instrumenten und Konzeptionen, mit denen sowohl unternehmensexterne als auch unternehmensinterne kritische Entwicklungen gezielt und frühzeitig erkannt werden können. Während der Fokus der ersten Ansätze, auch Frühwarnsysteme genannt, vor allem auf dem Aufzeigen von Bedrohungen lag, wird bei den neueren Konzeptionen unter dem Begriff Frühaufklärungssysteme die Erkennung von Chancen in den Mittelpunkt gerückt.⁸⁹

Betriebswirtschaftliche Frühwarnsysteme lassen sich, je nach Sichtweise und Interessenlage potenzieller Benutzer, in fremdorientierte Frühwarnsysteme zur Früherkennung von Unternehmenskrisen bei Marktpartnern einerseits und eigenorientierte Frühwarnsysteme zur Früherkennung interner Unternehmenskrisen andererseits differenzieren.⁹⁰

Fremdorientierte Frühwarnsysteme sind vor allem solche Ansätze, die z.B. aus Sicht von Gläubigern, Eigenkapitalgebern oder potenziellen Anlegern mit Hilfe von über ein fremdes Unternehmen verfügbaren Daten Erkenntnisse über die zukünftige Entwicklung abzuleiten versuchen.⁹¹ Im Folgenden sollen allerdings nur Ansätze eigenorientierter Frühwarnsysteme behandelt werden.

Im Gegensatz zu Frühwarnsystemen, die allein auf das frühzeitige Signalisieren von Krisen ausgerichtet sind, sind Früherkennungssysteme darauf ausgelegt nicht nur vor Risiken zu warnen, sondern auch auf eventuelle Chancen hinzuweisen.⁹²

⁸⁹ Vgl. Welge, Al-Laham 1992 /Planung/ S. 148.

⁹⁰ Vgl. Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 39, Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 144 f. Für eine ausführliche Darstellung eigenorientierter Frühwarnsysteme siehe Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 148 ff. und fremdorientierter Frühwarnsysteme siehe Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 185 ff.

⁹¹ Vgl. Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 39.

⁹² Vgl. Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 40.

Die folgende Abbildung soll die grundlegende Vorgehensweise im Rahmen einer betrieblichen Früherkennung veranschaulichen:

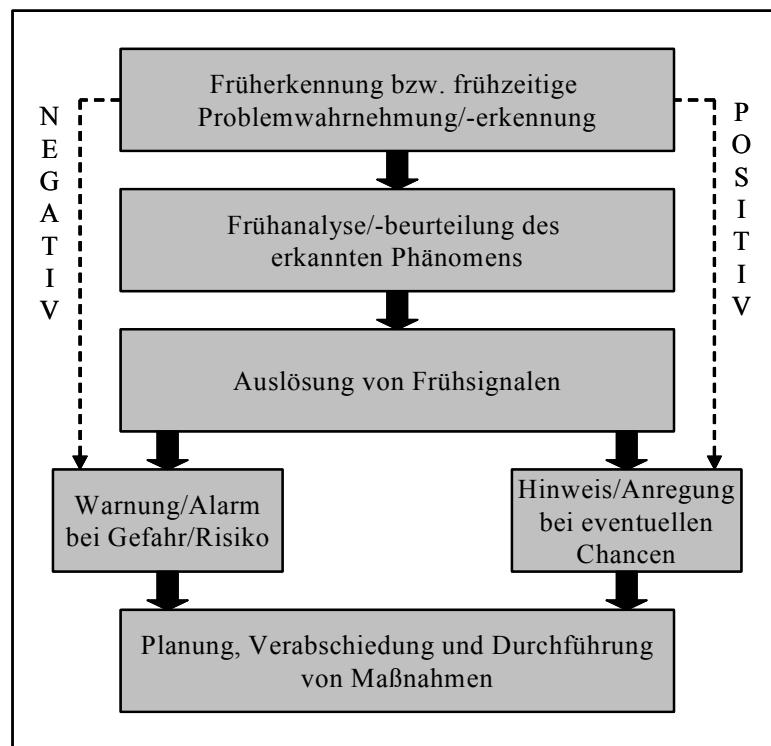


Abb. 3: Folgeschritte einer zielorientierten Früherkennung⁹³

In der Literatur werden drei Generationen betrieblicher Frühaufklärungssysteme im Sinne historischer Entwicklungsstufen ihrer Erscheinungsformen unterschieden. Dazu gehören Frühwarnsysteme, Früherkennungssysteme und strategische Frühaufklärungssysteme.⁹⁴ Im Folgenden werden diese drei Entwicklungsstufen kurz dargestellt:

- **Frühwarnung (1. Generation):** Die ersten Ansätze zum Erkennen von Diskontinuitäten werden meist als „Frühwarnung“ bzw. „Frühwarnsysteme“⁹⁵ oder auch „kurzfristige Informationssysteme“⁹⁶ bezeichnet. In der deutschen betriebswirtschaftlichen Literatur tauchte der Begriff „Frühwarnsysteme“ erstmals im Jahre 1973 im Zusammenhang mit einer speziellen Informationsgewinnung aus computergestützten Planungs- und Kontrollsystmen auf.⁹⁷ Frühwarnsysteme der ersten Generation gelten als eine Weiterentwicklung der operativen

⁹³ In Anlehnung an Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 40.

⁹⁴ Die in dieser Arbeit vorgestellte Einteilung in drei Generationen basierend auf der historischen Entwicklung von Frühaufklärungssystemen basiert auf dem von Klausmann (1983) entwickelten und von Gomez (1983) im Wesentlichen übernommenen Interpretationsansatz. Siehe hierzu Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 40 ff.; Gomez 1983 /Frühwarnung/ S. 14 ff.; ferner Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 19 f., Liebl 1996 /Frühaufklärung/ S. 5 ff., Loew 2003 /Frühwarnung/ S. 24 ff., sowie Welge, Al-Laham 1992 /Planung/ S. 150 ff.

⁹⁵ Vgl. Liebl 1996 /Frühaufklärung/ S. 5.

⁹⁶ Vgl. Gomez 1983 /Frühwarnung/ S. 14.

⁹⁷ Vgl. Szyperski 1973 /Stand/ S. 32., Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 19.

Unternehmensplanung, vor allem im Sinne der ergebnis- und liquiditätsorientierten Planungsrechnung.⁹⁸ Im Mittelpunkt dieser Entwicklung standen einerseits die Entwicklung aussagekräftiger Kennzahlensysteme sowie andererseits der Ausbau der sog. Planungshochrechnungen.⁹⁹ Spezifische Kennzahlen für Frühwarnsysteme sollen bei Wert-Veränderungen außerhalb eines zuvor festgelegten Rahmens Meldungen im Sinne von Frühwarnungen auslösen. Somit sollen Melde- und Warnsysteme entstehen, die bei einer Überschreitung bzw. einer Unterschreitung zuvor festgelegter oberer bzw. unterer Schwellenwerte Warnmeldungen abgeben.¹⁰⁰ Bei der Entwicklung von Planungshochrechnungen, unter dem Einfluss eines forcierten Ausbaus DV-gestützter, operativer Planungs- und Kontrollrechnungen, wurde ein laufender Vergleich zwischen Plan (Soll) und hochgerechnetem Ist (Wird) vorgenommen. Bei diesem auf einem Soll/Ist-Vergleich basierenden Kontrollmechanismus werden durch die Ergänzung eines Verkoppelungsmechanismus, mögliche Abweichungen bereits in ihrem Entstehungsstadium erkennbar.¹⁰¹ Die Frühwarnsysteme der ersten Generation waren allerdings nicht in der Lage, mehr als nur einen Ausschnitt des gesamten Unternehmensgeschehens abzubilden. Da sie sich an Budgetgrößen und –werten orientieren, ist ihr Zeithorizont nur kurz- bis höchstens mittelfristig ausgerichtet. Deshalb begann gegen Ende der 1970er Jahre eine Entwicklung hin zu umfassenderen Frühwarnsystemen.¹⁰²

- **Früherkennung (2. Generation):** Bei den Früherkennungssystemen der zweiten Generation handelt es sich um sog. indikatororientierte Frühwarnsysteme. Sie unterscheiden sich von den Ansätzen der ersten Generation vor allem in der Annahme, dass sich Gefährdungen oder Risiken, die schon latent im Verborgenen vorhanden aber noch nicht sichtbar geworden sind, häufig schon durch wahrnehmbare Veränderungen an anderen Erscheinungen ankündigen. In einem solchen Fall sollen entsprechende Frühwarnindikatoren bzw. leading indicators diese Veränderungen in Form einer ständigen und gerichteten Überwachung aufzeigen. D.h. es muss eine systematische Suche und Beobachtung relevanter Entwicklungen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens mit

⁹⁸ Vgl. Hahn, Klausmann 1986 /Frühwarnsysteme/ S. 266.

⁹⁹ Vgl. Welge, Al-Laham 1992 /Planung/ S. 150, siehe ferner Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 19.

¹⁰⁰ Vgl. Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 19.

¹⁰¹ Vgl. Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/S. 19, Gomez 1983 /Frühwarnung/ S. 14.

¹⁰² Vgl. Gomez 1983 /Frühwarnung/ S. 16.

- Hilfe dafür ausgewählter Frühwarnindikatoren stattfinden. Das Problem beim Aufbau eines solchen Früherkennungssystems liegt allerdings sowohl in der Aufdeckung der Kausalbeziehungen zwischen Veränderungen bestimmter Erscheinungen und eventuell daraus resultierender Gefährdungen als auch in der Zusammenstellung eines möglichst umfassenden Kataloges leistungsfähiger Indikatoren.¹⁰³ Die ausgewählten Indikatoren müssen unternehmensspezifisch sein und daher sorgfältig ausgewählt und regelmäßig auf ihre Eignung zur Erfüllung der geforderten Funktion überprüft werden. Unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsthematik, sollten zur Erreichung einer möglichst breiten Informationserfassung Unternehmens-, Konkurrenz- und Umweltindikatoren eingesetzt werden, wobei für jeden dieser Bereiche wiederum Indikatoren für ökologische, ökonomische, soziale und auch technische Bereiche vorhanden sein sollten.¹⁰⁴
- **Strategische Frühaufklärung (3. Generation):** Die Ansätze der dritten Generation, die auch unter dem Namen „Strategisches Radar“ bekannt sind, unterscheiden sich von den überwiegend kurzfristig orientierten Ansätzen der ersten und zweiten Generation in ihrer strategischen Ausrichtung.¹⁰⁵ Die Ansätze der strategischen Frühaufklärung sind maßgeblich durch das von Ansoff entwickelte Konzept der „Schwachen Signale“¹⁰⁶ sowie durch Erkenntnisse der Diffusionstheorie geprägt worden. Beide Ansätze stellen die theoretische Basis strategischer Frühaufklärung dar.¹⁰⁷

Das Konzept der „Schwachen Signale“ basiert auf der Vorstellung, dass strategische Diskontinuitäten¹⁰⁸ auf technologischer, ökonomischer, sozialer und auch politischer Ebene nicht rein zufällig entstehen, sondern dass sie vielmehr durch sog. „schwache Signale“ angekündigt werden, da solche Diskontinuitäten von Menschen verursacht und von deren Interessen gelenkt werden. Als schwache Signale werden hierbei schlecht definierte und unscharf strukturierte Informationen verstanden, die auf strategische Diskontinuitäten (Trendveränderungen oder

¹⁰³ Vgl. Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 42, Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 151 sowie Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 20.

¹⁰⁴ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 54.

¹⁰⁵ Vgl. Klausmann 1983 /Frühwarnsysteme/ S. 43.

¹⁰⁶ Für eine ausführliche Darstellung des Konzeptes der „Schwachen Signale“ siehe Ansoff 1976 /Surprise/ S. 129 ff.

¹⁰⁷ Vgl. Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 166, Krystek, Müller- Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 20.

¹⁰⁸ Hierbei sind strategische Diskontinuitäten als schwer vorhersehbare Ereignisse definiert, deren Eintritt Unternehmen zu einschneidenden Anpassungsmaßnahmen zwingt, um im Falle von Gefahren den Unternehmensfortbestand zu gewährleisten oder im Falle plötzlich und unvorhergesehenen auftretender Chancen diese durch rasches Handeln auszunutzen. Siehe Ansoff 1976 /Surprise/ S. 129.

Trendbrüche) hindeuten. Schwache Signale können sich bspw. ausdrücken durch:¹⁰⁹

- eine plötzliche Häufung gleichartiger Ereignisse, die für das jeweilige Unternehmen strategische Relevanz besitzen oder besitzen können,
- Verbreitung von neuartigen Meinungen/Ideen, z.B. in den Medien,
- Meinungen und Stellungnahmen von sog. Schlüsselpersonen aus verschiedenen Bereichen des öffentlichen Lebens oder auch von Organisationen und Verbänden.
- Tendenzen zur Rechtsprechung und erkennbare Initiativen zur Veränderung bzw. Neugestaltung von Gesetzgebungen im In- und Ausland.

Durch den Empfang und die richtige Deutung solcher schwachen Signale kann die Unternehmensführung bereits im Frühstadium strategischer Diskontinuitäten strategische Handlungsalternativen vorbereiten, und muss nicht erst abwarten bis die Bedrohungen in Zeitablauf von selbst klarer erkennbar werden. Das ist von zentraler Bedeutung, weil jede Zeitspanne, die es bedarf um Bedrohungen besser zu erkennen, zugleich tendenziell den strategisch relevanten Handlungsspielraum einengt.¹¹⁰ In der deutschsprachigen Fachliteratur finden sich verschiedene Ansätze einer strategischen Frühaufklärung, die sich am Ansoff'schen Konzept orientieren.¹¹¹

Gegenstand der Diffusionstheorie als einem Teilgebiet der Kommunikationsforschung ist die Beobachtung des Ausbreitungsverhaltens neuer Erkenntnisse, Meinungen und Verhaltensweisen. Dem Verfahren liegt die Hypothese zugrunde, dass neue Informationen durch Schlüsselpersonen oder Medien und auch Organisationen an eine immer größer werdende Anzahl von Personen (bzw. Institutionen) weitergegeben werden. Neue Ansichten breiten sich gemäß dieser Theorie also wie eine Viruserkrankung aus. Diffusionen neuer Erkenntnisse können durch Diffusionsfunktionen abgebildet und mit Hilfe von Trendlinien verdeutlicht werden. Das Wissen um die Ausbreitungswege neuer Erkenntnisse, das in

¹⁰⁹ Vgl. Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 166.

¹¹⁰ Vgl. Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 167.

¹¹¹ Ein solches Konzept stellt bspw. das Konzept der strategischen Frühaufklärung als „Aufwirbel-Ansaug-Filtersystem mit systematischem Recycling und automatischer Filterüberprüfung“ von Kirsch/Trux dar. Siehe hierzu Kirsch, Trux 1979 /Frühaufklärung/ S. 55 ff.

enger Beziehung zum Konzept der „Schwachen Signale“ steht, ist von zentraler Bedeutung für eine strategische Frühaufklärung.¹¹²

In der Literatur ist allerdings keine klare Trennung der Begriffe Frühwarnung, Früherkennung und Frühaufklärung vorzufinden. Die Begriffe werden auch teilweise synonym verwendet. Außerdem verwenden manche Konzepte verschiedene Elemente aller drei Generationen der Frühaufklärung, so dass eine klare Trennung der Begriffe nicht so einfach möglich ist.

2.3.1.2 Frühaufklärung im Kontext eines CVN

Im Kontext eines Controllings von Nachhaltigkeitspotenzialen können Methoden der Früherkennung und der strategischen Frühaufklärung einen Beitrag leisten. In der Literatur sind allerdings nur Ansätze für ökologieorientierte Früherkennungs- bzw. Frühaufklärungssysteme zu finden. Solche ökologischen Früherkennungssysteme dienen speziell dem Aufspüren umweltschutzbezogener Chancen und Risiken, die zwar noch nicht allgemein bekannt sind, deren Eintritt aber sehr wahrscheinlich ist. Dadurch können sowohl ökologische Chancen als auch Risiken frühzeitig wahrgenommen werden, so dass die Unternehmensführung adäquate Maßnahmen einleiten kann, um entweder die Chancen zu nutzen oder die Risiken abzuwehren. Inhalte eines ökologischen Früherkennungssystems sind:¹¹³

- Analyse des zukünftigen ökologieorientierten Kaufverhaltens der Kunden
- Informationen über die Entwicklung umweltschutzbezogener Gesetze und Technologien
- Abschätzung der zukünftigen Verfügbarkeit von Ressourcen
- Analyse bevorstehender Umweltbelastungen

Ökologische Früherkennungssysteme weisen somit frühzeitig auf Verhaltenstendenzen der externen Stakeholder, Umweltentwicklungen und eigene Verbrauchs- und Emissionsentwicklungen hin.¹¹⁴

Die folgende Abbildung soll ein Beispiel für den Aufbau eines solchen ökologisch orientierten Früherkennungssystems anschaulich darstellen:

¹¹² Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 84, Krystek 1987 /Unternehmungskrisen/ S. 167 f.

¹¹³ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 81.

¹¹⁴ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 81.

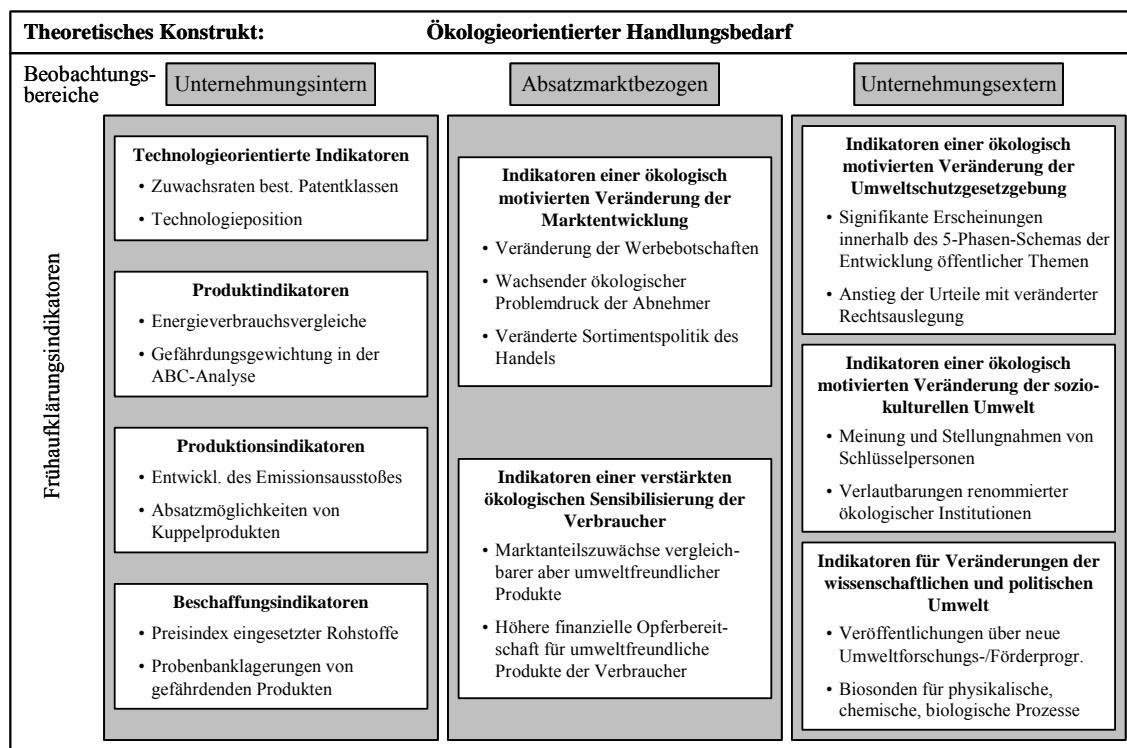


Abb. 4: Grundkonzept eines Indikatorensystems zur ökologischen Früherkennung¹¹⁵

Ökologieorientierte Früherkennungs- bzw. Frühaufklärungssysteme beruhen zumeist auf Früherkennungssystemen der zweiten Generation, allerdings werden sie häufig auch mit Elementen der Frühaufklärungssysteme der dritten Generation, besonders hinsichtlich der Berücksichtigung schwacher Signale, kombiniert.¹¹⁶ Im Rahmen eines solchen Instrumentes bestehen somit auch Einsatzmöglichkeiten von ökologischen Kennzahlen¹¹⁷ mit Früherkennungseigenschaft.¹¹⁸

2.3.1.3 Eignung der Frühaufklärung für ein CVN

Ökologische und soziale Daten besitzen eine hohe Komplexität und Entwicklungsdynamik, wodurch die Anwendung von Früherkennungssystemen im Bereich der Nachhaltigkeit grundsätzlich Erfolg versprechend ist.¹¹⁹ Durch den Einsatz von Frühaufklärungssystemen im Rahmen eines CVN können Unternehmen künftige Chancen und Risiken im Zusammenhang mit Aspekten der Nachhaltigkeit antizipieren, Verände

¹¹⁵ In Anlehnung an Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 140, siehe auch Krystek, Behrendt 1991 /Früherkennung/ S. 16. Bei den Indikatoren in dieser Abbildung handelt es sich um keine vollständige Auflistung ökologieorientierter Indikatoren, sondern lediglich um Indikatorenbeispiele. Weitere Beispiele für Beobachtungsfelder und Indikatoren für ökologieorientierte Früherkennungssysteme finden sich bspw. bei Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 83.

¹¹⁶ Vgl. Krystek, Müller-Stewens 1993 /Frühaufklärung/ S. 139.

¹¹⁷ Auf ökologische Kennzahlen bzw. Umweltkennzahlen wird in dieser Arbeit in Abschnitt 2.3.2.2.1 noch näher eingegangen.

¹¹⁸ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 82.

¹¹⁹ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 82.

rungs- und Verbesserungspotenziale aufspüren und diese dann im Sinne der Unternehmensstrategie ausschöpfen. Somit werden Unternehmen in die Lage versetzt zu agieren anstatt zu reagieren.¹²⁰ Wie die Ausführungen hinsichtlich der Frühaufklärung im Kontext eines CVN gezeigt haben, sind bisherige Frühaufklärungsansätze im Rahmen der Nachhaltigkeit allerdings auf die ökologische Dimension beschränkt. Eine Erweiterung um die soziale Perspektive zur Ergänzung der ökonomischen und ökologischen Sichtweise ist grundsätzlich vorstellbar, allerdings wäre eine Gestaltung eines solchen Konzeptes wahrscheinlich relativ schwierig, da soziale Aspekte überwiegend nur schwer erfassbar und quantifizierbar sind. Der eher konzeptionelle Charakter der Frühaufklärungssysteme sollte aber, entsprechend ihrer Aufgabe, dazu eingesetzt werden allen vier Nachhaltigkeitsherausforderungen zu begegnen. Im Mittelpunkt steht allerdings die Unterstützung der ökonomischen Perspektive.¹²¹

Die Chancen und Anforderungen an Unternehmen in Bezug auf Umweltfragen und soziale Aspekte haben sich sowohl im marktlichen als auch im gesellschaftlichen Umfeld in den letzten Jahren schnell verändert. Instrumente der Früherkennung und -aufklärung können dazu beitragen, dass Unternehmen Trends im Unternehmensumfeld frühzeitig erkennen und dementsprechend erfolgreich markt- und kundennah agieren können. Die Früherkennung bietet die Möglichkeit, Wettbewerbsvorteile in bestehenden Geschäftsfeldern zu sichern und eventuell neue Geschäftsfelder zu erschließen, indem sie aus der Flut an Trendmeldungen die relevanten Informationen herausfiltert, die zu einer erfolgreichen Ausrichtung des Unternehmens im Wettbewerb beitragen. Des Weiteren können so Kosten für Maßnahmen zur Bewältigung überraschend ausgebrochener Krisen sowie Imageschäden vermieden werden.

Aufgrund der Unvorhersagbarkeit der Zukunft ist die Aussagefähigkeit der Frühaufklärung generell eingeschränkt. Außerdem kann der Aufwand um ein solches Frühaufklärungssystem erfolgreich zu betreiben sehr hoch und kostenintensiv sein, da bspw. mögliche Auswirkungen, alternative Szenarien und Reaktionsstrategien simuliert werden und die eingesetzten Instrumente an die sich ständig wandelnden Umweltbedingungen angepasst werden müssen.¹²² Problematisch beim Einsatz von Frühaufklärungssystemen, vor allem im Bereich der Frühaufklärungssysteme der dritten Generation, ist die Tatsache, dass die Daten häufig noch sehr ungenau sind und dass der Begriff der „schwachen Signale“ nach wie vor unzureichend definiert ist. Durch diese Ungenauig-

¹²⁰ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 54.

¹²¹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 54.

¹²² Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 55.

keit wird die Objektivität eingeschränkt und es besteht die Gefahr, dass die Anwender des Instrumentariums die vagen Ergebnisse durch subjektive Erwartungen verfälschen. Auch kann dadurch die Transparenz beeinträchtigt werden. Diese Problematik macht eine Operationalisierung schwierig und schränkt den Einsatz der Frühaufklärung bis heute stark ein.¹²³ In Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen besteht außerdem das Problem, dass, besonders hinsichtlich der Öko-Effektivität, nicht etwa die direkten ökologischen Effekte (z.B. Temperaturanstieg), sondern vielmehr einfach nur bspw. die Anzahl der Medienberichte zu diesem speziellen Thema (Treibhauseffekt) registriert werden, ohne näher auf deren Inhalt einzugehen.¹²⁴

2.3.2 Kennzahlen

In diesem Kapitel soll der Einsatz von Kennzahlen im Rahmen eines CVN skizziert werden. Dazu wird in einem ersten Schritt die generelle Konzeption von Kennzahlen und Kennzahlensystemen erläutert, um dann in einem weiteren Schritt auf spezielle Kennzahlen im Rahmen eines CVN einzugehen. Im Anschluss daran wird die Eignung von Kennzahlen für ein CVN kurz diskutiert.

2.3.2.1 Zum Begriff der Kennzahlen

Mit Kennzahlen werden quantitativ erfassbare Sachverhalte komprimiert dargestellt.¹²⁵ Sie können in absolute Kennzahlen einerseits und relative Kennzahlen bzw. Verhältniskennzahlen andererseits differenziert werden. In der Vergangenheit herrschte allerdings Uneinigkeit darüber, ob neben Verhältniszahlen auch absolute Zahlen Kennzahlen sein können. Vertreter der engen Fassung der Definition haben demnach nur Verhältniszahlen Kennzahleneigenschaft zugestanden, wohingegen Vertreter der weiten Fassung die absoluten Zahlen mit eingeschlossen haben.¹²⁶ Mittlerweile besteht jedoch weitestgehend Einigkeit darüber, dass sowohl Verhältniszahlen als auch absolute Zahlen Kennzahlen sein können, sofern sie in Bezug auf das Erkenntnisziel relevant sind und damit im Vergleich zu anderen Zahlen einen besonderen Aussagewert haben.¹²⁷

¹²³ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 84; ferner Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 55.

¹²⁴ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 55.

¹²⁵ Vgl. Reichmann 2001 /Controlling/ S. 19.

¹²⁶ Vgl. Staudt u.a. 1985 /Kennzahlen/ S. 22 f. Die unterschiedlichen Auslegungen darüber, ob auch absolute Zahlen neben Verhältniszahlen Kennzahlen sein können, beruht überwiegend auf dem in der angloamerikanischen und französischen Literatur verwendeten Terminus „ratio“ im Zusammenhang mit Kennzahlen, der eindeutig als Verhältnis zwischen zwei Größen definiert ist. Zu dieser Definitionsproblematik siehe auch Staehle 1969 /Kennzahlen/ S. 49 ff.

¹²⁷ Vgl. Staudt u.a. 1985 /Kennzahlen/ S. 23 f; Staehle 1969 /Kennzahlen/ 49 f., sowie ferner Reichmann /Controlling/ S. 19.

Absolute Kennzahlen dienen der Beschreibung eines Zustandes oder Sachverhaltes und können in Form von Einzelzahlen (z.B. Umsatz), Summen (z.B. Bilanzsumme), Differenzen (z.B. working capital als Differenz zwischen Umlaufvermögen und kurzfristigen Verbindlichkeiten) und Mittelwerten (z.B. durchschnittlicher Lagerbestand) gebildet werden. Relative Kennzahlen setzen zwei oder mehrere Werte zueinander ins Verhältnis. Das kann grundsätzlich in Form von Gliederungszahlen, Beziehungszahlen oder Indexzahlen erfolgen. Gliederungszahlen setzen eine statistische Teilmasse zu einer Gesamtmasse in Beziehung (z.B. Anteil des Eigenkapitals am Gesamtkapital). Bei Beziehungszahlen handelt es sich um wesensverschiedene statistische Massen, die jedoch in einem logisch sinnvollen Zusammenhang stehen, welche zueinander in Beziehung gesetzt werden (z.B. Verhältnis des Eigenkapitals zum Anlagevermögen) und Indexzahlen sind zwar gleichartige, aber zeitlich oder örtlich verschiedene statistische Massen, die zu einer als Basis bezeichneten Masse in Beziehung gesetzt werden (z.B. Verhältnis des Eigenkapitals verschiedener Jahre zum Eigenkapital eines bestimmten Basisjahres).¹²⁸

Kennzahlen werden allerdings hinsichtlich ihrer Aussagefähigkeit, insbesondere durch die Möglichkeit vieldeutiger Interpretationen begrenzt. Deshalb wurden Kennzahlensysteme zu einer integrativen Erfassung von Kennzahlen entwickelt, mit dem Ziel einerseits Mehrdeutigkeiten in der Interpretation auszuschalten und andererseits Abhängigkeitsbeziehungen zu erfassen. Unter einem Kennzahlensystem wird allgemein eine Zusammenstellung von quantitativen Variablen verstanden, bei der die einzelnen Kennzahlen in einer sachlich sinnvollen Beziehung zueinander stehen, einander ergänzen oder erklären und welche insgesamt auf ein gemeinsames übergeordnetes Ziel ausgerichtet sind. So können auch mögliche Wechselwirkungen zwischen einzelnen Kennzahlen berücksichtigt werden.¹²⁹

2.3.2.2 Kennzahlen im Kontext eines CVN

Im Rahmen eines CVN können die verschiedenen Herausforderungen unternehmerischer Nachhaltigkeit z.B. mit Umweltkennzahlen, Sozialkennzahlen und Öko-Effizienz-Kennzahlen aufgegriffen werden. Hierbei sind Umweltkennzahlen als Kennzahlen definiert, die einen direkt oder indirekt auf die natürliche Umwelt Einfluss nehmenden Sachverhalt quantifizieren. Im Falle relativer Kennzahlen, bei denen absolute Basiswerte ins Verhältnis zu allgemeinen Bezugsgrößen gesetzt werden, liegt überwiegend

¹²⁸ Vgl. Staehle 1969 /Kennzahlen/ S. 53.

¹²⁹ Vgl. Reichmann 2001 /Controlling/ S. 23; für eine ausführliche Definition und Klassifikation von Kennzahlensystemen siehe auch bspw. Staudt u.a. 1986 /Kennzahlen/ S. 30 ff.

mindestens einem der Werte ein ökologischer Sachverhalt zugrunde. Der Einsatz von Kennzahlen zur umfassenden Beschreibung der sozialen Leistung von Unternehmen, ist viel weniger verbreitet als der von ökonomischen oder ökologischen Kennzahlen. Allerdings findet in den vergangenen Jahren, nicht zuletzt durch die Diskussion um eine nachhaltige Entwicklung, wieder eine verstärkte Auseinandersetzung mit der Entwicklung geeigneter sozialer Kennzahlen für eine gesellschaftsbezogene Rechnungslegung statt. Bei Öko-Effizienz-Kennzahlen wird die ökonomische Leistung ins Verhältnis zur Umweltbelastung (der sog. Schadschöpfung) gesetzt.¹³⁰ In den folgenden Abschnitten sollen diese drei verschiedenen Arten nachhaltigkeitsbezogener Kennzahlen kurz erläutert werden.

Der Begriff „Nachhaltigkeitskennzahl“ findet allerdings in betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen noch keine häufige Verwendung.¹³¹ Die verschiedenen Arten nachhaltigkeitsbezogener Kennzahlen werden noch immer meist getrennt voneinander betrachtet. Um einem Nachhaltigkeitscontrolling unter Berücksichtigung aller Aspekte gerecht zu werden, ist es jedoch erforderlich, diese integrativ zu betrachten. Kennzahlensysteme besitzen allerdings das Potenzial, durch ihre mehrdimensionale Betrachtungsweise der unternehmerischen Leistung Integrationsbemühungen deutlich zu machen.¹³²

2.3.2.2.1 Umweltkennzahlen

Betriebliche Umweltkennzahlen sind, in Anlehnung an den Kennzahlenbegriff aus der Betriebswirtschaftslehre, definiert als mittelbar oder unmittelbar umweltrelevante Größen, in Form absoluter oder relativer Zahlen, die gezielt Sachverhalte mit erhöhtem Erkenntniswert beschreiben.¹³³ Anhand von Umweltkennzahlen kann beurteilt werden, wie hoch die Öko-Effizienz¹³⁴ und/oder die Öko-Effektivität¹³⁵ der Umweltleistungen von Unternehmen ist.¹³⁶ Dabei misst die Öko-Effizienz das Wirkungsverhältnis zwischen Input und Output, dargestellt durch spezifische reale Umweltkennzahlen (z.B. spezifischer Endenergieverbrauch/Bruttoproduktionswert) oder spezifische monetären Umweltkennzahlen (z.B. Wertstofferlöse/Abfallwirtschaftskosten). Die Öko-Effektivität befasst sich hingegen mit der Frage, ob überhaupt die richtigen Umweltentlastungsziele gesetzt werden und ob diese tatsächlich erreicht worden sind.¹³⁷ Im diesem Abschnitt

¹³⁰ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 59.

¹³¹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60.

¹³² Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60.

¹³³ Vgl. Kottmann, Loew, Clausen 1999 /Umweltmanagement/ S. 7.

¹³⁴ Zum Begriff der Öko-Effizienz siehe auch Abschnitt 2.2.3.3 dieser Arbeit.

¹³⁵ Zum Begriff der Öko-Effektivität (Umweltwirksamkeit) siehe auch Abschnitt 2.2.3.1 dieser Arbeit.

¹³⁶ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 59.

¹³⁷ Vgl. Stahlmann 1998 /Ziel/ S. 66.

sollen allerdings nur solche Umweltkennzahlen behandelt werden, die sich auf die Öko-Effektivität beziehen. Kennzahlen zur Messung der Öko-Effizienz hingegen werden gesondert in Abschnitt 2.3.2.2.3 behandelt.

Umweltkennzahlen sind gemäß ISO Norm 14031 als spezifische Größen definiert, die Auskunft über die Umweltleistung eines Unternehmens geben. Laut dieser Norm werden unter Umweltleistung diejenigen Ergebnisse verstanden, die aus dem Management der Umweltaspekte eines Unternehmens resultieren.¹³⁸

Drei verschiedene Kategorien von Umweltkennzahlen wurden bisher ausgehend von der ISO 14031 entwickelt, wobei die erste Kategorie die Umweltleistung direkt misst und die beiden anderen Umweltkennzahlenkategorien nur indirekt über die vom Unternehmen ausgehenden Umweltbelastungen informieren:¹³⁹

- **Umweltleistungs- oder Umweltbelastungskennzahlen:** Diese Kategorie von Kennzahlen kann die ökologische Leistungsverbesserung von Unternehmen direkt messen. Sie drücken aus, inwieweit ein Unternehmen zu Umweltbelastungen beiträgt. Dazu orientieren sie sich an der Input-Output-Bilanz. Die vom Unternehmen verursachten Umweltauswirkungen werden hierbei anhand der betrieblichen Stoff- und Energieflüsse sowie des Infrastruktur- und Verkehrsbereichs erfasst. Kennzahlen hierfür sind bspw. Ressourcenverbrauch, Abfallmengen, Emissionen und ihr Beitrag zu bestimmten Umwelteffekten, Sicherheit vor umweltrelevanten Ereignissen und Störfällen usw.¹⁴⁰
- **Umweltzustands- oder Umweltqualitätskennzahlen:** Diese Kennzahlen informieren indirekt über die vom Unternehmen ausgehenden Umweltbelastungen, indem sie den Zustand der natürlichen Umwelt in der Umgebung des Unternehmens beschreiben. Sie werden allerdings nur von Unternehmen mit einer großen regionalen Umweltwirkung bzw. einem großen regionalen Umweltwirkungspotenzial benötigt. Dadurch, dass sie z.B. Auskunft über die Konzentration unerwünschter Stoffe in Luft und Wasser, über den Zustand des Bodens und die Biodiversität geben, können Rückschlüsse auf die Belastungen, die auch teilweise

¹³⁸ Vgl. Frings 2003 /Instrumente/ S. 24. Zu weiteren Ausführungen bezüglich der Umweltleistungsbeurteilung nach der ISO 14031 siehe Seifert 2001 /Umweltleistungsbeurteilung/ S. 44 ff.

¹³⁹ Vgl. Schaltegger 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 59; Kottman, Loew, Clausen 1999 /Umweltmanagement/ S. 9 f. sowie Clausen 1998 /Umweltkennzahlen/ S. 54.

¹⁴⁰ Für eine ausführliche Darstellung verschiedener Umweltbelastungs- bzw. Umweltleistungskennzahlen sei auf die folgende Literatur verwiesen: BMU, UBA 1997 /Leitfaden/ S. 20 ff. sowie Goldmann, Schellens 1995 /Umweltkennzahlen/ S. 19 ff.

vom Unternehmen verursacht werden und auf die natürlichen Systeme einwirken, gezogen werden.¹⁴¹

- **Umweltmanagementkennzahlen:** Wie die zuvor genannten Umweltzustandskennzahlen informieren auch die Umweltmanagementkennzahlen nur indirekt über die vom Unternehmen ausgehenden Umweltbelastungen indem sie beschreiben wie weit die Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen gewährleistet und die Entwicklung des Umweltmanagementsystems und seine Integration in den normalen Geschäftsbetrieb fortgeschritten ist. Als Kennzahl dafür kann bspw. die Anzahl oder die Schulung von Umweltschutzmitarbeitern herangezogen werden.¹⁴²

Die folgende Abbildung soll den Zusammenhang der beschriebenen Arten von Umweltkennzahlen veranschaulichen. Der Bereich der betrieblichen Umweltkennzahlen ist dabei hervorgehoben.

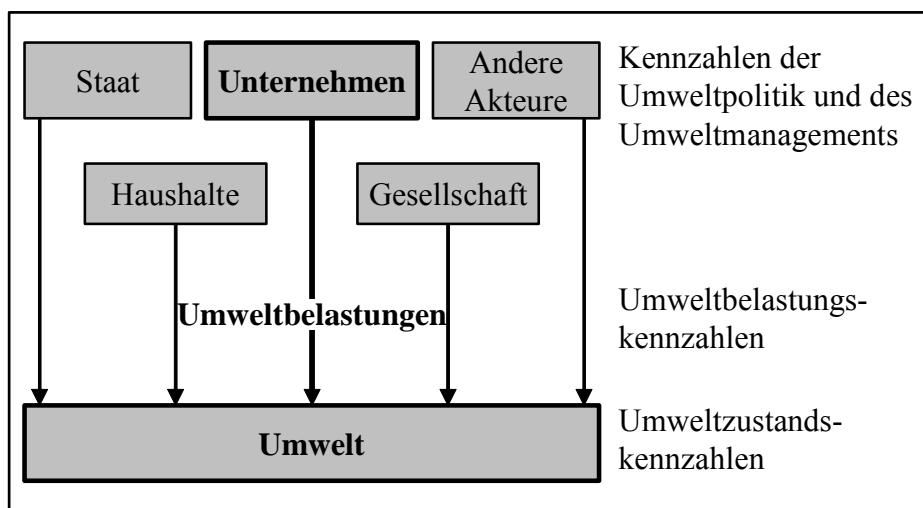


Abb. 5: Arten von Umweltkennzahlen¹⁴³

Da Umweltqualitätskennzahlen allenfalls von einem begrenzten Kreis an Unternehmen mit einer großen regionalen Umweltwirkung bzw. einem großen regionalen Umweltwirkungspotenzial für das Umweltmanagement benötigt werden, kommt ihnen eine geringere Bedeutung zu. Wesentlich für das Umweltmanagement sind hingegen die betrieblichen Umweltmanagementkennzahlen und die betrieblichen Umweltbelas-

¹⁴¹ Für eine ausführliche Darstellung verschiedener Umweltzustandskennzahlen siehe bspw. BMU, UBA 1997 /Leitfaden/ S. 37 f.

¹⁴² Eine Übersicht verschiedener Umweltmanagementkennzahlen findet sich z.B. bei BMU, UBA 1997 /Leitfaden/ S. 31 ff. sowie Goldmann, Schellens 1995 /Umweltkennzahlen/ S. 17 ff.

¹⁴³ In Anlehnung an Clausen 1998 /Umweltkennzahlen/ S. 55.

tungskennzahlen. Die gebräuchlichsten Umweltkennzahlen in deutschen Unternehmen sind allerdings betriebliche Umweltbelastungskennzahlen.¹⁴⁴

In Anlehnung an die Definition des Kennzahlensystems der Betriebswirtschaft kann dann von einem Umweltkennzahlensystem gesprochen werden, wenn Kennzahlen so zusammengestellt sind, dass sie eine sachlich sinnvolle Beziehung zueinander aufweisen, sich gegenseitig ergänzen oder erklären und als Gesamtheit auf das übergeordnete Ziel, den betrieblichen Umweltschutz, ausgerichtet sind.¹⁴⁵

2.3.2.2.2 Soziale Kennzahlen

Soziale Kennzahlen informieren über die Sozial-Effektivität unternehmerischer Tätigkeiten. Für die Beschreibung der sozialen Unternehmensleistungen gibt es von verschiedenen Organisationen¹⁴⁶ Leitfäden und Empfehlungen zum Erstellen adäquater Kennzahlen.¹⁴⁷ Allerdings gestaltet sich die Entwicklung geeigneter sozialer Kennzahlen um einiges schwieriger, als die Ableitung ökologischer Kennzahlen, da viele soziale und gesellschaftliche Aspekte, für die eine Leistungsmessung erfolgt, nicht einfach zu quantifizieren sind. Die Entwicklung von sozialen Kennzahlen befindet sich mit dem Fortschritt der Leistungsmessung deshalb auch in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess.¹⁴⁸ Beispiele für Kennzahlen, um die soziale Leistung von Unternehmen abzubilden, sind vor allen in den folgenden fünf Bereichen anzusiedeln:¹⁴⁹

- **Unternehmen:** Beispiele für soziale Kennzahlen die das Unternehmen betreffen, sind etwa solche, die ethisch/moralische Standards oder Bestechung und Korruption betreffen (z.B. Korruptionsfälle im Unternehmen pro Jahr).
- **Mitarbeiter:** Kennzahlen in diesem Bereich beschreiben die soziale Leistung von Unternehmen hinsichtlich ihrer Mitarbeiter. So können Kennzahlen bspw. die Arbeitssicherheit (z.B. durch die Anzahl der Arbeitsunfälle pro Jahr), den Aufwand für Training und Weiterbildung der Mitarbeiter (z.B. die durchschnitt-

¹⁴⁴ Vgl. Loew, Hjálmarsdóttir 1996 /Umweltkennzahlen/ S. 22.

¹⁴⁵ Vgl. Clausen 1998 /Umweltkennzahlen/ S. 7. Für den Aufbau eines Umweltkennzahlensystems siehe bspw. Goldmann, Schellens 1995 /Umweltkennzahlen/ S. 39 f., sowie Loew, Hjálmarsdóttir 1996 /Umweltkennzahlen/ S. 59 ff.

¹⁴⁶ Zu diesen Organisationen zählen die Global Reporting Initiative (GRI), das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), das Council for Economic Priorities (CEP), die United Nation Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting (UN ISAR), die New Economics Foundation (NEF) und das Institute for Social and Ethical AccountAbility.

¹⁴⁷ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60.

¹⁴⁸ Vgl. Global Reporting Initiative (GRI) 2002 /Guidelines/ S. 51 f.

¹⁴⁹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60; für eine ausführliche Darstellung verschiedener sozialer Kennzahlen siehe bspw. Global Reporting Initiative (GRI) 2002 /Guidelines/ S. 50 ff.

liche Anzahl der Trainingstunden pro Jahr pro Angestellten pro Mitarbeiterkategorie) oder auch die Diversität der Mitarbeiter (z.B. das Verhältnis der Anzahl männlicher zur Anzahl weiblicher Mitarbeiter).

- **Lokale und globale Bevölkerung:** Kennzahlen in diesem Bereich beschreiben das Verhältnis von Unternehmen zu der lokalen und globalen Bevölkerung (z.B. Ausgaben für die Unterstützung wohltätiger Projekte pro Jahr).
- **Zulieferer:** Soziale Kennzahlen in diesem Bereich sind auf die Zulieferkette ausgerichtet. Hierbei geht es bspw. um Kriterien für den Einkauf. Hinsichtlich ihrer Zulieferer haben Unternehmen z.B. darauf zu achten, dass zur Herstellung eingekaufter Produkte auf Kinderarbeit verzichtet wurde.
- **Kunden:** Kennzahlen in diesem Bereich betreffen die Sozialleistung von Unternehmen in Bezug auf ihre Kunden. Hierbei geht es bspw. um Indikatoren für die Konsumentengesundheit und -sicherheit, also die Anwendung verschiedener Standards im Marketing und Verkauf von Produkten oder auch für die Produkte und Dienstleistungen hinsichtlich Produktinformation und Labeling.

2.3.2.2.3 Öko-Effizienz Kennzahlen und Sozial-Effizienz Kennzahlen

Kennzahlen um die Öko-Effizienz und die Sozial Effizienz eines Unternehmens zu messen, können solche Kennzahlen sein, die das Verhältnis zwischen Umwelt- bzw. Sozialwirkung und der Wertschöpfung oder ökonomischen Leistung (ungleichartige Größen, z.B. EUR/kg) wiedergeben.¹⁵⁰ Wie schon im vorangehenden Abschnitt ersichtlich wurde, ist die Entwicklung adäquater Sozialkennzahlen sehr viel weniger vorangeschritten als die der Umweltkennzahlen. So ist es auch nicht verwunderlich, dass in der Literatur keine Vorschläge zur Entwicklung von Sozial-Effizienz Kennzahlen vorzufinden sind. Deshalb soll im Folgenden nur auf entsprechende Öko-Effizienz Kennzahlen eingegangen werden. Grundsätzlich ist jedoch eine Entwicklung von Sozial-Effizienz Kennzahlen analog zum Aufbau der Öko-Effizienz Kennzahlen denkbar. Dabei müssten die Sozialwirkungen ins Verhältnis zur ökonomischen Leistung gesetzt werden.

Wie schon in Abschnitt 2.3.2.2.1 kurz erwähnt wurde, beschreibt die Öko-Effizienz das Wirkungsverhältnis zwischen Input und Output. Im Gegensatz zu Umweltkennzahlen, die lediglich auf die Messung von Umweltwirkungen (Öko-Effektivität) ausgelegt sind, beziehen Öko-Effizienz Kennzahlen auch die ökonomische Perspektive mit ein.

¹⁵⁰ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60. Zum Begriff der Öko-Effizienz und der Sozial-Effizienz siehe auch Abschnitt 2.2.3.3 dieser Arbeit.

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Öko-Effizienz Kennzahlen basieren auf der vom World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) vorgeschlagenen Definition für Öko-Effizienz¹⁵¹ und deren Konkretisierung in die folgenden sieben Elemente:¹⁵²

- Verringerung des Materialbedarfes für Güter und Dienstleistungen
- Verringerung der Energieintensität von Gütern und Dienstleistungen
- Verringerung der Abgabe von Giften an die Umwelt
- Steigerung der Recyclingfähigkeit
- Maximierung des nachhaltigen Gebrauches erneuerbarer Ressourcen
- Verlängerung der Produktlebensdauer
- Steigerung des Dienstleistungsanteils bei Gütern und Dienstleistungen

Kennzahlen zur Messung der Öko-Effizienz setzen ökologische und ökonomische Aspekte in ein Verhältnis zueinander. Generell kann Öko-Effizienz dargestellt werden als das Verhältnis des Produkt- oder Dienstleistungswertes zur Umweltwirkung (Produkt- oder Dienstleistungswert/Umweltwirkung). Dabei beinhaltet die Umweltwirkung sowohl Aspekte der Herstellung bzw. Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen als auch Aspekte des Verbrauchs oder Gebrauchs dieser Produkte und Dienstleistungen.¹⁵³ Das WBCSD schlägt die folgenden allgemeingültigen Kennzahlen vor:¹⁵⁴

Für den **Produkt- oder Dienstleistungswert**:

- Anzahl der Güter oder Dienstleistungen, die produziert oder den Kunden zur Verfügung gestellt werden
- Umsatzerlöse

Für die **Umweltwirkung**:

- Energieverbrauch
- Materialverbrauch

¹⁵¹ Gemäß WBCSD ist Öko-Effizienz folgendermaßen definiert: "Eco-efficiency is achieved by the delivery of competitively-priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life-cycle to a level at least in line with the earth's estimated carrying capacity." Das bedeutet, dass Öko-Effizienz dann erreicht ist, wenn Güter und Dienstleistungen zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden, die die Bedürfnisse der Menschen befriedigen und zur Lebensqualität beitragen, während sie gleichzeitig zu einer Reduktion der ökologischen Auswirkungen und des Ressourcenverbrauches über den gesamten Lebenszyklus hinweg in einem solchen Maße beitragen, dass sie wenigstens der Belastbarkeit der Erde entsprechen. Verfaillie, Bidwell 2000 /Eco-efficiency/ S. 7. Deutsche Übersetzung durch die Verfasserin der Arbeit.

¹⁵² Vgl. Verfaillie, Bidwell 2000 /Eco-Efficiency/ S. 7.

¹⁵³ Vgl. Verfaillie, Bidwell 2000 /Eco-Efficiency/ S. 3.

¹⁵⁴ Vgl. Verfaillie, Bidwell 2000 /Eco-Efficiency/ S. 3.

- Wasserverbrauch
- Treibhausgasemissionen
- Emissionen von Substanzen, die den Ozonabbau fördern

Für den Bereich der Umweltwirkung sind solche Kennzahlen auszuwählen, die unternehmensspezifisch relevant sind. Zusätzlich zu den vorgeschlagenen allgemeingültigen Kennzahlen zur Messung der Öko-Effizienz können noch weitere unternehmensspezifische Kennzahlen gebildet werden.¹⁵⁵

2.3.2.3 Eignung von Kennzahlen für ein CVN

Die vorangehenden Abschnitte dieser Arbeit haben gezeigt, dass es bereits eine ganze Reihe von Kennzahlen gibt, die im Rahmen eines CVN eingesetzt werden können. Allerdings widmen sich die vorgestellten Kennzahlen bzw. Kennzahlensysteme überwiegend nur einzelnen Ausschnitten der Nachhaltigkeit. Es werden also nur bspw. die ökologischen oder sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigt, aber wie schon in Abschnitt 2.3.2.2 erwähnt wurde, gibt es noch keine speziellen Nachhaltigkeitskennzahlen bzw. -kennzahlensysteme, die eine integrative Betrachtung aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zulassen. Für ein umfassendes CVN sollte allerdings versucht werden, alle Aspekte zu berücksichtigen und nicht nur Ausschnitte. Allerdings wäre die Entwicklung eines auf das übergeordnete Ziel Nachhaltigkeit hin ausgerichteten Kennzahlensystems wahrscheinlich eine sehr komplexe Aufgabe.

Grundsätzliche Schwächen von Kennzahlen sind in ihrer teilweise begrenzten Aussagefähigkeit zu sehen, die maßgeblich von der Qualität des zugrunde liegenden Kennzahlen- bzw. Informationssystems beeinflusst wird. Deshalb ist die sinnvolle Auswahl und die Bildung der Kennzahlen, d.h. die systematische Verdichtung von Informationen und die Richtigkeit der Ausgangsdaten von immenser Bedeutung. Die Betrachtung isolierter Kennzahlen birgt immer die Gefahr von Fehlinterpretationen. Diese Gefahr kann durch den Einsatz von Kennzahlensystemen begrenzt werden, da sie die Abhängigkeitsbeziehungen der Systemelemente verdeutlichen. Des Weiteren ist zu beachten, dass es sich bei Kennzahlen häufig um zeitpunkt- und vergangenheitsorientierte Größen handelt, so dass die Erstellung von Zeitreihen, Ist-Ist- oder Soll-Ist-Vergleichen sowie Zielwerten für die Erhöhung der Aussagefähigkeit der Kennzahlen unumgänglich ist.¹⁵⁶

¹⁵⁵ Vgl. Verfaillie, Bidwell 2000 /Eco-Efficiency/ S. 3. Eine genaue Darstellung der Öko-Effizienz-Kennzahlen ist in diesem Leitfaden ausführlich beschrieben.

¹⁵⁶ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 60 f.

Allgemein empfohlene Kennzahlen müssen in der Regel betrieblich angepasst und um weitere, branchen- oder unternehmensspezifische Kennzahlen ergänzt werden, da jedes Kennzahlensystem grundsätzlich speziell auf die Ziele und Eigenschaften des jeweiligen Unternehmens ausgerichtet sein muss. Dieses Vorgehen erschwert allerdings die Bemühungen einer Standardisierung entsprechender Kennzahlen. Ein Vergleich von Unternehmen, Produkten und Produktionsprozessen anhand von Kennzahlen wird zusätzlich dadurch erschwert, dass abweichende Erhebungsmethoden und Berechnungsgrundlagen angewandt werden. Dieses Problem betrifft vor allem soziale und wirtschaftliche Kennzahlen, da sie oft orts- und kulturspezifischer sind als Umweltkennzahlen.¹⁵⁷

Ein grundsätzliches Problem von Umweltkennzahlen und sozialen Kennzahlen ist, dass die zugrunde liegenden Sachverhalte häufig nicht oder aber nur unter Schwierigkeiten mess- und quantifizierbar sind.¹⁵⁸ Das liegt daran, dass Aspekte der Nachhaltigkeit häufig qualitative oder weiche Faktoren betreffen. Der Einsatz von Kennzahlen setzt aber voraus, dass Sachverhalte und Informationen quantitativ darstellbar sind, d.h. dass sie als monetäre oder bonitäre Größen formuliert werden können.¹⁵⁹ Somit kann der Einsatz von Kennzahlen im Rahmen eines CVN unter Umständen am Grundsatz der Quantifizierbarkeit scheitern.

2.3.3 Sustainability Balanced Scorecard

Bei der Sustainability Balanced Scorecard (SBSC) handelt es sich um ein Konzept des strategischen Nachhaltigkeitsmanagement. Sie stellt die Erweiterung der konventionellen Balanced Scorecard (BSC) für ein Nachhaltigkeitscontrolling dar, indem sie Umwelt- und Sozialaspekte in die BSC integriert.¹⁶⁰

SBSC-Konzepte bauen auf die von Robert Kaplan und David Norton zu Anfang der Neunzigerjahre entwickelte Methodik der Balanced Scorecard auf.¹⁶¹

¹⁵⁷ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 61.

¹⁵⁸ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 61.

¹⁵⁹ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 158.

¹⁶⁰ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 109.

¹⁶¹ Es gibt inzwischen sehr viel theoretische und praxisbezogene Literaturbeiträge zu diesem Thema, so dass hier auf eine grundsätzliche Darlegung des Ansatzes verzichtet und auf einige einschlägige Quellen verwiesen werden soll: Horváth & Partner 2004 /Balanced Scorecard/; Horváth 2003 /Controlling/; Kaplan, Norton 1997 /Balanced Scorecard/; Kaplan, Norton 2001 /Organisation/; sowie Weber, Schäffer 2000 /Balanced Scorecard/.

2.3.3.1 Kategorisierung verschiedener Ansätze zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in eine Balanced Scorecard

BSC Konzepte mit Nachhaltigkeitsbezug lassen sich in zwei verschiedene Kategorien einteilen. Einerseits in funktional-nachhaltige¹⁶² und andererseits in systemisch-nachhaltige Balanced Scorecards. Auf die funktional-nachhaltigen BSC Konzepte soll im Weiteren nicht näher eingegangen werden, da sie entweder nur als ökologisch ausgerichtete Variante¹⁶³ oder nur als sozial ausgerichtete Variante¹⁶⁴ im Einsatz sind und somit dem Integrationsanspruch nicht gerecht werden können.¹⁶⁵

Systemisch-nachhaltige BSC-Konzepte gehen hingegen von einem sehr viel umfassenderen Nachhaltigkeitsverständnis aus. Sie bieten die Möglichkeit ökologische und soziale Aspekte zusätzlich zu den konventionellen ökonomischen Aspekten umfassend zu integrieren und damit einen Handlungsrahmen zur Implementierung von Nachhaltigkeit auf Ebene des Gesamtunternehmens bzw. der strategischen Geschäftseinheiten aufzuzeigen. In der Literatur sind verschiedene Ansätze für die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das Konzept der BSC vorzufinden. Alle Ansätze haben jedoch gemeinsam, dass sie die strategische Relevanz von ökologischen und sozialen Aspekten für den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens herausstellen. Dabei ist bezeichnend, dass in diesen Balanced Scorecard-Konzepten den mittelbaren bzw. unmittelbaren Wirkungen der nicht-marktlichen Einflussfaktoren aus dem Nachhaltigkeitskontext auf die abgebildeten Wertschöpfungsprozesse eine große Bedeutung zukommt. Unterschiede zwischen den verschiedenen Konzeptionen liegen zum Teil in der Integration¹⁶⁶ von Nachhaltigkeit, in der hierarchischen Abbildung¹⁶⁷ der Perspektiven oder in der organisatorischen Einbindung.^{168,169} Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die verschiedenen Ausgestaltungen systemisch-nachhaltiger Balanced Scorecards gegeben werden, bevor

¹⁶² Funktional-nachhaltige BSC-Konzepte beziehen sich nur auf einzelne Bereiche des Nachhaltigkeitsparadigmas, indem sie sich entweder auf die ökologische oder die soziale Dimension konzentrieren.

¹⁶³ Die Implementierung ökologischer Varianten funktional-nachhaltiger BSC dient primär der Transparenz und Visualisierung von Umweltaspekten, die die Investitionsentscheidungen im Umweltmanagement unterstützen sollen. Sie sind so konstruiert, dass sie entweder die Umsetzung ökologie-induzierter Strategien erfassen oder grundsätzlich in das Umwelt-Controlling eingebunden werden.

¹⁶⁴ Als soziale Variante funktional-nachhaltiger BSC kann die Human-Resource-Scorecard angeführt werden. Das speziell für den Personalbereich entwickelte Instrument weist insofern Bezüge zum Nachhaltigkeitsparadigma auf, da häufig partielle soziale Dimensionen des Nachhaltigkeitsansatzes wie z.B. Förderung der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter und die betriebliche Sozialpolitik erfasst werden. Sie zielt auf das Management des Humankapitals ab, um dessen Beitrag zum Unternehmenswert zu erfassen

¹⁶⁵ Vgl. Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 6 f.

¹⁶⁶ Hiermit ist z.B. die Erweiterung der BSC um eine allgemeine Nachhaltigkeitsperspektive gemeint.

¹⁶⁷ Ein Beispiel hierfür ist etwa die Fokussierung auf eine wertorientierte Spitzenkennzahl.

¹⁶⁸ Wie etwa durch die Implementierung auf der Ebene einer unter Umständen eigens dafür geschaffenen Nachhaltigkeitsabteilung oder auch bestimmter strategischer Geschäftseinheiten.

¹⁶⁹ Vgl. Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 6.

auf das Konzept der Sustainability Balanced Scorecard etwas näher eingegangen werden soll.

Im Konzept der Sustainability Balanced Scorecard (SBSC) erfolgt eine systematische Eingliederung ökologischer und sozialer Aspekte in ein auf die Steigerung des Unternehmenswertes ausgerichtetes Managementsystem.¹⁷⁰

Sowohl die Sustainable Balanced Scorecard¹⁷¹ als auch die Sustainable and Systemic Scorecard¹⁷² sind Konzepte, die auf die Implementierung bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ausgerichtet sind. Allerdings wird bei diesen beiden Konzepten anstatt der bei der Sustainability Balanced Scorecard dominierenden Finanzperspektive eine Meta-Ebene aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Dimension geschaffen.¹⁷³ Ähnlich wie die beiden zuvor genannten Konzepte ist auch die sog. SIGMA Sustainability Scorecard¹⁷⁴ konstruiert.¹⁷⁵

Eine weitere Konzeption einer systemisch-nachhaltigen BSC ist die „Nachhaltige Balanced Scorecard“ (NBSC) von *Pitsch/Czummek*¹⁷⁶, die sich durch eine Parallelität aus jeweils vier marktlichen und vier nicht-marktlichen (Standard-)Perspektiven auszeichnet.¹⁷⁷

Die folgende Abbildung soll eine Übersicht über die Merkmale der verschiedenen systemisch-nachhaltigen BSC-Konzepte geben:

¹⁷⁰ Vgl. Dylllick, Schaltegger 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 71.

¹⁷¹ Zum Konzept der Sustainable Balanced Scorecard siehe Arnold, Freimann, Kurz 2001 /Vorüberlegungen/; Arnold, Freimann, Kurz 2003 /Sustainable Balanced Scorecard/, sowie Arnold, Freimann, Kurz 2004 /Nachhaltigkeit/.

¹⁷² Die Sustainable and Systemic Scorecard resultiert aus Forschungsaktivitäten des Institutes für ökologische Betriebswirtschaft (IöB) an der Universität Siegen und dem Landesinstitut Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs) aus dem Ina Verbundprojekt unter dem Namen NaWiGaTO. Für nähere Informationen dazu siehe Ammon u.a. 2002 /Nachhaltiges Wirtschaften/.

¹⁷³ Eine Übersicht über die drei Konzepte SBSC, SBS und Sustainable and Systemic Scorecard, die alle dem BMBF-Förderschwerpunkt „Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften“ (Ina) entspringen, findet sich bspw. bei Biebeler 2002 /Sustainability Balanced Scorecard/.

¹⁷⁴ Im Gegensatz zu den anderen Konzepten, die alle aus dem deutschsprachigen Raum stammen, ist die SIGMA Balanced Scorecard eine Entwicklung britischer Forscher. Für nähere Informationen über das Projekt siehe The SIGMA Project 2003 /Sustainability Scorecard/.

¹⁷⁵ Vgl. Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 6 f.

¹⁷⁶ Siehe hierzu Pitsch, Czummek 2002 /Konzeption/.

¹⁷⁷ Vgl. Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 6.

	Sustainability Balanced Scorecard (SBSC)	Sustainable Balanced Scorecard (SBS)	Sustainable and Systemic Scorecard	Nachhaltige Balanced Scorecard (NBSC)	SIGMA Sustainability Scorecard
Wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement (= Dominanz der Finanzperspektive)	●				
Ausrichtung auf KMU		●	●		
Integration von Nachhaltigkeitsindikatoren in Standardperspektiven (integrative Variante)	●	●	●	●	●
Ergänzende Nicht-Marktperspektive (additive Variante)	●			● ¹	
Implementierung auf Ebene:					
Gesamtunternehmen	●	●	●	●	●
Strategische Geschäftseinheiten	●				●
Nachhaltigkeitsabteilung	● ²			● ³	●

● wird vom Konzept explizit erfüllt/erwähnt; 1 = jeweils pro Standardperspektive; 2 = durch fehlenden Bezug zur Gesamtunternehmenstrategie keine SBSC im ursprünglichen Sinne; 3 = Fokussierung der unterstützenden Funktionen der Nachhaltigkeitsabteilung zur Erreichung strategischer Ziele

Tab. 2: Vergleich systemisch-nachhaltiger BSC-Konzepte¹⁷⁸

Die Übersicht macht deutlich, dass nur die Konzeption der Sustainability Balanced Scorecard den Versuch unternimmt, einen expliziten Bezug von wertorientierter Unternehmensführung und Gesamtunternehmensstrategie mit den Aspekten der Nachhaltigkeit herzustellen. Da durch die zunehmende Kapitalmarktorientierung vieler (Groß-) Unternehmen der Unternehmenswert zunehmend zu einer bedeutenden Steuerungsgröße wird, sollte sich das Kennzahlensystem der strategischen und operativen Unternehmensführung an den den Unternehmenswert vorwiegend beeinflussenden Werttreibern ausrichten. Bisher sind solche Instrumente, die die Steuerung und Bewertung der Vorteile einer Ausrichtung am Nachhaltigkeitsgrundsatz in Hinblick auf den Unternehmenswert ermöglichen, allerdings nur partiell vorhanden.¹⁷⁹

Mit Hilfe der SBSC sollen das Umwelt- und Sozialmanagement eines Unternehmens auf die die erfolgreiche Umsetzung der Unternehmensstrategie ausgerichtet werden, um

¹⁷⁸ In Anlehnung an Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 7.

¹⁷⁹ Vgl. Schäfer, Langer 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 6 f.

so win-win-win¹⁸⁰ Potenziale zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Zielen auszuschöpfen. Die SBSC gewährleistet dies, indem sie die erfolgsrelevanten Umwelt- und Sozialaspekte identifiziert, die kausale Verknüpfung der Umwelt- und Sozialaspekte mit dem Unternehmenserfolg herstellt und ein Management aller Umwelt- und Sozialaspekte entsprechend ihrer strategischen Relevanz ermöglicht. Außerdem werden entsprechende Kennzahlen und Maßnahmen entwickelt um somit das Umwelt- und Sozialmanagement in das konventionelle ökonomisch ausgerichtete Management zu integrieren.¹⁸¹

Die Sustainability Balanced Scorecard ist die Konzeption eines Projektes des BMBF-Förderschwerpunktes „Integrierter Umweltschutz - Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften“ (Ina)¹⁸². Da zwei Forschungsteams an der Entwicklung beteiligt waren, ist auch zwischen zwei verschiedenen Konzepten zur Entwicklung einer SBSC zu unterscheiden. Einerseits gibt es den Ansatz eines „wertorientierten Nachhaltigkeitsmanagements“ des Forschungsteams der Universität Lüneburg und andererseits den an der Umsetzung spezifischer Nachhaltigkeitsstrategien orientierte Ansatz des Forschungsteams der Universität St. Gallen.¹⁸³ Aufgrund des begrenzten Umfangs der Arbeit und da verschiedene Ansätze für ein CVN skizziert werden sollen, wird an dieser Stelle allerdings auf eine Erläuterung beider Ansätze, die hinsichtlich der Vorgehensweise ähnlich sind, verzichtet.¹⁸⁴ Im Folgenden soll der Ansatz des Lüneburger Forschungsteams als Beispiel für ein Konzept zur Entwicklung einer SBSC skizziert werden.

¹⁸⁰ Auch „triple-win“ genannt.

¹⁸¹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 109.

¹⁸² Ina ist einer von drei Förderschwerpunkten des bereits 1997 verabschiedeten Programms „Forschung für die Umwelt“ mit dem zentralen Forschungsziel „Nachhaltiges Wirtschaften“. Die anderen beiden Forschungsschwerpunkte sind: Rahmenbedingungen für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften (riw) und Nachhaltiges Wirtschaften: Möglichkeiten und Grenzen neuer Produktnutzungsstrategien. Das BMBF förderte dabei von 2001 bis 2004 17 Ina-Verbundprojekte mit insgesamt 38 Einzelprojekten. Das Spektrum der entwickelten Ina-Instrumente ist breit. Es handelt sich um verschiedene Informations-, Controlling-, Planungs- und Kommunikationsinstrumente. Die Entwicklung der SBSC entspringt dem Projekt „Sustainability Balanced Scorecard – Ein Management Cockpit für unternehmerische Nachhaltigkeit“ (Projekt 6), das von zwei Forschungsteams der Universitäten Lüneburg und St. Gallen unter der Leitung von Prof. Dr. Stefan Schaltegger, Centrum für Nachhaltigkeitsmanagement (CSM) der Universität Lüneburg, durchgeführt wurde. Siehe hierzu Voss 2004 /Einführung/ S. 13; Biebeler, Mahammadzadeh 2004 /Instrumente/ S. 15 f. sowie Biebeler 2002 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 92.

¹⁸³ Vgl. Mahammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18.

¹⁸⁴ Für eine ausführliche Darstellung des St. Galler SBSC-Konzeptes siehe bspw. Bieker u.a. 2001 /Management/ S. 29 ff.; Gminder u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/ S. 112 ff. sowie ferner Mahammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 20 ff.

2.3.3.2 Das Lüneburger SBSC-Konzept

Dem Lüneburger SBSC-Konzept¹⁸⁵, das sich am Originalkonzept der BSC orientiert, liegt ein „wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement“ mit zwei wesentlichen Gedanken zugrunde. Das Modell geht einerseits von einem Verständnis von Nachhaltigkeit als Drei-Säulen-Modell aus und andererseits von einer Wertorientierung. Ein wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement soll demnach sicherstellen, dass ökologische, soziale und ökonomische Ziele im Unternehmen simultan erreicht werden. Die Grundidee einer wertorientierten SBSC ist es primär, durch erfolgreiches Management ökologischer und sozialer Aspekte auch einen ökonomischen Nutzen zu erzielen.¹⁸⁶ Um dieses Ziel zu erreichen, ist die SBSC darauf ausgerichtet, zu erkennen, welche marktlichen und außermarktlichen Nachhaltigkeitsthemen erfolgsrelevant sind und über welche Wirkungsmechanismen sie den Erfolg beeinflussen. Der wesentliche Unterschied zu den üblichen Satellitensystemen des Umwelt- und Sozialmanagements ist, dass im Falle der SBSC eine integrative Bewertung von Nachhaltigkeitsthemen anhand der Unternehmens- und Geschäftsfeldstrategie erfolgt.¹⁸⁷

Die SBSC ist sowohl ein (kennzahlenbasiertes) Managementsystem als auch ein Kennzahlensystem, das ein Vorgehen für die systematische Identifizierung und Operationalisierung der Unternehmens- und Geschäftsfeldstrategie unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bereitstellt.¹⁸⁸ Wie bei der konventionellen BSC dient die SBSC der erfolgreichen Umsetzung und Weiterentwicklung von Unternehmens- und Geschäftsfeldstrategien und nicht der Strategieformulierung, die sie nicht ersetzen kann.¹⁸⁹

In Hinblick auf die Integration ökologischer und sozialer Aspekte in die klassische BSC kann bei der SBSC grundsätzlich zwischen drei Integrationsformen unterschieden werden. Diese verschiedenen Varianten schließen sich allerdings nicht gegenseitig aus. Sie können beim Aufbau einer SBSC auch gleichzeitig auftreten. Folgende Integrationsvarianten sind bei einer SBSC möglich¹⁹⁰:

¹⁸⁵ Das Konzept des wertorientierten Nachhaltigkeitsmanagements mit einer Sustainability Balanced Scorecard kann in dieser Arbeit aus Platzgründen nur skizziert werden. Für eine ausführliche Diskussion des Konzeptes siehe Hahn u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/.

¹⁸⁶ Vgl. Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18.

¹⁸⁷ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 512, siehe auch Hahn u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 43 f.

¹⁸⁸ Vgl. Schaltegger, Burritt 2000 /Accounting/ S. 151 ff.

¹⁸⁹ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 512 f.

¹⁹⁰ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 514 f.; Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18 f.; Biebeler 2002 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 92 f.; Hahn u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 55 f. sowie Dyllick, Schaltegger 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 70 f.

- Integration in die vier konventionellen Perspektiven der BSC
- Erweiterung der BSC um eine zusätzliche Nicht-Markt-Perspektive
- Ableitung einer speziellen Nachhaltigkeitsscorecard

Bei der ersten Integrationsvariante werden Umwelt- und Sozialaspekte in die vier konventionellen Perspektiven der BSC integriert und subsumiert. Diese Variante bietet sich besonders für solche strategisch bedeutenden Umwelt- und Sozialaspekte an, die bereits heute für das Unternehmen eine besondere Bedeutung haben und in das Marktsystem integriert sind. Das ist beispielsweise der Fall, wenn ein Unternehmen ein ökologieorientiertes Kundensegment anvisiert, wobei die Ergebniskennzahl „Marktanteil“ eine ökologieorientierte Ausprägung (z.B. Marktanteil des Unternehmens im ökologischen Kundensegment) aufweist. Wenn alle relevanten Nachhaltigkeitsaspekte einen direkten marktlichen Charakter haben, bietet sich diese Vorgehensweise für die Konzipierung einer SBSC aufgrund der marktlichen Orientierung der vier konventionellen Perspektiven an.¹⁹¹

Die zweite Integrationsvariante, die Erweiterung der BSC um eine zusätzliche Nicht-Markt-Perspektive¹⁹², bietet sich besonders dann an, wenn die strategisch relevanten Umwelt- und Sozialaspekte nicht über das Marktsystem wirksam werden. Solche umwelt- und sozialbezogenen externen Effekte können deshalb nicht entsprechend ihrer strategischen Bedeutung in die vier konventionellen Perspektiven der BSC eingegliedert werden, weil diese weitgehend im ökonomischen Umfeld verbleiben. Durch die Einführung einer zusätzlichen Nicht-Markt-Perspektive wird also sichergestellt, dass auch diejenigen Nachhaltigkeitsaspekte in die BSC integriert werden können, die noch nicht im Marktmechanismus reflektiert sind, welche aber dennoch Kernaspekte der erfolgreichen Umsetzung der Strategie darstellen.¹⁹³ Dieser Fall ist vor allem in sehr umweltsensiblen oder stark sozial exponierten Branchen vorzufinden. Durch den politisch-rechtlichen oder gesellschaftlichen Druck seitens der relevanten Anspruchsgruppen (Stakeholder) können solche Aspekte auch dann eine hohe strategische Bedeutung haben, wenn sie sich noch nicht im Konsumentenverhalten niederschlagen. Strategisch relevante Umwelt- und Sozialaspekte aus dem nicht-marktlichen Unternehmensumfeld können sowohl direkt (z.B. als Strafzahlungen) oder als auch indirekt (z.B. als negative Kunden-

¹⁹¹ Vgl. Schaltegger 2004/ Sustainability Balanced Scorecard/ S. 514; Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18 sowie Hahn u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 56.

¹⁹² Die „Nicht-Markt-Perspektive“ wird auch als „Nachhaltigkeitsperspektive“ oder auch „Gesellschaftsperspektive“ bezeichnet.

¹⁹³ Vgl. Schaltegger 2004/ Sustainability Balanced Scorecard/ S. 514; Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18 sowie Hahn u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 58.

oder Mitarbeiterreaktionen) erfolgsrelevant sein. Da die zuvor genannten Aspekte in allen vier Perspektiven der konventionellen BSC wirksam werden können, stellt die zusätzliche Nicht-Markt-Perspektive einen Rahmen oder Hintergrund dar, der die anderen vier, ökonomisch orientierten Perspektiven einschließt.¹⁹⁴

Der dritte methodische Ansatz für eine SBSC ist die Formulierung einer speziellen Nachhaltigkeitsscorecard. Hierbei geht es im Gegensatz zu den beiden anderen Ansätzen, die den Aufbau und die Struktur der Kern-Scorecard betreffen, um die Ableitung einer eigenen Umwelt- und Sozial-Scorecard aus der Kern-Scorecard. Somit handelt es sich nicht um eine selbständige Alternative der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die BSC, sondern vielmehr um eine Erweiterung der beiden zuvor genannten Ansätze. Dieser Ansatz ist dann sinnvoll, wenn in einem Unternehmen bereits eine Umwelt- und/oder Sozialabteilung für die Koordination solcher Aufgaben organisatorisch verankert ist. Durch die Formulierung einer eigenen Nachhaltigkeitsscorecard für solche Abteilungen, sollen die Verhältnisse dieser Abteilungen zu den strategischen Geschäftseinheiten und den entsprechenden Scorecards geregelt werden. Diese Form der Ausgestaltung bietet die Möglichkeit, alle strategisch relevanten Umwelt- und Sozialaspekte koordiniert zu steuern. Allerdings ist unter dem Gesichtspunkt einer integrativen Sichtweise, sowohl hinsichtlich der Nachhaltigkeitsdimensionen als auch der BSC, darauf zu achten, dass die Formulierung einer abgeleiteten Nachhaltigkeitsscorecard nur in Kombination mit einem der beiden vorangegangenen Ansätze sinnvoll ist. D.h. entweder werden die relevanten Umwelt- und Sozialaspekte in die vier Perspektiven der herkömmlichen BSC und/oder in eine fünfte Nicht-Markt-Perspektive einbezogen.¹⁹⁵

Zum Aufbau und zur Formulierung einer SBSC wird folgende systematische Vorgehensweise vorgeschlagen:

¹⁹⁴ Vgl. Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18; Hahn u.a. /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 58 f.

¹⁹⁵ Vgl. Schaltegger 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/ S. 514; Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 18 f.; Hahn u.a. /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 61 f.

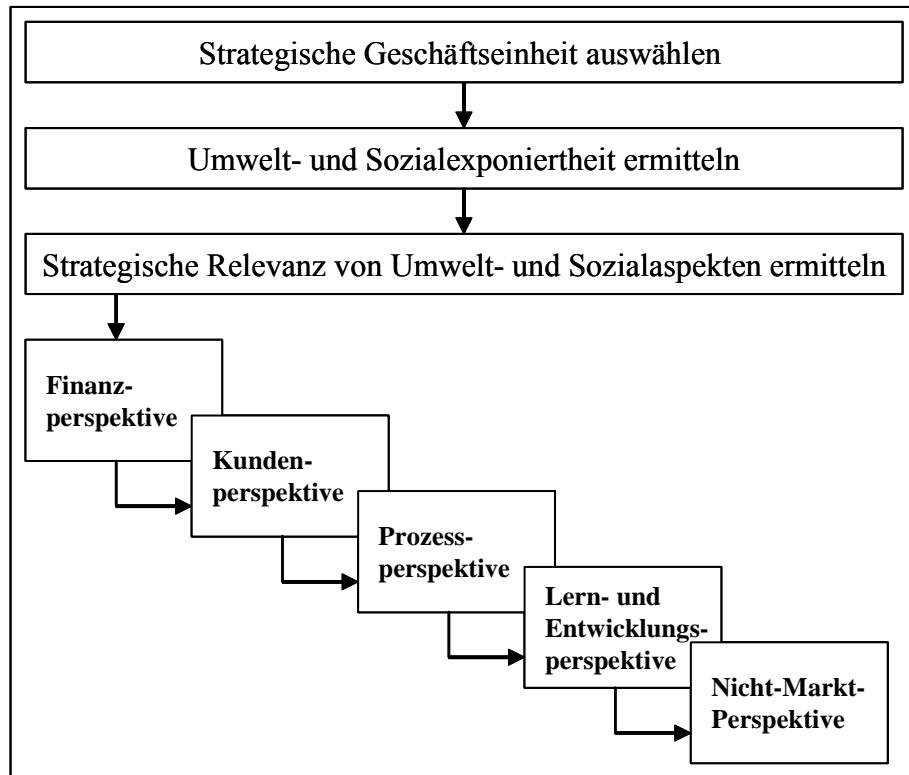


Abb. 6: Vorgehensweise beim Aufbau einer SBSC¹⁹⁶

Die Abbildung zeigt die Vorgehensweise für den Aufbau einer SBSC. Um ökologische und soziale Aspekte systematisch in eine SBSC einzugliedern, kann demnach folgendermaßen vorgegangen werden.¹⁹⁷

- **Auswahl der strategischen Geschäftseinheit:** In einem ersten Schritt wird die strategische Geschäftseinheit (SGE) ausgewählt. Die Strategie dieser SGE bildet dann den Ausgangspunkt für die Formulierung einer entsprechenden SBSC.
- **Ermittlung der Umwelt- und Sozialexponiertheit:** Im nächsten Schritt wird die Umwelt- und Sozialexponiertheit der ausgewählten Strategie ermittelt. Da aufgrund unterschiedlicher Produktionsweisen, Produkte, Standorte usw. Unternehmen unterschiedliche Umwelteinwirkungen verursachen und unterschiedlichen sozialen Gruppen und Forderungen gegenüberstehen, gilt es die unternehmensindividuellen Umwelt- und Sozialaspekte systematisch zu identifizieren. Die Identifizierung dient als wesentliche Grundlage für die Formulierung von umwelt- und sozialbezogenen Ursachen- und Wirkungsketten in der SBSC. Die Umweltexponiertheit kann auf Grundlage der Erkenntnisse der Ökobilanzierung und anhand der Orientierung an physikalisch messbaren Umwelteinwirkungen

¹⁹⁶ In Anlehnung an Dyllick, Schaltegger 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 71.

¹⁹⁷ Vgl. Mohammadzadeh 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/ S. 19; Dyllick, Schaltegger 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 71.

ermittelt werden. Für eine Bestimmung der Sozialexponiertheit wird vor allem auf den sog. Stakeholderansatz zurückgegriffen, mit dessen Hilfe intern und extern relevante Anspruchsgruppen und deren Ansprüche ermittelt werden können.

- **Ermittlung der strategischen Relevanz von Umwelt- und Sozialaspekten:** Dieser Schritt ist beim Aufbau einer SBSC von entscheidender Bedeutung. Hierbei werden die zuvor ermittelten Umwelt- und Sozialaspekte in der BSC-typischen Reihenfolge ausgehend von der Finanzperspektive über die Kundenperspektive und die Prozessperspektive bis hin zur Lern- und Entwicklungs perspektive und letztlich der SBSC-eigenen Nicht-Markt-Perspektive auf ihre strategische Relevanz hin überprüft.

Für alle fünf Perspektiven werden von oben nach unten die strategischen Kernelemente (strategic core issues) und die strategiespezifischen Ergebniskennzahlen (lagging indicators) definiert. Anschließend werden die Leistungstreiber (leading indicators) identifiziert, durch die die Ergebnisse erreicht werden sollen und es werden wieder Ziele und Kennzahlen formuliert. Bei diesem schrittweisen Vorgehen werden die strategisch relevanten ökologischen und sozialen Aspekte mit den ökonomischen Aspekten für jede Perspektive verknüpft und die Kennzahlen werden hierbei von oben nach unten kausal miteinander verbunden. Das Ergebnis ist ein kausales Ursache-Wirkungs-Geflecht zur erfolgreichen Umsetzung der Strategie.¹⁹⁸

2.3.3.3 Eignung der SBSC für ein CVN

Die SBSC als Konzept des strategischen Nachhaltigkeitsmanagements bietet vielfältige Möglichkeiten den verschiedenen Herausforderungen unternehmerischer Nachhaltigkeit zu begegnen, da sie ausgerichtet auf alle drei Nachhaltigkeitsdimensionen und ihre Integration speziell für diesen Einsatz entwickelt wurde.

Innerhalb der SBSC werden Umweltaspekte eines Unternehmens entsprechend ihrer strategischen Relevanz dadurch gemanagt, dass die Wirkungszusammenhänge zwischen Umweltaspekten und dem ökonomischen Erfolg ermittelt werden. Somit wird die Steigerung der Öko-Effektivität in den strategisch relevanten Bereichen im allgemeinen Managementsystem des Unternehmens verankert.¹⁹⁹

Vor allem bei Sozialaspekten handelt es sich häufig um weiche, nicht-monetäre Aspekte (z.B. aus dem nicht-marktlichen Umfeld), die durch die verschiedenen Perspektiven der

¹⁹⁸ Vgl. Schaltegger 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 171 f.

¹⁹⁹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 109.

SBSC bei der Umsetzung von Unternehmensstrategien berücksichtigt werden können. Somit kann die SBSC einen Beitrag zur Steigerung der Sozial-Effektivität leisten.²⁰⁰

Die SBSC macht den ökonomischen Nutzen der Berücksichtigung ökologischer und sozialer Aspekte für Unternehmen sichtbar, indem sie aufzeigt, welchen ökonomischen Wertbeitrag ein effektives, an der Unternehmensstrategie ausgerichtetes Umwelt- und Sozialmanagement leistet. Somit kann durch ihren Einsatz die Öko- und Sozial-Effizienz gesteigert werden. Der Vorteil der SBSC im Vergleich zu herkömmlichen Umwelt- und Sozialmanagementsystemen liegt darin, dass es sich nicht um ein zu herkömmlichen Kernmanagementaufgaben parallel laufendes Managementsystem handelt, so dass die Wirkungszusammenhänge zwischen ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten aufgezeigt werden können.²⁰¹

Die SBSC ist, unter den in dieser Arbeit vorgestellten Ansätzen für ein CVN, sicherlich derjenige, der die Integrationsherausforderung am umfassendsten umsetzen kann. Durch die wertorientierte Sicht des Nachhaltigkeitsmanagements wird das Hauptaugenmerk auf das gleichzeitige Erreichen ökonomischer, ökologischer und sozialer Ziele gelegt. Um solche sog. win-win-win-Potenziale zu identifizieren und auszuschöpfen, werden die kausalen Zusammenhänge zwischen ökologischen und sozialen Zielen einerseits und ökonomischen Zielen andererseits analysiert. So werden Unternehmen in die Lage versetzt, Umwelt- und Sozialaspekte in ihre Kernmanagementaufgaben zu integrieren und ihr Umwelt- und Sozialmanagement so auszurichten, dass es auch einen ökonomischen Wertbeitrag leistet. Der bedeutende Vorteil der SBSC besteht deshalb darin, dass alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bei der erfolgreichen Umsetzung von Unternehmensstrategien integriert werden.²⁰² Somit können die beiden Ansprüche der Integrationsherausforderung unternehmerischer Nachhaltigkeit, nämlich die integrative Betrachtungsweise aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen sowie die Integration des Nachhaltigkeitsmanagements in bestehende Managementsysteme, umgesetzt werden.

Des Weiteren bietet die Offenheit der SBSC die Möglichkeit, nicht nur auf eine kleine Minderheit von stark ökologisch und sozial ausgerichteten Nischenunternehmen anwendbar zu sein, sondern sie eignet sich dadurch vielmehr dazu, bei einer Vielzahl herkömmlicher Unternehmen Umwelt- und Sozialaspekte in das Managementsystem zu integrieren.²⁰³

²⁰⁰ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 110.

²⁰¹ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 110.

²⁰² Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 110.

²⁰³ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 110.

Allerdings setzt die Implementierung einer SBSC das Vorliegen einer Strategie voraus, da sie ausdrücklich kein Instrument zur Formulierung von (Nachhaltigkeits-)Strategien für Unternehmen ist. Der Fokus liegt vielmehr auf der Integration von Umwelt- und Sozialaspekten bei der Umsetzung von Strategien. Außerdem kann die wertorientierte Sicht der SBSC hinsichtlich der Umwelt- und Sozialaspekte zu Konflikten mit pauschalen Anforderungen an Umwelt- und Sozialmanagementsysteme (z.B. bei Standards und Normen) führen, da sich für jedes Unternehmen spezifische Schwerpunkte des Umwelt- und Sozialmanagements ergeben.²⁰⁴

2.3.4 Szenario-Technik

In diesem Kapitel soll ein Überblick über den möglichen Einsatz der Szenario-Technik im Rahmen eines CVN gegeben werden. Ausgehend von einer Skizzierung der Szenario-Technik soll dann auf den Einsatz der Szenario-Technik im Kontext eines CVN eingegangen werden. Anschließend soll die Eignung der Szenario-Technik für ein CVN noch kurz diskutiert werden. Aufgrund des beschränkten Umfangs dieser Arbeit soll die Szenario-Technik an dieser Stelle allerdings nur skizziert werden. Für eine ausführlichere Darstellung der Thematik sei auf die Literatur verwiesen.²⁰⁵

2.3.4.1 Zum Begriff der Szenario-Technik

Die Szenario-Technik ist ein wichtiges Planungsinstrument des strategischen Controlling, welches sich auch gut für den Einsatz in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte eignet. Mit diesem Instrument der Zukunftsforschung²⁰⁶ wird die Ausgangssituation eines Unternehmens mit externen Einflussfaktoren verbunden, um so aussagefähige Zukunftsbilder zu entwerfen.²⁰⁷

Die Szenario-Methode lässt sich anhand des Denkmodells des Szenario-Trichters veranschaulichen,²⁰⁸ welches in der folgenden Abbildung dargestellt wird.

²⁰⁴ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 110.

²⁰⁵ Eine ausführliche Darstellung der Szenario-Technik ist bspw. zu finden bei von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/; Mißler-Behr 1993 /Methoden/; Gausemeier, Fink 1999 /Führung/ S. 73 ff; sowie Pütz 2004 /Controlling/ S. 212 ff. Für eine Darstellung der Szenario-Technik im Kontext eines ökologischen Controllingkonzeptes siehe Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 86 ff.

²⁰⁶ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 212.

²⁰⁷ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 86.

²⁰⁸ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 26; Pütz 2004 /Controlling/ S. 213.

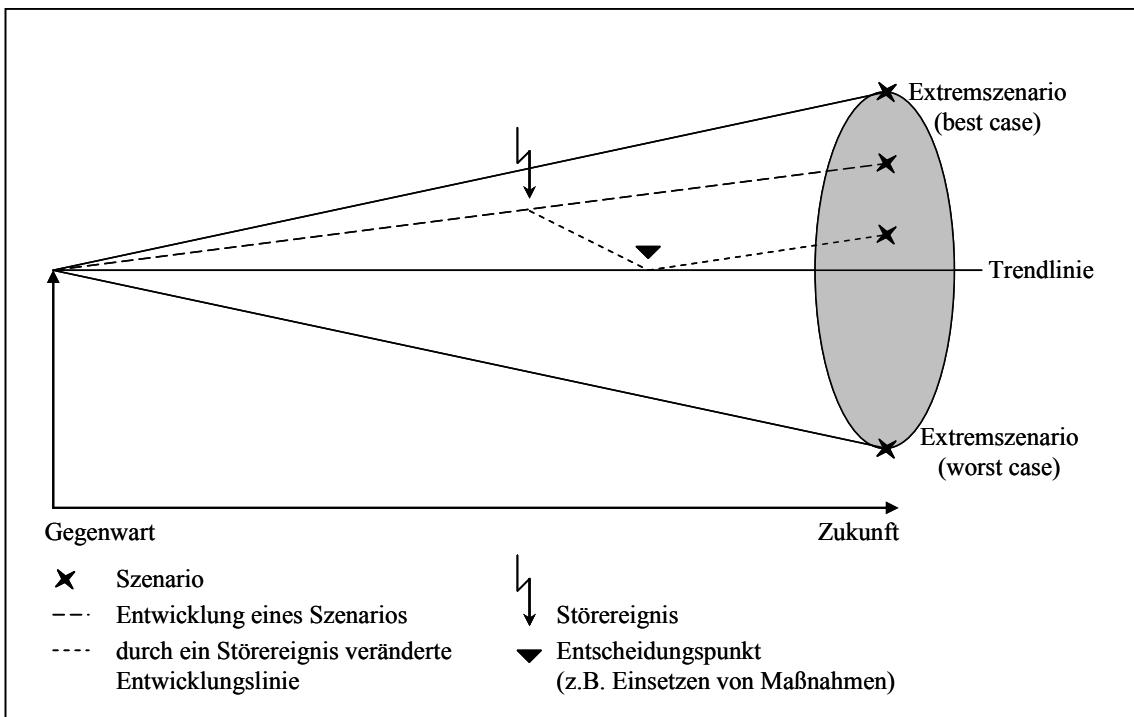


Abb. 7: Denkmodell des Szenario-Trichters²⁰⁹

Der Szenario-Trichter repräsentiert die zunehmende Komplexität und Unsicherheit in Bezug auf die Zukunft. Ausgehend von der Gegenwart, dem engsten Punkt des Trichters, nimmt der Einfluss der gegenwärtigen Struktur auf die Entwicklungen der Zukunft mit voranschreitendem Zeithorizont immer mehr ab, so dass sich das Spektrum möglicher Entwicklungsverläufe zunehmend vergrößert. Deshalb wird die Trichteröffnung, je weiter in die Zukunft geblickt wird, immer größer.²¹⁰

Der Szenario-Trichter macht deutlich, dass es eine Vielzahl denkbarer, theoretisch möglicher Zukunftsszenarien gibt. Allerdings ist es wohl nicht möglich und auch nicht notwendig all diese Szenarien bei der Planung zu berücksichtigen. So ist es völlig ausreichend, wenn zwei Szenarien entworfen werden, die möglichst unterschiedlich von einander sind. Von der Vorgehensweise über die zwei Szenarien hinaus noch ein Trend-Szenario (also die Fortschreibung der gegenwärtigen Situation in die Zukunft) zu entwickeln wird abgeraten.²¹¹

Die Erstellung der zuvor erläuterten Szenarien ist Gegenstand der Szenario-Technik.²¹² Im Rahmen der Szenario-Technik werden bestimmte Schritte zur Szenario-Erstellung durchlaufen. In der Literatur existieren allerdings vielfältige, unterschiedliche Feinglie-

²⁰⁹ In Anlehnung an von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 27. Ähnliche Darstellungen auch bei Pütz 2004 /Controlling/ S. 213 oder Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 4.

²¹⁰ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 26; Pütz 2004 /Controlling/ S. 213.

²¹¹ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 28.

²¹² Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 215.

derungen für die Vorgehensweise bei der Szenario-Erstellung.²¹³ Stellvertretend für die in der Literatur existierenden Vorschläge zur Szenario-Erstellung soll in dieser Arbeit das sog. Acht-Schritte-Modell vorgestellt werden, da dieser Ansatz in Deutschland am weitesten verbreitet ist. Dieses Modell basiert auf der Methodik des Battelle-Institutes aus den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts.²¹⁴ Die folgende Abbildung soll die einzelnen Schritte dieser Vorgehensweise veranschaulichen.

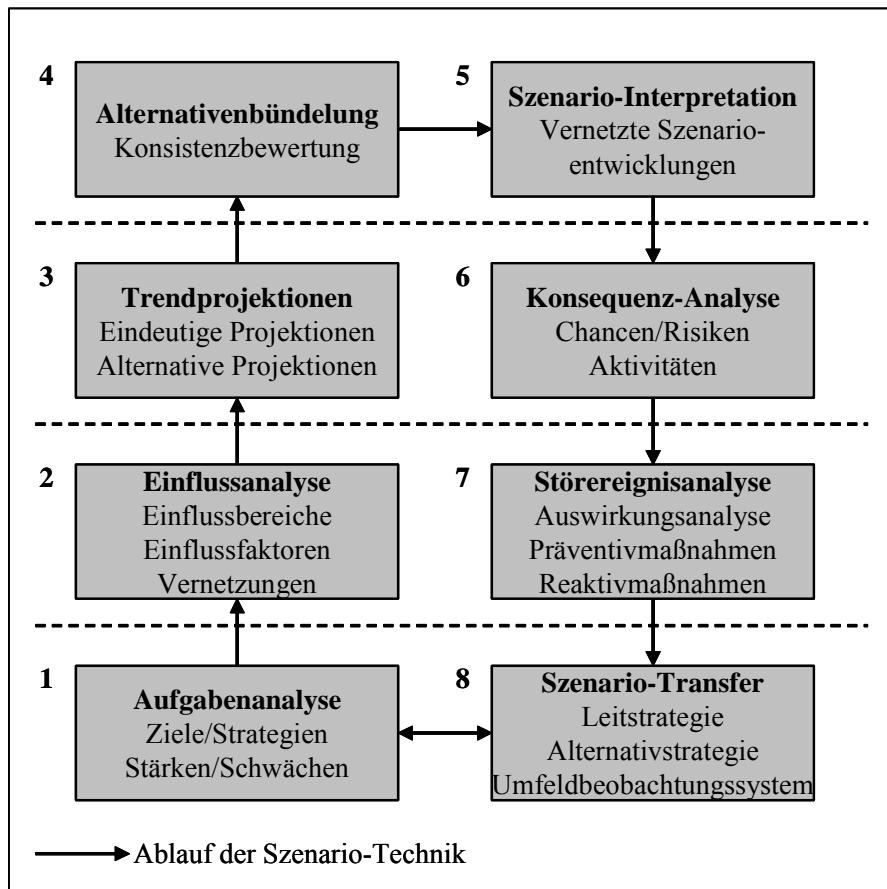


Abb. 8: Die acht Schritte der Szenario-Technik²¹⁵

Schritt 1: Aufgabenanalyse

Ziel der Aufgabenanalyse ist es, die Aufgabenstellung präzise zu formulieren, wobei die Analyse der Ist-Situation des Untersuchungsgegenstandes (z.B. ein Unternehmen, eine strategische Geschäftseinheit, eine Produktgruppe usw.) eine bedeutende Rolle spielt.²¹⁶

²¹³ Ein Überblick über verschiedene Ausgestaltungen der Vorgehensweise bei der Szenario-Erstellung findet sich bspw. bei Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 11 f. Des Weiteren sind in der Literatur auch Ansätze zu finden, bei denen anstatt der in dieser Arbeit vorgestellten acht Schritte nur fünf Schritte zur Szenario-Erstellung aufgeführt sind. Siehe hierzu Gausemeier, Fink 1999 /Führung/ S. 85 ff. Allerdings sind die vorgeschlagenen Vorgehensweisen trotz unterschiedlicher Gliederung der einzelnen Schritte inhaltlich im Wesentlichen sehr ähnlich.

²¹⁴ Vgl. Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 10.

²¹⁵ In Anlehnung an von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 30.

²¹⁶ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 30.

Des Weiteren ist die Festlegung der Projektzielsetzung und –organisation Bestandteil dieses Schrittes.²¹⁷

Schritt 2: Einflussanalyse

Gegenstand der Einflussanalyse ist die Bestimmung der externen Einflussbereiche, die auf ein Unternehmen oder eine strategische Geschäftseinheit einwirken. Außerdem werden in diesem Schritt die externen Einflussfaktoren innerhalb der Einflussbereiche ermittelt, die dann bewertet und vernetzt werden, um so Aussagen über die Systemdynamik des Umfeldes zu erhalten.²¹⁸

Schritt 3: Trendprojektionen

Im Rahmen der Trendprojektionen geht es darum, auf der Basis der in Schritt 2 ermittelten Einflussfaktoren Deskriptoren (beschreibende Kenngrößen) zu ermitteln, die den jetzigen und zukünftigen Zustand der Entwicklungen beschreiben.²¹⁹ Damit sollen möglichst quantifizierbare Entwicklungen erfasst werden. Allerdings ist in der Regel der überwiegende Teil der Deskriptoren qualitativer Art. Für manche Deskriptoren lassen sich relativ eindeutige Entwicklungen bzw. Trends absehen. Für andere hingegen sind auch alternative Entwicklungen möglich. Diese Deskriptoren heißen auch Alternativ-Deskriptoren.²²⁰

Schritt 4: Alternativenbündelung

Das Ziel der Alternativenbündelung ist es, die verschiedenen, im vorangehenden Schritt identifizierten Alternativenentwicklungen untereinander auf ihre Konsistenz bzw. Verträglichkeit und Logik zu überprüfen.²²¹ Um die Verträglichkeit der einzelnen Alternativen untereinander zu beurteilen, wird im Rahmen der Alternativenbündelung häufig auf die Konsistenzanalyse²²² zurückgegriffen, die zur Überprüfung der Vereinbarkeit verschiedener Annahmen in einem Alternativen- bzw. Annahmenbündel dient. Aus den so ermittelten konsistenten Alternativenbündeln sind dann zwei bis drei Bündel auszu-

²¹⁷ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 220.

²¹⁸ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 33.

²¹⁹ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 45.

²²⁰ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 221.

²²¹ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 49.

²²² Die Konsistenzanalyse beruht auf der Bestimmung des Konsistenzmaßes für je eine die Entwicklung zweier kritischer Deskriptoren betreffende Annahme. Hierbei ist das Konsistenzmaß auf Basis einer Normierung mit abgestuften Konsistenzwerten für alle möglichen Zweierpaare von Ausprägungen der verschiedenen kritischen Deskriptoren abzuschätzen. Die entsprechenden Schätzwerte werden in einer Konsistenzmatrix zusammengestellt. Daraufhin wird für alle möglichen (vollständigen) Alternativen- bzw. Annahmenbündel eine Konsistenzbeurteilung durchgeführt. Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 216.

wählen, die sowohl eine hohe Konsistenz als auch eine hohe Unterschiedlichkeit aufweisen.²²³

Schritt 5: Szenario-Interpretation

In diesem Schritt werden auf Basis der durch die Konsistenzanalyse gewonnenen konsistenten aber sehr unterschiedlichen Szenarien und der in Schritt 3 ermittelten eindeutigen Deskriptoren sog. Umfeldszenarien entwickelt, d.h. von der Gegenwart ausgehende Szenarien für das zugrunde liegende Einflussumfeld.²²⁴ Die Szenario-Erstellung erfolgt in der Regel schrittweise, in Zeitabschnitten von etwa fünf Jahren, wodurch zu große gedankliche Zeitsprünge vermieden werden sollen. Hierbei müssen mögliche Aktionen und Reaktionen, die die Entwicklungen der einzelnen kritischen Deskriptoren auslösen, beachtet werden, damit die Stimmigkeit der Gesamtbilder gewährleistet werden kann. Diese Umfeldszenarien müssen anschließend verbal formuliert werden.²²⁵

Schritt 6: Konsequenz-Analyse

Gegenstand der Konsequenz-Analyse ist die Ableitung möglicher Chancen und Risiken für ein Unternehmen auf Basis der im vorangehenden Schritt erstellten (Umfeld-) Szenarien. Die in diesem Schritt identifizierten Chancen und Risiken müssen darüber hinaus bewertet und mit geeigneten Maßnahmen bzw. Aktivitäten für ihre Handhabung versehen werden.²²⁶

Schritt 7: Störereignisanalyse

In diesem Schritt werden die in Schritt 5 erstellten (Umfeld.)-Szenarien daraufhin untersucht, inwieweit sie durch sog. Störereignisse (externer und interner Art) beeinflusst werden. Hierbei ist unter einem Störereignis ein abrupt auftretendes, einschneidendes Ereignis zu verstehen, das nicht vorhersehbar war und das eine oder mehrere Entwicklungen stark beeinflusst. Störereignisse können sowohl positiver als auch negativer Natur sein und somit sowohl auf Risiko- als auch auf Chancenpotenziale hinweisen.²²⁷ Des Weiteren wird im Rahmen der Störereignisanalyse die Signifikanz (Bedeutung) der gesammelten Ereignisse bewertet und es werden hierfür entsprechende Präventiv- und Reaktivmaßnahmen festgelegt.²²⁸ Hierbei geht es nicht um die exakte Vorhersage von

²²³ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 222.

²²⁴ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 222; Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 16; von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 53.

²²⁵ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 222; Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 16.

²²⁶ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 56.

²²⁷ Vgl. Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 17; ferner Pütz 2004 /Controlling/ S. 222.

²²⁸ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 59.

Störfällen, sondern vielmehr um eine Sensibilisierung der Szenarioanwender für Störfälle, damit diese im Eintrittsfall flexibel und schnell reagieren können.²²⁹

Schritt 8: Szenario-Transfer

Der Schritt des Szenario-Transfers (oder auch Maßnahmenplanung) gehört nicht mehr zur Szenario-Technik im engeren Sinne, da diese ausdrücklich der Erstellung von Szenarien dient. Er ist dennoch bei einer Erstellung von Szenarien von großer Bedeutung, da ohne eine Umsetzung der in den vorangehenden Schritten gewonnenen Ergebnisse in der Planung, der Zweck der entwickelten Szenarien allein noch nicht erfüllt ist.²³⁰ Deshalb geht es in diesem Schritt darum, auf Basis der im Rahmen der Konsequenzanalyse erarbeiteten Maßnahmen oder Aktivitäten zum Umgang mit Chancen und Risiken eine Leitstrategie zu formulieren, eventuell Alternativstrategien festzulegen und ein Umfeldbeobachtungssystem einzuführen.²³¹

2.3.4.2 Szenario-Technik im Kontext eines CVN

Beim Einsatz der Szenario-Technik im Rahmen eines CVN muss die Ausgangssituation des Unternehmens nicht nur unter Berücksichtigung ökonomischer, sondern auch unter Berücksichtigung ökologischer und sozialer Aspekte erfolgen. Im zweiten Schritt, der Einflussanalyse, sind aus ökologischer Sicht die Umweltschutzansprüche der Stakeholder von besonderer Bedeutung. Soziale Ansprüche der Stakeholder könnten etwa die Arbeitsbedingungen der Angestellten oder der Verzicht auf Kinderarbeit sein. Bei der im dritten Schritt erfolgenden Trendprojektion der Einflussfaktoren ist bspw. die Entwicklung der Umweltgesetzgebung oder das künftige Konsumentenverhalten bezüglich ökologischer und sozialer Aspekte abzuschätzen. Des Weiteren gilt es im Rahmen der Konsequenzanalyse auch die ökologischen und sozialen Chancen und Risiken für das Unternehmen aus den einzelnen Szenarien abzuschätzen.²³²

2.3.4.3 Eignung der Szenario-Technik für ein CVN

Dadurch, dass die Szenario-Technik ein sehr weites und praktisch fast unbegrenztes Anwendungsspektrum aufweist, kann sie zur Begegnung aller Aspekte der Nachhaltigkeit eingesetzt werden, wenn der Schwerpunkt auch auf der ökonomischen Perspektive liegt.²³³ Die Anwendung der Szenario-Technik in Hinblick auf ökologische Fragestellungen scheint deshalb Erfolg versprechend zu sein, da sowohl quantitative als auch

²²⁹ Vgl. Mißler-Behr 1993 /Methoden/ S. 17.

²³⁰ Vgl. Pütz 2004 /Controlling/ S. 223; Mißler-Behr 1993 /Maßnahmen/ S. 18.

²³¹ Vgl. von Reibnitz 1991 /Szenario-Technik/ S. 65.

²³² Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 87.

²³³ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 112.

qualitative²³⁴ Umweltinformationen einbezogen werden können und da die Berücksichtigung externer Faktoren gewährleistet ist. Des Weiteren lassen sich die langfristigen Auswirkungen von (Nachhaltigkeits-) Strategien anschaulich darstellen.²³⁵ Dasselbe gilt offenkundig auch für die Berücksichtigung sozialer Nachhaltigkeitsaspekte, die in der Regel noch häufiger qualitativer Natur sind als ökonomische und auch ökologische Aspekte.

Dadurch, dass die Szenario-Technik ein strategisch ausgerichtetes Controllinginstrument ist, das zur Planung von Szenarien bis in die entfernte Zukunft eingesetzt wird, ist es auch gut für die Planung, Steuerung und Kontrolle nachhaltigkeitsbezogener Aspekte geeignet, da diese eher über einen langen Zeitraum betrachtet werden müssen. So ist bspw. die Verknappung der Ressourcen gegenwärtig nur ein beginnendes Problem, allerdings bedarf es langfristiger Strategien, um der zunehmenden Knappheit und einer möglichen vollständigen Erschöpfung in der Zukunft begegnen zu können.

Des Weiteren bietet die Identifikation zukünftiger Chancen und Risiken durch den Einsatz der Szenario-Technik die Möglichkeit, unternehmerische Aktivitäten frühzeitig darauf hin auszurichten. So können sich Unternehmen auf eine Entwicklung einstellen, noch bevor z.B. Trendwendungen oder neue wissenschaftliche Erkenntnisse ein- oder sich gar durchgesetzt haben. Die so entstehende Vorreiterrolle verschafft den Unternehmen oftmals Wettbewerbsvorteile und eine Effizienzsteigerung auf ökologischem und sozialem Gebiet.²³⁶

Allerdings ist der Einsatz der Szenario-Technik ein langfristig anzulegender, arbeits-, zeit-, personal- und kostenintensiver Prozess, der methodisches und fachliches (Vor-) Wissen erfordert. Dieser Aufwand kann unter Umständen dazu führen, dass Unternehmen vom Einsatz dieser Methode absehen. Des Weiteren kann sich das Festlegen einer Strategie auf Basis von Szenarien als sehr schwierig erweisen, da dem Unternehmen bzw. dem Entscheidungsträger drei Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Entweder wird eine robuste Strategie gewählt, die zwar auf jeden Fall erfolgreich ist, durch die aber bewusst Kompromisse in Kauf genommen werden müssen, oder es wird das wahrscheinlichste Szenario als Orientierungspunkt genommen, oder es können auch gezielt Ressourcen eingesetzt werden, um ein wünschenswertes Szenario herbeizuführen. Ein

²³⁴ Zu der Eigenschaft der Szenario-Technik, sowohl quantitative als auch qualitative Einflussgrößen berücksichtigen zu können siehe auch bspw. Pütz 2004 /Controlling/ S. 215; Mißler-Behr 1993 Methoden/ S. IX

²³⁵ Vgl. Zwingel 1997 /Einsatzmöglichkeiten/ S. 87.

²³⁶ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 112.

allgemeines Verfahren um diese Wahl zu erleichtern existiert nicht. Die Eignung einer Strategie hängt sowohl generell vom Unternehmen als auch speziell von der Projektzielsetzung ab.²³⁷

3 Stand und ausgewählte Entwicklungsbereiche des CVN in der Industry Line Public der T-Systems International GmbH

Anknüpfend an die Ausführungen zu Nachhaltigkeit und Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen im vorangehenden Teil dieser Arbeit, soll in diesem Kapitel versucht werden, Aspekte für ein mögliches CVN-Konzept anhand eines Praxisbeispiels aufzuzeigen. Die hierfür verwendeten Informationen wurden während eines dreimonatigen Praktikums bei dem Beauftragten für Umweltschutz und Nachhaltigkeit der T-Systems International GmbH am Standort Bonn gesammelt.

Bei der T-Systems werden vor allem die Geschäftskunden des Telekom-Konzerns betreut. Die T-Systems bietet diesen Kunden die Entwicklung, Implementierung und den Betrieb ihrer IT- und Kommunikationsinfrastruktur sowie ihrer Geschäftsprozesse. So werden im Services Offering Portfolio (SOP) der T-Systems verschiedenste Lösungen für unterschiedliche Bereiche angeboten.

Gerade der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) stellt eine Schlüsseltechnologie dar, die sowohl über ein hohes ökonomisches Potenzial verfügt als auch für eine nachhaltige Wirtschaftsweise von größter Bedeutung ist. Gerade zur Senkung der Umweltbelastungen trägt der Einsatz von IuK-Techniken bei, indem bspw. Prozesse effizienter gesteuert werden oder der Transport materieller Güter durch den immateriellen Austausch von Informationen substituiert wird.²³⁸

Im Folgenden soll deshalb gezeigt werden, welche Nachhaltigkeitspotenziale in den Lösungen der T-Systems zu identifizieren sind und vor allem wie der Nachhaltigkeitsbeitrag für die Kunden, die diese Lösungen einsetzen, zu bewerten ist.

3.1 Aktueller Stand

Für die T-Systems bedeutet Nachhaltigkeit: „Unternehmerisches Handeln unter strategischem Einbezug von ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Wertsteigerungspotenzialen.“ Doch nicht nur für das Unternehmen selbst, sondern auch für die Vermarktung der Lösungen gewinnt das Thema Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeutung. Deshalb wurde vom Vertrieb der Wunsch an das Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement herangetragen, den Nachhaltigkeitsbeitrag der Lösungen messbar zu ma-

²³⁷ Vgl. Schaltegger u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/ S. 112.

²³⁸ Vgl. Behrendt u.a. 1998 /Innovationen/ S. 1.

chen und so dem Kunden nicht nur den ökonomischen Nutzen sondern auch einen nachhaltigkeitsbezogenen Wertbeitrag aufzuzeigen.

Bei vielen Lösungen ist offensichtlich, dass Nachhaltigkeitspotenziale wie z.B. Reduktion des Papierverbrauchs oder des Transportes enthalten sind, allerdings ist keine angemessene Methode vorhanden, die eine Messung und Bewertung dieser Potenziale ermöglicht.

Um Aspekte für ein Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen der Lösungen der T-Systems zu entwickeln, wurden Informationen über ein abgeschlossenes Projekt bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um eine Lösung aus dem Bereich der Industry Line Public (IL Public) der T-Systems International GmbH. Die IL Public stellt Lösungen für den öffentlichen Bereich zur Verfügung, z.B. für Behörden.²³⁹

Das den folgenden Ausführungen zugrunde liegende Projekt „Digitale Archivierung und revisionssicheres Archiv bei der LVA Rheinprovinz“ ist aus dem Bereich Document Services. Hierbei wurde das komplette Altaktenarchiv der LVA Rheinprovinz eingescannt und digitalisiert und so mit Hilfe eines Recherche Client den Sachbearbeitern direkt digital zur Verfügung gestellt. So wird das Zentralarchiv für Altakten überflüssig und auch der aufwändige Transport der Akten vom Archiv zum Hauptsitz und den 12 Service-Zentren entfällt.²⁴⁰

3.2 Entwicklungsbereiche

In diesem Teil der Arbeit soll aufgezeigt werden, welche möglichen Entwicklungsbereiche für ein CVN in der Industry Line Public der T-Systems International GmbH bestehen. Hierbei soll ausgehend von dem oben skizzierten Projekt gezeigt werden, welche Möglichkeit der Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen sich anbietet und wie nachhaltigkeitsrelevante Aspekte in einem Projektcontrolling berücksichtigt werden können.

3.2.1 Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen

Um überhaupt einen Ansatz für ein Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen aufzeigen zu können, bedarf es in einem ersten Schritt, diese Potenziale zu operationalisieren.

²³⁹ Hierunter fallen z.B. E-Government Lösungen wie Behördengänge per Internet.

²⁴⁰ Die Informationen bezüglich des Projektes sind aus verschiedenen Quellen zusammengetragen worden. Diese Quellen sind Power-Point Präsentationen der T-Systems zu diesem Projekt, Mitteilungen bezüglich des Projektes der LVA Rheinprovinz auf ihren Internetseiten und Emails von Herrn Kleffel, Accountmanager Deutsche Rentenversicherung der IL Public der T-Systems International GmbH in Düsseldorf, und Herrn Luther von der LVA Rheinprovinz. Für Informationen siehe z.B. Nolte, Pilatus 2004 /Einführung/.

Zunächst soll deshalb auf die besondere Problematik hinsichtlich der Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen eingegangen werden, um dann anschließend einen Ansatz zur Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen auf Basis des Analytical Hierarchy Process zu skizzieren.

3.2.1.1 Zur Notwendigkeit und Problematik der Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen

Im Rahmen eines Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen geht es darum, den Erfolg nachhaltigen Wirtschaftens in Unternehmen gestaltbar zu machen, zu messen und zu bewerten.²⁴¹ Um Nachhaltigkeitsaspekte wirkungsvoll in das Controlling zu integrieren bedarf es zunächst der Operationalisierung des recht abstrakten Begriffs Nachhaltigkeit²⁴², d.h. es bedarf einer wirksamen Methode, um Nachhaltigkeit bzw. Nachhaltigkeitspotenziale messbar zu machen.

Wie schon in Abschnitt 2.2.1 erläutert wurde, handelt es sich bei dem Begriff Nachhaltigkeit um einen sehr abstrakten und zumeist gesamtwirtschaftlich geprägten Begriff, der zunächst auf die Unternehmensebene heruntergebrochen werden muss. Der nur unscharf definierte Begriff ist ein Grund für die Schwierigkeiten hinsichtlich der Operationalisierung von Nachhaltigkeit. Ein weiteres Problem bei der Operationalisierung von Nachhaltigkeit ist seine Vielschichtigkeit. Da Nachhaltigkeit aus den drei verschiedenen Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales besteht, sind sehr unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen. Einerseits handelt es sich dabei um quantitativ messbare Sachverhalte, wie z.B. im Bereich der Ökonomie, und andererseits sind auch vorwiegend qualitativ messbare Sachverhalte, wie z.B. im Bereich Soziales, bei einer Messung der Nachhaltigkeitsleistung zu berücksichtigen. Bevor nach einer geeigneten Messmethode gesucht wird, sollte man sich deshalb darüber bewusst sein, was es zu messen gilt.

Gerade die Messung und Bewertung des Nachhaltigkeitsbeitrages der Lösungen der T-Systems stellt eine große Herausforderung dar, weil es sich nicht um ein physisches Produkt handelt, dessen Beitrag zur Nachhaltigkeit gemessen werden soll. Es sollen vielmehr die Nachhaltigkeitspotenziale gemessen und bewertet werden, die der Kunde durch den Einsatz der Lösung realisieren kann. Dabei sollen natürlich alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit integrativ berücksichtigt werden können.

²⁴¹ Vgl. Haasis 2004 /Leistungsmessung/ S. 35.

²⁴² Vgl. Lemser 2004 /Controlling/ S. 44.

3.2.1.2 Skizzierung eines Ansatzes zur Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen auf Basis des Analytic Hierarchy Process

Den Ausgangspunkt einer nachvollziehbaren Leistungsmessung und Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen bildet die zeitliche und sachliche Abgrenzung des betrachteten Analyseausschnittes und der methodischen Ermittlungsbasis. Die anzuwendende Ermittlungsbasis hat dabei die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit und ihre regelgerechte Aggregation sowie die verfolgte Entwicklungsperspektive zu konkretisieren.²⁴³ Zur Darstellung, Messung und vergleichenden Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen eignen sich aufgrund der zu berücksichtigenden multikriteriellen und mehrpersonellen Entscheidungsfindung auch Methoden des Operations Research²⁴⁴.

Zu den anwendbaren Methoden des Operations Research für eine Leistungsmessung und Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen zählen unter anderem Verfahren der Multiattribut-Entscheidungstheorie, besonders Verfahren der hierarchisch additiven Gewichtung.²⁴⁵ Zu diesen Verfahren zählt der Analytic Hierarchy Process, der im Folgenden als Grundlage für einen Ansatz zur Operationalisierung von Nachhaltigkeitspotenzialen dienen soll. Aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Arbeit erhebt die Darstellung des Analytic Hierarchy Process allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es geht vielmehr darum, diese Methodik zu skizzieren. Für eine umfassendere Darstellung sei auf die den Ausführungen zugrunde liegende Literatur verwiesen.

3.2.1.2.1 Skizzierung des Analytic Hierarchy Process

Der Anfang der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts von Saaty entwickelte Analytic Hierarchy Process²⁴⁶ (AHP) ist eine Technik zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme im Bereich von Wirtschaft und Gesellschaft.²⁴⁷ Der Grundgedanke dieser Technik besteht darin, ein komplexes Entscheidungssystem als Hierarchie einzelner Entscheidungselemente aufzufassen, zwischen denen bestimmte Beziehungen beste-

²⁴³ Vgl. Haasis 2004 /Leistungsmessung/ S. 36 ff.

²⁴⁴ Operations Research ist ein auf die praktische Anwendung mathematischer Methoden ausgerichteter Wissenszweig, der sich bekanntlich mit der Problemanalyse und Vorbereitung optimaler Entscheidungen in Organisationen befasst.

²⁴⁵ Vgl. Haasis 2004 /Leistungsmessung/ S. 38.

²⁴⁶ In der Literatur ist für den Analytic Hierarchy Process auch die Bezeichnung Analytical Hierarchy Process vorzufinden. Da allerdings Saaty selbst die Bezeichnung Analytic Hierarchy Process verwendet, soll diese Bezeichnung auch in dieser Arbeit verwendet werden. Des Weiteren findet man in der deutschsprachigen Literatur auch die Übersetzung als Analytischer Hierarchie Prozess.

²⁴⁷ Vgl. z.B. Saaty 1996 /Process/; Saaty, Vargas 2001 /Models/. Siehe ferner Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/; Zelewski, Peters 2004 /Möglichkeiten/; Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 121; Weber 1993 /Entscheidungen/ S. 73 ff.; Götze, Bloech 2002 /Investitionsrechnung/ S. 188 ff; Sommerhäuser 2000 /Entscheidungen/ S.16 ff.

hen²⁴⁸: „A hierarchy is an abstraction of the structure of a system to study the functional interactions of its components and their impacts on the entire system.“²⁴⁹

Entscheidungsprobleme sind vor allem dann komplex, wenn mehrere, teilweise nicht quantitativ messbare Kriterien zu berücksichtigen sind. In diesem Fall bietet der AHP jedoch den Vorteil, dass er in der Lage ist sowohl qualitative als auch quantitative Kriterien zu berücksichtigen.²⁵⁰ Diese Eigenschaft ist in Hinblick auf die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen von entscheidender Bedeutung, da Kriterien für Nachhaltigkeitspotenziale sowohl qualitativer als auch quantitativer Natur sind. So sind viele ökonomische Nachhaltigkeitskriterien quantitativ messbar, wie z.B. Kosten, wohingegen besonders Kriterien aus dem Bereich der sozialen Nachhaltigkeitsaspekte häufig nur qualitativ messbar sind.

Im Vergleich zu bspw. der Nutzwertanalyse, die auch für solche Problemstellungen herangezogen werden könnte, bietet der AHP den Vorteil, dass er einfacher in der Durchführung ist, weil er die Beurteilung der Alternativen auf Paarvergleiche reduziert und darüber hinaus können Ungereimtheiten und Widersprüche im Entscheidungsverhalten aufgedeckt werden.²⁵¹ Die genaue Vorgehensweise dieser Technik soll im Weiteren noch näher erläutert werden.

Im Rahmen der AHP-Technik sind sowohl die einzelnen Ebenen und Elemente der Entscheidungshierarchie als auch die Beziehungen der einzelnen Elemente zueinander wie bei jedem Entscheidungsprozess individuell durch die Entscheidungsträger festzulegen, d.h. es existiert keine allgemeingültige Hierarchie, sondern die Strukturierung wird einerseits durch die spezifische Problemsituation und andererseits durch die subjektive Einschätzung der beteiligten Entscheidungsträger bestimmt. Alle Hierarchien haben jedoch die Gemeinsamkeit, dass sie²⁵²

- von einem **übergeordneten Ziel** (im wirtschaftlichen Kontext handelt es sich hierbei zumeist um ein allgemeines Erfolgsziel) ausgehen,
- aus diesem übergeordneten (Erfolgs-)Ziel konkrete **Unterziele** ableiten und
- **Maßnahmen** einbeziehen, durch die die gesetzten Ziele in unterschiedlichen Umweltsituationen realisiert werden können.

²⁴⁸ Vgl. Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 121.

²⁴⁹ Saaty 1996 /Process/ S. 5.

²⁵⁰ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 295; Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1210.

²⁵¹ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1210.

²⁵² Vgl. Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 121.

Bei der Strukturierung der Zielebene ist beim AHP Verfahren darauf zu achten, dass die angegebenen Teilziele das Kriterium der Vollständigkeit erfüllen, wobei das übergeordnete Ziel als eine Art Klammer dient: Es sind nämlich sämtliche Teilziele zu nennen, die nach Einschätzung des Entscheidungsträgers in Bezug auf das übergeordnete Ziel von Bedeutung sind.²⁵³

3.2.1.2.1.1 Vorgehensweise bei der AHP-Technik

Bei der Anwendung des AHP auf ein konkretes Planungsproblem wird gewöhnlich in den fünf Hauptschritten vorgegangen, die in der folgenden Darstellung abgebildet sind.

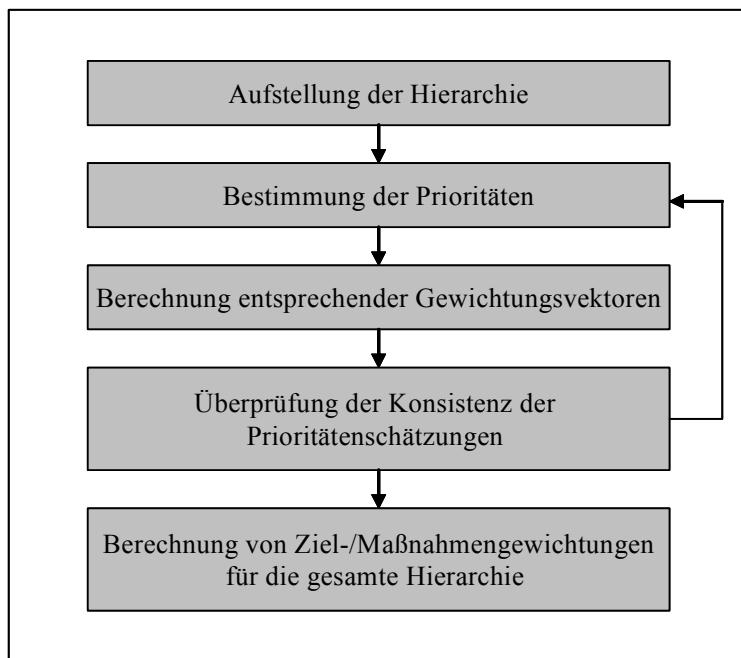


Abb. 9: Vorgehensweise bei der AHP-Technik²⁵⁴

Die in der Übersicht dargestellten Schritte sollen im Folgenden näher erläutert werden:

1. Aufstellung der Hierarchie

Grundsätzlich kann die Aufstellung von Hierarchien ein nützliches Hilfsmittel sein, um komplexe Probleme in überschaubare Gruppen zu zerlegen. Sie machen sichtbar, wie sich Veränderungen auf einer Ebene auf andere Ebenen auswirken. Die AHP-Technik ist darüber hinaus in der Lage, diese Zusammenhänge auch berechenbar zu machen.²⁵⁵ Die Zerlegung des Entscheidungsproblems in Teilprobleme wird auch Dekomposition genannt.²⁵⁶

²⁵³ Vgl. Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 121.

²⁵⁴ In Anlehnung an Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 121.

²⁵⁵ Vgl. Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 122.

²⁵⁶ Vgl. z.B. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1210.

Mit Hilfe der Dekomposition wird die durch die Vielschichtigkeit eines Entscheidungsproblems bedingte Komplexität reduziert, indem das Entscheidungsproblem durch sukzessive Lösung der Teilprobleme gelöst wird. Kriterien können hierbei auch in Subkriterien ausdifferenziert werden, wodurch eine Hierarchie mit mehreren Kriterienebenen entsteht. Es sollte allerdings beachtet werden, dass der Arbeitsaufwand mit jeder zusätzlichen (Sub-)Kriterienebene zunimmt.²⁵⁷

Die so festgelegte Hierarchie ist durch die generelle Aufgabenformulierung allerdings nicht endgültig festgelegt, sondern sie kann, zumindest in einem gewissen Umfang, später noch verfeinert oder umgestaltet werden.²⁵⁸

2. Bestimmung der Prioritäten

Die relative Bedeutung von (Sub-)Kriterien im Vergleich zu dem jeweils übergeordneten Kriterium wird bei der AHP-Technik mit Hilfe von paarweisen Vergleichen beurteilt. Dabei gibt jedes Paarvergleichsurteil a_{ij} die Bedeutung eines (Sub-)Kriteriums i für ein übergeordnetes Kriterium im Vergleich zu einem anderen (Sub-)Kriterium j an.²⁵⁹

Im Folgenden ist die bei der AHP-Technik verwendete 9-Punkte-Skala abgebildet.

²⁵⁷ Vgl. Peters, Zelewski 2002 /AHP/ S. 5

²⁵⁸ Vgl. Weber 1993 /Entscheidungen/ S. 78.

²⁵⁹ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1211.

mögliche Werte für Paarvergleichsurteile a_{ij}	Bedeutung der möglichen Werte für Paarvergleichsurteile a_{ij}	
	Beurteilung von Handlungsalternativen in Bezug auf ein Kriterium	Beurteilung der relativen Bedeutung von Kriterien
1	gleiche Kriterienausprägung der beiden Handlungsalternativen i und j (Indifferenz)	gleiche Bedeutung der beiden Kriterien i und j (Indifferenz)
3	etwas höhere Kriterienausprägung der Handlungsalternative i	etwas höhere Bedeutung des Kriteriums i
5	deutlich höhere Kriterienausprägung der Handlungsalternative i	deutlich höhere Bedeutung des Kriteriums i
7	viel höhere Kriterienausprägung der Handlungsalternative i	viel höhere Bedeutung des Kriteriums i
9	sehr viel höhere Kriterienausprägung der Handlungsalternative i	sehr viel höhere Bedeutung des Kriteriums i
2, 4, 6, 8	Zwischenwerte	
$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}$	Reziprokwerte für „inverse“ Präferenzen, bei denen die Handlungsalternative bzw. das Kriterium j gegenüber i bevorzugt wird [die Reziprokwerte werden im Allgemeinen in der unteren (oberen) Dreiecksmatrix der quadratischen Evaluationsmatrix mit allen Paarvergleichsurteilen „automatisch“ generiert, indem jedem Paarvergleichsurteil a_{ij} in der oberen (unteren) Dreiecksmatrix durch Spiegelung der Evaluationsmatrix entlang ihrer Hauptdiagonalen das inverse Paarvergleichsurteil $a_{ij} = 1/a_{ij}$ in der unteren (oberen) Dreiecksmatrix zugeordnet wird]	

Tab. 3: AHP-Skala für Paarvergleichsurteile²⁶⁰

Ausschlaggebend für den Einsatz einer 9-Punkte-Skala ist einerseits die Tatsache, dass differenziertere Skalen die Anwender zumeist überfordern²⁶¹ und andererseits entsprechen die einzelnen Werte inhaltlich sinnvollen Aussagen über die Priorität eines Kriteriums im Vergleich zu einem anderen.²⁶²

In einer Evaluationsmatrix A werden die gesamten Paarvergleichsurteile a_{ij} in Bezug auf alle (Sub-)Kriterien zusammengefasst. Im Allgemeinen wird dabei unterstellt, dass sich Vergleichsurteile für die gleichen Paare aus (Sub-)Kriterien reziprok zueinander verhalten, das bedeutet es gilt $a_{ij} = a_{ji}^{-1}$. Somit wird die Evaluationsmatrix auch als reziproke Matrix bezeichnet. Formal dargestellt sieht die Evaluationsmatrix A folgendermaßen aus²⁶³:

²⁶⁰ In Anlehnung an Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 298. Diese Darstellung basiert auf den Veröffentlichungen von Saaty. Siehe hierzu bspw. Saaty 1986 /Foundation/ S. 843; Saaty 1996 /Process/ S. 54; Saaty, Vargas 2001 /Models/ S. 6.

²⁶¹ Vgl. Saaty 1996 /Process/ S. 57.

²⁶² Vgl. Haedrich, Kuß, Kreilkamp 1986 /Hierarchy/ S. 123.

²⁶³ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1211.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{lll} \forall i=1,\dots,n & \forall j=1,\dots,n: & a_{ij} > 0 \\ \text{mit } \forall i=j: & & a_{ij} = 1 \\ \forall i=1,\dots,n & \forall j=1,\dots,n: & a_{ij} = a_{ij}^{-1} \end{array}$$

3. Berechnung entsprechender Gewichtungsvektoren

Im Anschluss an die Bestimmung der Prioritäten²⁶⁴ erfolgt die Berechnung der lokalen Prioritätenvektoren bzw. Gewichtungsvektoren. In diesem Schritt wird für jede Paarvergleichsmatrix die aus der Gesamtheit der Paarvergleiche resultierende relative Bedeutung der (Sub-)Kriterien ermittelt und in Form eines Gewichtungsvektors zusammengestellt. Dabei gibt jede Komponente des Vektors an, welche relative Bedeutung dem zugehörigen (Sub-)Kriterium bezogen auf das betrachtete (Sub-)Kriterium der unmittelbar höheren Ebene zukommt.²⁶⁵

In einem ersten Schritt muss hierzu der maximale Eigenwert λ_{\max} einer Matrix bestimmt werden, der auch später für die Bestimmung des Konsistenzwertes benötigt wird. Eine Möglichkeit zur exakten Bestimmung von λ_{\max} besteht darin, für die folgende Matrixgleichung mit E als Einheitsmatrix die größtmögliche Lösung λ zu ermitteln²⁶⁶:

$$\det(A - \lambda E) = 0$$

Im Anschluss daran wird der ermittelte maximale Eigenwert λ_{\max} dazu benutzt, um aus den Paarvergleichsurteilen a_{ij} über die relativen Bedeutungen der (Sub-)Kriterien absolute Bedeutungsurteile zu bestimmen. Diese absoluten Bedeutungsurteile werden auch Prioritäten genannt. Sie sind die Elemente v_i eines Eigenvektors \underline{v} . Er ergibt sich für die vorgegebene Evaluationsmatrix A bezogen auf den maximalen Eigenwert λ_{\max} , als Lösung der folgenden Matrixgleichung mit $\underline{0}$ als Nullvektor²⁶⁷:

$$(A - \lambda_{\max} E) \cdot \underline{v} = \underline{0}$$

Da diese Matrixgleichung durch unendlich viele verschiedene linear abhängige Eigenvektoren \underline{v} erfüllt werden kann muss eine zweite Normierung erfolgen. Dazu wird ein

²⁶⁴ Die Reihenfolge für die Durchführung der AHP-Technik ist nicht bei allen Darstellungen in der Literatur identisch. So ist bei manchen Veröffentlichungen die Überprüfung der Konsistenz der Prioritätenschätzungen vor der Berechnung der Gewichtungsvektoren angeführt. Vgl. hierzu bspw. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 299 f.

²⁶⁵ Vgl. Götze, Bloech 2002 /Investitionsrechnung/ S. 191.

²⁶⁶ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

²⁶⁷ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

beliebiger der linear abhängigen Eigenvektoren ausgewählt und so mit einer geeigneten reellzahligen Konstante multipliziert, dass die Summe aller Vektorelemente 1 beträgt²⁶⁸:

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1$$

Das Resultat hieraus ist ein eindeutig bestimmter, (zweifach) normierter Eigenvektor \underline{v} .²⁶⁹

Bei dem hier skizzierten Verfahren zur Bestimmung der Gewichtungsvektoren handelt es sich um ein Verfahren zur exakten Bestimmung. Neben dieser exakten Bestimmung existieren noch weitere Verfahren sowohl zur exakten als auch zur approximativen Bestimmung der Gewichtungsvektoren. Aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Arbeit und angesichts der Tatsache, dass für das Anwendungsbeispiel in Abschnitt 3.2.1.2.2 dieses Verfahren zur exakten Bestimmung angewandt wurde, sei für weitere Verfahren auf die einschlägige Literatur verwiesen.²⁷⁰

4. Überprüfung der Konsistenz der Prioritätenschätzungen

Um die Konsistenz der Paarvergleichsurteile in der Evaluationsmatrix A zu überprüfen, wird bei der AHP-Technik die folgende Beziehung genutzt: Der maximale Eigenwert λ_{\max} einer Evaluationsmatrix ist bei vollkommener Konsistenz der Evaluationsmatrix notwendig gleich der Dimension n der Evaluationsmatrix.²⁷¹ Zur Beurteilung der Konsistenz der Paarvergleichsurteile hat Saaty einen Konsistenzindex (C.I.: Consistency Index) und den darauf aufbauenden Konsistenzwert (C.R.: Consistency Ratio) entwickelt.²⁷²

$$\text{Konsistenzindex: } C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$\text{Konsistenzwert: } C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

Eine Evaluationsmatrix gilt dann als vollkommen konsistent, wenn die folgende Konsistenzbedingung erfüllt ist:²⁷³

²⁶⁸ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

²⁶⁹ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

²⁷⁰ Vgl. z.B. Saaty 1996 /Process/ S. 19 und 179 und zur approximativen Bestimmung Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212 f.

²⁷¹ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 300; Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212. Vgl. hierzu ausführlich Saaty 1994 /Decision/ S. 41.

²⁷² Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 300; Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

²⁷³ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 300 f.

$$\begin{aligned}
 & \forall i = 1, \dots, n \\
 a_{ik} \cdot a_{kj} &= a_{ij} \quad \text{mit} \quad \forall j = 1, \dots, n \\
 & \forall k = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

Des Weiteren wird bei der Konsistenzbeurteilung der sog. Random Index R.I. (siehe Berechnung des Konsistenzwertes) herangezogen. Bei dem Random Index handelt es sich um einen durchschnittlichen Konsistenzindex, der aus einer großen Anzahl zufällig generierter, reziproker Evaluationsmatrizen berechnet wird.²⁷⁴ Im Folgenden sind die Werte des Random Index für Evaluationsmatrizen bis zu einer Dimension von $n = 5$ angegeben:

n	2	3	4	5
R.I.	0,00	0,52	0,89	1,11

Tab. 4: Random Index²⁷⁵

Der Konsistenzwert dient bei Anwendung der AHP-Technik als Indikator für oder gegen die hinreichende Konsistenz der Paarvergleichsurteile in der jeweils betrachteten Evaluationsmatrix.²⁷⁶ Somit dient er zur Entscheidungsunterstützung, ob die betreffende Evaluationsmatrix überarbeitet werden muss oder nicht. Für $n = 2$ beträgt der Random Index deshalb 0, weil die Paarvergleichsurteile in einer reziproken Evaluationsmatrix mit der Dimension $n = 2$ notwendig konsistent sind. Für Evaluationsmatrizen mit mehr als zwei Dimensionen sollte dann eine Überarbeitung erfolgen, wenn der Konsistenzwert bei einer Dimension von $n = 3$ der Evaluationsmatrix über 0,05, bei $n = 4$ über 0,09 und bei $n > 4$ über 0,1 liegt. Bei diesen Angaben handelt es sich um eine heuristische Empfehlung, die sich praktisch bewährt hat.²⁷⁷

5. Berechnung von Ziel-/Maßnahmengewichtungen für die gesamte Hierarchie

Sofern eine Ausdifferenzierung der Kriterienhierarchie in mehrere Kriterienebenen vorgenommen worden ist, bedarf es einer Aggregation der (relativen) Bedeutungsurteile der einzelnen Kriterienebenen. Diese Aggregation wird durch die Bildung des Produktes der Bedeutungsurteile entlang des Pfades von dem Bedeutungsurteil auf der untersten

²⁷⁴ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 301. Für jede Matrixdimension n lassen sich die zugehörigen Werte des Random Index aus entsprechenden Tabellen des AHP entnehmen. Siehe bspw. Saaty 1996 /Process/ S. 21.

²⁷⁵ Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

²⁷⁶ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 301.

²⁷⁷ Vgl. Zelewski, Peters 2003 /Entscheidungsprobleme/ S. 1212.

Kriterienebene bis hin zu dem Bedeutungsurteil auf der obersten Kriterienebene vorgenommen.²⁷⁸

3.2.1.2.1.2 Berücksichtigung quantitativer Kriterien

In den vorangehenden Ausführungen wurde bereits darauf hingewiesen, dass sich die AHP-Technik unter anderen deshalb so gut für die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen eignet, weil sie in der Lage ist, sowohl qualitative als auch quantitative Kriterienausprägungen zu berücksichtigen. Für die Berücksichtigung der quantitativen Kriterien existieren verschiedene Verfahren, die im Folgenden skizziert werden sollen.

3.2.1.2.1.2.1 Relative Bewertung

Die einfachste Vorgehensweise zur Berücksichtigung quantitativer Kriterien bei der AHP-Technik besteht darin, quantitative Kriterien genau wie qualitative Kriterien zu behandeln.²⁷⁹ In der Literatur werden bspw. Kosten teilweise wie qualitative Kriterien durch das Ausfüllen einer Evaluationsmatrix mit Paarvergleichsurteilen bewertet²⁸⁰, d.h. sie werden nicht als kardinale und einer Handlungsalternative isoliert zurechenbare („absolute“) Größe behandelt, sondern es werden somit relative Urteile über die „Kostenrelevanz“ jeweils zweier Handlungsalternativen auf einer Ordinalskala gefällt.²⁸¹

Der Nachteil dieser relativen Bewertung quantitativer Kriterien ist, dass durch diese Vorgehensweise ursprünglich verfügbare Informationen auf aussagekräftigerem, kardinalen Skalenniveau hinsichtlich der „direkten“ Kosten jeder Handlungsalternative verfahrensmäßig bedingt verloren gehen. Aufgrund dieses verfahrensbedingten Informationsverlustes gegenüber der kardinalen Ausgangsinformationen bietet sich die relative Bewertung quantitativer Kriterien im Allgemeinen nur dann an, wenn nur ungenaue Vorstellungen über die Höhe der Kriterienausprägungen vorliegen, weil allein in diesem Fall kein Informationsverlust entsteht, da präzise kardinale Ausgangsdaten ohnehin fehlen.²⁸²

3.2.1.2.1.2.2 Absolute Bewertung

Eine weitere Möglichkeit, quantitative Kriterien bei der AHP-Technik zu berücksichtigen, ist die sog. absolute Bewertung, die auch als Rating bezeichnet wird. Bei der absoluten Bewertung wird eine Bestimmung der Indizes der Handlungsalternativen vorge-

²⁷⁸ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 300.

²⁷⁹ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 303. Für ein Anwendungsbeispiel für die Vorgehensweise bei der relativen Bewertung vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 309 f.

²⁸⁰ Vgl. hierzu bspw. Weber 1993 /Entscheidungen/ S. 98 ff.

²⁸¹ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 303.

²⁸² Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 303.

nommen, ohne die bewertete Handlungsalternative mit einer anderen zu vergleichen. Somit wird hierbei auf die AHP-typischen Paarvergleichsurteile auf der Ebene der Alternativenbeurteilung verzichtet.²⁸³

Für die absolute Bewertung quantitativer Kriterien existieren drei verschiedene Verfahren. Hierbei handelt es sich erstens um die Verwendung von Intensitäten und Intensitätsintervallen, zweitens um die Bestimmung einer kardinal skalierten Funktion und drittens um das Verfahren der absoluten Bewertung. Alle diese Verfahren sollen im Folgenden noch kurz erläutert werden.

Ein Vorteil der Verfahren der absoluten Bewertung gegenüber der relativen Bewertung quantitativer Kriterien liegt darin, dass der Arbeitsaufwand geringer ist, wenn eine sehr große Anzahl an Handlungsalternativen zu beurteilen ist, da die Anzahl der Paarvergleichsurteile bei der relativen Bewertung mit jeder zusätzlichen Handlungsalternative exponentiell steigt.²⁸⁴

1. Intensitätsintervalle

Die erste hier vorgestellte Vorgehensweise zur absoluten Bewertung quantitativer Daten ist auch in der Literatur am weitesten verbreitet. Hierbei wird eine Beurteilungsskala mit Ausprägungen festgelegt, die der natürlichen Sprache entstammen, den sog. Intensitäten.²⁸⁵ Bei dieser Vorgehensweise werden in einem ersten Schritt den natürlichsprachigen Intensitäten durch numerische Intensitätswerte t_i einzelne Abstufungen auf einer Kardinalskala zugeordnet. Dann werden die Intensitätswerte aus einer Evaluationsmatrix ermittelt, wobei die entsprechenden Paarvergleichsurteile angeben, wie stark eine natürlichsprachige Intensität im Vergleich zu einer anderen präferiert wird.^{286,287}

Um quantitative Kriterien in Rahmen des AHP zu berücksichtigen, können sog. Intensitätsintervalle verwendet werden. Beispiel hierfür sind Mitarbeiteranzahlen, Kosten und Umsatzerlöse. So können bspw. für die Intensitäten „sehr gering“ bis „sehr hoch“ die Intensitätsintervallgrenzen durch entsprechende Kosten festgelegt werden. So steht etwa das Intensitätsintervall $[0; 1000]$ € für die Intensität „sehr gering“ und das Intensitätsintervall $]1000; 5000]$ € für die Intensität „gering“. Die Handlungsalternativen wer-

²⁸³ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 303.

²⁸⁴ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 306.

²⁸⁵ Für ein Anwendungsbeispiel hierzu vgl bspw. Saaty 1994 /Decision/ S. 33 ff oder auch Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 310 f.

²⁸⁶ Als ein Beispiel für Intensitäten seien an dieser Stelle Schulnoten angeführt, für die mit Paarvergleichsurteilen angegeben wird, wie viel stärker beispielsweise die Präferenz für die Intensität „sehr gut“ im Vergleich zur Intensität „mangelhaft“ ausfällt.

²⁸⁷ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 303 f.

den hierbei dadurch bewertet, dass ihnen jeweils eine Intensität direkt, d.h. ohne Vergleich mit einer anderen Handlungsalternative, zugeordnet wird. Allerdings entsteht durch die Reduzierung eines kardinal skalierten Intensitätsintervalls auf nur noch eine ordinal beurteilte Intensität, wie bei der relativen Bewertung, ein verfahrensbedingter Informationsverlust.²⁸⁸

Die absolute Bewertung mit Hilfe von Intensitätsintervallen bietet sich immer dann an, wenn die Ausprägungen der quantitativen Kriterien für die Handlungsalternativen zwar nicht genau angegeben werden können, jedoch eine ungefähre Vorstellung über die Größenordnung vorhanden ist, so dass die grobe Zuordnung der Handlungsalternativen zu den entsprechenden Intensitätsintervallen grundsätzlich möglich ist. Da in diesem Fall keine präzisen kardinalen Ausgangsinformationen vorhanden sind, kann es folglich auch zu keinem verfahrensbedingten Informationsverlust kommen. Allerdings sollte darauf hingewiesen werden, dass hierbei (zumindest implizit) vorausgesetzt werden muss, dass die Alternativenzuordnung zu den Intensitätsintervallen stets eindeutig erfolgen kann. Somit dürfen keine „Beurteilungsunschärfen“ bei denjenigen Handlungsalternativen auftreten, die aus der Sicht der jeweiligen Entscheidungsperson nahe an den Grenzen zwischen zwei benachbarten Intensitätsintervallen liegen.²⁸⁹

2. Festlegen einer kardinal skalierten Funktion

Die zweite Möglichkeit der absoluten Bewertung besteht darin, eine Skala durch die Angabe einer kardinal skalierten Funktion festzulegen, die einen rechtseindeutigen²⁹⁰ Zusammenhang zwischen den Ausprägungen eines quantitativen Kriteriums und den Präferenzwerten der entscheidenden Person für die Kriterienausprägungen bestimmt. Für derartige Funktionen gibt es weder „allgemeingültige“ Vorgaben noch können sie „repräsentativ“ empirisch erhoben werden, da sie die jeweiligen subjektiven Präferenzen eines individuellen Entscheiders widerspiegeln. Allerdings existieren in der einschlägigen entscheidungstheoretischen Fachliteratur, insbesondere in Veröffentlichungen zur Nutzwertanalyse, einige Beispiele für „typische“ Funktionsverläufe.²⁹¹ Solche Funktionen stellen aus Sicht der Entscheidungstheorie eine kriterienspezifische Höhenpräferenz dar. Der Einsatz dieser Möglichkeit zur absoluten Bewertung quantitativer

²⁸⁸ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 304.

²⁸⁹ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 304.

²⁹⁰ Rechtseindeutig bedeutet in diesem Fall, dass jeder Ausprägung eines quantitativen Kriteriums genau ein Präferenzwert der entscheidenden Person für diese Kriterienausprägung zugeordnet wird. Die Umkehrung muss allerdings nicht gelten, d.h., derselbe Präferenzwert der entscheidenden Person kann mehreren verschiedenen Ausprägungen des quantitativen Kriteriums zugeordnet sein.

²⁹¹ Für einen Überblick über verschiedene solcher Funktionen siehe bspw. Rinza, Schmitz 1992 /Nutzwert-Kosten-Analyse/ S. 69 ff.

Kriterien bietet sich vor allem dann an, wenn die Ausprägungen der quantitativen Kriterien genau bekannt sind und der Zusammenhang zwischen Kriterienausprägungen und Indizes aus Sicht des Entscheiders nicht proportional ist.²⁹²

3. Direkte Bewertung

Die dritte Möglichkeit der absoluten Bewertung quantitativer Kriterien stellt die sog. direkte Bewertung²⁹³ dar. Hierbei handelt es sich um eine präzise Art der Bewertung quantitativer Kriterien, bei der es zu keinem verfahrensbedingten Informationsverlust kommt. Die direkte Bewertung kann allerdings nur dann angewandt werden, wenn für alle Handlungsalternativen die genauen Kriterienausprägungen bekannt sind.²⁹⁴

Je nachdem, ob hohe Kriterienausprägungen, z.B. bei Umsatzerlösen, oder niedrige Kriterienausprägungen, z.B. bei Kosten, als vorteilhaft beurteilt werden sollen, sind bei der direkten Bewertung verschiedene Rechenoperationen durchzuführen.²⁹⁵

Für den Fall, dass hohe Kriterienausprägungen gewünscht sind, werden die Indizes p_i bestimmt, indem für jede Handlungsalternative i die entsprechende Kriterienausprägung k_i durch die Summe der Kriterienausprägungen aller n Handlungsalternativen dividiert wird²⁹⁶:

$$p_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad \forall i=1, \dots, n$$

Für den Fall, dass niedrige Kriterienausprägungen gewünscht sind, stellt die Berechnung der Indizes mit den reziproken Werten der Kriterienausprägungen andererseits sicher, dass aus einer niedrigen Kriterienausprägung ein hoher Index abgeleitet wird²⁹⁷:

$$p_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{k_i}} \quad \forall i=1, \dots, n$$

Darüber hinaus besteht beim Vorliegen mehrerer quantitativer Kriterien der gleichen Dimension innerhalb einer Bewertungshierarchie (z.B. bei verschiedenen Kostenarten in derselben Währung), die berücksichtigt werden, die Möglichkeit, diese zu einem Kri-

²⁹² Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 304 f.

²⁹³ Für ein Anwendungsbeispiel zur Vorgehensweise bei der direkten Bewertung siehe bspw. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 309.

²⁹⁴ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 305.

²⁹⁵ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 305.

²⁹⁶ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 305.

²⁹⁷ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 305.

terium (z.B. Gesamtkosten) zu aggregieren. Der Index p_i für jede Handlungsalternative i wird dabei im Hinblick auf die Gesamtheit aller aggregierten Kriterien mit p_i^G notiert. Er wird als aggregierter Index bezeichnet.²⁹⁸

Für den Fall der Vorteilhaftigkeit hoher Kriterienausprägungen wird für jede Handlungsalternative i der aggregierte Index p_i^G dadurch ermittelt, dass zunächst die Summe der Ausprägungen $k_{i,l}$ der insgesamt L in die Aggregation einbezogenen Kriterien $l=1, \dots, L$ gebildet wird. Im Anschluss daran wird zur Normierung des Indexwertes durch die Summe aller Kriterienausprägungen $k_{i,l}$ dividiert, die sich einerseits aus allen n Handlungsalternativen i und andererseits aus allen L Kriterien l , die bei der Aggregation zu berücksichtigen sind, zusammensetzt²⁹⁹:

$$p_i^G = \frac{\sum_{l=1}^L k_{i,l}}{\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^L k_{i,l}} \quad \forall i=1, \dots, n$$

Für den Fall der Vorteilhaftigkeit niedriger Kriterienausprägungen wird die Berechnung des aggregierten Index p_i^G auf analoge Weise durchgeführt, allerdings unter Verwendung von reziproken Werten³⁰⁰:

$$p_i^G = \frac{\frac{1}{\sum_{l=1}^L k_{i,l}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{l=1}^L k_{i,l}}} \quad \forall i=1, \dots, n$$

3.2.1.2.2 Anwendung des Analytic Hierarchy Process auf Aspekte des Praxisbeispiels

In diesem Abschnitt der Arbeit soll exemplarisch dargestellt werden, wie eine Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen mit Hilfe der AHP-Technik aussehen kann. Dazu wurde das Praxisbeispiel „Digitale Archivierung und revisionssicheres Archiv bei der LVA Rheinprovinz“ zugrunde gelegt. Hierbei geht es allerdings nicht darum ein vollständiges Ergebnis zu berechnen, sondern vielmehr darum, aufzuzeigen welche Vorgehensweise sich anknüpfend an die vorgestellte Methodik im Kontext des AHP unter

²⁹⁸ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 306.

²⁹⁹ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 306.

³⁰⁰ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 306.

Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Informationen des Anwendungsfalls besonders anbietet.

1. Aufstellung der Hierarchie

Das übergeordnete Ziel bei der hier zu bearbeitenden Problemstellung ist die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen für die T-Systems Lösung für das Projekt „Digitale Archivierung und revisionssicheres Archiv bei der LVA Rheinprovinz“. Dieses übergeordnete Ziel muss in einem ersten Schritt in entsprechende Teilziele und Teilprobleme dekomponiert werden. Da sich der Nachhaltigkeitsbegriff, wie schon ausführlich im ersten Teil dieser Arbeit diskutiert wurde, aus den drei Dimensionen der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit zusammensetzt, sind als die Unterziele in Bezug auf die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen die Bewertung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitspotenziale anzusehen. Jedes dieser drei Kriterien ist in weitere Subkriterien zu dekomponieren.

Ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale, die durch den Einsatz der digitalen Archivierung beim Kunden umgesetzt werden können, sind vor allem in die beiden Subkriterien „Senkung verschiedener Kostenfaktoren“ und „Effizientere Gestaltung der Geschäftsprozesse“ zu differenzieren. Das Subkriterium „Senkung verschiedener Kostenfaktoren“ kann noch in weitere Subkriterien ausdifferenziert werden. In diesem Fall sind Kosten, die gesenkt werden können, bspw. Transportkosten durch den Wegfall der Altakten-transporte und Archivierungskosten, d.h. die Kosten die durch die Archivierung im Zentralarchiv anfallen, da die Akten nicht mehr physisch archiviert werden müssen. Des Weiteren können die Personalkosten verringert werden, da nicht mehr so viele Mitarbeiter zur Archivierung benötigt werden und auch die Materialkosten können gesenkt werden (insbesondere für Papier) da die Möglichkeit besteht die Akten zukünftig nur noch digital zu führen, so dass sehr viel Papier eingespart werden könnte.

Ökologische Nachhaltigkeitspotenziale können in die beiden Subkriterien „Senkung der Umweltbelastungen“ und „Senkung des Ressourcenverbrauchs“ differenziert werden. Diese beiden Kriterien scheinen die wichtigsten Kriterien in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeitspotenziale zu sein. Bei der ökologischen Herausforderung unternehmerischer Nachhaltigkeit geht es darum, den schädlichen Einfluss der Unternehmenstätigkeiten auf die natürliche Umwelt so weit wie möglich zu senken. Mit Hilfe der digitalen Archivierung werden einerseits die Senkung der absoluten Umweltbelastungen und andererseits die Verringerung des Ressourceverbrauchs ermöglicht. Das Kriterium „Senkung der Umweltbelastungen“ kann in die verschiedenen relevanten Umweltbelastungs-

arten ausdifferenziert werden. Dabei handelt es sich einerseits um den Beitrag zur Reduktion der durch den Verkehr verursachten Emissionen, da der Altaktentransport wegfällt, und andererseits um die langfristige Reduktion der Abfallmenge, da zukünftig weniger Papier verbraucht werden kann. Das Kriterium „Senkung des Ressourcenverbrauchs“ kann ebenfalls weiter ausdifferenziert werden. Hierbei sind einerseits die Reduktion des Treibstoffverbrauchs und andererseits die Reduktion des Papierverbrauchs von Bedeutung. Durch die Reduktion des Treibstoffverbrauchs wird der Verbrauch der nicht regenerierbaren Ressource Erdöl verringert und durch die Reduktion des Papierverbrauchs wird der Verbrauch der regenerierbaren Ressource Holz gesenkt.

Soziale Nachhaltigkeitspotenziale bezogen auf die digitale Archivierung können in die beiden Kriterien „Steigerung der Kundenzufriedenheit“ und „Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit“ ausdifferenziert werden. Die Kundenzufriedenheit wird dadurch gesteigert, dass Anfragen zu Rentenakten direkt bearbeitet werden können. Anstatt längere Zeit auf die Bearbeitung warten zu müssen, weil die Akte erst aus dem Archiv angefordert werden muss, ermöglicht die digital archivierte Akte eine direkte Beantwortung der Anfragen von Versicherten. Das Kriterium „Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit“ kann bspw. in die Subkriterien „Vereinfachung der Sachbearbeitung“, „Unabhängigkeit vom Arbeitsplatz“ und „Qualifizierung von Mitarbeitern“ ausdifferenziert werden. Die Sachbearbeitung wird dadurch vereinfacht, dass zur Sachbearbeitung keine Altakten mehr aus dem Archiv angefordert werden müssen, sondern direkt am Arbeitsplatzrechner aufgerufen werden können. Des Weiteren bietet die digitale Akte auch die Möglichkeit theoretisch unabhängig vom Arbeitsplatz zu sein, d.h. die Sachbearbeitung könnte auch z.B. von zu Hause erfolgen. Ein weiteres Subkriterium für die Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit könnte auch die Qualifizierung von Mitarbeitern sein, die so andere Aufgaben wahrnehmen können.

Aufgrund dieser Überlegungen entsteht folgende Hierarchie:

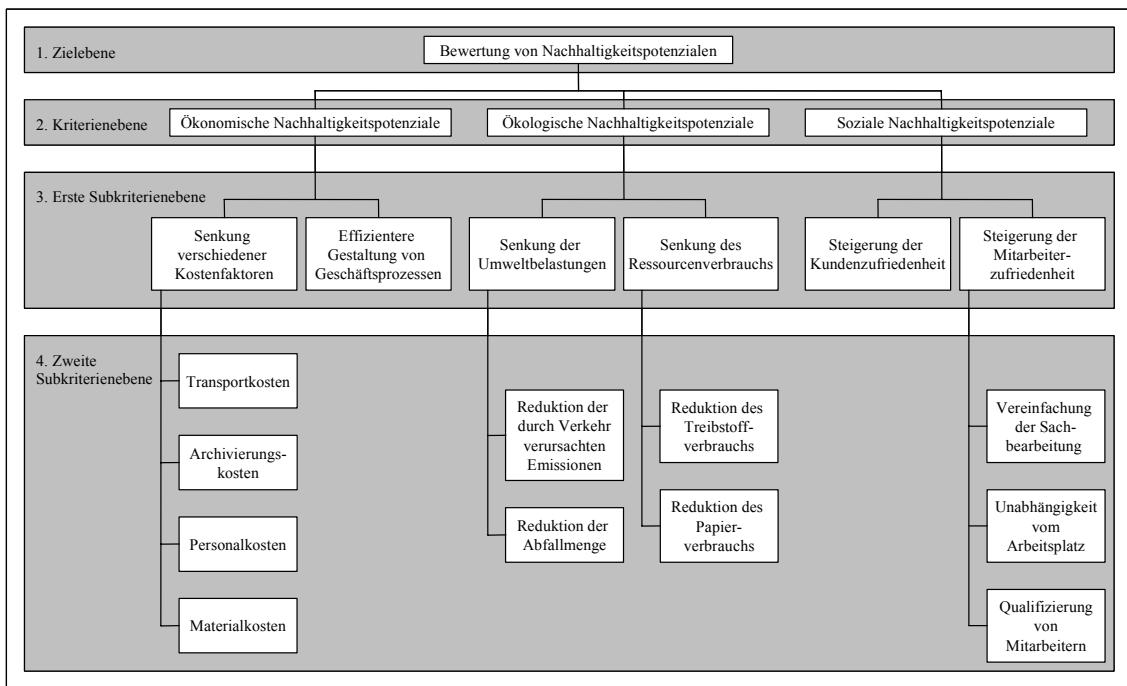


Abb. 10: Hierarchie für die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen³⁰¹

Die hier abgebildete Hierarchie für die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie kann bei Bedarf auch noch weiter ausdifferenziert werden. Für die Darstellung der Vorgehensweise bei der AHP-Technik zu Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen sollte sie jedoch ausreichend sein. Des Weiteren soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die im Folgenden durchgeführten Berechnungen nur bis zu den Kriterien auf der ersten Subkriterienebene durchgeführt wurden, da auf der nächsten Ebene keine genauen Daten zur Verfügung standen, die unabdingbar für eine weitere Berechnung sind.

2. Bestimmung der Prioritäten

In einem nächsten Schritt muss die Bedeutung der ermittelten (Sub-)Kriterien im Vergleich zu dem jeweils übergeordneten Kriterium ermittelt werden. Dazu werden Paarvergleichsurteile verwendet, deren Werte auf der in Abbildung 12 dargestellten 9-Punkte-Skala basieren. Bei der Bewertung der Bedeutung der einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen wird hier angenommen, dass ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale eine „etwas höhere“ Bedeutung hinsichtlich der Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen aufweisen als ökologische und soziale. Diese Annahme wird deshalb getroffen, weil davon ausgegangen werden kann, dass für den Kunden derzeit gemeinhin ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale wichtiger für eine Kaufentscheidung sind als ökologische oder soziale Nachhaltigkeitspotenziale. Die Bedeutung der ökologischen und sozi-

³⁰¹ Eigene Darstellung.

alen Nachhaltigkeitspotenziale wird als gleichwertig angenommen. Daraus ergibt sich folgende Paarvergleichsmatrix:

Bedeutung der Nachhaltigkeitsdimensionen in Bezug auf die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen	Ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale	Ökologische Nachhaltigkeitspotenziale	Soziale Nachhaltigkeitspotenziale
Ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale	1	3	3
Ökologische Nachhaltigkeitspotenziale	$\frac{1}{3}$	1	1
Soziale Nachhaltigkeitspotenziale	$\frac{1}{3}$	1	1

Da hinsichtlich der Bedeutung der Kriterien „Senkung verschiedener Kostenfaktoren“ und „Effizientere Gestaltung von Geschäftsprozessen“ in Bezug auf ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale sicherlich ersterem eine größere Bedeutung zukommt, wird bei diesem Beispiel für die Senkung verschiedener Kostenfaktoren eine „deutlich höhere“ Bedeutung gegenüber der effizienteren Gestaltung von Geschäftsprozessen angenommen. Das ergibt die folgende Paarvergleichsmatrix:

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale	Senkung verschiedener Kostenfaktoren	Effizientere Gestaltung von Geschäftsprozessen
Senkung verschiedener Kostenfaktoren	1	5
Effizientere Gestaltung von Geschäftsprozessen	$\frac{1}{5}$	1

Hinsichtlich der Bedeutung der Kriterien in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeitspotenziale wird der Senkung der Umweltbelastungen eine „etwas höhere“ Bedeutung als der Senkung des Ressourcenverbrauchs zugewiesen, da dieses Kriterium als etwas wichtiger angesehen wird. Daraus ergibt sich folgende Paarvergleichsmatrix:

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeitspotenziale	Senkung der Umweltbelastungen	Senkung des Ressourcenverbrauchs
Senkung der Umweltbelastungen	1	3
Senkung des Ressourcenverbrauchs	$\frac{1}{3}$	1

Für den Kunden LVA Rheinprovinz ist es sicherlich von größerer Bedeutung, dass die Mitarbeiterzufriedenheit gesteigert wird, da es sich um einen Rentenversicherer handelt. Es handelt sich um kein Unternehmen, dass sicherstellen muss, dass seine Kunden zufrieden sind. Jedoch ist es sicherlich als positiv anzusehen, wenn die Kundenzufriedenheit gesteigert werden kann. Deshalb soll dieser Punkt auch berücksichtigt werden. Allerdings wird der Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit eine „viel höhere“ Bedeutung

in Bezug auf soziale Nachhaltigkeitspotenziale zugewiesen als der Steigerung der Kundenzufriedenheit. Das ergibt die folgende Paarvergleichsmatrix:

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf soziale Nachhaltigkeitspotenziale	Senkung der Umweltbelastungen	Senkung des Resourcenverbrauchs
Steigerung der Kundenzufriedenheit	1	$\frac{1}{7}$
Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit	7	1

3. Berechnung entsprechender Gewichtungsvektoren

Auf der Basis der Bestimmung der Prioritäten im vorangehenden Schritt erhält man folgende Evaluationsmatrix A mit den Paarvergleichsurteilen bezüglich der Bedeutung der einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen für die Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Zur Bestimmung des Gewichtungsvektors muss nun in einem ersten Schritt der maximale Eigenwert λ_{\max} der Paarvergleichsmatrix A berechnet werden. Dazu muss für die Matrixgleichung $\det(A - \lambda E) = 0$ mit E als Einheitsmatrix die größtmögliche Lösung λ ermittelt werden. Dabei ist,

$$(A - \lambda E) = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-\lambda & 3 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1-\lambda & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1-\lambda \end{pmatrix}$$

so dass

$$\det(A - \lambda E) = \begin{pmatrix} 1-\lambda & 3 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1-\lambda & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1-\lambda \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1-\lambda & 3 \\ \frac{1}{3} & 1-\lambda \\ \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} .$$

Die Determinante einer 3x3-Matrix kann mit Hilfe der Regel von Sarrus folgendermaßen berechnet werden:

$$\begin{aligned}
\det(A - \lambda E) &= (1-\lambda) \cdot (1-\lambda) \cdot (1-\lambda) + 3 \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} + 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 - \frac{1}{3} \cdot (1-\lambda) \cdot 3 - 1 \cdot 1 \cdot (1-\lambda) - (1-\lambda) \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 \\
&= (1-\lambda)^3 + 2 - 3 \cdot (1-\lambda) \\
&= 1 - 3 \cdot \lambda + 3 \cdot \lambda^2 - \lambda^3 + 2 - 3 + 3 \cdot \lambda \\
&= -\lambda^3 + 3 \cdot \lambda^2
\end{aligned}$$

Ausgehend von der Forderung $\det(A - \lambda E) = 0$ lässt sich der nachfolgend angegebene maximale Eigenwert λ_{\max} durch die Bestimmung der maximalen Nullstelle berechnen:

$$\lambda_{\max} = 3$$

Der zugehörige Gewichtungsvektor wird anschließend bestimmt, indem zunächst aus dem Gleichungssystem:

$$(A - \lambda_{\max} E) \cdot \underline{v} = 0$$

bzw.

$$\begin{aligned}
-2 \cdot v_1 + 3 \cdot v_2 + 3 \cdot v_3 &= 0 \\
\frac{1}{3} \cdot v_1 - 2 \cdot v_2 + v_3 &= 0 \\
\frac{1}{3} \cdot v_1 + v_2 - 2 \cdot v_3 &= 0
\end{aligned}$$

die Verhältnisse zwischen den Gewichtungsfaktoren abgeleitet werden, woraus sich ergibt, dass $v_1 = 3 \cdot v_2$ und $v_2 = v_3$. Setzt man nun für $v_2 = 1$ ein, erhält man folgenden Eigenvektor:

$$\underline{v} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Um die Bedingung $\sum_{i=1}^n v_i = 1$ zu erfüllen, bedarf es allerdings einer zweiten Normierung des Eigenvektors. Dazu muss dieser mit einer geeigneten reellzahligen Konstante multipliziert werden, so dass die Summe aller Vektorelemente 1 beträgt. In diesem Fall wäre das $\frac{1}{5}$.

Daraus ergibt sich der folgende Gewichtungsvektor: (3/5; 1/5; 1/5).

Bei analoger Vorgehensweise ergeben sich für die anderen oben angegebenen Paarvergleichsmatrizen folgende Gewichtungsvektoren:

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf ökonomische Nachhaltigkeitspotenziale (5/6; 1/6)

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeitspotenziale (3/4; 1/4)

Bedeutung der Kriterien in Bezug auf soziale Nachhaltigkeitspotenziale (1/8; 7/8).

4. Überprüfung der Konsistenz der Prioritätenschätzungen

Im Anschluss an die zuvor erfolgte Ermittlung der Gewichtungsvektoren bedarf es in einem nächsten Schritt der Überprüfung der Konsistenz der Prioritätenschätzungen. Zur Darstellung der Vorgehensweise soll wiederum auf die Paarvergleichsmatrix der Bedeutung der einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen bezüglich der Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen zurückgegriffen werden. Im vorangehenden Abschnitt wurde für diese Evaluationsmatrix der maximale Eigenwert $\lambda_{\max} = 3$ ermittelt, welcher zu folgendem Konsistenzindex führt:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{3-3}{3-1} = 0.$$

Daraus ergibt sich folgender Konsistenzwert, bei dem der Random Index (siehe Abb. 13) 0,52 verwendet wird, da $n = 3$:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0}{0,52} = 0.$$

Es handelt sich hierbei also um eine vollkommen konsistente Evaluationsmatrix, da ohnehin der maximale Eigenwert $\lambda_{\max} = 3$, welcher ihrer Dimension $n = 3$ entspricht. Das bedeutet, dass es keiner weiteren Überarbeitung der Evaluationsmatrix bedarf. Für die anderen Matrizen ergibt sich ebenfalls ein Konsistenzwert von 0. Die Paarvergleichsurteile in reziproken Paarvergleichsmatrizen mit der Dimension $n = 2$ sind ohnehin notwendig konsistent, so dass sie einen Random Index Wert von 0 besitzen. Also sind auch diese Matrizen nicht mehr zu überarbeiten.

5. Zur Berechnung von Ziel-/Maßnahmengewichtungen für die gesamte Hierarchie

Da in diesem Anwendungsbeispiel aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit genauer Daten nur eine Berechnung der Prioritäten und Gewichtungen für die Kriterien bis zur ersten Subkriterienebene vorgenommen werden konnte, muss an dieser Stelle auf die Aggregation der Bedeutungsurteile verzichtet werden. Die Berechnung der Prioritäten und Gewichtungen aller Kriterien und die entsprechende Gesamtaggregation für die Hierarchie von Hand wäre auch relativ aufwändig und würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. An dieser Stelle soll nur darauf hingewiesen werden, dass in der Praxis auf den Einsatz spezieller AHP-Software zurückgegriffen werden sollte. Gerade bei weite-

rer Ausdifferenzierung der Kriterien ist der Rechenaufwand ansonsten zu hoch. Ein Beispiel für spezielle AHP-Software ist Expert Choice³⁰².

3.2.1.2.3 Eignung des Analytic Hierarchy Process für ein CVN

Ein großes Problem bei der Messung und Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen ist, dass häufig sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien einbezogen werden müssen, da vor allem die Aspekte der ökonomischen Nachhaltigkeitsdimension vorwiegend quantitativ bewertbar sind, wohingegen die soziale Dimension überwiegend qualitative Aspekte beinhaltet. Die AHP-Technik hat den großen Vorteil, dass sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Aspekte von Nachhaltigkeitspotenzialen in eine Bewertung einbezogen werden können. Durch diese AHP-charakteristische Möglichkeit der integrierten Berücksichtigung sowohl quantitativer als auch qualitativer Beurteilungen von Handlungsalternativen und relativer Kriterienbedeutungen ist die AHP-Technik als sehr geeignet für ein CVN anzusehen.³⁰³

Aber nicht nur die Möglichkeit der Berücksichtigung quantitativer und qualitativer Kriterien allein macht diese Methode ideal für den Einsatz im Rahmen eines CVN, sondern auch die integrierte Berücksichtigung dieser Kriterien. Somit kann auch der Integrationsanspruch erfüllt werden.

3.2.2 Berücksichtigung von Nachhaltigkeitspotenzialen innerhalb eines Projektcontrollingkonzeptes

In diesem Teil der Arbeit soll skizziert werden, wie Nachhaltigkeitspotenziale mit Hilfe eines simulationsgestützten Ansatzes im Projektcontrolling berücksichtigt werden können. Dazu wird zunächst kurz erläutert, welche Motivation zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Projektcontrolling besteht, um dann in einem weiteren Schritt einen simulationsgestützten Ansatz hierfür zu skizzieren.

3.2.2.1 Motivation zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Projektcontrolling

Die vorangehenden Teile dieser Arbeit haben gezeigt, dass für ein CVN viele Informationen unterschiedlichster Art bereitgestellt werden müssen. Deshalb ist es auch wichtig, Nachhaltigkeitsaspekte bereits im Projektcontrolling zu berücksichtigen. Im Nachhinein ist es immer sehr viel schwieriger die für ein CVN relevanten Informationen zu beschaffen. Vor Realisierung des Projektes können so mögliche Nachhaltigkeitspoten-

³⁰² Diese Software wird vertrieben von Expert Choice Inc.

³⁰³ Vgl. Peters, Zelewski 2004 /Möglichkeiten/ S. 321.

ziale identifiziert werden und es können die für eine Bewertung des Nachhaltigkeitsbeitrages relevanten Informationen bereitgestellt werden.

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde bereits die Notwendigkeit der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das Controlling diskutiert. Das schließt natürlich auch das Projektcontrolling mit ein, durch das noch vor Realisierung eines Projektes die eventuellen Verbesserungspotenziale in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte identifiziert und somit gesteuert werden können.

Gerade für die Messung und Bewertung von Nachhaltigkeitspotenzialen der Lösungen der T-Systems ist es von großer Bedeutung Nachhaltigkeitsaspekte im Projektcontrolling zu berücksichtigen. Nachhaltigkeitspotenziale müssen in der Planungsphase bereits berücksichtigt werden, damit ihr Erfolgsbeitrag dem Kunden auch aufgezeigt werden kann.

3.2.2.2 Skizzierung eines simulationsgestützten Ansatzes zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Projektcontrolling

Das in dieser Arbeit modellierte Simulationsmodell³⁰⁴ wurde mit Hilfe des Softwaresystems AweSim erstellt, welches zur Unterstützung der Realisierung von Simulationsprojekten dient. Die verwendete Version ist AweSim 3.0.

Das im Folgenden skizzierte Simulationsprojekt ILPUBLIC besteht aus den beiden Szenarien URSPRUNG und SOLUTION. Das Szenario URSPRUNG dient dabei der Abbildung der ursprünglichen Situation der Aktenanforderung und Bearbeitung vor Einführung der IL Public Lösung. Das Szenario SOLUTION soll die Prozessabläufe nach Einführung der digitalen Archivierung abbilden. Aufgrund des beschränkten Umfangs dieser Arbeit ist es jedoch nicht möglich, ausführlich auf jedes Detail zur Erstellung des vorliegenden Simulationsmodells einzugehen. Deshalb sei an dieser Stelle für weitergehende Informationen auf die angegebene Literatur verwiesen.³⁰⁵

3.2.2.1 Szenario URSPRUNG

Das Szenario URSPRUNG stellt die ursprüngliche Situation in Bezug auf die Aktenbearbeitung bei der LVA Rheinprovinz dar. In dieser Ausgangssituation mussten zu bearbeitende Altakten zunächst aus dem Zentralarchiv angefordert werden. Danach wurden sie an die einzelnen Standorte transportiert und nach Abschluss der Bearbeitung auf

³⁰⁴ Zum Thema der Simulation und verschiedener Simulationssysteme siehe bspw. Sauerbier 1999 /Theorie/.

³⁰⁵ Für eine detaillierte Erläuterung der Simulation mit AweSim siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 329 ff.; des Weiteren siehe bspw. Pritscher, O'Reilly 1999 /Visual SLAM/.

demselben Weg wieder an das Archiv zurückgesendet. Diese Transporte waren sehr aufwändig und Zeitintensiv. Im Folgenden werden alle Bestandteile dieses Simulationsmodells kurz erläutert.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die im Szenario URSPRUNG verwendeten RESOURCE-Blöcke, die der Abbildung der Ressourcen im Netzwerk ORIGIN dienen.³⁰⁶

1 SachbearbeiterD 1200 11 10	8 SachbearbeiterK 188 81 80
2 SachbearbeiterAC 53 21 20	9 SachbearbeiterKLE 8 91 90
3 SachbearbeiterBN 60 31 30	10 SachbearbeiterKR 45 101 100
4 SachbearbeiterDN 15 41 40	11 SachbearbeiterLEV 30 111 110
5 SachbearbeiterDU 98 51 50	12 SachbearbeiterMG 53 121 120
6 SachbearbeiterE 113 61 60	13 SachbearbeiterW 68 131 130
7 SachbearbeiterGM 15 71 70	
600 AuswertungService 1 600	

Abb. 11: RESOURCE-Blöcke des Netzwerkes ORIGIN

Die hier dargestellten Ressourcen stehen für die Sachbearbeiter an den verschiedenen Standorten. Die LVA Rheinprovinz hat außer dem Hauptsitz in Düsseldorf mit 1200 Sachbearbeitern noch zwölf weitere sog. Service Center mit insgesamt ca. 750 Mitarbeitern in verschiedenen Städten. Zur Bezeichnung der Standorte wurde hier jeweils das zugehörige Autokennzeichen verwendet. Da keine Angaben darüber vorlagen, wie die ca. 750 Mitarbeiter auf die Service Center verteilt sind, wurde die ungefähre Einwohnerzahl der Städte als Referenz genommen, um die Anzahl der Sachbearbeiter für die einzelnen Standorte zu bestimmen.

Die Anzahl der Sachbearbeiter pro Standort stellt hierbei die Kapazität der entsprechenden Ressource dar. Da z.B. am Standort Düsseldorf 1200 Sachbearbeiter sind, hat die Ressource Sachbearbeiter D eine Kapazität von 1200. Bei den darauf folgenden Feldern handelt es sich um Dateinummern zugehöriger Warteschlangendateien, die als Warte-

³⁰⁶ Zur näheren Erläuterung der RESSOURCE-Blöcke sei auf Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 346 f. verwiesen.

schlangen für Einheiten dienen, solange deren Kapazitätsanforderungen an die entsprechende Ressource nicht erfüllt werden können.³⁰⁷

Die Ressource AuswertungService ist für den Auswertungsteil im Netzwerk definiert. Sie hat lediglich die Kapazität 1 und die ihr zugeordnete Warteschlagendateinummer ist 600.

Die im Folgenden abgebildeten GATE-Blöcke³⁰⁸ sind für die Teilnetzwerke 3, 4 und 5, die die Aktentransporte abbilden, von Bedeutung.

401 D2A CLOSED 401	408 K2D CLOSED 408	501 A2D CLOSED 501	508 D2K CLOSED 508
402 AC2D CLOSED 402	409 KLE2D CLOSED 409	502 D2AC CLOSED 502	509 D2KLE CLOSED 509
403 BN2D CLOSED 403	410 KR2D CLOSED 410	503 D2BN CLOSED 503	510 D2KR CLOSED 510
404 DN2D CLOSED 404	411 LEV2D CLOSED 411	504 D2DN CLOSED 504	511 D2LEV CLOSED 511
405 DU2D CLOSED 405	412 MG2D CLOSED 412	505 D2DU CLOSED 505	512 D2MG CLOSED 512
406 E2D CLOSED 406	413 W2D CLOSED 413	506 D2E CLOSED 506	513 D2W CLOSED 513
407 GM2D CLOSED 407		507 D2GM CLOSED 507	

Abb. 12: GATE-Blöcke des Netzwerkes ORIGIN

GATE-Blöcke dienen zur Definition einer logischen Sperre. Die Nummer am Ende des GATE-Blocks steht dabei für die Warteschlangendatei, die als Warteraum für die Einheiten dienen soll, die mit Hilfe der Sperre aufgehalten werden sollen.³⁰⁹ Die hier verwendeten Sperren weisen den Anfangsstatus CLOSED (geschlossen) auf.

Die folgende Abbildung zeigt den Anfang des Netzwerkes ORIGIN, in dem die Einheiten, die das Netzwerk durchlaufen, generiert werden. Hierbei wird das Eintreffen der Geschäftsvorfälle (durch die Einheiten dargestellt) an den dreizehn verschiedenen Standorten abgebildet. Allerdings zeigt sie nur einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes für drei Standorte: den Hauptsitz Düsseldorf und die Service Center Aachen und Bonn. Im Simulationsmodell sind die anderen zehn Standorte analog abgebildet worden.³¹⁰

³⁰⁷ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 346.

³⁰⁸ Zur näheren Erläuterung der GATE-Blöcke siehe Pütz 2004 /Productionssysteme/ S. 348 f.

³⁰⁹ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 349.

³¹⁰ Die Abbildung des gesamten Teilnetzwerkes 1 des Netzwerkes ORIGIN befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

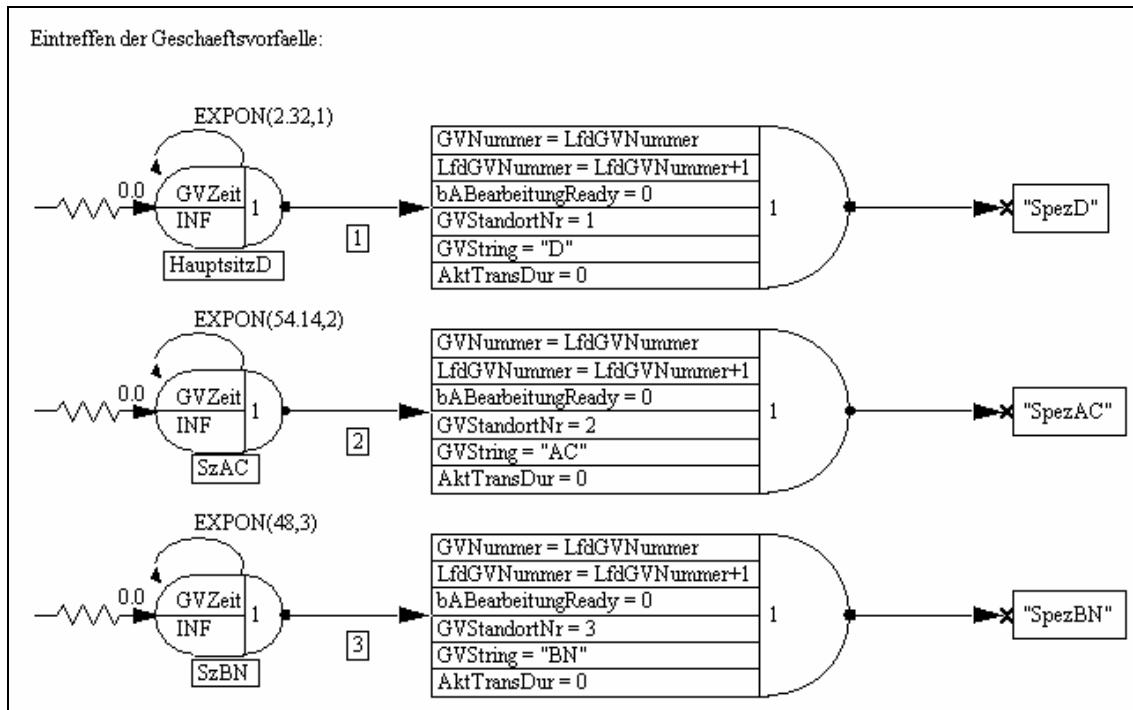


Abb. 13: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN

Durch den CREATE-Knoten³¹¹ am Anfang werden Einheiten in einem bestimmten Zeitabstand generiert. Die Einheiten repräsentieren hierbei die eintreffenden Geschäftsvorfälle, d.h. Anfragen von Kunden, für deren Bearbeitung die Anforderung der Akte aus dem Zentralarchiv erforderlich ist. Für die Zeitabstände zwischen dem Auftreten der Geschäftsvorfälle wurde hier eine Exponentialverteilung angenommen. Als Mittelwert dieser Verteilung wurde die durchschnittliche Zeit in Minuten folgendermaßen ermittelt: Durchschnittlich wurden bei der LVA täglich ca. 1000 Akten angefordert. Diese Aktenanforderungen wurden prozentual anhand der Mitarbeiteranzahl auf die verschiedenen Standorte verteilt. Für jeden Standort wurde dann 1440 (Minuten pro Tag) durch die gesamte Anzahl der Anforderungen (pro Tag) dividiert, um so den jeweiligen Mittelwert in Minuten für die Exponentialverteilung zu ermitteln.

Die Einheiten werden dann über die aus dem Knoten ausströmende Aktivität³¹² an einen ASSIGN-Knoten³¹³ weitergeleitet, bei dem Variablen Werte bzw. Inhalte zugewiesen werden. Zunächst wird bei der dort eintreffenden Einheit die Variable GVNummer, die zur Identifizierung des Geschäftsvorfalls durch eine Nummer dient, der Variablen LfdGVNummer (laufende Nummer des Geschäftsvorfalls) zugewiesen. In der nächsten Zeile wird die Variable LfdGVNummer dann um den Wert 1 erhöht, um so immer die

³¹¹ Zur näheren Erläuterung des CREATE-Knotens sei auf Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 352 verwiesen.

³¹² Zur Weiterleitung von Einheiten durch Aktivitäten siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 349 ff.

³¹³ Zur näheren Erläuterung des ASSIGN-Knotens sei auf Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 352 f. verwiesen.

laufende Geschäftsvorfallnummer für jede Einheit zu generieren. Außerdem wird durch die Variable bBearbeitungReady bestimmt, ob die Aktenbearbeitung abgeschlossen ist oder nicht. Da die Bearbeitung an dieser Stelle allerdings noch am Anfang ist, wird der Variablen der Wert 0 zugewiesen, d.h. die Bearbeitung ist noch nicht abgeschlossen. Des Weiteren wird der Variablen GVStandortNummer eine Zahl von eins bis dreizehn zugewiesen, um den Standort zu identifizieren an dem der Geschäftsvorfall aufgetreten ist. Dabei hat der Standort Düsseldorf die Nummer 1 und der Standort Wuppertal als letzter die Nummer 13. Des Weiteren wird der Variablen GVString eine Zeichenkette zugewiesen, um den Standort auch anhand des Autokennzeichens zu identifizieren. Als letztes wird der Variablen AktTransDur, der aktenanforderungsspezifischen Transportdauer der Wert 0 zugewiesen, da der Transport noch nicht erfolgt ist. Anschließend wird die Einheit an einen sog. Zielknotenbezeichner³¹⁴ weitergeleitet, der sie direkt an den dort angegebenen Konten im Netzwerk weiterleitet. Bspw. wäre das für den Hauptsitz D der Knoten mit der Bezeichnung SpezD.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes 2, an das die Einheiten vom vorangehenden Teilnetzwerk weitergeleitet werden. Hier wird der Prozess der Spezifikation des Geschäftsvorfalls und der Aktenanforderung abgebildet. Der Sachbearbeiter hat einen Geschäftsvorfall bekommen und stellt nun fest, dass er zur Bearbeitung eine Akte aus dem Archiv anfordern muss. Dazu muss ein Formular ausgefüllt werden, welches die entsprechende Akte aus dem Zentralarchiv anfordert. Dieses Formular muss dann in den Postausgang gelegt werden, so dass es an das Archiv weitergeleitet werden kann. Die Abbildung zeigt allerdings nur einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes 2 des Netzwerkes ORIGIN für die Sachbearbeiter an den Standorten Düsseldorf, Aachen und Bonn. Für die übrigen Standorte wurde analog vorgegangen. Das gesamte Teilnetzwerk befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

³¹⁴ Zur näheren Erläuterung des Zielknotenbezeichners siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 343 f.

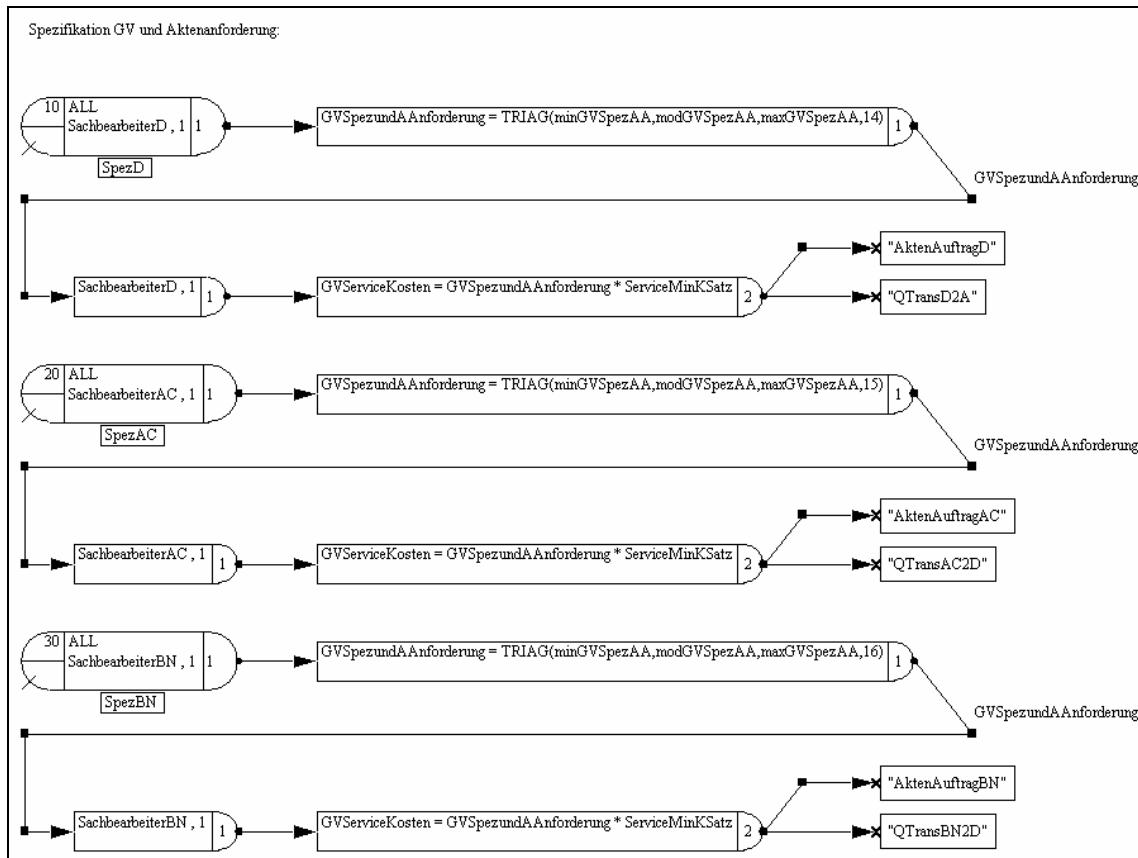


Abb. 14: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN

Die eintreffenden Einheiten kommen hier bei sog. AWAIT-Knoten³¹⁵ an, die dazu dienen von den zuvor definierten Ressourcen Einheiten anzufordern. Der Ablauf soll im Folgenden anhand des AWAIT-Knotens mit der Bezeichnung SpezD erläutert werden: Die am AWAIT-Knoten eintreffenden Einheiten fordern von der weiter oben definierten Ressource SachbearbeiterD jeweils eine Kapazitätseinheit an, d.h. ein Sachbearbeiter befasst sich mit dem Geschäftsvorfall, so dass er für diese Zeitdauer mit der Spezifikation und Aktenanforderung beschäftigt ist. Er kann zum selben Zeitpunkt nur einen Geschäftsvorfall bearbeiten. Reichen die aktuell zu einem Simulationszeitpunkt verfügbaren Kapazitäten nicht aus, um die entsprechenden Anforderungen zu erfüllen, werden die anfordernden Einheiten in der Warteschlangendatei 10 verzögert, bis die verfügbaren Kapazitäten den zugehörigen Wert 1 erreicht haben.³¹⁶ Die Einheiten werden von da aus an einen ASSIGN-Knoten weitergeleitet, wo der Einheit die Zeit zugewiesen wird, die für die Spezifikation des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung benötigt wird. Für die Variable GVSpezundAAAnforderung wird hier eine Dreiecksverteilung angenommen, deren Werte aus der Excel Datei init.xls ausgelesen werden. Da keine Angaben über die Dauer für diesen Vorgang vorhanden waren, wurde als Mindestwert für die

³¹⁵ Zur ausführlichen Darstellung des AWAIT-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 353 f.

³¹⁶ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 353.

Dauer der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung ein Wert von zwei Minuten angenommen, als häufigster Wert fünf und als Höchstwert zehn Minuten. Von da aus werden die Einheiten über eine weitere Aktivität, die diese um die für GVSpezundAAAnforderung ermittelte Zeitdauer verzögert, an einen FREE-Knoten³¹⁷ weitergeleitet. Trifft eine Einheit bei diesem FREE-Knoten ein, wird die am AWAIT-Knoten belegte Kapazitätseinheit wieder freigesetzt. Der Sachbearbeiter hat den Vorgang der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung also abgeschlossen und kann sich wieder einem neuen Geschäftsvorfall widmen. Von da aus wird die Einheit an einen weiteren ASSIGN-Knoten weitergeleitet, durch den ihr die Kosten für die Bearbeitung durch den Sachbearbeiter, GVServiceKosten, zugewiesen werden. Die GVService-Kosten entsprechen der Zeitdauer der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung (GVSpezundAAAnforderung) multipliziert mit einem Servicesachbearbeiter-Minutenkostensatz (ServiceMinKSatz) von 0,39 €, der ebenfalls aus der Excel Datei init.xls ausgelesen wird. Da keine Angaben über die Kosten vorlagen, wurde bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von 40 Stunden und von einem Bruttogehalt von 2500 € ausgegangen. Multipliziert man das Gehalt mit 1,6, dann erhält man 4000 € als monatliche Kosten pro Sachbearbeiter. Diese Kosten wurden dann auf Minuten herunter gerechnet. Danach wird die Einheit geklont und an die Knoten mit der Bezeichnung AktenAuftragD (siehe Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN) und QTransD2A (siehe Teilnetzwerk 3, bzw. für die anderen Standorte Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN) weitergeleitet.

Auf der folgenden Abbildung sind die Transporte von Düsseldorf zum zentralen Aktenarchiv und wieder zurück dargestellt. Alle Aktenanforderungen und Aktentransporte gehen über den Hauptsitz in Düsseldorf. Somit hat der Hauptsitz Düsseldorf eine Sonderstellung gegenüber den anderen Standorten. Wenn nun eine Altakte zur Bearbeitung angefordert wird geht der Anforderungsauftrag von Düsseldorf an das Aktenarchiv.³¹⁸ In diesem Modell wurde angenommen, dass mit den Transporten sowohl die Aktenanforderungen an das Archiv gesendet werden als auch gleichzeitig die angeforderten Akten transportiert werden, bzw. werden auf diesem Weg die bereits bearbeiteten Akten wieder zurück transportiert. Transporte von Düsseldorf zum Archiv und wieder zurück finden von montags bis einschließlich freitags täglich immer zu derselben Zeit statt.

³¹⁷ Zur ausführlichen Erläuterung des FREE-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 357.

³¹⁸ D.h. bei Aktenanforderungen aus Düsseldorf geht die Anforderung von dort direkt an das Zentralarchiv. Bei Aktenanforderungen von den anderen Standorten geht die Anforderung über den Hauptsitz Düsseldorf an das Aktenarchiv.

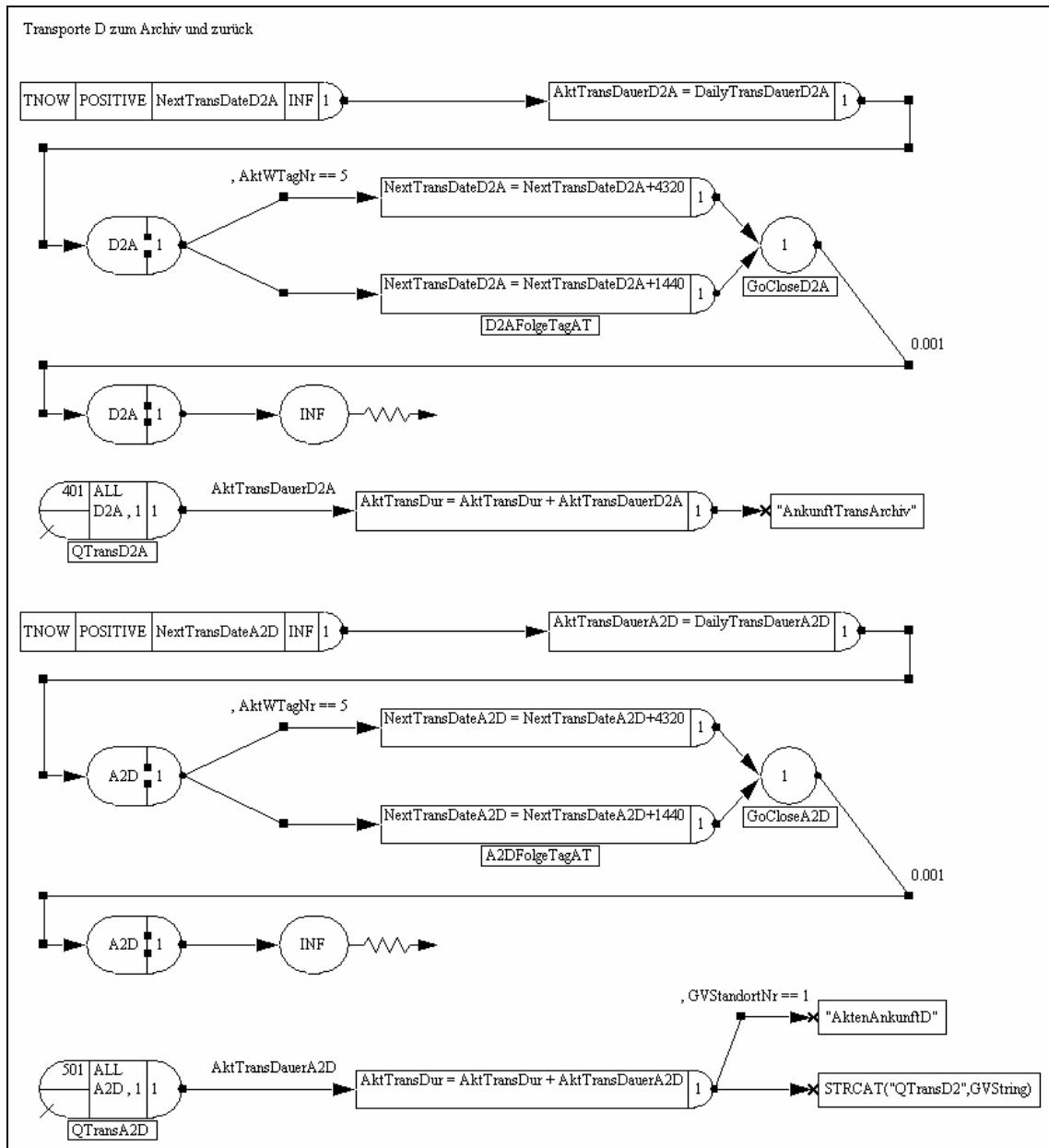


Abb. 15: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes ORIGIN

Die aus Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN an den AWAIT-Knoten mit dem Namen QTransD2A weitergeleiteten Einheiten werden in Verbindung mit dem weiter oben definierten GATE-Block an dieser Stelle aufgehalten, bis der nächste Transport zum Archiv stattfindet. Der hierfür verwendete GATE-Block ist derjenige mit der Nummer 401. Die Steuerung der Sperre, d.h. ob sie offen ist oder geschlossen, wird durch den Teil am Anfang der Abbildung vorgenommen. Am Anfang steht ein sog. DETECT-Knoten³¹⁹, bei dem Einheiten in Abhängigkeit vom Über- oder auch Unterschreiten eines Schwellenwertes generiert werden.³²⁰ In diesem Fall ist der Schwellenwert der nächste Transporttermin von Düsseldorf zum Archiv (NextTransDateD2A), der mit 630

³¹⁹ Zur ausführlichen Darstellung des DETECT-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 368.

³²⁰ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 368.

(der Tageszeit in Minuten) initialisiert wird. Die so generierte Einheit wird dann an einen ASSIGN-Knoten weitergeleitet, bei dem der Einheit die Variable AktTransDauerD2A zugewiesen wird, die zur Bestimmung der aktuellen Transportdauer von Düsseldorf zum Archiv dient. Die AktTransDauerD2A entspricht der DailyTransDauerD2A, die 30 Minuten beträgt. Dann wird diese Einheit an einen OPEN-Knoten³²¹ weiter gesendet, der zu zuvor erwähnte logische Sperre D2A öffnet. Von hier aus wird die Einheit in Abhängigkeit vom Wochentag weitergeleitet. Wenn der Wochentag eins bis vier, also Montag bis Donnerstag ist, dann wird die Einheit über die untere Aktivität an den ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung D2AFolgeTagAT weitergeleitet, ist der Wochentag gleich 5, also Freitag, dann wird die Einheit über die obere Aktivität an den dortigen ASSIGN-Knoten weitergeleitet.³²² Bei AktWTagNr == 5 wird der Einheit der nächste Transporttermin von Düsseldorf zum Archiv (NextTransDateD2A) zugewiesen. Er entspricht der Zeit von NextTransDateD2A, 630 Minuten, plus 4320 Minuten (das entspricht drei Tagen in Minuten), da der nächste Transport erst wieder am Montag stattfindet. Bei den Wochentagen eins bis vier entspricht NextTransDateD2A der Zeit von NextTransDateD2A plus 1440 Minuten, da der nächste Transport am folgenden Tag stattfindet. Die Einheit wird dann über einen GOON-Knoten³²³ direkt an den CLOSE-Knoten³²⁴ weitergeleitet, der die logische Sperre D2A wieder schließt. Von da aus wird die Einheit an einen TERMINATE-Knoten weitergeleitet, der alle ankommenden Einheiten zerstört.³²⁵

Wenn die logische Sperre D2A geöffnet wird, werden die in der Warteschlangendatei 401 des AWAIT-Knotens QTransD2A aufgehaltenen Einheiten an einen ASSIGN-Knoten weitergesendet. Dabei werden sie um die aktuelle Transportdauer AktTransD2A verzögert. Mit dem ASSIGN-Knoten wird der Variablen AktTransDur, die für die aktuelle Gesamttransportdauer inklusiv Hin- und Rücktransport steht, der Wert AktTransDur plus AktTransDauerD2A zugewiesen. Von dort aus wird die Einheit über den Zielknotenbezeichner AnkunftTransArchiv an den entsprechenden Knoten im Netzwerk weitergeleitet (siehe Abb. 18).

Für die Transporte vom Archiv nach Düsseldorf wurde analog zu den obigen Ausführungen vorgegangen. Lediglich am Ende werden die Einheiten unterschiedlich weitergeleitet. Ist die GVStandortNr == 1, d.h. handelt es sich um einen Geschäftsvorfall vom

³²¹ Für die nähere Erläuterung des OPEN-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 362.

³²² Für die hier modellierte Kalendersteuerung siehe Abb. 21 und die zugehörigen Erläuterungen.

³²³ Für die nähere Erläuterung des GOON-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 358.

³²⁴ Für die nähere Erläuterung des CLOSE-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 362.

³²⁵ Zur näheren Darstellung des TERMINATE-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 363.

Standort Düsseldorf, dann wird die Einheit durch den Zielknotenbezeichner an den Knoten mit der Bezeichnung AktenAnkunftD (siehe Abb. 19) weitergeleitet. Ansonsten wird sie über den Zielknotenbezeichner STRCAT(„QTransD2“,GVString) weitergeleitet. Wenn der GVString bspw. AC entspricht, für einen Geschäftsvorfall aus dem Service Center Aachen, dann wird die Einheit an den Knoten mit der Bezeichnung QTransD2AC (siehe Abb. 17) weitergeleitet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes 4 des Netzwerkes ORIGIN in dem die Transporte von den Service Centern nach Düsseldorf abgebildet werden. Das gesamte Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN ist im Anhang dieser Arbeit abgebildet. Der im Folgenden beschriebene Ausschnitt stellt die Transporte vom Service Center Aachen nach Düsseldorf dar. Für die anderen elf Standorte wurde analog vorgegangen.

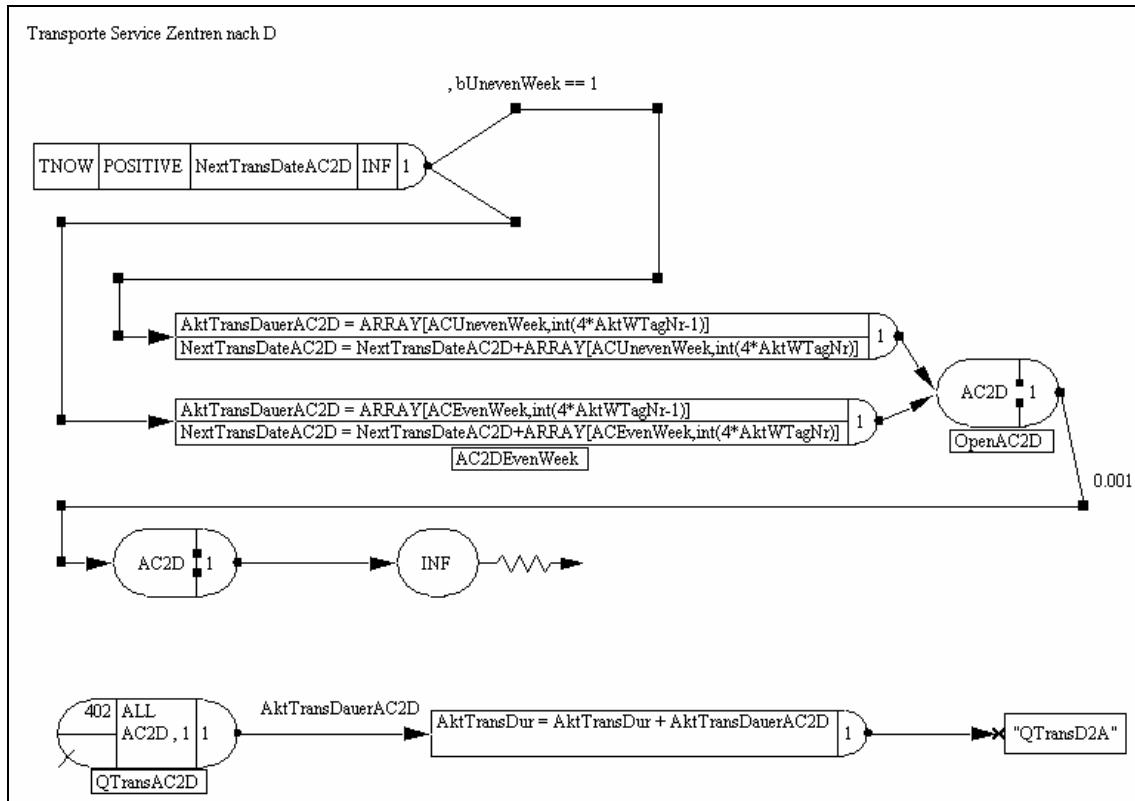


Abb. 16: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN

Bei der Modellierung wurde ähnlich wie in Abb. 15 vorgegangen. Die hier eintreffenden Einheiten werden durch den AWAIT-Knoten bis zum nächsten Transportzeitpunkt von Aachen nach Düsseldorf aufgehalten. Da allerdings die Fahrpläne für die Transporte von den Service Centern nach Düsseldorf anders sind als der Fahrplan für die Transporte von Düsseldorf zum Archiv und wieder zurück, ist die Steuerung der logischen Sperre verschieden. Wie schon in Abb. 15 werden durch einen DETECT-Knoten

Einheiten bei Eintritt des nächsten Transportzeitpunktes von Aachen nach Düsseldorf (NextTransDateAC2D) generiert. Dieser Wert wird mit 510 initialisiert, der Tageszeit in Minuten, zu der der nächste Transport von Aachen nach Düsseldorf startet. Anhand der Bedingung bUnevenWeek == 1 wird die Einheit dann über eine der beiden Aktivitäten weitergeleitet. Der Wert 1 der boolschen Variablen bUnevenWeek bedeutet, dass es sich um eine ungerade Woche handelt und der Wert 0 bedeutet, dass es sich um eine gerade Woche handelt. Je nachdem ob es sich um eine gerade oder ungerade Woche handelt, gibt es nämlich unterschiedliche Fahrpläne. Bei bUnevenWeek == 1 wird die Einheit an den entsprechenden ASSIGN-Knoten weitergeleitet und einem Wert von 0, also einer geraden Woche, wird die Einheit an den ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung AC2DEvenWeek weitergeleitet. Durch diese ASSIGN-Knoten werden den Variablen AktTransDauerAC2D und NextTransDateAC2D Werte zugewiesen. Die AktTransDauerAC2D entspricht dem in einem sog. ARRAY definierten Wert. Diese ARRAY Felder werden mit dem ARRAY-Befehl in der Kontrolldatei durch Angabe der Feldnummer, der Anzahl der Feldvariablen und zugehörigen Initialwerte definiert. Der Zugriff auf eine spezielle Feldvariable J des Feldes I wird dabei mit dem Ausdruck ARRAY[I,J] vereinbart, wobei die Parameter I und J jeweils einen ganzzahligen Ausdruck bezeichnen.³²⁶ Die Vorgehensweise soll anhand des ASSIGN-Knotens AC2DEvenWeek erläutert werden. Die AktTransDauerAC2D ist hier gleich dem ARRAY[ACEvenWeek,int(4*AktWTagNr-1)]. Das Feld I ist in diesem Fall 20 (siehe Variablenliste und Kontrolldatei im Anhang dieser Arbeit) die Feldvariable wird mit 4*AktWTagNr-1 initialisiert. Bspw. wäre das bei AktWTagNr gleich 1 (Montag) die Feldvariable 3. In dieser Feldvariablen steht der Wert 350 als die Zeit, die der Transport von Aachen nach Düsseldorf dauert (siehe Kontrolldatei im Anhang dieser Arbeit). Das NextTransDateAC2D wird bestimmt durch NextTransDateAC2D plus ARRAY[ACEvenWeek,int(4*AktWTagNr)]. In diesem Fall ist das 510 + 2880, also 3390 Minuten. Allerdings muss die Variable NextTransDateAC2D in diesem Fall mit 1440 + 510 = 1950 initialisiert werden, da der erste Transport von Aachen nach Düsseldorf in der ungeraden Woche erst am Dienstag stattfindet. Dann wird die Einheit, wie schon bei Abb. 15, an einen OPEN-Knoten weitergeleitet. Dieser öffnet die logische Sperre AC2D. Im Anschluss daran wird die Einheit mit einer minimalen Verzögerung von 0.001 Minuten an einen CLOSE-Knoten weitergeleitet, der das Gate wieder schließt, um dann wiederum an einen TERMINATE-Knoten weitergeleitet zu werden.

³²⁶ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 339.

Die Weiterleitung der Einheiten vom ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung QTranssAC2D funktioniert wie bei dem weiter oben beschriebenen Teilnetzwerk mit dem Knoten QTransD2A (Abb. 15). Allerdings werden die Einheiten am Ende durch den Zielknotenbezeichner an den Knoten QTransD2A weitergeleitet, da der Transport von Düsseldorf weiter zum Archiv gehen muss.

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes 5 des Netzwerkes ORIGIN, das die Aktentransporte von Düsseldorf zu den Service Centern abbildet. Auf dieser Abbildung sind die Transporte der Akten von Düsseldorf nach Aachen zu sehen. Bei der Modellierung der Transporte von Düsseldorf zu den anderen Service Centern wurde analog vorgegangen. Das gesamte Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN ist im Anhang dieser Arbeit zu finden.

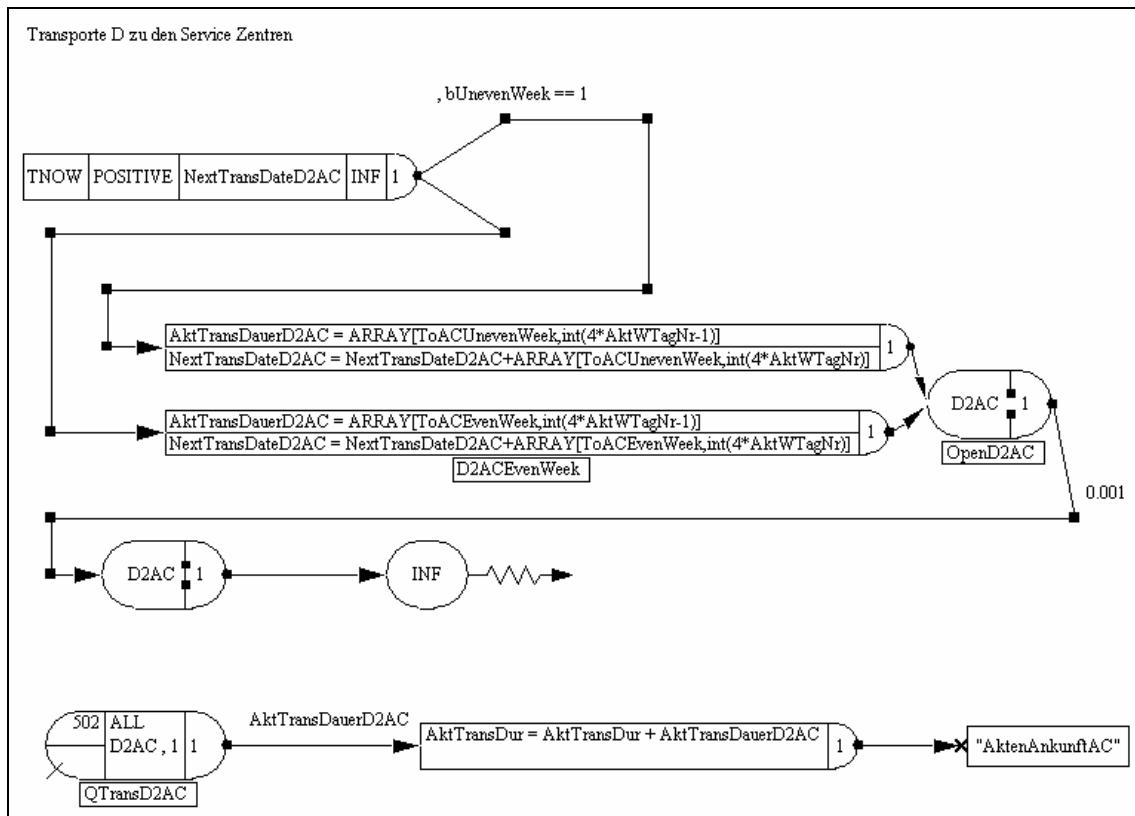


Abb. 17: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN

Die Modellierung des Teilnetzwerkes 5 des Netzwerkes ORIGIN ist zu einem großen Teil mit der Modellierung des Teilnetzwerkes 4 identisch. Der Unterschied liegt zum einen darin, dass der Transport in die andere Richtung geht, also anstatt von AC2D geht es von D2AC, und zu anderen werden die Einheiten am Schluss an einen anderen Knoten weitergeleitet. Die hier eintreffenden Einheiten werden nämlich durch den Zielknotenbezeichner AktenAnkunftAC direkt an die Aktenbearbeitung weitergeleitet (siehe Abb. 19).

Die folgende Abbildung zeigt den Teil im Netzwerk ORIGIN, der für die Ankunft der Transporte im Aktenarchiv steht.

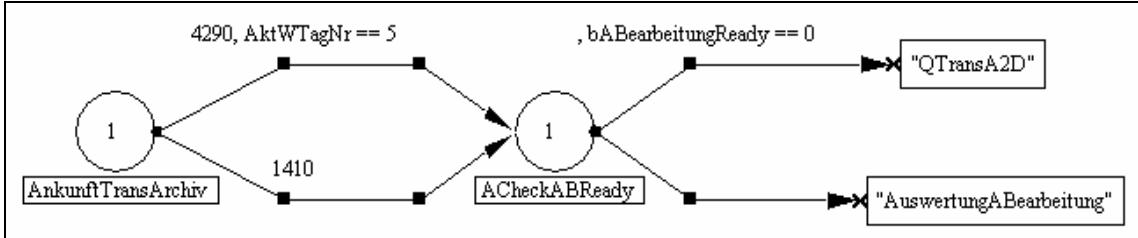


Abb. 18: Teilnetzwerk 6 des Netzwerkes ORIGIN

Die hier eintreffenden Einheiten werden über den GOON-Knoten mit der Bezeichnung AnkunftTransArchiv über eine der beiden Aktivitäten an einen weiteren GOON-Knoten mit der Bezeichnung ACheckABReady weitergeleitet. Die Weiterleitung wird dabei dadurch bestimmt, ob der aktuelle Wochentag die Nummer fünf hat, es sich also um einen Freitag handelt, oder ob es ein anderer Werktag ist. Bei $\text{AktWTagNr} == 5$ wird die Einheit über die obere Aktivität weitergeleitet und um 4290 Minuten verzögert, ansonsten wird sie über die untere Aktivität weitergeleitet und um 1410 Minuten verzögert. Die Verzögerungszeit entspricht der Zeit, bis zur Bereitstellung der angeforderten Akte aus dem Archiv für den Transport. Da keine Angaben über die Dauer vorlagen, wurde an dieser Stelle davon ausgegangen, dass die Akten bis zum nächsten Transporttermin am nächsten Tag bereitgestellt werden. Freitags ist der nächste Transporttermin allerdings erst am Montag, deshalb auch 4290 Minuten. Von dem GOON-Knoten A-CheckABReady werden die eintreffenden Einheiten wiederum in Abhängigkeit einer Bedingung weitergeleitet. Es wird geprüft, ob die Bearbeitung schon abgeschlossen ist oder nicht. Bei $\text{bABearbeitungReady} == 0$ ist die Bearbeitung noch nicht abgeschlossen und die Einheit wird an den Knoten QTransA2D weitergeleitet. Ist die Bearbeitung aber abgeschlossen, dann leitet der Zielknotenbezeichner die entsprechende Einheit an den Knoten mit der Bezeichnung AuswertungABearbeitung (siehe Abb. 20).

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Teilnetzwerkes 7 des Netzwerkes ORIGIN, bei dem die Aktenbearbeitung dargestellt wird. Auf dieser Abbildung ist allerdings nur die Aktenbearbeitung für die Standorte Düsseldorf und Aachen zu sehen. Die Modellierung der Aktenbearbeitung für die anderen Service Center entspricht der Modellierung für den Standort Aachen. Die Abbildung des gesamten Teilnetzwerkes 7 des Netzwerkes ORIGIN befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

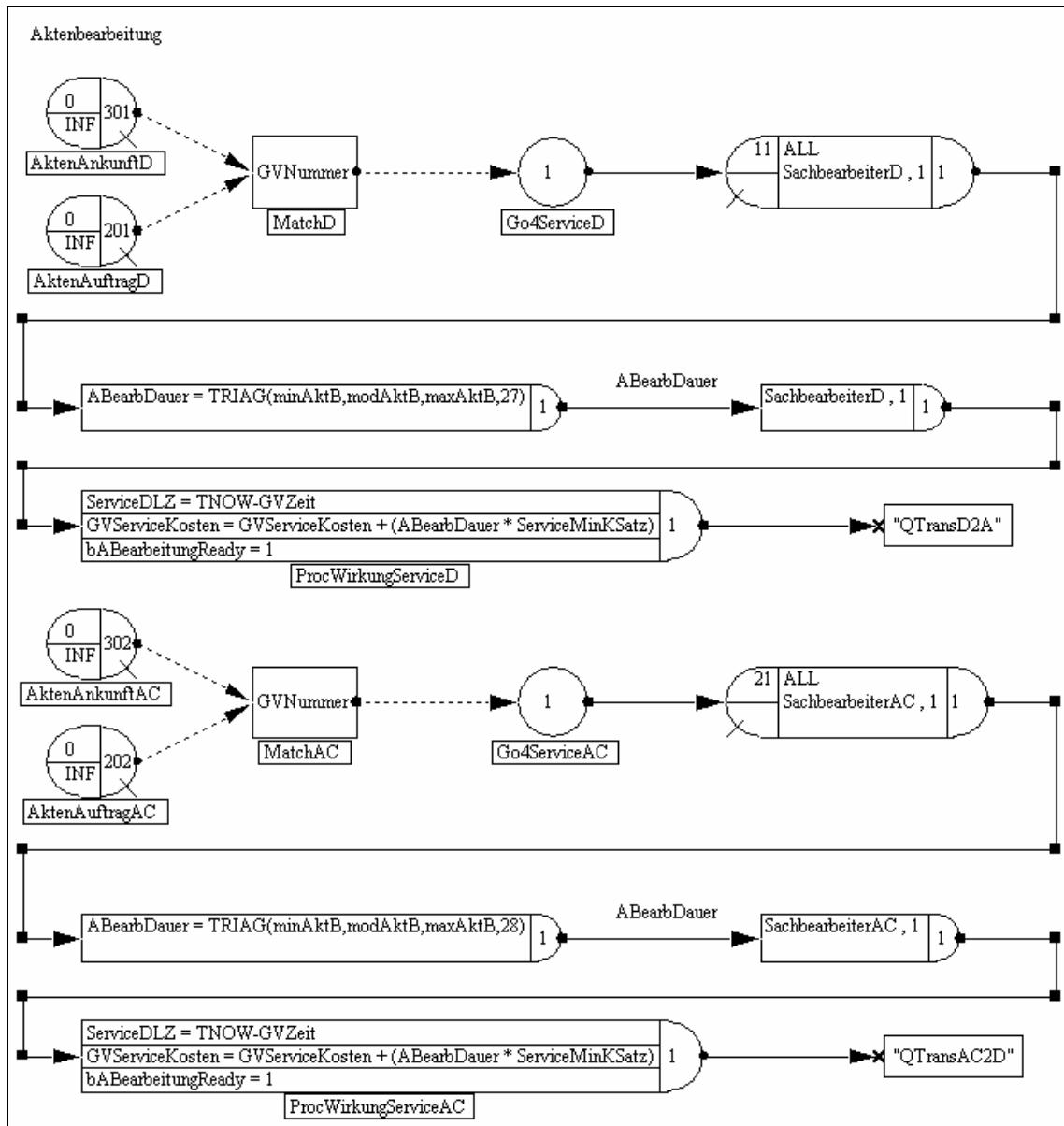


Abb. 19: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN

Am Anfang dieses Teilnetzwerkes stehen zwei sog. QUEUE-Knoten, welche zum Einfügen von Einheiten in eine Warteschlangendatei dienen.³²⁷ Für AktenAuftragD ist das die Warteschlangendatei 201 und für AktenAnkunftD ist das die Warteschlangendatei 301. Auf diese Knoten folgt ein MATCH-Knoten, welcher der Synchronisation von Einheiten in Warteschlangendateien dient, die unmittelbar einem MATCH-Knoten vorausgehen und mit diesem durch Konnektoren³²⁸ verbunden sind.³²⁹ An dieser Stelle werden die in Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN (siehe Abb. 14) geklonten Einheiten wieder zusammengeführt. Sobald in jeder der mit dem MATCH-Knoten verbundenen Warteschlangendateien eine Einheit enthalten ist und diese Einheiten hinsichtlich

³²⁷ Für eine genauere Darstellung des QUEUE-Knotens siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 363 f.

³²⁸ Zur Erläuterung der Funktion von Konnektoren siehe Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 345 f.

³²⁹ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 365.

des Synchronisationsausdrucks GVNummer eine Übereinstimmung aufweisen, findet eine Synchronisation statt.³³⁰ Die so synchronisierte Einheit wird dann über den GOON-Knoten mit der Bezeichnung Go4ServiceD an einen AWAIT-Knoten weitergeleitet. Der AWAIT-Knoten fordert daraufhin eine Kapazitätseinheit der Ressource SachbearbeiterD an, da nach Ankunft der Akte mit ihrer Bearbeitung durch den Sachbearbeiter begonnen werden kann. Danach wird die Einheit an einen ASSIGN-Knoten weitergeleitet, bei dem der Variablen ABearbDauer der Wert einer Dreiecksverteilung zugewiesen wird. Die für diese Verteilung benötigten Werte werden dafür aus der Excel Datei init.xls ausgelesen. Da über die Bearbeitungsdauer keine Angaben vorlagen, wurden als Mindestwert für die Dauer der Aktenbearbeitung 15 Minuten, als häufigster Wert 30 Minuten und als Höchstwert 90 Minuten angenommen. Danach wird die Einheit um die so ermittelte Zeit verzögert an einen FREE-Knoten gesendet, der die zuvor belegte Ressource wieder frei setzt. Von da aus wird die Einheit an einen weiteren ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Der Variablen ServiceDLZ wird der Wert TNOW - GVZeit zugewiesen. TNOW entspricht dabei der Ankunftszeit der am ASSIGN-Knoten eintreffenden Einheit und GVZeit ist der Zeitpunkt an dem der Geschäftsvorfall ausgelöst wurde (siehe Abb. 13). Des Weiteren wird der Variablen GVServiceKosten der Wert GVServiceKosten + (ABearbDauer*ServiceMinKsatz) zugewiesen. Die aktuellen GVServiceKosten werden zu der Aktenbearbeitungsdauer multipliziert mit dem Servicesachbearbeiter-Minutenkostensatz addiert, um so die GVServiceKosten einschließlich der Aktenbearbeitung zu erhalten. Außerdem wird die boolsche Variable bBearbeitungReady auf 1 gesetzt, da die Bearbeitung nun abgeschlossen ist. Danach wird die Einheit beim Standort Düsseldorf durch den Zielknotenbezeichner an den Knoten QTransD2A gesendet, da die Akte nun wieder ans Archiv zurückgesendet werden kann. Bei den anderen Standorten wird die Einheit an dieser Stelle erst einmal wieder zum Transport nach Düsseldorf gesendet. Für den Standort Aachen ist das z.B. QTransAC2D.

Auf der nachfolgenden Abbildung ist das Teilnetzwerk für die Auswertung des Szenarios URSPRUNG dargestellt.

³³⁰ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 365 f.

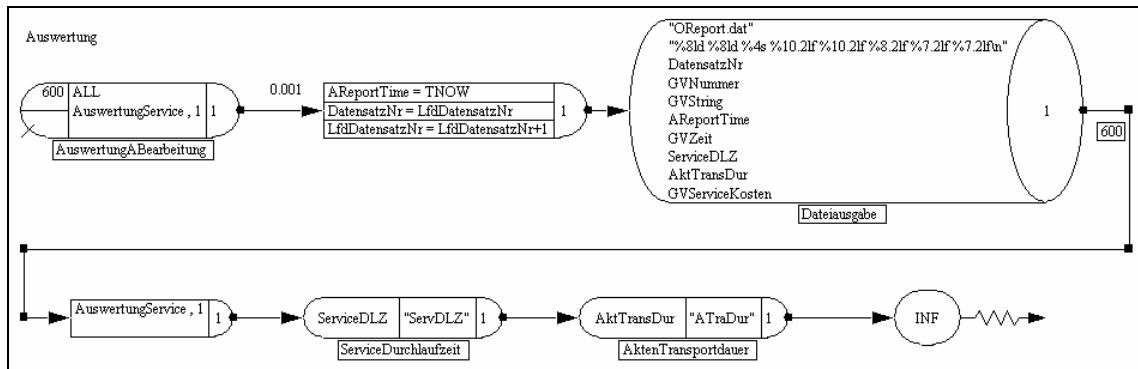


Abb. 20: Teilnetzwerk 8 des Netzwerkes ORIGIN

Eine hier eintreffende Einheit kommt an einem AWAIT-Knoten mit der Bezeichnung AuswertungABearbeitung an, wodurch von der Ressource AuswertungService eine Kapazitätseinheit anfordert wird. Danach wird die Einheit um 0.001 Minuten verzögert an einen ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Hier wird der Wert für die Variable AReportTime gleich TNOW gesetzt. Des Weiteren wird der Variablen DatensatzNr die Laufende Datensatznummer (LfdDatensatzNr) und schließlich wird die Variable LfdDatensatzNr um den Wert 1 erhöht. Von dem ASSIGN-Knoten wird die Einheit dann an einen WRITE-Knoten weitergeleitet, der dazu dient bestimmte Werte in eine externe Datei zu schreiben.³³¹ Die Werte, die zu Auswertungszwecken in die externe Datei mit dem Namen OReport.dat geschrieben werden sollen sind: DatensatzNr, GVNummer, GVString, AReportTime, GVZeit, ServiceDLZ, AktTransDur und GVServiceKosten. Auszüge dieser Datei finden sich im Anhang dieser Arbeit (siehe Tab. 5). Danach wird die Einheit an einen FREE-Knoten weitergeleitet, der die Ressource wieder frei setzt. Anschließend wird die Einheit an einen sog. COLCT-Knoten mit der Bezeichnung ServiceDurchlaufzeit weitergeleitet. Der COLCT-Knoten dient zur Erfassung des (jeweils) beim Eintreffen einer Einheit am COLCT-Knoten aktuell vorhandenen Wertes für die ServiceDLZ. Diese Werte werden in der COLCT-Statistiktabellen des Szenarios URSPRUNG gespeichert.³³² Dasselbe passiert für die AktTransDur im darauf folgenden COLCT-Knoten. Anschließend wird die Einheit an einen TERMINATE-Knoten weitergeleitet und zerstört.

Die oben erläuterten Teilnetzwerke gehören allen zum Netzwerk ORIGIN des Szenarios URSPRUNG. Die folgenden Teilnetzwerke sind Bestandteil des Netzwerkes KALEN-

³³¹ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 372. Hier findet sich auch eine datailliertere Beschreibung des WRITE-Knotens. Für die Format-Kodierungen des WRITE-Knotens siehe auch Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 371.

³³² Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 366. Die entsprechende Statistiktabellen befindet sich im Anhang dieser Arbeit im SUMMARY-Report des Szenarios URSPRUNG.

DER des Szenarios URSPRUNG. Sie dienen zur Kalender- und Arbeitszeitsteuerung des Simulationsmodells.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes KALENDER. Hier werden durch die Kalendereinheit die Tage und Wochen gesteuert und durch die Tageszeiteinheit wird die Tageszeit gesteuert.

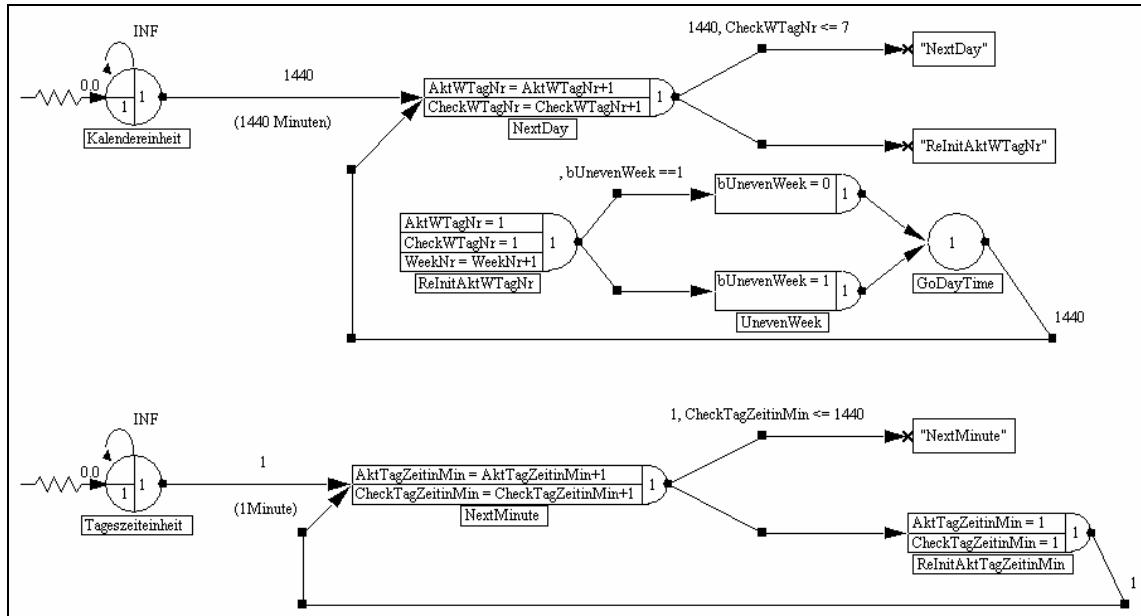


Abb. 21: Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes KALENDER

Zur Steuerung der Kalendereinheit wird im CREATE-Knoten am Anfang des Teilnetzwerkes eine Einheit generiert, die mit einer Verzögerung von 1440 Minuten (einem Tag) an den ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung NextDay weitergeleitet wird. Da nach 1440 Minuten ein Tag vorbei ist, wird die Variable AktWTagNr (die Nummer des aktuellen Wochentages) um den Wert 1 erhöht. Des Weiteren wird die Variable CheckWTagNr ebenfalls um den Wert 1 erhöht. Danach wird die Einheit anhand der Bedingung CheckWTagNr ≤ 7 über eine von zwei Aktivitäten entweder an den Zielknotenbezeichner mit der Bezeichnung NextDay oder an den Zielknotenbezeichner mit der Bezeichnung ReInitAktWTagNr weitergeleitet. Die Einheit wird um 1440 Minuten verzögert über die obere Aktivität weitergeleitet, wenn die Variable CheckWTagNr kleiner oder gleich sieben ist, also einem Tag von Montag bis Sonntag entspricht. Ist der Wert der Variablen aber größer als sieben bedeutet das, dass eine Woche vorbei ist und wieder mit einer neuen Woche angefangen werden muss und deshalb wird die Einheit dann an den Knoten mit der Bezeichnung ReInitAktWTagNr weitergeleitet. Der ASSIGN-Knoten weist den Variablen AktWTagNr und CheckWTagNr jeweils wieder den Wert 1 für einen neuen Wochenbeginn zu. Des Weiteren wird die Variable WeekNr um den Wert 1 erhöht. Anschließend wird die Einheit wiederum an-

hand einer Bedingung über eine von zwei Aktivitäten weitergeleitet. Wenn $bUnevenWeek == 1$, dann wird die Einheit über die obere Aktivität an den entsprechenden ASSIGN-Knoten weitergeleitet und der Variablen $bUnevenWeek$ wird der Wert 0 (gerade Woche) zugewiesen. Ansonsten wird die Einheit an den unteren ASSIGN-Knoten weitergeleitet, der der Variablen $bUnevenWeek$ den Wert 1 (ungerade Woche) zuweist. Diese Steuerung, ob es sich um eine gerade Woche oder eine ungerade Woche handelt ist für die Fahrpläne der Transporte zu den Service Centern von Bedeutung. Danach wird die Einheit über einen GOON-Knoten und die darauf folgende Aktivität um 1440 Minuten verzögert wieder an den ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung NextDay weitergeleitet. So verläuft die Kalendersteuerung immer in einer Schleife.

Die Tageszeiteinheit dient der Steuerung der Tageszeit in Minuten. Sie funktioniert in ähnlicher Weise wie die Steuerung der Wochentage. Durch sie wird sicher gestellt, dass im Simulationsmodell jeweils die aktuelle Tageszeit berechnet wird.

In der folgenden Abbildung ist das Schichtmodell für die Arbeitszeit der Sachbearbeiter dargestellt. Bei diesem Modell wurde von einer täglichen Arbeitszeit von acht bis 16 Uhr von Montag bis Freitag (40 Stunden pro Woche) ausgegangen.

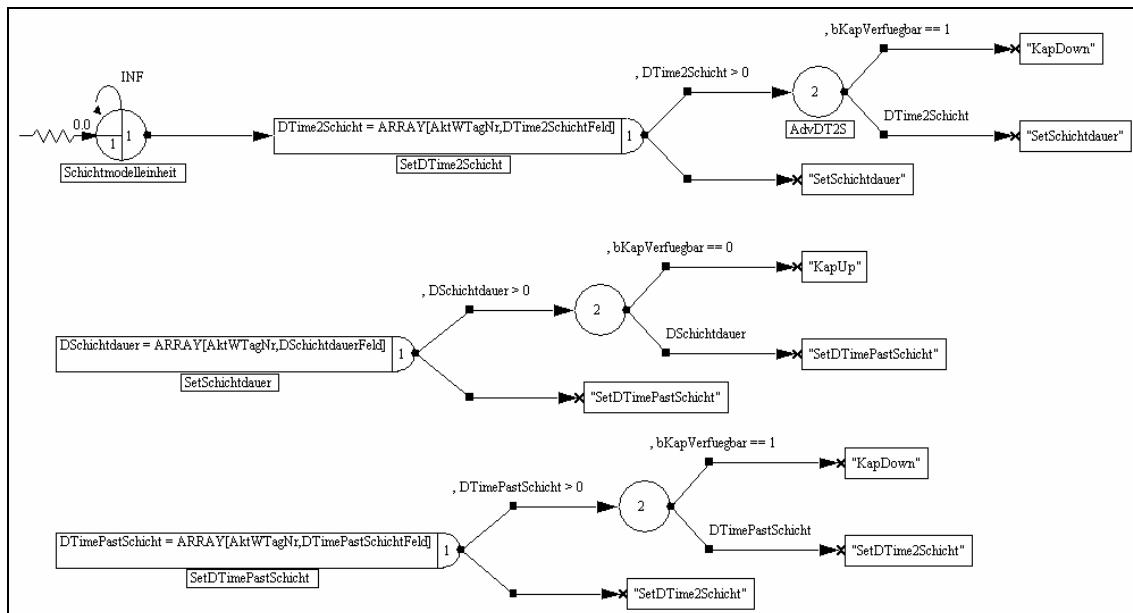


Abb. 22: Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes KALENDER

Am Anfang dieses Teilnetzwerkes wird im CREATE-Knoten mit der Bezeichnung Schichtmodelleinheit eine Einheit generiert, die an den ASSIGN-Knoten SetDTI2Schicht weitergeleitet wird. Dort wird der Variablen DTime2Schicht, d.h. die tagespezifische Zeitdauer bis zum Anfang der jeweiligen Schicht, der Wert ARRAY[AktWTagNr,DTI2SchichtFeld] zugewiesen. Aufgrund der oben getroffenen

Annahmen entspricht die Dauer bis zum Beginn der Schicht 480 Minuten, die Schichtdauer beträgt 480 Minuten und die Zeit nach der Schicht beträgt auch 480 Minuten. Am Wochenende wird nicht gearbeitet. Verlässt die Einheit diesen ASSIGN-Knoten, dann wird sie in Abhängigkeit der Bedingung $DTime2Schicht > 0$ über eine der beiden Aktivitäten weitergeleitet. D.h. ist $DTime2Schicht > 0$, ist also noch Zeit bis zum Beginn der Schicht, dann wird die Einheit über die obere Aktivität an den GOON-Knoten mit der Bezeichnung $AdvDT2S$ weitergeleitet. Ansonsten wird die Einheit über die untere Aktivität an den Zielknotenbezeichner weitergeleitet, der sie an den Knoten mit der Bezeichnung $SetSchichtdauer$ sendet. Wenn die Einheit an den GOON-Knoten weitergeleitet wird, dann wird sie geklont und zwei Einheiten verlassen den Knoten. Die eine Einheit wird über die obere Aktivität mit der Bedingung $bKapVerfuegbar == 1$ weitergeleitet. D.h. die Kapazität ist verfügbar. Der Wert ist mit 1 initialisiert. Da die Schicht aber noch nicht begonnen hat, also auch noch nicht gearbeitet wird, müssen die Kapazitäten heruntergefahren werden. Deshalb wird die Einheit durch den anschließenden Zielknotenbezeichner an den Knoten mit der Bezeichnung $KapDown$ gesendet, um die Kapazität aller Sachbearbeiter-Ressourcen auf 0 zu setzen. Dieses Teilnetzwerk dient der Kapazitätssteuerung der Ressourcen (siehe Abb. 23). Die zweite Einheit wird über die untere Aktivität um die Zeit bis zu Schichtbeginn ($DTime2Schicht$) verzögert über den Zielknotenbezeichner an den Knoten mit der Bezeichnung $SetSchichtdauer$ gesendet. Die Teilnetzwerke $SetSchichtdauer$ und $SetDTIMEPastSchicht$ funktionieren auch auf diese Weise. So werden vor Beginn der Schicht alle Sachbearbeiter-Ressourcen heruntergefahren, bei Beginn der Schicht werden sie wieder heraufgesetzt und danach werden sie wieder heruntergefahren. Natürlich wird hier durch die ARRAYS auch sichergestellt, dass die arbeitsfreien Wochenenden in der Steuerung berücksichtigt werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Steuerung der Kapazitäten der Sachbearbeiterressourcen. Dazu werden außerhalb der Arbeitszeiten die Kapazitäten auf null heruntergefahren und bei Beginn einer neuen Arbeitsschicht entsprechend wieder heraufgesetzt.

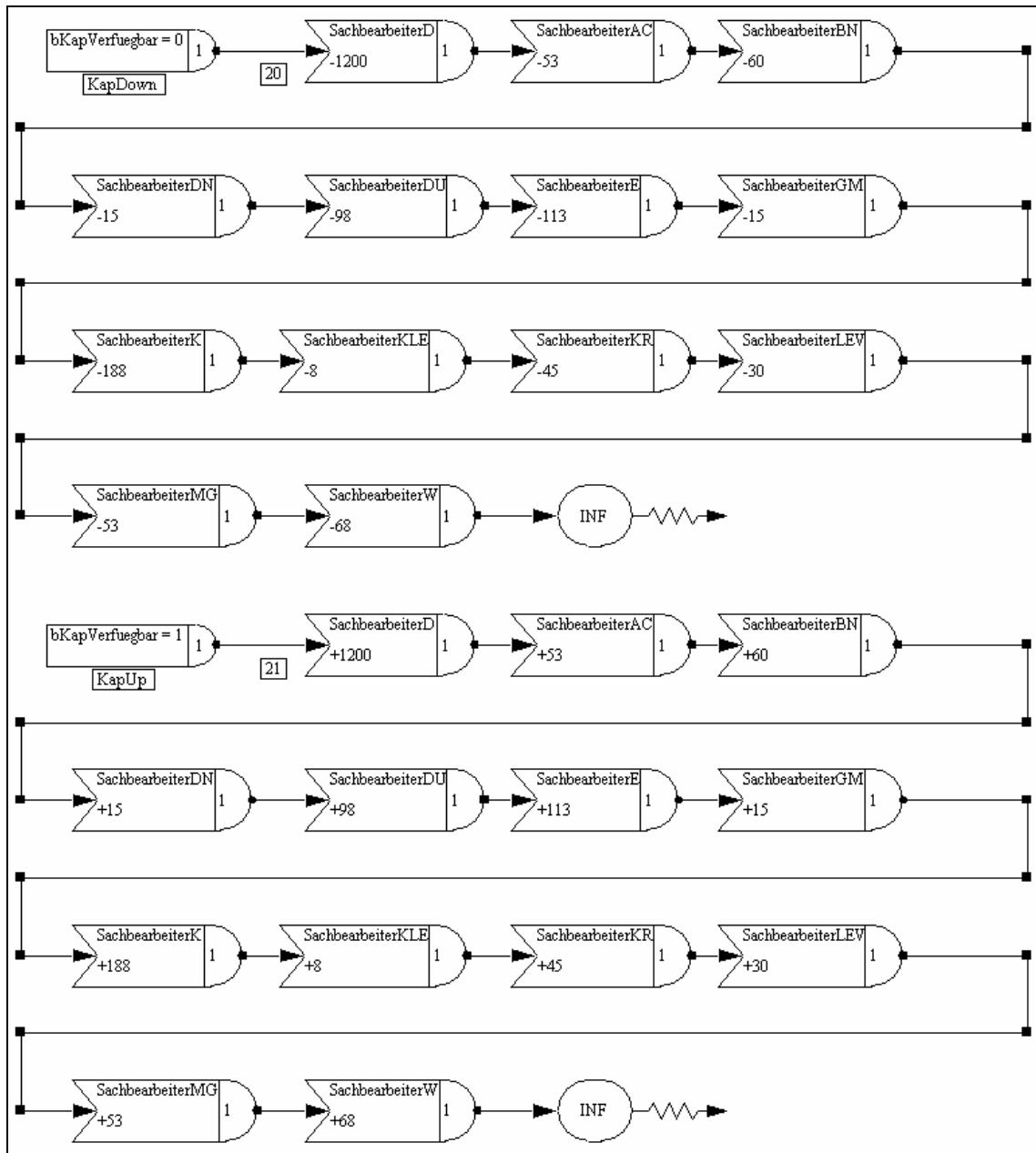


Abb. 23: Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes KALENDER

Trifft eine Einheit beim ASSIGN-Knoten KapDown ein, dann wird die boolsche Variable bKapVerfuegbar auf den Wert 0 gesetzt, d.h. die Kapazität ist nicht Verfügbar. Die Einheit wird anschließend an einen sog. ALTER-Knoten weitergesendet, der entweder zur Erhöhung oder Reduzierung der Kapazität einer Ressource dient.³³³ Beim ersten ALTER-Knoten wird die Ressource SachbearbeiterD um die gesamte Kapazität von 1200 reduziert. Dasselbe folgt danach für die Ressourcen aller anderen zwölf Standorte. Am Schluss wird die Einheit an einen TERMINATE-Knoten weitergeleitet und zerstört. Die Vorgehensweise zur Erhöhung der Kapazitäten der Ressourcen ist ähnlich. Anstatt

³³³ Vgl. Pütz 2004 /Produktionssysteme/ S. 358.

die Kapazitäten der Ressourcen zu verringern, werden sie wieder hoch gesetzt (siehe KapUp).

Die nachfolgende Abbildung stellt das Teilnetzwerk dar, das für die Beendigung des Simulationslaufes verantwortlich ist.

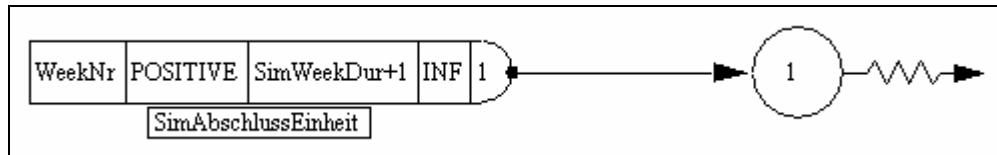


Abb. 24: Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes KALENDER

Da die Simulation zwölf Wochen durchlaufen soll, wird in diesem Simulationsmodell bei Beginn der dreizehnten Woche eine Einheit generiert und an einen TERMINATE-Knoten weitergeleitet, der die Simulation beendet, sobald die Einheit dort eintrifft. Der Wert 12 der Variablen SimWeekDur wird hierbei aus der Excel Datei init.xls ausgelesen.

3.2.2.2.2 Szenario SOLUTION

Im Folgenden ist das Szenario SOLUTION skizziert. Hierbei wurden die Prozesse nach Einführung der IL PUBLIC Lösung modelliert. Im Vergleich zu dem oben beschriebenen Netzwerk des Szenarios URSPRUNG ist dieses Netzwerk um einiges reduziert worden, da die gesamten Aktentransporte entfallen. Wenn nun ein Geschäftsvorfall eintritt, kann der betroffene Sachbearbeiter die entsprechende Akte innerhalb von zwei Sekunden über einen Client direkt an seinem Arbeitsplatz-PC aufrufen. Somit ist der gesamte Prozess um einiges schneller und effizienter geworden.

Die folgende Abbildung zeigt die im Netzwerk SOLUTION definierten Ressourcen. Weitestgehend entsprechen sie den Ressourcen im Netzwerk URSPRUNG. Allerdings ist für jede der Sachbearbeiter-Ressourcen eine Warteschlangendatei weniger definiert als im vorangehenden Szenario. Außerdem wurde eine weitere Ressource mit dem Namen ADatenServer für den Server, über den die Akten aufgerufen werden, definiert. Die Kapazität ist 600, weil die Response Zeit beim Aufruf der Akten höchstens zwei Sekunden bei bis zu 600 gleichzeitigen Anfragen beträgt.

1	SachbearbeiterD	1200	10
2	SachbearbeiterAC	53	20
3	SachbearbeiterBN	60	30
4	SachbearbeiterDN	15	40
5	SachbearbeiterDU	98	50
6	SachbearbeiterE	113	60
7	SachbearbeiterGM	15	70
8	SachbearbeiterK	188	80
9	SachbearbeiterKLE	8	90
10	SachbearbeiterKR	45	100
11	SachbearbeiterLEV	30	110
12	SachbearbeiterMG	53	120
13	SachbearbeiterW	68	130
500	ADatenServer	600	500
600	AuswertungService	1	600

Abb. 25: RESOURCE-Blöcke des Netzwerkes SOLUTION

Im Folgenden ist das Eintreffen der Geschäftsvorfälle abgebildet. Dieses Teilnetzwerk entspricht überwiegend dem Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes URSPRUNG. Der einzige Unterschied ist, dass hier anstatt der Variablen AktTransDur der Variablen NettoASer-viceDur der Wert 0 zugewiesen wird, da anstatt der Aktentransportdauer die aktenanforderungsspezifische Netto-Servicedauer berechnet werden soll. Die Abbildung zeigt jedoch nur das Eintreffen der Geschäftsvorfälle für den Standort Düsseldorf. Das Eintreffen der Geschäftsvorfälle für die zwölf Service Center wurde analog modelliert. Das gesamte Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

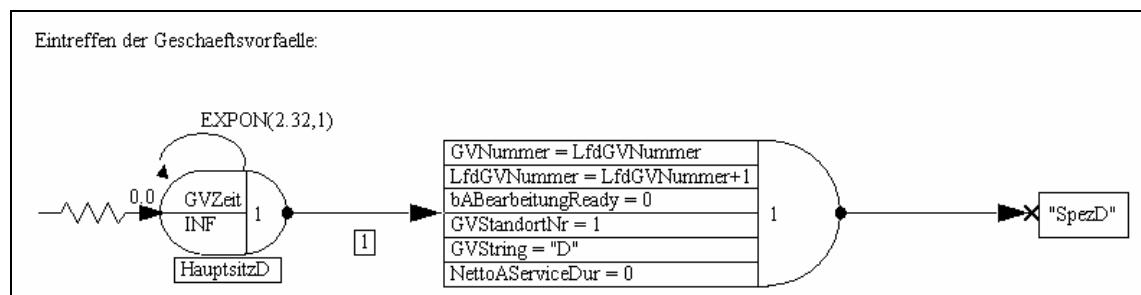


Abb. 26: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION

Auf der nachfolgenden Abbildung ist ein Ausschnitt des Teilnetzwerkes 2 des Netzwerkes SOLUTION dargestellt. Es handelt sich hier sowohl um den Prozess für die Spezifikation des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung als auch für die Aktenbearbeitung für den Standort Düsseldorf. Bei der Modellierung für die anderen zwölf Stand-

orte wurde analog vorgegangen, da die Prozesse für alle Standorte identisch sind. Das gesamte Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

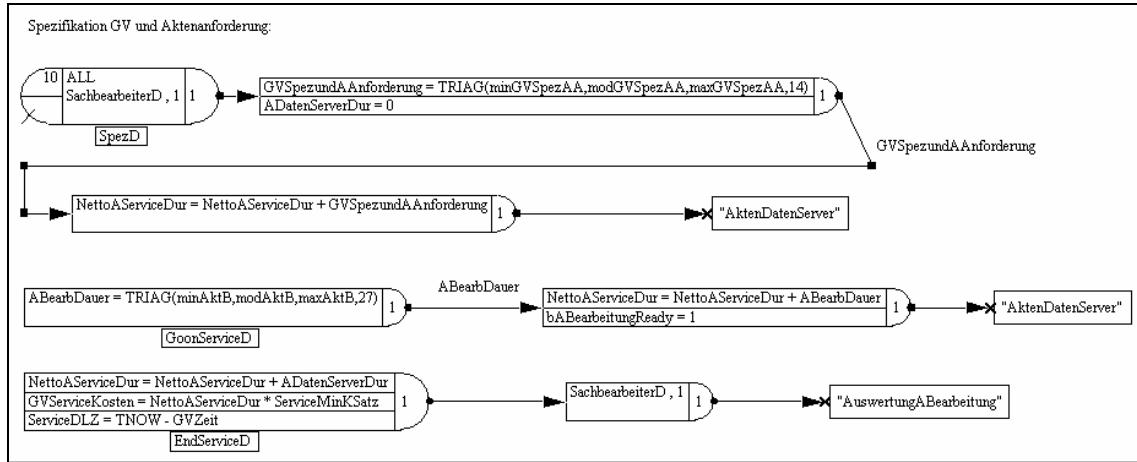


Abb. 27: Ausschnitt aus dem Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION

Der Beginn dieses Teilnetzwerkes ähnelt dem Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes URSPRUNG. Die am AWAIT-Knoten SpezD eintreffende Einheit wird an einen ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Die Werte der Dreiecksverteilung zur Bestimmung der Variablen GVspezundAAnforderung entsprechen den Werten im Netzwerk URSPRUNG, da sich die Zeit, die ein Sachbearbeiter für die Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung benötigt, nicht verändert hat. Allerdings wird an dieser Stelle außerdem die Variable ADatenServerDur, die Zeit bis zum Aufruf der Akte, auf 0 gesetzt. Danach wird die Einheit um die für GVspezundAAnforderung errechnete Zeit verzögert an einen weiteren ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Dieser setzt die Variable NettoAServiceDur um den Wert für GVspezundAAnforderung hoch. Dann wird die Einheit über den Zielknotenbezeichner an den Knoten mit der Bezeichnung AktenDatenServer weitergeleitet.

Einer am ASSIGN-Knoten mit der Bezeichnung GoonServiceD eintreffenden Einheit wird der Wert für die Variable ABearbDauer zugewiesen. Die Werte der Dreiecksverteilung stimmen dabei mit denen des Netzwerkes URSPRUNG überein, da sich die reine Bearbeitungszeit für die Akte nicht verändert hat. Danach wird die Variable um die ermittelte Aktenbearbeitungsdauer verzögert an einen den darauf folgenden ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Hier wird die Variable NettoAServiceDur um den Wert für ABearbDauer hoch gesetzt. Des Weiteren wird der boolschen Variablen bBearbeitungReady der Wert 1 zugewiesen, da die Aktenbearbeitung nun abgeschlossen ist. Danach wird die Einheit über den Zielknotenbezeichner an AktenDatenServer gesendet.

Trifft eine Einheit am AWAIT-Knoten mit der Bezeichnung EndServiceD ein, dann wird der Variablen NettoServiceDur der Wert NettoServiceDur + ADatenServerDur zugewiesen, danach wird der Variablen GVServiceKosten der Wert NettoServiceDur * ServiceMinKsatz zugewiesen und anschließend wird der Wert für die Servicedurchlaufzeit mit TNOW – GVZeit bestimmt. Dann wird die Variable an einen FREE-Knoten weitergeleitet, der die Ressource SachbearbeiterD wieder frei setzt. Anschließend wird die Einheit an den Knoten mit der Bezeichnung AuswertungABearbeitung gesendet.

Die folgende Abbildung stellt den Prozess auf dem Server für den Zugriff auf die Akten dar.

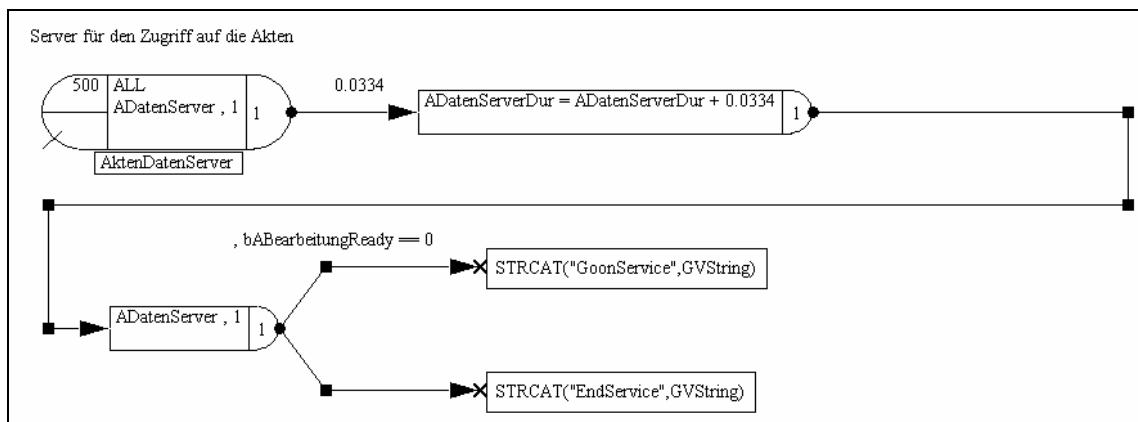


Abb. 28: Teilnetzwerk 3 des Netzwerkes SOLUTION

Am Anfang dieses Teilnetzwerkes steht ein AWAIT-Knoten. Trifft eine Einheit hier ein, dann fordert sie eine Kapazitätseinheit der Ressource ADatenServer an. Danach wird sie um 0,0334 Minuten verzögert an den darauf folgenden ASSIGN-Knoten weitergeleitet. Diese Zeit entspricht den ca. zwei Sekunden, die es dauert eine Akte aus dem digitalen Archiv aufzurufen. Im ASSIGN-Knoten wird der Wert der Variablen ADatenServerDur um 0,0334 Minuten erhöht. Anschließend wird die Einheit an einen FREE-Knoten weitergeleitet, um die Ressource wieder frei zu setzen. Danach wird die Einheit in Abhängigkeit davon ob bABearbeitungReady den Wert 0 oder 1 oder eins hat über eine der beiden Aktivitäten weitergeleitet. Wenn bspw. der GVString D ist, dann wird die Einheit über den oberen Zielknotenbezeichner an den Knoten im Netzwerk mit der Bezeichnung GoonServiceD gesendet. Über den unteren Zielknotenbezeichner würde sie an den Knoten mit der Bezeichnung EndServiceD gesendet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Auswertungsteil des Netzwerkes SOLUTION. Sie entspricht in überwiegenden Teilen dem Teilnetzwerk 8 des Netzwerkes ORIGIN (Abb.20), mit dem Unterschied, dass einerseits anstatt der Variablen AktTransDur die Werte für NettoAServiceDur in der Datei SReport.dat ausgelesen werden und dass an-

dererseits anstatt der AktTransDur die NettoAServiceDur durch den COLCT-Knoten in der COLCT-Statistiktablette des SUMMARY-Report ausgegeben wird.

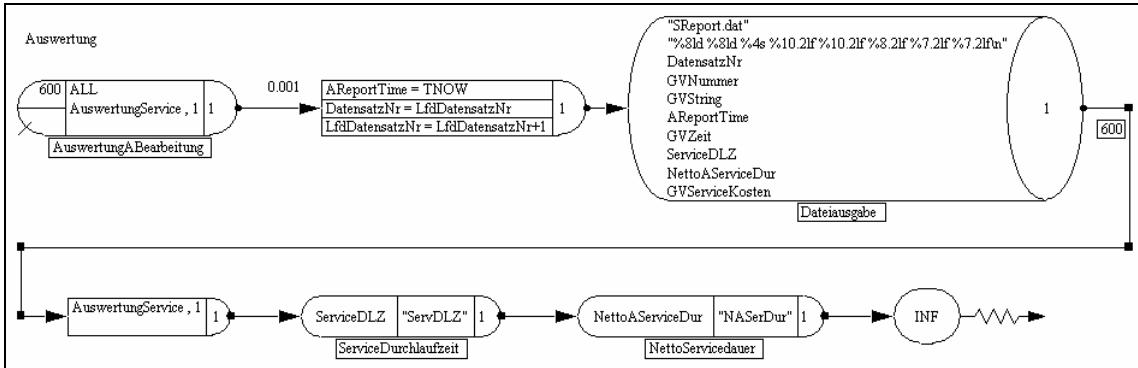


Abb. 29: Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes SOLUTION

Die Kalendersteuerung und Arbeitszeitsteuerung für das Szenario SOLUTION wird durch das Netzwerk KALENDER gesteuert und ist somit mit dem Szenario URSPRUNG identisch.

3.2.2.2.3 Ausgewählte Aspekte der Auswertung

Die Simulationsdauer für beide Szenarien betrug jeweils zwölf Wochen. Während dieser Zeit wurden laut SUMMARY-Report im Szenario URSPRUNG 75.690 Akten angefordert und bearbeitet und im Szenario SOLUTION 81.513. Bei beiden Szenarien wurde durch den COLCT-Knoten die Servicedurchlaufzeit, d.h. die Zeit vom Eintreffen des Geschäftsvorfalls bis zum Abschluss der Bearbeitung, in der COLCT-Statistiktablette festgehalten. Des Weiteren wurde für das Szenario URSPRUNG die Aktentransportdauer und beim Szenario SOLUTION wurde die aktenanforderungsspezifische Netto-Servicedauer in dieser Statistiktablette ausgegeben. Vor Einführung der digitalen Archivierung liegt der Mittelwert der Servicedurchlaufzeit bei 5262,408 Minuten (ca. 3,65 Tage). Nach Einführung der digitalen Archivierung liegt der Mittelwert bei 937,307 Minuten (ca. 15,65 Stunden). Vor Einführung der digitalen Archivierung liegt der Minimalwert bei 1526,191 Minuten (ca. 1,06 Tage) und der Maximalwert bei 15.402,002 Minuten (10,67 Tage). Nach der Einführung liegt der Minimalwert bei 18,003 Minuten und der Maximalwert liegt bei 3923,621 Minuten (ca. 2,72 Tage). Dabei darf nicht vergessen werden, dass am Wochenende nicht gearbeitet wird. Da trotzdem Anfragen per Post oder Email ankommen können, können diese erst nach dem Wochenende abgearbeitet werden. Die digitale Archivierung kann somit die Servicedurchlaufzeit um ca. 82 % senken. Das liegt daran, dass der langwierige Transport der Akten von bis zu 10 Tagen entfällt, so dass die Akten direkt bei Ankunft der Kundenanfrage eingesehen werden können.

Darüber hinaus ist es sicherlich auch möglich mit Hilfe dieses Simulationsmodells weitere nachhaltigkeitsrelevante Daten zu ermitteln. Außer Servicedurchlaufzeiten, Transportzeiten und Bearbeitungskosten können noch weitere Variablen berücksichtigt werden. So könnte man beim Vorliegen entsprechender Informationen bspw. noch den Treibstoffverbrauch oder die Emissionen für den Transport der Akten berücksichtigen oder auch die Transportkosten. Dazu müssten im Wesentlichen lediglich die entsprechenden prozessspezifischen (einheitenspezifischen und globalen Visual SLAM-) Variablen definiert und im betreffenden Simulationsmodell implementiert werden.

4 Ausblick: Aspekte für die Entwicklung einer Sollkonzeption zur Realisierung eines unternehmensweiten CVN für die T-Systems International GmbH

Die vorliegende Arbeit hat deutlich gemacht, dass Nachhaltigkeitsaspekte für viele Unternehmen unterschiedlicher Branchen eine große Bedeutung haben. Zukünftig wird diese Bedeutung angesichts des zweifelsfrei wachsenden Nachhaltigkeitsbewusstseins, vor allem von Kunden, aber auch Investoren bis hin zu Rating-Agenturen, wohl noch zunehmen. Dabei ist die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten nicht allein für den Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen wichtig, sondern auch für die Steuerung des gesamten Unternehmens. Deshalb muss von den Verantwortlichen erkannt werden, dass Nachhaltigkeit nicht nur ein Randthema ist, sondern dass diese Aspekte vielmehr in der Unternehmenssteuerung berücksichtigt werden müssen. Dazu bedarf es der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das herkömmliche Controlling.

Einige viel versprechende Ansätze, wie ein um Nachhaltigkeitsaspekte erweitertes Controlling gestaltet werden kann, sind in dieser Arbeit aufgezeigt worden. Dabei handelt es sich insbesondere zum einen um den auf Basis des Analytic Hierarchy Process (AHP) realisierten Ansatz zur Operationalisierung der Nachhaltigkeitsbestandteile³³⁴, die zum Controlling von Nachhaltigkeitspotenzialen (CVN) zwingend erforderlich ist. Für Kunden, wie auch Kapitalmarktinteressenten (insbesondere Kapitalanleger und Ratingagenturen) dürfte es in diesem Kontext wohl wesentlich effektiver sein, Nachhaltigkeit anhand einer adäquat operationalisierten Maßzahl zu beurteilen, anstatt auf Basis diverser, eher isolierter und zum Teil unklarer (qualitativer und quantitativer) Kriterien.

³³⁴ Hervorzuheben ist dabei insbesondere, dass auf Basis des AHP-Verfahrens eine umfassende Operationalisierung der den Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales zuordenbaren Nachhaltigkeitsbestandteile möglich ist, die neben den vornehmlich im ökonomischen und teilweise auch in der ökologischen Dimension vorhandenen quantitativ messbaren Sachverhalten explizit insbesondere die verstärkt der sozialen Dimension zuzuordnenden, vordergründig (zunächst) eher qualitativ charakterisierbaren Nachhaltigkeitsbestandteile (u.a. nachhaltige Arbeitszufriedenheit, berufliche Anerkennung

Zum anderen ist als zweiter wesentlicher, im Rahmen dieser Arbeit entwickelter Ansatz, der Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigende simulationsgestützte Projektcontrolling-ansatz zu nennen. Für die T-Systems International GmbH sind diese Ansätze vor allem von Bedeutung, um Nachhaltigkeitspotenziale durch den Einsatz ihrer (IT-gestützten) Lösungen identifizieren zu können und ihre Kunden auf die entsprechenden Wertbeiträge aufmerksam zu machen.

Wenn auch mit Hilfe des simulationsgestützten Projektcontrollingansatzes im Rahmen dieser Arbeit lediglich am Beispiel der eher nur ausschnittartig zur Verfügung gestellten Informationen der Lösung "Digitale Archivierung und revisionssicheres Archiv der LVA Rheinprovinz" dargestellt werden konnte, welche Nachhaltigkeitspotenziale die betreffende Lösung offeriert, liefert die modulare Struktur des Simulationsansatzes mit den modellierten typischen Projektprozess- und -wirkungsstrukturen vielfältige Anknüpfungsmöglichkeiten für weitere Lösungen innerhalb des SOP der T-Systems.

Darüber hinaus sollte die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das Controlling nicht nur auf die Ebene der Lösungen beschränkt bleiben, da diese Nachhaltigkeitspotenziale weitestgehend lediglich auf der Kundenseite realisiert werden können. Nachhaltigkeitsaspekte sollten vielmehr unternehmensweit beachtet werden. Dazu bedarf es des Einbezugs in die strategische Unternehmenssteuerung und somit der Entwicklung eines umfassend um Nachhaltigkeitsaspekte erweiterten Controlling. Hierfür bietet sich anknüpfend an den AHP-basierten Ansatz zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit, wie in Abschnitt 2.3.3 dargelegt, insbesondere eine Orientierung an der Sustainability Balanced Scorecard (SBSC) an, da diese eine integrative Berücksichtigung der drei wesentlichen Nachhaltigkeitsdimensionen (Ökonomie, Ökologie und Soziales) vorsieht.

Insofern werden abschließend als wesentliche Kernbestandteile für die Entwicklung einer Sollkonzeption zur Realisierung eines unternehmensweiten CVN innerhalb der T-Systems International GmbH, wie zuvor erläutert, die im Rahmen dieser Arbeit für ein CVN entwickelten Ansätze in Form der AHP-basierten Operationalisierung von Nachhaltigkeitsbestandteilen sowie das Nachhaltigkeitspotenziale berücksichtigende simulationsgestützte Projektcontrolling und darüber hinaus eine Orientierung am Konzept der SBSC empfohlen.

Da die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten, wie bereits erwähnt wurde, zukünftig offenkundig für die Sicherung sowie den Ausbau des Unternehmenserfolgs

und menschenwürdige Arbeitsinhalte) integrativ berücksichtigt; vgl. hierzu die entsprechenden Ausführungen in Abschnitt 3.2.1.

wohl an Bedeutung gewinnen wird, sollten die dort immanenten Entwicklungschancen proaktiv durch die Implementierung eines unternehmensweiten CVN-Konzeptes genutzt werden.

Anhang

Ausgewählte Teilnetzwerke des Netzwerkes ORIGIN

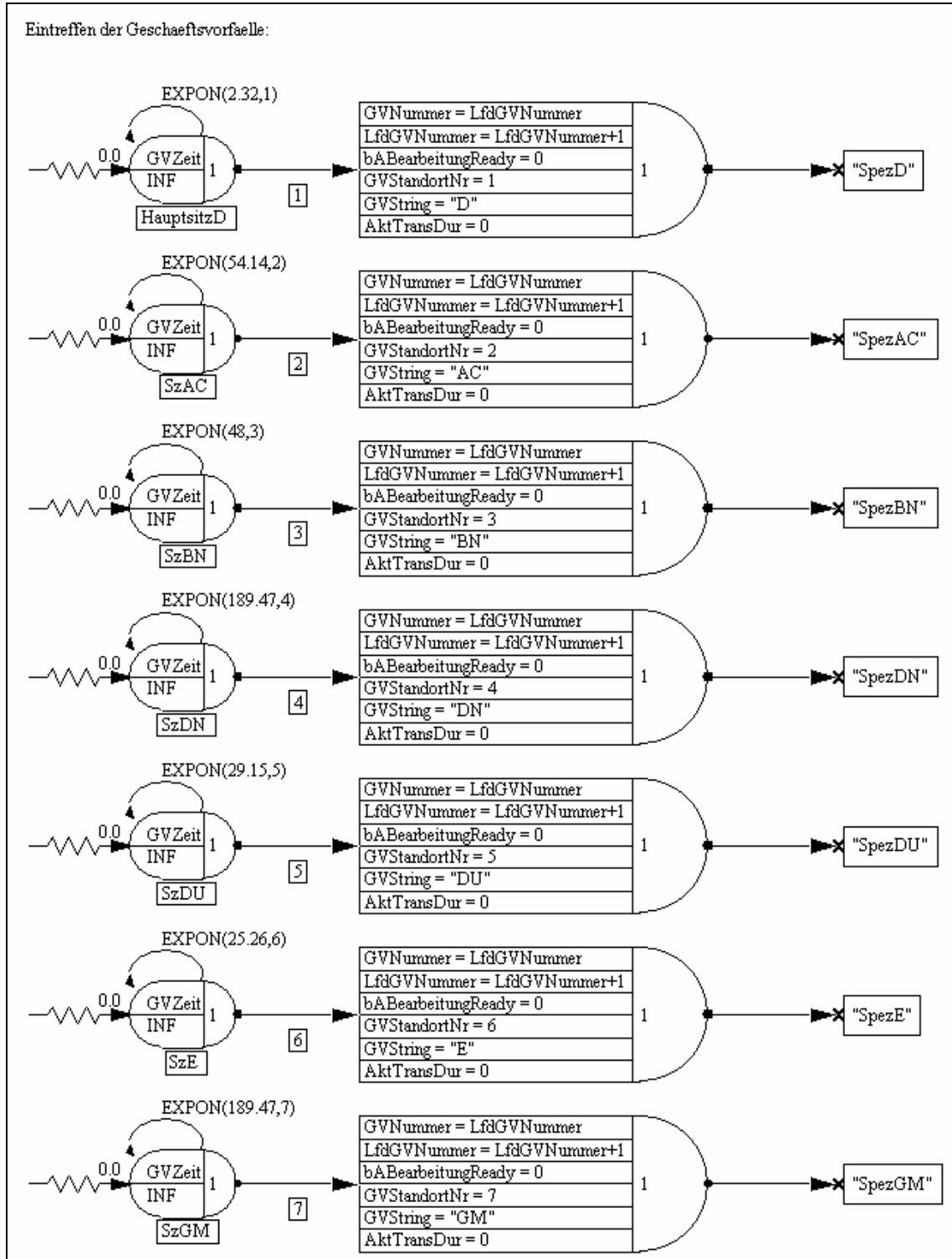


Abb. 30: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1

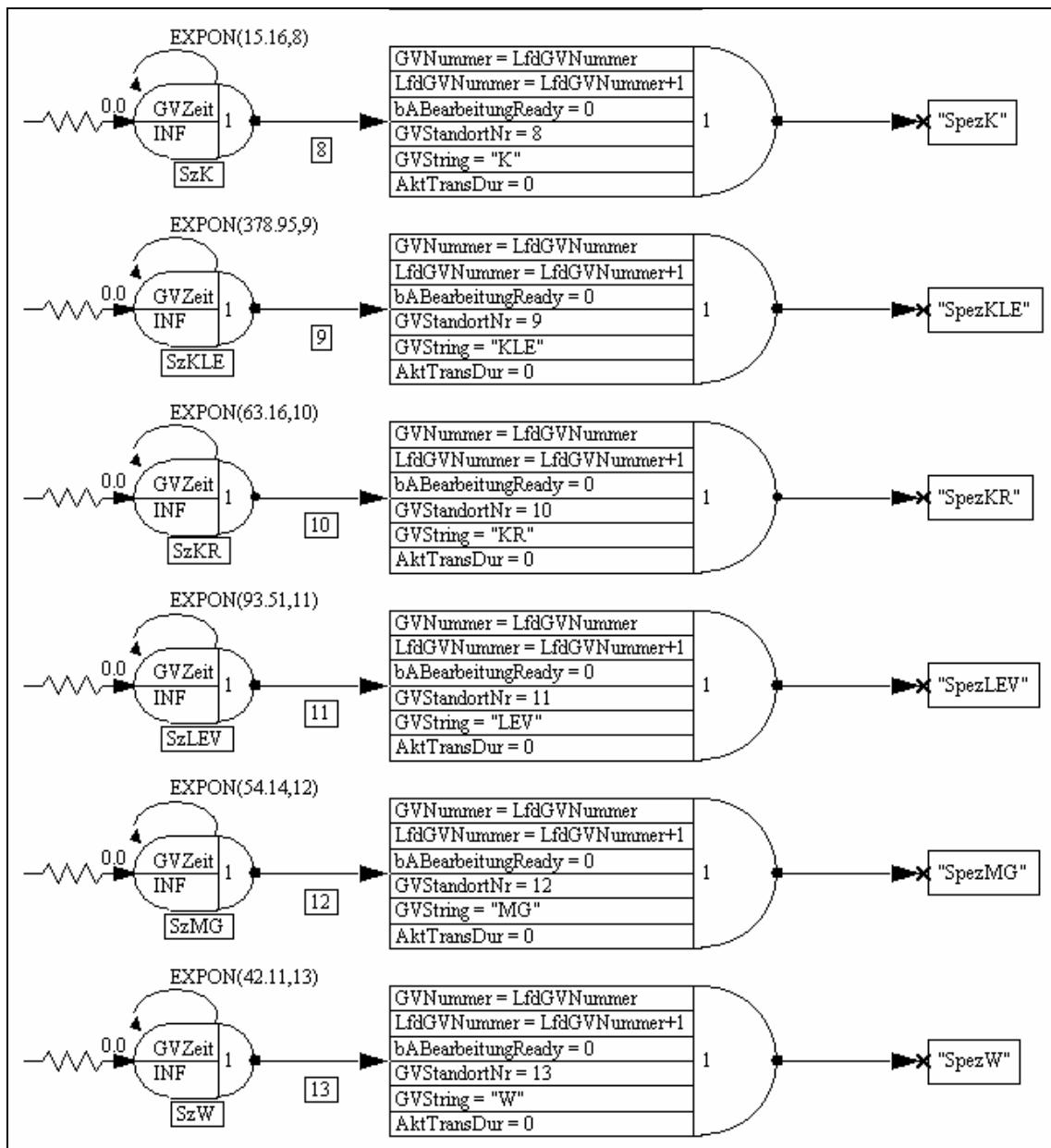


Abb. 31: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2

Spezifikation GV und Aktenanforderung:

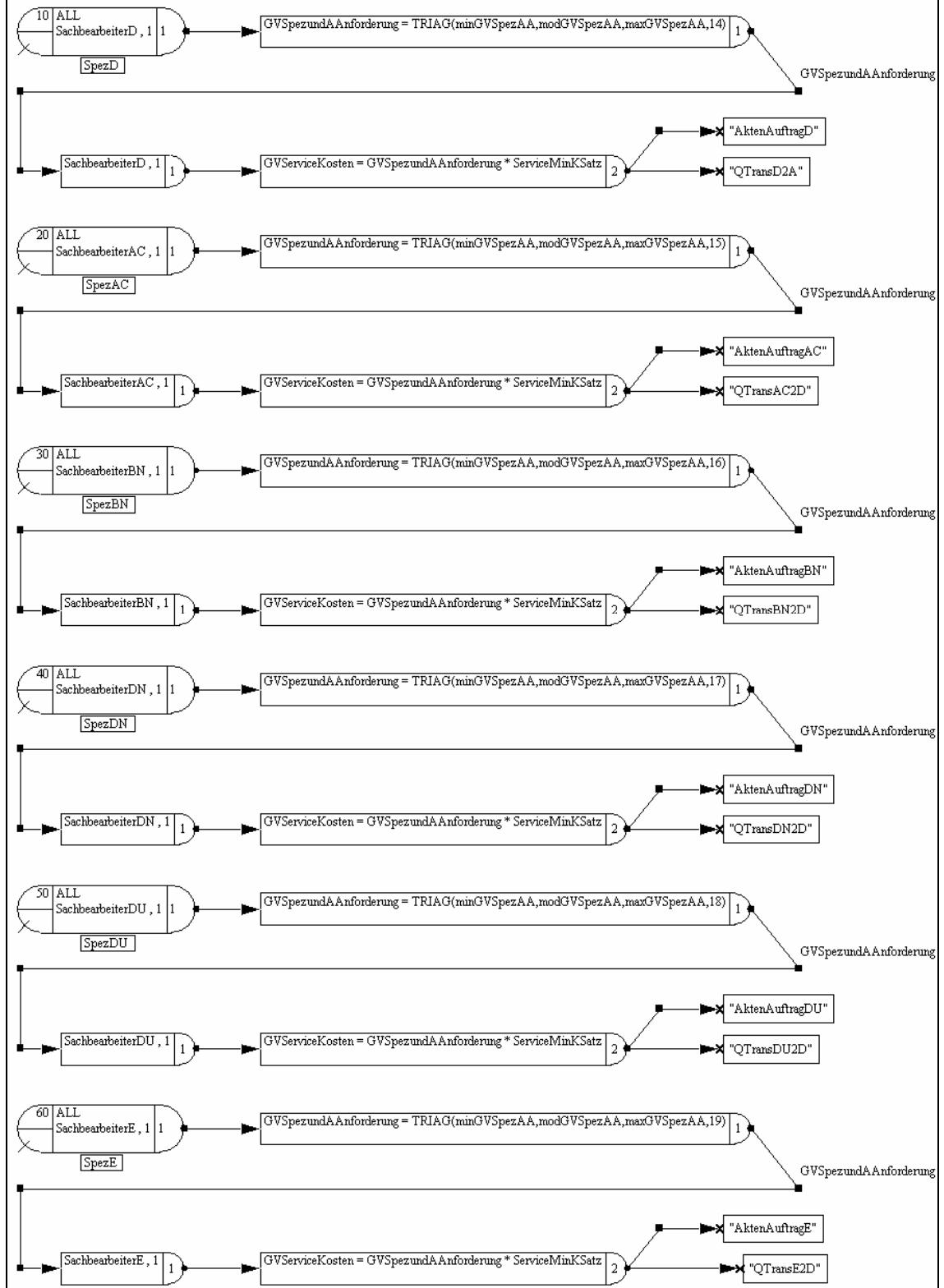


Abb. 32: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1

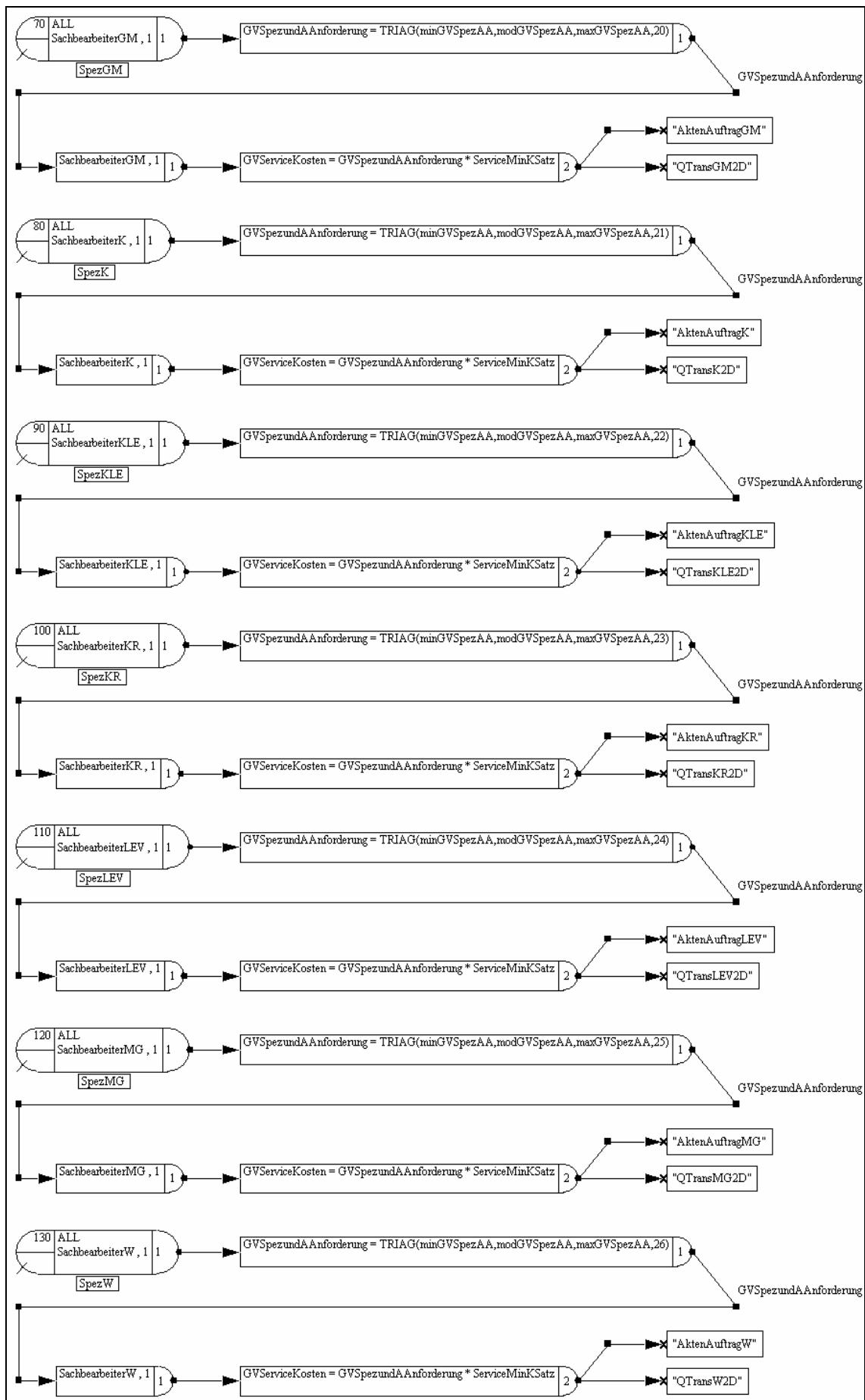


Abb. 33: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2

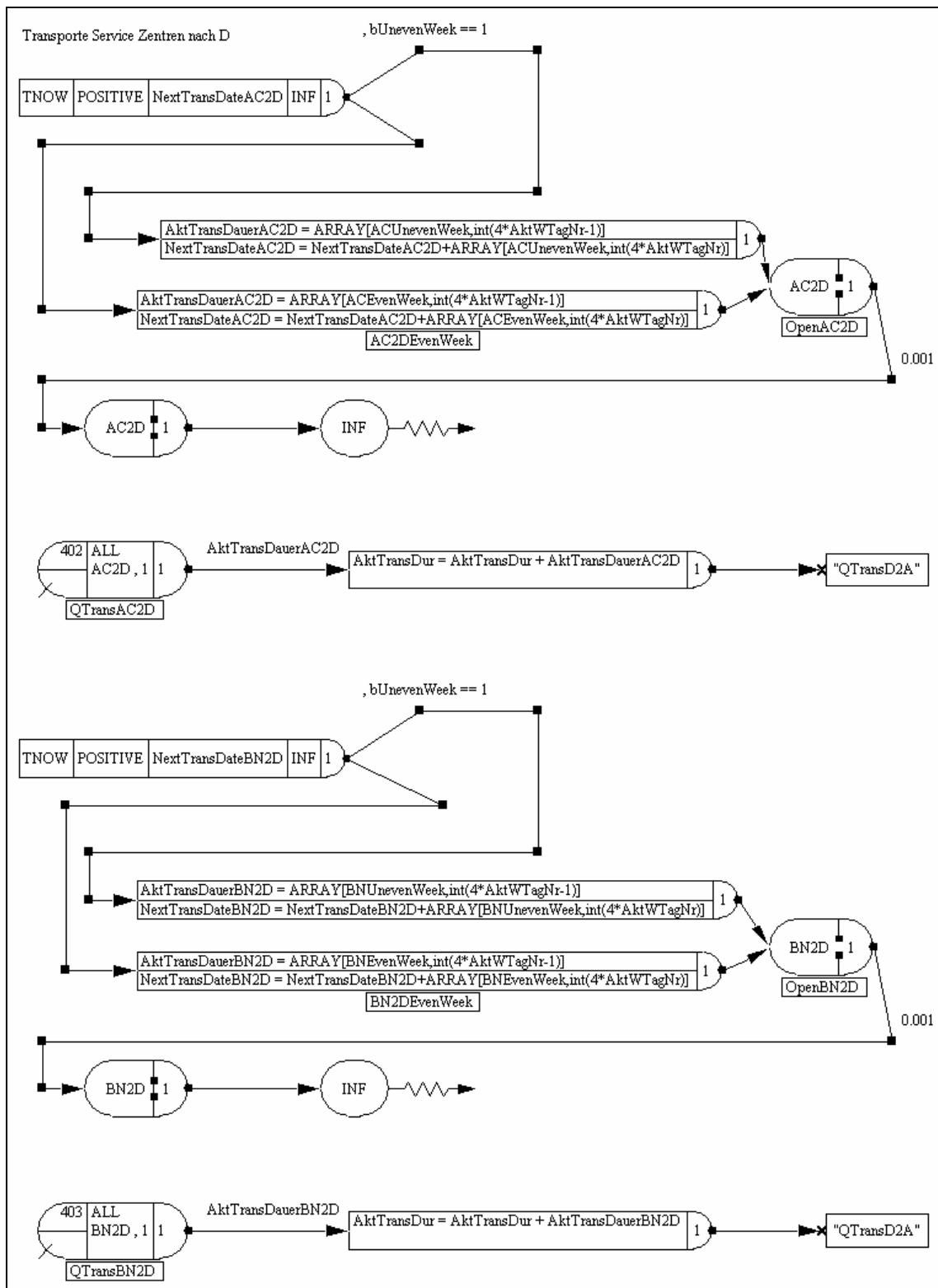


Abb. 34: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1

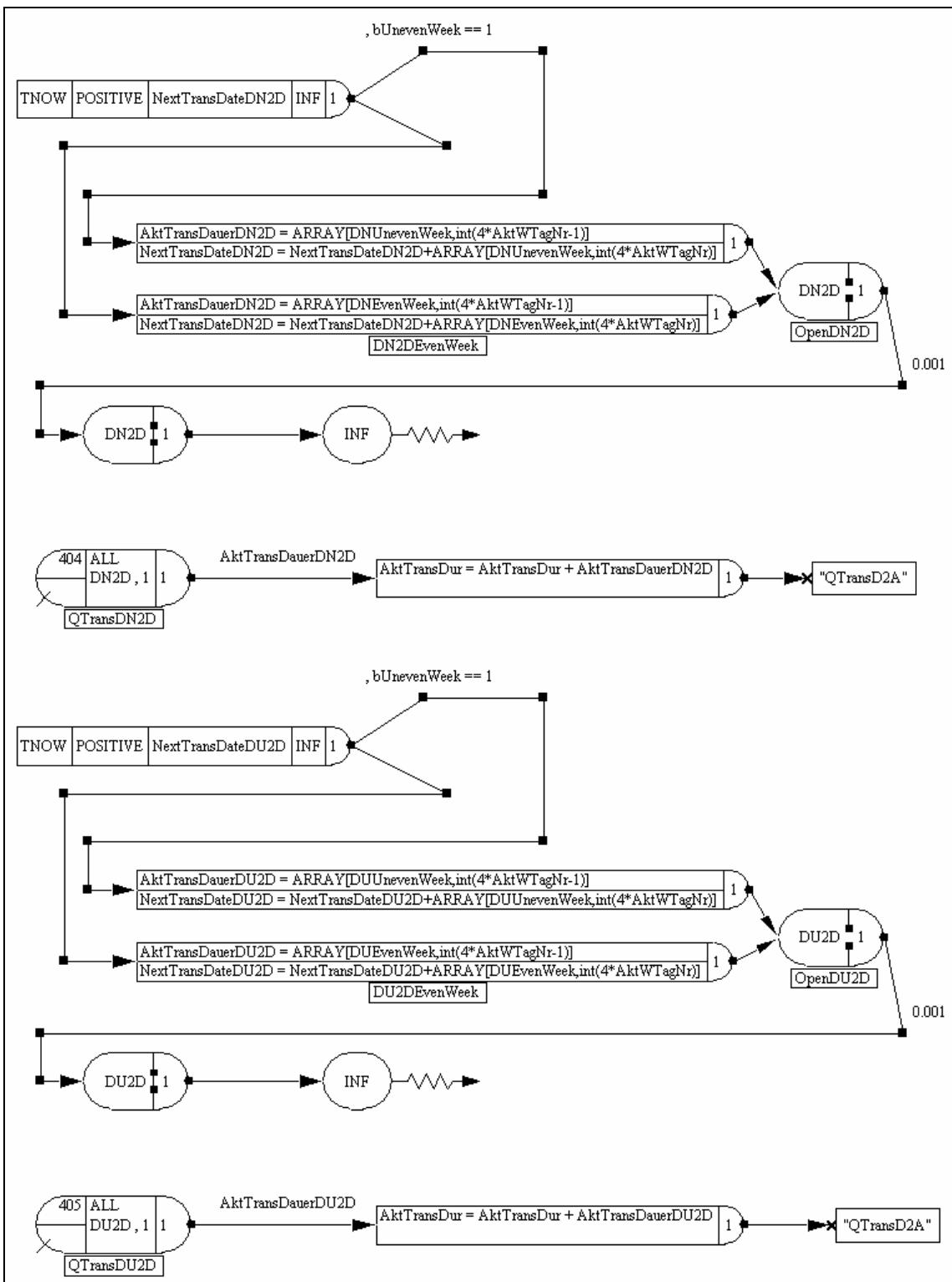


Abb. 35: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2

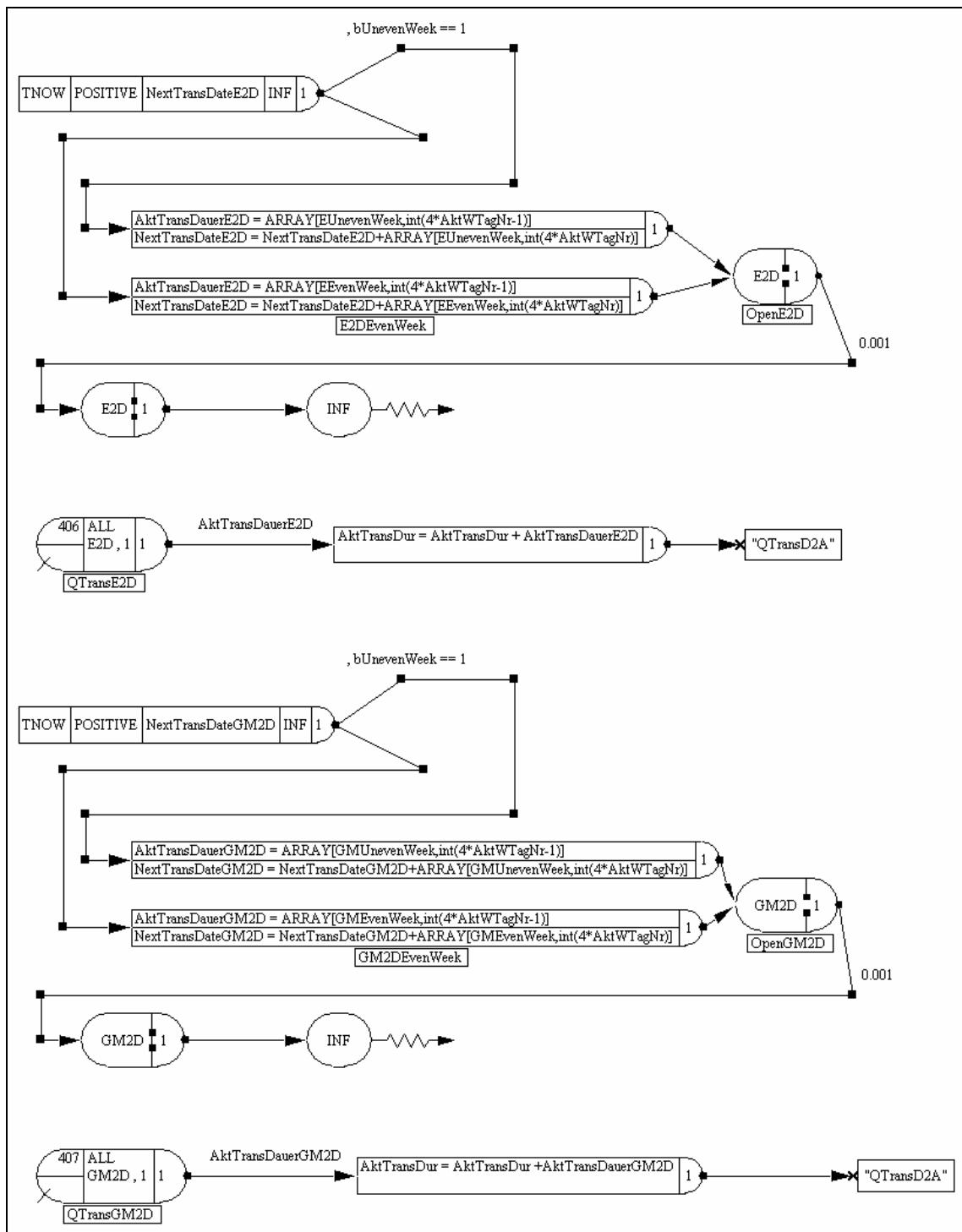


Abb. 36: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3

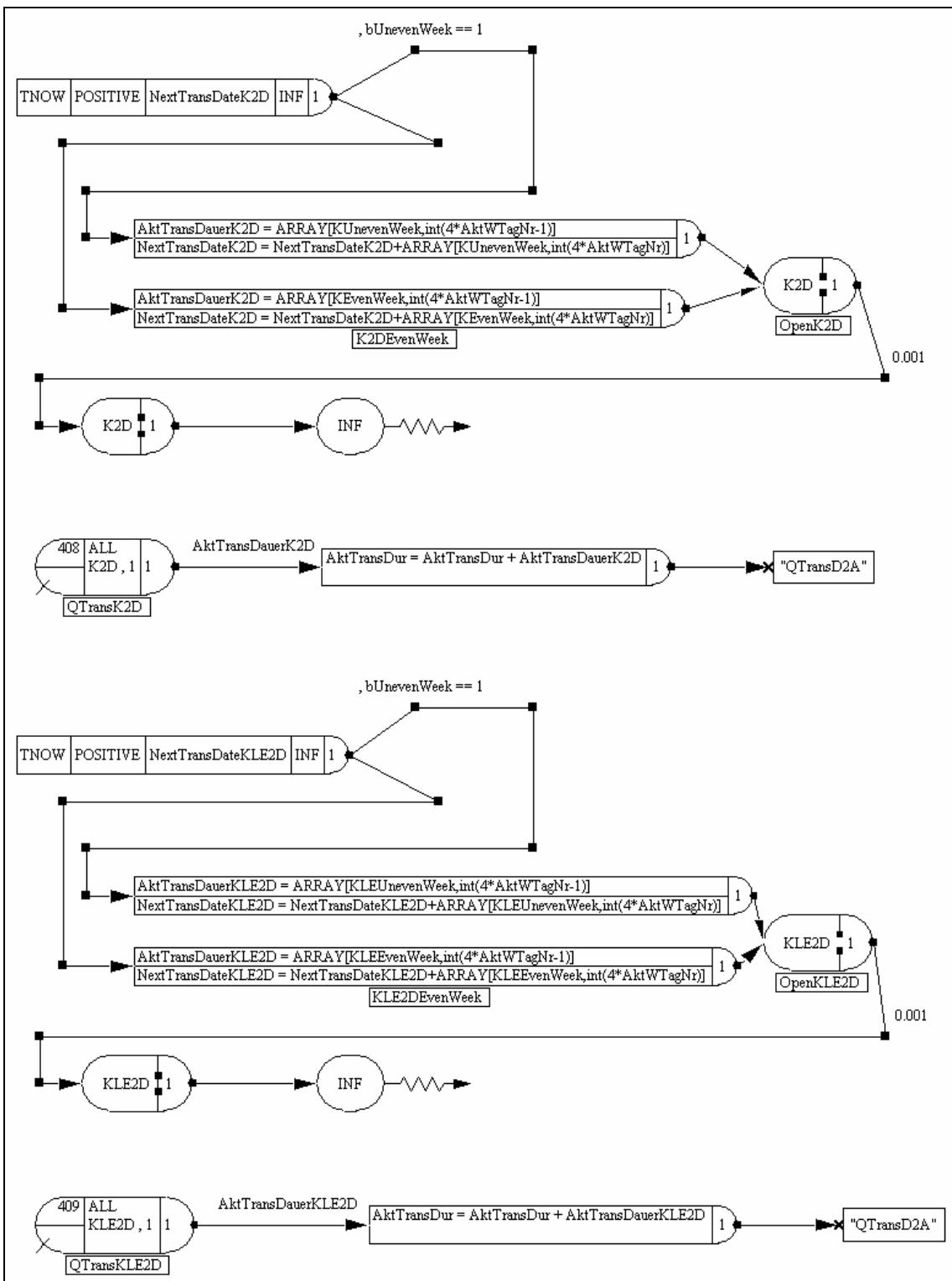


Abb. 37: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4

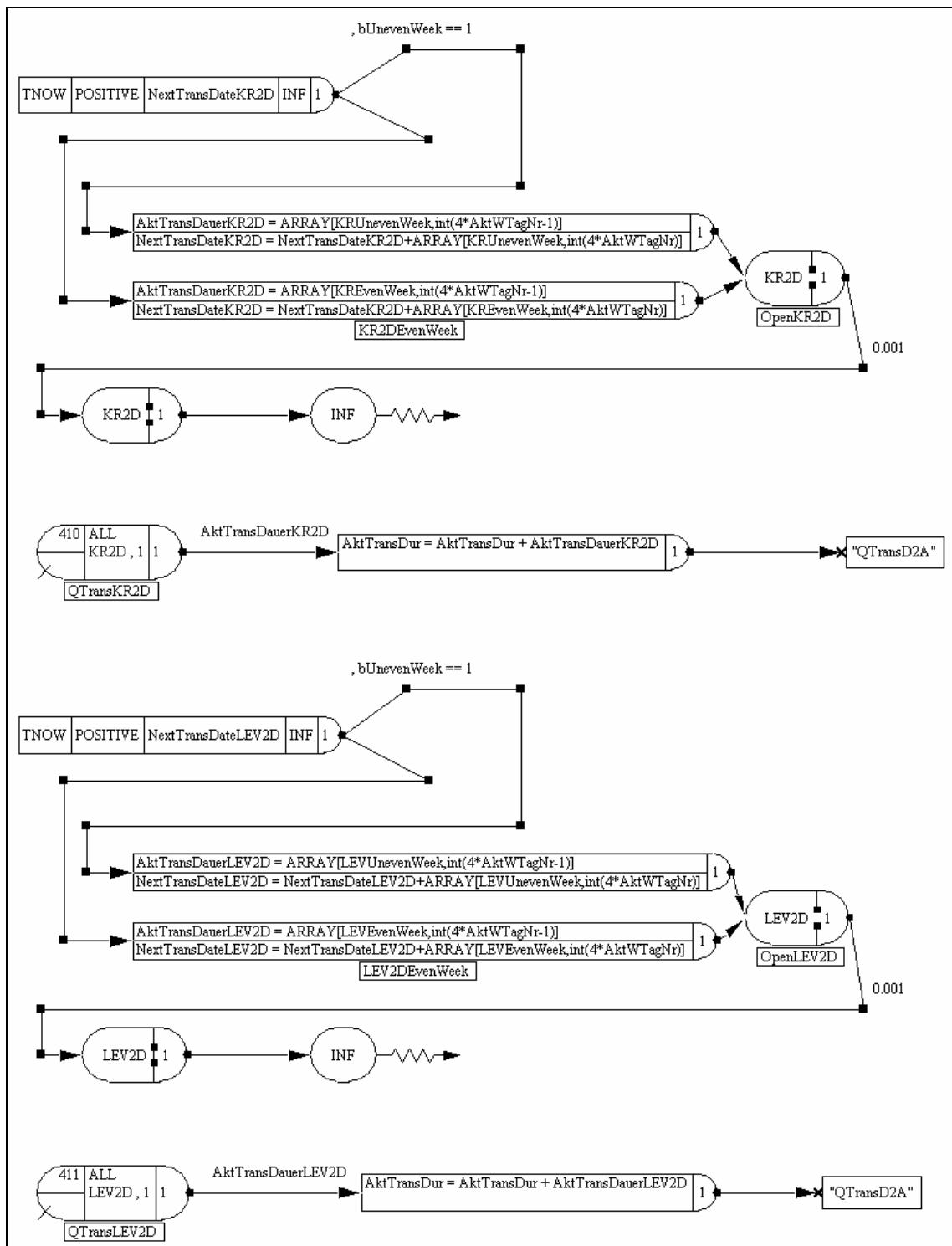


Abb. 38: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5

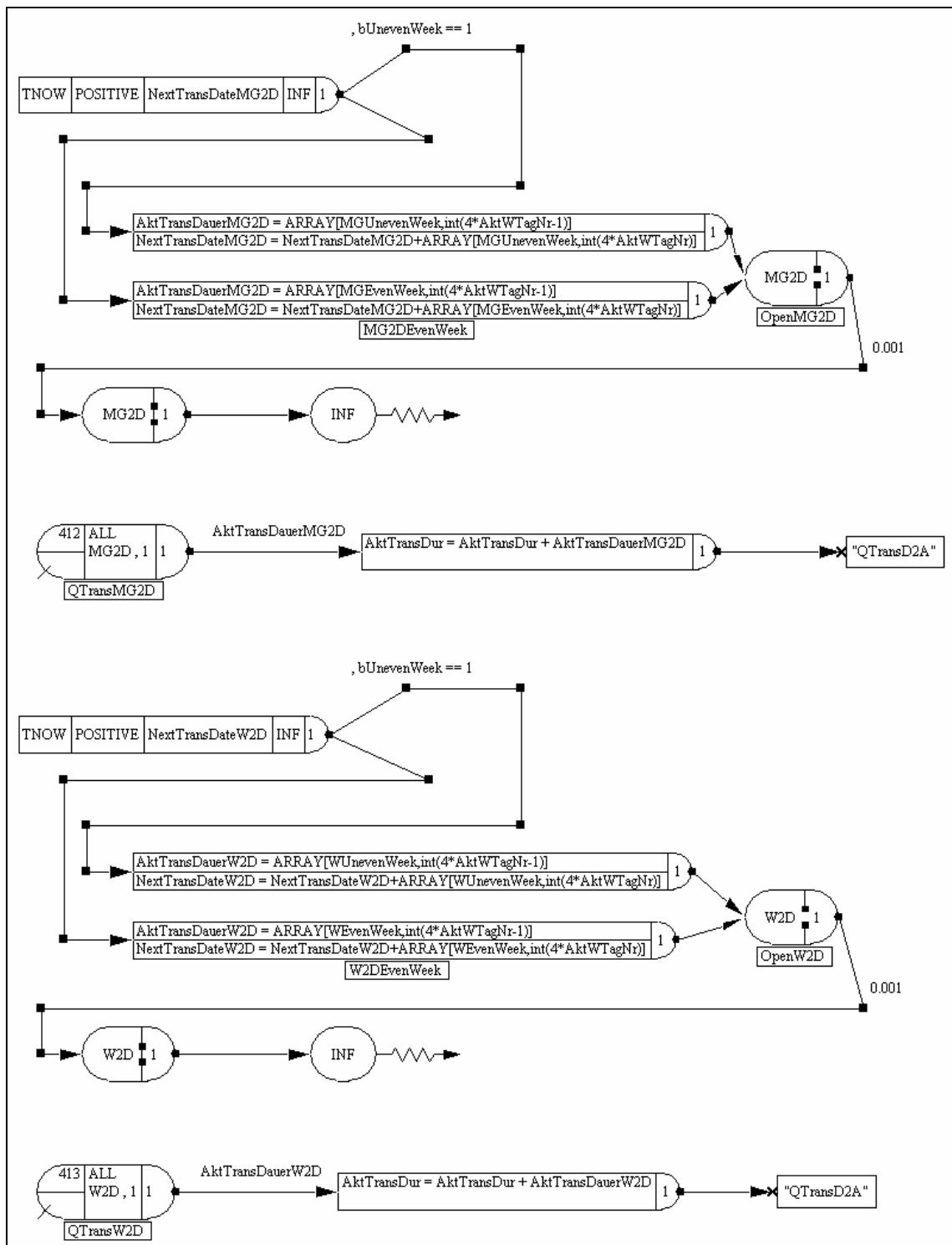


Abb. 39: Gesamtes Teilnetzwerk 4 des Netzwerkes ORIGIN Teil 6

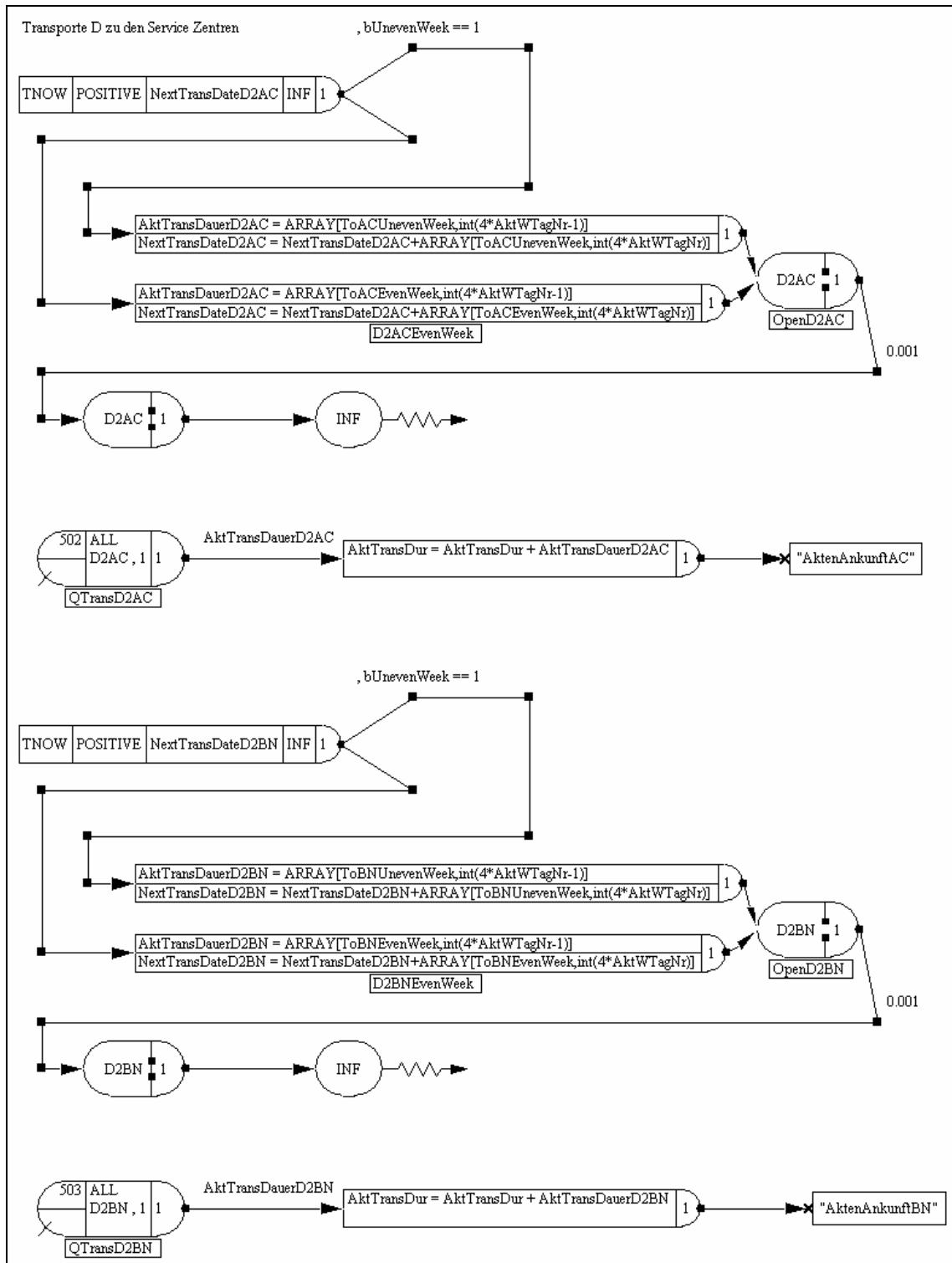


Abb. 40: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1

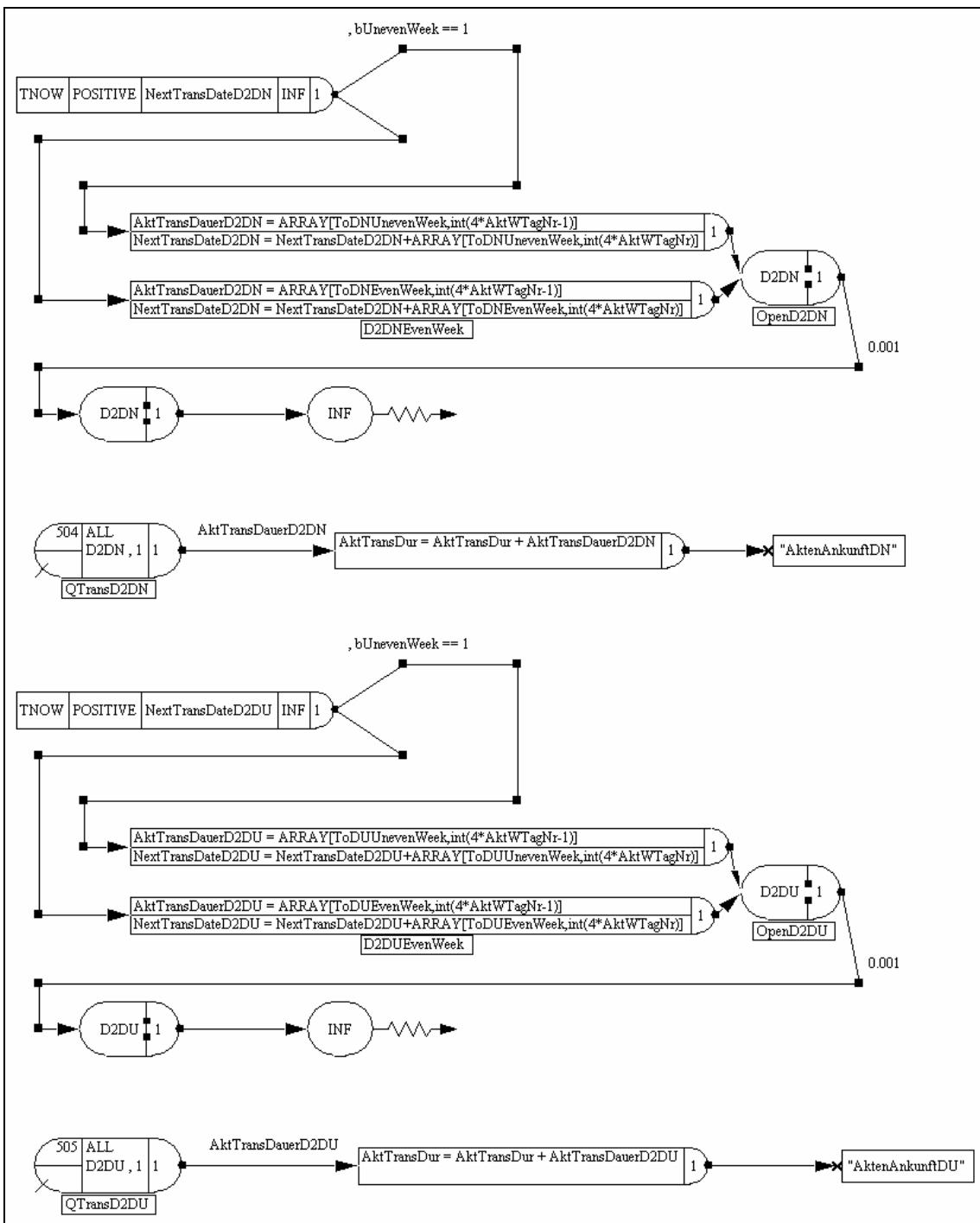


Abb. 41: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2

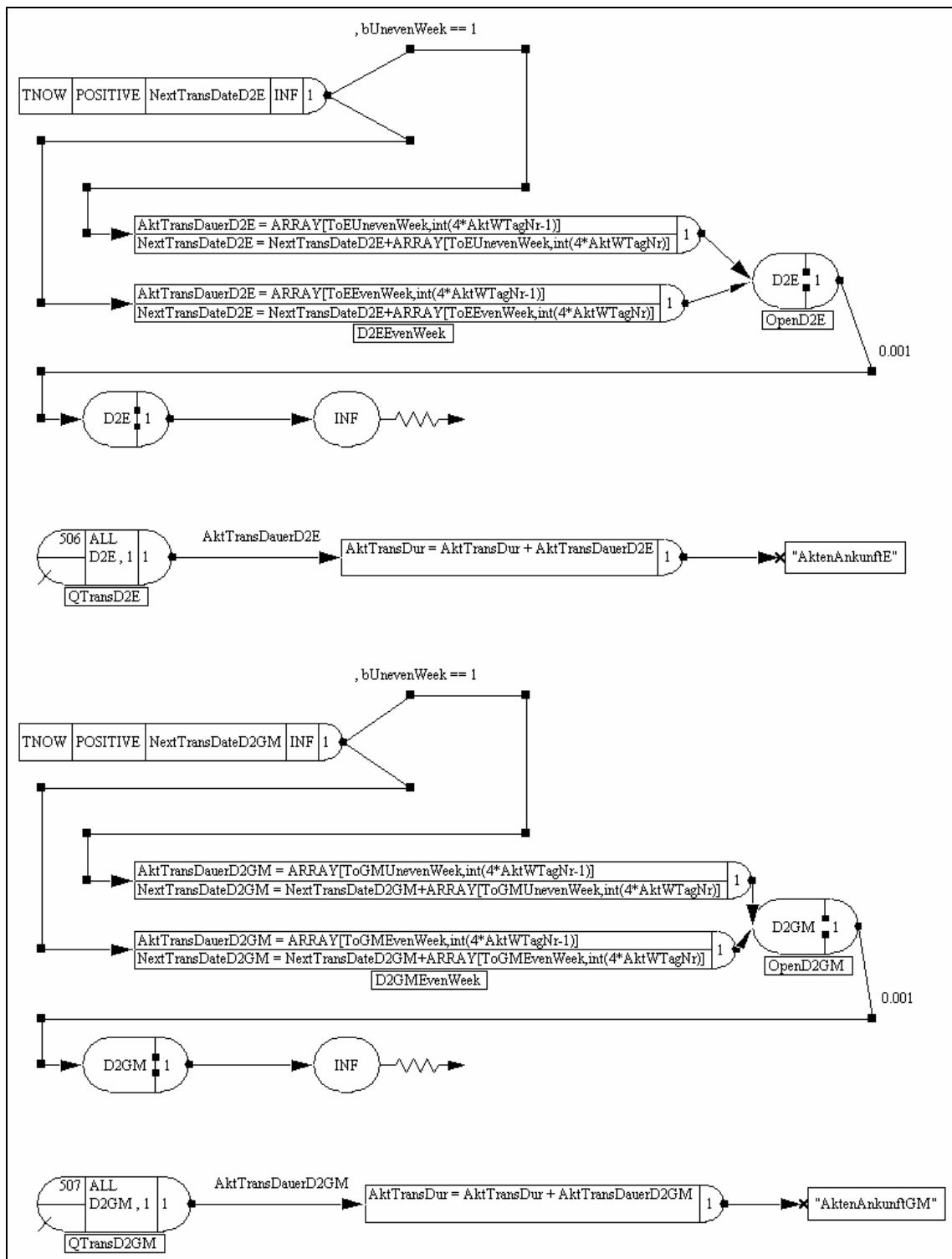


Abb. 42: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3

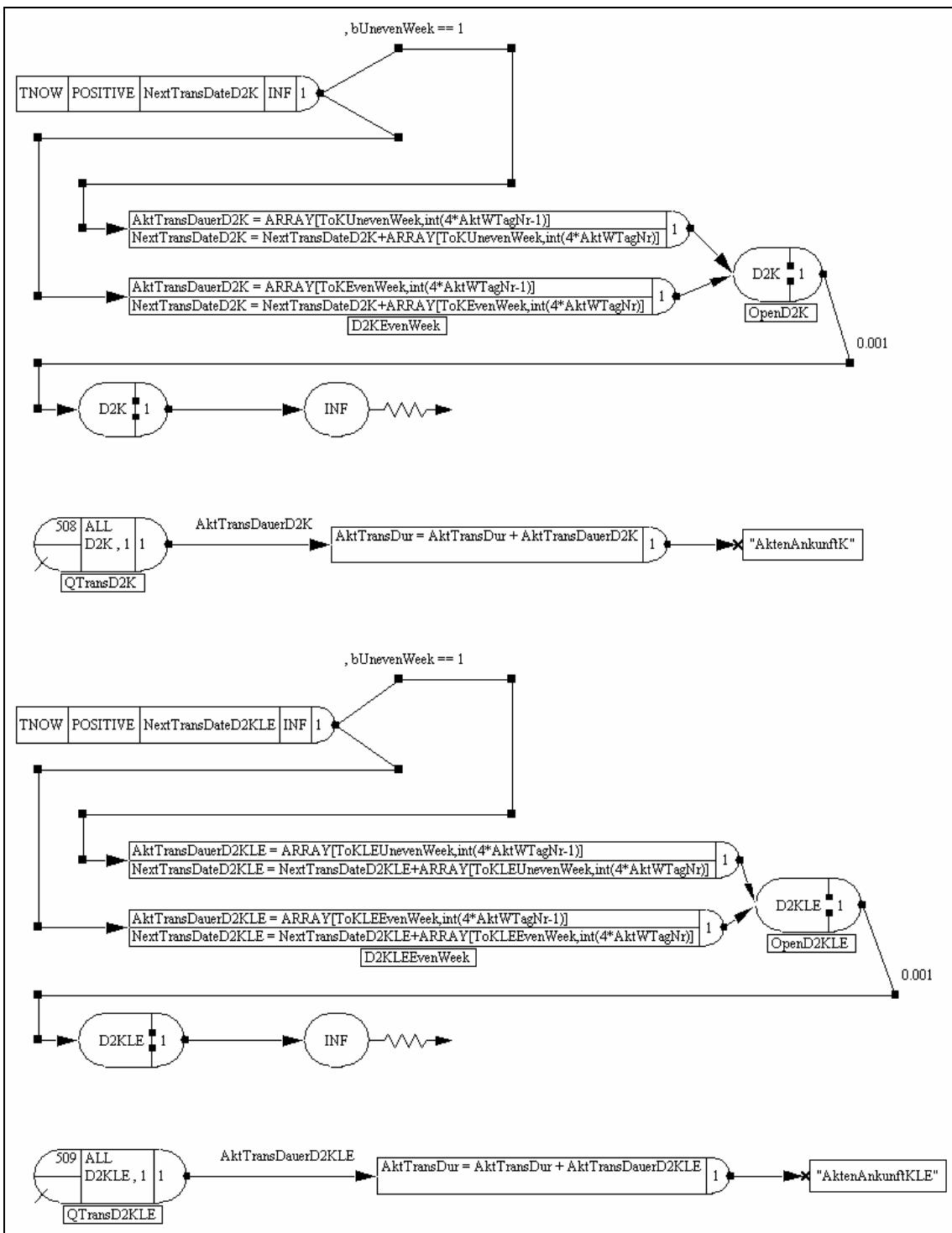


Abb. 43: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4

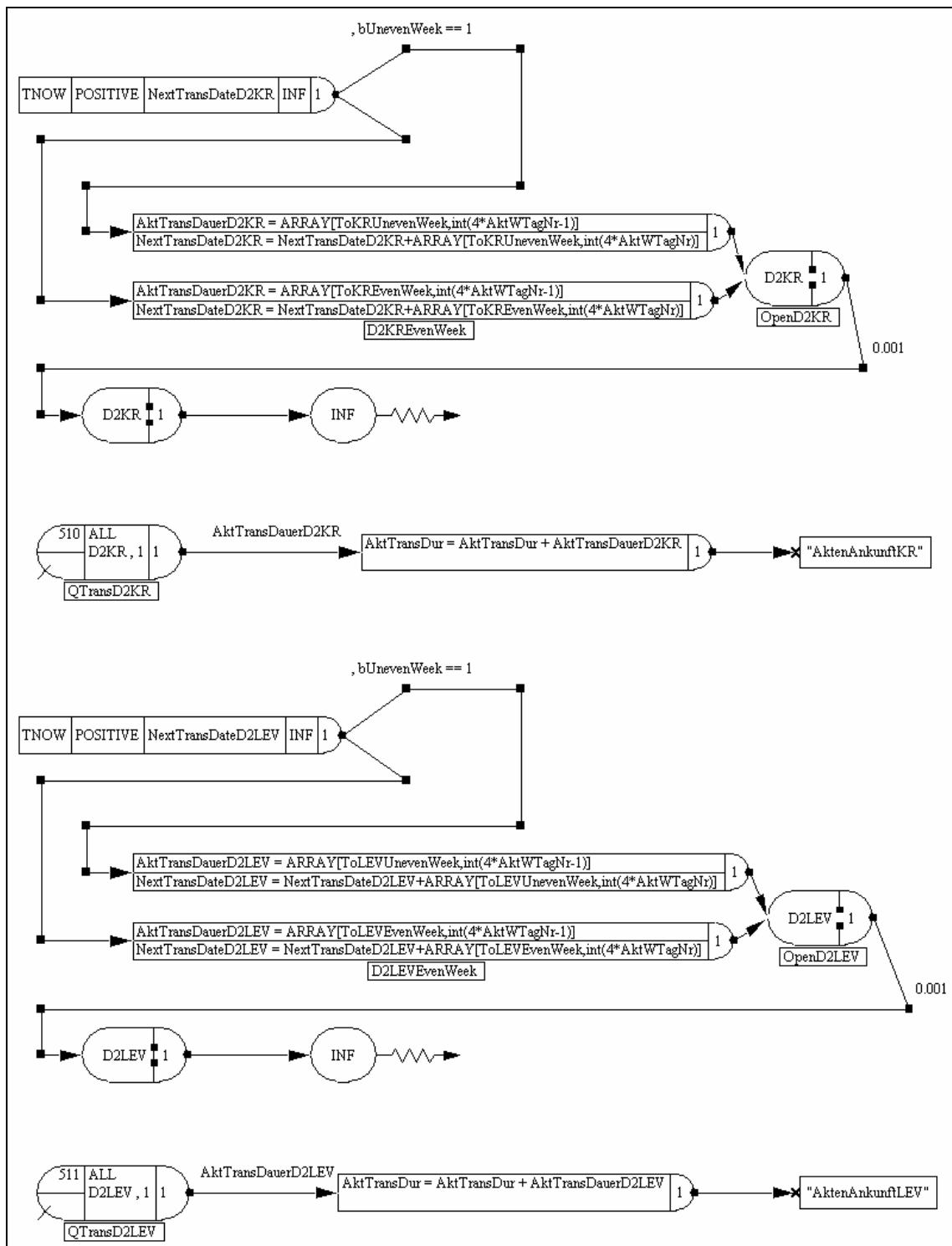


Abb. 44: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5

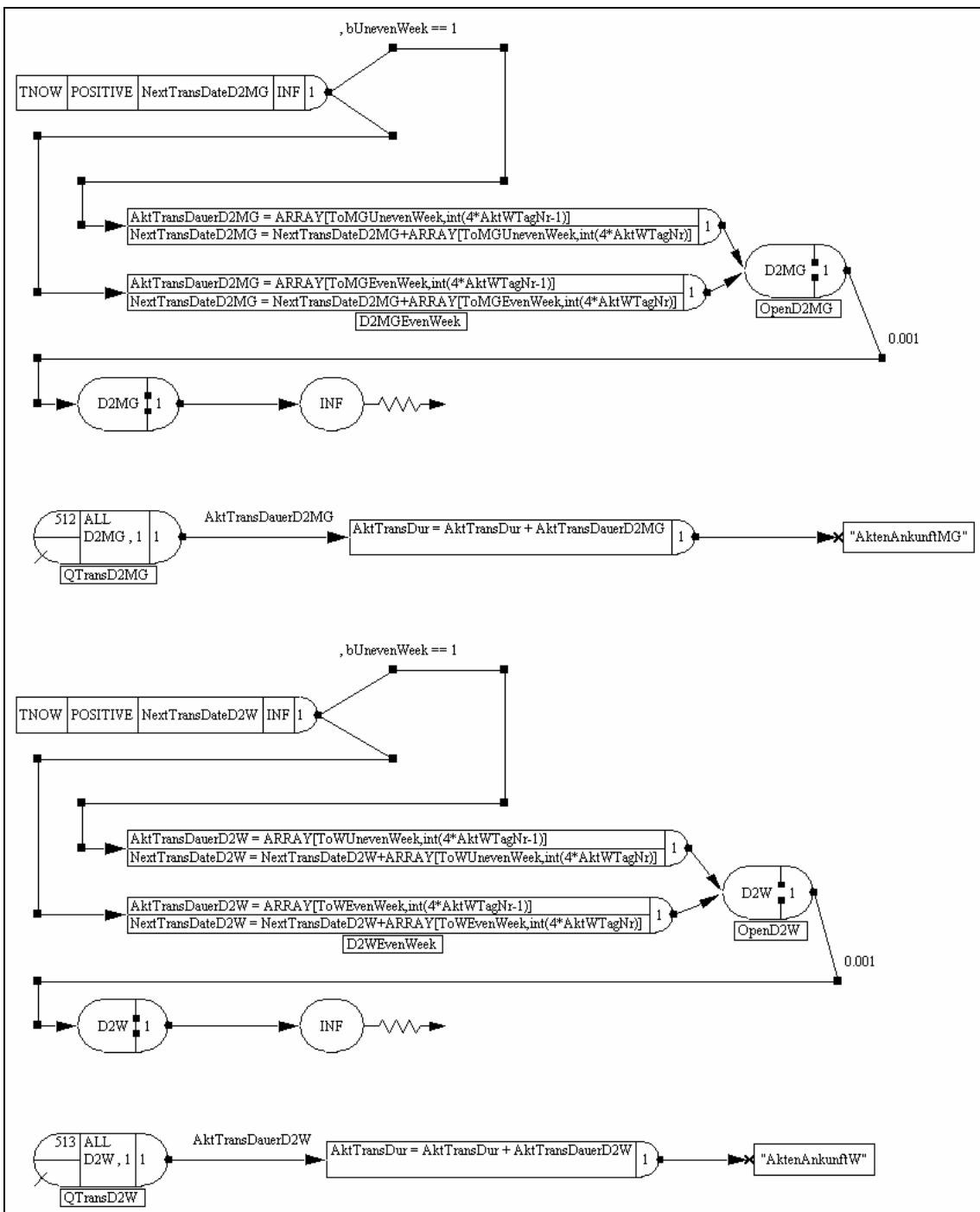


Abb. 45: Gesamtes Teilnetzwerk 5 des Netzwerkes ORIGIN Teil 6

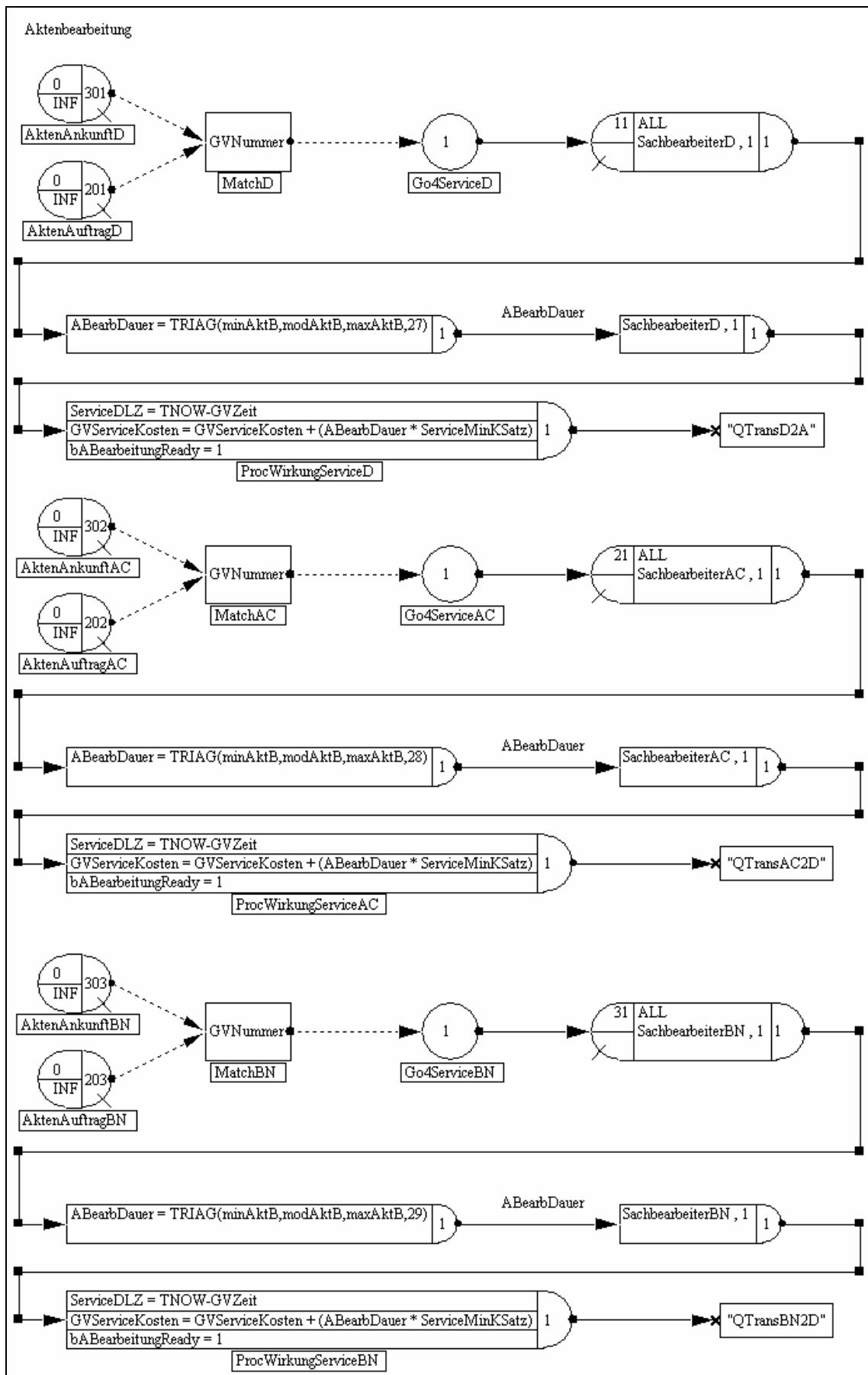


Abb. 46: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 1

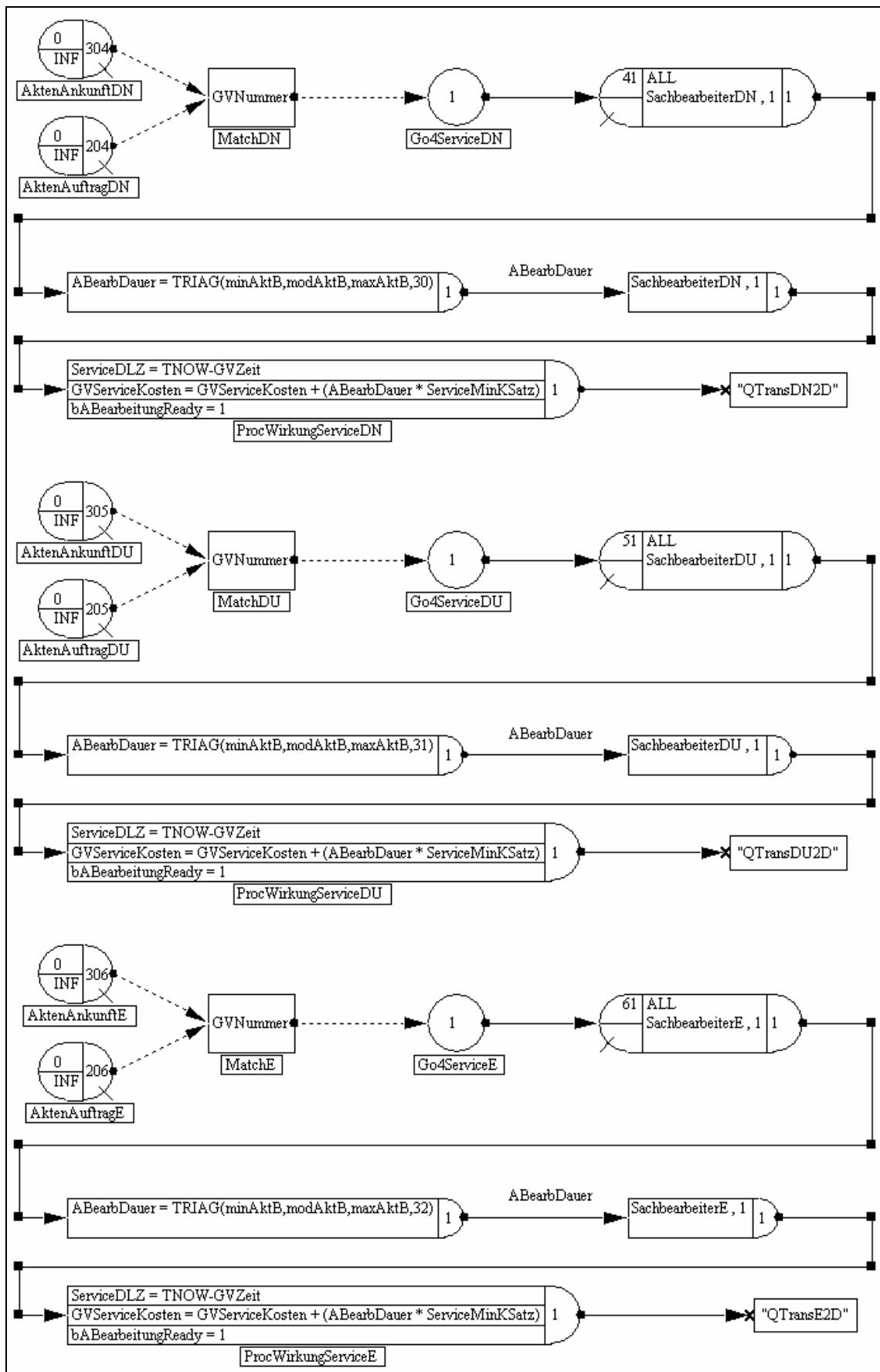


Abb. 47: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 2

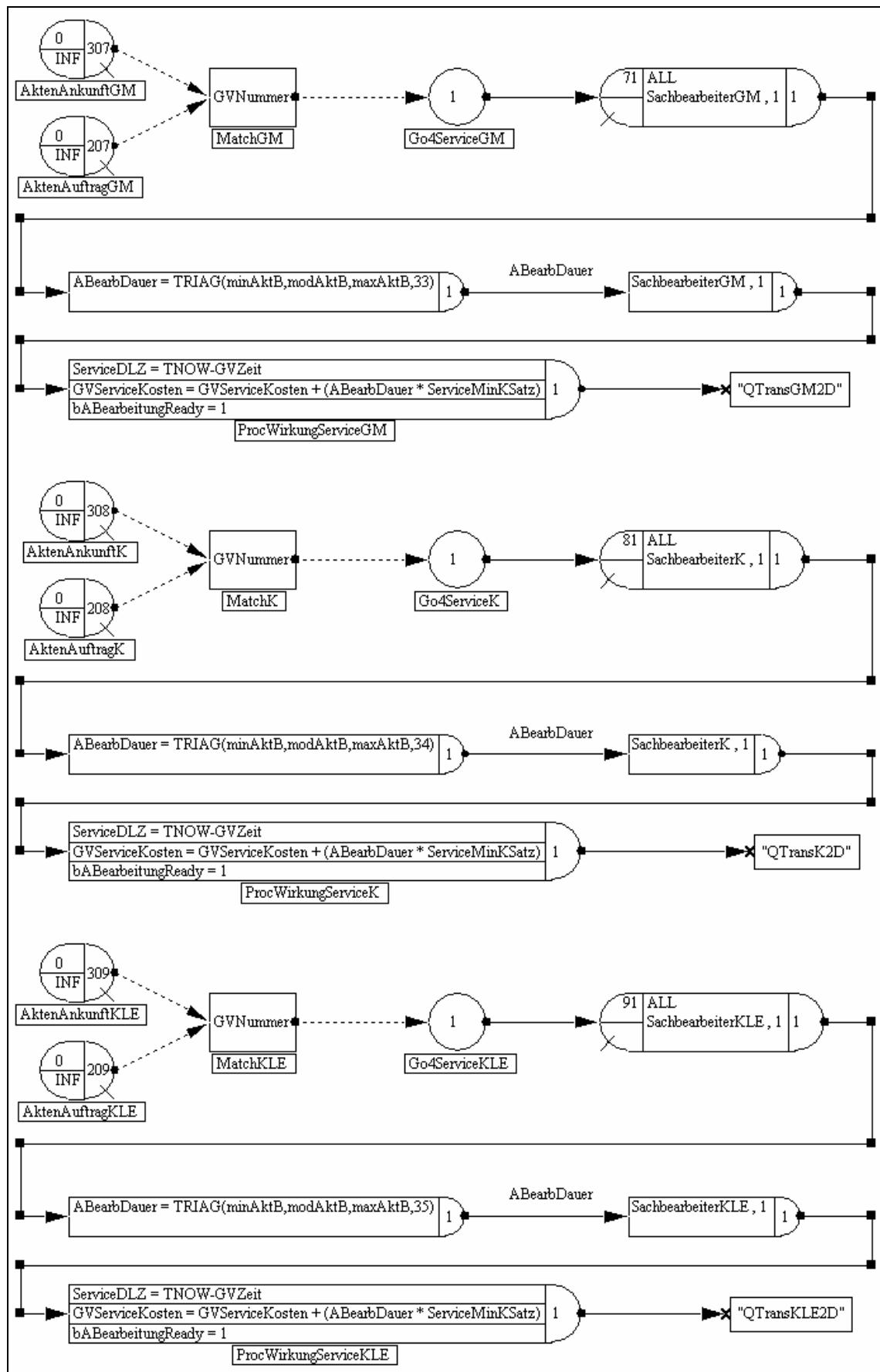


Abb. 48: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 3

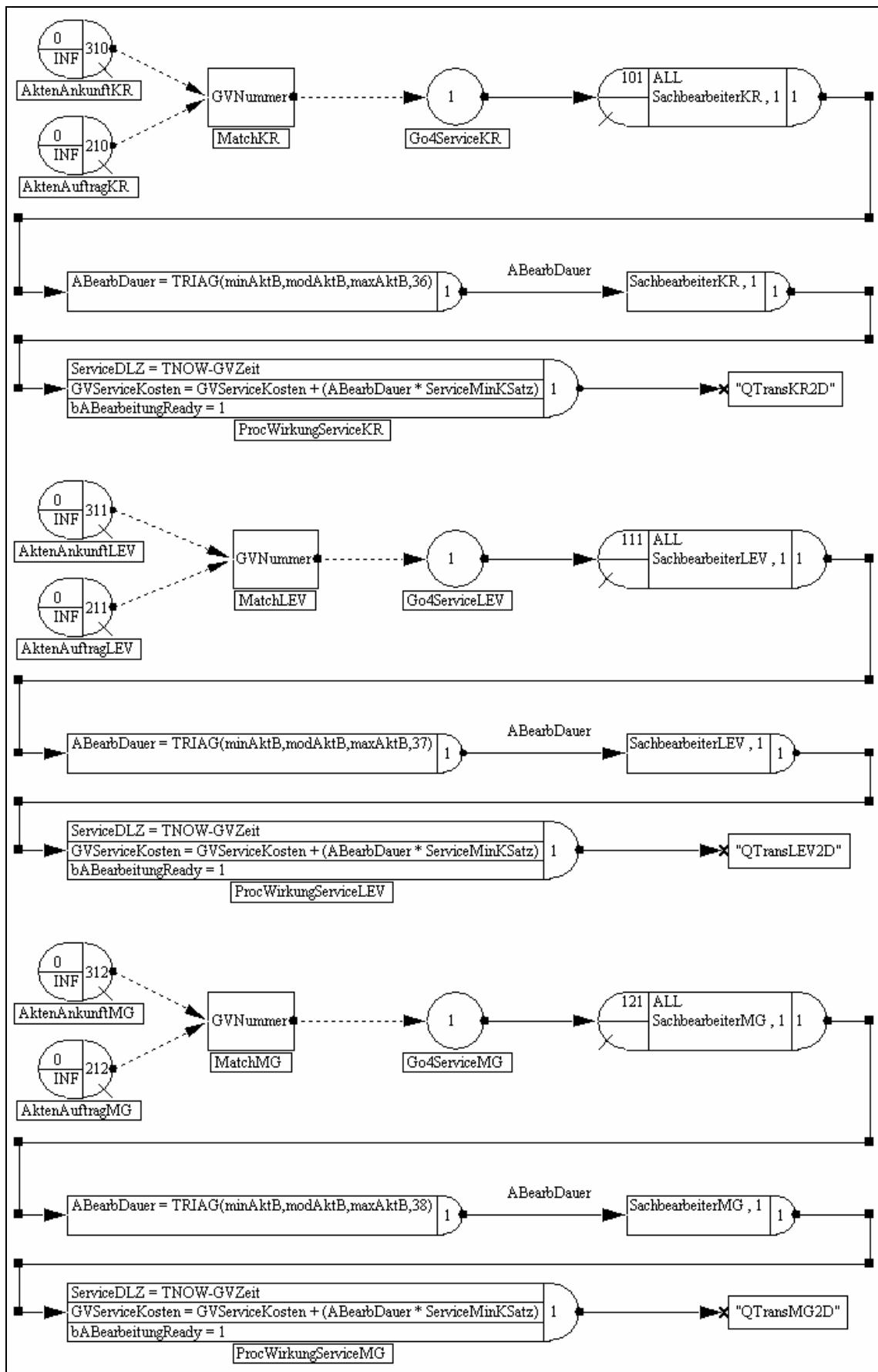


Abb. 49: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 4

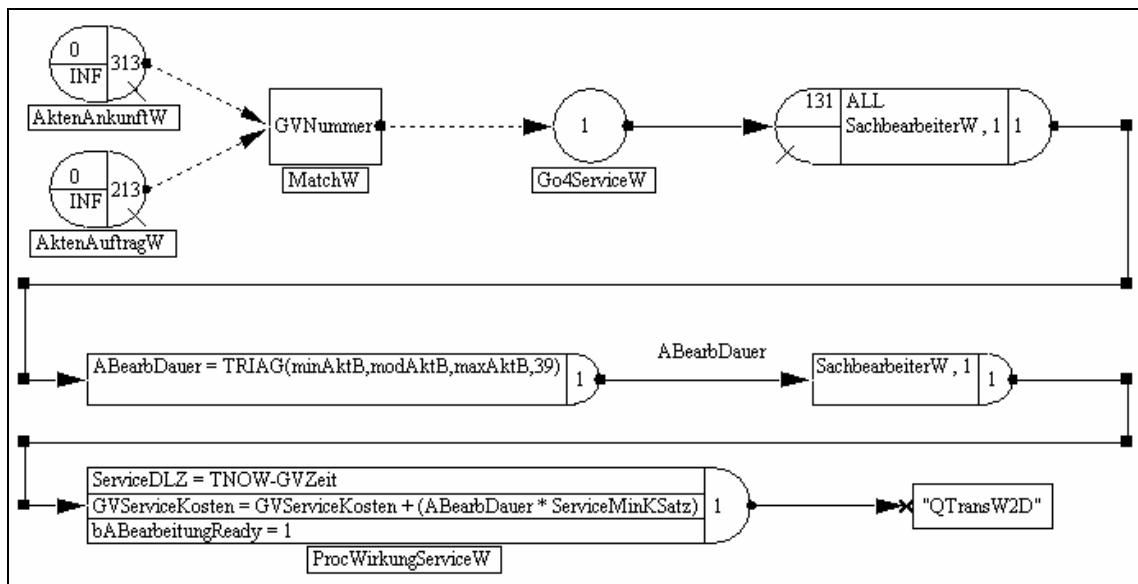


Abb. 50: Gesamtes Teilnetzwerk 7 des Netzwerkes ORIGIN Teil 5

Steuerungsanweisungen der Steuerungsdatei ORIGCON

GEN,"Tessa Boehmkes","LVA-Rheinprovinz",01.08.2005,1,YES,YES;
LIMITS,65,65,0,10,5,2;
:Liste der sprachlichen Bezeichner fuer Visual SLAM Variablen
EQUIVALENCE,{{GVZeit,ATRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVNummer,LTRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{LfdGVNummer,LL[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVStandortNr,LTRIB[2]}},
EQUIVALENCE,{{GVString,STRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVSpezundAAnforderung,ATRIB[2]}},
EQUIVALENCE,{{minGVSpezAA,XX[1]}},
EQUIVALENCE,{{modGVSpezAA,XX[2]}},
EQUIVALENCE,{{maxGVSpezAA,XX[3]}},
EQUIVALENCE,{{ABearbDauer,ATRIB[3]}},
EQUIVALENCE,{{minAktB,XX[4]}},
EQUIVALENCE,{{modAktB,XX[5]}},
EQUIVALENCE,{{maxAktB,XX[6]}},
EQUIVALENCE,{{AktWTagNr,LL[2]}},
EQUIVALENCE,{{CheckWTagNr,LL[3]}},
EQUIVALENCE,{{AktWTagZeitinMin,LL[4]}},
EQUIVALENCE,{{CheckTagZeitinMin,LL[5]}},
EQUIVALENCE,{{WeekNr,LL[6]}},
EQUIVALENCE,{{bUnevenWeek,LL[7]}},
EQUIVALENCE,{{DTIme2Schicht,XX[7]}},
EQUIVALENCE,{{DSchichtDauer,XX[8]}},
EQUIVALENCE,{{DTImePastSchicht,XX[9]}},
EQUIVALENCE,{{DTIme2SchichtFeld,LL[8]}},
EQUIVALENCE,{{DSchichtdauerFeld,LL[9]}},
EQUIVALENCE,{{DTImePastSchichtFeld,LL[10]}},
EQUIVALENCE,{{bKapVerfuegbar,LL[11]}},
EQUIVALENCE,{{DailyTransDauerD2A,XX[10]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2A,XX[11]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2A,XX[12]}},
EQUIVALENCE,{{bABearbeitungReady,LTRIB[3]}},
EQUIVALENCE,{{DailyTransDauerA2D,XX[13]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerA2D,XX[14]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateA2D,XX[15]}},
EQUIVALENCE,{{ACEvenWeek,LL[12]}},
EQUIVALENCE,{{ACUnevenWeek,LL[13]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateAC2D,XX[16]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerAC2D,XX[17]}},
EQUIVALENCE,{{BNEvenWeek,LL[14]}},
EQUIVALENCE,{{BNUnevenWeek,LL[15]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateBN2D,XX[18]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerBN2D,XX[19]}},
EQUIVALENCE,{{DNEvenWeek,LL[16]}},
EQUIVALENCE,{{DNUnevenWeek,LL[17]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateDN2D,XX[20]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerDN2D,XX[21]}},
EQUIVALENCE,{{DUEvenWeek,LL[18]}},
EQUIVALENCE,{{DUUnevenWeek,LL[19]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateDU2D,XX[22]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerDU2D,XX[23]}},
EQUIVALENCE,{{EEvenWeek,LL[20]}},
EQUIVALENCE,{{EUnevenWeek,LL[21]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateE2D,XX[24]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerE2D,XX[25]}},
EQUIVALENCE,{{GMEvenWeek,LL[22]}},
EQUIVALENCE,{{GMUnevenWeek,LL[23]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateGM2D,XX[26]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerGM2D,XX[27]}},
EQUIVALENCE,{{KEvenWeek,LL[24]}},
EQUIVALENCE,{{KUnevenWeek,LL[25]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateK2D,XX[28]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerK2D,XX[29]}},
EQUIVALENCE,{{KLEEvenWeek,LL[26]}},
EQUIVALENCE,{{KLEUnevenWeek,LL[27]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateKLE2D,XX[30]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerKLE2D,XX[31]}},
EQUIVALENCE,{{KREEvenWeek,LL[28]}},
EQUIVALENCE,{{KRUnevenWeek,LL[29]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateKR2D,XX[32]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerKR2D,XX[33]}},
EQUIVALENCE,{{LEVEvenWeek,LL[30]}},
EQUIVALENCE,{{LEVUnevenWeek,LL[31]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateLEV2D,XX[34]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerLEV2D,XX[35]}},

```

EQUIVALENCE,{{MGEEvenWeek,LL[32]}};
EQUIVALENCE,{{MGUnevenWeek,LL[33]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateMG2D,XX[36]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerMG2D,XX[37]}};
EQUIVALENCE,{{WEvenWeek,LL[34]}};
EQUIVALENCE,{{WUnevenWeek,LL[35]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateW2D,XX[38]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerW2D,XX[39]}};
EQUIVALENCE,{{ToACEvenWeek,LL[36]}};
EQUIVALENCE,{{ToACUnevenWeek,LL[37]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2AC,XX[40]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2AC,XX[41]}};
EQUIVALENCE,{{ToBNEvenWeek,LL[38]}};
EQUIVALENCE,{{ToBNUnevenWeek,LL[39]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2BN,XX[42]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2BN,XX[43]}};
EQUIVALENCE,{{ToDNEvenWeek,LL[40]}};
EQUIVALENCE,{{ToDNUnevenWeek,LL[41]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2DN,XX[44]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2DN,XX[45]}};
EQUIVALENCE,{{ToDUEvenWeek,LL[42]}};
EQUIVALENCE,{{ToDUUnevenWeek,LL[43]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2DU,XX[46]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2DU,XX[47]}};
EQUIVALENCE,{{ToEEvenWeek,LL[44]}};
EQUIVALENCE,{{ToEUnevenWeek,LL[45]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2E,XX[48]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2E,XX[49]}};
EQUIVALENCE,{{ToGMEEvenWeek,LL[46]}};
EQUIVALENCE,{{ToGMUnevenWeek,LL[47]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2GM,XX[50]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2GM,XX[51]}};
EQUIVALENCE,{{ToKEvenWeek,LL[48]}};
EQUIVALENCE,{{ToKUnevenWeek,LL[49]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2K,XX[52]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2K,XX[53]}};
EQUIVALENCE,{{ToKLEEvenWeek,LL[50]}};
EQUIVALENCE,{{ToKLEUnevenWeek,LL[51]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2KLE,XX[54]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2KLE,XX[55]}};
EQUIVALENCE,{{ToKREvenWeek,LL[52]}};
EQUIVALENCE,{{ToKRUnevenWeek,LL[53]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2KR,XX[56]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2KR,XX[57]}};
EQUIVALENCE,{{ToLEVEvenWeek,LL[54]}};
EQUIVALENCE,{{ToLEVUnevenWeek,LL[55]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2LEV,XX[58]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2LEV,XX[59]}};
EQUIVALENCE,{{ToMGEEvenWeek,LL[56]}};
EQUIVALENCE,{{ToMGUnevenWeek,LL[57]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2MG,XX[60]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2MG,XX[61]}};
EQUIVALENCE,{{ToWEvenWeek,LL[58]}};
EQUIVALENCE,{{ToWUnevenWeek,LL[59]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2W,XX[62]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2W,XX[63]}};
EQUIVALENCE,{{ServiceMinKSatz,XX[64]}};
EQUIVALENCE,{{SMinKSZeile,LL[60]}};
EQUIVALENCE,{{SMinKSSpalte,LL[61]}};
EQUIVALENCE,{{ServiceDLZ,ATRIB[4]}};
EQUIVALENCE,{{GVServiceKosten,ATRIB[5]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDur,ATRIB[6]}};
EQUIVALENCE,{{AReportTime,ATRIB[7]}};
EQUIVALENCE,{{SimWeekDur,LL[62]}};
EQUIVALENCE,{{LfdDatensatzNr,LL[63]}};
EQUIVALENCE,{{DatensatzNr,LTRIB[4]}};
;

;Wochentag-ARRAYS zur Arbeitszeitsteuerung: ARRAY-Nr. 1:=Montag, -Nr. 2:=Dienstag usw.
ARRAY,1,3,{480,480,480};
ARRAY,2,3,{480,480,480};
ARRAY,3,3,{480,480,480};
ARRAY,4,3,{480,480,480};
ARRAY,5,3,{480,480,480};
ARRAY,6,3,{480,0,960};
ARRAY,7,3,{480,0,960};
;
;Transportdaten von AC nach D (20 := gerade Woche; 21 := ungerade Woche)
ARRAY,20,20,{1,510,350,2880,2,-1,-1,-1,3,510,350,2880,4,-1,-1,-1,5,510,350,5760};
ARRAY,21,20,{1,-1,-1,-1,2,510,350,2880,3,-1,-1,1,4,510,350,5760,5,-1,-1,-1};

```

```

;
;Transportdaten von BN nach D [30 := gerade Woche; 31 := ungerade Woche]
ARRAY,30,20,{1,690,170,2880,2,-1,-1,3,690,170,2880,4,-1,-1,-1,5,690,170,5760};
ARRAY,31,20,{1,-1,-1,-1,2,690,170,2880,3,-1,-1,-1,4,690,170,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von DN nach D [40 := gerade Woche; 41 := ungerade Woche]
ARRAY,40,20,{1,590,270,2880,2,-1,-1,-1,3,590,270,2880,4,-1,-1,-1,5,590,270,5760};
ARRAY,41,20,{1,-1,-1,-1,2,590,270,2880,3,-1,-1,-1,4,590,270,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von DU nach D [50 := gerade Woche; 51 := ungerade Woche]
ARRAY,50,20,{1,-1,-1,-1,2,555,255,2880,3,-1,-1,-1,4,555,255,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,51,20,{1,555,255,2880,2,-1,-1,-1,3,555,255,2880,4,-1,-1,-1,5,555,255,5760};
;
;Transportdaten von E nach D [60 := gerade Woche; 61 := ungerade Woche]
ARRAY,60,20,{1,-1,-1,-1,2,460,350,2880,3,-1,-1,-1,4,460,350,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,61,20,{1,460,350,2880,2,-1,-1,-1,3,460,350,2880,4,-1,-1,-1,5,460,350,5760};
;
;Transportdaten von GM nach D [70 := gerade Woche; 71 := ungerade Woche]
ARRAY,70,20,{1,795,65,2880,2,-1,-1,-1,3,795,65,2880,4,-1,-1,-1,5,795,65,5760};
ARRAY,71,20,{1,-1,-1,-1,2,795,65,2880,3,-1,-1,-1,4,795,65,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von K nach D [80 := gerade Woche; 81 := ungerade Woche]
ARRAY,80,20,{1,-1,-1,-1,2,840,35,2880,3,-1,-1,-1,4,840,35,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,81,20,{1,840,35,2880,2,-1,-1,-1,3,840,35,2880,4,-1,-1,-1,5,840,35,5760};
;
;Transportdaten von KLE nach D [90 := gerade Woche; 91 := ungerade Woche]
ARRAY,90,20,{1,-1,-1,-1,2,615,195,2880,3,-1,-1,-1,4,615,195,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,91,20,{1,615,195,2880,2,-1,-1,-1,3,615,195,2880,4,-1,-1,-1,5,615,195,5760};
;
;Transportdaten von KR nach D [100 := gerade Woche; 101 := ungerade Woche]
ARRAY,100,20,{1,-1,-1,-1,2,705,105,2880,3,-1,-1,-1,4,705,105,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,101,20,{1,705,105,2880,2,-1,-1,-1,3,705,105,2880,4,-1,-1,-1,5,705,105,5760};
;
;Transportdaten von LEV nach D [110 := gerade Woche; 111 := ungerade Woche]
ARRAY,110,20,{1,-1,-1,-1,2,780,95,2880,3,-1,-1,-1,4,780,95,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,111,20,{1,780,95,2880,2,-1,-1,-1,3,780,95,2880,4,-1,-1,-1,5,780,95,5760};
;
;Transportdaten von MG nach D [120 := gerade Woche; 121 := ungerade Woche]
ARRAY,120,20,{1,-1,-1,-1,2,780,30,2880,3,-1,-1,-1,4,780,30,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,121,20,{1,780,30,2880,2,-1,-1,-1,3,780,30,2880,4,-1,-1,-1,5,780,30,5760};
;
;Transportdaten von W nach D [130 := gerade Woche; 131 := ungerade Woche]
ARRAY,130,20,{1,780,30,2880,2,-1,-1,-1,3,780,30,2880,4,-1,-1,-1,5,780,30,5760};
ARRAY,131,20,{1,-1,-1,-1,2,780,30,2880,3,-1,-1,-1,4,780,30,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von D nach AC (22 := gerade Woche; 23 := ungerade Woche)
ARRAY,22,20,{1,390,60,2880,2,-1,-1,-1,3,390,60,2880,4,-1,-1,-1,5,390,60,5760};
ARRAY,23,20,{1,-1,-1,-1,2,390,60,2880,3,-1,-1,-1,4,390,60,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von D nach BN (32 := gerade Woche; 33 := ungerade Woche)
ARRAY,32,20,{1,390,250,2880,2,-1,-1,-1,3,390,250,2880,4,-1,-1,-1,5,390,250,5760};
ARRAY,33,20,{1,-1,-1,-1,2,390,250,2880,3,-1,-1,-1,4,390,250,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von D nach DN (42 := gerade Woche; 43 := ungerade Woche)
ARRAY,42,20,{1,390,150,2880,2,-1,-1,-1,3,390,150,2880,4,-1,-1,-1,5,390,150,5760};
ARRAY,43,20,{1,-1,-1,-1,2,390,150,2880,3,-1,-1,-1,4,390,150,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von D nach DU (52 := gerade Woche; 53 := ungerade Woche)
ARRAY,52,20,{1,-1,-1,-1,2,390,90,2880,3,-1,-1,-1,4,390,90,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,53,20,{1,390,90,2880,2,-1,-1,-1,3,390,90,2880,4,-1,-1,-1,5,390,90,5760};
;
;Transportdaten von D nach E (62 := gerade Woche; 63 := ungerade Woche)
ARRAY,62,20,{1,-1,-1,-1,2,390,35,2880,3,-1,-1,-1,4,390,35,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,63,20,{1,390,35,2880,2,-1,-1,-1,3,390,35,2880,4,-1,-1,-1,5,390,35,5760};
;
;Transportdaten von D nach GM (72 := gerade Woche; 73 := ungerade Woche)
ARRAY,72,20,{1,390,360,2880,2,-1,-1,-1,3,390,360,2880,4,-1,-1,-1,5,390,360,5760};
ARRAY,73,20,{1,-1,-1,-1,2,390,360,2880,3,-1,-1,-1,4,390,360,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Transportdaten von D nach K (82 := gerade Woche; 83 := ungerade Woche)
ARRAY,82,20,{1,-1,-1,-1,2,720,85,2880,3,-1,-1,-1,4,720,85,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,83,20,{1,720,85,2880,2,-1,-1,-1,3,720,85,2880,4,-1,-1,-1,5,720,85,5760};
;
;Transportdaten von D nach KLE (92 := gerade Woche; 93 := ungerade Woche)
ARRAY,92,20,{1,-1,-1,-1,2,390,225,2880,3,-1,-1,-1,4,390,225,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,93,20,{1,390,225,2880,2,-1,-1,-1,3,390,225,2880,4,-1,-1,-1,5,390,225,5760};
;
;Transportdaten von D nach KR (102 := gerade Woche; 103 := ungerade Woche)
ARRAY,102,20,{1,-1,-1,-1,2,390,285,2880,3,-1,-1,-1,4,390,285,5760,5,-1,-1,-1};

```

```

ARRAY,103,20,{1,390,285,2880,2,-1,-1,-1,3,390,285,2880,4,-1,-1,-1,5,390,285,5760};
;
;Transportdaten von D nach LEV (112 := gerade Woche; 113 := ungerade Woche)
ARRAY,112,20,{1,-1,-1,-1,2,720,30,2880,3,-1,-1,-1,4,720,30,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,113,20,{1,720,30,2880,2,-1,-1,-1,3,720,30,2880,4,-1,-1,-1,5,720,30,5760};
;
;Transportdaten von D nach MG (122 := gerade Woche; 123 := ungerade Woche)
ARRAY,122,20,{1,-1,-1,-1,2,390,345,2880,3,-1,-1,-1,4,390,345,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,123,20,{1,390,345,2880,2,-1,-1,-1,3,390,345,2880,4,-1,-1,-1,5,390,345,5760};
;
;Transportdaten von D nach W (132 := gerade Woche; 133 := ungerade Woche)
ARRAY,132,20,{1,729,30,2880,2,-1,-1,-1,3,720,30,2880,4,-1,-1,-1,5,720,30,5760};
ARRAY,133,20,{1,-1,-1,-1,2,720,30,2880,3,-1,-1,-1,4,720,30,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Initialisierung globaler Visual SLAM-Variablen:
INTLC,{{LfdGVNummer,1}};
INTLC,{{AktWTagNr,1}};
INTLC,{{CheckWTagNr,1}};
INTLC,{{AktTagZeitinMin,1}};
INTLC,{{CheckTagZeitinMin,1}};
INTLC,{{WeekNr,1}};
INTLC,{{bUnevenWeek,1}};
INTLC,{{DTime2Schicht,480}};
INTLC,{{DSchichtdauer,480}};
INTLC,{{DTimePastSchicht,480}};
INTLC,{{DTime2SchichtFeld,1}};
INTLC,{{DSchichtdauerFeld,2}};
INTLC,{{DTimePastSchichtFeld,3}};
INTLC,{{bKapVerfuegbar,1}};
INTLC,{{DailyTransDauerD2A,30}};
INTLC,{{NextTransDateD2A,630}};
INTLC,{{DailyTransDauerA2D,30}};
INTLC,{{NextTransDateA2D,660}};
INTLC,{{ACEvenWeek,20}};
INTLC,{{ACUnevenWeek,21}};
INTLC,{{NextTransDateAC2D,1950}};
INTLC,{{BNEvenWeek,30}};
INTLC,{{BNUnevenWeek,31}};
INTLC,{{NextTransDateBN2D,2130}};
INTLC,{{DNEvenWeek,40}};
INTLC,{{DNUnevenWeek,41}};
INTLC,{{NextTransDateDN2D,2030}};
INTLC,{{DUEvenWeek,50}};
INTLC,{{DUUnevenWeek,51}};
INTLC,{{NextTransDateDU2D,555}};
INTLC,{{EEvenWeek,60}};
INTLC,{{EUnevenWeek,61}};
INTLC,{{NextTransDateE2D,460}};
INTLC,{{GMEvenWeek,70}};
INTLC,{{GMUnevenWeek,71}};
INTLC,{{NextTransDateGM2D,2235}};
INTLC,{{KEvenWeek,80}};
INTLC,{{KUUnevenWeek,81}};
INTLC,{{NextTransDateK2D,840}};
INTLC,{{KLEEEvenWeek,90}};
INTLC,{{KLEUnevenWeek,91}};
INTLC,{{NextTransDateKLE2D,615}};
INTLC,{{KREEvenWeek,100}};
INTLC,{{KRUnevenWeek,101}};
INTLC,{{NextTransDateKR2D,705}};
INTLC,{{LEVEvenWeek,110}};
INTLC,{{LEVUnevenWeek,111}};
INTLC,{{NextTransDateLEV2D,780}};
INTLC,{{MGEvenWeek,120}};
INTLC,{{MGUnevenWeek,121}};
INTLC,{{NextTransDateMG2D,780}};
INTLC,{{WEvenWeek,130}};
INTLC,{{WUnevenWeek,131}};
INTLC,{{NextTransDateW2D,2220}};
INTLC,{{ToACEvenWeek,22}};
INTLC,{{ToACUnevenWeek,23}};
INTLC,{{NextTransDateD2AC,1830}};
INTLC,{{ToBNEvenWeek,32}};
INTLC,{{ToBNUnevenWeek,33}};
INTLC,{{NextTransDateD2BN,1830}};
INTLC,{{ToDNEvenWeek,42}};
INTLC,{{ToDNUnevenWeek,43}};
INTLC,{{NextTransDateD2DN,1830}};
INTLC,{{ToDUEvenWeek,52}};

```

```

INTLC,{{ToDUUnevenWeek,53}};
INTLC,{{NextTransDateD2DU,390}};
INTLC,{{ToEEvenWeek,62}};
INTLC,{{ToEUnevenWeek,63}};
INTLC,{{NextTransDateD2E,390}};
INTLC,{{ToGMEvenWeek,72}};
INTLC,{{ToGMUnevenWeek,73}};
INTLC,{{NextTransDateD2GM,1830}};
INTLC,{{ToKEvenWeek,82}};
INTLC,{{ToKUnevenWeek,83}};
INTLC,{{NextTransDateD2K,720}};
INTLC,{{ToKLEEvenWeek,92}};
INTLC,{{ToKLEUnevenWeek,93}};
INTLC,{{NextTransDateD2KLE,390}};
INTLC,{{ToKREvenWeek,102}};
INTLC,{{ToKRUnevenWeek,103}};
INTLC,{{NextTransDateD2KR,390}};
INTLC,{{ToLEVEvenWeek,112}};
INTLC,{{ToLEVUnevenWeek,113}};
INTLC,{{NextTransDateD2LEV,720}};
INTLC,{{ToMGEvenWeek,122}};
INTLC,{{ToMGUnevenWeek,123}};
INTLC,{{NextTransDateD2MG,390}};
INTLC,{{ToWEvenWeek,132}};
INTLC,{{ToWUnevenWeek,133}};
INTLC,{{NextTransDateD2W,2160}};
INTLC,{{SMinKSZeile,9},{SMinKSSpalte,2}};
INTLC,{{ServiceMinKSatz,GETEXCEL("Init.xls",SMinKSZeile,SMinKSSpalte)}};
INTLC,{{minGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",3,2)}};
INTLC,{{modGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",4,2)}};
INTLC,{{maxGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",5,2)}};
INTLC,{{minAktB,GETEXCEL("Init.xls",6,2)}};
INTLC,{{modAktB,GETEXCEL("Init.xls",7,2)}};
INTLC,{{maxAktB,GETEXCEL("Init.xls",8,2)}};
INTLC,{{SimWeekDur,int(GETEXCEL("Init.xls",2,2))}};
INTLC,{{LfdDatensatzNr,1}};
PRIORITY,{{600,LVF(GVNummer)}};
PRIORITY,{{11,LVF(GVNummer)},{21,LVF(GVNummer)},{31,LVF(GVNummer)},{41,LVF(GVNummer)}};
PRIORITY,{{51,LVF(GVNummer)},{61,LVF(GVNummer)},{71,LVF(GVNummer)},{81,LVF(GVNummer)}};
PRIORITY,{{91,LVF(GVNummer)},{101,LVF(GVNummer)},{111,LVF(GVNummer)},{121,LVF(GVNummer)}};
PRIORITY,{{131,LVF(GVNummer)}};
;
NET;
FIN;

```

AweSim SUMMARY Report bezüglich des mit dem Szenario URSPRUNG durchgeführten Simulationsexperimentes

** AweSim SUMMARY REPORT **
 Tue Dec 20 16:43:23 2005

Simulation Project : LVA-Rheinprovinz
 Modeler : Tessa Boemkes
 Date : 01.08.2005
 Scenario : URSPRUNG

Run number 1 of 1
 Current simulation time : 120960.000000
 Statistics cleared at time : 0.000000

** OBSERVED STATISTICS REPORT for scenario URSPRUNG **

Label	Mean Value	Standard Deviation	Number of Observations	Minimum Value	Maximum Value
ServDLZ	5262.408	3350.821	75690	1526.191	15402.002
ATraDur	243.682	254.032	75690	90.000	850.000

** FILE STATISTICS REPORT for scenario URSPRUNG **

File Number	Label or Input Location	Average Length	Standard Deviation	Maximum Length	Current Length	Average Wait Time
10	RES. SACHBEARBEI	391.947	462.387	1724	1508	906.344
11	RES. SACHBEARBEI	1.994	34.071	719	0	4.821
20	RES. SACHBEARBEI	17.639	21.229	83	69	955.941
21	RES. SACHBEARBEI	0.699	7.115	133	0	43.078
30	RES. SACHBEARBEI	18.674	22.159	97	68	908.262
31	RES. SACHBEARBEI	0.235	3.405	79	0	12.418
40	RES. SACHBEARBEI	5.034	6.420	31	21	878.627
41	RES. SACHBEARBEI	0.091	1.193	28	0	17.252
50	RES. SACHBEARBEI	30.820	36.917	151	117	892.937
51	RES. SACHBEARBEI	0.420	5.956	220	0	13.865
60	RES. SACHBEARBEI	35.959	41.958	178	114	909.567
61	RES. SACHBEARBEI	2.331	19.186	247	0	67.082
70	RES. SACHBEARBEI	5.225	6.585	28	19	934.934
71	RES. SACHBEARBEI	0.083	1.110	25	0	16.261
80	RES. SACHBEARBEI	59.702	69.798	284	211	909.636
81	RES. SACHBEARBEI	0.796	11.266	236	0	12.930
90	RES. SACHBEARBEI	2.388	3.085	15	11	869.949
91	RES. SACHBEARBEI	0.038	0.533	13	0	15.852
100	RES. SACHBEARBEI	14.260	17.313	69	51	920.934
101	RES. SACHBEARBEI	0.164	2.467	57	0	12.056
110	RES. SACHBEARBEI	9.514	11.973	51	42	896.951
111	RES. SACHBEARBEI	0.139	1.919	47	0	14.058
120	RES. SACHBEARBEI	17.091	21.059	88	55	918.411
121	RES. SACHBEARBEI	0.207	3.146	71	0	12.698
130	RES. SACHBEARBEI	20.641	24.660	111	74	878.818
131	RES. SACHBEARBEI	0.272	3.909	84	0	12.224
201	QUEUE AKTENAU	979.966	500.385	2567	764	2333.353
202	QUEUE AktenAu	180.293	46.519	286	199	10082.401
203	QUEUE AktenAu	177.032	49.158	316	132	8852.310
204	QUEUE AktenAu	49.398	15.051	94	33	8891.706
205	QUEUE AktenAu	305.389	76.862	406	395	9102.970
206	QUEUE AktenAu	408.871	88.426	575	464	10594.918
207	QUEUE AktenAu	48.092	13.985	92	37	8854.262
208	QUEUE AktenAu	322.377	126.453	640	286	5045.895
209	QUEUE AktenAu	23.777	8.832	47	29	8959.764
210	QUEUE AktenAu	135.979	37.577	242	175	9027.463
211	QUEUE AktenAu	51.669	20.624	113	45	5036.185
212	QUEUE AktenAu	164.048	47.108	291	221	9036.090
213	QUEUE AktenAu	113.237	43.431	221	78	4950.181
301	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
302	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
303	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
304	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
305	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
306	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
307	QUEUE AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000

308	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
309	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
310	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
311	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
312	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
313	QUEUE	AKTENAN	0.000	0.000	1	0	0.000
401	GAT. D2A		1739.904	861.436	4354	1353	1323.532
402	GAT. AC2D		89.647	54.674	241	44	2627.509
403	GAT. BN2D		67.596	40.537	246	104	1737.451
404	GAT. DN2D		19.781	12.481	76	11	1825.094
405	GAT. DU2D		79.361	57.760	388	90	1243.304
406	GAT. E2D		229.429	101.331	480	229	3128.017
407	GAT. GM2D		20.255	12.747	78	26	1918.573
408	GAT. K2D		287.294	144.312	800	409	2290.779
409	GAT. KLE2D		13.281	6.975	37	8	2620.709
410	GAT. KR2D		68.900	34.226	189	65	2402.464
411	GAT. LEV2D		49.286	24.106	144	65	2446.311
412	GAT. MG2D		64.814	40.373	235	48	1879.636
413	GAT. W2D		106.660	50.788	288	56	2364.657
501	GAT. A2D		19.726	174.023	2424	0	30.000
502	GAT. D2AC		70.742	40.526	133	118	4109.942
503	GAT. D2BN		72.378	39.400	139	58	3733.407
504	GAT. D2DN		20.109	11.786	43	12	3736.313
505	GAT. D2DU		126.300	61.632	220	208	3946.593
506	GAT. D2E		155.577	78.629	247	229	4245.105
507	GAT. D2GM		19.800	11.243	40	16	3765.660
508	GAT. D2K		1.846	23.362	424	0	30.000
509	GAT. D2KLE		9.637	6.245	21	16	3784.675
510	GAT. D2KR		55.969	30.129	102	95	3886.309
511	GAT. D2LEV		0.297	3.781	77	0	30.000
512	GAT. D2MG		68.789	38.572	130	130	3952.817
513	GAT. D2W		0.667	8.351	152	0	30.000
600	RES. AUSWERTUNGS		0.491	24.396	2647	0	0.785
0	Event Calendar		2621.498	981.854	7141	2450	291.025

** ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario URSPRUNG **

Activity Number	Label or Input Location	Average Utilization	Standard Deviation	Entity Count	Maximum Utilization
1	Line 83	0.000	0.000	52309	1
2	Line 111	0.000	0.000	2232	1
3	Line 124	0.000	0.000	2487	1
4	Line 146	0.000	0.000	693	1
5	Line 177	0.000	0.000	4175	1
6	Line 181	0.000	0.000	4782	1
7	Line 208	0.000	0.000	676	1
8	Line 219	0.000	0.000	7939	1
9	Line 233	0.000	0.000	332	1
10	Line 276	0.000	0.000	1873	1
11	Line 291	0.000	0.000	1283	1
12	Line 295	0.000	0.000	2251	1
13	Line 322	0.000	0.000	2841	1
20	Line 45	0.000	0.000	61	1
21	Line 74	0.000	0.000	60	1
600	Line 102	0.000	0.000	75690	1

Activity Number	Current Utilization
-----------------	---------------------

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
20	0
21	0
600	0

** RESOURCE STATISTICS REPORT for scenario URSPRUNG **

Resource Number	Resource Label	Average Util.	Standard Deviation	Current Util.	Maximum Util.
1	SACHBEARBEITERD	21.013	119.087	0	1200
2	SACHBEARBEITERAC	0.828	5.974	0	53
3	SACHBEARBEITERBN	0.959	6.661	0	60
4	SACHBEARBEITERDN	0.265	1.784	0	15
5	SACHBEARBEITERDU	1.549	11.028	0	98
6	SACHBEARBEITERE	1.799	12.931	0	113
7	SACHBEARBEITERGM	0.259	1.755	0	15
8	SACHBEARBEITERK	3.146	21.482	0	188
9	SACHBEARBEITERKL	0.127	0.895	0	8
10	SACHBEARBEITERKR	0.697	4.898	0	45
11	SACHBEARBEITERLE	0.505	3.438	0	30
12	SACHBEARBEITERMG	0.833	5.840	0	53
13	SACHBEARBEITERW	1.125	7.707	0	68
600	AUSWERTUNGSSERVIC	0.001	0.025	0	1

Resource Number	Current Capacity	Average Available	Current Available	Minimum Available	Maximum Available
1	0	264.701	0	-6	1200
2	0	11.791	0	-1	53
3	0	13.327	0	-1	60
4	0	3.307	0	-1	15
5	0	21.784	0	-2	98
6	0	25.106	0	-2	113
7	0	3.313	0	-1	15
8	0	41.616	0	-2	188
9	0	1.778	0	-1	8
10	0	10.017	0	-1	45
11	0	6.638	0	-1	30
12	0	11.786	0	-1	53
13	0	15.065	0	-1	68
600	1	0.999	1	0	1

** GATE STATISTICS REPORT for scenario URSPRUNG **

Gate Number	Gate Label	Current Status	Percent of Time Open
401	D2A	CLOSED	0.000
402	AC2D	CLOSED	0.000
403	BN2D	CLOSED	0.000
404	DN2D	CLOSED	0.000
405	DU2D	CLOSED	0.000
406	E2D	CLOSED	0.000
407	GM2D	CLOSED	0.000
408	K2D	CLOSED	0.000
409	KLE2D	CLOSED	0.000
410	KR2D	CLOSED	0.000
411	LEV2D	CLOSED	0.000
412	MG2D	CLOSED	0.000
413	W2D	CLOSED	0.000
501	A2D	CLOSED	0.000
502	D2AC	CLOSED	0.000
503	D2BN	CLOSED	0.000
504	D2DN	CLOSED	0.000
505	D2DU	CLOSED	0.000
506	D2E	CLOSED	0.000
507	D2GM	CLOSED	0.000
508	D2K	CLOSED	0.000
509	D2KLE	CLOSED	0.000
510	D2KR	CLOSED	0.000
511	D2LEV	CLOSED	0.000
512	D2MG	CLOSED	0.000
513	D2W	CLOSED	0.000

Auszug der Daten der Ausgabedatei OReport.dat bezüglich des mit dem Szenario URSPRUNG durchgeführten Simulationsexperimentes

DatensatzNr	GVNummer	GVString	AReportTime	GVZeit	ServiceDLZ	AktTransDur	GVServiceKosten
1	131	D	4950,00	161,22	1985,94	90,00	9,10
2	1	D	4950,00	0,00	2156,88	90,00	12,39
3	14	D	4950,00	4,09	2212,42	90,00	37,00
4	15	D	4950,00	5,42	2196,13	90,00	29,80
5	16	D	4950,01	9,32	2153,11	90,00	16,45
6	19	D	4950,01	13,52	2150,64	90,00	15,67
7	20	D	4950,01	16,15	2133,95	90,00	9,55
8	21	D	4950,01	17,88	2152,62	90,00	17,43
9	23	D	4950,01	23,12	2142,96	90,00	16,07
10	24	D	4950,01	23,28	2140,57	90,00	15,70
11	25	D	4950,01	24,15	2192,10	90,00	36,44
12	26	D	4950,01	25,72	2138,59	90,00	15,74
13	27	D	4950,01	26,13	2160,01	90,00	24,40
14	28	D	4950,01	26,29	2132,33	90,00	13,31
15	31	D	4950,02	30,25	2152,70	90,00	23,21
16	32	D	4950,02	30,99	2162,81	90,00	27,04
17	33	D	4950,02	32,49	2146,77	90,00	21,43
18	35	D	4950,02	38,45	2134,84	90,00	18,97
19	36	D	4950,02	40,53	2127,63	90,00	16,83
20	37	D	4950,02	42,72	2119,03	90,00	14,23
21	39	D	4950,02	44,16	2117,34	90,00	14,31
22	41	D	4950,02	44,56	2133,74	90,00	21,43
23	42	D	4950,02	45,79	2111,83	90,00	12,51
24	44	D	4950,02	48,16	2114,10	90,00	16,03
25	45	D	4950,03	49,36	2111,99	90,00	14,84
26	46	D	4950,03	49,65	2112,26	90,00	15,02
27	49	D	4950,03	53,07	2139,01	90,00	27,57
28	51	D	4950,03	54,67	2118,04	90,00	18,33
29	53	D	4950,03	58,26	2133,18	90,00	25,93
30	54	D	4950,03	60,48	2132,19	90,00	28,16
31	56	D	4950,03	62,48	2124,66	90,00	24,83
32	57	D	4950,03	64,44	2140,94	90,00	31,95
33	58	D	4950,03	65,68	2126,11	90,00	25,56
34	59	D	4950,03	66,60	2121,81	90,00	25,14
35	60	D	4950,04	69,26	2119,41	90,00	24,78
36	61	D	4950,04	69,69	2112,50	90,00	21,86
37	64	D	4950,04	72,46	2104,93	90,00	21,07
38	66	D	4950,04	75,83	2075,61	90,00	10,33
39	67	D	4950,04	77,01	2086,85	90,00	15,86
40	68	D	4950,04	79,46	2124,78	90,00	30,88
...
75677	78207	D	117270,93	112907,56	1600,17	90,00	24,68
75678	78208	D	117270,93	112908,13	1570,49	90,00	13,23
75679	78209	D	117270,93	112908,46	1565,02	90,00	10,70
75680	78210	D	117270,93	112910,95	1598,62	90,00	26,30
75681	78212	D	117270,93	112914,69	1598,95	90,00	28,67
75682	78213	D	117270,93	112916,09	1555,87	90,00	10,60
75683	78214	D	117270,94	112918,08	1576,30	90,00	18,51
75684	78217	D	117270,94	112923,84	1612,23	90,00	35,52
75685	78218	D	117270,94	112924,62	1586,66	90,00	25,31
75686	78219	D	117270,94	112927,11	1559,71	90,00	16,77
75687	78221	D	117270,94	112928,48	1599,18	90,00	32,82
75688	78225	D	117270,94	112937,98	1546,97	90,00	14,63
75689	78226	D	117270,94	112938,22	1541,97	90,00	13,91
75690	78228	D	117270,94	112939,25	1533,38	90,00	12,06

Tab. 5: Auszug der Daten der Ausgabedatei OReport.dat bezüglich des mit dem Szenario URSPRUNG durchgeführten Simulationsexperimentes

Ausgewählte Teilnetzwerke des Netzwerkes SOLUTION

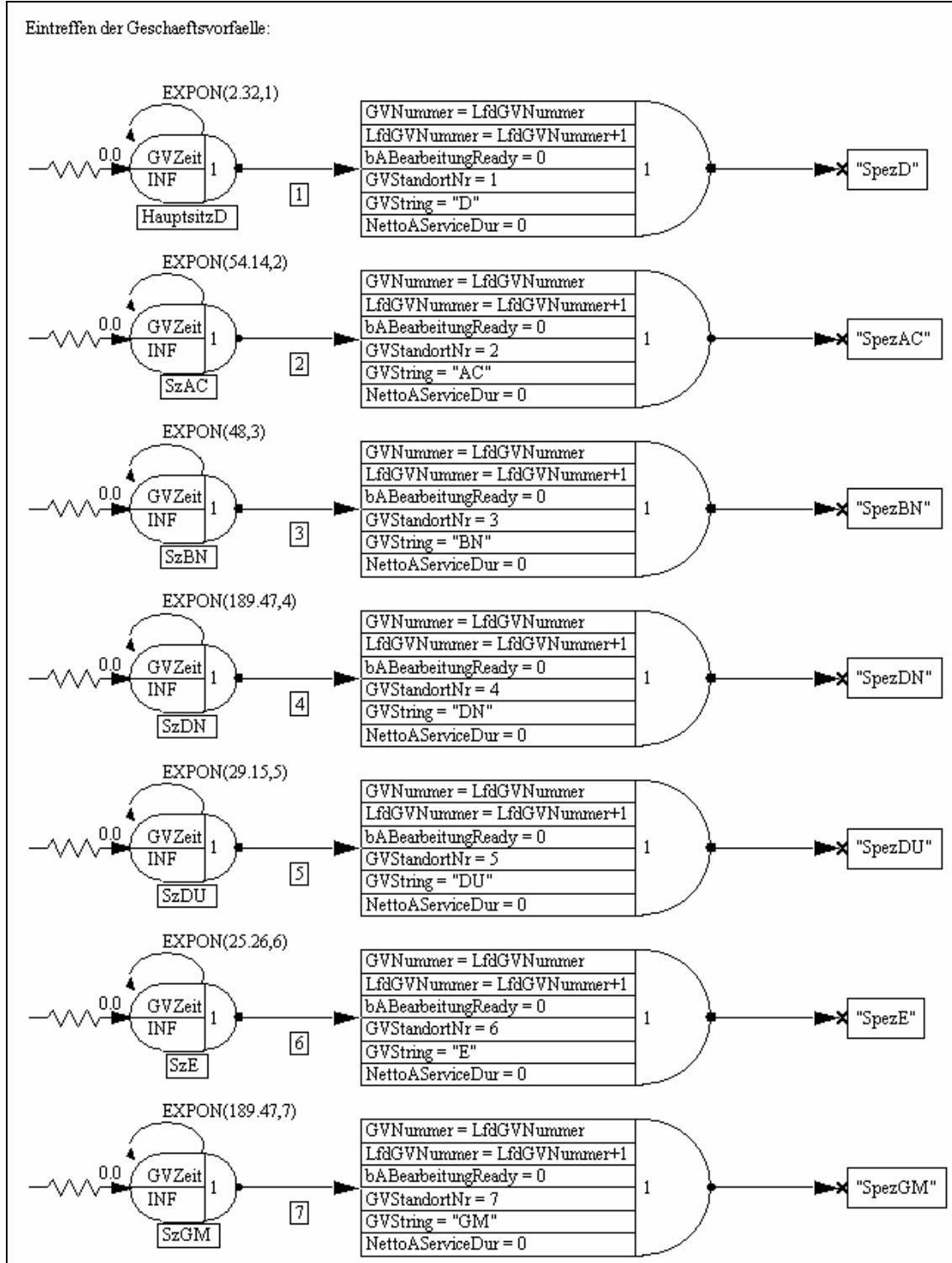


Abb. 51: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION Teil 1

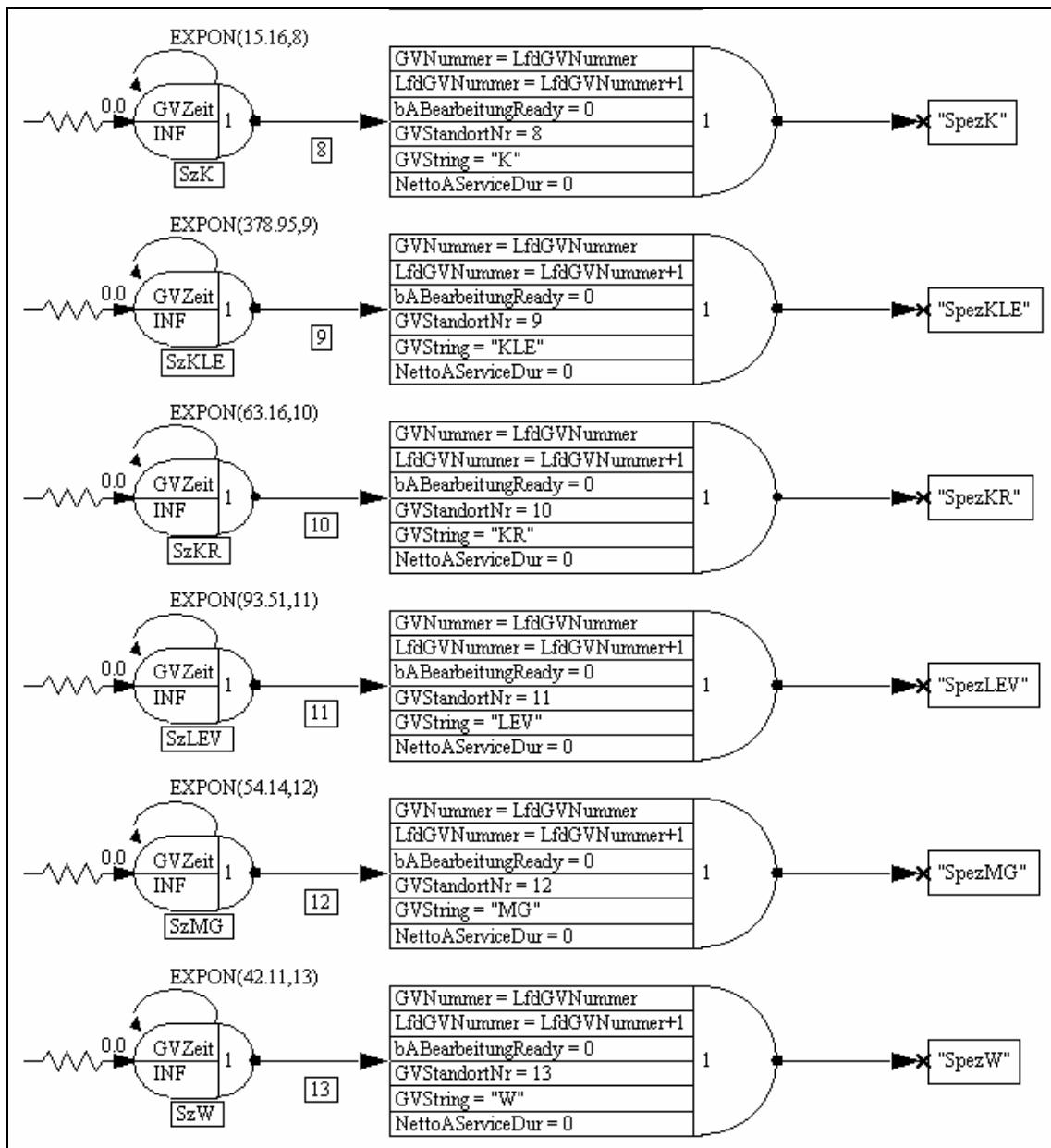


Abb. 52: Gesamtes Teilnetzwerk 1 des Netzwerkes SOLUTION Teil 2

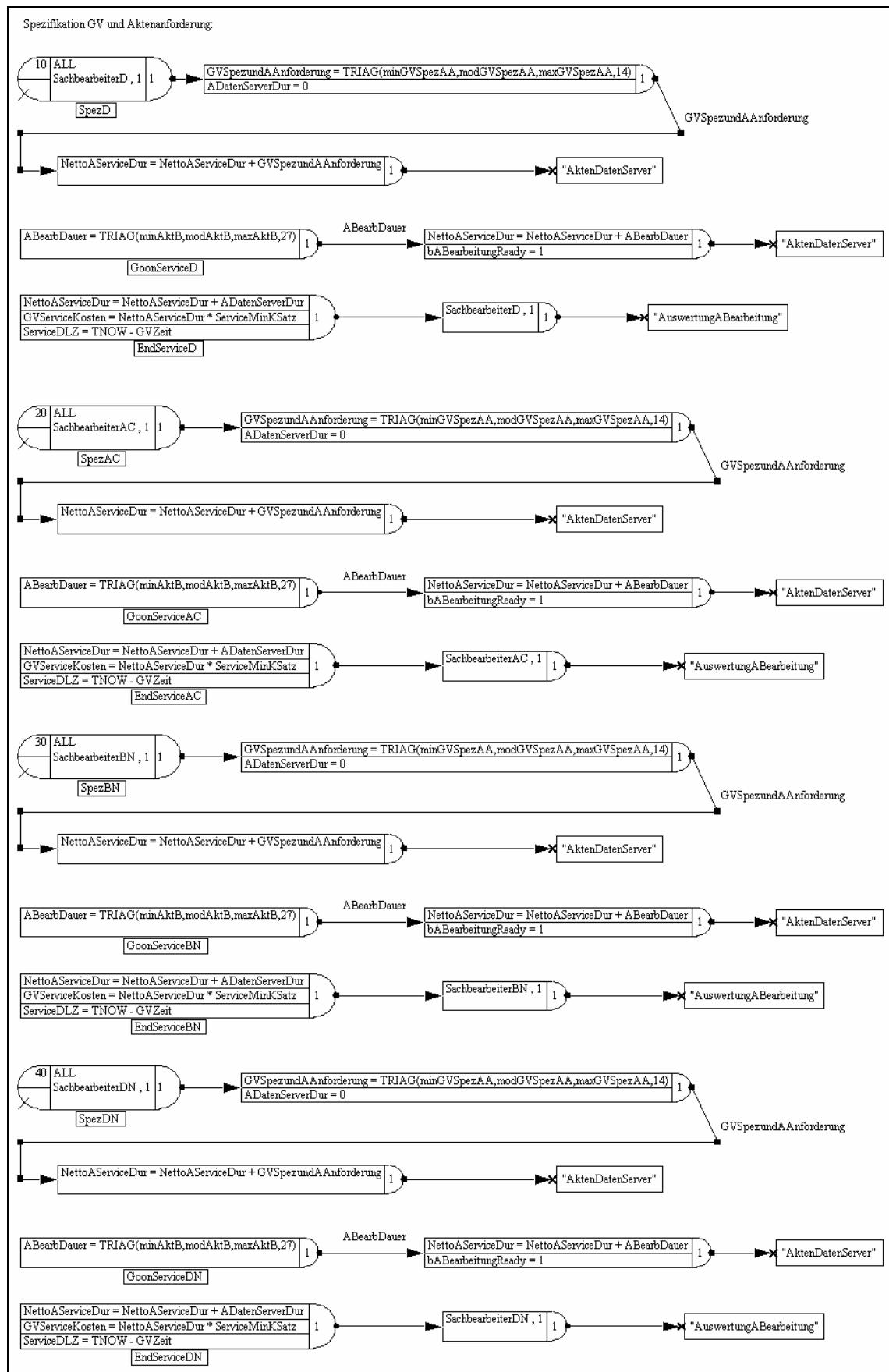


Abb. 53: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 1

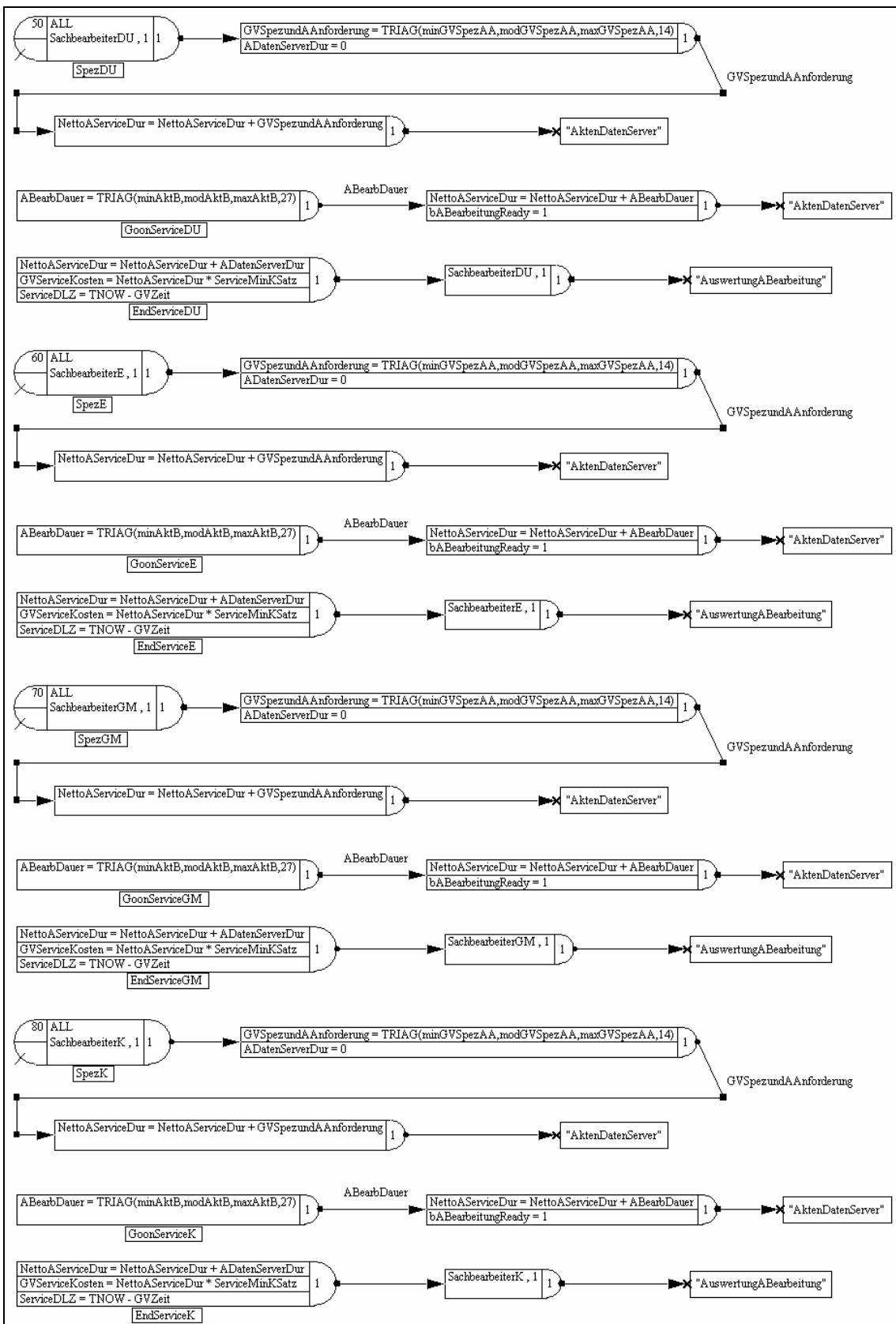


Abb. 54: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 2

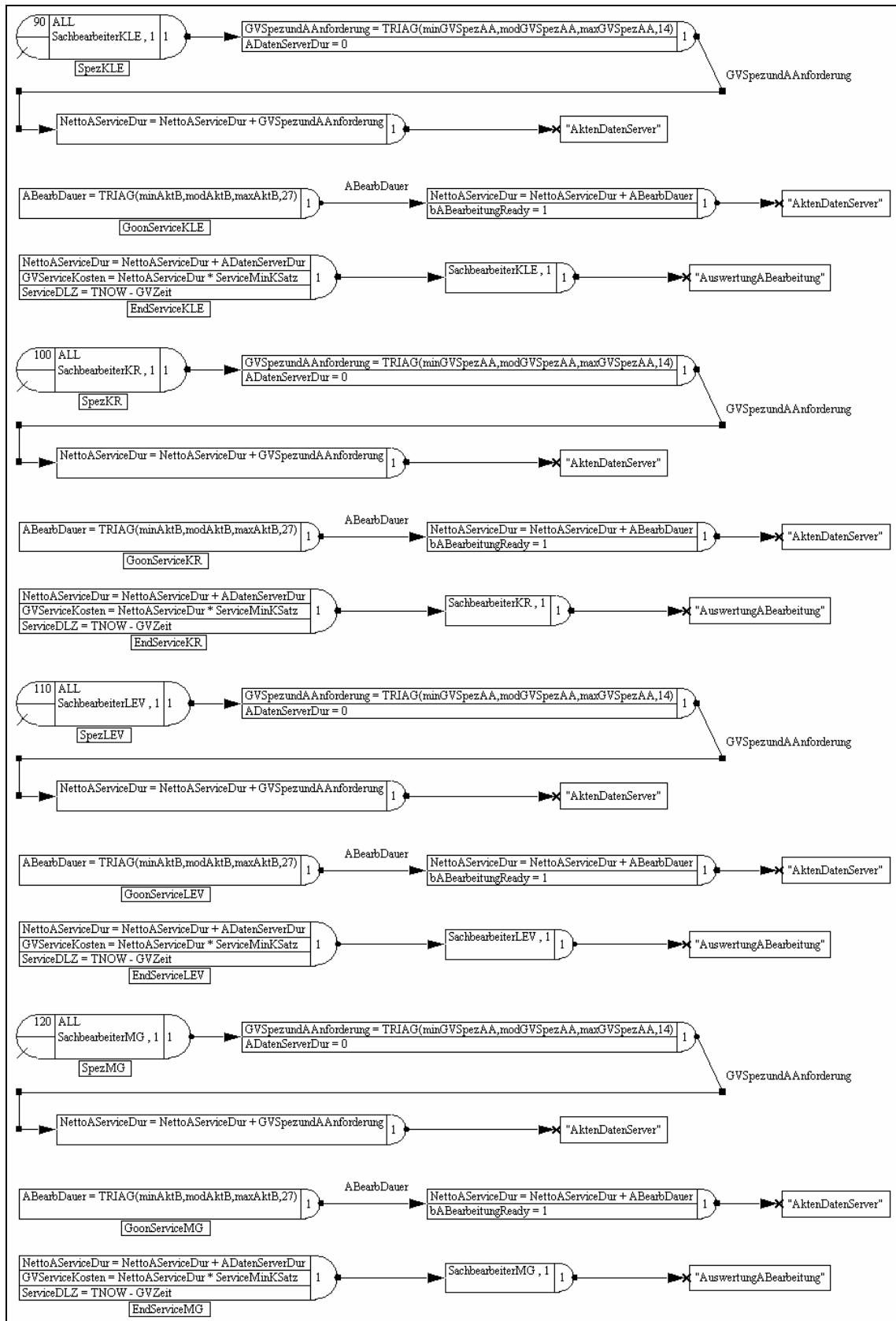


Abb. 55: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 3

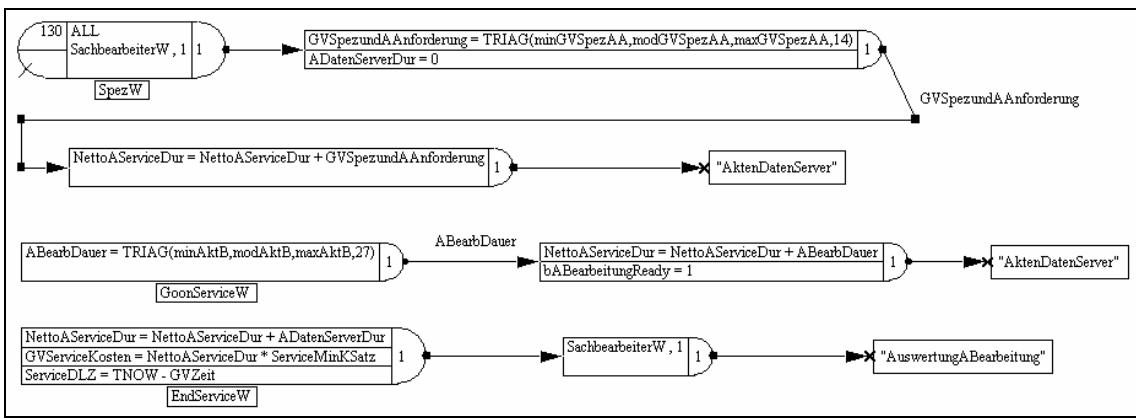


Abb. 56: Gesamtes Teilnetzwerk 2 des Netzwerkes SOLUTION Teil 4

Steuerungsanweisungen der Steuerungsdatei SOLUTCON

GEN,"Tessa Boemkes","LVA-Rheinprovinz",01.08.2005,1,YES,YES;
LIMITS,65,65,0,10,5,2;
;Liste der sprachlichen Bezeichner fuer Visual SLAM Variablen
EQUIVALENCE,{{GVZeit,ATRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVNummer,LTRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{LfdGVNummer,LL[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVStandortNr,LTRIB[2]}},
EQUIVALENCE,{{GVString,STRIB[1]}},
EQUIVALENCE,{{GVSpezundAAnforderung,ATRIB[2]}},
EQUIVALENCE,{{minGVSpezAA,XX[1]}},
EQUIVALENCE,{{modGVSpezAA,XX[2]}},
EQUIVALENCE,{{maxGVSpezAA,XX[3]}},
EQUIVALENCE,{{ABearbDauer,ATRIB[3]}},
EQUIVALENCE,{{minAktB,XX[4]}},
EQUIVALENCE,{{modAktB,XX[5]}},
EQUIVALENCE,{{maxAktB,XX[6]}},
EQUIVALENCE,{{AktWTagNr,LL[2]}},
EQUIVALENCE,{{CheckWTagNr,LL[3]}},
EQUIVALENCE,{{AktTagZeitMin,LL[4]}},
EQUIVALENCE,{{CheckTagZeitMin,LL[5]}},
EQUIVALENCE,{{WeekNr,LL[6]}},
EQUIVALENCE,{{bUnevenWeek,LL[7]}},
EQUIVALENCE,{{DTime2Schicht,XX[7]}},
EQUIVALENCE,{{DSchichtDauer,XX[8]}},
EQUIVALENCE,{{DTimePastSchicht,XX[9]}},
EQUIVALENCE,{{DTime2SchichtFeld,LL[8]}},
EQUIVALENCE,{{DSchichtdauerFeld,LL[9]}},
EQUIVALENCE,{{DTimePastSchichtFeld,LL[10]}},
EQUIVALENCE,{{bKapVerfuegbar,LL[11]}},
EQUIVALENCE,{{DailyTransDauerD2A,XX[10]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2A,XX[11]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2A,XX[12]}},
EQUIVALENCE,{{bABearbeitungReady,LTRIB[3]}},
EQUIVALENCE,{{DailyTransDauerA2D,XX[13]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerA2D,XX[14]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateA2D,XX[15]}},
EQUIVALENCE,{{ACEvenWeek,LL[12]}},
EQUIVALENCE,{{ACUnevenWeek,LL[13]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateAC2D,XX[16]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerAC2D,XX[17]}},
EQUIVALENCE,{{BNEvenWeek,LL[14]}},
EQUIVALENCE,{{BNUnevenWeek,LL[15]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateBN2D,XX[18]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerBN2D,XX[19]}},
EQUIVALENCE,{{DNEvenWeek,LL[16]}},
EQUIVALENCE,{{DNUnevenWeek,LL[17]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateDN2D,XX[20]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerDN2D,XX[21]}},
EQUIVALENCE,{{DUEvenWeek,LL[18]}},
EQUIVALENCE,{{DUUnevenWeek,LL[19]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateDU2D,XX[22]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerDU2D,XX[23]}},
EQUIVALENCE,{{EEvenWeek,LL[20]}},
EQUIVALENCE,{{EUUnevenWeek,LL[21]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateE2D,XX[24]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerE2D,XX[25]}},
EQUIVALENCE,{{GMEvenWeek,LL[22]}},
EQUIVALENCE,{{GMUUnevenWeek,LL[23]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateGM2D,XX[26]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerGM2D,XX[27]}},
EQUIVALENCE,{{KEvenWeek,LL[24]}},
EQUIVALENCE,{{KUnevenWeek,LL[25]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateK2D,XX[28]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerK2D,XX[29]}},
EQUIVALENCE,{{KLEEevenWeek,LL[26]}},
EQUIVALENCE,{{KLEUnevenWeek,LL[27]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateKLE2D,XX[30]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerKLE2D,XX[31]}},
EQUIVALENCE,{{KREevenWeek,LL[28]}},
EQUIVALENCE,{{KRUnevenWeek,LL[29]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateKR2D,XX[32]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerKR2D,XX[33]}},
EQUIVALENCE,{{LEVEvenWeek,LL[30]}},
EQUIVALENCE,{{LEVUnevenWeek,LL[31]}},
EQUIVALENCE,{{NextTransDateLEV2D,XX[34]}},
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerLEV2D,XX[35]}},

```

EQUIVALENCE,{{MGEvenWeek,LL[32]}};
EQUIVALENCE,{{MGUnevenWeek,LL[33]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateMG2D,XX[36]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerMG2D,XX[37]}};
EQUIVALENCE,{{WEvenWeek,LL[34]}};
EQUIVALENCE,{{WUnevenWeek,LL[35]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateW2D,XX[38]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerW2D,XX[39]}};
EQUIVALENCE,{{ToACEvenWeek,LL[36]}};
EQUIVALENCE,{{ToACUnevenWeek,LL[37]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2AC,XX[40]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2AC,XX[41]}};
EQUIVALENCE,{{ToBNEvenWeek,LL[38]}};
EQUIVALENCE,{{ToBNUnevenWeek,LL[39]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2BN,XX[42]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2BN,XX[43]}};
EQUIVALENCE,{{ToDNEvenWeek,LL[40]}};
EQUIVALENCE,{{ToDNUnevenWeek,LL[41]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2DN,XX[44]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2DN,XX[45]}};
EQUIVALENCE,{{ToDUEvenWeek,LL[42]}};
EQUIVALENCE,{{ToDUUnevenWeek,LL[43]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2DU,XX[46]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2DU,XX[47]}};
EQUIVALENCE,{{ToEEvenWeek,LL[44]}};
EQUIVALENCE,{{ToEUnevenWeek,LL[45]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2E,XX[48]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2E,XX[49]}};
EQUIVALENCE,{{ToGMEvenWeek,LL[46]}};
EQUIVALENCE,{{ToGMUnevenWeek,LL[47]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2GM,XX[50]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2GM,XX[51]}};
EQUIVALENCE,{{ToKEevenWeek,LL[48]}};
EQUIVALENCE,{{ToKUnevenWeek,LL[49]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2K,XX[52]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2K,XX[53]}};
EQUIVALENCE,{{ToKLEEevenWeek,LL[50]}};
EQUIVALENCE,{{ToKLEUnevenWeek,LL[51]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2KLE,XX[54]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2KLE,XX[55]}};
EQUIVALENCE,{{ToKREevenWeek,LL[52]}};
EQUIVALENCE,{{ToKRUnevenWeek,LL[53]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2KR,XX[56]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2KR,XX[57]}};
EQUIVALENCE,{{ToLEVEvenWeek,LL[54]}};
EQUIVALENCE,{{ToLEVUnevenWeek,LL[55]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2LEV,XX[58]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2LEV,XX[59]}};
EQUIVALENCE,{{ToMGEvenWeek,LL[56]}};
EQUIVALENCE,{{ToMGUnevenWeek,LL[57]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2MG,XX[60]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2MG,XX[61]}};
EQUIVALENCE,{{ToWEevenWeek,LL[58]}};
EQUIVALENCE,{{ToWUnevenWeek,LL[59]}};
EQUIVALENCE,{{NextTransDateD2W,XX[62]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDauerD2W,XX[63]}};
EQUIVALENCE,{{ServiceMinKSatz,XX[64]}};
EQUIVALENCE,{{SMinKSZeile,LL[60]}};
EQUIVALENCE,{{SMinKSSpalte,LL[61]}};
EQUIVALENCE,{{ServiceDLZ,ATRIB[4]}};
EQUIVALENCE,{{GVServiceKosten,ATRIB[5]}};
EQUIVALENCE,{{AktTransDur,ATRIB[6]}};
EQUIVALENCE,{{AReportTime,ATRIB[7]}};
EQUIVALENCE,{{SimWeekDur,LL[62]}};
EQUIVALENCE,{{LfdDatensatzNr,LL[63]}};
EQUIVALENCE,{{DatensatzNr,LTRIB[4]}};
EQUIVALENCE,{{ADatenServerDur,ATRIB[8]}};
EQUIVALENCE,{{NettoAServiceDur,ATRIB[9]}};
;

;Wochentag-ARRAYS zur Arbeitszeitsteuerung: ARRAY-Nr. 1:=Montag, -Nr. 2:=Dienstag usw.
ARRAY,1,3,{480,480,480};
ARRAY,2,3,{480,480,480};
ARRAY,3,3,{480,480,480};
ARRAY,4,3,{480,480,480};
ARRAY,5,3,{480,480,480};
ARRAY,6,3,{480,0,960};
ARRAY,7,3,{480,0,960};
;
;Transportdaten von AC nach D (20 := gerade Woche; 21 := ungerade Woche)

```

```

ARRAY,20,20,{1,510,350,2880,2,-1,-1,-1,3,510,350,2880,4,-1,-1,-1,5,510,350,5760};
ARRAY,21,20,{1,-1,-1,-1,2,510,350,2880,3,-1,-1,4,510,350,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von BN nach D [30 := gerade Woche; 31 := ungerade Woche]
ARRAY,30,20,{1,690,170,2880,2,-1,-1,-1,3,690,170,2880,4,-1,-1,-1,5,690,170,5760};
ARRAY,31,20,{1,-1,-1,-1,2,690,170,2880,3,-1,-1,4,690,170,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von DN nach D [40 := gerade Woche; 41 := ungerade Woche]
ARRAY,40,20,{1,590,270,2880,2,-1,-1,-1,3,590,270,2880,4,-1,-1,-1,5,590,270,5760};
ARRAY,41,20,{1,-1,-1,-1,2,590,270,2880,3,-1,-1,4,590,270,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von DU nach D [50 := gerade Woche; 51 := ungerade Woche]
ARRAY,50,20,{1,-1,-1,-1,2,555,255,2880,3,-1,-1,4,555,255,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,51,20,{1,555,255,2880,2,-1,-1,-1,3,555,255,2880,4,-1,-1,-1,5,555,255,5760};
;
;Transportdaten von E nach D [60 := gerade Woche; 61 := ungerade Woche]
ARRAY,60,20,{1,-1,-1,-1,2,460,350,2880,3,-1,-1,4,460,350,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,61,20,{1,460,350,2880,2,-1,-1,-1,3,460,350,2880,4,-1,-1,-1,5,460,350,5760};
;
;Transportdaten von GM nach D [70 := gerade Woche; 71 := ungerade Woche]
ARRAY,70,20,{1,795,65,2880,2,-1,-1,-1,3,795,65,2880,4,-1,-1,-1,5,795,65,5760};
ARRAY,71,20,{1,-1,-1,-1,2,795,65,2880,3,-1,-1,4,795,65,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von K nach D [80 := gerade Woche; 81 := ungerade Woche]
ARRAY,80,20,{1,-1,-1,-1,2,840,35,2880,3,-1,-1,4,840,35,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,81,20,{1,840,35,2880,2,-1,-1,-1,3,840,35,2880,4,-1,-1,-1,5,840,35,5760};
;
;Transportdaten von KLE nach D [90 := gerade Woche; 91 := ungerade Woche]
ARRAY,90,20,{1,-1,-1,-1,2,615,195,2880,3,-1,-1,4,615,195,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,91,20,{1,615,195,2880,2,-1,-1,-1,3,615,195,2880,4,-1,-1,-1,5,615,195,5760};
;
;Transportdaten von KR nach D [100 := gerade Woche; 101 := ungerade Woche]
ARRAY,100,20,{1,-1,-1,-1,2,705,105,2880,3,-1,-1,4,705,105,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,101,20,{1,705,105,2880,2,-1,-1,-1,3,705,105,2880,4,-1,-1,-1,5,705,105,5760};
;
;Transportdaten von LEV nach D [110 := gerade Woche; 111 := ungerade Woche]
ARRAY,110,20,{1,-1,-1,-1,2,780,95,2880,3,-1,-1,4,780,95,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,111,20,{1,780,95,2880,2,-1,-1,-1,3,780,95,2880,4,-1,-1,-1,5,780,95,5760};
;
;Transportdaten von MG nach D [120 := gerade Woche; 121 := ungerade Woche]
ARRAY,120,20,{1,-1,-1,-1,2,780,30,2880,3,-1,-1,4,780,30,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,121,20,{1,780,30,2880,2,-1,-1,-1,3,780,30,2880,4,-1,-1,-1,5,780,30,5760};
;
;Transportdaten von W nach D [130 := gerade Woche; 131 := ungerade Woche]
ARRAY,130,20,{1,780,30,2880,2,-1,-1,-1,3,780,30,2880,4,-1,-1,-1,5,780,30,5760};
ARRAY,131,20,{1,-1,-1,-1,2,780,30,2880,3,-1,-1,4,780,30,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von D nach AC (22 := gerade Woche; 23 := ungerade Woche)
ARRAY,22,20,{1,390,60,2880,2,-1,-1,-1,3,390,60,2880,4,-1,-1,-1,5,390,60,5760};
ARRAY,23,20,{1,-1,-1,-1,2,390,60,2880,3,-1,-1,4,390,60,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von D nach BN (32 := gerade Woche; 33 := ungerade Woche)
ARRAY,32,20,{1,390,250,2880,2,-1,-1,-1,3,390,250,2880,4,-1,-1,-1,5,390,250,5760};
ARRAY,33,20,{1,-1,-1,-1,2,390,250,2880,3,-1,-1,4,390,250,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von D nach DN (42 := gerade Woche; 43 := ungerade Woche)
ARRAY,42,20,{1,390,150,2880,2,-1,-1,-1,3,390,150,2880,4,-1,-1,-1,5,390,150,5760};
ARRAY,43,20,{1,-1,-1,-1,2,390,150,2880,3,-1,-1,4,390,150,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von D nach DU (52 := gerade Woche; 53 := ungerade Woche)
ARRAY,52,20,{1,-1,-1,-1,2,390,90,2880,3,-1,-1,4,390,90,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,53,20,{1,390,90,2880,2,-1,-1,-1,3,390,90,2880,4,-1,-1,-1,5,390,90,5760};
;
;Transportdaten von D nach E (62 := gerade Woche; 63 := ungerade Woche)
ARRAY,62,20,{1,-1,-1,-1,2,390,35,2880,3,-1,-1,4,390,35,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,63,20,{1,390,35,2880,2,-1,-1,-1,3,390,35,2880,4,-1,-1,-1,5,390,35,5760};
;
;Transportdaten von D nach GM (72 := gerade Woche; 73 := ungerade Woche)
ARRAY,72,20,{1,390,360,2880,2,-1,-1,-1,3,390,360,2880,4,-1,-1,-1,5,390,360,5760};
ARRAY,73,20,{1,-1,-1,-1,2,390,360,2880,3,-1,-1,4,390,360,5760,5,-1,-1,1};
;
;Transportdaten von D nach K (82 := gerade Woche; 83 := ungerade Woche)
ARRAY,82,20,{1,-1,-1,-1,2,720,85,2880,3,-1,-1,4,720,85,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,83,20,{1,720,85,2880,2,-1,-1,-1,3,720,85,2880,4,-1,-1,-1,5,720,85,5760};
;
;Transportdaten von D nach KLE (92 := gerade Woche; 93 := ungerade Woche)
ARRAY,92,20,{1,-1,-1,-1,2,390,225,2880,3,-1,-1,4,390,225,5760,5,-1,-1,1};
ARRAY,93,20,{1,390,225,2880,2,-1,-1,-1,3,390,225,2880,4,-1,-1,-1,5,390,225,5760};
;

```

```

;Transportdaten von D nach KR (102 := gerade Woche; 103 := ungerade Woche)
ARRAY,102,20,{1,-1,-1,-1,2,390,285,2880,3,-1,-1,4,390,285,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,103,20,{1,390,285,2880,2,-1,-1,1,3,390,285,2880,4,-1,-1,5,390,285,5760};
;
;Transportdaten von D nach LEV (112 := gerade Woche; 113 := ungerade Woche)
ARRAY,112,20,{1,-1,-1,-1,2,720,30,2880,3,-1,-1,4,720,30,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,113,20,{1,720,30,2880,2,-1,-1,1,3,720,30,2880,4,-1,-1,5,720,30,5760};
;
;Transportdaten von D nach MG (122 := gerade Woche; 123 := ungerade Woche)
ARRAY,122,20,{1,-1,-1,-1,2,390,345,2880,3,-1,-1,4,390,345,5760,5,-1,-1,-1};
ARRAY,123,20,{1,390,345,2880,2,-1,-1,1,3,390,345,2880,4,-1,-1,5,390,345,5760};
;
;Transportdaten von D nach W (132 := gerade Woche; 133 := ungerade Woche)
ARRAY,132,20,{1,729,30,2880,2,-1,-1,1,3,720,30,2880,4,-1,-1,5,720,30,5760};
ARRAY,133,20,{1,-1,-1,-1,2,720,30,2880,3,-1,-1,4,720,30,5760,5,-1,-1,-1};
;
;Initialisierung globaler Visual SLAM-Variablen:
INTLC,{[LfdGVNummer,1]};
INTLC,{[AktWTagNr,1]};
INTLC,{[CheckWTagNr,1]};
INTLC,{[AktTagZeitinMin,1]};
INTLC,{[CheckTagZeitinMin,1]};
INTLC,{[WeekNr,1]};
INTLC,{[bUnevenWeek,1]};
INTLC,{[DTime2Schicht,480]};
INTLC,{[DSchichtdauer,480]};
INTLC,{[DTimePastSchicht,480]};
INTLC,{[DTime2SchichtFeld,1]};
INTLC,{[DSchichtdauerFeld,2]};
INTLC,{[DTimePastSchichtFeld,3]};
INTLC,{[bKapVerfuegbar,1]};
INTLC,{[DailyTransDauerD2A,30]};
INTLC,{[NextTransDateD2A,630]};
INTLC,{[DailyTransDauerA2D,30]};
INTLC,{[NextTransDateA2D,660]};
INTLC,{[ACEvenWeek,20]};
INTLC,{[ACUnevenWeek,21]};
INTLC,{[NextTransDateAC2D,1950]};
INTLC,{[BNEvenWeek,30]};
INTLC,{[BNUnevenWeek,31]};
INTLC,{[NextTransDateBN2D,2130]};
INTLC,{[DNEvenWeek,40]};
INTLC,{[DNUnevenWeek,41]};
INTLC,{[NextTransDateDN2D,2030]};
INTLC,{[DUEvenWeek,50]};
INTLC,{[DUUnevenWeek,51]};
INTLC,{[NextTransDateDU2D,555]};
INTLC,{[EEEvenWeek,60]};
INTLC,{[EUUnevenWeek,61]};
INTLC,{[NextTransDateE2D,460]};
INTLC,{[GMEvenWeek,70]};
INTLC,{[GMUnevenWeek,71]};
INTLC,{[NextTransDateGM2D,2235]};
INTLC,{[KEvenWeek,80]};
INTLC,{[KUnevenWeek,81]};
INTLC,{[NextTransDateK2D,840]};
INTLC,{[KLEEEvenWeek,90]};
INTLC,{[KLEUnevenWeek,91]};
INTLC,{[NextTransDateKLE2D,615]};
INTLC,{[KREvenWeek,100]};
INTLC,{[KRUnevenWeek,101]};
INTLC,{[NextTransDateKR2D,705]};
INTLC,{[LEVEvenWeek,110]};
INTLC,{[LEVUnevenWeek,111]};
INTLC,{[NextTransDateLEV2D,780]};
INTLC,{[MGEvenWeek,120]};
INTLC,{[MGUnevenWeek,121]};
INTLC,{[NextTransDateMG2D,780]};
INTLC,{[WEvenWeek,130]};
INTLC,{[WUnevenWeek,131]};
INTLC,{[NextTransDateW2D,2220]};
INTLC,{[ToACEvenWeek,22]};
INTLC,{[ToACUnevenWeek,23]};
INTLC,{[NextTransDateD2AC,1830]};
INTLC,{[ToBNEvenWeek,32]};
INTLC,{[ToBNUnevenWeek,33]};
INTLC,{[NextTransDateD2BN,1830]};
INTLC,{[ToDNEvenWeek,42]};
INTLC,{[ToDoNUnevenWeek,43]};

```

```

INTLC,{{NextTransDateD2DN,1830}};
INTLC,{{ToDUEvenWeek,52}};
INTLC,{{ToDUUnevenWeek,53}};
INTLC,{{NextTransDateD2DU,390}};
INTLC,{{ToEEvenWeek,62}};
INTLC,{{ToEUnevenWeek,63}};
INTLC,{{NextTransDateD2E,390}};
INTLC,{{ToGMEvenWeek,72}};
INTLC,{{ToGMUnevenWeek,73}};
INTLC,{{NextTransDateD2GM,1830}};
INTLC,{{ToKEvenWeek,82}};
INTLC,{{ToKUnevenWeek,83}};
INTLC,{{NextTransDateD2K,720}};
INTLC,{{ToKLEEEvenWeek,92}};
INTLC,{{ToKLEUnevenWeek,93}};
INTLC,{{NextTransDateD2KLE,390}};
INTLC,{{ToKREvenWeek,102}};
INTLC,{{ToKRUnevenWeek,103}};
INTLC,{{NextTransDateD2KR,390}};
INTLC,{{ToLEVEvenWeek,112}};
INTLC,{{ToLEVUnevenWeek,113}};
INTLC,{{NextTransDateD2LEV,720}};
INTLC,{{ToMGEvenWeek,122}};
INTLC,{{ToMGUnevenWeek,123}};
INTLC,{{NextTransDateD2MG,390}};
INTLC,{{ToWEvenWeek,132}};
INTLC,{{ToWUnevenWeek,133}};
INTLC,{{NextTransDateD2W,2160}};
INTLC,{{SMinKSZeile,9},{SMinKSSpalte,2}};
INTLC,{{ServiceMinKSatz,GETEXCEL("Init.xls",SMinKSZeile,SMinKSSpalte)}};
INTLC,{{minGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",3,2)}};
INTLC,{{modGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",4,2)}};
INTLC,{{maxGVSpezAA,GETEXCEL("Init.xls",5,2)}};
INTLC,{{minAktB,GETEXCEL("Init.xls",6,2)}};
INTLC,{{modAktB,GETEXCEL("Init.xls",7,2)}};
INTLC,{{maxAktB,GETEXCEL("Init.xls",8,2)}};
INTLC,{{SimWeekDur,int(GETEXCEL("Init.xls",2,2))}};
INTLC,{{LfdDatensatzNr,1}};
PRIORITY,{{500,LFV(GVNummer)}};
PRIORITY,{{600,LFV(GVNummer)}};
;
NET;
FIN;

```

AweSim SUMMARY Report bezüglich des mit dem Szenario SOLUTION durchgeführten Simulationsexperimentes

** AweSim SUMMARY REPORT **
 Tue Dec 20 17:28:18 2005

Simulation Project : LVA-Rheinprovinz
 Modeler : Tessa Boehmkes
 Date : 01.08.2005
 Scenario : SOLUTION

Run number 1 of 1
 Current simulation time : 120960.000000
 Statistics cleared at time : 0.000000

** OBSERVED STATISTICS REPORT for scenario SOLUTION **

Label	Mean Value	Standard Deviation	Number of Observations	Minimum Value	Maximum Value
ServDLZ	937.307	1054.410	81513	18.003	3923.621
NASeDur	50.782	16.342	81513	17.825	98.044

** FILE STATISTICS REPORT for scenario SOLUTION **

File Number	Label or Input Location	Average Length	Standard Deviation	Maximum Length	Current Length	Average Wait Time
10	RES. SACHBEARBEI	393.240	461.911	1724	1508	909.333
20	RES. SACHBEARBEI	17.355	21.029	82	69	940.543
30	RES. SACHBEARBEI	18.727	22.141	97	68	910.819
40	RES. SACHBEARBEI	5.060	6.420	31	21	883.231
50	RES. SACHBEARBEI	30.807	36.920	151	117	892.564
60	RES. SACHBEARBEI	35.339	41.566	178	114	893.887
70	RES. SACHBEARBEI	5.248	6.582	28	19	939.012
80	RES. SACHBEARBEI	59.870	69.737	284	211	912.196
90	RES. SACHBEARBEI	2.396	3.085	15	11	873.092
100	RES. SACHBEARBEI	14.303	17.301	69	51	923.730
110	RES. SACHBEARBEI	9.548	11.967	51	42	900.212
120	RES. SACHBEARBEI	17.149	21.047	88	55	921.505
130	RES. SACHBEARBEI	20.700	24.642	111	74	881.320
500	RES. ADATENSERVE	0.000	0.000	1	0	0.000
600	RES. AUSWERTUNGS	0.000	0.003	2	0	0.000
0	Event Calendar	51.222	166.066	1964	17	9.183

** ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario SOLUTION **

Activity Number	Label or Input Location	Average Utilization	Standard Deviation	Entity Count	Maximum Utilization
1	Line 55	0.000	0.000	52309	1
2	Line 65	0.000	0.000	2232	1
3	Line 69	0.000	0.000	2487	1
4	Line 81	0.000	0.000	693	1
5	Line 91	0.000	0.000	4175	1
6	Line 95	0.000	0.000	4782	1
7	Line 107	0.000	0.000	676	1
8	Line 117	0.000	0.000	7939	1
9	Line 121	0.000	0.000	332	1
10	Line 133	0.000	0.000	1873	1
11	Line 144	0.000	0.000	1283	1
12	Line 148	0.000	0.000	2251	1
13	Line 160	0.000	0.000	2841	1
20	Line 45	0.000	0.000	61	1
21	Line 74	0.000	0.000	60	1
600	Line 37	0.000	0.000	81513	1

Activity Number	Current Utilization
-----------------	---------------------

1	0
2	0

3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
20	0
21	0
600	0

** RESOURCE STATISTICS REPORT for scenario SOLUTION **

Resource Number	Resource Label	Average Util.	Standard Deviation	Current Util.	Maximum Util.
1	SACHBEARBEITERD	21.328	103.296	0	1200
2	SACHBEARBEITERAC	0.913	4.559	0	53
3	SACHBEARBEITERBN	1.013	5.080	0	60
4	SACHBEARBEITERDN	0.277	1.424	0	15
5	SACHBEARBEITERDU	1.704	8.311	0	98
6	SACHBEARBEITERE	1.970	9.660	0	113
7	SACHBEARBEITERGM	0.279	1.417	0	15
8	SACHBEARBEITERK	3.251	15.980	0	188
9	SACHBEARBEITERKL	0.135	0.732	0	8
10	SACHBEARBEITERKR	0.758	3.801	0	45
11	SACHBEARBEITERLE	0.522	2.623	0	30
12	SACHBEARBEITERMG	0.915	4.547	0	53
13	SACHBEARBEITERW	1.156	5.760	0	68
500	ADATENSERVER	0.045	0.405	0	30
600	AUSWERTUNGSSERVIC	0.001	0.026	0	1

Resource Number	Current Capacity	Average Available	Current Available	Minimum Available	Maximum Available
1	0	264.386	0	-33	1200
2	0	11.706	0	-3	53
3	0	13.273	0	-5	60
4	0	3.295	0	-1	15
5	0	21.629	0	-8	98
6	0	24.935	0	-6	113
7	0	3.292	0	-2	15
8	0	41.511	0	-8	188
9	0	1.769	0	-2	8
10	0	9.957	0	-3	45
11	0	6.621	0	-2	30
12	0	11.704	0	-3	53
13	0	15.034	0	-4	68
500	600	599.955	600	570	600
600	1	0.999	1	0	1

**Auszug der Daten der Ausgabedatei SReport.dat bezüglich des mit dem Szenario
SOLUTION durchgeführten Simulationsexperimentes**

DatensatzNr	GVNummer	GVString	AReportTime	GVZeit	ServiceDLZ	NettoAServiceDur	GVServiceKosten
1	305	E	501,46	381,76	119,69	21,46	8,37
2	255	K	502,16	305,00	197,16	22,16	8,64
3	304	E	502,20	380,65	121,54	22,19	8,66
4	371	D	503,30	466,53	36,77	23,30	9,09
5	221	E	503,73	255,72	248,01	23,73	9,25
6	61	D	503,81	69,69	434,12	23,81	9,28
7	315	D	503,99	393,45	110,54	23,99	9,36
8	65	DU	504,10	73,65	430,45	24,10	9,40
9	152	D	504,11	188,10	316,01	24,11	9,40
10	362	LEV	504,15	451,39	52,76	24,15	9,42
11	80	K	504,58	92,17	412,41	24,57	9,58
12	107	K	504,83	134,99	369,84	24,83	9,68
13	286	BN	504,85	351,36	153,49	24,85	9,69
14	149	D	504,90	185,34	319,56	24,90	9,71
15	330	D	505,03	413,48	91,55	25,03	9,76
16	51	D	505,06	54,67	450,39	25,06	9,77
17	205	KR	505,87	237,90	267,97	25,87	10,09
18	357	D	505,88	447,24	58,64	25,88	10,09
19	217	D	506,21	252,71	253,50	26,21	10,22
20	224	D	506,21	258,57	247,64	26,21	10,22
21	307	DU	506,42	383,59	122,83	26,42	10,30
22	87	D	506,65	103,07	403,58	26,65	10,39
23	132	D	506,84	162,26	344,58	26,84	10,47
24	62	E	507,10	70,02	437,08	27,10	10,57
25	293	K	507,66	356,81	150,84	27,66	10,79
26	76	D	508,06	88,12	419,94	28,06	10,94
27	31	D	508,90	30,25	478,64	28,90	11,27
28	54	D	509,19	60,48	448,71	29,19	11,38
29	207	K	509,30	241,30	268,00	29,30	11,43
30	294	E	509,88	359,04	150,84	29,88	11,65
31	29	DU	509,99	26,35	483,64	29,99	11,70
32	266	DU	510,00	322,22	187,77	29,99	11,70
33	42	D	510,07	45,79	464,27	30,07	11,73
34	27	D	510,55	26,13	484,42	30,55	11,91
35	267	E	510,58	324,16	186,41	30,57	11,92
36	181	D	510,61	219,19	291,42	30,61	11,94
37	95	D	510,72	119,39	391,33	30,72	11,98
38	99	D	510,79	125,95	384,84	30,79	12,01
39	227	K	510,86	269,29	241,57	30,86	12,03
40	333	K	510,96	421,21	89,75	30,96	12,07
...
81500	81482	D	117629,90	117556,28	73,62	73,62	28,71
81501	81512	D	117632,98	117596,10	36,88	36,88	14,38
81502	81487	GM	117633,79	117560,69	73,10	73,10	28,51
81503	81478	GM	117634,05	117552,63	81,43	81,43	31,76
81504	81503	D	117634,90	117585,86	49,03	49,03	19,12
81505	81494	E	117636,52	117575,73	60,79	60,79	23,71
81506	81506	D	117636,65	117589,64	47,00	47,00	18,33
81507	81501	DU	117637,48	117585,79	51,69	51,69	20,16
81508	81511	LEV	117638,35	117595,44	42,91	42,91	16,74
81509	81505	D	117642,71	117587,64	55,07	55,07	21,48
81510	81510	DU	117657,11	117594,82	62,29	62,29	24,29
81511	81502	D	117672,54	117585,85	86,69	86,69	33,81
81512	81509	D	117672,96	117594,03	78,93	78,93	30,78
81513	81513	D	117674,47	117599,56	74,91	74,91	29,21

Tab. 6: Auszug der Daten der Ausgabedatei SReport.dat bezüglich des mit dem Szenario SOLUTION durchgeführten Simulationsexperimentes

Liste sämtlicher im Projekt ILPUBLIC enthaltener Visual SLAM Variablen

Lfd.-Nr.	Variablenbezeichner	Visual SLAM-Variable	Initialwert (e)	Erläuterung
1	GVZeit	ATRIB[1]		Kreations- bzw. Ankunftszeit der aktuellen, einen Geschäftsvorfall repräsentierenden Einheit
2	GVSpezundAAAnforderung	ATRIB[2]		Dauer für die Spezifizierung des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung
3	minGVSpezAA	XX[1]		Minimalwert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Dauer für die Spezifizierung des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung
4	modGVSpezAA	XX[2]		Moduswert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Dauer für die Spezifizierung des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung
5	maxGVSpezAA	XX[3]		Maximalwert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Dauer für die Spezifizierung des Geschäftsvorfalls und die Aktenanforderung
6	ABearbDauer	ATRIB[3]		aktenanforderungsspezifische Aktenbearbeitungsdauer
7	minAktB	XX[4]		Minimalwert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Aktenbearbeitungsdauer
8	modAktB	XX[5]		Moduswert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Aktenbearbeitungsdauer
9	maxAktB	XX[6]		Maximalwert der Dreiecksverteilung für die Berechnung der Aktenbearbeitungsdauer
10	GVNummer	LTRIB[1]		Nummer des aktuellen Geschäftsvorfalls
11	GVStandortNummer	LTRIB[2]		Nummer des Standortes, an dem der Geschäftsvorfall anfällt "1":= Hauptsitz D, "2":= Service Center AC, "3":= Service Center BN, "4":= Service Center DN, "5":= Service Center DU, "6":= Service Center E, "7":= Service Center GM, "8":= K, "9":= Service Center KLE, "10":= Service Center KR, "11":= Service Center LEV, "12":= Service Center MG, "13":= Service Center W
12	LfdGVNummer	LL[1]	1	Laufende Geschäftsvorfallnummer
13	GVString	STRIB[1]		Dem Geschäftsvorfall zugewiesene Zeichenkette zur Identifizierung des zugehörigen Standortes, z.B. "D" für Düsseldorf
14	AktWTagNr	LL[2]	1	Nr. des aktuellen Wochentags [1:= Montag, 2:= Dienstag, ..., 7:= Sonntag]
15	CheckWTagNr	LL[3]	1	Prüf-Wochentagsnummer [1:= Montag, 2:= Dienstag, ..., 7:= Sonntag; falls CheckWTagNr den Wert 8 zugewiesen bekommt impliziert dies einen erneuten Wochentagdurchlauf]
16	AktTagZeitInMin	LL[4]	1	Aktuelle Tageszeit in Minuten, wobei für diese Variable gilt: 1 >= AktTagZeitInMin <= 1440.
17	CheckTagZeitInMin	LL[5]	1	Prüf-Tageszeit in Minuten, falls CheckTagZeitInMin den Wert 1441 zugewiesen bekommt, impliziert dies einen erneuten Tageszeitdurchlauf
18	WeekNr	LL[6]	1	Nummer der Kalenderwoche
19	bUnevenWeek	LL[7]	1	boolsche Variable zur Kennzeichnung ungerader Wochen; sofern eine ungerade Woche vorliegt wird der Wert von bUnevenWeek auf "1" gesetzt, andernfalls wird ihr der Wert "0" zugewiesen.
20	DTIME2Schicht	XX[7]	480	Tagesspezifische Zeitspanne vor der jeweiligen Schicht
21	DSchichtdauer	XX[8]	480	Tagesspezifische Schichtdauer
22	DTIMEPastSchicht	XX[9]	480	Tagesspezifische Zeitspanne nach der jeweiligen Schicht
23	DTIME2SchichtFeld	LL[8]	1	Feldnummer des wochentagspezifischen ARRAYS mit der Angabe der tagesspezifischen Zeitspanne vor der jeweiligen Schicht.
24	DSchichtdauerFeld	LL[9]	2	Feldnummer des wochentagspezifischen ARRAYS mit der Angabe der tagesspezifischen Schichtdauer.
25	DTIMEPastSchichtFeld	LL[10]	3	Feldnummer des wochentagspezifischen ARRAYS mit der Angabe der tagesspezifischen Zeitspanne nach der jeweiligen Schicht.

Tab. 7: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 1

Lfd.-Nr.	Variablenbezeichner	Visual SLAM-Variable	Initialwert (e)	Erläuterung
26	bKapVerfuegbar	LL[11]	1	Kapazitätsbezogene boolsche Variable, wobei der Wert "1" die Verfügbarkeit der Kapazitäten der Sachbearbeiter der LVA kennzeichnet und der Wert "0" entsprechend deren Nichtverfügbarkeit.
27	DailyTransDauerD2A	XX[10]	30	Tägliche Transportdauer von D zum Archiv
28	AktTransDauerD2A	XX[11]		Aktuelle Transportdauer von D zum Archiv
29	NextTransDateD2A	XX[12]	630	Nächster Transportzeitpunkt von D zum Archiv
30	bABearbeitungReady	LTRIB[3]		boolsche Variable zur Kennzeichnung des Aktenbearbeitungszustands; der Wert "0" kennzeichnet "Aktenbearbeitung unfertig" und der Wert "1" kennzeichnet "Aktenbearbeitung fertig"
31	DailyTransDauerA2D	XX[13]	30	Tägliche Transportdauer vom Archiv nach D
32	AktTransDauerA2D	XX[14]		Aktuelle Transportdauer vom Archiv nach D
33	NextTransDateA2D	XX[15]	660	Nächster Transportzeitpunkt vom Archiv nach D
34	ACEvenWeek	LL[12]	20	
35	ACUnevenWeek	LL[13]	21	
36	NextTransDateAC2D	XX[16]	1950	Nächster Transportzeitpunkt von AC nach D
37	AktTransDauerAC2D	XX[17]		Aktuelle Transportdauer von AC nach D
38	BNEvenWeek	LL[14]	30	
39	BNUnevenWeek	LL[15]	31	
40	NextTransDateBN2D	XX[18]	2130	Nächster Transportzeitpunkt von BN nach D
41	AktTransDauerBN2D	XX[19]		Aktuelle Transportdauer von BN nach D
42	DNEvenWeek	LL[16]	40	
43	DNUnevenWeek	LL[17]	41	
44	NextTransDateDN2D	XX[20]	2030	Nächster Transportzeitpunkt von DN nach D
45	AktTransDauerDN2D	XX[21]		Aktuelle Transportdauer von DN nach D
46	DUEvenWeek	LL[18]	50	
47	DUUnevenWeek	LL[19]	51	
48	NextTransDateDU2D	XX[22]	555	Nächster Transportzeitpunkt von DU nach D
49	AktTransDauerDU2D	XX[23]		Aktuelle Transportdauer von DU nach D
50	EEvenWeek	LL[20]	60	
51	EUnevenWeek	LL[21]	61	
52	NextTransDateE2D	XX[24]	460	Nächster Transportzeitpunkt von E nach D
53	AktTransDauerE2D	XX[25]		Aktuelle Transportdauer von E nach D
54	GMEvenWeek	LL[22]	70	
55	GMUnevenWeek	LL[23]	71	
56	NextTransDateGM2D	XX[26]	2235	Nächster Transportzeitpunkt von GM nach D
57	AktTransDauerGM2D	XX[27]		Aktuelle Transportdauer von GM nach D
58	KEvenWeek	LL[24]	80	
59	KUnevenWeek	LL[25]	81	
60	NextTransDateK2D	XX[28]	840	Nächster Transportzeitpunkt von K nach D
61	AktTransDauerK2D	XX[29]		Aktuelle Transportdauer von K nach D
62	KLEEvenWeek	LL[26]	90	
63	KLUnevenWeek	LL[27]	91	
64	NextTransDateKLE2D	XX[30]	615	Nächster Transportzeitpunkt von KLE nach D
65	AktTransDauerKLE2D	XX[31]		Aktuelle Transportdauer von KLE nach D
66	KREEvenWeek	LL[28]	100	
67	KRUnevenWeek	LL[29]	101	
68	NextTransDateKR2D	XX[32]	705	Nächster Transportzeitpunkt von KR nach D
69	AktTransDauerKR2D	XX[33]		Aktuelle Transportdauer von KR nach D
70	LEVEvenWeek	LL[30]	110	
71	LEVUnevenWeek	LL[31]	111	
72	NextTransDateLEV2D	XX[34]	780	Nächster Transportzeitpunkt von LEV nach D
73	AktTransDauerLEV2D	XX[35]		Aktuelle Transportdauer von LEV nach D
74	MGEvenWeek	LL[32]	120	
75	MGUnevenWeek	LL[33]	121	
76	NextTransDateMG2D	XX[36]	780	Nächster Transportzeitpunkt von MG nach D
77	AktTransDauerMG2D	XX[37]		Aktuelle Transportdauer von MG nach D
78	WEvenWeek	LL[34]	130	
79	WUnevenWeek	LL[35]	131	
80	NextTransDateW2D	XX[38]	2220	Nächster Transportzeitpunkt von W nach D
81	AktTransDauerW2D	XX[39]		Aktuelle Transportdauer von W nach D
82	ToACEvenWeek	LL[36]	22	
83	ToACUnevenWeek	LL[37]	23	
84	NextTransDateD2AC	XX[40]	1830	Nächster Transportzeitpunkt von D nach AC
85	AktTransDauerD2AC	XX[41]		Aktuelle Transportdauer von D nach AC

Tab. 8: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 2

Lfd.-Nr.	Variablenbezeichner	Visual SLAM-Variable	Initialwert (e)	Erläuterung
86	ToBNEvenWeek	LL[38]	32	
87	ToBNUnevenWeek	LL[39]	33	
88	NextTransDateD2BN	XX[42]	1830	Nächster Transportzeitpunkt von D nach BN
89	AktTransDauerD2BN	XX[43]		Aktuelle Transportdauer von D nach BN
90	ToDNEvenWeek	LL[40]	42	
91	ToDNUnevenWeek	LL[41]	43	
92	NextTransDateD2DN	XX[44]	1830	Nächster Transportzeitpunkt von D nach DN
93	AktTransDauerD2DN	XX[45]		Aktuelle Transportdauer von D nach DN
94	ToDUEvenWeek	LL[42]	52	
95	ToDNUnevenWeek	LL[43]	53	
96	NextTransDateD2DU	XX[46]	390	Nächster Transportzeitpunkt von D nach DU
97	AktTransDauerD2DU	XX[47]		Aktuelle Transportdauer von D nach DU
98	ToEEEvenWeek	LL[44]	62	
99	ToEUUnevenWeek	LL[45]	63	
100	NextTransDateD2E	XX[48]	390	Nächster Transportzeitpunkt von D nach E
101	AktTransDauerD2E	XX[49]		Aktuelle Transportdauer von D nach E
102	ToGMEvenWeek	LL[46]	72	
103	ToGMUnevenWeek	LL[47]	73	
104	NextTransDateD2GM	XX[50]	1830	Nächster Transportzeitpunkt von D nach GM
105	AktTransDauerD2GM	XX[51]		Aktuelle Transportdauer von D nach GM
106	ToKEEvenWeek	LL[48]	82	
107	ToKUnevenWeek	LL[49]	83	
108	NextTransDateD2K	XX[52]	720	Nächster Transportzeitpunkt von D nach K
109	AktTransDauerD2K	XX[53]		Aktuelle Transportdauer von D nach K
110	ToKLEEvenWeek	LL[50]	92	
111	ToKLUnevenWeek	LL[51]	93	
112	NextTransDateD2KLE	XX[54]	390	Nächster Transportzeitpunkt von D nach KLE
113	AktTransDauerD2KLE	XX[55]		Aktuelle Transportdauer von D nach KLE
114	ToKREEvenWeek	LL[52]	102	
115	ToKRUnevenWeek	LL[53]	103	
116	NextTransDateD2KR	XX[56]	390	Nächster Transportzeitpunkt von D nach KR
117	AktTransDauerD2KR	XX[57]		Aktuelle Transportdauer von D nach KR
118	ToLEVEvenWeek	LL[54]	112	
119	ToLEVUnevenWeek	LL[55]	113	
120	NextTransDateD2LEV	XX[58]	720	Nächster Transportzeitpunkt von D nach LEV
121	AktTransDauerD2LEV	XX[59]		Aktuelle Transportdauer von D nach LEV
122	ToMGEvenWeek	LL[56]	122	
123	ToMGUnevenWeek	LL[57]	123	
124	NextTransDateD2MG	XX[60]	390	Nächster Transportzeitpunkt von D nach MG
125	AktTransDauerD2MG	XX[61]		Aktuelle Transportdauer von D nach MG
126	ToWEEvenWeek	LL[58]	132	
127	ToWUnevenWeek	LL[59]	133	
128	NextTransDateD2W	XX[62]	2160	Nächster Transportzeitpunkt von D nach W
129	AktTransDauerD2W	XX[63]		Aktuelle Transportdauer von D nach W
130	ServiceMinKSatz	XX[64]	xls-File	Minutenkostensatz der Geschäftsstellensachbearbeiter (einzulesen aus der Datei Init.xls)
131	SMinKSZeile	LL[60]	9	Zeilennummer der Zelle mit dem Wert der Variablen ServiceMinKSatz in der Datei Init.xls
132	SMinKSSpalte	LL[61]	2	Spaltennummer der Zelle mit dem Wert der Variablen ServiceMinKSatz in der Datei Init.xls
133	ServiceDLZ	ATRIB[4]		aktenanforderungsspezifische Servicedurchlaufzeit
134	GVServiceKosten	ATRIB[5]		Geschäftsvorfallsspezifische Servicekosten ohne Transportkosten
135	AktTransDur	ATRIB[6]		aktenanforderungsspezifische Transportdauer
136	AReportTime	ATRIB[7]		aktenspezifischer Berichtszeitpunkt
137	SimWeekDur	LL[62]	xls-File	Simulationsdauer in Wochen
138	LfdDatensatzNr	LL[63]	1	Laufende DatensatzNr
139	DatensatzNr	LTRIB[4]		Datensatznummer
140	ADatenServerDur	ATRIB[8]		Aktenanforderungsspezifische Datenservernutzungsdauer
141	NettoAServiceDur	ATRIB[9]		aktenanforderungsspezifische Netto-Servicedauer

Tab. 9: Liste sämtlicher Visual SLAM Variablen im Projekt ILPUBLIC Teil 3

Initialisierungsfelder	Werte
Simulationsdauer in Wochen:	12
Mindestwert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung	2
Häufigster Wert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung	5
Höchstwert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Geschäftsvorfallspezifikation und Aktenanforderung	10
Mindestwert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Aktenbearbeitung	15
Häufigster Wert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Aktenbearbeitung	30
Höchstwert einer Dreiecksverteilung über die Dauer der Aktenbearbeitung	90
Servicesachbearbeiter-Minutenkostensatz:	0,39

Tab. 10: Werte der Datei init.xls

Versorgungsfahrten Köln, Leverkusen, Wuppertal										
Ungerade Woche:										
Wochentag	WTagNr	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	
Montag	1	D/Hauptsitz	LEV	12:00	30	LEV	D/Hauptsitz	13:00	95	
		D/Hauptsitz	K	12:00	85	K	D/Hauptsitz	14:00	35	
Dienstag	2	D/Hauptsitz	W	12:00	30	W	D/Hauptsitz	13:00	30	
Mittwoch	3	D/Hauptsitz	LEV	12:00	30	LEV	D/Hauptsitz	13:00	95	
		D/Hauptsitz	K	12:00	85	K	D/Hauptsitz	14:00	35	
Donnerstag	4	D/Hauptsitz	W	12:00	30	W	D/Hauptsitz	13:00	30	
Freitag	5	D/Hauptsitz	LEV	12:00	30	LEV	D/Hauptsitz	13:00	95	
		D/Hauptsitz	K	12:00	85	K	D/Hauptsitz	14:00	35	
Gerade Woche										
Wochentag	WTagNr	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	
Montag	1	D/Hauptsitz	W	12:00	30	W	D/Hauptsitz	13:00	30	
Dienstag	2	D/Hauptsitz	LEV	12:00	30	LEV	D/Hauptsitz	13:00	95	
		D/Hauptsitz	K	12:00	85	K	D/Hauptsitz	14:00	35	
Mittwoch	3	D/Hauptsitz	W	12:00	30	W	D/Hauptsitz	13:00	30	
Donnerstag	4	D/Hauptsitz	LEV	12:00	30	LEV	D/Hauptsitz	13:00	95	
		D/Hauptsitz	K	12:00	85	K	D/Hauptsitz	14:00	35	
Freitag	5	D/Hauptsitz	W	12:00	30	W	D/Hauptsitz	13:00	30	

Tab. 11: Wegezeiten der Aktentransporte für die Service Center K, LEV und W

Wöchentliche Versorgungsfahrten zwischen der Hauptverwaltung und Aachen, Bonn, Düren, Duisburg, Essen, Gummersbach, Kleve, Krefeld und Mönchengladbach										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ungerade Woche:

Wochentag	WTagNr	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer
Montag	1	D/Hauptsitz	E	06:30	35	E	D/Hauptsitz	07:40	350
		D/Hauptsitz	DU	06:30	90	DU	D/Hauptsitz	09:15	255
		D/Hauptsitz	KLE	06:30	225	KLE	D/Hauptsitz	10:15	195
		D/Hauptsitz	KR	06:30	285	KR	D/Hauptsitz	11:45	105
		D/Hauptsitz	MG	06:30	345	MG	D/Hauptsitz	13:00	30
Dienstag	2	D/Hauptsitz	AC	06:30	60	AC	D/Hauptsitz	08:30	350
		D/Hauptsitz	DN	06:30	150	DN	D/Hauptsitz	09:50	270
		D/Hauptsitz	BN	06:30	250	BN	D/Hauptsitz	11:30	170
		D/Hauptsitz	GM	06:30	360	GM	D/Hauptsitz	13:15	65
Mittwoch	3	D/Hauptsitz	E	06:30	35	E	D/Hauptsitz	07:40	350
		D/Hauptsitz	DU	06:30	90	DU	D/Hauptsitz	09:15	255
		D/Hauptsitz	KLE	06:30	225	KLE	D/Hauptsitz	10:15	195
		D/Hauptsitz	KR	06:30	285	KR	D/Hauptsitz	11:45	105
		D/Hauptsitz	MG	06:30	345	MG	D/Hauptsitz	13:00	30
Donnerstag	4	D/Hauptsitz	AC	06:30	60	AC	D/Hauptsitz	08:30	350
		D/Hauptsitz	DN	06:30	150	DN	D/Hauptsitz	09:50	270
		D/Hauptsitz	BN	06:30	250	BN	D/Hauptsitz	11:30	170
		D/Hauptsitz	GM	06:30	360	GM	D/Hauptsitz	13:15	65
Freitag	5	D/Hauptsitz	E	06:30	35	E	D/Hauptsitz	07:40	350
		D/Hauptsitz	DU	06:30	90	DU	D/Hauptsitz	09:15	255
		D/Hauptsitz	KLE	06:30	225	KLE	D/Hauptsitz	10:15	195
		D/Hauptsitz	KR	06:30	285	KR	D/Hauptsitz	11:45	105
		D/Hauptsitz	MG	06:30	345	MG	D/Hauptsitz	13:00	30

Gerade Woche:

Wochentag	WTagNr	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer	Abfahrtsort	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Dauer
Montag	1	D/Hauptsitz	AC	06:30	60	AC	D/Hauptsitz	08:30	350
		D/Hauptsitz	DN	06:30	150	DN	D/Hauptsitz	09:50	270
		D/Hauptsitz	BN	06:30	250	BN	D/Hauptsitz	11:30	170
		D/Hauptsitz	GM	06:30	360	GM	D/Hauptsitz	13:15	65
Dienstag	2	D/Hauptsitz	E	06:30	35	E	D/Hauptsitz	07:40	350
		D/Hauptsitz	DU	06:30	90	DU	D/Hauptsitz	09:15	255
		D/Hauptsitz	KLE	06:30	225	KLE	D/Hauptsitz	10:15	195
		D/Hauptsitz	KR	06:30	285	KR	D/Hauptsitz	11:45	105
		D/Hauptsitz	MG	06:30	345	MG	D/Hauptsitz	13:00	30
Mittwoch	3	D/Hauptsitz	AC	06:30	60	AC	D/Hauptsitz	08:30	350
		D/Hauptsitz	DN	06:30	150	DN	D/Hauptsitz	09:50	270
		D/Hauptsitz	BN	06:30	250	BN	D/Hauptsitz	11:30	170
		D/Hauptsitz	GM	06:30	360	GM	D/Hauptsitz	13:15	65
Donnerstag	4	D/Hauptsitz	E	06:30	35	E	D/Hauptsitz	07:40	350
		D/Hauptsitz	DU	06:30	90	DU	D/Hauptsitz	09:15	255
		D/Hauptsitz	KLE	06:30	225	KLE	D/Hauptsitz	10:15	195
		D/Hauptsitz	KR	06:30	285	KR	D/Hauptsitz	11:45	105
		D/Hauptsitz	MG	06:30	345	MG	D/Hauptsitz	13:00	30
Freitag	5	D/Hauptsitz	AC	06:30	60	AC	D/Hauptsitz	08:30	350
		D/Hauptsitz	DN	06:30	150	DN	D/Hauptsitz	09:50	270
		D/Hauptsitz	BN	06:30	250	BN	D/Hauptsitz	11:30	170
		D/Hauptsitz	GM	06:30	360	GM	D/Hauptsitz	13:15	65

Tab. 12: Wegezeiten der Aktentransporte für die übrigen Service Center

Literaturverzeichnis

Ammon, U. u.a. 2002 /Nachhaltiges Wirtschaften/

Nachhaltiges Wirtschaften durch dialogorientiertes und systemisches Kennzahlenmanagement. Schriftenreihe der Sozialforschungsstelle, Beiträge aus der Forschung, Bd. 126, Dortmund 2002.

Ansoff, H. I. 1976 /Surprise/

Managing Surprise and Discontinuity – Strategic Response to Weak Signals. In: Zfbf, 28. Jg. (1976), S. 129-152.

Arnold, W.; Freimann, J.; Kurz, R. 2004 /Nachhaltigkeit/

Nachhaltigkeit strategisch verankern, Erfahrungen mit der „Sustainable Balanced Scorecard“ in mittelständischen Unternehmen. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 12. Jg. (2004), Heft 2, S. 54-60.

Arnold, W.; Freimann, J.; Kurz, R. 2003 /Sustainable Balanced Scorecard/

Sustainable Balanced Scorecard (SBS): Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das BSC-Konzept, Konzept – Erfahrungen – Perspektiven. In: ZfCM, 47. Jg. (2003), Heft 6, S. 391-400.

Arnold, W.; Freimann, J.; Kurz, R. 2001 /Vorüberlegungen/

Vorüberlegungen zur Entwicklung einer Sustainable Balanced Scorecard für KMU. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 9. Jg. (2001), Heft 4, S. 74-79.

Behrendt, S. u.a. 1998 /Innovationen/

Innovationen zur Nachhaltigkeit: Ökologische Aspekte der Informations- und Kommunikationstechniken. Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.), Berlin u.a. 1998.

Belz, F. 2001 /Öko-Marketing/

Integratives Öko-Marketing: Erfolgreiche Vermarktung ökologischer Produkte und Leistungen. Wiesbaden 2001.

Biebeler, H. 2002 /Sustainability Balanced Scorecard/

Sustainability Balanced Scorecard, Konzeptionen zur Integration ökologischer und sozialer Gesichtspunkte in die Balanced Scorecard bei Projekten des BMBF-Förderschwerpunktes „Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften“ (Ina). In: Umwelt Wirtschafts Forum, 10. Jg. (2002), Heft 3, S. 91-94.

Biebeler, H.; Mahammadzadeh, M. 2004 /Instrumente/

Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften. In: Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2004, S. 15-23.

Biegert, A.; Mahammadzadeh, M.; Biebeler, H. 2003 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Nachhaltigkeitsmanagement in der betriebswirtschaftlichen Forschung, Ergebnisse einer Zeitschriftenanalyse im deutsch- und englischsprachigen Raum. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 11. Jg. (2003), Heft 3, S. 63-67.

Bieker, T. u.a. 2001 /Management/

Management unternehmerischer Nachhaltigkeit mit einer Sustainability Balanced Scorecard – Forschungsmethodische Grundlagen und erste Konzepte. IWÖ-Diskussionsbeitrag Nr. 94, St. Gallen 2001.

BMU; UBA 1997 /Leitfaden/

Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen. Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt (Hrsg.), Bonn, Berlin 1997.

Clausen, J. 1998 /Umweltkennzahlen/

Umweltkennzahlen als Steuerungsinstrument für das nachhaltige Wirtschaften von Unternehmen. In: Umweltkennzahlen: Planungs-, Steuerungs- und Kontrollgrößen für ein umweltorientiertes Management, Seidel, E., Clausen, J., Seifert, E. K. (Hrsg.), München 1998.

Clausen, J. u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsberichterstattung/

Nachhaltigkeitsberichterstattung: Praxis glaubwürdiger Kommunikation für zukunftsfähige Unternehmen. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Institut für Markt-Umwelt-Gesellschaft (imug) (Hrsg.), Berlin 2002.

Dyllick, T. 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement – Auseinandersetzung mit MICHAEL HÜLSMANN und der Entwicklung einer anderen Perspektive. In: Betriebswirtschaftslehre und Nachhaltigkeit, Bestandsaufnahme und Forschungsprogrammatik, Hülsmann, M., Müller-Christ, G., Haasis, H.-D. (Hrsg.), Wiesbaden 2004, S. 73-103.

Dyllick, T. 2003 /Grundlagen/

Konzeptionelle Grundlagen unternehmerischer Nachhaltigkeit. In: Handbuch Nachhaltige Entwicklung – Wie ist nachhaltiges Wirtschaften machbar? Linne, G., Schwarz, M. (Hrsg.), Opladen 2003, S. 235-243.

Dyllick, T.; Hockerts, K. 2002 /Sustainability/

Beyond the business case for corporate sustainability. In: Business Strategy and the Environment, 11. Jg. (2002), S. 130-141.

Dyllick, T.; Schaltegger, S. 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Nachhaltigkeitsmanagement mit einer Sustainability Balanced Scorecard. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 9. Jg. (2001), Heft 4, S. 68-73.

Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1994 /Industriegesellschaft/

Die Industriegesellschaft gestalten, Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bericht der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ des 12. deutschen Bundestages. Bonn 1994.

Fichter, K. 1998 /Schritte/

Schritte zum nachhaltigen Unternehmen – Anforderungen und strategische Ansatzpunkte. In: Schritte zum nachhaltigen Unternehmen, Zukunftweisende Praxiskonzepte des Umweltmanagements, Fichter, K., Clausen, J. (Hrsg.), Berlin u.a. 1998, S. 3-26.

Flatz, A. 2000 /Sustainability/

Der Dow Jones Sustainability Index: Eine neue Kraft auf den globalen Finanzmärkten. In: Umweltschutz im globalen Wettbewerb, Neue Spielregeln für das grenzenlose Unternehmen, Fichter, K., Schneidewind, U. (Hrsg.), Berlin, Heidelberg 2000, S. 111-119.

Freeman, R. E. 1983 /Management/

Strategic Management – The Stakeholder Approach. In: Advances in Strategic Management, Vol. 1 (1983), S. 31-60.

Frings, E. 2003 /Instrumente/

Instrumente zur Umweltbewertung im strategischen Management – Ein Überblick. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 11. Jg. (2003), Heft 2, S. 22-27.

Gausemeier, J.; Fink, A. 1999 /Führung/

Führung im Wandel – Ein ganzheitliches Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung. München, Wien 1999.

Gerken, L.; Renner, A. 1996 /Nachhaltigkeit/

Nachhaltigkeit durch Wettbewerb. Tübingen 1996.

Gminder, C. U. u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsstrategien/

Nachhaltigkeitsstrategien umsetzen mit einer Sustainability Balanced Scorecard. In: Nachhaltig managen mit der Balanced Scorecard, Konzept und Fallstudien, Schaltegger, S., Dyllick, T. (Hrsg.), Wiesbaden 2002, S. 95-147.

Götze, U.; Bloech, J. 2002 /Investitionsrechnung/

Investitionsrechnung: Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 3., verb. und erw. Aufl., Berlin u.a. 2002.

Goldmann, B.; Schellens, J. 1995 /Umweltkennzahlen/

Betriebliche Umweltkennzahlen und ökologisches Benchmarking. Schriftenreihe „Wirtschaft und Umwelt“ der diligens consulting, Bd. 6, Köln 1995.

Gomez, P. 1983 /Frühwarnung/

Frühwarnung in der Unternehmung. Bern 1983.

Gröner, S.; Zapf, M. 1998 /Unternehmen/

Unternehmen, Stakeholder und Umweltschutz, Einfluß, Strategien und Gründe für eine umweltorientierte strategische Betrachtung von Stakeholdern aus Unternehmenssicht. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 6. Jg. (1998), Heft 1, S. 52-57.

Haasis, H.-D. 2004 /Leistungsmessung/

Leistungsmessung und Bewertung: Möglichkeiten des Einsatzes von Operations Research und Wissensmanagement. In: Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2004, S. 35-43.

Haedrich, G.; Kuß, A.; Kreilkamp, E. 1986 /Hierarchy/

Der Analytic Hierarchy Process: Ein neues Hilfsmittel zur Analyse und Entwicklung von Unternehmens- und Marketingstrategien. In: WiSt, 15. Jg. (1986), Heft 3, S. 120-126.

Hahn, D.; Klausmann, W. 1986 /Frühwarnsysteme/

Frühwarnsysteme und strategische Unternehmungsplanung. In: Strategische Unternehmungsplanung, Stand und Entwicklungstendenzen. Hahn, D., Taylor, B. (Hrsg.), 4. veränd. und erw. Aufl., Heidelberg, Wien 1986, S. 264-280.

Hahn, T. u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement mit einer Sustainability Balanced Scorecard. In: Nachhaltig managen mit der Balanced Scorecard, Konzept und Fallstudien, Schaltegger, S., Dyllick, T. (Hrsg.), Wiesbaden 2002, S. 43-94.

Hardtke, A.; Prehn, M. 2001 /Perspektiven/

Perspektiven der Nachhaltigkeit, Vom Leitbild zur Erfolgsstrategie. Wiesbaden 2001.

Hauff, V. 1987 /Zukunft/

Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven 1987.

Hermann, S. 2005 /Sustainability/

Corporate Sustainability Branding: Nachhaltigkeits- und stakeholderorientierte Profilierung von Unternehmensmarken. Wiesbaden 2005.

Horváth & Partner 2004 /Balanced Scorecard/

Balanced Scorecard umsetzen. Horváth & Partner (Hrsg.), Stuttgart 2004.

Horváth, P. 2003 /Controlling/

Controlling. 9. Aufl., München 2003.

Kaplan, R.; Norton, D. 2001 /Organisation/

Die strategiefokussierte Organisation, Führen mit der Balanced Scorecard. Stuttgart 2001.

Kaplan, R.; Norton, D. 1997 /Balanced Scorecard/

Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. Stuttgart 1997.

Kirsch, W.; Trux, W. 1979 /Frühaufklärung/

Strategische Frühaufklärung und Portfolio-Analyse. In: Frühwarnsysteme, Albach, H., Hahn, D., Mertens, P. (Hrsg.), ZfB, 49. Jg. (1979), Ergänzungsheft 2/79, S. 44-68.

Klausmann, W. 1983 /Frühwarnsysteme/

Betriebliche Frühwarnsysteme im Wandel. In: ZfO , 52. Jg. (1983), Heft 1, S. 39-45.

Kottmann, H.; Loew, T.; Clausen, J. 1999 /Umweltmanagement/

Umweltmanagement mit Kennzahlen. München 1999.

Krystek, U. 1987 /Unternehmungskrisen/

Unternehmungskrisen: Beschreibung, Vermeidung und Bewältigung überlebenskritischer Prozesse in Unternehmungen. Wiesbaden 1987.

Krystek, U.; Müller-Stewens, G. 1993 /Frühaufklärung/

Frühaufklärung für Unternehmen: Identifikation und Handhabung zukünftiger Chancen und Bedrohungen. Stuttgart 1993.

Krystek, U.; Behrendt, I. 1991 /Früherkennung/

Früherkennung ökologisch orientierter Chancen und Bedrohungen Teil 1. In: FöB, 2. Jg. (1991), Heft November/Dezember, S. 14-19.

Lemser, B. 2004 /Controlling/

Controlling für Nachhaltigkeit – von der Forderung zur Umsetzung: Integration ins Zielsystem und gezielter Einsatz von Informationsinstrumenten als Schlüsselprobleme der Operationalisierung. In: Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2004, S. 44-52.

Liebl, F. 1996 /Frühaufklärung/

Strategische Frühaufklärung: Trends – Issues – Stakeholders. München, Wien, Oldenburg 1996.

Löhr, D.; Knaus, M.; o'Reagan, B. 2003 /Ökologischer Fußabdruck/

Ökologischer Fußabdruck im Rahmen von Umweltfolgenabschätzungen, Bewertung von Umweltexternalitäten über den ökologischen Fußabdruck. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 11. Jg. (2003), Heft 2, S. 78-84.

Loew, H.-C. 2003 /Frühwarnung/

Frühwarnung, Früherkennung, Frühaufklärung – Entwicklungsgeschichte und theoretische Grundlagen. In: Frühwarnsysteme, Schatz, R. (Hrsg.), Bonn u.a. 2003, S. 19-47.

Loew, T.; Hjálmarsdóttir, H. 1996 /Umweltkennzahlen/

Umweltkennzahlen für das betriebliche Umweltmanagement. Schriftenreihe des IÖW 99/96, Berlin 1996.

Mahammadzadeh, M. 2003 /Nachhaltige Balanced Scorecard/

Nachhaltige Balanced Scorecard, Konzeptionen und Erfahrungen. Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2003.

Mißler-Behr, M. 1993 /Methoden/

Methoden der Szenarioanalyse. Wiesbaden 1993.

Nutzinger, H. G.; Radke, V. 1995 /Konzept/

Das Konzept der nachhaltigen Wirtschaftsweise: Historische, theoretische und politische Aspekte. In: Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung: Konzepte, Bedingungen, Ansatzpunkte, Nutzinger, H. G. (Hrsg.), Marburg 1995, S. 13-49.

Peters, M.; Zelewski, S. 2004 /Möglichkeiten/

Möglichkeiten und Grenzen des „Analytic Hierarchy Process“ (AHP) als Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsanalyse. In: ZP, 15. Jg. (2004), Heft 3, S. 295-324.

Peters, M.; Zelewski, S. 2002 /AHP/

Analytical Hierarchy Process (AHP) – dargestellt am Beispiel der Auswahl von Projektmanagement-Software zum Multiprojektmanagement. Arbeitsbericht Nr. 14, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Essen, Essen 2002.

Pitsch, D.; Czymbek, F. 2002 /Konzeption/

Konzeption einer nachhaltigen Balanced Scorecard. Arbeitsbericht zum Umweltmanagement Nr. 10 der Universität Köln, Köln 2002.

Pritsker, A; O'Reilly, J. 1999 /Visual SLAM/

Simulation with Visual SLAM and AweSim. 2. Aufl., West Lafayette 1999.

Pütz, M. 2004 /Controlling/

Operativ-gestütztes strategisches Controlling flexibel automatisierter Produktionsysteme. Halbhd. 1, Lohmar, Köln 2004.

Pütz, M. 2004 /Produktionssysteme/

Operativ-gestütztes strategisches Controlling flexibel automatisierter Produktionsysteme. Halbhd. 2, Lohmar, Köln 2004.

Reichmann, T. 2001 /Controlling/

Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten: Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption. 6., überarb. und erw. Aufl., München 2001.

Rinza, P.; Schmitz, H. 1992 /Nutzwert-Kosten-Analyse/

Nutzwert-Kosten-Analyse: Eine Entscheidungshilfe. 2. Aufl., Düsseldorf 1992.

Saaty, T. 1996 /Process/

The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. 2. Aufl., Pittsburgh 1996.

Saaty, T. 1994 /Decision/

How to make a decision: The Analytical Hierarchy Process. In: Interfaces, Vol. 24 (1994), No. 6, S. 19-43.

Saaty, T. 1986 /Foundation/

Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. In: Management Science, Vol. 32 (1986), No. 7, S. 841-855.

Saaty, T.; Vargas, L. 2001 /Models/

Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. International series in operations research & management science, Bd. 34, Boston, Dordrecht, London 2001.

Sauerbier, T. 1999 /Theorie/

Theorie und Praxis von Simulationssystemen: Eine Einführung für Ingenieure und Informatiker. Braunschweig, Wiesbaden 1999.

Schäfer, H.; Langer, G. 2005 /Sustainability Balanced Scorecard/

Sustainability Balanced Scorecard, Managementsystem im Kontext des Nachhaltigkeits-Ansatzes. In: Controlling, 17. Jg. (2005), Heft 1, S. 5-13.

Schaltegger, S. 2004 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement mit der Sustainability Balanced Scorecard. In: Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2004, S. 165-174.

Schaltegger, S. 2004 /Sustainability Balanced Scorecard/

Sustainability Balanced Scorecard, Unternehmerische Steuerung von Nachhaltigkeitsaspekten. In: Controlling, 16. Jg. (2004), Heft 8/9, S. 511-516.

Schaltegger, S.; Burritt, R. 2000 /Accounting/

Contemporary Environmental Accounting. Issues, Concepts and Practice. Sheffield 2000.

Schaltegger, S.; Dyllick, T. 2002 /Einführung/

Einführung. In: Nachhaltig managen mit der Balanced Scorecard: Konzept und Fallstudien. Schaltegger, S., Dyllick, T. (Hrsg.), Wiesbaden 2002, S. 19-39.

Schaltegger, S.; Figge, F. 2001 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement. In: IWÖ Diskussionsbeitrag Nr. 95: Unternehmerische Nachhaltigkeit – Auf dem Weg zu einem Sustainability Controlling (Dokumentation des Umweltmanagementforums des IWÖ-HSG im Oktober 2001), Bieker, T., Gminder, C.-U., Hamschmidt, J. (Hrsg.), St. Gallen 2001, S. 25-29.

Schaltegger, S.; Figge, F. 2000 /Ökologisierung/

Ökologisierung von Finanzmärkten, Neue Steuerungsregeln für Unternehmen? In: Umweltschutz im globalen Wettbewerb, Neue Spielregeln für das grenzenlose Unternehmen, Fichter, K., Schneidewind, U. (Hrsg.), Berlin, Heidelberg 2000, S. 103-110.

Schaltegger, S. u.a. 2003 /Werkzeuge/

„Werkzeuge“ des unternehmerischen Nachhaltigkeitsmanagements. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 11. Jg. (2003), Heft 4; S. 60-65.

Schaltegger, S. u.a. 2002 /Nachhaltigkeitsmanagement/

Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen, Konzepte und Instrumente zur nachhaltigen Unternehmensentwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) & Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (Hrsg.), Berlin 2002.

Schneidewind, U. 1998 /Unternehmung/

Die Unternehmung als strukturpolitischer Akteur. Marburg 1998.

Schneidewind, U. 1994 /COSY/

Mit COSY (Company Oriented Sustainability) Unternehmen zur Nachhaltigkeit führen. IWÖ Disskussionsbeitrag Nr. 15, St. Gallen 1994.

Schneidewind, U.; Hummel, J.; Belz, F. 1997 /Instrumente/

Instrumente zur Umsetzung von COSY (Company oriented Sustainability) in Unternehmen und Branchen. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 5. Jg. (1997), Heft 2, S. 36-44.

Seifert, E. 2001 /Umweltleistungsbewertung/

Umweltleistungsbewertung nach der ISO 14031: Entwicklungsgeschichte, Konzeption, Anwendungserfahrungen – Kritik und Weiterentwicklung. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 9. Jg. (2001), Heft 4, S. 44-49.

Sommerhäuser, G. 2000 /Entscheidungen/

Unterstützung bankbetrieblicher Entscheidungen mit dem Analytic-Hierarchy-Process: Unter besonderer Berücksichtigung der Vertriebsformenwahl bei Kreditinstituten. Untersuchungen über das Spar-, Giro- und Kreditwesen, Abteilung A Wirtschaftswissenschaft, Ashauer, G. u.a. (Hrsg.), Bd. 170, Berlin 2000.

Staehle, W. 1969 /Kennzahlen/

Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen. Wiesbaden 1969.

Stahlmann, V. 1998 /Ziel/

Ziel und Inhalt eines ökologischen Rechnungswesens im Unternehmen. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 6. Jg. (1998), Heft 3, S. 62-68.

Staudt, E. u.a. 1985 /Kennzahlen/

Kennzahlen und Kennzahlensysteme: Grundlagen zur Entwicklung und Anwendung – Bibliographie deutschsprachiger Veröffentlichungen – Praxisorientierte Literaturauswertung. Berlin 1985.

Szyperski, N. 1973 /Stand/

Gegenwärtiger Stand und Tendenzen der Entwicklung betrieblicher Informationssysteme. In: Probleme beim Aufbau betrieblicher Informationssysteme, Beiträge zum Wirtschaftsinformatiksymposium der IBM Deutschland, Hansen, H., Wahl, M. (Hrsg.), München 1973, S. 25-48.

Thurm, R. 2001 /Forum/

Herausforderung nachhaltiger Entwicklung aktiv annehmen. In: Umwelt Wirtschafts Forum, 9. Jg. (2001), Heft 4, S. 90-94.

Ulrich, P. 1997 /Wirtschaftsethik/

Integrative Wirtschaftsethik – Grundlagen einer lebensdienlichen Ökonomie. Bern 1997.

Volk, R. 2001 /Umweltcontrolling/

Handbuch Umweltcontrolling. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 2. völlig überarb. und erw. Aufl., München 2001.

von Reibnitz, U. 1991 /Szenario-Technik/

Szenario-Technik: Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. Wiesbaden 1991.

Voss, G. 2004 /Einführung/

Einführung. In: Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), Köln 2004, S. 13-14.

Wackernagel, M.; Rees, W. 1996 /footprint/

Our ecological footprint, Reducing human impact on the earth. Gabriola Island, Philadelphia 1996.

Weber, J.; Schäffer, U. 2000 /Balanced Scorecard/

Balanced Scorecard & Controlling. Implementierung, Nutzen für Manager und Controller; Erfahrungen in deutschen Unternehmen. 3. Aufl., Wiesbaden 2000.

Weber, K. 1993 /Entscheidungen/

Mehrkriterielle Entscheidungen. München, Wien, Oldenburg 1993.

Welge, M. K.; Al-Laham, A. 1992 /Planung/

Planung: Prozesse – Strategien – Maßnahmen. Wiesbaden 1992.

Wicke, L. u.a. 1989 /Umweltökonomie/

Umweltökonomie, Eine praxisorientierte Einführung. 2. erw. und akt. Aufl., München 1989.

World Commission on Environment and Development 1987 /future/

Our common future. Oxford, New York 1987.

Zech, J. 2002 /Nachhaltige Entwicklung/

Nachhaltige Entwicklung – Leitidee oder Hemmnis für die Wirtschaft?. In: Nachhaltigkeit – Ein neues Geschäftsfeld?, Hennicke, P. (Hrsg.), Stuttgart, Leipzig 2002.

Zelewski, S.; Peters, M. 2003 /Entscheidungsprobleme/

Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme mit Hilfe des Analytical Hierarchy Process. In: WISU, 32. Jg. (2003), Heft 10, S. 1210-1218.

Zwingel, T. 1997 /Einsatzmöglichkeiten/

Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von Kennzahlen und Kennzahlensystemen im Rahmen eines ökologischen Controllingkonzepts. Schriftenreihe zum Finanz-, Prüfungs- und Rechnungswesen, Bd. 19, München 1997.

Internetquellen:

Global Reporting Initiative (GRI) 2002 /Guidelines/

Sustainability Reporting Guidelines 2002, Deutsche Übersetzung von Prof. Dr. S. Schaltegger. Global Reporting Initiative (GRI) (Hrsg.), Amsterdam 2002.
http://www.globalreporting.org/guidelines/2002/2002Guidelines_German.pdf

Nolte, M.; Pilatus A. 2004 /Einführung/

Die Einführung des elektronischen Aktenarchivs bei der LVA Rheinprovinz: Teil A – Der Weg vom Papier zur elektronischen Akte und Teil B – Die Arbeit mit der elektronischen Akte. In: LVA Rheinprovinz Landesversicherungsanstalt Mitteilungen, 95. Jg. (2004), Heft 7-8, S. 317-357.

[http://www.deutsche-rentenversicherung-rheinland.de/internet/d-rv/drvrsc.nsf/ispvwLaunchPermutations/B253411A43F7598AC125708A005BBEDD/\\$file/am7_8_2004.pdf?OpenElement&ispReferrer=kapow.deutsche-rentenversicherung.de~~~kapow](http://www.deutsche-rentenversicherung-rheinland.de/internet/d-rv/drvrsc.nsf/ispvwLaunchPermutations/B253411A43F7598AC125708A005BBEDD/$file/am7_8_2004.pdf?OpenElement&ispReferrer=kapow.deutsche-rentenversicherung.de~~~kapow)

The SIGMA Project 2003 /Sustainability Scorecard/

The SIGMA Guidelines – Toolkit; Sustainability Scorecard. The SIGMA Project (Hrsg.), London 2003.

<http://www.projectsigma.com/Toolkit/SIGMASustainabilityScorecard.pdf>

Verfaillie, H.; Bidwell, R. 2000 /Eco-efficiency/

Measuring eco-efficiency a guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development (Hrsg.), o.O. 2000.

<http://www.wbcsd.org/DocRoot/RvsdQEHXvwt12dx39nCF/MeasuringEE.pdf>