

Strategieplanungen für das hybride Recycling in der Automobilindustrie

**Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Technischen Universität Dresden zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktoringenieur (Dr.-Ing.)**

angenommene Dissertationsschrift

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Wen Ya Fo

geb. am 26. April 1953 in Ipoh, Malaysia

Tag der Einreichung : 27. November 1998

Tag der Verteidigung : 24. Juni 1999

Gutachter :

Prof. Dr.-Ing. habil. G. Binger (TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen)

Prof. Dr. rer. nat. habil. W. Walter (TU Dresden, Fakultät Mathematik)

Dr.-Ing. D. Goldmann (Callparts-System GmbH, Braunschweig)

Vorwort

Während der kritischsten Phase meines bisherigen Lebens möchte ich meinen herzlichen Dank all jenen aussprechen, die mir ihre Unterstützung gewährt haben, sei es in materieller, fachlicher oder sprachlicher Hinsicht. Ohne diese wären meine Doktorarbeit und mein Studium kaum möglich gewesen.

Zu besonderem Dank bin ich Frau Feurich verpflichtet, die das Manuskript meiner Doktorarbeit mit unendlicher Geduld Seite für Seite aufmerksam gelesen und notwendige Korrekturen angebracht hat.

Mein Dank gebührt auch Frau Bauer, die mir stets ihre volle Unterstützung gegeben hat.

Besonderen Dank schulde ich ferner meinem Mentor, Prof. Dr.-Ing. habil. G. Binger, Leiter des Lehrstuhls Montage und Handhabungstechnik an der Technischen Universität Dresden, der mich in meiner Arbeit auf das Beste betreut hat.

Weiterhin möchte ich mich bei meinen Zweit- und Drittgutachtern bedanken: bei Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Wolfgang Walter vom Institut für Wissenschaftliches Rechnen an der Fakultät für Mathematik, Naturwissenschaften und Philosophie der Technischen Universität Dresden, für seine äußerst nützlichen Anmerkungen zu meiner Arbeit und die mit ihm geführte anregende Diskussion, sowie bei Dr.-Ing. D. Goldmann für freundlichen Unterstützung und die Übernahme eines Gutachtens.

Ich bedanke mich auch bei der Sekretärin Frau Hilscher und bei Herrn Dr.-Ing. Flemming für die organisatorische Unterstützung.

Dresden, im Juli 1999

Wen Ya Fo

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung	7
1	Externe Logistikkette	9
1.1	Internes Logistiknetz bzw. Fertigungslogistiknetz	12
1.2	Kraftfahrzeug-Lebenszyklus und -Lebensdauerhaltung	13
1.3	Statistikdatenplanung	15
1.4	Verbindungs-, Verschluß-, Zerlegungs- und Entfernungskriterien	17
1.5	Gesamte Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Demontage- <i>/Kraftfahrzeug-Remontage-/Kraftfahrzeug-Montage-Datenbank</i>	20
2	Demontagestrategieplanung	22
2.1	<i>Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Demontage- /Kraftfahrzeug-Remontage-/Kraftfahrzeug-Montage-Logistikmerkmale</i>	23
2.2	Strategieplanungen des hybriden Recyclings der Betriebssachverhalte	29
2.3	Strategieplanungsanalyse der Demontage	31
2.4	Bewertung der Strategieplanung des hybriden Recyclings	32
2.5	Koordination der Strategieplanung des hybriden Recyclings	34
2.6	Prozeß der Strategieplanung des hybriden Recyclings	34
3	Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme	36
3.1	Baugruppenmodule der Demontage	37
3.2	Demontagemerkmale	38
3.3	Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem	40
3.4	Synchronisierung der <i>Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Digitalisierung</i>	41
3.5	Grobplanungsverfahren	41
3.6	Vorbereitungen der Zustandsqualitäten	43
3.7	Demontage-Setup	50
3.8	Demontagebausteine	52
4	Strategiedispositionen	55

4.1	Strategiedispositionen der Zustandsqualitäten	56
4.2	Verbindungs- und Verschlußstrategiedispositionen	59
4.3	Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Wirtschaftsorientierungsstrategiedispositionen	65
4.4	Strategiedispositionen der Technikintegrationen	69
4.5	Strategieplanungsdispositionen der Logistik	72
4.6	Strategiedispositionen der Entscheidungsfindung	74
5	Strategiedispositionsbestimmung und -manöver	76
5.1	Statistische Datenbehandlungsstrategie	77
5.2	Ablaufende Datenmodellierungsstrategie	81
5.3	Die Bewertung des Maschinellen Lernens	87
6	Zusammenfassung, Schlußfolgerungen und Ausblick	94
7	Abkürzung und Formelverzeichnis	99
8	Begriffsverzeichnis	104
9	Literaturverzeichnis	108
10	Anlagen und Bildverzeichnis	119
11	Thesen der Dissertation	170
Tabelle 1	Übliche nominelle Lebensdauer von Kfz-Wälzlagern für das Entscheidungs-Management entsprechend den -Findungen	119
Tabelle 2	Die relativ häufigsten festen Verbindungen in Kfz	120
Tabelle 3	Die häufigsten beweglichen Verbindungen im PKW	121
Tabelle 4	Klassifizierte häufigste feste Verbindungen in 1993-Index	122
Tabelle 5	Die Hierarchiestrukturen der AWF-Demontagestrategieplanung	129 - 130
Tabelle 6	Eine gemeinsamer Überblick über die mögliche Beziehung in der AWF-Demontagestrategieplanungs-Rangliste	131
Tabelle 7	Video-Daten über AWF-Zustandsqualitäten	139

Bild 1	Eine Tortengraphik für Tabelle 4	122
Bild 2	Überblick über die möglichen Fertigungsverfahren	123
Bild 3	Verbindungsklassifizierung und Beziehung zwischen den Werkzeugen und deren Zugänglichkeiten nach den Freiheitsgraden	124
Bild 4	Eine Überblick über die festen Verbindungen und ihre mechanische Eigenschaft bzw. Betriebe und Entscheidungsfindungen der Strategieplanung des Recyclings	125
Bild 5	Bewegliche Verbindungseigenschaften und ihre Varianten bei Betrieben der Strategieplanung des Recycling	126
Bild 6	Eine Beschreibung aller AWF-Verbindungs-Trennbarkeits- und AWF-Verbindungs-Untrennbarkeits-Strukturen, ihre Eigenschaften und Varianten	127
Bild 7	Überblick über die möglichen Verschluß-Typen und -Strukturen in einer AWF-Demontage	128
Bild 8	Ein AWF-Demontagestrategieplanungsanalysen-Stellenschema durch den Gesamtfertigungslogistikbereich	132 - 133
Bild 9	Ein Logistikmanagement des Prozesses der Strategieplanung des Recyclings	134
Bild 10	Definitionen des matrixartigen Digitalkoordinatensystems	135
Bild 11	Ein hierarchiestrukturorientiertes AWF-Digitalisierungskordinatensystem	136
Bild 12	Synchronisierungsdefinitionen und ihre Varianten	137
Bild 13	Eine Orientierung der Videokamera (VK)	138
Bild 14	Ein hierarchiemodulstrukturorientiertes AWF-Demontagezellmodell	140
Bild 15	Eine hierarchische Fünfschicht-Achteckdarstellung der AWF-Logistikvariablen	141 - 143
Bild 16	Maraldische Winkel für die Optimierung der vier Positionierungen der Videokameras	144 - 147

Bild 17	Multimediakamera-Positionierungsstrategiedispositionen gegenüber dem teil- oder volldemontierten Objekt auf den Hängeschienen	148
Bild 18	Darstellung der Koordinaten der Abtastungsstellen	149
Bild 19	Darstellung der Hardwarekonfiguration der VK mit vier Bildern in dem Workstationsmonitor	149
Bild 20	Einschränkung durch die Beziehung von Pixelbild (Bit), Komprimierungsverlust und “Grabber ”-Zugriffsfähigkeit	150
Bild 21	Die möglichen Wirtschaftsstrategiedispositionen des AWF	151
Bild 22	Ablaufplan der AWF-Entscheidungen für die Trennprozesse und -verfahren des Produktrecyclings , der Wiederherstellung und des Materialrecyclings	152 - 153
Bild 23	Bewertung aller Zustandsqualitäten durch die „Delfi“ und „Concurrent-Engineering“ mit dem Ablaufplan der Entscheidungen für das Produktrecycling , die Wiederherstellung und das Materialrecycling	154 - 155
Bild 24	Demontage der Stoßfänger vorn und hinten am Golf CL	156
Bild 25	Demontage eines Vordersitzes Golf CL	156
Bild 26	Ein Ablaufprofil der Grobstatistikbehandlung	157
Bild 27	Normalverteilung mit den Parametern (μ_z , σ_z^2) und ($\mu^{1/2}$, σ_z^2)	158
Bild 28	Normalverteilung mit den Parametern (X_l^k , X_i^k) & [$(\mu_H)^{1/2}$, σ_H^2]	159
Bild 29	Normalverteilung mit Überdeckungswahrscheinlichkeit q	160
Bild 30	Gründe für den Einsatz der Clusteranalyse und die Klassifikation des NN	160
Bild 31	Drei Defuzzyfizierungsmethoden für Änderung der Clusterdaten der heterogenen AWF-Zustandsqualitäten	161
Bild 32	Ein Modell des Datenmustererkennung-Fuzzy-Neuronale Netzwerks mit den Merkmalen der AWF-Eingabemuster, “Feed-Forward -Propagation” & “Back-Propagation”	162 - 169

0. Einführung

Die Strategieplanungen des hybriden Recycling in dieser Arbeit beschäftigen sich mit den Schwerpunkten des Demontagemanagements und des Entscheidungs-Managements von Alt- und Wrackfahrzeugen (AWF) entsprechend ihres Produktrecyclings, der Wiederherstellung von wertvollen Apparaten, ihres Materialrecyclings und der Entsorgung des restlichen Abfalls. Bei dem heute angewandten Recyclingverfahren als Schrott-Technologie wird nur nach dessen Wirtschaftlichkeit gefragt. Da aber zukünftig mit einer weltweiten Verknappung und Verteuerung aller Rohstoffe gerechnet werden muß, wird ein neues Recyclingkonzept, wie es in dieser Arbeit beschrieben ist, unbedingt geboten sein.

In diesem Jahrzehnt können beim Recycling von AWF viele Forschungswellen wahr genommen werden. Schwerpunkte waren bzw. sind :

- Die Entwicklung von Wiederverwendungs-, Wiederverarbeitungs- und Recyclingzielsetzung des AWF,
- konstruktionsentwurfs(CAD/CAM)- und gestaltungorientiertes Design für die gesamte AWF-Demontage [1], Kraftfahrzeug-Montage und Kraftfahrzeug-Remontage,
- Technik der Demontagehandhabung,
- Produktlebens-Zyklen, -Dauerhaltung und -Auswertung,
- Produkt-, und Materialrecycling [2] sowie recyclingintegrierte und -orientierte Produktionsplanung und -steuerung,
- Wiederherstellung von wertvollen Apparaten und Abfallentsorgung,
- effektive Demontagetechnik, -prozeß, -verfahren, und -systeme,
- Qualitäts-, Logistik- und Entscheidungs-Management für das Demontage-Management ,
- recyclingorientierte Demontage in hybriden Arbeitssystemen.

Diese Zielobjekte des Forschungsprojektes würden die Verbindungs-,Verschlußanzahl, Verbindungs- und Verschlußprofilvariablen unter Einschränkungen der Kraftfahrzeug-Sicherheitstechnik, -Sicherheitssysteme und -Qualitätssicherung/-Qualitätssteuerung [3] weitestgehend verringern und die demontierbaren Verbindungs- und Verschlußanzahl steigern, sowie einen günstigen Demontageweg ermöglichen. Solche Aufgaben führen zu einem zukünftigen überzeugenden umweltverträglichen Fertigungsweg.

Seit den sechziger Jahren haben die konventionellen Methoden der Beseitigungen eines kompletten AWF (ohne die Berücksichtigung der Teil-/Gesamtzustände des AWF durch die Schrott-Technologie, die Energie- und Stahlwerke) den Stand der Technik weiter entwickelt. Zu jener Zeit spielte AWF-Demontage nur eine geringe Rolle, da die AWF durch das Multivarianten-Materialrecycling zu behandeln waren.

Heute ist ein Multivarianten-Materialrecycling möglich, beim unterschiedlichen Polymerstoffe und Metalle durch Entsorgungstechnik, Verfahrenstechnik und Metallkunde getrennt werden. Aber die wichtigen Bauteile wie Motor, Antrieb, Getriebe, Fahrwerk, Servolenkung, diverse Anlagen, Vorder- und Hinterachse der AWF werden auch beim Multivarianten-Produktrecycling ausgebaut, wiederhergestellt [4] und auf Ersatzteilmärkte des AWF-Produktrecyclings [5] verkauft, die in besonderem für Bauteile des Wrackfahrzeugs sehr attraktiv sind. Es wird wohl nicht zu vermeiden sein, daß die Gesetzgeber des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrW-AbfG) eine ausgleichende AWF-Rücknahmequote des Materialrecyclings bzw. die Abfallquote gegenüber dem Produktrecycling in den kommenden Jahren gesetzlich regulieren. Auch diese Maßnahme wird die Demontage/Recycling-Technologie, die -Systeme, die -Handhabungstechnik, die neue Kfz-Konstruktion bzw. deren Verbindungen und Verschlüsse für die Demontefähigkeit, das AWF-Demontagemanagement und das AWF-Entscheidungs-Management weiter fördern

Schon heute fordern die Gesetzgeber eine bestimmte Rücknahmequote in Abhängigkeit von der allmählichen Vollprodukt-/ Materialrecycling- oder Wiederherstellungskapazität. Das im Oktober 1996 inkraftgetretene KrW-AbfG wirkt sich auf die Automobilindustrie aus. Autohersteller, Demontage-, Wiederverwendungs-, Wiederherstellung- und Recyclingbetriebe sowie Recyclingvertragsträger fragen bei einer Großserien der AWF-Demontage, -Verwendung, -Wiederherstellung, und -Recycling nach ihrem Gewinn. Unter diesen kritischen Umständen ist eine Strategieplanung des hybriden Recyclings (sie umfasst das sogenannte „hybride Recycling“ für Demontage, Wiederherstellung, Wiederverwendung und Verwertung) für die AWF unbedingt erforderlich. Beim Strategieablauf kann man die interne und die externe Logistikkette bzw. das Logistiknetz auf der „Lean-Production“-Ebene [6] erzeugen.

Bei dem hybriden AWF-Recycling bestehen noch immer viele unlösbare internen Kernprobleme der Logistik für die Demontage, z.B. mehrere unsichtbare, unsichere, unbekannte und

unerreichbare quasi kritische Informations- und Datenflüsse der verwendbaren, wiederherstellbaren und verwertbaren physikalischen AWF-Zustandsqualitäten von den Anfangs- bis zu den Enddemontageabläufen, da diverse Rückgabebewertungsfähigkeiten und -kapazitäten der ursprünglichen Kfz-Baugruppen, Kfz-Bauteile und Kfz-Werkstoffe durch die AWF-Zustände im Hinblick auf die Baugruppen-, Verbindungs- und Verschlüsselemente noch nicht steuerbar und bestimmbar sind. Dadurch muß man die Rückgabebewertungen der gesamten Strategieplanungen des hybriden Recyclings in einem günstigen Demontageweg bzw. wirtschaftliche und umweltverträgliche Trennprozesse und Trennverfahren bestimmen.

Die Strategieplanungen des hybriden Recycling, die in dieser Arbeit dargestellt werden, behandeln wirtschaftlich sinnvolle, technisch mögliche und logistisch wettbewerbsfähige Situationen in früheren wiederverwendungs- und recyclingorientierten Demontageablaufphasen des AWF. Sie stellen dar, wie verschiedene Recyclingstrategieplanungs-Dispositionen gegenüber diesen Situationen für das Entscheidungs-Management [7] möglich sind. Mit Hilfe des Informationssystems der Strategieplanung des hybriden Recyclings kann man im Multimedia [8] auf dargestellte beliebige Probleme der Demontage zugreifen. Die Leistungsfähigkeit der Strategieplanung des hybriden Recyclings erfolgt in den entscheidungstreffenden gesamten Bewertungsanalysen, -verfahren und -methoden unter Einschränkung der Logistikleistungen und -beiträgen der internen Logistikkette bzw. der -netze.

Die Strategie-Planungen [9], -Dispositionen, -Bestimmungen und -Manöver der Demontage des AWF sind vorhanden. Das Maschinelle Lernen [10] wie Vor- und Rückwärtspropagationen (Feed Forward Propagation and Feed Backward Propagation) der neuronalen Netze, bei denen Fuzzy- und Intervalldiskret-Logic, statistische und Clusteranalyse und Datenmustererkennung Methoden angewendet werden, sind am besten geeignet, um die Eigenschaften der kritischen Informations- und Datenflüsse sowie das Entscheidungs-Management bzw. -Theorie, -Bäume, -Findungen, -Prozesse, -Strategie und -Systeme zu bewerten.

1. Externes Logistiknetz

„Bis Ende 1994 lizenzierten deutsche Kfz-Hersteller insgesamt 280 Altauto-Verwerter, bestehend aus Opel (115), Ford (60), Mercedes (35), BMW (30) und VW (20), d.h. aus Projektgrup-

pen in der Altautoverwertung deutscher Automobilhersteller (PRAVDA). Damit hat PRAVDA einen riesigen Vorsprung vor den anderen Europäern [EURHEKAR (35), darunter Citroen, Peugeot, Renault und Volvo] und den Japanern [M.A.R.I. (20), darunter Daihatsu, Honda, Mazda, Nissan, Subaru, Suzuki und Toyota]“[11]. Die eindeutigen Führung- und Vorsprungspositionen der amerikanischen Autohersteller Opel (115) und Ford (60) in der BRD wurden jedoch durch deren umweltbewußte Fabrikinitiative erreicht. Die Beschaffungslogistik aller angeführten Recyclingverbände befindet sich im Rahmen des Produkt-, des Materialrecyclings, der Wiederherstellung oder der Abfallentsorgung auf den globalen Ebenen der Verwendungs-, Verwertungs- und Deponielogistik.

Ein Durchbruch der Technologie für die Trennung der gemischten Polymerstoffe, Nichtmetalle und der unterschiedlichsten Metalle ist schon in der Automobilindustrie bekannt. Solche Technologieerfolge und -investitionen zeigen dennoch die externe Logistikexpansionsstrategie der Autohersteller durch Internet, Multimedia, Video oder Werbung. Dadurch können sie umweltbewußte Kunden gewinnen. Deshalb ist es überraschend, daß die Multimediawerbung das AWF-Produktrecycling und die AWF-Wiederherstellung nicht zeigt. Natürlich sind Konzepte der produktrecycling- und wiederherstellungsgerechten AWF-Demontage in der Multimediawerbung ausgeschlossen, weil die Kundenpsychologie bei den verwendbaren und wiederherstellbaren demontierten Bauteilen der Zuverlässigkeit ihrer Qualitäten mißtrauen könnte.

Die o.a. 280 Altauto-Verwerter kämpfen gegen Polymerstoffe, Wiederverwendbarkeiten und Entsorgungen der Abfälle sowie Aufwendungen der Schrottmühle, die nicht umweltfreundlich sind. Damals setzte man den Schwerpunkt noch nicht auf Wiederverwendbarkeit und Wiederherstellungen des demontierten wertvollen AWF-Bauteils. Dadurch bewegten sich die Spielräume der Strategieplanung des hybriden Recyclings nicht immer in den internen Logistikbereichen der AWF-Demontage. Trotzdem bietet der AWF-Wiederverwendungsbau- teilemarkt [12] dies in der Kfz-Werbung und dem Internet an, aber der Markt in der BRD ist viel kleiner als der in den USA, Kanada und Japan.

Die Kfz-Herstellerrücknahmepflicht der Altfahrzeuge bewirkt eine externe Logistikkette [13], aber die lizenzierten Altauto-Verwerter übernehmen vertragsgemäß diese Pflicht von den Kfz-Herstellern. Die Anzahl der Wrackfahrzeuge ist Jahr für Jahr unterschiedlich hoch und hängt von der Unfallschwere ab. Falsches Fahrverhalten und das Nichtvorhandensein einer Ge-

schwindigkeitsbegrenzung auf den Autobahnen verursachen schwere Unfälle. Am Ersatzteilmarkt sind die Bauteile der neueren Wrackfahrzeuge wertvoller als die der älteren, weil sie noch neu und nicht ermüdet sind. Deshalb sind sie am Ersatzteil- und „Second-Hand“-markt billiger als neue Bauteile aber teurer als Bauteile der älteren Fahrzeuge. Eine effektive und regelmässige Pflege und Instandhaltung des Kfz verlängert zwar seine Lebensdauer aber verringert die Zustandsqualitäten des AWF wegen der größeren Ermüdung seiner Bauteile.

In der Automobilindustrie gibt es bisher noch keine langfristige Lösung der gesamten Kfz-montage/-Remontage und AWF-Demontage. In den neuen Bundesländern werden solche Zulieferungslogistikketten erst in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren ansteigen, weil jetzt noch nicht genug Altfahrzeuge für das „hybride Recycling“ [14] vorhanden sind. Unter solchen inhomogenen AWF-Distributionen gibt es deshalb dort zur Zeit wenige Chancen für das „hybride Recycling“ von AWF. Ein Ausgleich dieser inhomogenen Situation bei der „hybrid Recycling“-orientierten Strategieplanung des Recyclings in den neuen Bundesländern erfolgt zunächst in den alten. Wenn aber der Weiterverkauf von gebrauchten PKW und LKW (zum Teil nach 7-8 Betriebsjahren) nach Ost- und Südeuropa nicht eingeschränkt wird, könnte es auch in diesen Bundesländern dazu kommen, daß die Chance für die Industrie des „hybriden Recyclings“ gering ist.

Die regionale Strategie und Struktur des Standorts der AWF-Distribution sind verantwortlich und zuständig für das jeweilige Bundesland in Deutschland. Unter dieser inhomogenen Situation ist die Optimierung eines solchen Standorts ein schweriger und kritischer Prozeß. Man kann nicht ausschließen, daß Distributionsstandorte des AWF, der Produktrecycling-, Wiederherstellungs- und Materialrecyclingbauteile durch multimediales Internet in der BRD und dem Ausland vernetzt werden können. Informations- und Datenfluß solcher Standorte treffen auf einen rapiden „Super-Highway-Cyberspace“ -(Datenautobahn [15]). Kunden, Kfz-Hersteller, Interessenverbände der Umwelt und Verwerter des AWF sollten möglichst Zugang zum multimedialen Internet haben. Dabei sind Nachfrage- und Angebotsinformationsdispositionen des AWF für eine AWF-externe Logistikketten- bzw. Logistiknetzexpansion notwendig.

Zur Zeit gibt es in den alten Bundesländern eine ausreichende Anzahl des AWF von PKW. Der Aufbau der externen AWF-Logistikette ist in der BRD noch nicht ganz abgeschlossen, und die Forschung und Entwicklung des AWF-Fertigungsbetriebes [16] laufen weiter. Eventuell wird

die „hybride Recycling“-Industrie des AWF in einigen Jahren viele Arbeitsplätze in Deutschland schaffen. Dann ist eine homogene AWF-Distribution in der ganzen BRD möglich. In dieser Industrie ist es üblich, die externe Logistik für den Abtransport der demontierten Bauteile bzw. der Abfälle im Trennprozeß und -verfahren bei der AWF-Demontage mit der internen Logistikebene der Strategieplanung des Recyclings zusammenzufassen, um eine Kopplung der internen und externen Logistikkette bzw. ein Logistiknetz für das Qualitätsmanagement des Demontagemanagements und des Logistikmanagements sicherzustellen. Die Deponiezielorte dieser Bauteile sind die Ersatzteil-, „Second Hand“- , Rohstoffmärkte und die Entsorgungsanlagen.

1.1 Internes Logistiknetz bzw. Fertigungslogistiknetz

Seit Jahren bewirkt die Automobilindustrie den Stand der Technik des internen Logistiknetzes für das Kfz-Bauen . Der Informations-, Daten- und Materialfluß der PPS, CAD, CAM, CIM ist nicht nur in den Fertigungslogistikstellen bzw. den -netzen, sondern auch mit den externen Beschaffungslogistikstellen z.B. der Einladung des Beschaffungsmaterials, der Deponie der fertigen Produkte und der Abfälle, effektiv vernetzt. Das Hauptziel ist, die Wettbewerbsfähigkeit des Betriebs zu steigern und den Kundenkreis zu erweitern.

„Die Demontage wird im Gegensatz zur Montage sehr von der Beschaffungslogistik beeinflusst. Nach dem Beispiel der Automobilindustrie sollten für Gebrauchsgüter wirksame territoriale Beschaffungsnetze geschaffen werden, da bisher 50 bis 70 % der gesamten Entsorgungskosten auf die Rückführlogistik entfallen. Der Wert eines komplexen AWF bleibt nur erhalten, wenn ein möglichst ähnlicher Nutzungsfall vorliegt. Wird das AWF zerlegt, zerfällt es immer mehr in Standardmodule. Je größer dabei das Variantenspektrum einer Modular ist, um so geringer ist trotz Zerlegung die Wahrscheinlichkeit für deren Wiederverwendung. Bei mehrstufigen AWF sind dabei verschiedene Formen der Redistribution realisierbar“ [17].

Bei dem AWF-Recycling und der -Demontage ist das externe Beschaffungslogistiknetz nicht stabil (Siehe Abschnitt 1, S. 9) und ist auch das interne Fertigungslogistiknetz kritisch aufzubauen. Ohne daß erst die richtige Steuerung des kritischen Informations-, Daten- und Materialflusses des AWF bzw. deren Zustandsqualitäten simuliert werden, ist es schwierig, ein festes internes Fertigungslogistiknetz aufzubauen. In dem hoch organisatorischen externen und in-

ternen Logistiknetz des hybriden AWF-Recyclings muß in das interne Logistiknetz der Fertigung das externe Beschaffungslogistiknetz, der Transport von demontierten Bauteilen bzw. deren Abfälle bei allen Handarbeitsstellen im Trennprozeß und -verfahren der Demontage, integriert werden.

Zuerst ist das Qualitätsmanagement des Logistikmanagements bzw. des Entscheidungs-Managements für das AWF-Demontagemanagement zuständig, also für die Bestimmung des kritischen Informations-, Daten- und Materialflusses des AWF bzw. deren Zustandsqualitäten. Nach dieser Bestimmung ist es möglich und sinnvoll, ein festes internes Fertigungslogistiknetz aufzubauen. Nach dem Aufbau dieses Netzes ist es wirtschaftlich sinnvoll, dieses mit dem externen Beschaffungslogistiknetz zu verbinden.

1.2 Kraftfahrzeug-Lebenszyklus und -Lebensdauerhaltung

Mehrere explizite und indirekte interne Logistikketten bzw. Fertigungslogistiknetze [18] des Automobilbaus treffen im CAD/CAM/CIM/CAE/PPS-System zusammen, wobei der mögliche Datenaustausch, aus dem sogenannten [19] ISO 10303 - STEP (The Standard for the exchange Product Model Data) , d.h. die Standards für den Austausch der Produktmodellldaten, besteht. Normalerweise findet STEP häufig in einer neuen Prototypprodukt-Modellierung und -Simulation der Konstruktions-Entwürfe und -Gestaltungen statt. Viele Unternehmen, wahrscheinlich auch manche Mitglieder des Verbands der Deutschen Automobilindustrie (VDA), benutzen STEP als Strategie der Informationstechnologie zur Unterstützung der hauptsächlichen Fertigungszielsetzung, um z.B. Kfz-Lebenszyklen [20] und -Lebensdauerhaltungen unter Berücksichtigung der umweltverträglichen, instandhaltungs- und instandsetzungsorientierten Konstruktions-Entwürfe und -Gestaltungen zu verbessern.

Die AWF-Rückkehrdaten, die bei der AWF-Demontage, bei der Kfz-Montage und Kfz-Remontage, bei den Bauteilen zur Wiederverwendung und Verwertung gewonnen werden und die die Verbindungs-/Verschluß- und Baugruppen-Strukturenentwürfe sowie die Verbindungs-/Verschluß- und Bauteil-Konstruktionsgestaltung betreffen, können Kfz-Lebenszyklen und -Lebensdauerhaltungen bestimmen. Einen solch ungewöhnlichen diskreten On-Line Informations- und Datenfluß erkennt man in einer Fertigungslogistikkette sofort. Solch eine Bestimmung ist mit der ISO 9000, ISO 14000 [21] und KrW-AbfG bzw. dem „Sustainable Development“ [22],

d.h. nachhaltige Entwicklung [23] vereinbar, weil AWF-Rückgabebewertung der Baugruppentteile und -werkstoffe als Gesamtmaterialbeschaffung wiederum in die Hauptwerkstoffströme einfließen werden. Allmählich löst man so die AWF-Deponieproblematik [24]. Somit ist die Zielsetzung des Kfz-Lebenszyklus erfüllt.

Die Fertigungsqualitätssicherung und -steuerung [25] des gesamten Kfz durch STEP werden durch die CAD-Entwürfe umweltverträglicher gestaltet, damit eine gemeinsame Zielsetzungsstrategie der bleibenden Kfz-Spitzenqualität und die vollverwendbaren, leichtwiederherstellbaren und hochverwertbaren AWF-Baugruppentteile und -Baugruppenwerkstoffe einen günstigen Wiederherstellungsweg erreicht werden können. Aber die Altfahrzeuge bleiben als „Endergebnis“ der Kfz-Lebenszyklen und -Lebensdauerhaltungen übrig. Ihre Wiederverwendbarkeit, Wiederherstellbarkeit und Verwertbarkeit setzen sich als eine Festkreislaufkette bzw. ein zuverlässiges -netz durch.

Wie auch immer die Schwerpunkte gesetzt werden, hat ISO 10303-STEP gegenüber der Beseitigung der AWF in einer möglichen engen Zusammenarbeit der nationalen und internationalen Automobilhersteller, bei dem großen Wettbewerb der Automobilindustrie kaum eine Chance. Bevor aber die AWF zu globalen Umweltkrisen führen werden, sollte es den Gesetzgebern unserer Erde möglich sein, diese Zusammenarbeit der globalen Kfz-Hersteller zu erzwingen.

In Tabelle 1 (S. 119) sind sehr wichtige nominelle Lebensdauerdaten für die Entscheidung der Strategieplanung des hybriden Recyclings der Wälzlagerungen des AWF angeführt. Jedoch bleiben die Methoden der Kfz-Betriebserkennung, -bewertung und -auswertung strittig gegenüber der Wälzlagerungs-Drehzahl bzw. -Lastspielzahl, die direkt proportional zur nominellen Lebensdauer in h eines AWF sind, da die gesamte Betriebsleistung des AWF nur in km oder h, aber nicht in h nur für Wälzlagerungen des AWF bestimmt werden kann.

Wegen den Kfz-Sicherheits-, -Qualitätssicherungs-, -Qualitätssteuerungs und Kundentreuegründen sind alle gelösten beweglichen Verbindungen (obwohl sie gute Zustandsqualitäten enthalten) wiederum für ein Produktrecycling nicht zu empfehlen. Sie sollten im Materialrecycling weiterbehandelt werden. In solchem Sonderfall spielt Tabelle 1 (S. 119) keine bedeutsame Logistikrolle der Fertigung, da die Zuverlässigkeit der beweglichen Verbindungen durch die Behandlung des Produktrecyclings nicht mehr ebenso gut wie bei den neuen Verbindungen

gewährleistet ist.

1.3 Statistikdatenplanung

Theoretisch erfordert das Strategieplanungs- Informationssystem- eine umfangreiche Demontage-, Wiederverwendungs-, Wiederherstellungs- und Recycling-Datenbank über alle bestimmten Stück- und Checklisten der geeigneten Werkzeuge für Demontage; der Verbindungsbaugruppen-Elemente, -Teile, -Stellen, -Werkstoffe, -Systeme und der Verschlußbaugruppen-Elemente, -Teile, -Stellen, -Werkstoffe, -Systeme; sowie der Konstruktionsbaugruppen-Module, -Teile und -Werkstoffe für alle AWF-Klassen, und -Modelle aller Kfz-Hersteller. Aber in der Praxis ist eine solch umfangreiche Datenbank nicht herstellbar, weil der Zugang zu solchen Informationsdaten den AWF-Vertragsträgern des „hybriden Recyclings“ bisher nicht möglich ist .

Wirtschaftliche und technische Daten und Informationen sind genau so wertvoll und wichtig wie ein neues Prototypprodukt in der großen Konkurrenz der Automobilindustrie. Aber im freien Wirtschaftsmarkt zwingt der Gesetzgeber die Kfz-Hersteller nicht zur Herstellung eines „hybriden Recycling“-Zusammenarbeitskreises , sondern verhängt nur von Jahr zu Jahr eine bestimmte Recyclingquote und reguliert auf diese Weise Produktrecycling-, Wiederherstellung- und Materialrecycling- bzw. Abfall-Quoten [27].

Der präzise Informations- und Datenfluß {28} spielt jedoch in der Strategieplanung und -realisierung des „hybriden Recycling“-Prozesses des AWF eine entscheidende Rolle. Unter diesem Aspekt soll man die Tabellen 2 und 3 (S. 120 -121) bewerten; welche „die relativ häufigsten festen Verbindungen im Kfz“ und die „häufigsten beweglichen Verbindungen im PKW“ darstellen. Diese Verbindungs-Kenngrößen und -Distributionen können für die hybriden AWF-Strategieplanungen des Recyclings genutzt werden. Dabei ist darauf hinzuweisen, daß sich die häufigsten festen Verbindungen in ihrem Anteil zwischen 1970 und 1993 verändert haben. In dieser Zeit sind die lösbaren Kfz-Verbindungen um 8,79 % auf 80,89 % gestiegen , darunter bei PKW allein auf 83,94 % und bei LKW und Omnibus auf 70,90 %. Diese steigende Tendenz wird zukünftig noch zunehmen.

Tabelle 2 (S. 120) zeigt einen Überblick über die häufigsten festen Kfz-Verbindungen [29] von

1970 - 1993. In ihr werden für das Jahr 1993, PKW- und LKW- und Bus-Verbindungen getrennt aufgeführt. Dennoch zeigt Tabelle 3 (S. 121) die häufigsten beweglichen Zahlen [29] der PKW-Verbindung. Nach Tabelle 4 (S. 122) beträgt die Summe der „häufigsten [29] LKW- & Bus-Restverbindungszahlen“ 62, d.h. 19,20 %. Darin sind 62 von insgesamt 323, unlösbare, bedingt lösbare, lösbare und restliche Verbindungen enthalten. Ähnlich sind in Tabelle 3 (S. 121) bei 16 verschiedenen Verbindungstypen und einer gesamten Summe der Verbindungszahlen von 372, 4,20 % als Restverbindungen für PKW eingegeben. Diese wichtigen Angaben der Zahlen der Verbindung des Fahrzeugs sind von Bedeutung für den Entscheidungsträger, -planer, -entwickler, Strategieträger, -planer und -entwickler. In Tabellen 3 & 4 (S. 121 & S. 122) sind die Restverbindungstypen und -gruppen unbekannt. Restliche Verbindungen sind z.B. Keramikverbindungen und Verbindungsfunktionen mit den feldschlüssigen und den reibschlüssigen Kräften etc, die aber keine Rolle bei der PKW-Demontage spielen.

Bild 1 (S. 122) interpretiert Tabelle 4 (S. 122). Auf Grund dieser statistischen Daten und Informationen können künftige Strategieplaner, -träger, -entwickler, Entscheidungsplaner, -träger und -entwickler [30] planen und ihre Entschlüsse fassen.

Entsprechend dem Standpunkt der Strategieplanung des Recyclings eines logistikplanungs- und -steuerungsorientierten AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montageverbindungs-/verschlußsystems beinhalten die Tabellen 2, 3 & 4 (S. 120 - S. 122) wichtige und nutzbare Informationsdaten für die AWF-Demontageplanungen. Wenn diese Datenstellen erkannt werden könnten, würden die Logistikstellen sofort in einen AWF-Demontage-Logistiknetz aufgefunden werden.

Die Strategieplanungen des hybriden Recyclings brauchen zu ihrer Unterstützung umfangreiche historische Statistikdaten und ablaufende Datenakquisitionen. Alle Datentypen und -strukturen des AWF sind nutzbar für eine interne Festlogistikette der Demontage bei der Strategieplanung des hybriden Recyclings. Die Kosten der Statistikdatenplanung werden den Kostengruppen [31] der Strategieplanung des hybriden Recyclings zugeordnet. Diese Kosten des Betriebs sind der Ausgangspunkt für die Strategieplanung des hybriden Recyclings, weil die Funktionen der Strategieplanung des hybriden Recyclings davon abhängig sind. Die Kosten der Statistikdatenplanung setzen sich zusammen aus Datenakquisition-, Datenanalyse-, Datenbewertungs-, Datenverarbeitungs-, Datendispositions-, Sortierungs- und Konfigurations-Kosten,

wobei der Gewinn die Gesamtkosten für die Bauteile des „hybriden Recyclings“ decken sollte .

Die Strategieplanungen des hybriden Recyclings basieren auf den externen Produktionsdaten und den gesamten internen Statistikdaten des „hybriden Recyclings“, die in der gesamten Produktionsplanung und -steuerung der AWF-Demontage/Kfz-Remontage/Kfz-Montage zusammen gefaßt werden.

1.4 Verbindungs-, Verschluß-, Zerlegungs- und Entfernungskriterien

Die optimale Zerlegung der Verbindungen und Entfernungsverschlüsse sind besonders wichtige Kernprobleme der internen Logistik des AWF-Demontageverfahrens. Aber in der Praxis werden die Optimierungsentscheidungen durch die Informations- und Datenflüsse, die Zustandsqualitäten des AWF, die -Verbindungen und die -Verschlüsse dominiert.

Nach DIN 8593 [32] ist eine Übersicht über die Gruppen und Untergruppen der Fügeverfahren in Bild 2 (S. 123) enthalten. Dabei ist nur die Hauptgruppe 4 (HG4 Fügen) zu beachten, da die hierarchische Gliederung den physikalischen Kräften eindeutig zugeordnet ist. Diese Analyse ist für die Demonteure und deren optimales Arbeitssystem wichtig.

Verbindungen durch heterogene Urformen, Umformen, Schweißen und Löten sowie Kleben von Stoffschlüssen sind im Kfz-Bau z.B. bei der Karosserie nicht lösbar , aber sie sind starr und fest. Sie werden in den AWF-Demontageverfahren durch Mechanik- oder Hochspannungs-Laserenergie zerstört. Dann werden beide Verbindungen zusammen mit der Karosserie zum Materialrecycling bzw. zur Abfallentsorgung beim KrW-AbfG weitergeleitet.

Untergruppen 4.3 dieses Schemas (S. 121) „Anpressen Einpressen“ sind Kraftschlüsse mit mittelbaren Fügeelementen und starren lösbaren Verbindungen im Kfz-Bau. Auch Kfz-Formschlußverbindungen sind meistens lösbar. In dem angenommenen Sonderfall sind manchmal Form-, Kraft- und Stoffschlüsse der Kfz bedingt oder gar nicht lösbar. Die relativ lösbaren Form-, Kraft- und Stoffschlußverbindungen sind nur dann durch chemische Verbindungen zu lösen, wenn in ihnen neben möglich nicht lösbaren oder bedingt lösbaren Verbindungen auch lösbare Verbindungen vorhanden sind. Bei diesen Versuchen der Lösung bestimmt der erhöhte Zeitaufwand die Entscheidung in der AWF-Fertigungslogistikleistung.

Die Bilder 3, 4 und 5 auf (S. 124 - S. 126) intensivieren die Begriffe der verschiedenen Verbindungen. Darin werden in einem Katalog „Verbindungen in ihren physikalischen und mechanischen Funktionseigenschaften“ systematisch klassifiziert, soweit sie für die AWF-Demontage nötig sind. Bei dieser sinnvollen und nutzbaren Katalogisierung sind noch keine Zielobjekte einer möglichen AWF-Demontage aufgeführt.

Bild 3 (S. 124) zeigt die Zahl der Freiheitsgrade der Verbindungen. Diese Zahl beeinflusst mehr oder weniger das arbeitsorganisatorische System des Demonteures . Bild 4 (S. 125) beschreibt alle möglichen mechanischen, hydraulischen und elektrischen Kräfte für die Herstellung von festen Verbindungsschlüssen. Bei der AWF-Demontage von mechanischen Verbindungsschlüssen ist es oft sehr kostspielig jene Kräfte aufzuheben und dadurch sehr schwierig, eine effektive Fertigungslogistikkette bzw. ein -logistiknetz zu steuern. Deshalb kennt man bisher bei AWF-Karosserien nur die Schrottmühlebehandlung [33].

Die Untergruppenanzahl im Bild 4 (S. 125) und im Bild 2 (S. 123) sind relevant und interaktiv. Wiederum zeigt das Bild 5 (S. 126) , wie die Tabelle 3 (S. 121) diese sechzehn häufigsten beweglichen Verbindungstypen angeordnet hat, treffen sie oft in tiefere Stufen in die zu klassifizierten beweglichen Verbindungsspezifikationen des Bild 5 hinein. Bild 5 (S. 126) analysiert die Interaktion zwischen den beweglichen Verbindungseigenschaften und ihren Varianten, obwohl alle beweglichen Verbindungen zerlegbar sind.

Verbindungselemente- und Verbindungsprofil-Dispositionen des AWF kann man genau so deutlich und systematisch wie im Bild 6 (S. 127) nach ihren Eigenschaften und Varianten bestimmen. Solche Bestimmungen der Disposition sind fertigungslogistik- und maßnahmegerechte mit bestimmten internen Logistikmerkmalen [34] entsprechend der Daten-Akquisition, -Kenngrößen, -Struktur, und -Nutzungsgrade. Die Dispositionen betreffen die Manöver der AWF-Strategieplanung des Recyclings und deren Ausführung.

In Bild 2 (S. 123) wird gezeigt, wie unter 4.1.1 bis 4.1.6 die verschiedenen Logistikkettestellen der Fertigungs mit deren Verschlüssen zusammengesetzt sein können. Der Kfz-Demonteur findet Verschlüsse dieser Art im Kfz in grösser Anzahl. Außerdem müssen bei der Demontage von Verschlüssen die möglichen Verschluss-Typen und -Strukturen nach Bild 7 (S. 128) berücksichtigt werden. Ohne diese genauen Kenntnisse ist in der Strategieplanung des hybriden Recy-

clings bei den Demontageabläufen des AWF eine Optimierung der großen Verschlußmengeentfernung nicht möglich. Die gesamte Verbindungs- und Verschlußanzahl des AWF und ihre erkennbaren und auffindbaren Demontagestellen sowie deren Eigenschaften sind bedeutsame Logistikbausteine für die Strategieplanung des Recyclings bei der Demontage des AWF.

Produktrecycling, Wiederherstellung und Materialrecycling fordern Zerlegungs- oder Entfüge- und Entfernungsverschlußbetriebe des AWF. Wegen ihrer Hochentfernungsgrade und einfachen Konstruktionsstrukturen setzt die Strategieplanung des hybriden Recyclings den Entfernungsverschlüssen höhere Betriebspriorität als den lösbaren festen Verbindungen. Normalerweise kommen diese Verschlüsse in allen Anlagen, Ventilen, Fahrsitzen, Motoren und Getrieben, Antrieben, Rädern, Kappen, Türen, Instrumententafeln, Fernsterglasscheiben etc. vor. In den Abläufen der Demontage des AWF treffen oft verschiedene Verschlüsse und die festen, beweglichen, hybriden fest beweglichen Verbindungen zusammen. Obwohl die Entfernung vieler Verschlüsse für die Betriebe einfach ist, optimieren diese Verschlüsse mit den Verbindungen zusammen in einem gesamten Demontageprozeß sehr zeitaufwendig und kostspielig.

Bild 7 (S. 128) zeigt, wie die Verschluß-Elemente, -Gelenke und -Umschließungen zu einem kompletten Verschluß zusammgebaut sind, und deren Eigenschaften. Die hauptsächlichen Fertigungsentfernungen des AWF-Verschlusses, die gesamten Gelenk-, Umschließungs-, Schließelemente-Anzahl und deren Auffindungspositionen sowie die Gelenkintegrationsgrade sind wichtig für die Strategieplanung des hybriden Recyclings, weil sie die Logistikleistungen der Fertigung der Teil-/Gesamtdemontage bestimmen.

Zerlegungs-Zustände, -Profile, Entfernungsverschlußzustandsqualitäten und deren Profile bzw. Zustandsqualitäten des AWF dominieren durch jede Ablaufphase der Demontage den ganzen Betrieb der Demontage des AWF im Hinblick auf die wirtschaftlich sinnvollen, technisch möglichen und logistisch wettbewerbsfähigen Strategie- und Entscheidungs-Dispositionen. Aber sie stellen gemeinsame und anfechtbare Kernprobleme der Logistik für die AWF-Demontage dar. Diese Probleme kommen innerhalb erkennbarer, auffindbarer, sichtbarer, bekannter und sicherer oder nicht sicherer Logistiksteuerungsstellen [36] vor. Solche Profile und Zustandsqualitäten wirken sich in einem optimalen Teil-/Gesamtdemontageprozeß und -verfahren des AWF aus.

1.5 Gesamte Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Demontage-/Kraftfahrzeug-Remontage-/Kraftfahrzeug-Montage-Datenbank

Datenbanken [37] der Kfz-Fertigung haben der Stand der Technik seit den KI-, CAD-, CAM-, PPS- und CIM-Jahren weiter entwickelt. Diese enthalten wichtige, sinnvolle und nutzbare Informationen und Daten über Bestandteile der Kfz-Baugruppen, -Teile und -Werkstoffe. Sie verkoppeln die internen Strategie-Planungen, -Steuerungen [38] und -Betriebe der Fertigungslogistik bei der Kfz-Montage. Damit wird ein Kontingentsplan der Fertigung ermöglicht der innerhalb einer Krisis- und Notfallperiode reagieren kann. Durch eine bestimmte gesamte Datenbank der AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montage soll das robuste System der Wiedererlangung [39] der umfangreichen Informations- und Datenflüssen fähig koordiniert werden.

Wenn Demontage-, Remontage-, Wiederverwendungs-, Wiederherstellungs- und Recycling-Datenbank in ein Gesamtwerkstattinformationssystem aller Kfz-Hersteller integriert wäre, brauchte man nicht die Bestandteile solcher Datenbanken aufzubauen. Dann könnten Demontage-, Remontage, Wiederverwendungs-, Wiederherstellungs- und Recycling-Datenbank die enormen Informations- und Datenflüsse über das Werkstattinformationssystem der individuellen Kfz-Hersteller in Abhängigkeit von Montage-, Remontage und Demontagezeit, Werkzeuge, Handhabungsgeräte, Vorarbeits- und Bearbeitgänge für jede Reparaturfunktionen übernommen werden.

Ob die gesamte Demontage-/Remontage-/Montage-Datenbank der Kfz-Werkstatt entweder nur eine Referenz- oder eine Ausbaubasis- oder eine Betriebsfunktion oder zwei von diesen drei Funktionen oder alle diese Funktionen in einer gesamten Datenbank beinhalten soll, kommt auf die Anpaßungsfähigkeit dieser Datenbank an das Umfeld der Anwendungsspezifikationen an. Diese Datenbanksqualität und -akquisition können für die gesamte Datenbank weiterverwendet werden. Übrigens sind Kfz-Instandhaltungs- und Kfz-Instandsetzungsdatenbanken nur für manche verträgliche Unternehmensbetriebe verfügbar, nicht für private PKW-Besitzer. Bis jetzt hat der Gesetzgeber die Besitzer des AWF noch nicht zu den historischen Instandhaltungs- und Instandsetzungsdaten des zu übergebenden kostenlosen AWF an Kfz-Hersteller gezwungen. Solche wichtigen Datenbanken sind sehr hilfreich für AWF-Strategieplanung des hybriden Recyclings und Grob-/Finestrategieplanungsverfahren des AWF.

Die gesamte Datenbank steht unter dem großen internen Logistikdruck, daß Informations-, Daten- und Materialfluß [40] an der Demontagelaufbahn gleichzeitig in die Koordinationslager kommen. Das Ergebnis der Konsequenz solchen Drucks bewirkt bei der Gesamtlogistikleistung verschiedene Teilfertigungsdemontagelogistikketten. Die Zentralisierung der gesamten Datenbank ist der einzige Rückkehrkontrollweg zu deren Verbesserung. Aber sie ist nicht so flexibel wie ihre Dezentralisierung.

Es ist notwendig, daß der letzte AWF-Besitzer muß die Informationen über die Gesamtfahrleistung und Pflegebedingungen (z.B. gegen Staub, Temperatureinflüsse, Feuchtigkeit und Streusalzkorrosionen) an den AWF-Rücknehmer weitergibt. Je mehr AWF-Zustandsdaten verfügbar sind, desto genauer, richtiger und sicherer können die Entscheidungen der Strategieplanung des Recyclings getroffen werden. Um diese Informationsqualitäten zu kontrollieren, sollten stochastische Überprüfungen der Informationsdaten nicht vernachlässigt werden.

Zu dieser Praxis gehören als elementare Teilhauptfaktoren die Feststellung der nominellen Lebensdauer des AWF, die Trennbarkeit der Verbindungen und die Auswertung der Geräusche des Antriebs und des Getriebes durch die KfZ-Meister und die Daten der Meßgeräte. Die Beachtung dieser Faktoren reduzieren das Risiko für die richtigen Entscheidungen beim Produktrecycling.

Die qualitative und quantitative Strategieplanung des Recyclings kann dann sinnvoll und machbar in ein Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings einbezogen werden, wenn die Angaben der Baugruppen-, Bauteil-, Werkstoffgruppen-, Werkstoff-, Zerlegungs- und Entfernungverschlußelemente-Anzahl sowie deren Zustandsqualitäten entsprechend der AWF-Typen und der AWF-Klassen verfügbar sind und außerdem auch die Daten der systematischen Zerlegungs-/Entfernungverschlußprofile mit den Lösungsabläufen der AWF-Demontage.

Von 1970 bis 1993 nahmen in den Verbindungskonstruktionsentwürfen des Kfz die lösbaren Verbindungen zu. So zeigt Tabelle 4 (S. 122) im Jahr 1993 für PKW 83,94 % und für LKW und Omnibus 70,90 % und 100 % lösbare bewegliche Verbindungen. Daten-Größe, -Strukturen, -Akquisitionen, -Kennzeichen, -Erkennungen und -Konfigurationen der technischen und umweltverträglichen Fertigungslogistikketten bzw. -netze sind die Merkmale der gesamten Datenbank. Normalerweise sind die Kfz-Montage-Datenbanken der Kfz-Werkstätten fast identisch mit der AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-Datenbanken, Aber AWF-Demontage-Daten-

banken braucht man, um die gesamten hybriden AWF-Demontage-Datenbanken und die Kfz-Remontage-/Kfz-Montage-Datenbanken der Werkstätten weiter auszubauen.

2 Demontagestrategieplanung

Im Rahmen der AWF-Demontage sind umfangreiche Entscheidungen beim Entscheidungs-Management bzw. -Theorie, -Strategie, -Systeme, -Prozesse und -Bäume entsprechend den Strategie-Planungen und -Dispositionen zu treffen. Man definiert die arbeitsorganisatorischen Demontagestrategieplanungs-Abläufe des AWF basierend auf den Hierarchie- und Prioritätsstrukturen und der Demontagestrategieplanung des AWF entsprechend der Darstellung in Tabelle 5 (S. 129 - 130).

Die Demonteure können systematisch nach der Tabelle 5 (S. 129 - 130) als Richtlinien des Demontagemanagements gegenüber allen kritischen demontierten Komponenten bei der Demontagestationen einordnen. Die kritischen Entscheidungsfindungen der Demontagestrategieplanung des AWF erfolgen oft in den „hybrid Recycling“-orientierten Demontage-Verfahren und -Prozessen. Dadurch ist die Demontagestrategieplanung des AWF als ein äußerst nutzbares Werkzeug für die Herausforderungssituationen zu gewinnen. Die Demontagestrategieplanungs-Rangliste des AWF ist in die Bewertungsgrade S1 bis S5 unterteilt.

Um noch eine Stufe tiefer in die Rangliste der Demontagestrategieplanung des AWF hineinzugreifen, sind die unbekanntenen Entscheidungsfindungen in der Demontageverbindungs-/verschlusdistribution des AWF noch nicht dabei. Sie sind in der Distribution unsichtbar und nicht häufig aber wichtig für die Teil-/ Gesamtdemontagelogistik des AWF. Enthält z.B. das demontierten AWF nur wertloses Produktrecycling so ist eine Wiederherstellung nicht sinnvoll sondern nur das Materialrecycling bzw. die Abfallentsorgung wirtschaftlich.

Produktrecycling-, Wiederherstellung- und Materialrecyclinggrade mit den hierarchischen Fünfrangklassen von 100 %, 75 %, 50 %, 25 % bis zu 0 unterteilt, sind für die Beschreibung der Erkennungs- und Bewertungszustände des AWF ausreichend, wie Tabelle 6 (S.131) zeigt. Mit diesen wichtigen Eingangsdaten und Behandlungsprozeduren können Entscheidungen der

AWF-Demontage bei dem Qualitätsmanagement [41], dem Entscheidungs-Management[42] und dem Logistikmanagement [43] getroffen werden.

2.1 *Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Demontage- /Kraftfahrzeug-Remontage-/Kraftfahrzeug-Montage-Logistikmerkmale*

Es gilt für alle interner Fertigungslogistik bzw. alle -logistikstellen, daß beides, Informations- und Datenfluß, den Materialfluß entscheiden. Bei der Kfz-Remontage-/Kfz-Montage sind Informations-, Daten- und Materialfluß und („Concurrent Engineering“ [44]) in einem gesamten PPS/CIM/CAD/CAM/CAE-System gestaltet. Daten-Kenngröße, -Strukturen und -Konfigurationen dieses Informations- und Datenflusses sind steuerbar und bestimmbar, weil sie sofort erkennbar und auffindbar sind. Deswegen funktionieren Strategie der Fertigungslogistik und der -steuerungen in einem stromlinienförmigen Informations- und Datenfluß. Damit kürzen sie die Durchlauf-, Führungs-, Durchsatz- und Rüstungszeit in einen Kfz-Fertigungsbetrieb ab.

Demgegenüber ist die AWF-Demontage (un-)sichtbar, (un-)sicher und (un-)bekannt von der Anfangs-, und Teil- bis zur Enddemontage. Ohne daß vorher aktuelle Informations- und Datenzustandsdienste des AWF vorhanden sind, ist unter solchen Randbedingungen eine Demontagelogistikstelle bzw. -kette in Abhängigkeit von ihrer Steuerung schwierig und kritisch herzustellen, da die aktuellen Informationen und Daten über AWF-Zustandsqualitäten von Fall zu Fall durch die Anfangs- bis zu den Enddemontageablaufphasen wechselhaft sind. Solange diese Qualitäten nicht bestimmt werden können, ist es nicht möglich, eine optimale AWF-Logistikette bzw. -netz zu erzeugen. Dann wird AWF-Demontage bzw. -Recycling zu einem finanziellen Risiko.

Obwohl die unbekannt, unsicheren, unscharfen, unsteuerbaren und unsichtbaren AWF-Zustandsqualitäten sogenannte kritischen Informations- und Datenflüsse häufig zu beeinflussen sind, ist es kaum möglich, in der Praxis eine gesamte AWF-Demontage-/Kfz-Re -/Montagelogistikette des Produktrecyclings zusammenzubauen. Nur in einem gesamten Kfz-AWF-PPS-Materialebeschaffungssystem setzen sich Wiederherstellungen, Materialrecycling bzw. die Abfallentsorgung teilweise oder vollständig durch.

Jedes Bauteil endet nach einem mehrstufigen Entscheidungs-, Demontage- und Recyclingpro-

zeß in einer von vier Kategorien : das Produktrecycling, die Wiederherstellung, das Materialrecycling oder die Abfallentsorgung.

In der ersten Entscheidungsstufe ergeben sich die folgenden Anteile: die Entscheidung für das Produktrecycling [$Q_P^{(i)}$], die Entscheidung für die Wiederherstellung [$Q_W^{(i)}$], die Entscheidung für das Materialrecycling [$Q_M^{(i)}$], und die Entscheidung für die Abfallentsorgung [$Q_A^{(i)}$], welche durch die technischen Prozesse bei der Demontage, beim Recyclingversuch etc. verändert werden, da manche Recyclingversuche erfolglos bleiben. Dies bedeutet, daß manche Prozesse unnötigerweise durchgeführt werden und der Gesamtrecyclinggrad G_R geringer als ursprünglich erhofft ausfällt.

Die Fehler- und Erfolgsquoten bei dem Produktrecycling [$E_P^{(i)} + F_P^{(i)} = 1$], der Wiederherstellung [$E_W^{(i)} + F_W^{(i)} = 1$] und dem Materialrecycling [$E_M^{(i)} + F_M^{(i)} = 1$] beeinflussen die tatsächlich erzielten Recycling-Anteile [$G_P^{(i)}$, $G_W^{(i)}$ und $G_M^{(i)}$] und den Abfallanteil $G_A^{(i)}$, deren Summe natürlich 1 ergibt.

Es ergeben sich die folgenden Beziehungen :

$$\left. \begin{aligned} Q_P^{(i)} + Q_W^{(i)} + Q_M^{(i)} + Q_A^{(i)} &= 1 \quad \text{für alle } i= 1, \dots, n \\ G_P^{(i)} + G_W^{(i)} + G_M^{(i)} + G_A^{(i)} &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$G_P^{(i)}$: Produktrecyclinggrad

$G_W^{(i)}$: Wiederherstellungsgrad

$G_M^{(i)}$: Materialrecyclinggrad

$G_A^{(i)}$: Abfallgrad

$Q_P^{(i)}$: Entscheidung für Produktrecycling

$Q_W^{(i)}$: Entscheidung für Wiederherstellung

$Q_M^{(i)}$: Entscheidung für Materialrecycling

$Q_A^{(i)}$: Entscheidung für Abfall

$E_P^{(i)}$: Erfolgsquote beim Produktrecycling

$F_P^{(i)}$: Fehlerquote beim Produktrecycling

$E_W^{(i)}$: Erfolgsquote bei der Wiederherstellung

$F_W^{(i)}$: Fehlerquote bei der Wiederherstellung

$E_M^{(i)}$: Erfolgsquote beim Materialrecycling

$F_M^{(i)}$: Fehlerquote beim Materialrecycling

i : Bauteilnummer

n : Bauteilanzahl

Das KrW-AbfG wird zunehmend höhere Produktrecycling-, Wiederherstellungs- und Materialrecyclinggrade $G_P^{(i)}$, $Q_W^{(i)}$ und $Q_M^{(i)}$ fordern, und die Wirtschaftlichkeit wird zusätzlich geringere Fehlerquoten $F_P^{(i)}$, $F_W^{(i)}$ und $F_M^{(i)}$ erzwingen:

Maximiere:

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^n c_i D_p^{(i)}}{n} \quad (2)$$

Minimiere:

$$F_p = \frac{\sum_{i=1}^n F_p^{(i)}}{n} \quad (3)$$

D_p ist der gewichtete Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung des Produktrecyclings.

Bei der Menge, mit der das Produktrecycling gescheitert ist, muß zwischen Wiederherstellung und Materialrecycling entschieden werden. Ist dabei Fehl- $G_p^{(i)} > x$ (x entspricht der Qualität des Bauteils, wo es sich noch gewinnbringend wiederfertigen läßt), so ist Materialrecycling zu wählen, andernfalls Wiederherstellung.

Maximiere:

$$D_w = \frac{\sum_{i=1}^n d_i D_w^{(i)}}{n} \quad (4)$$

Minimiere:

$$F_w = \frac{\sum_{i=1}^n F_w^{(i)}}{n} \quad (5)$$

D_w ist der gewichtete Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung der Wiederherstellung.

Die Menge, bei der die Wiederherstellung erfolgreich abgeschlossen wurde, wird auf dem Markt verkauft. Der Rest wird dem Materialrecycling zugeführt.

Maximiere:

$$D_M = \frac{\sum_{i=1}^n e_i D_M^{(i)}}{n} \quad (6)$$

Minimiere:

$$F_M = \frac{\sum_{i=1}^n F_M^{(i)}}{n} \quad (7)$$

D_M ist der gewichtete Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung des Materialrecyclings.

Das erfolgreich recycelte Material wird als Rohstoff verkauft. Der Rest wird als Abfall entsorgt.

Minimiere:

$$G_A = \frac{\sum_{i=1}^n G_A^{(i)}}{n} \quad (8)$$

Die Abfallgrade G_A wird durch die oben beschriebene hierarchische Optimierung minimiert.

In dieser Reihenfolge sollte man die Grade maximieren: G_P , G_W und G_M . Es zeigt die Zielsetzung der Strategieplanung im Vorteil des G_P , dann des G_W (nur für die wertvollen Apparaten) und schließlich des G_M , davon das Minimum der G_A .

Diese Verhältnisse der Grade sind für das Logistikmanagement im Demontage- und Recyclingtrennprozeß nötig und hilfreich, weil sie zur Steuerung eines „Feed-back“ Systems verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit des Logistikmanagements zu verbessern und die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte einzuhalten. Dabei müssen die Ergebnisse der Demontage eines jeden Bauteils möglichst sofort in die Datenbank eingegeben werden. Die zuständigen Demonteure müssen die Ergebnisse dieser Aufgabe unverzüglich in den Computer eingeben. Dann fließen die aktuellen Daten in das „Feed-back“ -System für die Entscheidungen des Logistikmanagements.

Basierend auf dem Anteilkonzept kann man zweifellos bei Fehlern der Entscheidungen und beim Mißlingen des Produktrecyclings, der Wiederherstellung und des Materialrecyclings die Gleichungen (1) - (8) wie eine interaktive Kette der Fraktionsverfeinerung zur Senkung der Abfall-Quoten umformen. Dieses Konzept ist aber nicht so überzeugend, da die vorgetzten Entscheidungsprozesse und -verfahren über hierarchische Baugruppen und -teile nicht verfügbar sind.

Der Erfolgsdemontagegrad (G_D) ist das Verhältnis aus den erfolgreichen demontierten

Verbindungen zu der Gesamtanzahl der demontierbaren Verbindungen.

$$G_D = \frac{Z_{EV}}{Z_V} \quad \text{wobei} \quad \begin{array}{l} V_1, \dots, V_n \\ EV_1, \dots, EV_m \end{array} \quad (9)$$

$$\longrightarrow \quad G_{FD} = 1 - G_D$$

Z_V = Gesamtanzahl der demontierten Verbindungen

Z_{EV} = Gesamtanzahl erfolgreicher demontierten Verbindungen

G_D = Erfolgsdemontagegrad

G_{FD} = Fehldemontagegrad

Der Produktrecyclinggrad (G_P) entspricht dem Verhältnis aus Anzahl der demontierten verwendbaren Bauteile durch die Gesamtanzahl der demontierten perfekten Bauteilen.

$$G_P = \frac{Z_{EB}}{Z_B} \quad \text{wobei} \quad \begin{array}{l} EB_1, \dots, EB_m \\ B_1, \dots, B_n \end{array} \quad (10)$$

Z_B = Gesamtanzahl der demontierten perfekten Bauteile

Z_{EB} = Gesamtanzahl der perfekten Bauteile der Erfolgsdemontage

G_P = Produktrecyclinggrad des Baugruppentils

Der Erfolgswiederherstellungsgrad (G_W) der wertvollen Apparate ist das Verhältnis aus den erfolgreich wiederhergestellten demontierten Apparatebauteilen zu der Gesamtanzahl an wiederherstellbaren Apparatebauteilen.

$$G_W = \frac{Z_{EW}}{Z_W} \quad \text{wobei} \quad \begin{array}{l} EW_1, \dots, EW_m \\ W_1, \dots, W_n \end{array} \quad (11)$$

$$\longrightarrow \quad G_{FW} = 1 - G_{EW}$$

G_W = Erfolgswiederherstellungsgrad des wertvollen Apparats

Z_{EW} = Erfolgsanzahl der Wiederherstellung

Z_W = Gesamtanzahl der Wiederherstellung des Apparats

G_{FW} = Fehlwiederherstellungsgrad

Der Materialrecyclinggrad (G_M) ist das Verhältnis aus den demontierten zerstörten Bauteilen (nicht wirtschaftlich sinnvoll zur Wiederherstellung) zu der Gesamtanzahl an Bauteilen der Werkstoffen.

$$G_M = \frac{Z_{EM}}{Z_M} \quad \text{wobei} \quad \begin{matrix} EM_1, \dots, EM_m \\ M_1, \dots, M_n \end{matrix} \quad (12)$$

$$\longrightarrow \quad G_{FM} = 1 - G_M$$

Z_{EM} = Gesamtanzahl des Materialrecyclings der Erfolgsbaugruppentteile

Z_M = Gesamtanzahl des Materialrecyclings der Baugruppentteile

$G_{EM} = G_M$ = Erfolgsmaterialrecyclinggrad des Baugruppentteils

G_{FM} = Fehlmaterialrecyclinggrad

$$G_P = G_D + G_W G_{FD} \quad (13)$$

Falls $G_W = 0$,

$$G_P = G_{ED} \quad (14)$$

Falls $G_{ED} = 0$,

$$G_P = G_W G_{FD} \quad (15)$$

$$G_M = \frac{\sum_{i \in J} G_{FD}^{(i)} + \sum_{i \in I} (G_{FD}^{(i)} G_{FW}^{(i)})}{n} \quad (16)$$

wobei $J \cap I = \{ \}$ und $J \cup I = \{1, 2, \dots, n\}$

J ist die Indexmenge, die angibt, welche Bauteile nicht erfolgreich demontiert werden konnten;

I ist die Indexmenge, die angibt, welche Bauteile erfolgreich demontiert werden konnten.

$$G_R = G_P + G_W + G_M + G_A = 1 \quad (17)$$

G_R = Gesamtrecyclinggrad des Einzelbaugruppentteils

G_A = Gesamtabfallgrad des Einzelbaugruppentteils

Gleichung (16) verweist auf die Entscheidungsprozesse bei der Einzelbaugruppe, die besonders beschädigten demontierten Bauteile direkt dem Materialrecycling zuzuführen, und die weniger defekten Bauteile der Wiederherstellung. Nur wenn diese Bauteile nicht erfolgreich wieder hergestellt werden können, kehren sie zum Materialrecycling zurück. Nimmt man als Beispiel bei der Demontage eines Vordersitzes des VW-Golf CL die Sortenbereinigung der Polster und des Sitzgestells: Schnapp- und Schraubverbindungen bleiben auf Grund der Konstruktionseigenschaften der Bauteile verbunden, Bauteile in der Nähe der Verbindung werden zerstört, auch die Verbindungen selbst. Dadurch ist es nicht möglich, die zerlegten Bauteile zum Produktrecycling zu verwenden. Auch deren Wiederherstellung hat keinen Erfolg. So müssen sie zum Materialrecycling ausgesondert werden,.

Theoretisch und praktisch umfasst der konservative G_R als 100 % zusammen mit den G_P , G_M , G_W und G_A in der Gleichung (17)

Gleichung (17) ist aus Gleichungen (16) & (13) abgeleitet. Es gilt für alle Werte des G_{ED} , des G_{FD} , des G_{EW} , des G_{FW} und des G_A und nur für ein demontiertes Baugruppentel des ganzen Produktes.

Für die demontierten Gesamtbaugruppentel (n) des kompletten Produktes muß Gleichung (17) liefern:

$$\frac{\sum_{i=1}^n G_D^{(i)} + \sum_{i=1}^n (G_{FD}^{(i)} G_{FW}^{(i)}) + \sum_{i \in J} G_{FD}^{(i)} + \sum_{i \in I} (G_{FD}^{(i)} G_{FW}^{(i)}) + \sum_{i=1}^n G_A}{n} = 1 \quad (18)$$

Eine Nebenbedingung des Einzelbaugruppentel des AWF ist $0 < G_R < 1$. Wenn $G_P > G_M$, spielen die Demontageprozesse und -verfahren des AWF eine größere Rolle als die Materialrecycling-Behandlungen des AWF. Die meisten Entscheidungsfindungen betreffen das Produktrecycling.

2.2 Strategieplanungen des hybriden Recyclings der Betriebsachverhalte

Im Zusammenhang mit Informationsdienst und -behandlung bzw. -Auslegung und dem Betrieb der AWF-Demontage und -Recycling ist es nötig, klare und relevante Begriffe und Konzepte

zu definieren. Damit kann man systematisch die verschiedenen Stufen des hybriden Recycling bestimmen.

Unsichere Informationen entsprechend Zustandsqualitäten des AWF führen dazu, daß die Anforderungen der Zustandsqualitäten des AWF nur schwer bestimmbar sind. Sie liegen innerhalb eines unscharfen oder scharfen Betriebsbewertungsbereiches. Sie sind mit der FUZZY-Logic sehr eng verbunden.

Unsichere Daten des AWF sind die wirtschaftlichen, technischen und logistischen AWF-Zustandsqualitäten bzw. Zerlegungsverbindungen und Entfernungverschlüsse sowie deren Profilvariablen in Abhängigkeit von den Baugruppenmodulen, den Baugruppen und den Bauteilen, die unklar, kritisch und problematisch zu behandeln sind, aber oft in einen Betrieb der Demontage des AWF vorkommen.

Unsichtbare Informationen findet man oft unter den AWF versteckten Informationen über wirtschaftliche, technische und logistische Zustandsqualitäten in den Baugruppenmodulen, Baugruppen, und Bauteilen. Wenn die hierarchischen Baugruppenstrukturen demontiert werden, findet man diese Informationen sofort. Aber bei der Demontage des AWF sind diese Informationen kritisch und schwierig .

Unsichtbare Daten der AWF-Zustandsqualitäten sind die wirtschaftlichen, technischen und logistischen Betriebsdaten, die durch die unsichtbaren Informationen direkt zu bekommen sind. Sie sind systematisch verfügbar. Nach ihnen kann die systematische AWF-Demontage ausgeführt werden.

Unbekannte Informationen der Zustandsqualitäten des AWF sind die Informationen der Betriebe und der Strategieentscheidungen für die Strategieplanungen des „hybriden Recyclings“ . Diese sind wechselhaft und kommen oft in der AWF-Demontage vor.

Unbekannte Daten der Zustandsqualitäten des AWF stellen die wirtschaftlichen, technischen und logistischen Strategieentscheidungs- und Betriebsdaten der Strategieplanungen des „hybriden Recyclings“ dar, aber sie sind nicht sofort und direkt verfügbar. Sie werden erst durch die Datenakquisitionen erzeugt.

Die AWF-Demontage fordert richtiges und exaktes Entscheidungs-Management als deren interne Steuerung in der Fertigungslogistik. Ohne daß erste Informations- und Datendispositionen [47] der Zustandsqualitäten des AWF verfügbar sind, ist es nicht möglich, richtige Dispositionen der Entscheidungen zu treffen. Sie können nur unter Berücksichtigung der wirtschaftlich sinnvollen, der technisch möglichen und der logistisch wettbewerbsfähigen Strategiedispositionen gefunden werden. Der hierarchische Einschränkungsvorrang gegen Dispositionen der Entscheidungen nimmt 1. wirtschaftliche, 2. logistische und 3. technische Sachverhalte in Abhängigkeit von den Zustandsqualitäten des AWF an. Dabei sind fünf Kriterien zu berücksichtigen :

- (1) Bei der gesamten AWF-Demontage schwingen die Betriebsgrade der Leistung bisher zu meist zwischen dem Verlust- und dem Gleichstandsbewertungsbereich, denn so lange genaue Informationen über die Zustandsqualitäten des AWF nicht verfügbar sind, können keine zuverlässigen und richtigen Strategiedispositionen der Entscheidungen getroffen werden.
- (2) Durch die scharfe und unscharfe Fuzzy-Logic werden die (un-)bekannte, (un-)sichere und (un-)sichtbare Informationen und Daten (die quasi kritische Informationen und Daten) dieser Zustandsqualitäten wahrscheinlich und die Behandlungsmethode verfälscht.
- (3) Es scheint, daß alle Strategiedispositionen der Digitalisierung nicht schnell genug in einer kontinuierlichen oder zeitweise bestreitbaren Laufbahn der AWF-Demontage reagieren.
- (4) Man kann nicht voraussehen, wie diese bestimmbar und unsteuerbar Informationen und Daten auf einander wirken werden.
- (5) Bisher gibt es für solche wechselhaften Informations- und Datenvariablen keine Modellierung und Simulation.

Erst nach Synchronisierung aller Dispositionen in der Digitalisierungsstrategie ist das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings in der Lager in einer Teil-/Gesamtdemontage des AWF die richtigen Entscheidungen der Strategiebestimmungen zu treffen. Bei der Durchführung der AWF-Demontage können Gewinn, Gleichstände oder Verluste erreicht werden.

2.3 Strategieplanungsanalyse der Demontage

Die internen Logistikketten oder . -netze der Baugruppenmodule des AWF gegenüber Kfz-Bau-

gruppenmodulen hängen von der Verbindungs-/Verschluß-Anzahl, den -Konstruktionen und den -Systemen, dem Baugruppenteilzustand und außerdem von der Leistungssteigerung der manuellen Menschen-Maschinen ab. In einem komplexen System der Strategieplanung der AWF-Demontage ist es üblich, eine strukturmodulare interne Logistikkette auf den Kfz-Baugruppenmodulen aufzubauen, weil so die Kennzeichenlogistikmodule, die bei den AWF- und den Kfz-Baugruppenmodulen identisch sind, identifiziert und erkannt werden können. Solche beständigen Logistikmodulestrukturen sind wichtig für die gleichberechtigten Leistungsbewertungen aller Logistikmodule [48] der Demontage.

Aber die beiden Eigenschaften und Merkmale der bestimmten Logistikstellen bzw. -ketten der Fertigung des AWF gleichen selten denen der Kfz-Montage. Deshalb beinhaltet die Strategieplanungsanalyse der Demontage viele besonders komplizierte Problemdarstellungen der Strategieplanungen des „hybriden Recyclings“. Im Grunde genommen macht es das Prinzip der Strategieplanungsanalyse der Demontage möglich, verschiedene kritische und schwierige Logistiksituationen [49] der Baugruppenmodule, Baugruppen und Bauteile für die Teil-/Gesamtdemontage zu analysieren.

Die technischen, wirtschaftlichen und logistischen Problemstellungen des AWF für die gesamten Zielsetzungen der Strategieplanungen des „hybriden Recyclings“ liegen fest. Durch das Stellenschema der Strategieplanungsanalyse (Bild 8 S. 132 - S. 133) der Demontage kann man systematisch, logisch und effektiv eine strukturmodulare Systematikanalyse der Strategieplanungsanalyse der Demontage in Verknüpfung mit den AWF-Baugruppen-, der Gesamtlogistikkette- bzw. den -netzmodulen herstellen. Dabei ist es vorteilhaft, ein großes und komplexes Verfahren der Strategieplanungen des hybriden Recyclings auf der rekursiven Betriebsebene zu dezentralisieren. Aber sie sind nicht nur schwierig zu steuern, sondern auch sehr zeitaufwendig.

2.4 Bewertung der Strategieplanung des hybriden Recyclings

Die Konsequenzen der Strategieplanung des Recyclings stellen Verluste, Gleichstände und Gewinne [50] als Ergebnis der Leistungsfähigkeit der Strategieplanung des hybriden Recyclings fest. In der Wettbewerbsregel muß über die „Cost-Opportunity“ [51] , d.h. Kostenmöglichkeiten der Strategieplanung des Recyclings entschieden werden. Bei dem „hybriden Recy-

cling“ in den Situationen der Entscheidungsfindungen der Strategieplanung des Recyclings wendet man sich intensiv gegen „Cost-Opportunity“ der AWF-Zustandsqualitäten, die über das Produktrecycling, das Materialrecycling bzw. Abfallentsorgung und die Wiederherstellung entscheiden. Zur Zeit sind AWF kostenlos von den Kfz-Herstellern zurückzunehmen, denn die Entwicklungs- und Betriebskosten [52] der AWF sind in der BRD noch zu hoch.

Die „Cost-Opportunity“-Strategie wie andere alternative Kostenoptionen sind im Hinblick auf Gewinne, Gleichstand und Verluste abhängig vom Entscheidungs-Management entsprechend von den -Strategien, -Theorien,-Analysen, -Bäumen und -Findungen. Für das „hybride Recycling“ setzt sich das Gesamtbewertungsverfahren des Betriebes aus der Bewertung der Leistungsfähigkeit für die Strategieplanung des hybriden Recyclings, den Baugruppen- und den internen Logistikmodulen zusammen. Im Prinzip kann man Teil-/Gesamtwerkstattbewertungssysteme des Kfz-Herstellers in die „Bewertung der Strategieplanung des hybriden Recyclings“ integrieren.

Bei dem Rückgriff auf die internen Logistikmodule in einer festen Fertigungslogistikkette, spielen Menschen-Maschinen-Effektivinteraktionen [53] eine wichtige Rolle. Dann wird die „Bewertung“ für die interne Logistikkette der konventionellen Bewertungsverfahren durch die Setup-, Rüstungs-, Führungs- und Durchlaufzeit in Abhängigkeit der Gesamtkosten, d.h. Betriebs- und Investitionskosten [54] ausgeführt.

Das Feed-Back-System [55] der „Bewertung“ stützt sich auf die Steuerungen der exakten und richtigen Entscheidungen über Zustandsqualitäten des AWF, Flexibilitäten und Robustheiten [56] der Strategieplanungen und -dispositionen, des Qualitätsmanagements des Logistikmanagements sowie auf die zuverlässigen Datenbanken bzw. Akquisitions-Datenbanken der AWF-Zustandsqualitäten aller Klassen und Typen. Die Demonteur müssen das Ergebnis der Demontage des AWF bzw. die Entscheidungen über deren Zustandsqualitäten bei diesen Datenbanken fortgesetzt auf den neusten Stand bringen. Damit führt man ein wichtiges und steuerbares Rückkehr-Kontroll-System [57] zur „Bewertung“ durch, um Fehlentscheidungen auszuschließen, die Leistungsfähigkeit der „Bewertung“ zu verbessern und die Zuverlässigkeit sicherzustellen. Wenn die „Bewertung“ exakt und richtig ausgeführt werden und das Qualitätsmanagement und das Logistikmanagements wirtschaftlich arbeitet, erzielt man am Ende einen Gewinn.

2.5 Koordination der Strategieplanung des hybriden Recyclings

In einem hybrid umfangreichen Strategieplanungssystem des „hybriden Recyclings“ fließen die Informationen und Daten durch jede erwünschte Strategiestelle. Es ist wichtig, daß Referenzdaten [58], und historische Daten [59] unmittelbar verfügbar sind. Aber der rapide und genaue Informations- und Datenfluß braucht außerdem eine zugeliesserte Effektivkoordination.

Im unserm Abschnitt 3.7 (S. 50) Bild 14 (S. 140) fließen die Informations-, Daten- und Materialflüsse , durch die Koordinationsstellen [60] zwischen den Demontagestationen des AWF und den -fließbändern in einer eigenen Demontagezelle bzw. -insel und sogar durch die Zwischenstationen der Demontagestationen und der gesamten Demontagezellen bzw. -inseln. Solch hierarchischstrukturenorientiertes Koordinatensystem [61] ist zielgestaltig für die Entscheidungsfindungen der „Koordination der Strategieplanung des Recyclings“ zwischen ihren Bestandteilen und für die Rückkehr-Kontrollfunktionen der internen Demontagelogistikkette .

Die operative „Koordination“ ermöglichen es, die Schnittstelle der Strategieplanung-, der AWF-Baugruppen- und der internen Logistikkettensmodule zu koordinieren, um Redundanzentscheidungen zu vermeiden. Deren Funktionen vereinigen hauptsächlich die wirtschaftlichen, technischen und logistischen Sachverhalte als eine feste interne Logistikkette. Die „Koordination“ bestimmen die Rückkehr-Kontrolle der Strategieplanung des hybriden Recyclings auf jeder Strategie- und Modulebene.

Die Funktionen der „Koordination“ sollen die vielfältigen Fachkenntnisse der Kfz-Werkstattmontage und -demontage sowie der Demontage des AWF auf der internen Logistikebene verbinden. Diese Interdisziplinen bilden den Stand der Technik in der Automobilindustrie mit Ausnahme von der Technik der Demontage des AWF und sie tragen zur Problematik der AWF-Demontage und den internen Logistikclusters bei. Zweifellos ist die „Koordination“ als solch eine interne Kernlogistikstelle der AWF-Demontage zu betrachten.

2.6 Prozeß der Strategieplanung der hybriden Recyclings

In der ablaufenden Strategieplanungsanalyse der Demontage entscheidet sich die Leistung des

Logistikmanagements, ob sie eine Demontage des AWF ist, die im Gesamtdemontagebetrieb des AWF effektiv und effizient ist. Diese Wechselwirkungsgrade pendeln von Fall zum Fall zwischen negativen und positiven Logistikleistungsbereich [62] und sind immer schwierig zu bestimmen. Demontagebetriebe des AWF sind Risikogeschäfte mit vielen unsicheren Betriebselementen und -problemen. Deshalb braucht man in einem durchlaufenden hybriden Strategieplanungsprozeß des AWF die richtigen Entscheidungsfindungen, wie Bild 9 (S. 134) zeigt.

AWF als ein sehr komplexes Multivariantenprodukt setzt die Entscheidungsträger und Strategieplaner immer unter einen Einschränkungsdruck, der abhängt von den gesamten operativen Demontage-, Produktrecycling-, Wiederherstellung- und Materialrecycling-Schwerpunktebenen, die sich auf ein, zwei, drei oder Vierschwerpunkte konzentrieren. Die wirtschaftlichen, technischen und logistischen Konfliktstellen der internen Logistik liegen immer auf dieser Schwerpunktebene, da sie voneinander abhängig sind.

Die Wiederverwendung eines AWF-Bauteils ist technisch problemlos aber die optimalen Demontagekosten sind höher als Kosten für ein neues Bauteil. Daher wäre ein Materialrecycling in diesem Fall nicht wirtschaftlich. Solch einen Präzedenz Fall kommt im hybriden Strategieplanungsprozeß oft vor. Deshalb ist es ganz wichtig einen wirtschaft-, technik-, umwelt- und logistikorientierten hybriden Strategieplanungsprozeß in der Demontage durchzusetzen.

Die wirtschaftlichen Gründe nehmen im hybriden Strategieplanungsprozeß häufig den höchsten Rang ein. Der hybride Strategieplanungsprozeß für eine Produktrecycling-, Wiederherstellungs- oder Materialrecycling-Entscheidung fordert erkennbare Einschränkungen der internen Logistik, der Ergebnisse der Demontagestrategieplanungsanalyse, der Funktionen der hybriden Strategieplanungsbewertung und deren Koordination an.

Die hybriden Strategieplanungen bestehen aus dem Qualitätsmanagement des Logistikmanagements für die richtigen und optimalen Entscheidungsfindungen über kritische Informations-, Daten- und Materialflüsse der AWF-Zustandsqualitäten bzw. den strukturellen, zuständigen und greifbaren Dispositionen über Verbindungen und Verschlüsse. Um einen Erfolg der Recyclingstrategieplanung sicherzustellen, ist die Feststellung der Funktionen der hybriden Strategieplanungen der Analysen, Bewertungen und Koordination in „hybriden Recycling“-Prozesse notwendig.

3. Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme

Bei den festen, hybrid festen und beweglichen Verbindungs-/Zerlegungssystemen liegen normalerweise die gesamten Verbindungs-/Zerlegungsstellen in einem 3-Achsen-Koordinatensystem. Für bestimmte AWF-Modelle kann man die genauen Verbindungs-/Zerlegungsstellen mit Hilfe von Konstruktionsplänen und der Matrixmethoden digitalisieren. Die beweglichen Verbindungs-/Zerlegungsstellen sind leicht und einfach zu digitalisieren, weil sie auf einer geraden Drehachselinie liegen. Die Anwendung der digitalisierten Matrix ist beim zukünftigen CAD-Entwurf für die Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme des Kfz bzw. des AWF sinnvoll.

Jedoch erzeugen alle Verbindungen während des Stillstands radiale und axiale Belastungskräfte. Die Digitalisierungen der Verbindungs-/Zerlegungsstellen gehören auch zu den internen Logistikteilen und diese Digitalisierungen verbreiten Demontearbeitsgänge im Hinblick auf den Verbindungs-Mechanismusprozeß. Ausserdem besteht das digitalisierte Verbindungs-/Zerlegungssystem auch aus den digitalisierten Verbindungs-/Zerlegungsbaugruppen, -elementen und -teilen im Gegensatz zu Verschluß-Baugruppen, -Elementen und -Teilen.

Solange man auf die Verbindungs-/Zerlegungssysteme zurückgreifen kann, bestimmt man die interne Logistikstelle bzw. -kette unmittelbar. Dabei sind die Verbindungs-/Zerlegungs-, und die Verschluß-/Entfernverschluß-Sachverhalte für die hybriden Strategieplanungen, deren Prozesse und Entscheidungsfindungen zu präzisieren. Jedes dieser verschiedenen Verbindungs-/Zerlegungssysteme ist sehr eng mit der Setup-, Durchsatz-, Rüstungs-, Führungs- und Durchlaufzeit verbunden. Die Entscheidungen des Betriebes über „das hybride Recycling“ hängt besonders mit den Problemen der Verbindungs-/Zerlegungssysteme zusammen.

Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme sowie deren Strukturen im Kfz wirken sich auf die Füge-/Entfüge- und Verschlußhandhabungssysteme aus. Diese Auswirkung beruht auf den Entscheidungen für das Demontagemanagement, das die internen Bauteile und -strukturen der Logistikkette der Demontage ausführen läßt. Die Verbindung-/ Verschluß-Systeme, -kulturen, -strukturen und -philosophien jedes Kfz-Herstellers in der AWF-Demontage/Kfz-Remontage/Kfz-Montage sind unsichtbare Logistikelemente. Durch diese unsichtbaren Elemente

muß beim hybriden Strategieplanungsprozeß das Demontagemanagement differenziert werden.

„Verbindungen und Verschlüsse“ stellen bei der kompletten AWF-Demontage ein besonderes Gesamtsystem dar. Wenn diverse Verbindungs-/Verschluß-Systeme entbunden werden, müssen verschiedene Baugruppenmodule demontiert werden, so lange bis die Bauteile der „Verbindungen und Verschlüsse“ von einander gelöst sind. Bisher werden bei der AWF-Demontage vor allem jene Bauteile zerlegt, die für eine Reparaturkonstruktion geeignet sind. Das betrifft nur wenige demontierbare Verbindungs-Systeme. Aber das Kernproblem der Logistik liegt oft auf der Verbindungs-/Verschluß-Systemebene.

In der Praxis ist es zukünftig beim CAD-Entwurf für neue Kfz-Modelle erforderlich leichter zerlegbare Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme zu planen. Wegen der zur Zeit noch bestehenden ganz unterschiedlich lösbaren Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme der alten Kfz-Modelle, ist es unbedingt nötig, mögliche Lösungssysteme bei der hybriden Strategieplanungen und den Demontagemanagement zu berücksichtigen. Das muß zu einer optimalen Bestimmung der Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsysteme der alten Kfz-Modelle bzw. AWF-Modelle führen.

3.1 Baugruppenmodule der Demontage

Die Fertigungsstrategie der Kfz-Baugruppenmodule [63] ist ein typischer Logistikkettmerkmal der Fertigungsmontage und jedes Baugruppenmodul ist in verschiedenen Bauteilen, -elementen, -werkstoffen; Verbindungs-/Verschluß-Eementen, -Teile und -Systeme unterteilt. Die Fertigungsstrategie der Kfz-Baugruppenmodule kennzeichnet die Bauteil-Kriterien , -Datengrösse und -Strukturen, und sogar die -Problemstellung im Hinblick auf die Fertigungstechnik , die internen Fertigungslogistikstellen und die -kette , die alle bei der Fertigungsoptimierung durch die internen Logistikkette miteinander vernetzt werden. Es lohnt sich die hierarchiestrukturenorientierte Strategie der Kfz-Montage nicht nur in den Lean-Produktions- und Agile-Fertigungsbereichen [64] zu bestimmen, sondern auch über die Schwachstellen der Teil- und Endfertigung hinaus, weil solche Strategie in der ablaufenden Fertigungsproblematiklokalisierung und -konzentrierung für die Lösungsentwicklungen erlaubt ist. Die Kfz-Montage durch Baugruppenmodule hat seit Jahren den Stand des Qualitätsmanagements entsprechend des Logistikmanagements entwickelt. Beim Qualitätsmanagement des Demontagemanagements bzw.

dem Logistikmanagement müssen AWF-Baugruppenmodule unbedingt angewandt werden.

Genau so oder ähnlich kann man auf den Ebenen der AWF-Demontage unter diversen Randbedingungen die Konzepte der Kfz-Montagebaugruppenmodule in der AWF-Demontage übernehmen und weiterentwickeln. Gleichzeitig koordiniert man weitere Logistikmodule der AWF-Demontage bzw. AWF-Demontage-/Kfz-Montagebaugruppenmodule der Reparaturwerkstattbetriebe.

Demontagebaugruppenmodule sind Karrosserie, Antrieb, Getriebe, Motor, Fahrwerk, Vorder- und Hinterachse, Servolenkung sowie Anlagen [Heizung, Klimaanlage, E-Anlage(Batterie), ABS, Lüftung, Kühlung, Katalysator etc.]. Die physikalischen Zustände der Demontagebaugruppenmodule bestimmen die Entscheidungsfindung der Recyclingstrategieplanung und wirken sich auf die Entscheidungsfindung für die gesamte interne Logistikkette bzw. -netze der Teil- und Gesamtdemontage aus. Hierbei kann man in der frühen Phase der AWF-Demontage negative Auswirkungen vermeiden. Die hybriden Strategieplanungen beschäftigen sich in jedem Fall mit der nachfolgenden Ebenen des „hybriden Recyclings“ entsprechend dem Gewinn für die dominierte AWF-Baugruppenmodule auf dem Ersatzteilmarkt.

Aus Hauptgründen der Kfz-Sicherheitstechnik und der Qualitätsgarantie der Kfz -Verbindungs- und -Verschluß-Elemente sind auf keinen Fall die ausgelösten AWF-Verbindungs-/-Verschluß-Elemente beim Kfz-Bau oder der -Reparatur wiederzuverwenden. Sie müssen als Schrottmüll des AWF beim Materialrecycling direkt behandelt werden.

3.2 Demontagemerkmale

Die heutige Technologie der Kfz-Montage entsprechen dem gegenwärtigen Stand der Technik. Theoretisch ist es einfach zu sagen, daß ohne die AWF-Logistikstrukturen und die -Logistikmerkmale, zu berücksichtigen, die AWF-Demontage die Umkehrung der Kfz-Montage ist. Eine solche aussagefähigen Denkweise ist aber die Basis für die strittigen Ausgangspunkte der einzelner Schritte in der AWF-Demontage.

Ausschlaggebend für die Betrachtung der Demontage des AWF sind die technischen, wirtschaftlichen und logistischen Kernprobleme einer kompletten AWF-Baugruppeneinheit, in de-

ren Auswirkungen auf den genauen fest logistikketteorientierten Weg der Kfz-Montage. Je mehr unsichere Fertigungslogistikelemente und Betriebsmaßnahmen in AWF existieren, desto weniger ist es möglich, auf die genauen festen Fertigungslogistikketten der Kfz-Montage zurückzukehren. Dennoch ist es möglich feste Fertigungslogistikketten mit eigenen Strukturen und Merkmalen der AWF-Demontage zu entwickeln

Die AWF-Demontage besteht aus Planungs-, Produktions- und Fertigungslogistik. Die Produktionslogistik ist sehr eng mit der externen Logistikdistribution bzw. Materialwirtschaftslogistik verbunden. Dabei hängt die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) der AWF-Demontage von der AWF-Zulieferungsmenge ab. Auf die AWF-Demontage-PPS-Stellen ist eine langfristige Logistikstrategie in den Kfz-Montage-PPS-Stellen aufzubauen. Natürlich werden die Anteile an der gewonnenen Gesamtmenge des Materials, die zur Wiederverwendungen- und -verwertungen anfallen, die hybriden AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montage-PPS Größen beeinflussen. Die Größe der Beeinflussung hängt von den Verwendbarkeits-, Wiederherstellbarkeits- und die Verwertbarkeitsgraden des AWF ab.

Die Logistik der AWF-Demontage umfaßt die Handhabungs-, die Technik-, die Organisations- und die Konstruktionsmodule. Dabei liegen die Fertigungslogistikstellen genau innerhalb und zwischen diesen Modulen. Eine hybride Gesamt-AWF-Demontage-Kfz-Remontage-Kfz-Montage kann nur auf den Fertigungslogistikebene zusammengebaut werden. Dabei spielen Informations- und Datenflüsse der Kfz-Verbindung-/Verschluß-Elementen, -Technik, -Konstruktion und Gestaltung, -Design, -Systeme, -Steuerung, -Kulturen und -Philosophie eine wesentliche Rolle zur erfolgreichen umweltverträglichen Gesamtbetriebung der AWF-Demontage und Kfz-Remontage und Kfz-Montage.

Die Logistik der hybriden Strategieplanungen der hybriden Gesamt-AWF-Demontage-Kfz-Remontage-Kfz-Montage bestimmt jede Phase der Logistikstellen deren gesamten Abläufen. Es zeigt sich, daß die wechselnden „Informations-, Daten- und Materialflüsse“ der Logistikstrukturen der Kfz-Montage einfacher und leichter zu steuern sind, als die schwierigen, ungeordneten und ungesicherten Flüsse der AWF-Demontage bei den Arbeitssystemlösungen in den hybriden Recyclingstrategieplanungen. Die Integration der AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montage braucht deshalb neue Konzepte des CAD-Entwurfs für das leichtere und demontierbare Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsystem des Kfz bzw. des AWF. Man kann

die Planer nur dann überzeugen und zum Erfolg kommen, wenn eine feste Logistikkette in der hybriden Recyclingstrategieplanungen Prioritäten im Betrieb der Gesamt-AWF-Demontage-Kfz-Montage setzt.

3.3 Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem

Erkennbare und auffindbare AWF-Verbindungs-/-Verschluß-Stellen für alle AWF-Klassen/-Modelle aller Kfz-Hersteller erweisen sich als zeitaufwendig und kostenintensiv. Es ist möglich und praktisch die konstanten Varianten wie z.B. AWF-Stellen von den Baugruppenmodulen, den Bauteilen, den Werkstoffen, Verbindungen und Verschlüssen mit Hilfe der ursprünglichen Kfz-Konstruktionspläne zu digitalisieren. Aber Digitalisierungen der AWF-Zustandsqualitäten sind in der ersten AWF-Besitzerzulieferung nicht möglich. Dann sollt man eine Risikoauswertung, die nur von den Kundenangaben abhängig ist, mit den stochastischen Überprüfungsmaßnahmen betreiben. Nur wenige und bestimmte zuverlässigen Angabe der Zustandsqualitäten des AWF sind nach der Teil-/Gesamtschritten der AWF-Demontage und der Qualitätsprüfung zu bekommen. Unter solchen Bedingungen werden Informations- und Datenflüsse für die kontinuierlichen Abläufe der AWF-Demontage uneffektiv. Demgegenüber soll ein matrixsystemorientiertes Digitalkoordinatensystem (wie Bild 10, S. 135 zeigt) für die konstanten Varianten des AWF zuständig sein.

Verbindungen wie Verschlüsse liegen meistens zueinander parallel oder vertikal, diagonal, symmetrisch, kreisförmig bzw. unregelmäßig zu einer der drei Achsenkoordinaten. Das Vektorkoordinatensystem muß mit den mechanischen Form- und Kraftschlußrichtungen übereinstimmen. In Sonderfällen zeigt es sich, daß einige Verbindungen oder Verschlüsse aus verschiedenen Vektorrichtungen und in unterschiedlichen Abständen auf eine Achse treffen.

Das Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem setzt innerhalb eines Welt- oder Hauptkoordinatensystems [65] alle diese konstanten Varianten voraus, wobei die Hauptstation der AWF-Demontage bzw. mit ihren verschiedenen Referenzkoordinaten [66] den Darstellungen der AWF-Hauptstationen, der AWF-Module/-Modulebaugruppen/-Modulebauteile (siehe Bild 14, S. 140) und zusammen mit dem Bild 11 (S. 147) entspricht. Mit einem solch modulstrukturorientierten Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem kann man nicht nur digitalisierte Menschen-Mechanismen- und Automatisierungsarbeitsgänge verbinden, sondern auch

eine Integrationsmöglichkeit der digitalisierten variablen Varianten, und auch Entscheidungsfindungen der hybriden Strategieplanungen etc., erzeugen.

Solange das Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem so gestaltet ist, kann man Multimediaüberwachungen und -bewertungen aller AWF-Zustandsqualitäten jeder Demontagestation in solch einem beständigen Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem aufbauen. Solche diskreten On-Line Multimediainformations- und -datenflüsse des Informationssystems der Strategieplanung des hybriden Recyclings sind wesentlich für die Entscheidungsträger und Strategieplaner. Das Verbindungs- /Verschlußdigitalkoordinatensystem ermöglicht im 3D-Arbeitsraum des Roboter manipulators die Automatisierungsvoraussetzungsentwürfe und -gestaltungen in einer Station der AWF-Demontage, wobei sich hohe Stückzahlen in der Abschreibung befinden. Gewiß werden Automatisierungsgrade durch die Optimalsteuerung mit der Strategieplanung des Recyclings und den schraubenorientierten Konstruktionsentwürfen und -gestaltungen für AWF-Demontage des Roboters übereinstimmen.

3.4 Synchronisierung der AWF-Digitalisierung [67]

Wirtschaftlich sinnvolle, technisch mögliche und logistisch wettbewerbsfähige Recyclingstrategieplanungen und -dispositionen dominieren die AWF-Demontage-Sachverhalte und ihre Betriebe. In einem rapiden hybriden Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings setzt ein Wettbewerbsfähigkeitsdruck unter diesen Strategiedispositionen zur Digitalisierung ein. Damit wird die Synchronisierung durch AWF-Demontage ermöglicht. Aber wirtschaftliche, technische und logistische Entscheidungsfindungen sind nicht bei der 3-Achsenkoordinatensystemsbehandlung möglich, sondern nur wenn sie nach der folgenden regelbasierten Matrixdefinitionen von A- zur N-Bestimmungskategorie in Bild 12 (S. 137) laufen und wie die Ranggrade w_{1D} zu w_{5D} unter Klassifizierungsgruppe D : Verbindung-/Verschluß-Stellen , davon w_1 zum w_5 geteilt sind. Die Klassifizierungsgruppe (H) stellt Gewinne (G), Gleichstände (GS) und Verluste (V) dar. Entsprechend sind alle anderen Klassifizierungsgruppen in der gleichen Weise zu synchronisieren.

3.5 Grobplanungsverfahren

Das betriebsfähige Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings übernimmt

die Datenbankeninformationen vom Verkehrsamt und die der Autoreparaturwerkstätten auf seine Ablaufdateien des AWF. Basierend auf diesen historischen Angaben werden AWF-Typen, -Baujahr, -Klassen und -Zustandsqualitäten auf die Grobebene sortiert. Es ist gesetzliche Pflicht, daß der letzte Autobesitzer diese Informationen und Daten an die AWF-Rücknahmestelle geben muß. Eine zusätzliche Maßnahme ist das AWF-Pfand für diese Informationen und Daten. Nur die AWF-Vertragsträger des „hybriden Recyclings“ haben Zugang zu dem Computernetzwerk des Verkehrsamts.

Aus Gründen des Umweltschutzes werden alle gefährlichen Betriebsstoffe und -flüssigkeiten des registrierten AWF während der Trockenlegung entfernt und der Tank gereinigt. Dann können exakte Multimediabilder mit Hilfe von Infra-Rot-, Video- und Röntgenbildern der Nichtdestruktionsinspektion für die erste primitive Bewertungsphase ausgeführt werden. Das zuverlässige Sortierungsverfahren läuft auf einer organisatorischen Ebene, d.h. diverse LKWs, PKWs und Busse des AWF werden zuerst in die Demontagestationen gebracht. Die effektive Sortierung wird dort von den Zustandsqualitäten des AWF systematisch getrennt. Die Bewertungsvarianten werden in physikalische und wirtschaftliche Bedeutung unterteilt.

Das multimediaorientierte Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings greift je nach den Fotos der Verbindungs-Baugruppen/Verschluß-Stellen (Fahrkörper), der -Elemente und Baugruppenmodule des AWF zu und vergleicht dann diese Fotos mit dem ursprünglichen Kfz-Zustandsqualitäten. In der AWF-Demontagestationen werden alle Baugruppenmodule, die mit den Fahrkörpern verbunden sind, durch Demontage-Werkzeuge in bestimmten -Arbeitsgangabläufen und -Zeiten demontiert. Das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings ermöglicht eine fließende interne Gesamt- und Teil-Fertigungslogistikkette durch Baugruppenmodule, Baugruppenverbindungs-/Baugruppenverschluß-Elemente und Baugruppen-Verbindungs-/Baugruppen-Verschluß-Systeme, sowie Baugruppenteil- und Baugruppenteil-Verbindungs-/Baugruppenteil-Verschluß-Konstruktionen.

Die Entwicklung eines solchen modernen Informationssystems der Strategieplanung des hybriden Recyclings wird kostenaufwendig. Ohne Berücksichtigung der langfristigen Rückkehrinvestitionskosten in Abhängigkeit der gesamten Logistikketteleistung des optimal demontageorientierten hybriden Recyclingbetriebes, kommt das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings nicht in die Absatzplanung. Die Grobfinanzplanung geht

davon aus, daß die Gesamtkosten durch möglichst viele verwertbare, wiederherstellbare und verwendbare AWF-Bauteile aufgewogen werden.

Wenn man die gesamten Investitions-, Entwicklungs- und Betriebskosten des Informationssystems der Strategieplanung des hybriden Recyclings berechnet, würde jedoch nach einigen Jahren das erwartende Rückkehrkapital [68] für die gesamte „hybride Recycling“-Kostendeckung und -Gewinn bringen.

Vergleiche :

(Kosten_{Hard- & Software} + Kosten_{Entwicklungen} + Kosten_{Betriebe}) Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings = (Gewinn_{Materialrecycling & Produktrecycling & Wiederherstellung} + unsichtbare Gewinn_{Redundanzkostensenkung + Festinterne-logistikkosten + etc}) (Hybride Recycling-Betriebe)

3.6 Vorbereitungen der Zustandsqualitäten

Nach der Flüssigkeitsentfernung, Reinigung und Trockenlegung des AWF, tastet entweder eine Person manuell oder eine automatisierte Digital-CCD-Unbeweglich-Farb-Videokamera [69] das AWF systematisch ab. Am Anfang ist die automatische Abtastung noch nicht möglich, da einige Projektionspositionierungen an der manuellen Videokamera durch eine Person bestimmt werden müssen. Diese Parameter müssen bekannt sein und per Hand eingestellt werden. Zuerst fotografiert man die AWF-Zustandsqualitäten von außen nach innen, dabei sind Türen und Klappen offen, wobei die meistens sichtbaren Informationen und Daten aufgenommen werden können, wie Bild 13 (S. 138) zeigt.

Ein dreh- und kippbares Erhöhungsgerät dient jeweils der Einstellung der vier Vertikalebenen des AWF. Die Videokamera befindet sich immer gegenüber der N-Ebene, die die Hauptprojektionsebene mit einem optimalen Projektionsabstand (l_1) zur Videokamera bildet. Mit Hilfe eines Portalhängekrans in einer solchen speziellen Erhöhungsgerätsorientierung der AWF-Projektionspositionierung kann man die OB- und U-Ebenen auf die N-Ebene wechseln. Die Kamera tastet das AWF im Abstand l_1 ab. Bei der Abtastung des AWF von innen ist eine Videokamera mit einer „Fisch-Augen“-Linse empfehlenswert. Man stellt diese mit einer optimalen Entfernung im AWF für die Abtastung ein.

Dann registriert man diese Video-Fotos entsprechend der Videokamera-Positionen, -Winkeln,

-Flächenkenngrößen, -Auflösungen, -Abtastzeit, -Pfade, -Digitalisierungsbearbeitungen etc. Solche Strategiedispositionen sind entweder offline oder online, oder beide kombiniert gesteuert.

Bei der weiteren Vorbereitungen der Zustandsqualitäten des AWF werden die verschiedenen Video-Fotos sortiert und katalogisiert entsprechend deren AWF-Zustandsqualitäten, die aus AWF-Klassen, -Typen und -Herstellungsjahren bestehen nach dem jeweiligen Autohersteller und nach den Zustandsqualitäten des AWF in deren Strategiedispositionen der Vorbearbeitung des AWF. Dann werden diese AWF in ihre Lager gebracht und in ihren Dispositionen registriert. Eine solch digitalisierte Disposition ist fortschrittlich, da ein willkürlicher, stichprobenhafter Zugriff auf die Video-Informationen und -Daten der Zustandsqualitäten des AWF gewährleistet ist.

In einem ablaufenden Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings sind die aktuellen Video-Aufnahmequalitäten direkt proportional zu den AWF-Zustandsqualitäten. Die optischen Videokamera-Eigenschaften bzw. Video-Aufnahmequalitäten spielen eine große Rolle bei den Entscheidungen im weiteren AWF-Demontageprozeß. Bei den normalen kommerziellen Digital-CCD-Farb-Videokamera [70] und der Digital-CCD-Linien-Videokamera [71] mit dem Merkmal der Echtzeitberechnung kann man die unbeweglichen und die beweglichen Zielobjektaufnahmen auswählen.

Bei der Echtzeitberechnung [72] dieser Videokamera kann man die Zustandsqualitäten des AWF am Bildschirm sofort online auswerten. Bei den beweglichen Zielobjektaufnahmen werden nur 4 von 25 bis 30 Bildern/s der Videokarte [73] ausgewählt und bei der Strategiedispositionen (Abschnitt 4.1, S. 56) der Zustandsqualitäten auf der Festplatte des Power-PC oder der Workstation gespeichert. Das gilt auch für die unbeweglichen Zielobjektaufnahmen im Durchgangsprozeß der Zustandsqualitätsvorbereitungen des AWF.

Leider ist diese besondere Anwendungsspezifikation der intensiven Echtzeitberechnung dieser Kameras nicht auf dem Markt verfügbar. Man muß dieses gesamte Videokamera-Hardwaresystem und -Softwaresystem [74] selbst zusammenbauen.

Eine Digital-CCD-Farb-Videokamera ist mit CCD-Kühlung zur drastischen Verringerung des

Hintergrundrauschens ausgestattet. Damit werden hochwertige Qualitätsbilder in einer langen Belichtungszeit erzeugt. Die kommerzielle und industrielle Spezifikationsanwendung einer solchen Videokamera sollte die folgenden Optikmerkmale enthalten :

Niedriges Rauschen [75],
 hohe Sensibilität [76],
 niedriger Dunkelstrom[77],
 hohe Abtastgeschwindigkeit,
 breiter Dynamikbereich,
 Doppelanzeigemodus,
 Online-Echtzeitberechnung der ausgezeichneten Pixelanzeige,
 Breitenfernung der Modelle,
 Fiberoptikverbindung mit dem digitalen seriellen I/O-Port,
 Abkühlungstemperatur -30 ~ -400C,
 24 ~ 30 Bit Farbdigitalisierungstiefe,
 PCI-Computerschnittstelle.

Die Strategieträger und -planer entscheiden bei der Spezifikation der CCD-Videokamera-Auswahl nach den Anwendungsmerkmalen der AWF-Videoaufnahmen. Dabei ist ein Auswahlprozeß für die Systemanalyse der Videokamera notwendig. Normalerweise besteht das unbewegliche Digital-CCD-Farb-Videokamera-System aus einem beugungsbegrenzten Objektiv, einem Farb-Filterarray und einem CCD-Bildsensor. Die Modulationsübertragungsfunktionen (MÜF)[78] der CCD-Videokamera welche in Bild 13 (S. 138) dargestellt ist , läßt sich folgendermaßen beschreiben:

MÜF der beugungsbegrenzten Linse:

$M\ddot{U}F(f)_{Linse} = (2/\pi) [\cos^{-1}(f/f_o) - (f/f_o)\{1 - (f/f_o)^2\}^{1/2}]$, wobei die Ortsfrequenz $f_o = D_o/\lambda$, λ ist die Lichtwellenlänge, D_o =Objektivöffnung

Die MÜF eines Objektivs steigt bei gegebener Ortsfrequenz (f) mit der Öffnung (D_o) . Die angegebene Gleichung gilt nur für monochromatischem Licht. Bei polychromatischem Licht muß das Objektiv farbkorrigiert sein. Bildfehler und Defokussierung verringern die MÜF.

Die große MÜF(f)Linse erzeugt eine gute Leistungsfähigkeit der Videoaufnahmen des unbeweglichen Zielobjekts.

MÜF (f) des Sensors stellt sich wie folgt dar:

$MÜF(f)_{\text{Sensor}} = \text{Sin}(\pi df) / (\pi df)$, wobei d die effektive Dimension der Bildelemente (Pixel) des Sensors ist.

Wenn die erste Nullstelle bei $f_0 = 1/d$ des CCD-Sensors mit der ersten Nullstelle der Objektiv-MÜF vereinbar ist und $\text{Sin}(\pi df) / (\pi df) \rightarrow \text{maximum}$, dann ist die optimale Leistung des optoelektronischen Bildsystems erreicht. Ist die Pixeldimension $d <$ der Pixelabstand a, müssen Zwischenwerte interpoliert werden.

MÜF (f) der Interpolation ergibt sich aus:

$MÜF(f)_{\text{Interpolation}} = \text{Cos}^2(\pi af)$, wobei a der Abstand (Raum) zwischen den Pixeln ist

Wenn $a \rightarrow$ der Interpolationsbereich und $\text{Cos}^2(\pi af) \rightarrow \text{Maximum}$, werden die Bildkanten schärfer.

MÜF(f) der Vergrößerung berechnet man wie folgt :

$MÜF(f)_{\text{Vergrößerung}} = 1.0 + B [1.0 - \text{Sin}(M\pi af) / M\text{Sin}(\pi af)]$, wobei B der Verstärkungsbetrag ist; M die Pixelanzahl, der die Durchschnittsfenster benutzenden Vergrößerungsfilter bildet.

B, a und M sind die beeinflussbaren und optimalen Faktoren für die $MÜF(f)_{\text{Vergrößerung}}$. Deshalb sollte man diese Faktoren im Auswahlprozeß der Digital-Stillstand-CCD-Farb-Videokamera beachten.

MÜF (f) des Systems bildet sich wie folgt :

$MÜF(f)_{\text{System}} = \Sigma MÜF_i(m_i f)$, wobei $MÜF_i$ die i Komponentenzahl des Systems und m_i der Vergrößerungsfaktor ist.

Bei einem optoelektronischen System dieser Videokamera wirken sich die Komponentenzahl des Systems auf den Vergrößerungsfaktor des gesamten $MÜF(f)_{\text{System}}$ aus. Dadurch sind diese Daten und Informationen wichtig für die Entscheidungsfindung des CCD-Videokameraeinsatzes.

Die Schärfe der Cascaded Modulationsübertragung (CMÜ) ist

$$CMÜ = 100 + 66 \text{ Log } [R_{System} / R_{Augen}],$$

wobei,

$$R_{System} = \int MÜF(f)_{System} MÜF(f)_{Augen} df$$

und

$$R_{Augen} = \int MÜF(f)_{Augen} df \quad \text{sind}$$

$$MÜF(f)_{Augen} = 2.69 \left[0.0192 + \left(\frac{kf}{8.772} \right) \right] e^{-\left(\frac{kf}{8.772} \right)^{1.1}}$$

wobei k eine Konversion zwischen Linien pro Grad und Linien pro Millimeter ist.

CMÜ leitet eine Gleichung der $MÜF(f)_{Augen}$ des Menschen durch die optoelektronischen und photopsychologischen Systeme ab. Der Koeffizient k wird von den verschiedenen Digital-CCD-Farb-Videokameras gemessen und in die Gleichung eingesetzt, um das Maximum der $MÜF(f)_{Augen}$ für die Bestimmung dieser Videokameraauswahl sicherzustellen.

Die Behandlung der Bildwerkzeugmetrik bzw. das Verfahren zur Bildkantenglättung beschreibt sich wie folgt:

Die Stichprobenfrequenz (f_s) ist der Kehrwert des Abstandes (a) zwischen den Pixelzentren auf dem CCD-Array

$$f_s = 1/a$$

$$\text{Nyquist-Frequenz } f_N = f_s / 2$$

$$\text{Potentialaliasing (PA)} = \frac{\int_{-f_N}^{f_N} MÜF_{System}(f - nf_s) df}{\int_{-f_N}^{f_N} MÜF_{System}(f) df}$$

unter der Einschränkung der Signalaliasingsverhalten im zentralen Bereich

$$-f_N < f < f_N$$

Die Nyquist-Frequenz (f_N) dominiert die Eigenschaft der Potentialaliasing (PA). Wenn $\Sigma\ddot{M}\ddot{U}F_{\text{System}}(f - nf_s) = \Sigma\ddot{M}\ddot{U}F_{\text{System}}(f)$, $PA=1$, d.h. PA ist hoch, wenn $\Sigma\ddot{M}\ddot{U}F_{\text{System}}(f - nf_s) < \Sigma\ddot{M}\ddot{U}F_{\text{System}}(f)$, $PA < 1$, und das PA ist niedrig und besser für Video-Fotoaufnahmen.

Es folgt eine Aufstellung der zu berücksichtigenden ISO und DIN-Normen [79]:

(1) ISO CD 14524 [80]-Das Meßverfahren für die optoelektronische Konversionsfunktion legt das objektive Meßverfahren der digitalen CCD-Farb-Videokamera unter folgenden Meßbedingungen gegenüber dem Zielobjekt fest:

- die Aufnahme von Graufeldern mit Kontrast von 20 : 1 und 1000 : 1,
- die Verteilungstemperatur der Lichtquelle von (3100 + 100)k und (3100 - 100)k,
- Beleuchtungsstärke von (2100 + 100) lx und (2100 - 100) lx,
- die Ungleichmäßigkeit der Objektbeleuchtung muß geringer als 5 % sein.

(2) Die Normbestimmung des [81] „AV, ISO WD 12233, Auflösungsvermögen (AV) der optoelektronischen, digitalen, nichtbeweglichen CCD-Farb-Videokamera“ gegenüber einer Vorlage der Farbe erfolgt so, daß die roten, grünen und gelben Farbsignale durch die Ortsfrequenz in ihren Luminanzwerten reduziert werden. Aber das AV einer CCD-Schwarzweiß-Videokamera wird mit einer Schwarzweißvorlage mit definierten Kontrast- und Linienmustern variabler Ortsfrequenz bestimmt.

(3) ISO TC172/SC1/WG1 [82] entspricht der MÜF an sinusförmigen Testmustern vorgegebener Ortsfrequenz und mit vorgegebenem Kontrast.

(4) DIN IEC 100C /25 /CD 1996 [83], (Entwurf) Meßverfahren für Videokameras Teil 3 : Automatische Funktionen von Videokameras und Camcordern: legt die Graustufenprüfvorlage, die Spureinstellungs-, Auflösungs- und gleichmäßig weiße Prüfvorlage fest. Die Spezifikation der Spureinstellungsvorlage sind die optischen Filter, W4 und der Neutralfilter, der Neutralfilter 1,3 und C14 für dynamische Merkmale des automatischen Weißabgleiches. Die Meßergebnisse werden als Referenzdaten für die AWF-Video-Aufnahmen verwendet.

Diese ISO- und DIN-Normen werden wie Richtlinien für die Videokamera-Auswahlprozesse

und -Auswahlverfahren bei der AWF-Demontage hinzugezogen. Die Entscheidungen erfolgen, um die geeigneten Digital-CCD-Farb-Videokameras für die AWF-Demontage auszuwählen und um die hohe Qualität der Video-Bilder sicherzustellen.

Strategieprojektionsdispositionen des Videos nimmt man nach der Reihenfolge der wichtigen Teile auf, wie Motor, Antrieb, Getriebe, Fahrwerk, Servolenkung, diverse Anlagen, Sitze, Instrumententafeln, Reifen, Hinter- und Vorderachse (Siehe Tabelle 7, S. 139). Tabelle 7 (S. 139) ist eine Art Richtlinie für die systematische Video-Aufnahme. Dabei werden Karosserien mit der Schrottmühle behandelt. Wegen einer kompletten AWF-Mehrfachmodulebaustuktur ist es nicht möglich, sofort alle Informationen und Daten über Zustandsqualitäten des AWF durch die erste Video-Durchlaufphase zu bekommen. Nur nachdem alle Verbindungen/Verschlüsse jeder Baumodule, -gruppen und -teile demontiert wurden, kann man mehr Informationen und Daten über Zustandsqualitäten des AWF erhalten.

Trotzdem verstecken sich die Zustandsqualitäten des AWF in diversen Baustrukturschichten. AWF-Zustandsqualitätsstrategiedispositionen erhöhen die Zuverlässigkeit der nötigen Informationen und Daten (bis zu 50 % oder mehr) durch die Video-Behandlung im ersten Globaluntersuchungsprozeß des AWF. Danach kann man die Strategiedispositionen in einer Tabelle anordnen.

Entsprechend der Konstruktionsmodule des AWF begrenzt die Video-Aufnahme die effizienten Zustandsqualitätsdaten und -informationen im ersten Durchgangsprozeß. Wie in Tabelle 7 (S. 139) zu sehen ist, bemüht man sich, einen möglichst großen Prozentgehalte zu erhalten. Mit diesen direkten und zuverlässigen Video-Eingangsinformationen und -daten können die Strategieträger und -planer entscheiden, ob dies AWF in einer einzigen Demontagezelle des AWF oder in mehreren Zellen richtig behandelt werden sollen. Vielfältige Zellen bedeuten größere Investitions- und Betriebskosten. Deshalb lohnt es sich, nur mit einer festen und möglichst hohen AWF-Zulieferungsanzahl (d.h. eine Großseriendemontage) der externen Logistikketten zu arbeiten. Andernfalls müssen einige bestimmte Zustandsqualitäten des AWF für mehrerer Demontagezellen ausgeschlossen werden.

Die Demonteure müssen die Bauteile immer für alle möglichen Situationen der Zustandsqualitäten des AWF zerlegen können. Unter dieser herausfordernden Mehrfachaufgabe ist das Neu-

ronal-Feed-Forward-Netz [84] mit den Rückwärtspropagationen und der adaptiven Lernprozeß und -strategie die beste Betriebsoption für eine solch vielseitige Integration der Fachkenntnisse.

Die Video-Bandverarbeitungen umfassen die Videokarte-, Overlay-Vertonungs-, Schnitt-Techniken-, Synchronisierungs-, Digital-Video-Komprimierungs-, Videofreizeichnen-Digital-Video-signalverarbeitungs- und Digitalisierungsverfahren [85]. Zuerst muß man das Video-Band auf einer Festplatte speichern. Durch die in der Video-Karte integrierte beide Video-Hardware und -Software kann man systematisch und effektiv die Video-Bandverarbeitung durchführen.

3.7 Demontage-Setup

Für die AWF-Demontage sind in der Anwendungsspezifikation von Bild 13 (S. 138) Kfz-Erhebungsgeräte und Kfz-Vorrichtungen, Demontagelaufbänder, Handhabungsgeräte, Demontagefachkenntnisse und Fördermittel, z.B. verschiedene Behälter, Schienen, Gitterboxen oder Container, Förderfließbänder und Gabelstapler für die Deponie nötig.

Die Werkzeuge für die Demontage des AWF gelten für die konventionellen Geräte und Vorrichtungen der Instandhaltung und Instandsetzung der Werkstätten des Kfz-Herstellers, z.B. Luft-, Akku-, Hydraulik- und Elektrikantrieb-Schraubengeräte, etc. Es ist nötig, neue Werkzeuge für die umwelt- und recyclingverträgliche Demontage zu entwickeln, wenn die umweltbewußten Konstruktionsentwürfe und -gestaltungen der Verbindungen nicht mehr mit den konventionellen Werkzeugen demontiert werden können.

Die Anwendungs-Möglichkeit und -Kapazität der Strategieplanung des hybriden Recyclings bleiben zur Zeit noch eine offene Frage. Bis jetzt sind die monatliche AWF-Anzahl für Demontage und die Laufbandanzahl der AWF-Demontage unsicher und unbekannt. Die Demontage- und Recyclinganzahl des AWF hängen insgesamt von den externen Logistikketten und von den -netzen ab. Eine exakte interne Fertigungslogistikkette entscheidet auch die Infrastrukturen bei der Fabrikplanung der AWF-Demontage. Ohne daß die Statistik- und Referenzdaten vorhanden sind, ist es unmöglich, die Kapazitäten der Recyclingstrategieplanung zu berechnen,

Nachdem effektiven Foto- oder Videoaufnahmen des AWF bei der Trockenlegung (siehe Bild 13, S. 138) gemacht wurden, gibt man die Zustandsqualitäten des AWF mit den Entscheidungen

online durch das Computernetz an den Monitor der Hauptdemontagestation im ersten Übergangs- oder Durchgangsprozeß. Die Arbeitsaufgaben am Computerbildschirm sind für die Demonteure an dieser Station verfügbar.

Wie Bild 14 (S. 140) veranschaulicht, sind Förderfließbänder der AWF-Demontage, die mit einander verbunden sind, bei den verschiedenen Demontagestellen vorhanden, auf deren entfügende AWF-Baugruppenteile und -werkstoffe getrennt werden. Die gesamten Förderfließbänder sollen als eine optimale Fertigungshandhabungskette an dem Demontagestandort eingesetzt werden. Wegen des AWF als einer kompletten Demontageeinheit für die vielfältigen zerlegbaren Bauteile ist eine zentralisierte Hauptdemontagestation für eine solche Demontagestrukturbehandlung und -gestaltung geeignet. Auf einer parallelen Förderschienen beliefern die AFW diese Station, wobei x Förderfließbänder für x Baugruppenmodule eingesetzt werden sollen. In dieser Station sind zwei Drehwandkrane für die Ausladung jeder demontierten Baugruppenmodule auf die Förderfließbänder vorgesehen. Durch zwei, auf je nach X und Y-Achsen drehbaren Videokameras (siehe Bild 16, S. 144 - S. 147), werden die auf den Schienen hängenden demontierten Zielobjekte abgetastet. In jeder Demontagestation gibt es eine gesteuerte Videokamera, die die Zustandsqualitäten des Zielobjektes auf dem Computerbildschirm visualisiert.

Jedes x-Endfließband ist wiederum eng mit einer dezentralisierten Unterdemontagestation (d.h. einer Fließ- oder Mehrstufendemontagestation im Gegensatz zur üblichen Werkstatt- oder Einstufendemontagestation) verbunden. Diese Untergliederungsstation ist entweder wie eine Kreis-, Mehrfachparallel- oder Einzelparallelfließbandform gestaltet. Jedoch sind die Kreis- oder Mehrfachparallelformen der Demontagegestaltungen teurer als die Einzelparallelform. Das hängt offensichtlich von der AWF-Baugruppenmodul- und AWF-Bauteilkonstruktionsstruktur ab. Mehrstufendemontagestationen und die teureren Demontagegestaltungsformen sind speziell bei größeren Stückzahlen bzw. bei einem höheren Zerlegungsgrad vorteilhaft.

Die Maßnahmen der Sortenbereinigung der Demontage bzw. des Produktrecyclings und die Wiederherstellung und das Materialrecycling werden in jeder Demontagestation der AWF-Demontagezelle durchgeführt. An die Sortenbereinigung des Produktrecyclings schließen Behälter oder Container für die demontierten Bauteile der verschiedenen Erfolgegrade an, ebenso Behälter und Container für Kunststoffe, Metalle und Verpackungen mit dem grünen Punkt des

Materialrecyclings. Bei den organisatorischen Maßnahmen steuert man umweltbewußten Fertigungen und Leistungsfähigkeiten der Trennprozesse und -verfahren in den Demontageabläufen im Hinblick auf die Einschränkung der Kosten.

Obwohl Fachkenntnisse der Demontage in einem solch hierarchiemodulstrukturorientierten AWF-Demontagezelle-Modell einen hohen Stellenwert einnehmen, sind für die manuelle Struktur der AWF-Demontage die aktuellen und vorhandenen Informations- und Datenflüsse entscheidender als fundierte Fachkenntnisse über diverse geeignete Formgestaltungen. Zuletzt baut man eine AWF-Demontagezelle auf . Verschiedene AWF-Klassen, -Modelle und -Baujahre werden in diversen Demontagezelle des AWF zerlegt. Die AWF-Gesamtdemontagezelle durchläuft alle verschiedenen AWF-Demontagezellen.

Die optimal festgelegten Logistikbestandteile jeder AWF-Demontagezelle können die gesamte benötigte Demontageführungszeit bis zu 40 % verkürzen. Überwachungen und Untersuchungen der Logistikschwachstellen durch Videos für jede Demontagestation in einer AWF-Demontagezelle bzw. für die Gesamt-AWF-Demontagezelle müssen in einem Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings integriert werden.

Informations-, Daten- und Materialfluß durch jede AWF-Demontagezelle sind hoch autonomiegestaltet, damit die Flexibilitätsgrade erreicht werden können. Eine Gesamt-AWF-Demontagezelle besteht aus Multi-AWF-Demontagezellen, wobei sich diverse unsichere, unbekannte und unsichtbare oder gemischte Informations- und Datenarten in einem vollständigen AWF-Gesamtdemontagekapazitätssystem durchsetzen . In einem solchen System benehmen sich Informations- und Datenflüsse viel komplexer als in einer einzigen Demontagezelle des AWF. Sicherlich ist ein solches System eine Herausforderung für Strategieentscheidungsentwickler, -träger und -planer.

3.8 Demontagebausteine

Bild 15 (S. 141 -S. 143) gibt einen Überblick einer Strategiedisposition aller möglichen Logistikvariablen der Demontage in einer Demontagezelle des AWF . Solch eine Disposition ist für Logistikentwickler, -planer, -entwickler, -manager, Entscheidungsträger, -planer, -entwickler, Strategieträger, -entwickler und -planer sehr praktisch, weil fast alle Eingangsinformationen

und -daten gegenüber diesem Ausgang systematischer Zuordnung von innen nach außen vorhanden sind (siehe Bild 15, S. 141- S. 143). Die Lokalisierungen dieser Variablen bedienen sich einer dezentralen Demontagestruktur, d.h. vom Anfang der Hauptdemontagestation durch Untergliederungsstationen bis zur Deponie. Diese ablaufende Verteilung der Variablen entwickelt sich durch alle Demontageprozeß und -verfahren. Fixe, wechselhafte und relevante Variablen nehmen von Anfang an bei der Datenakquisition und -beschaffung allmählich zu, d.h. sie fließen dynamisch, kontinuierlich und diskret. Deswegen sind Demontagebausteine des AWF für die optimalen Bestimmungen und Manöver des Gesamtbetriebs der Demontage wesentlich.

Die hierarchischen Betriebsfunktionen der Fünfschicht-Achteckdarstellung der Logistikvariablen der AWF-Demontage sind folgendermaßen systematisch in die verschiedenen Logistikebenen einzuteilen. In einem sehr komplexen System der AWF-Demontage fließen unzuverlässige Informationen und Daten aus der Kernschicht. Dann übertragen sie sich von der inneren Schicht durch alle Schichten zu der äußersten. Diverse Auswirkungsbetriebsgrade verbreiten sich ebenso in einem solchen modulstrukturgestalteten System der AWF-Demontage. Mit dem System kann man die schwachen Logistikstellen einer AWF-Demontage herausfinden, die dadurch sofort erkannt werden können. Das ist aber für ein solches System zeitaufwendig und kostspielig .

Unzuverlässige und nichterhältliche Informations- und Datenflüsse der AWF-Demontage behindern ein einträgliches Betriebsgeschäft. Solche Verlustauswirkungsgrade verringern die Investitionschancen der Industrie in der AWF-Demontage. Solange Informations- und Datenvariablen des AWF noch nicht lösbar sind, werden AWF-Demontagebausteine nicht zum Einsatz kommen.

Mit Hilfe von Bild 15 (S. 141 - S. 143) kann man ein digitalorientiertes Matrixsystem für diese Datenflüsse auf den Fertigungslogistikebenen aufbauen. Sicherlich ist es möglich, alle erwünschten AWF-Informationen und -Daten in einem hohen integrierbaren Digital-Matrixsystem in Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recycling darzustellen, wenn sie definiert werden können. Ein AWF-Teil-/-Gesamt-Demontagesystem behandelt verschiedene kritische Situationen in einer AWF-Demontageszelle oder in einer Multi-AWF-Demontageszelle. Ohne daß hohe synchronisierte Digitalisierungsgesamtvariablen des AWF vorhanden sind, ist

es nicht möglich, die Globallogistikstrategie effektiv durchzuführen.

AWF-Demontagebausteine, die in den Gesamtvarianten in Bild 15 (S. 141 - S. 143) festgelegt sind, sollten in einem umweltbewußten Rahmen wie folgt behandelt werden:

Eine wirtschaftlich sinnvolle AWF-Demontage bzw. alle Betriebs- und Investitionskosten sind einträglich, wenn sie durch eine langfristige Betriebsredundanzstrategie durchgesetzt werden. In dem zielgerichteten Anwendungsrahmen und auch nach ihren eigenen Randbedingungen kann eine solche technisch gerichtete Demontage nach dem Stand der Technik des Multidisziplinbereiches weiterentwickelt werden. Außerdem ist diese logistische wettbewerbsfähige Demontage damit beschäftigt, daß ein kostengünstiger Betriebsweg mit Dispositionsstrategiebestimmungen und -manövern aller Stück- und Checklisten der Demontagebausteine begangen werden soll.

Demontagebausteine dominieren die Recyclingprozesse, -funktionen und -verfahren. Sie bestimmen das ganze Produktrecycling, die Wiederherstellung und das Materialrecycling. Ohne klare Konzepte und Definitionen von Produktrecycling, Wiederherstellung und Materialrecycling werden sich deren verschiedene Methoden in ihrer Zielsetzung verändern. Der Schwerpunkt des Betriebs liegt entweder beim Produktrecycling, beim Materialrecycling oder bei der Wiederherstellung, oder bei zwei der drei Verfahren; oder aber alle drei Verfahren wirken sich in der Kombination der Betriebsvarianten bzw. -funktionen der Demontagebausteine aus. Das Produktrecycling unterscheidet sich vom Materialrecycling und von der Wiederherstellung in folgender Weise:

Die miteinander verbundenen Bauteile sind dann recyclingprozeßgerecht hinsichtlich der Produktrecyclingfähigkeit, wenn bei Trennprozessen und -verfahren durch Art und Anzahl der Verbindungen und Verschlüsse ein ausgleichendes Demontieren, Zerstören oder Erhalten der Verbindungen erkennbar ist und wenn durch diese Prozesse und Verfahren der Recyclingprozeß in seinem Ablauf nicht nur eine maximale Wertschöpfung, sondern auch Produktverwendung erreicht. Für eine automatisierte Zerlegung entfällt die Forderung nach Erkennbarkeit für das Produktrecycling und die Wiederherstellung, aber nicht für das Materialrecycling. Im Gegensatz zu produktrecyclinggerechtem Verbund sind beim Materialrecycling Bauteile materialrecycling- und wiederherstellungsgerecht verbunden.

Das wesentliche Arbeitsprinzip für das Qualitätsmanagement des Logistikmanagements im AWF-Demontagemanagement beschäftigt sich mit den Kernlogistikproblemen des Verbindungs-/Zerlegungs- und Verschlußsystems des Kfz bzw. des AWF; der AWF-/Kfz-Baugruppenmodule und der modularen Demontagecharakteristik. Die gegenwärtigen und zukünftigen Bestimmungen des Verbindungs-/Verschlußdigitalkoordinatensystems, der Synchronisierung der AWF-Digitalisierung, des Grobplanungsverfahrens, der gesamten Zustandsqualitätsvorbereitungen, des Demontage-Setups und der Demontagebausteine sind für den umweltverträglichen Recyclingweg und die hybriden Recyclingstrategieplanungen unbedingt nötig. Alle möglichen Strategiedispositionen werden im folgenden Kapitel näher erläutert.

4. Strategiedispositionen

Strategiedispositionen für ein solch komplexes System der Strategieplanung eines hybriden Recyclings der AWF-Demontage/Kfz-Remontage/Kfz-Montage sind notwendig, um unsichere, unbekannte und unsichtbare, also sogenannten kritischen Informationen und Daten zu bestimmen. Ohne daß Strategiedispositionen des AWF erst verfügbar sind, ist es sehr schwierig und fast unmöglich, das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings gegenüber den Logistikvariablen des AWF zu manövrieren. Eine weitere sinnvolle Zielsetzung der Strategiedispositionen besteht im internen Betriebsprinzip der Logistik, so daß alle möglichen kritischen Situationen der Demontageteile des AWF auf den Dispositionen der Check- und Stücklisten vorhanden sind. Damit können Fachexperten kostengünstige Demontagebetriebe führen. Mit diesen Strategiedispositionen kann man Schwach-, Gleichstands- und Gewinnstellen der internen Logistik bei den Strategieplanungen des hybriden Recyclings bestimmen.

Die ablaufenden und aufgearbeiteten Strategiedispositionen ermöglichen den Strategieträgern, -entwicklern, -analytikern und -planern der Logistik nicht nur verschiedene Zustandsqualitäten des AWF in einem Gewinnbereich des Betriebes gleichzeitig zu analysieren und weiter zu bestimmen, sondern auch auf kritische Situationen des Informations-, Daten- und Materialflusses rechtzeitig zu reagieren. Diese Strategiedispositionen erlauben auch einen hohen Flexibilitätsgrad der Integrationen der Multifachkenntnisse von Experten. In solch einem strategiedisposi-

tionsunterstützten Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings hängen jedoch alle relevanten Fachkenntnisse voneinander ab, d.h. Strategiedispositionen erfordern wohlorganisierte, hochleistungs-, wechselwirkungs- und integrationsfähige Arbeitsgruppen, um die Strategieplanungen des hybriden Recyclings möglichst effektiv im umweltverträglichen Weg durchzuführen.

Die Strategiedispositionen des AWF behandeln alle Typen und Klassen der PKW, LKW und Busse entsprechend ihren Zustandsqualitäten durch Be- und Verarbeitungen der Videos, welche dann in einer umfangreichen Datenbank der Strategiedispositionen des AWF gespeichert werden. Video-Bearbeitungs- und -Verarbeitungsvariablen, wie in Tabelle 7 (S. 139) gezeigt wird, müssen auf maximal 50 Variablen begrenzt werden.

4.1 Strategiedispositionen der Zustandsqualitäten

Durch Online-Multimediatelevisoren kann man auf vielfältige Fotos der Zustandsqualitäten des AWF in einem rapiden Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings zurückgreifen, schon während die Prozesse der gesamten AWF-Zustandsqualitäten-Analysen, -Bewertung, -Interpretation und -Entscheidung ablaufen. Man muß darauf hinweisen, daß die schlechte Fotoqualitäten der AWF-Zustandsqualitäten die Informationen und Daten irreführen können. Dadurch hängen die Kernprobleme der Entscheidungsfindungen des AWF-Demontageverfahren gegenüber AWF-Zustandsqualitäten von der Qualität dieser Fotoaufnahmen ab.

Beim zweiten Durchgangsprozeß kommt das AWF in die Hauptdemontagestation. Mindestens bis zu 30 oder 40 % der AWF-Daten der ganzen Zustandsqualitätsvorbereitungen (siehe Abschnitt 3.6, S. 43) müssen zuerst an diese Station geliefert werden. Der Zerlegungs-Prozeß und das -Verfahren laufen nach dem Entscheidungsfindungs-Plan ab. Jedes demontierte AWF-Baugruppenmodul hängt auf einer beweglichen Schienen, damit dieses von einer Videokamera vollständig abgetastet werden kann. Die Geschwindigkeit der Schienen ist nahezu 2 bis 3 m/s. Aber das zu demontierende Objekt bleibt einige Minuten unbeweglich im Videoaufnahmebereich, wobei es von der Digital-CCD-Farb-Videokamera abgetastet wird. Dann fährt es weiter zum Demontagezielort. Dort verbleibt es ungefähr 10 bis 15 Minuten. In der Zwischenzeit können diese Daten ausgewertet und Entscheidungen getroffen werden. Der Abstand der beiden abzutastenden demontierter Objekte wird jedoch nach dem Maraldischen Winkel Bild 16 (S.

144 - S. 147) für die vier Positionierungen der Strategiedispositionen der Videokameras optimiert.

Wie Bild 16 (S. 144 - S. 147) zeigt, sind die vier Positionierungen der Videokamera-Strategiedispositionen innerhalb eines d_j Abtastungsrahmen und d_j von Station zu Station unterschiedlich, und diese Strategiedispositionen hängen auch von den teil- oder volldemontierten Objektmengen und -größen ab. Jede Videokamera tastet senkrecht auf jeder Ebene des teil- oder volldemontierten Objekts in verschiedenen Entfernungen d_i ab, die direkt proportional zu den irregulären Zielobjektkenngrößen und -formen sind. Wie in den Bildern 17 & 18 (S. 148 & S. 149) zu sehen ist, rotiert Videokamera-A von der Abtaststelle 1 (-a, a, a) nach 2 (a, -a, a) und genau so Videokamera-B von 3 (-a, -a, -a) nach 4 (a, a, -a). Je nach Abtaststelle 1 und 2 der Videokamera-A sowie 3 und 4 der Videokamera-B bleibt eine optimale Entfernung $X \sim 3,674$, des Zielobjekthalbmessers. (Siehe Bild 16, S. 144 - S. 147). Das demontierte Objekt liegt auf dem Ursprungspunkt der Achsen.

Bild 19 (S. 149) zeigt, daß Videokamera-A und Videokamera-B direkt mit einem Analog-Multiplex-Schalter verbunden sind, der die SVHS-Daten überträgt. Danach schließen sie sich an eine Workstation oder einen Power PC mit Netzverbindungen an. Zwischen dem Schalter und der Workstation oder dem PC befindet sich eine Digitalsteuerungsanlage. Damit können die zwei Videokameras die aufgenommenen SVHS digitalisieren. Auf der Workstationsfestplatte werden ein Analog-Digitalkonverter [86], eine PAL-Videokarte mit der max. Auflösung von $768 \times 576 / 520$ Pixel und der Zugrifffähigkeit von ca. 25 (bis 30 Bildern bei NTSC) pro Sekunde sowie eine Treiberkarte für die Software aufgebaut. Schließlich übergibt die Workstation die digitalisierten Daten direkt online an einen Monitor. Mit Hilfe von Multimediasoftwarepaketen können die Daten auf vier Abbildern am Bildschirm visualisiert werden.

Das aufbauende System der Videokameras mit den digitalisierten Merkmalen ist unkompliziert. Diese Merkmale können die Digitalsignale durch das „Firewire“ direkt in einer bereits digitalisierte Workstation übertragen. Der Endprozeß der Visualisierung verläuft ebenso wie bei der Videokamera mit SVHS.

Die Abbilder 1 bis 4 von Bild 19 (S. 149) stellen die Segmente der Oberflächen des Zielobjekts dar. Es ist möglich, aber nicht nötig, diese Abbilder durch einen Entwicklungsablauf zu einer

3D-Darstellung zusammensetzen. Folgende Auflösung der Ebenenvideoaufnahmen ist empfehlenswert : Entweder $240 \times 240 \times 8$ oder $560 \times 560 \times 8$ Bits (inklusive der Farbwerte), d.h. $240 \times 240 \times 4 \times 8$ oder $560 \times 560 \times 4 \times 8$ Bits für jedes teil- oder volldemontierte Objekt in irgendeiner Demontagestation. Es wäre immer günstig, wenn ein zentraler leistungsfähiger Power-PC oder eine zentrale Workstation auf die Bilder aller demontierten Objekte in allen Stationen gleichzeitig zugreifen könnte. Bild 20 (S. 150) zeigt einen solchen Ansatz, bei dem die JPEG-Komprimierung [88] der Videobilder von 5:1 bis 20:1 beträgt. Trotzdem kann man diese Videos für das Entscheidungsmanagement bzw. die -findung benutzen. Wenn die „Frame Grabber“[89]-Zugriffsfähigkeit zunimmt, gibt es keine Probleme im „Real-Time“-Echtzeitberechnungssystem für die Videodatenbehandlung und -speicherung der Zugriffsfähigkeit der Videokarte.

Eine Alternative zur angewandten Situation von Bild 20 (S. 150) ist jedoch empfehlenswert, damit jede Workstation oder jeder Power-PC, der eine Netzverbindung hat, in der eigenen Demontagestation unabhängig von einander arbeiten kann. Eine dezentrale Strategie des Workstationeinsatzes oder des PC-Einsatzes ist nicht billig, aber sie liefert eine sicherere und bessere Videoqualität für die richtigen Entscheidungen.

Die Auswahlvarianten für das Videosystem sind die Analogsysteme Beta-Cam, SVHS und VHS oder die Digitalssysteme DVC und DVC-Pro; JPEG, MPEG, PEG, PckBits und LZW sind die Möglichkeiten für die Komprimierungssoftware sowie PAL , NTSC und SECAM die Normen für die Videokarte.

Bild 19 (S. 149) zeigt auch eine Übergangslösung für die Videosignalverarbeitung , -zugriff, und -speicherung, da das Betriebssystem des Analog-Multiplen-X-Schalters genau so wie ein „Flip-Flop“-Arbeitsprinzip in dem Synchronisierungsprozeß der vier Abbilder funktioniert. Dadurch werden wahrscheinlich nur 12 Bilder/s von den 25 Bildern/s (in der Praxis beim Setup bis zu 23 Bildern) geliefert, 13 Bilder/s gehen also verloren. Es ist jedoch nicht kostengünstig und sinnvoll, 4 Power PC oder 4 Workstationen für 4 Bildsignalverarbeitungen [90] zu verwenden, um 6 Ebenen des Objekts zu visualisieren. Wenn ein Power PC oder eine Workstation für diese Spezifikation angewendet würde, muß man beim Echtzeitberechnungssystem der Videodaten in wenigen Sekunden vier richtige Abbilder auswählen und speichern. Nach dem Auswählen werden die Restbilder nicht gespeichert.

Die erwünschte aber nicht kostengünstigste Festlegung sollte in einer Workstation 3 oder 2 Video- bzw. Treiberkarten, mehrere Übertragungsbusse und -prozessoren, sowie eine hohe Speicherkapazität der Festplatte mit einem Umfeld (Bilder 17, 18, 19 & 20 entsprechend der S. 159 - S. 161) haben. Eine Workstation mit einer solchen Speicherkapazität der Hochleistung kann SUN, Silicon Graphics oder HP sein. Das hängt vollständig von der Anwendungskapazität und -spezifikation ab. Natürlich wirken sich die gesamten Videosignal-Kenngrößen und -Datenstrukturen auf den Architekturentwurf der Hardware und Software des Multimedivideos aus.

Solange die Einschränkung der rapiden Videosignalverarbeitung an der Hardware liegt, muß die Software unbedingt suffizienter und effizienter zugreifen können. Deshalb ist die strategische Datenbestimmung des Multimedivideos geprägt wie folgt :

- Spärliche Datenbehandlung
- Knotenoptimierung
- Baumstruktur

Da bei vielen Bildern pro Sekunde große Speicherprobleme auftreten, sind vier perfekte Qualitätsbilder des beliebigen demontierten Objekts für ein Videobild ausreichend, um eine Entscheidung zu treffen.

4.2 Verbindungs- und Verschlusstrategiedispositionen

Verbindungen und Verschlüsse können wahrscheinlich zu 20 bis 30 % in dem ersten Durchgangsprozeß der Zustandsqualitätsvorbereitung mit Hilfe der Konstruktionspläne identifiziert werden. Ihre Erkennbarkeitsstellen bleiben bei den Video-Analysen, -Interpretationen und -Bewertungen immer unsicher und unsichtbar. Deshalb fällt es den Betrieben unter solchen Struktureinschränkungen schwer die kritischen Bestimmungen ihrer physikalischen und mechanischen Zustände zu steuern.

Verbindungen zwischen Aggregat und Karosserie werden nach der Dispositionsstelle demontiert und nicht zerstört. Sie bilden den ersten Schritt zur Zugänglichkeit der Übergangsprozesse und -verfahren der Demontageabläufe. Das gleiche gilt für die Verbindungs-Dispositionsstellen innerhalb der Baugruppen und der Bauteile.

Diese sind als Konstanten erkennbar und zugreifbar. Die Zugänglichkeit und die Gewinnung der Materialmenge (die unter Umständen zerstört wird), Wiederherstellungsmenge (die teilweise zerstört und demontiert wird) und der Produktmenge (diese läßt sich wie üblich demontieren) entsprechen im Wesentlichen den Neben- und den Hauptkriterien für die Demontager Reihenfolge. Diese beiden Kriterien beschäftigen sich mit dem Produktrecycling, der Wiederherstellung, dem Materialrecycling und der Abfallentsorgung und sind damit Neben- und Hauptkriterien für die Vorbereitung und Aufarbeitung der hybriden Recyclingstrategieplannungen.

Für die Berechnung der Hauptkriterien für das Produktrecycling sind möglichst viele Informationen und Daten der Verbindungs-Profile, -Paarungen und -Zustandsqualitäten zu sammeln, um Zerstörungen der demontierten Bauteile, aber auch um die Demontageprozesse und -verfahren optimal zu steuern. Damit ist ein umweltbewußter Fertigungsweg erfolgreich betreibbar. Über einem kostengünstigen Weg bei der indirekten und bedingten Demontage der Verbindungen bestimmt man die Nebenkriterien.

Die Hauptkriterien der Wiederherstellung gehen zwischen dem Produktrecycling und dem Materialrecycling Informationen, Daten und Dispositionen über teilweise und völlig zerstörte demontierte Bauteile, um das Entscheidungs-Management bzw. die -Findungen, die -Theorie, die --Bäume und die - Strategie für die Wiederherstellung oder das Materialrecycling weiter zu verbessern. Die Nebenkriterien der Wiederherstellung wirken korrigierend auf die Fehlentscheidungen in den Trennprozessen und -verfahren .

Im Gegensatz zum Produktrecycling müssen die Hauptkriterien des Materialrecyclings die höchst möglichen Zerstörungsgrade handhaben, und die Nebenkriterien versuchen, Materialgemische in den Trennprozessen und -verfahren zu vermeiden.

Die Hauptkriterien der Abfallentsorgung bestehen bei den Trennprozessen und -verfahren der Demontage in der Entfernung der Flüssigkeit, der Nichtmetalle bzw. Kunststoffe, der Keramik und der Metalle in verschiedenen Behältern. Dagegen fordern die Nebenkriterien , die organisatorische Kapazität und Fähigkeit der Demontage für die Abfallentsorgung zu integrieren.

Wie Tabellen 3 und 4 (Entsprechend der S. 121 & S. 122) sowie Bild 7 (S. 128) zeigen, sind die

langfristigen Verbindungs- und Verschlußstrategiedispositionen der AWF unter den fünf Kriterien für alle Klassen und Hersteller die wesentlichen Schritte zur Zugänglichkeit der Trennprozesse, -verfahren und -technologien der Demontage, beim Einrichtungslayout sowie in der Kapazitätsplanung und -steuerung.

Eine wichtige und entscheidende Rolle spielt im Produktrecycling die Zugänglichkeit zu den Verbindungen. In der wirtschaftlichen und logistischen Strukturen ist die Standardisierung der Verbindungen bei der Demontage des Produktrecyclings besonders wichtig, da sie die Durchlauf-, Rüstungs- und Durchsatzzeit für die Trennprozesse und -verfahren der Demontage verkürzen können. Bei der Demontage des AWF sind bekanntlich auch Handarbeiten zu verrichten, wie z.B. die Verwendung des Mehrspindelschraubers. Jedoch ist anzustreben, den Werkzeugwechselgrad zu reduzieren und damit aufwendige Arbeitsgänge zu vermeiden und die Betriebskosten zu senken.

Die Parameter der Schrauben beeinflussen hinsichtlich ihrer Länge, Gewinde, Rost, Abbauzeit und Sortierung die produktrecyclinggerichteten Kfz-Konstruktionsentwürfe und -gestaltungen. Dazu sollten diese Parameter unter Berücksichtigung der Kfz-Sicherheitstechnik bei der produktrecyclingorientierten Demontagegestaltungen vereinheitlicht werden.

Durch ungenügende Eigenschaften der Verbindungen und Verschlüsse, wie teilweise physikalische Schäden, Verschmutzung, Arbeitsraumbedarf der Werkzeuge, Korrosion und Alterung, können Fehlfunktionen in der Leistungsfähigkeit der Demontage im Produktrecycling verursacht werden. Diese Probleme sind über die folgenden organisatorischen und technischen Maßnahmen zu bewältigen:

- Eine wesentliche und zugängige Platzbedarfsuntersuchung für Werkzeuge führt immer über eine gesamte Disposition der Verbindungen von den Werkzeugen und deren Bedarf des Arbeitsraums. Basierend auf diesen Untersuchungsergebnissen kann man die genauen, optimalen und richtigen Werkzeuge für die bestimmten Verbindungen einstellen.
- Auf der Oberfläche der Schraubenverbindungen sind Chemikalien als Korrosionsschutz zu empfehlen, da sie freiliegende Gewinde schützen (z.B. durchgestreckte Schraubenverbindungen).
- Es ist zu empfehlen teilweise beschädigte Verbindungen, die die Lösbarkeitsgrade verrin-

gern, (wie das Loßschrauben von Muttern) in Folge der Ermüdung durch Alterung zu zerstören statt zu demontieren.

- Leichte Lösbarkeit von Dichtungen zu gewährleisten, um ein spanendes Nachbearbeiten zu vermeiden. (z. B. Dichtfläche vom Zylinderkurbelgehäuse zur Ölwanne, Passung mit Kurbelwellendichtflansch).
- Rostig angelaufene Schraubenverbindungen sind über Nacht in Schmieröl zu legen, um den Lösbarkeitsgrad zu erhöhen.
- Lösbare Verbindungen, die infolge ihrer Alterung ermüdet sind, müssen in der Kfz-Instandhaltung ausgetauscht werden.
- Der Kfz-Besitzer sollte verstärkt auf eine regelmässige Unterhaltung und Pflege seines Fahrzeuges orientiert werden, da das nicht nur Funktionstüchtigkeit, Sicherheit sowie Luftfeuchtigkeit bei dessen Betrieb garantiert, sondern auch ein einfacheres und kostengünstiges Recycling verspricht, das endlich durch eine Prämie honoriert werden sollte.

Bisher teilen VW-Konzepte die Forschungs- und Entwicklungsgebiete beim Kfz bzw. für die Prototypen immer in Fahrleistung, Styling, Wiederverkaufswert, Serviceanspruch, Recycling, Geräusch, Komfort, Qualität, Energieeinsparung, Verbrauch, Fahreigenschaft, Aufkommen der Verkehrs, Sicherheit und Emission ein. Zukünftig werden dabei die Konzepte der umweltbewußten Kfz-Montage und AWF-Demontage eine ebenso wichtige Rolle spielen.

Die gesamten relevanten Fachkenntnisse sind als starre Logistikketten bzw. -netze in den „Forschungs- und Entwicklung“-Fachbereichen verbunden. Das Gesamtrecycling besteht aus Produktrecycling, Wiederherstellung und Materialrecycling, die in unterschiedlichen Demontageprozessen, -verfahren und -techniken ablaufen. Sie wirken sich besonders auf die Verbindungstechniken, -prozessen und -verfahren aus. So beeinflusst die Kfz-Konstruktionslösung bei den Verbindung teilweise oder vollständig die Nebenauswirkungen in den Logistikketten bzw. in den -netzen. So kann z.B. wenn die Anzahl der Verbindungen so gering wie möglich gehalten wird, wahrscheinlich die Kfz-Sicherheit gefährdet werden. Durch das „Concurrent Engineering“ ist die Lösung solcher Problemen sicherzustellen. Hierbei fließen die interaktiven Informationen und Daten aller betroffenen Fachbereiche direkt ein, um die effektiven Rückkehrsteuerungen und -kontrolle aller positiven und negativen Auswirkungen zu ermöglichen. So werden alle Auswirkungsfunktionen, -dispositionen und -grade dargestellt. Damit sollte eine Kompromißlösung gefunden werden.

Eine Entscheidung für das Materialrecycling ist vorteilhaft; danach werden Bauteile oder Baugruppen des AWF durch die Trennprozesse und -verfahren der Entsorgungs-, Verfahrenstechnik und Metallkunde behandelt. In jedem Fall ist eine Sorten- anstatt der Demontagebereinigung nötig. Nur wenn die letztere die erstere in der wirtschaftlichen Betriebsbedeutung dominiert, sind beide gleichberechtigt zu behandeln. Die technischen Strategemaßnahmen für die Verbindungen bei Materialrecycling lauten:

(1) Nahezu 50 % der Verbindungen und Verschlüsse, die zwischen den einzelnen Teilen der Baugruppen liegen, verbleiben so wie sie sind. Man braucht sie nicht zu demontieren sondern muß sie zerstören.

(2) Die meisten Verbindungen und Verschlüsse, die an der Schnittstelle zwischen Baugruppen, -modulen und -teilen im AWF liegen, müssen unbedingt gelöst werden. Nur wenn die Baugruppen keinen Produktrecycling-Grad haben, werden sie wie in (1) behandelt.

(3) Bei der Sortenbereinigung werden Verbindungen und Verschlüsse in ein effektives Zerstörungstrennverfahren gegeben. Die Leistungsfähigkeit der Trennmethoden kann ebenfalls durch automatische Hochspannungs-Laser-Ströme oder durch vollautomatische mechanische Trennmaschinen erfolgen.

(4) Untrennbare Verbindungen (z.B. bei der Karosserie) , die bei vielen Bauteilen aus dem gleichen Material bestehen, werden direkt durch die Press- und Schrott-Technologie weiterbehandelt.

(5) Untrennbare Verbindungen, die bei vielen Bauteilen aus unterschiedlichen Werkstoffen zusammengesetzt sind, belasten die Sortenbereinigungsverfahren. Diese Belastung hat unterschiedliche Materialtrennmaßnahmen der Demontage zur Folge und wirkt sich auch auf die Trennprozesse und -verfahren der Verfahrenstechnik und der Metallkunde aus. Deshalb muß man sich mit den konkurrierenden Anforderungen an Funktion, Sicherheit, Komfort und Kosten des Prozesses bzw. des Verfahren, näher beschäftigen.

(6) Verbindungen mit wenigen Kunststoffbauteilen können in allen Fällen vernachlässigt werden, da sie keine große Auswirkung auf das Materialrecycling haben.

(7) Um eine effektive und wirtschaftlich sinnvolle Methode für die Materialgewinnung zu benutzen, sollte bei der Sortenbereinigung nur dann eine Automatisierungsdemontage durchgeführt werden, wenn die langfristigen operativen und betreibbaren Zerlegungskosten gedeckt werden.

(8) Rüstungs-, Durchführungs- und Durchsatzzeit bzw. Werkzeugwechsel, Verschleiß-/ Verbindungsstellenerkennung, -auffindung und Zugängigkeit der Werkzeuge müssen bei konstruktionsgerechter Planung der gesamten Verbindungszerlegung berücksichtigt werden.

(9) Häufig erfolgt beim Produktrecyclingprozeß die manuelle Demontage aus dem noch weitgehend intakten AWF. Im Gegensatz zum Produktrecycling ist das Materialrecycling üblicher und eignet sich für die Automatisierungsdemontage durch die verschiedenen Zerstörungsmethoden.

(10) Bei der Sortenbereinigung kommt es in der Praxis häufig vor, daß Baugruppen aus großen, sortenreinen Hauptbauteilen mit relativ kleinen Anbauteilen gefertigt sind. Diese lassen sich entsorgungs-, verfahrens- und metallkundetechnisch entfernen.

(11) Die demontierbaren und reduzierten Verbindungsanteile müssen technisch, gestalterisch und entwurfsweise verbessert werden. Dabei muß deren Kfz-Sicherheit beachten werden.

(12) Effektive Zerstörungsmethoden, die bei einem großen Bauteil der zu trennenden Verbindungen angewandt werden, sollten technisch optimal, kosten- und energiesparend sein.

(13) Ist- und Sollbruchstellen der unlösbaren Verbindungen müssen im Trennprozeß leicht erkennbar und auffindbar sein, wobei der Abstand beider nicht zu groß sein sollte. Damit kann man die Zerstörungsteile bzw. die Verbindungen selber und die Bauteile optimieren.

(14) Eine Rückkehrkontrolle und -steuerung des zerstörenden Trennens ist wesentlich für den Verbesserungsbedarf des gesamten Zerstörungsprozesses.

In der Praxis werden die Strategieplanungs-Dispositionen der „Verbindungen und Verschlüsse“ für die Recyclingstrategieplanung entsprechend den o.g. 14 möglichen Fällen bzw. den Zu-

standsqualitäten der demontierten Bauteilen abgeleitet. Diese Strategiedispositionen sind notwendig und hilfreich für das Demontagemanagement bzw. das Qualitätsmanagement des Logistikmanagements.

Baumodule, Baugruppen und Bauteile des AWF mit dazugehörigen Verbindungstypen, -anzahlen, -stellen und -konstruktionsplänen müssen sich systematisch, effektiv und effizient nach den Demontageplanabläufen in einem Multimediavideo einordnen lassen. Dabei kann man die diversen Strategien für die inhomogenen Zustandsqualitäten der AWF-Verbindungen und -Verschlüsse direkt auswählen, um die Leistungsfähigkeit der Trennprozesse und -verfahren der Demontage zu erhalten. Sie sind der Zugriffsschlüssel für die Bestimmungen der Trennprozesse und -verfahren der Demontage.

4.3 Altfahrzeug- und Wrackfahrzeug-Wirtschaftsorientierungsstrategiedispositionen

Aus wirtschaftlichen und logistischen Gründen demontiert man Verbindungen und Verbindungselemente nicht in der zerstörenden AWF-Demontage des Materialrecyclings. Man wendet oft vielmehr zwei verschiedene Demontageprozesse und -verfahren an: Der erste behandelt das Einzelmaterial, d.h. identisches Material der Verbindungen und Bauteile; der andere beschäftigt sich mit dem zusammengesetzten Material, welches aus verschiedenen Einzelmaterialien besteht. Diese zusammengesetzten Materialien werden jedoch durch die Trennprozesse und -verfahren in den Demontageprozessen und -verfahren gleichzeitig behandelt. Unvermeidlich werden sie durch die Metallkunde sortiert.

Beim Materialrecycling bzw. bei der zerstörenden AWF-Demontage von Kunststoffen erleichtern Sollbruchstellen am Verbindungselement und im Umfeld der Verbindungen die Durchführung. Sie werden jedoch durch den verfahrenstechnischen und metallkundeorientierten Trennprozeß bzw. -verfahren behandelt, und entsprechend der Abfallentsorgungstechnik deponiert.

Bei der zerstörenden AWF-Demontage benutzt man im Ausnahmefall zur Entfernung unter dem AWF einen Katalysator mit einem hydraulischen Schneidewerkzeug. Bei dieser Demontage wird vom Demonteur eine anstrengende Handarbeitsleistung bei dieser Demontage gefordert,

die für ihn eine große körperliche Belastungen mit sich bringt. Dabei ist nur der Katalysator zielgerichtet zu zerlegen, die anderen zu zerstörenden Baugruppen und Bauteile verbleiben an ihren eigenen Standstellen. Solche ergänzende Demontagemaßnahme kann durch besondere Umstände bedingt sein. Sie wird vom Demonteur in mehreren Arbeitsgängen durchgeführt. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Baugruppen untereinander gar nicht so steif verbunden sind und daß sich ihre Verbindungen auf diese Weise zerstören lassen, ist in der ganzen AWF-Demontage ziemlich klein.

Wenn die zu demontierenden Bauteile nicht wertvoll sind, ist aus wirtschaftlichen Gründen eine Demontagemaßnahme nicht nötig. Aber dies sollte in den ganzen Strategiedispositionen berücksichtigt werden.

Die meisten zerstörenden AWF-Demontagungsverfahren der Baugruppen und der -teile lassen sich durch Mechanisierung, Automatisierung und Laserabschneidung effizienter ausführen. Dadurch kann man die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Demontage sichern. Aber in der Praxis sind solche optimalen Ausführungen nur möglich, wenn man beim Produktrecycling folgende logistische, technische und wirtschaftliche Eigenschaften beherrschen kann. Folgende Kriterien sollten schon bei der Konstruktion der Kraft- und Lastfahrzeuge beachtet werden:

- Die Verbindungsstrukturen, die aus nicht miteinander verträglichen Werkstoffen zwischen den Bauteilen bestehen, müssen demontierbar gestaltet werden.
- Die Anzahl der Verbindungsstellen bzw. Verbindungen ist zu minimieren, aber ohne die Kfz-Sicherheitsgrade zu verringern.
- Die Verbindungs- und Verschlußstellen einer Baugruppe müssen erkennbar und auffindbar sein. Sie sollten in der Virtual Reality [91] dargestellt werden, damit die Demonteur die Lernprozesse und -verfahren im echten Umfeld erleben können.
- Die zu trennenden Bauteile müssen erkennbar und auffindbar sein, damit die Demonteur die besonders wertvollen Bauteile in den Trennprozessen und -verfahren der Demontage demontieren können.
- Die Verbindungsstelle muß für den Demonteur und sein Werkzeug zugänglich sein. Andernfalls wird sie wie in der Schrott-Technologie behandelt.
- Der Werkzeugwechselgrad bei der Demontage einer Baugruppe sollte niedrig bleiben oder vermeidbar sein. Eine Untersuchung solcher Menschen-Werkzeuge Interaktion [92] ist

nötig, um die leistungsfähigeren Grade zu bestimmen.

- Verbindungsmittel müssen ständig standardisiert werden. Solche Normierung lohnt sich nur, wenn sie bei der Demontage in großer Anzahl eingesetzt werden.
- Das Lösen der Verbindungen ist zu vereinfachen, damit sinkt die Anzahl der Arbeitsgänge. Solche Demontagepläne werden für die Lernprozesse und -verfahren auf dem Computerbildschirm dargestellt.
- Die Verbindungsstellen bzw. -profile sind so anzulegen, daß komplette Baugruppen demontiert werden können. Wenn keine komplett zerlegbare Baugruppen vorhanden sind, muß man die Gesamtprozentzahl der zerlegbaren Baugruppen vorher in den Computer eingeben, damit die Trennprozesse und -verfahren korrekt ausgeführt werden können.
- Die Zustandsqualitäten der Verbindungen bzw. für die Verbindungsstellen müssen demonzierbar und zerlegbar sein.
- Die Zustandsqualitäten der zu trennenden Bauteile müssen wiederverwendbar sein.
- Die Anzahl der Verschlüsse bzw. Verschlußstellen ist so gering wie möglich zu halten.
- Die Verschlußstellen einer Baugruppe müssen erkennbar und auffindbar sein.
- Alle Strategiedispositionen der zerstörungsfreien AWF-Demontage müssen wirtschafts-, technik- und logistikgerecht sein.
- Alle Strategiedispositionen der Entscheidungsfindungen müssen gegenüber den Strategiedispositionen der Zustandsqualitäten von Baugruppen, -teilen, Verbindungen und Verschlüssen zugänglich sein.

Die Beachtung der o.g. Regeln und Kriterien sind nicht nur für die produktrecyclingorientierten und demontagegerechten Konstruktion eines neuen Kfz bzw. seines Verbindungs- und Verschlusssystem, der Menschen-Werkzeuge Interaktion für die Demontage, sondern auch bei der Strategiedispositionen der Strategieplanung des hybriden Recyclings für das Qualitätsmanagement, das Demontagemanagement, das Logistikmanagement und das Entscheidungs-Management von großer Bedeutung.

Ein wirtschaftlich und funktional günstiger Konstruktionsprozeß der Kfz, der spätere verfahrens-, metallkunde- und entsorgungstechnische Trennverfahren und -prozessen für das Materialrecycling im Gegensatz zum Produktrecycling im Auge hat, muß bei seiner Konstruktionsplanung und -gestaltung auf den Einsatz von dauerhaften Verbindungen bedacht sein, die einfach zu demontieren sind.

Die nachfolgenden 36 Varianten stellen wirtschaftliche, technische und logistisch betreibbare Schwerpunkte des AWF dar, die sowohl im Rahmen des Produktrecyclings und des Materialrecyclings (außer der Wiederherstellung und Abfallentsorgung) berücksichtigt werden müssen.

1. Prozeßeinschränkung bzw. -nebenbedingung und Reihenfolgen.
2. Zerlegungssynthesen und -cluster.
3. Zielgerichtete Werkzeuge.
4. Werkzeugwechsel und -wechselgrade.
5. Reinigung innenliegender Bauteilzonen für die Verbesserung des Informations- und Datenflusses.
6. Nur wenn das Produktrecycling und die Wiederherstellung entfielen, würde das verfahrenstechnische Trennverfahren einsetzen.
7. Bestehende Materialkreisläufe im Materialrecycling.
8. Baumodul-, Baugruppen- und Bauteilestrukturen.
9. Einschränkung der Vielfalt der häufigsten und zerlegbaren Verbindungen.
10. Prüfbarkeit - und Sortierbarkeit von Verbindungen.
11. Material- und Masseverteilung des AWF.
12. Zugänglichkeit zu Informationen und Daten des AWF.
13. Systematische Demontage für die gemischten Verbindungen und Verschlüsse.
14. Festigkeit und Starrheit gegenüber der Demontage.
15. Erkennbarkeit und Auffindbarkeit von Demontagestellen.
16. Werkstoffkennzeichnung des Materialrecyclings.
17. Manuelle Zerlegung durch den Demonteur.
18. Optimale Ergonomische Arbeitsstelle für einen Arbeiter, der die manuelle Zerlegung durchführt.
19. Automatisierte mechanische Zerstörung.
20. Automatisierte Roboter-Zerstörung.
21. Sicherheitsmaßnahmen für den Roboter bei automatisierter Zerstörung.
22. Automatisierte hybride mechanische und Roboter-Zerstörung.
23. Sicherheitsschutz und -maßnahmen bei automatisierter hybrider mechanischer und Roboter-Zerstörung.
24. Vollautomatisierte mechanische Sortenbereinigung der Werkstoffe für zerstörte Bauteile und -gruppen.

25. Hochautomatisierte Roboter-Sortenbereinigung der Werkstoffe für zerstörte Bauteile und -gruppen.
26. Sicherheitsschutz und -maßnahmen bei einer automatisierten Roboter-Sortenbereinigung der Werkstoffe.
27. Automatisierte hybride mechanische und Roboter-Sortenbereinigung der Werkstoffe für zerstörte Bauteile und -gruppen.
28. Sicherheitsschutz und -maßnahmen bei der automatisierten hybriden mechanischen und Roboter-Sortenbereinigung.
29. Qualitätssicherung und -überwachung der manuellen Zerlegung.
30. Qualitätssicherung und -überwachung der ergonomischen Arbeitsstelle bei der manuellen Zerlegung.
31. Qualitätssicherung und -überwachung des Informationsflusses bei der manuellen Zerlegung.
32. Qualitätssicherung und -überwachung des Datenflusses bei der manuellen Demontage.
33. Qualitätssicherung und -überwachung des Multimediatelevisors bei der manuellen Zerlegung.
34. Qualitätssicherung und -überwachung des Verbindungskonstruierens bei der manuellen Zerlegung.
35. Qualitätssicherung und -überwachung der gesamten Bewertung bei der manuellen Zerlegung.
36. Qualitätssicherung und -überwachung der automatisierten hybriden mechanischen und Roboter-Sortenbereinigung der Werkstoffe.

Es ist jedoch möglich, diese Schwerpunkte in einem Matrixsystem darzustellen. Durch ein Matrixsystem (Siehe Bild 21, S. 151) kann man entsprechend diesen 36 Varianten nach Bestimmungsfunktionen die Gesamt- und Betriebskosten optimieren. Dies ist notwendig um Strategieträgern und -planern durch diesen Rahmen eine Übersicht für jede Entwicklungsphase der Strategieplanung des Recyclings zu geben.

4.4 Strategiedispositionen der Technikintegrationen

Aus Gründen des umweltbewußten und recyclinggerechten Kfz-Konstruierens (gleiches gilt auch für alle Werkstoffe) werden Kunststoffe von Kfz-Herstellern und Umweltinteressenverbänden nur dann akzeptiert, wenn sie in einem wirtschaftlichen Verfahrenszeitraum, wie Hy-

drierung usw. in großem Umfang zur Verfügung stehen und ein Trennen nach verschiedenen Materialien der Polymer überflüssig machen. Der Fortschritt in der Trenntechnologie wirkt sich so auf die Trennprozesse und -verfahren der Demontage beim systematischen Materialrecycling aus.

Die Kernprobleme liegen beim Konstruieren [93] der Demontagewerkzeuge bzw. der Zerlegbarkeit aller Verbindungselemente. Durch Rückkehrdaten und -informationen der Trennverfahren und -prozesse bei Materialrecycling, Wiederherstellung und Produktrecycling bis zu der Abfallentsorgung wird sich die Verbindungstechnik weiterentwickeln.

Gemischte Kunststoff-Fraktionen von den Baugruppen und -teilen würden möglicherweise in zukünftigem Materialrecycling verwertbar sein. Nur wenn ein Technologiedurchbruch erfolgreich ist, werden sie in Trennprozessen und -verfahren des Materialrecyclings noch mehr vereinfacht werden. So wurden z. B. geschäumte Instrumententafeln der Werkstoffverbunde ausschließlich durch die Trennprozesse und -verfahren des Materialrecyclings hergestellt.

Die Demontageprozesse, die miteinander interaktiv, transistiv und variabel durch die Trennprozesse und -verfahren der produktrecyclingprozessgerichteten Entscheidungsfindungen sind, bestehen hauptsächlich in Handarbeit und können zur Zeit noch nicht automatisiert und vollmechanisiert werden. Es ist lediglich beim Materialrecycling möglich, daß die zerstörende Demontage bei der Mechanisierung und Automatisierung durch Roboter und Laserstrahlen am Arbeitsplatz durchgeführt wird.

So wurden z. B. bei den Volkswagen Caravelle-Baugruppen [94] bisher die Türverkleidungen und die Instrumententafeln erfolgreich manuell demontiert. Damit sind sie aus dem Entscheidungsprozeß eines möglichen mechanischen Recyclings des AWF zunächst herausgenommen. Die AWF liegen dabei auf den Förderfließbändern der Baugruppendemontagestationen, ehe sie anschließend in die Bauteilstationen übergeleitet werden. Aber die Verbindungsanzahl der eingesetzten Sechskantschrauben und der Kreuzschlitzschrauben ist vom Hersteller nicht angegeben. Die Türverkleidung ist nahezu 100%ig demontierbar und einfach zerlegbar. Aber die Instrumententafeln bestehen aus den gleichen Werkstoffen wie alle schwarzen Bauteile mit Ausnahme ihres Grundkörpers und ihrer Elektrikteile. Die letzteren werden erst im Laufe des weiteren Demontageprozesses demontiert. Im Trennprozeß müssen also zuerst die Baustoffteile

unterschiedlicher Werkstoffe manuell voneinander getrennt werden. Danach kann man die Bauteile aus gleichem Werkstoff voneinander trennen.

Beim systematischen und effektiven Materialrecycling werden dann die Restaggregate der Instrumententafel im Trennprozeß und -verfahren der Entsorgungs-, Verfahrenstechnik und Metallkunde im umweltverträglichen Weg behandelt. Schwimm-Sink-Anlagen, Magnetabscheider, Windsichter und vor allem Hydrozyklone bestehen aus solchen Kreislaufstoffen, die im entsorgungs-, verfahrens- und metallkundeorientierten Materialrecycling besondere Beachtung finden. Aber sie werden erst in den Trennprozessen und -verfahren bei der Sortenbereinigung der Demontage recycelt.

Würde man die Kaschierung der Türverkleidung abreißen können, wäre eine Entfernung von Hand zu empfehlen, um die erhaltenen Kreislaufstoffe mit einer anderen Werkstofftrennung zu sichern. Da das aber nicht möglich ist, würde sich auch bei den Türverkleidungen als einem sortenreinen Bauteil wegen deren großen Stückzahl der Einsatz eines mechanischen Recyclings lohnen. Das Materialrecycling entspricht den Werkstoffdichteunterschieden bei einem guten Hydrozyklon von etwa $0,03 \text{ kg/dm}^3$. Die bestimmte Hydrierungsnorm ist der Kernschüssel, bei der Trennung von gemischten Kunststoff-Fraktionen außer Polypropylen und Polyethylen.

Aus Gründen der Verfahrenstechnik werden Verbindungstechnik bzw. -werkstoffe genau so wie die Kunststoffe [95] des Bauteils, z.B. Kunstoffschrauben oder -gewinde, behandelt. Dadurch kann man sich deren Trennprozesse der Verbindungen bei der Trennung der Metallverbindungen sparen und die Verfahrenstechnik für einzelne Werkstoffe vereinfachen.

Klebeverbindungen und -stoffe, gelangen unvermeidlich und gemeinsam in die Recyclingfraktion der Kunststoffe. Sie stellen für die Verfahrenstechnik ein besonderes Problem dar. Deshalb muß man ihre Maßnahmen der Demontage besonders regulieren. In den Demontageprozeßabläufen ist ihre frühzeitige Erkennbarkeit von großer Wichtigkeit, um zu vermeiden, daß sie in den Hauptmaterialstrom einfließen. Das wirkt sich auch auf die Minimierung der gesamten Kosten für das ganze Demontageverfahren aus, die dann sinken, wenn beim Demontageverfahren die Anzahl der Trennungsvorgänge gesenkt werden kann. Am Ende der Demontageplanung ist die wirtschaftliche Entscheidung zu treffen, ob der Hersteller oder der Recycling- oder Demontageauftragnehmer die Demontagekosten übernimmt. Diese wichtige Entscheidung ist nicht

ohne Rückwirkung auf den gesamten Demontageprozeß und das -verfahren.

Um festzustellen, ob der Einsatz bestimmter Werkzeuge bei den Kfz-Werkstätten für AWF-Demontage vollständig gerechtfertigt ist, muß man einen Auswertungsprozeß durchführen. Sein Untersuchungsrahmen umfaßt einen Vergleich aller möglichen Werkzeugfunktions- und -dispositionen mit allen Funktionsdispositionen der Verbindungen. Zuletzt muß technisch entschieden werden, ob das Konstruieren [96] von recyclinggerechten Werkzeugen hinsichtlich ergonomischer Merkmale ergänzend erforderlich ist.

Antriebs- und Getriebeaggregate, Hinter- und Vorderachsen sowie diverse Anlagen sind die gestalteten Baugruppen, die zum Produktrecycling gehören. Hierbei werden recyclinggerechte und demontageorientierte Verbindungstechniken bzw. -prozesse und -verfahren hinsichtlich Konstruktionen, Profilen, Funktionen und Analysen in einem Auswertungsrahmen des Produktrecyclings angeordnet. Luftschrauben und einige teilmechanisierte Arbeitsplätze können dann in der Demontage verwendet werden, wenn die Luftschrauben zugänglich, erkennbar und auffindbar sind. Aber sie schränken die Automatisierungsgrade der Demontage am Fließband der Aufarbeitungsabläufe ein.

4.5 Strategieplanungsdispositionen der Logistik

Obwohl in der bisherigen Kfz-Konstruktion bzw. Kunststoffrecycling der gesamte Anteil der Kunststoffe kleiner ist als der der Metalle, erzeugen sie immer dann Probleme des Recyclings der Kunststoffe, wenn sich die Kunststoffe nicht gleichzeitig und effektiv in Demontageabläufen sortieren lassen. Es ist oft zeitaufwendig und kostspielig, sie erst während des Ablaufprozesses der Demontage zu sortieren; aber wenn dies nicht geschieht, würden später bei der Deponiesortenbereinigung die Kosten unnötig steigen. So hat der Demonteur in seinem Demontageumfeld durch die Aussonderung der Kunststoffbauteile eine zusätzliche Pflicht. Glücklicherweise sind sie bereits nach ihren Konstruktionsformen und -farben identifizier- und auffindbar. So ist es unvermeidlich, daß bereits im Demontageprozeß eine Sortenbereinigung durchgeführt wird.

Normalerweise sind die Verbindungen und Verschlüsse aus Kunststoffen, die in Kunststoffbaugruppen und -teilen eingesetzt werden, lösbar. Aber wie die Bilder 22 & 23 (S 152 - 153 & S.

154 - 155) zeigen, sind die Entscheidungsstrategien für den Hauptstrom des Materialrecyclings bzw. Kunststoffrecyclings bei den Kunststoffen zahlreicher, mindestens aber ebenso zahlreich wie bei den Metallen.

Nach den regelmässigen Auswertungen und Bewertungen der Zustandsqualitäten des AWF und der Zustandsqualitäten der Verbindungen erfolgt die systematische Registrierung der festgelegten Arbeitsaufträge für die Demonteure, die Zugänglichkeit und die Werkzeuge. Dadurch kann man nicht nur die Trennprozesse und -verfahren der Demontage steuern, sondern auch die organisatorischen Arbeitsgänge, -maßnahmen und -abläufe des gesamten Demontagesystems übersichtlich gestalten.

Aggregate, Anbauteile und Baugruppen werden gleichzeitig entsprechend den Entscheidungen für die gute und perfekte Zustandsqualitäten und in der Vorbearbeitung und Aufarbeitung in der AWF-Demontagezelle demontiert. Dabei ist der Demonteur verpflichtet vorsichtig zu arbeiten und keine Schäden zu erzeugen. Beim Produktrecycling sollen lediglich einfache Demontagewerkzeuge, wie Akku- oder Luftschauber, Schraubendreher und Brecheisen bei der Handarbeit eingesetzt werden.

Die Strategie des Materialrecyclings ist systematisch Schritt für Schritt bei der Sortenbereinigung und der Schadstoffentfrachtung [97] so durchzuführen, daß der nötige Demontageaufwand den Wert des sortenrein geborgenen Materials nicht übersteigt. Die einfache Trennungsdiskposition arbeitet sowohl unter hochwertigen als auch schädlichen Fraktionen. Der grobe Aggregattrennungsprozeß läßt sich untergliedern in die Demontage von Baugruppen aus dem noch weitgehend intakten AWF und in die darauf folgende Sortenbereinigung durch manuelles bzw. teilmechanisiertes Zerlegen oder durch verschiedene entsorgungs-, verfahrens- und metallkundetechnische Trennprozesse. Bei einem geplanten Produktrecycling kann im Gegensatz dazu in der Regel von der vollständigen zerstörungsfreien Zerlegung des AWF ausgegangen werden.

Während der Demontageabläufe des Produktrecyclings sollten vorhandene Beschädigungen an Bauteilen beachtet werden. Verbindungen in wertvollen Bauteilen müssen sorgfältig demontiert werden. Sie sollten lösbar und nicht routinemäßig gestaltet sein. Es ist notwendig, daß optimale Ausschraubungskräfte ohne Rißauswirkung sowohl auf die Bauteile als auch auf das

umgebende Material eingesetzt oder eine betroffene Schwachstelle durch eine Materialverstärkung in entsprechender Festigkeit ersetzt wird. Diese Rücksichtnahme und Verfahrensweise steigern aber die Kosten, da diese Trennprozesse und -verfahren der Verbindungen sicherlich mehr Bedarfsarbeitszeit in Anspruch nehmen.

Im Demontageprozeß und -verfahren des Produktrecyclings ist die Behandlung der erfolgreich gelösten Bauteile trotz des geringen Arbeits- und Kostenaufwandes von großer Bedeutung. Nach vollständigem Demontageablauf erhält man zuletzt die perfekten Bauteile, die zunächst einem Reinigungsprozeß im sogenannten „glatte Flächen“- , „ohne enge Kanäle“- und „mit strahlmittelrückstandsfreien Gewinden“-Verfahren unterzogen werden. Dann lassen sie sich deponieren. Je nach Gewichtung und der verschiedenen Maßnahmen, die in den Demontageabläufen reguliert werden müssen, verringert sich der Automatisierungsgrad und steigern sich dadurch auch die Kosten.

Im zielgerichten Produktrecycling sind objektive und subjektive Verbesserungsmaßnahmen der Verbindungstechnik die wichtigsten Bestimmungen der Globalstrategie, um einen hohen Produktrecycling-Grad und die beste -leistungsfähigkeit sicherzustellen. Beim Produktrecycling sind in den meisten Fällen ausschließlich die Verbindungen selbst zu verändern. Das ist lediglich im Konstruktionsprozeß möglich. Aber die Variablen sind Demonteure, Werkzeuge, Arbeitsumfeld und -platzbedarf.

4.6 Strategiedispositionen der Entscheidungsfindung

Solange sich die Trennprozesse und -verfahren beim Produktrecycling, bei der Wiederherstellung und beim Materialrecycling besonders auf das Demontagemanagement bzw. die -prozesse, die -verfahren, die -systeme und die -technik in der AWF-Demontage auswirken, ist vom Standpunkt der Strategieträger, entwickler und -planer ein katalogischer Überblick über die gesamten Strategiedispositionen der richtigen Entscheidungsfindungen nötig. Mit ihm können durch die Variablen der Informationen und Daten die richtigen Entscheidungen getroffen werden.

Entscheidungsfindungsstrategiedispositionen beschäftigen sich zuerst mit dem Produktrecycling, danach mit der Wiederherstellung, dann mit dem Materialrecycling und schließlich mit den Trennprozessen und -verfahren der vielfältigen Bauteile und Materialien. Jedoch legen die

Entscheidungsfindungsstrategiedispositionen die detaillierte Technik in den Trennprozessen und -verfahren nicht einseitig nur für das Produktrecyclings, die Wiederherstellung oder das Materialrecyclings fest, sondern sie betrachten auch alle Prozesse in einem logistischen, technischen und wirtschaftlichen Gesamtrahmen, um sich dann für Gesamtrecycling oder Wiederherstellung zu entscheiden.

Die Trennanalysen, -prozesse und -verfahren des Produktrecyclings haben entsprechend der Beschaffenheit des Produktes aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, zunächst Vorrang vor der Wiederherstellung und dann dem Materialrecycling und schließlich dem Abfall. Das Produktrecycling dominiert alle technischen und organisatorischen Demontagegänge, -maßnahmen und -abläufe bis zur Deponie. Sein Vorrang wirkt sich in den Techniken der AWF-Demontage bis zu den Trennprozesse und -verfahren aus.

Beim Produktrecycling sind die wesentlichen Varianten für die Entscheidungsfindungen die Zustandsqualitäten des zu demontierenden Zielobjektes und seiner Verbindungen, die Verbindungseigenschaften wie lösbar, nicht lösbar oder bedingt lösbar, die Erkennbarkeit, Auffindbarkeit und Zugänglichkeit der Verbindungs-Stellen und der Arbeitsraum für die Werkzeuge zum Lösen der Verbindungs-Stellen. Im Entscheidungsprozeß und -verfahren beeinflussen sich diese Varianten gegenseitig.

Nach einer festgelegten Regel müssen alle diese Varianten unbedingt vorteilhaft für das Produktrecycling ausfallen. Ist nur eine dieser Varianten nicht dem Umfeld der Trennvoraussetzungen angepaßt, fällt die Entscheidung zugunsten der Wiederfertigung und dann des Materialrecyclings. Bei den hybriden Strategieplanungssystemen der AWF-Demontage spielen die „Delfi“- und „Concurrent-Engineering“-Methoden eine entscheidene Rolle, da durch sie die positiven Hauptauswirkungsgrade und entsprechend die negativen Nebenauswirkungsgrade auf der betroffenen Systemebenen vergrößert und verkleinert werden können

Nach den Bilder 22 & 23 (S. 152 - 153 & S. 154 - 155) können die dargestellten Systematikabläufe des Entscheidungs-Managements bezüglich der -Findungen folgendermaßen veranschaulicht werden.

Das Demontagemanagement bzw. das Qualitätsmanagement des internen Logistikmanage-

ments und das Entscheidungs-Management berücksichtigen folgende Strategiedispositionen :

- Die Zustandsqualitäten des AWF, festgestellt durch ein optimales Aufnahmensystem des Videos,
- Verbindungen und Verschlüsse entsprechend deren Haupt- und Nebenkriterien für alle Recyclingstufen bis zu der Abfallentsorgung und alle dazu erforderlichen organisatorischen und technischen Maßnahmen,
- Orientierungen der Wirtschaft auf die Regeln und Kriterien für die produktrecycling-orientierten und demontagegerechten Konstruktionen beim neuen Kfz im Hinblick auf das Verbindungs- und Verschlusssystem, auf die Menschen-Werkzeuge Interaktion für die Demontage, und auf die Notwendigkeit, die 36-Varianten für die Optimierung der Gesamt- und Betriebskosten des Produktrecyclings, der Wiederherstellung und des Materialrecyclings in einem Matrixsystem (Vergl S.82 - S. 84 dieser Arbeit),
- die Technikintegrationen der Kfz-Konstruktionswerkstoffen, der Verfahrenstechnik und der Metallkunde für leichtere und effektivere Trennprozesse und -verfahren beim Materialrecycling,
- eine Logistikstrategie für das Materialrecycling bzw. Kunststoffrecycling für den Sonderfall, daß der Anteil der Kunststoffe größer, aber kleiner als der der Metalle ist,
- Entscheidungsstrategien für den Hauptstrom des Materialrecyclings bzw. Kunststoffrecyclings, bei dem der Anteil der Kunststoffe groß ist, mindestens aber gleich groß wie der der Metalle.

Alle diese möglichen und nötigen Dispositionen müssen bei den Bestimmungen und Manövern der AWF-Demontage berücksichtigt werden.

5. Strategiedispositionsbestimmung und -manöver

Ein festverbundener logistischer Informations- und Datenfluß des AWF in einer internen steifen Logistikkette (bzw. -netz) der Demontage ist bedeutsam für die Strategieträger, -entwickler und -planer und Entscheidungsträger, -planer und -entwickler. Im Gegensatz zu schwachen und chaotischen Informations- und Datenflüssen haben alle möglichen Strategiedispositionen für die Strategieträger, -entwickler und -planer das gleiche Gewicht. Durch Strategiedispositionsbe-

stimmung und -manöver kann man verschiedene Entscheidungsfindungen bzw. die richtigen Entscheidungen für die Schwachstellen des Informations- und Datenflusses der AWF-Demontage festlegen, um einen kostengünstigen Demontagebetrieb zu erreichen.

5.1 Statistische Datenbehandlungsstrategie

Die Taguchi-Methode [98] der Fehleranalyse und -erkennung [99] des Fertigungsprozesses wird durch statistische Untersuchungen und Verfahren der Qualitätssicherung untermauert. Einerseits laufen die Fertigungsprozesse und -verfahren ab, andererseits werden die Produkte stichprobenweise und nach der Taguchi-Methode statistisch ausgewertet. Dabei werden alle Informationen und Produktdaten verwendet. Auf Grund der statistischen Auswertung können erkannte Fehler im Fertigungsprozeß bzw. bereits schon in der Konstruktionsphase erkannt und beseitigt werden.

Nach der Taguchi-Methode [100] kann für die Daten (x_1, x_2, \dots) bzw. für ein betrachtetes (meßbares) Merkmal X angenommen werden, daß sie eine Normalverteilung mit den Parametern (μ, σ^2) verringern: $X \in N(\mu, \sigma^2)$. Für den Mittelwertparameter μ kann oftmals vorausgesetzt werden, daß er von anderen Datengruppen (y_1, y_2, \dots) (y_{1j}, y_{2j}, \dots) bzw. anderen meßbaren Merkmalen (y_{1k}, y_{2k}, \dots) abhängt. Dies kann wie folgt beschrieben werden:

$$\mu = a_1 y_a + \dots + a_k y_k \quad (19)$$

Die Parameter a_i ($i=1, \dots, k$) im Modell (19) S.92 können durch Regressions- und Korrelationsanalyse [101] genauer bestimmt werden. Mittels der Methode der Kleinsten Quadrate (LSRA) [102] können Schätzwerte \bar{a}_i für die Parameter a_i ermittelt werden. Die Anzahl der wesentlichen zusätzlichen Merkmale y_i ($i=1, \dots, k$), der sogenannten Regression, wird mittels Korrelationsanalyse und statistischer Testverfahren genauer festgelegt.

Die statistische Behandlung für solche wechselhaften und kontinuierlichen Informationsdaten der AWF-Zustandsqualitäten ist eine von mehreren pragmatischen Lösungen. Für die gesamte statistische Untersuchung ist vorauszusetzen, daß die betrachteten meßbaren Merkmale normalverteilt sind. Wenn man die Voraussetzung der Normalverteilung wegläßt, werden die statistischen Aussagen unvergleichbar schwieriger. Eine beständige Hypothese der

Normalverteilung müßte unbedingt für alle Bewertungsverfahren festgelegt sein, da die Entwicklungsdaten und -informationen sehr gleichmäßig verteilt werden. Anderenfalls erfolgt eine hybride Hypothese, aber nur dann wenn die Normalverteilung es nicht ermöglicht, einen solchen komplexen Sachverhalt zu behandeln.

Bei der statistischen Behandlung [103] sollen jedoch die Video-Aufnahmen gegenüber Zustandsqualitäten des AWF in Daten interpretiert und sogar konvertiert werden. Video-Verarbeitungen sind möglicherweise an die Datenverarbeitung weiterzugeben, wenn bestimmte Konvertierungsparameter zwischen den Video- und den AWF-Zustandsqualitätsdaten definiert sind. Die Regulierungen solcher Anwendungsspezifikationen müssen zuerst vorhanden sein. Eine AWF-Zustandsqualitätsdatenbank bzw. Video-Aufnahmedatenbank und eine AWF-Statistikzustandsqualitätsdatenbank sind für die Entscheidungsfindungen zu erstellen und stehen dann für die Gesamtdemontage zur Verfügung.

Das Statistikdatenlayout der AWF-Zustandsqualitäten durch die Zustandsqualitätsvorbereitungen bis zur Deponie wird in Bild 26 (S. 157) dargestellt:

Die Eigenschaften der Daten in Bild 26 (S. 157) sind so zu verstehen, daß anfangs wenige zugängliche Daten vorhanden sind, am Ende jedoch eine große Informationsmenge existiert. Unter diesem Gesichtspunkt ist es nötig, daß ein voraussetzen der Regulierungsrahmen in jeder Demontagestation aufgestellt wird. Die allgemeine Voraussetzung der Regulierung, die $(\mu, \mu^{1/2}, \sigma^2)$ bestimmt, führt für die Entscheidungsfindungen zu einem bestimmten Schwingungsbereich. Schließlich kehrt die Gesamtbewertung zurück, um die statistischen Behandlungs- und Analyseprozesse auf jedem Demontageablauf zu verbessern (d.h. Feedback-Methode).

Die statistisch zugeliferten Daten der Vorbereitungen der Zustandsqualitäten decken nur 20 bis 30 % der Gesamtbewertung ab. Basierend auf den historischen Daten , z. B. Baujahr, Typ, Betriebsstunden, Kilometer, Instandhaltung, -setzung, Video-Abtastungsdaten und -Interpretation etc., sind die Zustandsqualitätsvorbereitungen für eine grobe Globalbewertung noch nicht ausreichend.

Außerdem können die der wechselhaften und kontinuierlichen Informations- und Datenflüsse

der AWF-Zustandsqualitäten durch alle Demontageabläufe durch eine Normalverteilung mit den Parametern ($\mu^{1/2}$, σ^2), d.h. mit Effektivwert und Varianz, behandeln werden, falls sich viele unsichtbare, unbekannte und unsichere Statistikablaufdaten nicht aufeinander beziehen. (Treffender gesagt, müßten zufällige Zählgrößen, wie sie im betrachteten Fall vorliegen, mittels Poisson- oder Binomialverteilung [104] behandelt werden).

Die Angaben von Verbindungsanzahl und Verbindungstypen in den statistischen Informations- und Datenflüsse reichen für eine effiziente AWF-Demontage nicht aus, weil die Angaben über die Zustandsqualitäten der AWF und ihre Bauteile fehlen. Vergleiche dazu die statistischen Daten in Bild 25 (S. 156) zu einem Vordersitzes des Golf CL und in Bild 24 (S. 167) die für die unter Stoßfänger vorn und hintern eines Vorsitzes des Golf CL. Bei diesen statistischen Daten fehlen die Angaben über die Zustandsqualitäten der Bauteile sowie die der Sortenbereinigung z.B. der Kunststoffe (PP) Haut, Polster und Sitzgestell als auch der Verbindungen und außerdem die Angaben über die sofort auffindbaren und erkennbaren Verbindungs-Stellen. Ohne Kenntnis dieser wichtigen Informationen ist es nicht möglich, die Strategiedispositionen dieser Zustandsqualitäten des Golf CL darzustellen. Dadurch werden Entscheidungen im Hinblick auf die Strategiedisposition der Zustandsqualitäten ausgeschlossen. In diesem kritischen Falle kann man die Unschärfe so bewerten :

Das Produktrecycling soll in einem bestimmten lösbaren Verbindungs- und -typenbereich definiert werden. Die Weiterverwertung der verbleibenden Reste geschieht zunächst bei der Wiederherstellung und dannach beim Materialrecycling. Während der Trennprozesse und -verfahren des Produktrecyclings sollten die zu Verbindungen gehörenden Teile verbunden bleiben, die Teile in Nähe der Verbindungen zerstört werden und das Zerstören ganzer Verbindungen als Materialrecycling behandelt werden, die in Trennprozessen und -verfahren des Materialrecyclings und der Wiederherstellung noch einmal genauer bestimmten werden müssen.

Die Stoßfänger und der Vordersitz sollten im Rahmen der konventionellen Methode der Schrott-Technologie behandelt werden. Die Darstellung von Trennprozessen und -verfahren des Materialrecyclings ist in diesem Fall am einfachsten, dann die Entsorgungs-, Verfahrenstechnik und Metallkunde sind zuständig für die weitergehenden Trennprozesse und -verfahren.

Die Stichprobenprüfung $n = 200$ wird mit derselben AWF-Klasse und -typ durchgeführt, aber

mit verschiedenen anderen statistischen Zustandsqualitäten. Der Effektivwert und die Standardabweichung (Bild 27, S. 158) beschäftigen sich mit diesen Variablen, die sich nicht aufeinander beziehen.

Die statistischen Entscheidungsfindungen (Bild 28, S. 159) für AWF-Demontage laufen wie folgt ab:

x_i^k und x_i^j entsprechen dem konkreten Meßwert für x_i^j und x_i^j .

x_i^j ist ein zufälliges Merkmal (zu findende Informationsgröße) und besitzt eine gewisse Verteilung (Die Verteilung muß modellmäßig aufgestellt werden).

x_i^j ist ein konkreter Informationswert (Meßwert).

Mögliche Entscheidungsfolge festgelegt nach :

- der Merkmalsverteilung festgelegt
- „gut“-Teilbereiche für x_{ij} auf jeder Stufe „j“ von $X_{\text{Vorbereitung der Zustandsqualitäten}}$ bis X_{Deponie} festlegen.

$$(x_i^Z \in I^G), (x_i^H \in I^G) \Rightarrow \text{gut}$$

$$(x_i^Z \in I^G), (x_i^H \in I^S) \Rightarrow \text{schlecht}$$

Das Intervall für $x_i^Z \in (I^G, I^S)$,wobei G = „gut“, z.B. (Wiederverwendung);

S = „schlecht“ z.B. (Deponie Metall).

Vorinformationen, sie sind z.B. durch „viele“ vorhergehende Informationen und Beobachtungen zu erhalten. Aus Vorinformationsdaten und durch Vorgabe einer Überdeckungswahrscheinlichkeit q für den „gut“-Bereich gestaltet man das Verteilungsmodell für jede Komponente des Gesamtdemontageablaufes.

$$x_j^Z, x_j^H, x_j^{BG}, x_j^{BT} \text{ und } x_j^D$$

1. Die Normalverteilung $N(\mu_z, \sigma_z^2)$ wird mit dem bestimmten Verteilungs-Typ durch Erfahrungen und Testentscheidungen festgelegt. Parameter sind durch die statistische Schätzung

oder einen Hypothesen-Test festgelegt, d.h. Daten zur Festlegung von Verteilungs-Type und Verteilungs-Parameter.

2. Die gesuchte und ablaufende Normalverteilung $N(\mu_H, \sigma_H^2)$ auf Stufe „H“ Verteilungs-Typ wie Stufe „Z“ oder Verteilungs-Parameter μ_Z, σ_Z^2 neu bestimmen. (*Schätzung oder Hypothesen-Test*).

Skizze für die Festlegung des „Gutbereiches“ I^G durch die Vorgabe einer „Überdeckungswahrscheinlichkeit“.

Bild 29 (S. 160) zeigt : Wenn $q = 0.95$, dann heißt das, daß 95 % aller möglichen Werte von x im Intervall von X_1 und X_2 liegen .

5.2 Ablaufende Datenmodellierungsstrategie

Entsprechend der Gesamt-AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montage-Datenbank (Vergl. Abschnitt 1.4, S.17) sind die grundlegenden Daten als die festgelegten passiven Daten nur für eine primitive Demontageoptimierung verfügbar. Bei den aktiven und ablaufenden Daten, z.B. den verschiedenen und diskreten AWF-Zustandsqualitäten der Multidimensionen der gleichen vergleichbaren Bedingungen in einem Trennprozeßablauf, muß man unbedingt als weitere Stufe die Ebene der Gesamt-AWF-Demontage-/Kfz-Remontage-/Kfz-Montage-Datenbank anbauen, weil in ihr diese zerstreuten Daten annähernd die Informations- und Datensätze darstellen können. (Das gilt auch für zwei identische AWF mit gleichen Vergleichsbedingungen, wobei aber die Daten ihrer Zustandsqualitäten des AWF nicht identisch sein müssen). Diese zerstreuten Daten spielen eine große Rolle in der Entscheidungsfindungen für das Produktrecycling, die Wiederherstellung oder das Materialrecycling. Sie werden im Umfeld des Datensatzkreises bleiben.

Die ablaufenden Datenakquisitionen und -beschaffungen sehen so aus, daß die Datensätze entsprechend den verschiedenen Vergleichskriterien, (z.B. der gleiche AWF-Hersteller aber unterschiedliche Modelle und verbleibende Restbedingungen des Vergleiches oder umgekehrt) , aufgestellt werden. Die Zielsetzung der Bestimmung ist auf einer stromlinienförmigen Ebene

der Datenstruktur zu modellieren. Natürlich werden die diskreten, abgelaufenen und annähernden Datensatzkreise ihrer Reihenfolge nach auf dieser Ebene dargestellt. Damit kann man für die verschiedenen Entscheidungsbäume in langfristigen Auswertungs- und Bewertungsstrategien bzw. -prozessen direkt auf den automatisierten Algorithmus zurückgreifen. So braucht man nicht wiederum einen neuen Algorithmus für jeden betroffenen, abgelaufenen, diskreten und neuen Datensatz zu bewerten, d.h. den Flexibilitätsgrad des Zugriffsalgorithmus sicherzustellen. Die riesige Speichermenge der Echtzeit-Videoaufnahmen auf der Power-PC- oder Workstation-Festplatte wird durch die andere Zielsetzung beseitigt, d.h. die Entscheidungen werden sofort auf dieser stromlinienförmigen Ebene getroffen, nachdem Videobilder auf dem Computer visualisiert worden sind.

Für die Erkennung der Zustandsqualitäten des AWF gibt es eine negative und eine positive Möglichkeit. Die erste enthält nur die kaputten Bauteile, die durch Video-Fotovisualisierungen auf der Festplatte gespeichert und digitalisiert werden. Damit kann man jeden Fall wie ein Muster für die Bewertungs-Entscheidungen behandeln. Hierbei ist vorteilhaft, daß man nicht unbedingt alle Muster der Zustandsqualitäten des AWF zu erzeugen braucht; die Mustererkennung wird nur auf der Ebene der kaputten Merkmalsteile bzw. der Video-Fotos der Bauteile benötigt. Bei dieser Strategie wird die Anzahl der benötigten Daten drastisch verringert. Leider können die geometrischen und strukturellen Formen der kaputten Bauteile bei der Video-Fotoqualitäten nicht erhalten werden. Die positive Erkennungsmöglichkeit beinhaltet hingegen die strukturelle Erfassung der intakten AWF-Bauteile, aber erhöht dadurch die Datenmenge .

Bei der Interpretation der Video-Fotoqualitäten und der Video-Fotoinformationen der AWF-Zustandsqualitäten liegt das Hauptaugenmerk auf einem numerischen Datensatz (Farb- oder Grauwerte). Dabei spielen die Musteranalyseprozesse und -verfahren des Video-Fotos eine entscheidende Rolle. Es ist jedoch möglich, die Algorithmen des numerischen Datensatzes bzw. -kreises für die AWF-Zustandsqualitäten zu entwerfen. Danach sind durch die Regulierung der Ergebnisse der Analyseprozesse und -verfahren die numerischen Interpretationen möglich. Solche Interpretationen müssen für alle betroffenen Auswertungsbereiche konsistent sein. Die Standardisierung des numerischen Datensatzes sollte aber die Video-Fotointerpretationen nicht ausschließen. Die Interpretationen und Bewertungen werden jedoch durch ein „Delfi“- und „Concurrent Engineering“-orientiertes wissens-, daten-, fall- und regelbasierendes Expertensystem durchgeführt. In regelbasierenden Programmiersystemen liegt das spezifische AWF-

Wissen in Form von Fakten und Regeln in einer Wissensbasis für die Demontage vor, die über ein Folge-AWF ausgewertet und vervollständigt werden kann. Z.B. werden die Zustandsqualitäten des AWF bei den Video-Fotointerpretationen beeinflusst durch das Baujahr, die nominelle Lebensdauern von Kfz-Wälzlagern (bei ihr ist h auch durch die Drehzahl beeinflussbar Siehe Tabelle 1, S. 119) und den Kilometerverbrauch des AWF. Die Experten können aufgrund dieser Faktoren eine Regelbasis für diese Zustandsqualitäten herstellen. Die Schematisierung der Fakten und die auf ihnen basierenden Regeln bedingen auch hier das Anwendungs-Umfeld, das bereits in der Entwurfsphase ein vorbestimmtes ist.

Fuzzy-Klassifikatoren für AWF sind automatische Entscheidungssysteme, die ein Muster (oder eine Variable) einer von n vorgegebenen Klassen zuordnen. Sie werden nicht nur zur Einordnung der AWF-Zustandsqualitäten in bestimmte Fuzzy-Mengen benutzt, sondern auch als Basis für Fuzzy-Clusteralgorithmen und zur Bildung regel- und fallbasierender Fuzzy-Klassifikatoren.

Demgegenüber suchen Clusteralgorithmen nach den Strukturen im Datenmaterial der ablaufenden AWF-Zustandsqualitäten. Fuzzy-Clusteralgorithmen lassen abgestufte Zugehörigkeiten (siehe Bild 23, S. 154 - 155) dieser AWF-Daten in mehreren Clustern zu. Bild 23 (S. 154 - 155) entwickelt diese Zugehörigkeiten wie in Bild 31 (S. 161) dargestellt. Clusteralgorithmen quantifizieren unsichere Zuordnungen dieser AWF-Daten zu mehreren Clustern durch Wahrscheinlichkeiten.

Zur Behandlung bestimmter AWF-Daten stellt sich im Bild 30 (S. 160) die Clusteranalyse [107] als die empirische Methode heraus. Hierbei ist die Clusteranalyse eine hilfreiche Technik, um die ablaufenden Zeitreihendaten unter die Daten der Zustandsqualitäten des AWF in heterogenen Abständen auf eine Ebene zu verstreuen. Durch diese Meßkriterien kann man ähnliche AWF-Daten in einem Datensatz oder einem -kreis zusammenfassen. Mit Hilfe der Clusteranalyse bestimmt man die Zuverlässigkeit der Entscheidungsgenauigkeit für ferne Abstände der AWF-Clusterdaten beim Produktrecycling, auch bei der Wiederherstellung und beim Materialrecycling.

Die hierarchischen Clusteralgorithmen, „divisive“ (teilbare) und „agglomerative“ (zusammenstellende) Strategien, haben die Merkmale der Vereinfachung und der Steuerung des Cluster-

prozesses. Für die divisiven Strategien werden die Meßkriterien des Abstandes der Daten der Zustandsqualitäten des AWF von einem Clusterdatensatz bzw. -kreis getrennt, so daß zwei Datensätze bzw. -kreise entstehen. Bei den agglomerativen Strategien jedoch fassen diese Variablen einen diversen Cluster in einem Matrixsystem zusammen. Wenn sich die Medianwertematrix des Clusters ändert, verändert sich auch der Trainingssatz, da er von der Matrix abhängig ist.

Bei dem „Fuzzy-C-Means“-Algorithmus [106] benutzt man diese Fuzzy-Cluster für die generative und induktive Entscheidungsregelung der Zustandsqualitäten des AWF, wobei c die Anzahl der Clusterklassen ist. Nicht interaktive Softwarepakete für Cluster sind auf dem Markt verfügbar. Alle Clusterfunktionen, die für die Entscheidung über die AWF-Zustandsqualitäten bzw. Video-Fotos entsprechend der eigenen Anwendungsspezifikationen und -klassifikatoren benötigt werden, sollten auf dem Markt vorhanden sein. Somit kann das „Fuzzy-C-Means“-Algorithmus effektiv in das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings integriert werden.

Ein Nachteil des „Fuzzy-C-Means“-Algorithmus ist es, daß bei Verwendung des Euklidischen Abstands nur bei einer hyperkugeligen Struktur der Clusterklassen sinnvolle Ergebnisse erzielt werden. Langgestreckte Clusterklassen werden durch diesen „Fuzzy-C-Means“-Algorithmus nicht erkannt. Liegt eine solche Klassenform vor, so empfiehlt sich die Anwendung von verallgemeinerten Distanzmaßen oder von Cluster-Algorithmen [108]

Bei der Auswahl der Clusteranwendungssoftware sollte man folgende neun Funktionsmerkmale beachten:

1. Errichtung des Datenbaums,
2. Ablesen der hierarchischer Struktur für die Entscheidungsbäume,
3. AWF-Zustandsqualität Charakterisierung : nebenstrukturaler Inhalte,
4. Nachbarfunktion : Suche des nächsten Nachbarn durch den Vergleich der Zustandsqualitäten des AWF,
5. Zusammenstellungs-, Teilungsnachbarn oder Fuzzystrategie :
Kombination mit der nächsten Nachbarliste der Zustandsqualitäten des AWF,
6. Tabellenfunktion : Sie tabelliert Cluster als Ergebnisse von den variierten Parametern,

7. Algorithmus : Bestimmung des Clusteralgorithmus,
8. Clustervisualisierung : Grafische Darstellung der Daten der Prozeßcluster für die Strukturen,
9. Clustercheckliste: Sortierung und Reformatierung der Clusterdaten für die Weiterverarbeitung .

Die Alternative zur Clusteranalyse ist die Datenmustererkennung [„Knowledge Discovery in Databases“ oder „Data Mining“]. Die Datenmustererkennung bezeichnet nicht nur eine einzelne Technik für die Anwendungsspezifikation des AWF, sondern umfaßt den gesamten Erforschungsprozeß von der Bereitstellung der AWF-Daten bis hin zur Anwendung der Erkenntnisse für die Entscheidungen zwischen Produktrecycling, Wiederherstellung und Materialrecycling. Das Konzept der Datenmustererkennung, in deren Mittelpunkt die zentrale Bereitstellung von AWF-Daten steht, konzentriert sich bei den riesigen Datenbeständen auf die Nutzung von AWF-Informationen wie [(un-)sichere, (un-)bekannte und (un-)sichtbare] Angaben. Die relationale Datenmustererkennungs-Datenbank aller Klassen, Modelle und Zustandsqualitäten aller AWF-Hersteller wurde bereits auf einem massiv parallelen nCube-Rechner industriell realisiert und eingesetzt. Unter der Datenmustererkennung versteht man die Extraktion eines implizit vorhandenen, nicht trivialen und nützlichen Wissens aus großen, dynamischen, relativ komplex strukturierten Datenbeständen {Frawley & Piatetsky [109]}.

Ziel der Datenmustererkennung bei der Demontage des AWF ist es, Wissen in Form von Mustern, das heißt von Beziehungen zwischen verschiedenen Datensätzen, zu identifizieren. Ein Datenmuster kann beispielsweise einen Zusammenhang zwischen dem Baujahr, der nominellen Lebensdauer (in h bzw. Drehzahl) und dem bestimmten Kilometerverbrauch von gesamten Kfz-Wälzlagern (siehe Tabelle 1, S. 119), den Kfz-Instandhaltungen bzw. -Instandsetzungen und dem Kilometerverbrauch herstellen, also eine Kombination bestimmter Ausprägungen von verschiedenen Merkmalen. Im Mittelpunkt steht die Identifikation gültiger , nützlicher, verständlicher, bisher unbekannter und unerwarteter Muster in Datenbeständen des AWF, die im allgemeinen wesentlich umfangreicher sind als die Testdaten für Maschinelles Lernverfahren. Die eigentliche Wissensentdeckung erfolgt bei der Anwendung des Datenmustererkennungsverfahrens auf einen Datenbestand des AWF und der Ableitung von Regeln (siehe Tabellen 5 & 6, S. 129 - 130 & S. 131) und Gesetzmäßigkeiten (vergl. die Bilder 8, 9, 12, 26 & 27 entsprechend der Seiten S.132 - 133 u. S. 134, S. 137, S. 157, S. 158). Die regel-, wissens-, mo-

dell- und fallbasierten Induktions- und Deduktionsprozesse sind auf das Datenmustererkennungs-Verfahren der Zustandsqualitäten des AWF praktisch anwendbar. Natürlich wirkt sich dies Datenmustererkennungs-Verfahren auf das Verfahren des Maschinellen-Lernens aus, d.h. des automatisierten Lernens aufgrund von Trainings- bzw. Lerndaten. Das Maschinelle Lernen hat zwei Komponenten. Zum einen ist die Lerndaten- bzw. Trainingsdatenmenge zum anderen die Testdatenmenge für den unsichtbaren, unbekanntem und unsicheren Daten- und -Informationsfluß des AWF festzustellen, um die Entscheidungsbäume bzw. die Entscheidungen für das Produktrecycling, die Wiederherstellung oder das Materialrecycling zu bestimmen.

Die Datenmuster des AWF, die mit den Datenmustererkennungs-Verfahren entdeckt werden, lassen sich in ihren Funktionen auf auf 12 wesentliche Problemstellungen der Zustandsqualitäten des AWF zurückführen :

- (1) Abfragewerkzeug [106],
- (2) Klassifikation [106],
- (3) Statistisches Verfahren[106],
- (4) Visualisierung[106],
- (5) Clustering[106],
- (6) Online-Analyseprozeß (OLAP)[106],
- (7) Fallbasiertes Lernen (k-nächsten-nachbar)[109],
- (8) Entscheidungsbäume [109],
- (9) Assoziationsregel [109],
- (10) Sequenzen [109],
- (11) Prognose durch Neuronales-Netzwerk (NN) [109] und
- (12) Genetischer Algorithmus [109].

Die spezifischen Merkmale dieser Funktionen mit den Darstellungs-, Analyse-, und Interpretationsfähigkeiten für die Datenmuster des AWF erlauben es, für das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings eine komplette Software nach den eigenen Anwendungsbedürfnissen und -umgebungen zu entwickeln.

Die Zuverlässigkeit der Datenmustererkennung des AWF liegt in der Effizienz und Robustheit des Algorithmus in einem treibenden Datenmustererkennungs-System („Discovery-driven-

data-Mining“). Dadurch paßt sich die kontrollierte Induktionstechnik mit folgenden drei Eigenschaften gut einem solchen System an :

1. Die Datenmustererkennungs-Modelle hoher Qualität werden erzeugt, wenn die Daten im Trainingssatz verrauscht und unvollständig sind.
2. Die Ergebnismodelle sind verständlich und erklärbar. Damit können Benutzer verstehen, wie die Entscheidungen zu treffen sind.
3. Das von der Datenmustererkennung akzeptierbare Domain-Wissen kann die Lösung der Induktionsaufgabe während der gleichzeitigen Qualitätsverbesserung des induzierten Modelles beschleunigen.

Die kontrollierte Induktionstechnik hat einige Vorteile gegenüber der Methode der Statistischen-Modell-Erzeugung.

5.3 Die Bewertung des Maschinellen Lernens

Während der gesamten Demontageanalysen, -prozesse und -verfahren wertet die Taguchi-Statistische-Methode die Fehldemontage aus. Diese Auswertungsmethode kann nur die Stichproben der AWF-Varianten, aber nicht die gesamte Methode in einem System bewerten. Analog erzielt die Ablaufende Datenmodellierungsstrategie die globalen Bewertungen durch einen flexiblen Algorithmus von allen diskreten Entscheidungen für die betroffenen AWF-Daten und -Informationen. Aber eine Steuerung des gesamten Mechanismus, insbesondere eine Rücksteuerung und -kehrkontrolle der diskreten und ablaufenden Phasen des Strategieplanungsystems des hybriden Recyclings ist bei der Ablaufenden Strategie der Datenmodellierung, nicht möglich. Jedoch sind die Steuerungsprozesse und -verfahren bei der Ablaufenden Strategie der Datenmodellierung einfacher, effektiver und kostengünstiger als bei dem „Neuronalen Netz“.

Im Vergleich zu anderen nutzbaren KI-Werkzeugen ist das „Neuronalen Netz“ [110] um einiges besser. Aus diesem Grund benötigen „Neuronalen Netz“-Rezeptoren und -Effektoren zur Informationsein- und -ausgabe eine vorgeschaltete Eingabecodierung und eine nachgeschaltete Ausgabedecodierung. Die Bestandteile eines „Neuronalen Netz“ sind ein System von miteinander

verknüpften Zellen, Knoten oder Prozessorelementen, die in Schichten angeordnet sind und Informationen austauschen können. Die Basisleistungen eines „Neuronalen Netzes“ bestehen in Musterassoziation und Musterrekonstruktion.

Sicherlich ist es schwierig, bei dem „Neuronalen Netz“ mit seinen riesigen Daten- und Informationsmengen der Logistik-Wirtschaft-Technik des AWF, Entscheidungen und ablaufende Zeitreihendaten der Entwicklungsphasen der hybriden Recyclingstrategieplanungssysteme der AWF-Demontage und einen adaptiven Lernprozeß wie das induktiven Lernens effektiv zu steuern. Solange die eingegebenen Daten und Informationen des AWF (un-)sicher, (un-)bekannt und (un-)sichtbar sind, muß das Datenmustererkennungs- und Statistik-Cluster-Korrelationsorientierte „Neuronalen Netz“ eingesetzt werden, da ein solches Datenmustererkennungs-Fuzzy-Neuronalen-Netz [111] die Extraktion der Wissensmerkmale innerhalb der Daten erlaubt. Das Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung wird sich in einigen Jahren an den Stand der Technik angepaßt haben. Bis dahin werden wohl auch Anwendungssoftware und -hardware am Markt verfügbar sein. Trotzdem müssen die folgenden Strategien des Fuzzy-Neuronalen-Netzes der Datenmustererkennung durchgeführt werden:

Die „Feed-Forward-Propogation“-Methode mit ein oder zwei Ebenen verdeckter Neuronen ist für die Eingabe der Lerndaten in das Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung geeignet. Damit kann man die wechselnden Parameter und Variablen in dem Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung spezifizieren. Im Gegensatz dazu wird die „Feed-Backpropogation“-oder „Feedback-Error-Propogation“- Methode [113], auch „rückgekoppeltes Netzwerk“ genannt. Sie gilt als ein effektives Verfahren für mehrlagige, rückkopplungsfreie Netze und ist empfehlenswert für die Ausgabe der antrainierten Daten, die diese Lerndaten erzeugt haben. Zwischen diesen Durchgängen sollten eine oder mehrere verdeckte Schichten (hidden layers) wie Pufferfilter in das Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung eingeschleust werden. Dabei sind normalerweise bis zu max. 2 Schichten empfehlenswert. Fließende Sigmoid-Neuronen, die jeweils nur aus einer Datei bestehen, müssen in dem Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung entworfen werden. Die Zahl der verdeckten Schichten ist nicht vorge-schrieben und hängt von der Art des zu lösenden Problems ab. Die Zahl der Verbindungen zwischen den Elementen ist meist wesentlich größer als die Zahl der Elemente selbst.

Bei einem „Feed-Forward-Netz“ verläuft der Informations- und Datenfluß des AWF nur in ein-

er Richtung. Daher kann es nicht vorkommen, daß der Ausgang einer Zelle mit dem Eingang einer anderen Zelle in der gleichen oder einer darüberliegenden Schicht verknüpft ist (d.h. rückkopplungsfreies Netzwerk).

Die Funktion der Robustheit eines „Neuronalen Netzes“-Fuzzy-Neuronalen-Netz verlangt jedoch eine „Kollektivverantwortung“ der simulierten Neuronen für die erzielten Ergebnisse des Produktrecyclings, der Wiederherstellung oder des Materialrecyclings. Sollten praktisch einige Neuronen versagen, so reagiert ein angemessen konfiguriertes Netzwerk mit nur leicht verminderter Leistung; Modellinhärente Parallelisierungs- und Synchronisierungsmöglichkeiten wie die Datenmustererkennung- und fuzzyorientierte „Neuronalen-Netz“-Modelle sind geeignet für massiv parallele Ausführung in Mehrprozessorarchitekturen entsprechend aller AWF-Qualitäten . Falls die Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung z.Zt. noch nicht verfügbar sind, kann man dieselben auch noch einige Jahre später in einem „Neuronalen Netz“ einbauen.

Bei der Adaptivität (Lernen) [112] verhält es sich so, daß das „Wissen bzw. das Neuronalen Netz“ eines Fuzzy-Neuronalen-Netzes der Datenmustererkennung auf seinem Anwendungsbereich in der Verbindungsstruktur beruht. Eine Einflußnahme ist während des Trainings eines derartigen Netzes über entsprechende Eingangsmuster (siehe Bild 32, S. 162 - 169) und die erwünschte Netzreaktion erreichbar. Eine stabile Netzkonfiguration sollte in der Lage sein, Trainingsbeispiele weitestgehend zu reproduzieren und in allen nichttrainierten Fällen eine angemessene Reaktion durch Assoziation bzw. Interpolation und Distribution zu erreichen. Die in einem Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung enthaltenen Informationen sind im Gegensatz zu konventionellen Rechnern (bzw. zu Genetischen Algorithmen) nicht an spezifischen Speicherplätzen (Adressen) lokalisiert, sondern als Muster über die gesamte Netzwerkstruktur verteilt. Dabei wird assoziativ gespeichert. Dabei erfolgt der Zugriff auf den Speicherinhalt mittels eines Musters und nicht über eine Adresse. Für diese Art des Informationszugriffs werden manchmal auch die Begriffe „inhaltsadressierte Speicherung“ oder „Content-addressable Memory“ (COAM) verwendet.

Die assoziative Speicherung hat zwei wesentliche Vorteile bei ihrer Anwendung bei der AWF-Demontage:

1. Es können sehr viele komplexe Muster wie AWF-Videofotos der Zustandsqualitäten ge-

speichert werden.

2. Neue AWF-Fotomuster können sehr schnell mit gespeicherten, gelernten Mustern verglichen und damit klassifiziert werden.

Weiterhin erlauben die Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung eine flexible Fehlertoleranz und „Graceful Degradation“ bzw. Lern- und Trainingprozesse während der AWF-Trennverfahren und -prozesse. Sie liefern auch dann noch sinnvolle Ergebnisse, wenn Zellen teilweise ausfallen oder ein Teil der Verknüpfungen verändert wurden. Mit „Graceful Degradation“ bezeichnet man die Eigenschaft neuronaler Systeme, beim Ausfall von Zellen oder Verbindungen nicht sofort zu versagen, sondern mit zunehmender Beschädigung erst nach und nach ihre Funktionsfähigkeit zu verlieren. „Neuronalen Netze“ sind daher, im Gegensatz zu konventionellen Rechnern, gegenüber Hardwarefehlern extrem robust. Diese Eigenschaft ist für die AWF-Demontage wichtig .

Der Nachteil der „Neuronalen Netze“ liegt darin, daß Neuronale-Systeme nicht als ganzheitliche, autonome Systeme aufgefaßt werden können. Sie stellen zur Zeit dedizierte Komponente in traditionellen Systemen (z.B. im genetischen Algorithmus) dar, welche vorzugsweise für die Vor- und Nachbearbeitung der Daten benötigt werden. Die Neuronale Informationsbearbeitung ist kostspieliger als alle anderen Verarbeitungsarten und sollte deshalb nur für besonden Problemstellungen eingesetzt werden. Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung, die per Adaption erzeugt wurden, sind nicht verifizierbar und nur per Test gültig. Sie sind deshalb in ihrem Grenzverhalten schwer berechenbar und bestimmbar. Aus diesem Grund sind sie nur für Einsatzbereiche mit Fehlertoleranz denkbar. Bei dem Neuronalen Netz gibt es vier Adaptionstrategien :

- 1-. Lernen (auf der Ebene eines einzelnen Prozessorelements),
- 2-. Selbstorganisation (viele Prozessorelemente),
- 3-. Generalisierung und
- 4-. Trainin (überwachtes und unüberwachtes Training).

Zum Training wird die Methode des überwachten Lernens eingesetzt. Das Netz bekommt AWF-Eingabemuster vorgegeben, aus denen es Ausgabemuster erzeugt, die mit den gewünschten Ziel-Ausgabemustern verglichen werden. Nach jeder Vorgabe eines AWF-Eingabemus-

ters werden die Gewichte so verändert, daß sich der Fehler, d.h. der Unterschied zwischen dem Ausgabemuster und dem Ziel-Ausgabemuster (also dem sogenannten Schwelle-Ausgabemuster), verringert.

Das überwachte Training ist gut geeignet für die AWF-Anwendungsspezifikation, da es einen Rückkontrollprozeß für die Verbesserung des Test- und Trainingsdatensatzes, der Regeln und der Modelle beinhaltet. Außerdem stellt das Erkennen von gelernten AWF-Mustern auch bei verrauschten, verzerrten oder gar unvollständigen Eingabedaten die besondere Qualität des Neuronalen Netzwerks dar. Da ein großer Teil realer Daten erfahrungsgemäß unexakt, zweideutig oder teilweise zerstört ist, kommt dieser Erkennungsfähigkeit bei der Bewertung der AWF-Zustandsqualitäten eine wichtige Bedeutung zu.

Zum Training wurde auf vorhandene statistische Daten zurückgegriffen. Sowohl die Back-Propagation-Methode als auch eine Sigmoidal-Transfer-Funktion wurden eingesetzt. Das Netz konvergierte dabei problemlos mit minimalen Fehlern.

Bei Video-Bildern erfolgte das Training des Back-Propagations-Netzwerkes an aktuellen Daten direkt aus der Video -Bildverarbeitungs-Einheit der Prüfeinrichtung. Ein umfangreicher Testdatenbestand war auf Massenspeichermedien gesammelt worden. Die Leistung des Netzwerkes wurde mit der menschlicher Klassifikatoren verglichen.

Nach dem Training, das sehr zeitaufwendig sein kann, wird das „Neuronale Netz“ getestet. Hierzu sind Testdaten in ausreichendem Umfang vorzusehen, die nicht mit den Trainingsdaten übereinstimmen dürfen. Nach der Lernphase klassifiziert das Netz die Lernmuster ohne Fehler, also in völliger Übereinstimmung mit den Experten. Ein solches Ergebnis ließ sich bisher mit klassischen Mustererkennungs-Verfahren nicht erreichen. Auch wenn man diese „Neuronalen Netze“, welche die relevanten Störgeräusche enthalten, mit ausgewählten Mustersignalen trainiert, sind die Ergebnisse ebenfalls fehlerfrei. Klassische Verfahren der Mustererkennung hingegen versagen bei dieser Aufgabenstellung völlig.

Ein Vorteil der Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung ist die Erkennung von Fehlerkombinationen, die nicht explizit gelernt wurden. Außerdem können diese Netze während der adaptiven Lernphase irrelevante Merkmale durch eine Schwächung der

entsprechenden Gewichte weitgehend ausblenden. Diese Eigenschaft haben numerische Klassifikatoren nicht.

Bei der Modellierung des Fuzzy-Neuronalen-Netzes der Datenmustererkennung für die AWF-Anwendung sollte beachtet werden, daß im Verlaufe der geschichtlichen Entwicklung neuronale Netze für eine Vielzahl von Modellen (siehe Bild 32, S. 162 - 169) entwickelt wurden. Soll ein Entscheidungsbaum entweder für das Produktrecycling, die Wiederherstellung oder das Materialrecycling mit einem „Neuronalen Netz“ gelöst werden, so müssen in erster Linie folgende Parameter beachtet werden :

- 1- Ebenenaufteilung, Anzahl der Ebenen,
- 2- Anzahl der Prozessorelemente in den verschiedenen Ebenen,
- 3- zu verwendenden Trainings- und Testdaten
- 4- die Auswahl eines geeigneten Modells.

Der Auswahl des geeigneten Modells ist hierbei eine besondere Bedeutung beizumessen. Bild 32 (S. 162 - 169) zeigt eine hybride Klassifikation (Datenmustererkennung und Fuzzyregeln) von Modellen Neuronaler Netze.

Die Speicherkapazität eines Fuzzy-Neuronalen-Netzes der Datenmustererkennung wird maßgeblich durch die Zahl der Verbindungen (Kopplungen) zwischen den Prozessorelementen bestimmt. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ergibt sich aus der Zahl der Verbindungen, die pro Sekunde verändert werden können. Dafür sind die Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung mit autoassoziativen Speichermerkmalen für das Videobild aus dem Teilbild und anderen heteroassoziativen Speichermerkmalen für das Videobild aus dem Zerrbild geeignet.

Planungsanwendungen sind wohl bisher noch nicht mit der Technologie der „Neuronalen Netze“ bearbeitet worden. Untersuchungen haben aber ergeben, daß sie prinzipiell hierfür geeignet sind. Für einfache Anwendungen in der Entwicklung wurden bereits „Neuronalen Netze“ fertiggestellt. Auch wenn noch keine vollständigen Lösungen vorliegen, gehören die meisten der gegenwärtig verfügbaren Anwendungen in diese Gruppe. Bereits heute werden funktionsfähige Anwendungen auf der Basis Neuronaler Netze kommerziell eingesetzt. Obwohl es eine gewisse Überschneidung der drei Anwendungskategorien gibt, ist diese Klassifikation wichtig.

Übertriebene Berichte über den Einsatz Neuronaler Netze verschweigen meist deren Entwicklungsstadium.

Die Fähigkeit, komplexe Systeme abbilden, überwachen und steuern zu können, bietet einen großen Anreiz, „Neuronale Netze“ auch für die Probleme des Abschnittes 5.1 (S. 77) „Statistische Datenbehandlungstrategie“ (S. 87) einzusetzen. Die anfallenden großen Datenmengen können von Neuronalen Netzen in Echtzeit organisiert, analysiert und interpretiert werden. „Neuronale Netze“ erkennen Trends, sind anpassungsfähig, lernen aus den Daten und prognostizieren Entwicklungsphasen der AWF-Demontage. Bei der statistische Behandlung konnte die Pareto-Liste der Eingabeparameter durch Addition der Absolutwerte der Gewichte von Verbindungen, welche die verdeckten Schichten verlassen, ermittelt werden. Eine nötige Vergleichsanalyse mit Hilfe konventioneller statistischer Verfahren lieferte identische Ergebnisse .

Die Video-Bildverarbeitung bzw. Zustandsqualitäten des AWF liefern ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten des Datenmustererkennungs-Fuzzy-Neuronalen-Netzes. Wenn ein rohes oder auch ein vorverarbeitetes Video-Bild als Eingabe für das „Neuronale Netz“ verwendet wird, liefert das Netz dann auf der Ausgabeseite eine Klassifikation oder Identifikation dieses Bildes. Die Vorverarbeitung oder Video-Bildwandlung kann über Fourier-Transformationen und Modulationsübertragungsfunktionen, mit spezialisierten Funktionen und mit bestimmten digitalen Bildverarbeitungs-Techniken durchgeführt werden.

Theoretisch und praktisch ist man davon überzeugt, daß der Stand der Multimediatechnik bzw. der -Software und der -Hardware seit Jahren fortschrittlich entwickelt wird, und Hardware und Software des Datenmustererkennungs-Fuzzy-Neuronalen-Netzes in der nächsten Jahren am Markt angeboten werden.

Typische Problemstellungen des AWF der Zustandsqualitäten bzw. der Verbindungen und der Verschlüsse können durch die Fehlerdiagnosen, bei der Klassifizierungen von Bauteilen und die Identifikation von Fehlertypen beim Fuzzy-Neuronalen-Netz der Datenmustererkennung entstehen. Zur deren Klassifizierung dient meist das Video-Bild des AWF oder der Komponente, die sich in der Fertigung befindet.

Die Bildwandlung der Aufnahmen der Videokamera für die Bewertung der Zustandsqualitäten

des AWF ist der Schlüssel für die Fähigkeit des Netzes, derart vielfältige Aufgaben abwickeln zu können. Durch Einsatz von Lichtmodulatoren wird ein Bild mit einigen zehntausend Punkten auf 32 Zahlen komprimiert, die auch die Informationen über Form und Orientierung des Objekts enthalten. Ein „Neuronales Netz“ ist in der Lage, diese Zahlenmuster zu kategorisieren.

Im Vergleich mit der klassischen statistischen „Fisher Linear Discriminate Method“ mit Implementationen Neuronaler Netze nach dem „Back-Propagation-Netz“ und dem „Counter-Propagation-Verfahren“ schnitt in vielen Fällen das „Back-Propagation-Netz“ besser ab als das „Counter-Propagation-Verfahren“ .

Es ist offensichtlich und zweifelsohne, daß Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung nach entsprechender Vorverarbeitung optischer Informationen die Objekte aufgreifen und ihre Form und Struktur mit großer Genauigkeit unterscheiden und einordnen können. Dadurch ist diese Technologie für die typischen Aufgaben der systematischen Demontage anwendbar ist. Dieses Netz hat die flexiblen, generischen und toleranzfähigen Eigenschaften für grosse Eingabemengen der Strategieplanungen des hybriden Recyclings und erlaubt Fehler zu erkennen.

6. Zusammenfassung, Schlußfolgerungen und Ausblick

Beim AWF-Recycling wird gegenwärtig die AWF-Demontage bei der konventionellen Schrottmethode noch durch das Materialrecycling dominiert. Weil der Ausgangspunkt dieser Technologie nur auf die Wertschöpfungsgrade des vielfältigen Materials ausgerichtet ist, spielt die AWF-Demontage in den Trennprozessen und -verfahren bisher nur eine unbedeutende Rolle. Das sollte sich ändern. Beim AWF-Recycling wird die AWF-Demontage als Produktrecycling einen dominanten Platz einnehmen. Bei ihm können nicht zerstörte Apparate des AWF, die noch in perfektem Zustand sind, wiederverwendet werden, und solche, die nur teilzerstört sind und die sich in einem wenig perfekten Zustand befinden, wieder hergestellt werden. Im Endeffekt kann bei diesem Verfahren zum Nutzen der Umwelt Energie gespart und die notwendige Deponiefläche verkleinert werden.

Abschnitt 2 zeigt, daß durch die unterschiedliche Gewichtung von Produktrecycling, Wieder-

herstellung und Materialrecycling des AWF die Anwendung dieser drei Verfahren schon vor Beginn des Recyclingprozesses durch die Strategieplaner, -träger und -entwickler eindeutig spezifiziert werden kann. Entsprechend den so festgelegten Spezifikationen und Regulierungen wird entschieden, wann und wo bei den AWF in den Trennprozessen und -verfahren das Produktrecycling, wo die Wiederherstellung und wo das Materialrecycling angewendet werden soll. Zweifelsohne sind die demontierbaren Verbindungen, zumeistens Schrauben, für die Gewinnung von Ersatzteilen bei der Demontage in der Kfz-Werkstatt durch den Konstrukteur vorausschauend gestaltet. Aber das wichtige Entscheidungs-Management bezüglich der -Theorie, -Bäume, -Systeme, -Prozesse und -Findungen trifft innerhalb der Demontageabläufe immer auch auf (un-)sichtbare, (un-)bekannte und (un-)sichere Informationen und Daten der AWF-Zustandsqualitäten. Deshalb muß bei der AWF-Demontage auf hybride Recyclingstrategieplanungssysteme zurückgegriffen werden, die für die AWF-Demontage und Kfz-Montage bereits vorhanden sind und die entsprechend allen möglichen Strategiedispositionen in Abhängigkeit von Wirtschaftlichkeit, Logistik und Technik. Entscheidungen treffen und auf diese Weise in den AWF-Demontage- und AWF-Recyclingbetrieben Gewinn erzielen.

Abschnitt 3 zeigt, daß für die ablaufenden Datenakquisitionen durch die Abläufe der AWF-Demontage hindurch bis zur Deponie die Auswertungen der Zustandsqualitäten des AWF von besonderer Wirtschaftsbedeutung ist. Sie werden mit Hilfe der Multimediatechnik festgestellt und basieren auf den Ergebnissen der Videokamera-Aufnahmen und deren Visualisierungen. Bei dem wissens-, regel- und modellbasierten Expertensystem können die Informationen und Daten der Video-Fotos von AWF-Bauteilen durch die hybriden „Delfi“- und „Concurrent Engineering“-Methoden systematisch analysiert und interpretiert werden. Diese Analysen und Interpretationen regulieren in einem wissensbasierten Expertensystem die Entscheidungsbäume bzw. -algorithmen für das Produktrecycling, die Wiederherstellung oder das Materialrecycling.

Abschnitt 4 beschäftigt sich mit den verschiedenen Strategiedispositionen des hybriden Recyclings, die es den Strategieträgern, -entwicklern und -planern in einem AWF-Demontage-, AWF-Wiederherstellungs- und AWF-Recyclingbetrieb ermöglichen, sehr schnell direkt auf die internen Logistikebenen, -ketten und -netze zu reagieren. Wie die herkömmlichen Werkzeuge, so sollen auch diese Dispositionen sicherstellen, daß die Leistungsfähigkeit des Logistikmanagements durch eine Rückkehrsteuerung und -kontrolle (d.h. „Feedback Control“) verbessert

wird. Durch sie können diese Dispositionen nach ihren eigenen spezifischen Bedürfnissen und erwünschten Anwendungsumfeldern modifiziert werden, um die Flexibilitätsgrade in einem Zuverlässigkeitsrahmen zu variieren. .

Abschnitt 5 „Strategiedispositionsbestimmung und -manöver“ behandelt die „Statistischen Datenbehandlungsstrategie“, die „Ablaufende Datenmodellierungsstrategie“ und das „Maschinen Lernen“. Diese drei heterogenen Bestimmungen und Manöver haben ihre eigenen Merkmale:

Die „Statistische Datenbehandlungsstrategie“ geht davon aus, daß die ablaufenden statistischen Datensätze bzw. -kreise für das wichtige Entscheidungs-Management hinsichtlich der. -Theorie, -Bäume, -Systeme, -Prozesse und -Findungen in den ablaufenden Trennprozessen und -verfahren des Produktrecyclings mit Beginn der Zustandsqualitätsvorbereitung bis zur Deponie bestimmt werden können. Das Beispiel des Golf CL (Abschnitt 5.1, S. 77, Bilder 24 & 25 S. 156) hat gezeigt, daß ohne die Kenntnis der Zustandsqualitätsdaten der Bauteile eine Entscheidung für das Produktrecycling, die Wiederherstellung oder das Materialrecycling nicht getroffen werden kann.

Die „Ablaufende Datenmodellierungsstrategie“ trägt einen wichtigen Teil zum automatischen Algorithmus über Entscheidungen für die Zustandsqualitäten des AWF bei. Bei dieser Strategie sind die vielen vergleichbaren und zugreifbaren Datensätze und -umgebungen auf einer stromlinienförmigen Ebene angeordnet. So kann schnell entschieden werden, ob Produktrecycling oder Wiederherstellung oder Materialrecycling vorteilhafter sind. Man stellt dabei fest, daß zwei AWF des gleichen Baujahres, Modells und Klasse unterschiedliche Zustandsqualitätsdaten aufweisen. Für vergleichbare AWF-Zustandsqualitäten braucht man aber nicht in jedem Fall einen neuen Entscheidungsalgorithmus; so kann man Kosten reduzieren. Ein solch globaler Algorithmus ist für alle zutreffenden AWF notwendig. Dabei ist darauf zu achten, daß die AWF der gleichen Klasse angehören; aber Baujahr und Modell spielen dabei keine Rolle. Die beiden o.g. Auswertungs- und Bewertungsmethoden der Bestimmungen sind vor allem in verschiedenen Anwendungsschwerpunkten für die Strategieträger, -entwickler und -planer verfügbar.

Durch das Fuzzy-Neuronale-Netz der Datenmustererkennung erfolgt die Bewertung des

Maschinellen Lernens in solch riesigen Datenmengen, -sätzen und -umgebungen, weil die Neuronalen Netze mit vielfältigen Eingaben gegenüber den steuerbaren und effizienten Ausgaben durch Lernprozesse und -verfahren in solch großem globalen Entscheidungsalgorithmus für die AWF-Zustandsqualitäten behandeln werden. Weiterhin kann das Fuzzy-Neuronale-Netz der Datenmustererkennung bei den Zeitreihendaten jede Entwicklungsphase der hybriden Strategieplanung der AWF-Demontage bewerten.

Die vorteilhaften Eigenschaften des Fuzzy-Neuronalen-Netzes der Datenmustererkennung bestehen in seiner Robustheit, seiner Adaptivität (Lernen), seiner flexiblen Fehlertoleranz und seiner Fähigkeit zur Selbstorganisation, Generalisierung und Lernfähigkeit. Die Nachteile bestehen darin, daß sie keine ganzheitlichen, autonomen Systeme darstellen, kostspielig sind und ein zeitintensives Training voraussetzen.

In dieser Arbeit sind die mechanischen und physikalischen Merkmale und Dispositionen aller relevanten Parameter des AWF (z.B. Verbindungen, Verschlüssen, Demontage- und Multimedia-technik, Wirtschaftlichkeit, Logistik, Statistik, Management, etc.) dargestellt. Auch kritische Kernprobleme der Daten- und Datenfluß-Strukturen des AWF sind vorhanden. Trennanalysen, -prozesse, -verfahren und -abläufe in Folge des Produktrecyclings, der Wiederherstellung, des Materialrecyclings und der Abfälle sind systematisch im Rahmen des umweltbewußten hybriden Recyclings erfaßt.

Das Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings für das gesamte AWF-Demontage- /Kfz-Remontage-/Kfz-Montagemanagement bzw. das Qualitätsmanagement des internen Logistikmanagements und das Entscheidungsmanagement hat eine Zeiteinschränkung für die Bestandteile der Soft- und Hardware, weil die Technologie der Multimedia und der Fuzzy-Neuronalen-Netze der Datenmustererkennung den erforderlichen Stand der Technik noch nicht entwickelt hat. Aber die wesentliche Anwendungskonzepte und Anregungen verbleiben immer für die Betriebe der AWF-Demontage und des -Recyclings.

Zukünftig sollten weitere Forschungsansätze in engem Zusammenhang mit den dargestellten Ergebnissen in dieser Arbeit verfolgt werden:

Die Strategisplanungen des hybriden Recyclings sind die Voraussetzung eines Totalmanage-

ments für den optimierenden Recyclingprozeß. Grundlage hierzu sind technische und ökonomische Daten, die insbesondere die Konstruktion und den Zustand der zu demontierenden AWF (Zustandsqualitäten der Verbindungen, Verschlüsse und Bauteile) beschreiben.

Die Bausteine des Totalmanagements bzw. des Gesamtspitzenqualitätsmanagements bestehen aus dem Demontage-, dem Entscheidungs-, dem Logistik-, dem Qualitäts- und dem Umweltmanagement.

Im Totalmanagement werden mit diesen Bausteinen die erfassten Daten bewertet und modifiziert, um mit dem Ziel Aussagen für die Produktrecycling, Wiederherstellung, Materialrecycling und Abfall zu erhalten, um schließlich über das Feedback in Verbindungen, Verschlüsse und Bauteilen künftige Konstruktionen und Recyclingprozesse schrittweise zu verbessern.

Bei den individuellen Bausteinen des Totalmanagements haben Demontage-, Entscheidungs- und Logistikmanagement vor dem Qualitäts- und Umweltmanagement in ihren Aussagen Bedeutung. Die ersten drei genannten Bausteine sagen wichtiges aus in Technologie, Management und Information.

Für die weitere Vervollständigung und die Praxis-Wirksamkeit dieses Recyclingmanagements sind noch umfangreiche, spezifische Arbeiten zu Datenstrukturen, zu Modellierungen und zur Simulation erforderlich. Auch die Verkettung der Bausteine des Totalmanagements über den Datenfluß und mathematische Methoden bedarf noch weitergehender Untersuchungen.

7 Abkürzung und Formelverzeichnis

AWF	: Alt- und Wrackfahrzeuge
BG	:Baugruppen
BGDS	: Baugruppendemontagestation
BGM	: Baugruppenmodule
BRV	: Bewegliche Restverbindungen
BSF	: Bewegliche Schubführung
BSG	: Bewegliche Schneckengetriebe
BSP	: Bewegliche Stirnradpaarung
BST	: Bewegliche Seiltrommel
BSZ	: Beweglicher Seiltrieb -zweiseitige
BT	: Bauteile
BTDS	: Bauteiledemontagestation
BVG	: Bewegliches Viergelenk
BZD	: Bewegliches Zweifach-Drehpaar
CAD	: Computer Aid Design
CAE	: Computer Aid Engineering
CAM	: Computer Aid Manufacturing
CCD	: Charge Coupled Devices
CIM	: Computer Integrated Manufacturing
CMÜ	: Cascaded Modulationsübertragungsfunktion
DM	: Datenmustererkennung bzw. “ Data Mining “
DM-Fall ₁	: Datenmustererkennungs-Fallbasis bei der
DM-Fall _n	Entscheidungsbäume
DM-Regel ₁	: Datenmustererkennungs-Regelbasis bei der
DM-Regel _n	Entscheidungsbäume
DM-Wissen ₁ ..	: Datenmustererkennungs-Wissenbasis bei der
DM-Wissen _n	Entscheidungsbäume

EURHEKAR	: Europäische Herstellerkammer der Autorecycler
Fuzzy-Cluster ₁	: Fuzzyclusterregel bei den Entscheidungsbäumen
Fuzzy-Cluster _n	
Fuzzy-Regel ₁	: Fuzzyregelbasis bei den Entscheidungsbäumen
Fuzzyregel _n	
HDS	: Hauptdemontagestation
Kfz	: Kraftfahrzeug
KI	: Künstliche Intelligenz
KrW-AbfG	: Kreislaufwirtschaftsgesetz
LKW	: Lastkraftwagen
LSRA	: Least Square Regression Analysis (Mittels der Methode der Kleinsten Quadrate)
MÜF	: Modulationsübertragungsfunktion
NN	: Neuronalensnetz oder -netzwerk
PPS	: Produktionsplanung und -steuerung
PRAVDA	: Projektgruppe Altautoverwertung deutscher Automobilhersteller
R ₁ , R ₂ , R ₃	: Fuzzyregel
STEP	: The Standard for the exchange Product Model Data
W ₁W ₃₆	: Wissensbasisregeln
Wissen ₁Wissen _n F	: Wissen-Fallbasis bei den Entscheidungsbäumen
Wissen ₁ ... Wissen _n M	: Wissen-Modellbasis bei den Entscheidungsbäumen
Wissen ₁ ...Wissen _n R	: Wissen-Regelbasis bei den Entscheidungsbäumen
V	: Verbindungen
VBA	: Verbindungsanzahl
VBS	: Verbindungssystem
VDA	: Mitglieder des Verbands der Deutschen Automobilindustrie
VK	: Videokamera
S	: Verschlüsse

C_i	: Koeffizienten der Demontage
D_M	: gewichteter Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung des Materialrecyclings
D_P	: gewichteter Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung des Produktrecyclings
D_W	: gewichteter Durchschnitt entsprechend der Kostenrandbedingung der Wiederherstellung
$E_M^{(i)}$: Erfolgsquote beim Materialrecycling
$E_P^{(i)}$: Erfolgsquote beim Produktrecycling
$E_W^{(i)}$: Erfolgsquote bei der Wiederherstellung
$F_M^{(i)}$: Fehlerquote beim Materialrecycling
$F_P^{(i)}$: Fehlerquote beim Produktrecycling
$F_W^{(i)}$: Fehlerquote bei der Wiederherstellung
F_{ao}	: axiale Belastungskraft
f_s	: Stichprobenfrequenz
f_N	: Nyquist-Frequenz
F_{ro}	: radiale Belastungskraft
G_A	: Gesamtabfallgrad des Einzelbaugruppentails
G_{ED}	: Erfolgsdemontagegrad
G_{FD}	: Fehldemontagegrad
G_{FM}	: Fehlmaterialrecyclinggrad
G_{FW}	: Fehlwiederstellungsgrad
G_M, G_{EM}	: Erfolgsmaterialrecyclinggrad des Baugruppentails
G_P	: Produktrecyclinggrad des Baugruppentails
G_{PD}	: Produktdemontagegrad
G_R	: Gesamtrecyclinggrad des Einzelbaugruppentails
G_W, G_{EW}	: Erfolgswiederstellungsgrad des wertvollen Apparats
i	: Bauteilnummer

n	: Bauteilanzahl
P_o	: Axiallager
Q_A	: Gesamtquote des Abfalls
$Q_A^{(i)}$: Anteil des Abfalls
Q_M	: Gesamtmaterialrecyclingquote
Q_M^F	: minimiere Fehlquote beim Materialrecycling
$Q_M^{(i)}$: Anteil des Materialrecyclings
Q_P	: Gesamtproduktrecyclingquote
Q_P^F	: minimiere Fehlquote beim Produktrecycling
$Q_P^{(i)}$: Anteil des Produktrecyclings
Q_W	: Gesamtwiederherstellungsquote
Q_W^F	: minimiere Fehlquote bei der Wiederherstellung
$Q_W^{(i)}$: Anteil der Wiederherstellung
t	: Be- und Aufarbeitungszeit für die demontierten Verbindungen
T_D	: Durchlaufzeit der Demontage
Z_B	: Gesamtanzahl der demontierten perfekten Bauteile
Z_{EB}	: Erfolgsdemontageanzahl der perfekten Bauteile
Z_{EM}	: Erfolgsbaugruppenteilanzahl des Materialrecyclings
Z_{EW}	: Erfolgsanzahl der Wiederherstellung
Z_{EV}	: Erfolgsdemontageanzahl der lösbaren Verbindungen
Z_M	: Gesamtbaugruppenteilanzahl des Materialrecyclings
Z_V	: Gesamtanzahl der demontierten Verbindungen
Z_W	: Gesamtanzahl der Wiederherstellung
V_b	: bedingt lösbare Verbindungen
V_B	: bewegliche Verbindungen
V_f	: feste Verbindungen
V_I	: lösbare Verbindungen

V_Q	: Verbindungsqualität
V_r	: relativ lösbare Verbindungen
S_Q	: Verschlußqualität
V_u	: unlösbare Verbindungen
ΣDZ_M	: Gesamtdeponieanzahl des Materialrecyclings
ΣDZ_P	: Gesamtdeponieanzahl des Produktrecyclings
ΣDZ_W	: Gesamtdeponieanzahl der Wiederherstellung
ΣG_{ED}	: Erfolgsgesamtdemontagegrad
ΣG_P	: Gesamtproduktrecyclinggrad
ΣG_{PD}	: Gesamtprodukt-demontagegrad
ΣB_M	: Gesamtbaugruppenanzahl des Materialrecyclings
ΣB_P	: Gesamtbaugruppenanzahl des Produktrecyclings
ΣB_W	: Gesamtbaugruppenanzahl der Wiederherstellung
ΣM_M	: Gesamtmodulanzahl des Materialrecyclings
ΣM_P	: Gesamtmodulanzahl des Produktrecyclings
ΣM_W	: Gesamtmodulanzahl der Wiederherstellung
ΣT_M	: Gesamtbauteilanzahl des Materialrecyclings
ΣT_P	: Gesamtbauteilanzahl des Produktrecyclings
ΣT_W	: Gesamtbauteilanzahl der Wiederherstellung
ΣZ_{BT-P}	: Gesamtbauteileanzahl des Produktrecyclings
ΣZ_{BT-Kfz}	: Gesamtbauteileanzahl des Kfz
ΣZ_M	: Gesamtanzahl des Materialrecyclings
ΣZ_P	: Gesamtanzahl des Produktrecyclings
ΣZ_W	: Gesamtanzahl der Wiederherstellung des AWF
μ	: Durchschnitt
σ	: Standardabweichung

8 Begriffsdefinitionen und -verzeichnis

Abfallquoten

Das Gesamtrecycling bzw. das Produktrecycling, die Wiederherstellung und das Materialrecycling des AWF bzw. ihre Baugruppen und -teile führen am Ende des gesamten Materialdurchlaufs zu der gesamten Abfallquote.

Beschaffungslogistik

Ein Merkmal der externen Logistik für die Materialwirtschaft bei der Produktion.

Cost Opportunity

Kostenmöglichkeit.

Datenmustererkennung

Knowledge Discovery in Databases or Data Mining.

Demontagemanagement

Das Management beschäftigt sich mit den technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Trennprozessen und -verfahren bei der AWF-Demontage.

Deponiologistik

Die Bauteile, Rohstoffen und Abfälle, die durch das hybride Recycling behandelt worden sind, werden durch die Distribution am Ende in verschiedenen Standorten Deponiert. Über die Optimierung dieser Verteilung und Endlagerung entscheidet die Deponiologistik.

Entscheidungsmanagement

Bei den Trennprozessen und -verfahren der Demontage des AWF spielt das Entscheidungsmanagement eine wichtige Rolle für die Informationen und Daten über unterschiedliche Zustandsqualitäten der Bauteile und ihrer Verbindungen und Verschlüsse. Das wichtige Entscheidungsmanagement setzt sich zusammen aus Entscheidungsanalysen, -findungen, -theorie, -bäume, -strategie, -prozesse, -systeme und -philosophie.

Erfolgsdemontagegrad (G_{ED})

Der Erfolgsdemontagegrad ist das Verhältnis aus den erfolgreich demontierten Bauteilen zu der Gesamtanzahl an demontierten Bauteilen.

Erfolgswiederherstellungsgrad (G_W)

Der Erfolgswiederherstellungsgrad ist das Verhältnis aus den erfolgreich wiederhergestellten demontierten Bauteilen zu der Gesamtanzahl an wiederherstellbaren Bauteilen.

Feedback System oder Feedback Methode

Das Rückkehrsystem oder Rückkehrsteuerungssystem wird durch die bestimmten Daten

oder Methoden charakterisiert, die in ein optimales und steuerbares System zurückgeführt werden. Damit kann die Leistungsfähigkeit verbessert und gesteigt werden.

Gesamtmaterialbeschaffung

Nach dem Consumer-Gesetz in den USA fordert das neue Produkt, daß eine Erklärung der Bauteile und Werkstoffen durch das Produkt- oder das Materialrecycling ausgesondert werden.

Gesamtproduktmontagegrad

Der gesamte Montagegrad aller Baugruppen des AWF.

Gesamtproduktrecyclinggrad

Der totale Produktrecyclinggrad aller Baugruppen des AWF.

Hybrides Recycling

Dieses Recycling umfasst Demontage, Wiederherstellung, Wiederverwendung und Verwertung.

Interne Logistik oder Fertigungslogistik

Dazu gehören alle technischen und organisatorischen Parameter oder Faktoren z.B. CAD, CAM, CIM, CAE, PPS, Just-In-Time-Methode etc. die sich im Fertigungsprozeß bzw. -verfahren eines Fabrikbereiches auf Informations-, Daten- und Materialfluß beziehen, um Optimierung der Fertigungsprozesse und Wettbewerbfähigkeit zu erreichen.

I/O Port

Input Output Port des Datenübertragungsnetzes

Kfz-Remontage

Wiederaufbau eines Kfz-Bauteils

Kostenrandbedingung

Die beeinflussbaren Einschränkungsfaktoren bezüglich der Kosten und Bearbeitungszeit beim Produktrecycling, der Wiederherstellung und dem Materialrecycling.

Kritische Informations- und Datenflüsse

Die Informationen und Daten über die verwendbaren, wiederherstellbaren und verwertbaren physikalischen AWF-Zustandsqualitäten von den Anfangs- bis zu den Endmontageabläufen sind kritische, wenn sie unsichtbar, unsicher, unbekannt und unerreichbar sind. Aber sie sind nicht mehr kritisch, nach dem sie demontiert werden sind.

Logistikmanagement

Das Logistikmanagement bestimmt die Logistikstellen hinsichtlich der organisatorischen, optimalen und technischen Merkmale beim hybriden Recycling. Diese Logistikstellen und

ihre Merkmale sind Kernpunkte der Logistik bei der Strategieplanung des hybriden Recyclings.

Materialrecycling

Die Zusammenfassung der zur Anwendung kommenden Recyclingverfahren zur Wieder- und Weiterverwertung der Materialien aus einem Produkt oder aus festen Abfällen (z.B. Produktionsabfällen).

Materialrecyclinggrad

Der Materialrecyclinggrad ist das Verhältnis aus den demontierten zerstörten Bauteilen (nicht wirtschaftliche sinnvoll zur Wiederherstellung) zu der Gesamtanzahl an Bauteilen der Werkstoffen.

Multivarianten-Materialrecycling

Die Werkstoffen des AWF bestehend aus Polymerstoffe, Metallen und Karamik etc. führen zum Materialrecycling.

Multivarianten-Produktrecycling

Die wichtigen Bauteile wie Motor, Antrieb, Getriebe, Fahrwerk, Servolenkung, diverse Anlagen, Vorder- und Hinterachse der AWF werden beim Multivarianten-Produktrecycling ausgebaut.

Nachfrage- und Angebotsinformationsdispositionen

Eine Art des Informationsflusses in Internet am freien Wirtschaftsmarkt.

Perfektes Bauteil

Ein Bauteil wird in dieser Arbeit dann als „perfekt“ bezeichnet, wenn es in seiner Funktion einem neuwertigen Bauteil in etwas entspricht.

Produktionslogistik

PPS für die Materialwirtschaft bei der Produktion zur Optimierung.

Produktrecycling

Die Zusammenfassung der zur Anwendung kommenden Recyclingverfahren zur erneuten Verwendung oder Verwertung von Produkten oder Teilen von Produkten. Zum Produktrecycling zählen auch bestimmte Instandhaltungsmaßnahmen. insbesondere die Instandsetzung defekter Apparate.

Produktrecyclinggrad

Der Produktrecyclinggrad G_P entspricht dem Verhältnis aus der Anzahl der demontierten verwendbaren Bauteile durch die Gesamtanzahl der demontierten perfekten Bauteilen.

Qualitätsmanagement

Die Strategieplanung des hybriden Recyclings umfasst das Totalmanagement, das sich aus dem Demontage-, dem Entscheidungs-, dem Logistik-, dem Umwelt- und auch aus dem Qualitätsmanagement zusammen setzt. Hierbei steuert das Qualitätsmanagement das Totalmanagement, um Spitzenqualitäten zu gewährleisten.

Informationssystem der Strategieplanung des Recyclings

Die Informationstechnologie verläuft der Informations- und Datenfluß des hybriden Recyclings zwischen den Totalmanagements und den Datenbanken

Rückkehrinvestitionskosten

Capital return

Rücknahmequote

Eine gesetzlich Rücknahmequote des AWF wird zukünftig Quoten des Produktrecyclings, der Wiederherstellung, des Materialrecyclings und der Abfälle regulieren müssen.

Rückwärtspropagation

Feed-Backward-Propogation

Super Highway Cyperspace

Datenautobahn

Sustainable Development

nachhaltige Entwicklung

Totalmanagement

Das Gesamtmanagement in dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Demontage-, dem Entscheidungs-, dem Logistik-, dem Qualitäts- und dem Umweltmanagement.

Umweltmanagement

Die Die Strategieplanung des hybriden Recyclings legen die umweltbewußten Sachverhalte bei den Trennprozessen und -verfahren des hybriden AWF-Recyclings fest. ISO 9000 und ISO 14000 müssen als Richtlinien und Bausteine im Rahmen des Umweltmanagements angesehen werden.

Vorwärtspropagation

Feed-Forward-Propogation

Wiederherstellung

„Remanufacturing“ ist ein Begriff, der in einer nordamerikanischen Umweltbewußten Fachzeitschrift benutzt wird. Die Wiederherstellung („Remanufacturing“) ist nur bei wertvolle Apparaten des AWF wirtschaftliche sinnvoll.

9 Literaturverzeichnis.

[1] *Dieter Wissussek*, „Recyclinggerechtes Konstruieren im PKW-Bau“, *Technische Mitteilungen* 8,1994, Heft 3.

[2] *Weiland, Raimund*, „Automobilrecycling in einer Kreislaufwirtschaft“, *Arbeitspapier / Forschungsgruppe Umweltökonomie und Umweltmanagement an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*, 1993

[3] *Seiffert Ulich*, „Fahrzeugsicherheit“, *VDI Verlag Düsseldorf* 1992

[4] *Inderfurth Karl*, „The performance of simple MRP driven policies for stochastic manufacturing, remanufacturing problems“, *Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft]. - Magdeburg : Univ., Fak. für Wirtschaftswiss., 1998.*

[5] *Westkämper Engelbert*, „Innovationen beim Produktrecycling und Upcycling“, *Fraunhofer IPA-Technologieforum F 20*, 27.November 1996, Stuttgart

[6] *Herlitzius Stephan*, „Lean production (Schlanke Produktion) : Arbeitsrechtsfragen bei Einführung und Gestaltung von Gruppenarbeit“, *2.überarb. Aufl. - Baden-Baden : Nomos Verl.-Ges., 1997. ISBN 3-7890-3963-2*

[7] *SPC 1 - Statistische Prozeßlenkung / ausgearbeitet von der Abt. 165 „Maschinen- und Prozeßfähigkeit“ der Deutschen Gesellschaft für Qualität e.V.. - 1. Aufl.. - Berlin : Beuth, 1990, ISBN 3-410-32822-X*
 „Qualitätsregelkartentechnik“, *Deutsche Gesellschaft für Qualität Beuth-Best.Nr. 32827. - 3. Aufl. 1992 . ISBN:3-410-32827-0*

[8] *G.H. Pappas*, „Multimedia Applications in Management and ITM Curriculum“, *Microfiche-Ausg. 1994*

[9] *Kasser Joe, -Boston et al.* „Applying total management to system engineering“, *Artech House* 1995

- [10] *Hojjat Adeli, Shih-Lan Hung*, „Machine Learning : Neural networks, genetic algorithms and Fuzzy Systems“, *N.Y. John Wiley and Sons publisher 1995*
- [11] **ADAC MW 2/1995**
- [12] „Auto Parts industry in process of change“, *Japan 21st BD 39(1994) HNr: 6 S38 - 43*
- [13] *Kapoun Josef*, „Externe Logistik-Beratung“, (*Monographie*)
- [14] *Von Peter Zeranski*, „Neue Chancen durch Altauto-Verwertung“, *Automobiltechnische Zeitschrift 94 (1992) S. 532 - 536*
- [15] *Redatuer. Beste Dieter*, „Datenautobahn“, *Heidelberg Spektrum der Wiss-Verlag Gesellschaft 1995*
- [16] *Herausg: von Günter Spur*, „Bund 6 Fabrikbetrieb“, *ISBN: 3446-12537-X*
- [17] *G. Binger, V. Flemming und Wen Ya Fo*, „Demontage in hybriden Arbeitssystemen“, *VDI - Fachzeitschrift : Integrierte Produktion, Nr. 9 - September 1998*
- [18] „Produktionslogistik“, *VDI-Gesellschaft Fordertechnik, Materialfluß, Logistik, Düsseldorf 1992*
- [19] *ISO 10303 - STEP (The Standard for the exchange Product Model Data)*
- [20] *Von Harald A. Franze, Ulrich Neumann, Klaus Vornberger, Reinhard Hooock und Rainer Hemberger*, „Automobil-Umweltverträglichkeit-Neue Instrumente in BMW-Produktentwicklungsprozeß“, *ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 97 (1995)*
- [21] *ISO 9000 , ISO 14000 und EU 1836/93 (Öko-Umwelt)*
- [22] *Sylvie Faucheux, Dordrecht u.a.* „Sustainable development“, *Khrwer 1998, ISBN 0-7923-4884-2*

- [23] *Redatuer U. Koller*, „Nachhaltige Entwicklung“, *Neuherberg: GFS(Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, 1998 (GSF Bericht)*
- [24] *Brenndorf Ulich, Garbe Eberhard*, „Abfalldeponie“, *TH Merseburg, Aachen Shaker 1993. ISBN 3-86111-596-4*
- [25] *Wildermann Hörst*, „Expertersystem in der produktion“, *München 1987*
- [26] *Decker Maschinenelemente S. 397, 11. Auflage 1992, Carl Hanser Verlag München .*
- [27] *Martin Nöthe*, „Abfall : Behandlung, Management, Rechtsgrundlagen“, *Weinheim [u.a.] : Wiley-VCH, 1999, ISBN:3-527-29620-4 (Gb.*
- [28] *Hrsg. von H.-Chr. Pfohl*, „Informationsfluß in der Logistikkette“, *12. Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Logistik e. V., 24. Juni 1997, Darmstadt, ISBN 3-503-04309-8*
- [29] *K. Roth*, *Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band III, Verbindungen und Verschlüsse Lösungsfindung, 2. Auflage Springer-Verlag 1996.*
- [30] *Payne, John W. ; James R.Bettman ; Eric J. Johnson..*, „The adaptive decision maker“, *Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 1993, ISBN 0-521-41505-5 ,ISBN 0-521-42526-3*
- [31] *Wolfgang Männel (Hrsg.)*, „Kostenrechnung für reorganisierte, schlanke Unternehmen“, *Wiesbaden : Gabler, 1998*
- [32] **DIN 8593**
- [33] *Hrsg BDSV*, „Recycling : Fachbuch Strahlrecycling vom Rohstoff Schrott zum Stahl“, *München-Gräfelfing- Reed Elservier BRG 1998, ISBN 3-8040-0429-6*
- [34] *Dutz Erkart*, „ Die Logistik der Produktverwertung“, *BVL 1996, ISBN 3-93/724-03-4*
- [35] *VDI-Richtlinie 2232 : Methodische Auswahl fester Verbindungen. VDI-Verlag 1990*

[36] *Rainer Lochthowe*, „**Logistik-Controlling**“, *Dortmund Universität Dissertation 1990*, ISBN 3-631-43048-5

[37] „**Data Base for advance in information system**“, *Journal of the ACM special Interest Group on Business Information Technology, NY. ACM Pr. 1995*

[38] *Hankins, Robert W.*, „**Control, technology, management, information system Strategy and organisation performance**“, *Ann Arbor, Michigan University, Microfilms Internet 1987*

[39] „**Information & Documentation: Open systems interconnection, search & retrieve application service definition**“, *-ISO 1016, Geneve 1993*

[40] *Reinhardt Jünemann ; Andreas Beyer*, „**Steuerung von Materialfluß- und Logistiksystemen : Informations- und Steuerungssysteme, Automatisierungstechnik**“, 2. Aufl. *Berlin [u.a.] : Springer, 1998, ISBN:3-540-64514-4 (kart.)*

[41] *Gerd F. Kamiske ; Jörg-Peter Brauer*, „**Qualitätsmanagement on A bis Z : Erläuterung moderner Begriffe des Qualitätsmanagements**“, *München u.a. : Hanser, 1993, ISBN 3-446-17460-5*

[42] *Heirs, Ben ; Peter Farrell.*, „**Entscheidungsmanagement**“, *Ungekürzte Ausg.. - Frankfurt/M [u.a.] : Ullstein, 1993, ISBN 3-548-34978-1*

[43] *Herbert Griesshaber*, „**Logistikmanagement**“, *München : Griesshaber, 1996*

[44] *Evelyn Alemanni*, „**Concurrent Engineering techniques and applications**“, *San Diego [u.a.] : Academic Press, 1994, ISBN 0-12-012762-8*

[45] *Siodla, Thorsten*, „**Arbeitsorganisatorische Gestaltung der CAD**“, *Kassel, Univ., Diss., 1997, ISBN 3-923697-20-1*

[46] *Edgar H. Schein*, „**Organizational Culture and Leadership**“, *Jossey-Bass Publishers 1997; ISBN: 0787903620*

[47] *Congressleiter u. Hrsg. Winfried Lamersdorf*, „Data warehousing, OLAP, Führungsinformationssysteme ... neue Entwicklungen des Informationsmanagements“, *Velbert : Online, 1996. - Getr. Zählung, ISBN 3-89077-158-0*

[48] *Benjamin S. Blanchard / Gebundene*, „Logistics Engineering and Management (Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering), *Ausgabe - (März 1998) Prentice Hall; ISBN: 0139053166*

[49] *Donald F. Wood, Anthony Barone, Paul Murphy, Daniel L. Wardlo*, „International Logistics (Chapman & Hall Materials Management/Logistics)“, *Ausgabe (Dezember 1994) Chapman & Hall; ISBN: 0412992213*

[50]] *Bruce Babcock*, „[The] four cardinal principles of trading : how the world's top traders, identify trends, cut losses, maximize“, *Chicago [u.a.] : Irwin, 1996, ISBN 0-7863-1010-3*

[51] *Pott, Philipp*, „Verlusteskalation und Entscheidungsbindung : Faktoren rationaler und intuitiver Entscheidungen“, *Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 1992, ISBN 3-8244-0110-x*

[52] *Wolfgang Männel*, „Entwicklungsperspektiven der Kostenrechnung“, *3. Aufl. Lauf a. d. Pegnitz : Verl. der GAB, 1997, ISBN: 3-927878-37-5*

[53] *Gert Zülch*, „Design of organisational structures, work systems and man-machine-interaction : proceedings of the 20th meeting of the EHTB-Group, Karlsruhe, May 14 - 17, 1998“, *Aachen : Shaker, 1998, ISBN: 3-8265-3790-4 (kart.)*

[54] *James R. Simpson ; L. B. Baldwin ; F. S. Baker*, „Investment and operating costs for two types and three sizes of Florida feedlots“, *Gainesville, 1981*

[55] *Sobel, Robert S; Patricia M. McNall*, „The management mirror : how to create a behavioral feedback system that improves performance“, *Palm Harbor, FL : MDTA Press, c1991.*

- [56] *Gary Hamel, Don Oneal*, „Managing in a Turbulent Environment (Strategic Management Series)“ *Ausgabe (November 1997) John Wiley & Sons (Sd); ISBN: 0471984736*,
- [57] *Mallajosyula, Panduranga Vithal*, „Frameworks for management control system“ *Bielefeld : Fak. fur Wirtschaftswiss., Univ., 1993*
- [58] *Armin-Dietmar Karpf ; Heinz Dehnen ; Andreas-Boris-Claudio Karpf*, „Teil 1. Referenzdaten und Ableitung von generischen Modellen“ *Konstanz : Univ., Fak. fuer Physik ; Salzburg : Univ., Inst. fuer Genetik, 1996*
- [59] *Rummler, Dieter*, „Statistische Klassifikationsverfahren bei zeitabhängigen Daten“, *Regensburg, Univ., Diss. 1983*
- [60] *Bicchieri, Cristina* , „Rationality and coordination “, *Cambridge Univ. Press, 1997, ISBN 0-521-57444-7 & ISBN 0-521-38123-1*
- [61] *Dietrich Grude*, „Darstellung von Funktionen : Handbuch mit Diskette ; Programme z. graph. Darst. mathematischer Funktionen in einem Koordinatensystem“, *Wolfenbüttel : Hartmann, 1989 ISBN 3-89402-111-X9*
- [62] *6. Logistik-Dialog. [In Zusammenarbeit mit d. Österr. Akad. für Führungskräfte erstellt]*, „Logistikkosten und Logistikleistung“, *Köln : Verl. TÜV Rheinland, 1989, ISBN 3-88585-711-1*
- [63] *Joerg Grabner ; Richard Nothhaft*, „Konstruieren von Pkw-Karosserien : Grundlagen, Elemente und Baugruppen, Vorschriftenuebersicht “, *Berlin [u.a.] : Springer, 1991, ISBN: 3-540-53725-2*
- [64] *Kidd, Paul T.*, „Agile manufacturing“, *Wokingham [u.a.] : Addison-Wesley, 1994, ISBN 0-201-63163-6*
- [65] *Ralf Wirtz* „Ikarus SIMPLEX NUMERICA 5.0“, *Karlsruhe : CDV-Software, [1997 ?]*

[66] , „Referenzkoordinaten“,

[67] , „Synchronisierung der Digitalisierung“,

[68] *Poterba, James M*, „The rate of return to corporate capital and factor shares : new estimates using revised national income accounts and capital stock data “, *Cambridge, Mass. : National Bureau of Economic Research, 1997*

[69] *A. Conder ; R. Mitchell ; H. Schulte*, „Fast frame rate 512 (times) 512 CCD digital camera system“, *Department of Energy, Washington, DC, 1993*

[70] *Dial Pipex Company*, „Specifications for PAL CCD colour camera“ *A phamlet of marketing products 1998*

[71] *Rock House Products International, Inc.*, „ GP-KR222 / 1/2“ *Digital Color CCD Camera / Panasonic“ A phamlet of products introduction 1997*

[72] *Wirth, Fabian* , „The calculation of real time varying stability radii “, *Bremen : Inst. für Dynamische Systeme, Fachbereich Math. und Informatik, Univ. Bremen, 1996.*

[73] *Malzbender, Hildegard* , „Multimedia. Wissenswertes über die Themen Audio-CD, Photo-CD, Midi-Standard, Wave-Standard, Videokarten und deren Einbau, Virtual Reality und Animation “, *Ullstein Sybex). 1994, ISBN: 3-548-41020-0*

[74] *Kiermeier, Michael*, „Das Einsteigerseminar Multimedia “, *BHV-Verl. 1993, ISBN 3-89360-627-0,*

[75] *Hamamatsu Photonics* „Digital CCD Camera Series : C4880 Series“, *A Phamlet of products description 1997*

[76] *Eastman Kodak Company*, „ Corporation Information and Press Release“, *2.11.1995*

[77] *Inovision Corporation*, „Hamamatsu C4742-95 Cooled Digital CCD Camera “, *A*

Phamlet of product introduction 1997

[78] *Michael A. Kriss, Digital Electronic Still Imaging: A System Analysis and Simulation, IS & T's 49th Annual Conference S. 317 - 321.*

[79] *E. Buhr and M. Schulz, Determination of imaging properties of CCD still picture camera, Proceeding of IS & T's International Symposium on Electronic Photography, S. 26 -31.*

[80] *ISO CD 14524 zur Messung der optoelektronischen Konversionsfunktion.*

[81] *AV, ISO WD 12233,*

Auflösungsvermögen (AV) der optoelektronischen digitalen, nichtbeweglichen CCD-Farb-MVK

[82] *ISO TC172/SC1/WG1, Messung der Modulationsübertragungsfunktion an sinusförmigen Testmustern Vorgegebener Ortsfrequenz und mit vorgegebenem Kontrast (Entwurf).*

[83] *DIN IEC 100C /25 /CD 1996, (Entwurf) Meßverfahren für Videokameras Teil 3 : Automatische Funktionen von Videokameras und Camcordern*

[84] *Paolo Antognetti, Veljko Milutinovic / Gebundene Ausgabe, „ Neural Networks : Concepts, Applications, and Implementations “, Prentice Hall Advanced Reference Series Vol. 2,*

[85] *With, Peter H. , „Data compression techniques for digital video recording“, Delft, Techn. Univ., Diss., 1992*

[86] *David F. Hoeschele Jr., „Analog-To-Digital and Digital-To-Analog Conversion Techniques“, Taschenbuch / Erschienen April 1994*

[87] *D´Arcy Thompson , „über Wachstum und Form s.145-149“, Birkhäuser Verlag, Basel 1975.*

- [88] *Küsters, Heiner*, „**Bilddatenkomprimierung mit JPEG und MPEG**“, *Poing : Franzis, 1995 : ISBN 3-7723-7281-3*
- [89] *Moss, Paul*, „**Fast video Frame Grabber**“, *Paul Moss Publisher: 1991*
- [90] *Zamperoni, Piero* , „**Methoden der digitalen Bildsignalverarbeitung**“, 2. . Aufl. - *Braunschweig : Vieweg, 1991, ISBN 3-528-13365-1*
- [91] *Hamit, Francis*, „**Virtual reality and the exploration of cyberspace**“, *Carmel, Ind. : Sams Publ., 1993, ISBN 0-672-30361-2*
- [92] *Gert Zülch*, „**Design of organisational structures, work systems and man-machine-interaction : proseedings of the 20th meeting of the EHTB-Group, Karlsruhe, May 14 - 17, 1998**“, *Aachen : Shaker, 1998, ISBN: 3-8265-3790-4*
- [93] *von Siegfried Brüdgam und J. Barrenscheen*, „**Demontagegerechte Produktgestaltung in der Automobilindustrie**“, *ATZ/MTZ-Sonderheft Fabriktechnik 1995.*
- [94] *J. Barrenscheen, M. Renken*, „**Recyclinggerechte Verbindungstechnik im Automobil**“, *Entwicklung Konstruktion Vertrieb, Recyclinggerechte Produktentwicklung Aspekte, Strategien, Konstruktionspraxis, VDI-Verlag GmbH-Düsseldorf 1993.*
- [95] **PKW-Entwicklungsschwerpunkte des VW Golfs**, *Automobiltechnische Zeitschrift 97 (1995) 3.*
- [96] *VDI-Richtlinie 2243E*, **Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte**, *Düsseldorf: VDI-Verlag 1991.*
- [97] *Vogel, Gerhard*, „**Die Schadstoffentfrachtung und die optimale Nutzung des Recyclingpotentials im Rahmen des neuen, mehrdimensionale Abfallwirtschaftskonzeptes der Stadt Wien**“, *Magistrat der Stadt Wien, Geschäftsgruppe Umwelt, Freizeit und Sport, 1986*
- [98] *G. Taguchi*, „**Introduction to Quality Engineering: Designing Quality into Products**

and Processes“, *Asian Productivity Organisation, Japan.*(1988)

[99] *Rüdiger Deibert*, „Methoden zur Fehlererkennung an Komponenten im geschlossenen Regelkreis“, *Düsseldorf: VDI-Verl., 1997, Darmstadt, Techn. Hochsch., Diss, ISBN: 3-18-365008-8*

[100] *G. Taguchi, A. Elsayed, Thomas C. Hsiang*, „Quality Engineering in Production Systems“, *NiGraw-Hill 1989, New York.*

[101] *Rönz, Bernd*, „Regressions- und Korrelationsanalyse“, *Wiesbaden : Gabler, 1992, ISBN 3-409-13019-5*

[102] *Christov, Vladimir K*, „Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematischen Statistik und Methode der kleinsten Quadrate“, *Berlin Verl. f. Bauwesen 1961*

[103] *R. Storm*, „Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Statistische Qualitätskontrolle“, *Fachbuchverlag Leipzig-Köln, Kapitel 15.*

[104] *Bero Roos*, „Binomial approximation to the Poisson binomial distribution : the Krawtchouk expansion“, *Hamburg : Inst. für Mathematische Stochastik, Univ. Hamburg, 1997*

[105] *H-J. Zimmermann*, „Datenanalyse : Anwendung von Data-Engine mit Fuzzy Technologien und Neuronalen Netzen“, *VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1995.*

[106] *Anil K. Jain, Richard C. Dubes*, „Algorithms for Clustering data“, *1988 by Parentice-Hall, Inc.*

[107] *Leonard Kaufman, Peter J. Rousseeuw*, „Finding Groups in Data, An introduction to cluster analysis“, *1990 by John Wiley and Sons Publisher.*

[108] *Trauwaert, E., Kaufman, L., Rousseeuw, P.* „, Fuzzy Clustering Algorithms Based on the Maximum Likelihood Principle in“, *Fuzzy Sets and Systems 42, 1991. 213 - 227.*

- [109] *Usama M. Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro, Padbraic Smyth & Ramasamy Uthurusamy*, „Advances in Knowledge Discovery in Database“, *AAAI & MIT Press 1996.*
- [110] *Willfried Wienholt*, „Entwurf neuronaler Netze“, *1996 Verlag Harri Deutsch*
- [111] *Granino A. Korn*, „Neural Network and Fuzzy-Logic Control on Personal Computer and Workstations“, *1995 M. I. T.*
- [112] *Stephen I. Gallant*, „Neural Network learning and expert systems“, *Second Printing 1994, M.I.T.*
- [113] *Alan F. Murray*, „Application of Neural Networks“, *1995 Kluwer Academic Publishers.*
- [114] *H-J Zimmermann*, *Neuro + Fuzzy*, „Technologien -Anwendungen“, *VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1995.*
- [115] *Pieter Adriaans, Dolf Zantinge*, „Data Mining“, *Addison Wesley Longman 1996.*

10 Anlagen und Bildverzeichnis

Tabelle 1 : Übliche nominelle Lebensdauer von Kfz-Wälzlagern für das Entscheidungs-Management entsprechend den -Findungen

Kfz-Betriebsfall [26]	Nominelle Lebensdauer in h	Bemerkung : Statisch äquivalent Belastung P_o
Leichtmotorräder	600 - 1200	$P_o = X_o (F_{ro}) + Y_o (F_{ao})$
Schwere Krafträder, leichte PKW	1000 - 2000	$X_o ; Y_o$ bzw. Radial- und Axialfaktor
Schwere PKW, leichte LKW	1500 - 2500	F_{ro} Radial Belastungskraft (KN) während des Stillstands
Schwere LKW, Omnibusse	2000 - 5000	F_{ao} axiale Belastungskraft (KN) während des Stillstands

Bemerkung :

Bei Axiallagern ist $P_o = F_{ao}$ mit Ausnahme $P_o = F_{ao} + 2,7F_{ao}$ bei Axial-Pendelrollenlagern, wenn F_{ro} kleiner oder gleich $0,55 F_{ao}$ ist. Bei Zylinderrollenlagern ist $P_o = F_{ro}$.

Tabelle 2 : Die relativ häufigsten festen Verbindungen in Kfz

Verbindungs- type	VBS *	Kfz %	Kfz- VBA #	Kfz %	Kfz- VB A	Kfz %	Kfz- VB A	Kfz %	Kfz- VB A	PKW %	PKW - VBA	LKW Buß %	VBA LKW Buss
Jahr	97	70	70	74	74	92	92	93	93	93	93	93	93
Nichtlös- bare		27,0	345	27,0	345	13,9	129	4,98	56	03,34	31	08,26	27
Vernie- tung	VN	16,5	211	16,5	211	01,5	14	01,78	20	00,86	8	03,72	12
Preß	PV	10,5	134	10,5	134	02,8	26	03,20	36	02,26	21	04,64	15
Schw- weiß	SW	0	0	0	0	08,5	79	0	0	0	0	0	0
Lött	LV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kleb	KL	0	0	0	0	01,1	10	0	0	00,22	2	0	0
Bedingt Lösbare		00,5	6	0	0	07,6	70	08,61	97	12,72	118	01,55	5
Kerb	KV	0	0	0	0	0	0	0	0	02,81	26	0	0
Schnapp	SN	00,5	6	0	0	07,6	70	08,61	97	09,91	92	01,55	5
Lösbare		72,1	921	72,6	928	73,3	679	80,89	911	83,94	779	70,90	229
Veschra- ubung	VS	68,0	869	68,0	869	63,8	591	70,15	790	69,39	644	45,20	146
Splint	SP	01,6	20	01,6	20	01,1	10	01,24	14	01,51	14	0	0
Sicherun- gsring	SR	01,3	17	01,3	17	02,0	19	02,31	26	02,58*/ Scheibe	24	00,62	2
Schelle	SV	01,2	15	00,7	10	06,4	59	07,19	81	0	0	25,08	81
Klemm- bügel	KB	0	0	00,5	6	0	0	0	0	02,91*/ - leiste	27	0	0
Klemm- ring	KR	0	0	00,5	6	0	0	0	0	07,11*/ Schelle	66	0	0
Klammer	KM	0	0	0	0	0	0	0	0	00,44	4	0	0
Restliche	RV	00,4	6	00,4	5	04,9	46	05,51	62	0	0	19,20	62
Summe	15	100	1278	100	1278	100	924	100	1126	100	928	100	323

* **Bemerkung :**

VBA : Verbindungs-Anzahl

VBS : Verbindungs-Symbole

Tabelle 3 : Die häufigsten beweglichen Verbindungen im PKW

Verbindungstype	Verbindungssymbole	Die Häufigkeit %	Verbindungsanzahl
Lager	BLG	48,60	181
Schubführung	BSF	14,50	54
3-Gelenk: Schub- Dreh	BDG	08,90	33
Drehschubgelenk	BDS	06,20	23
4 -Gelenk: Dreh- Schub	BVG	03,20	12
Stirnradpaarung	BSP	02,40	9
Kugelgelenk: Dreh- Schub	BKG	02,10	8
Seiltrieb: zweiseitige	BSZ	01,60	6
3-Gelenk : elastisch	BDE	01,60	6
Bowdenzug : Dreh- Dreh	BBZ	01,60	6
Hebelgetriebe	BHG	01,30	5
Kegelradpaarung	BKP	01,10	4
Zweifach-Drehpaar	BZD	01,10	4
Seiltrommel	BST	01,10	4
Schneckengetriebe	BSG	00,50	2
Rest	BRT	04,20	16
Summe	16	100 %	372

Tabelle 4: Klassifizierte häufigste feste Verbindungen in 1993-Index
(Auszug aus Tabelle 2)

Kfz	Unlösbare % Verbindungs- Anzahl	Bedingt lösbare % Verbindungs- Anzahl	Lösbare % Verbindungs- Anzahl	Rest * % Verbindungs- Anzahl	Summe % Verbindungs- Anzahl
PKW	3,34 31	12,72 118	83,94 779	0 0	100 928
LKW+Buss	8,26 27	01,55 5	70,90 229	19,20 62	100 323

Bemerkung :

*Restliche Verbindungen sind z.B. Keramikverbindungen und Verbindungsfunktionen mit den feldschlüssigen und den reibschlüssigen Kräfte etc.

Bild 1: Eine Tortengraphik für Tabelle 4

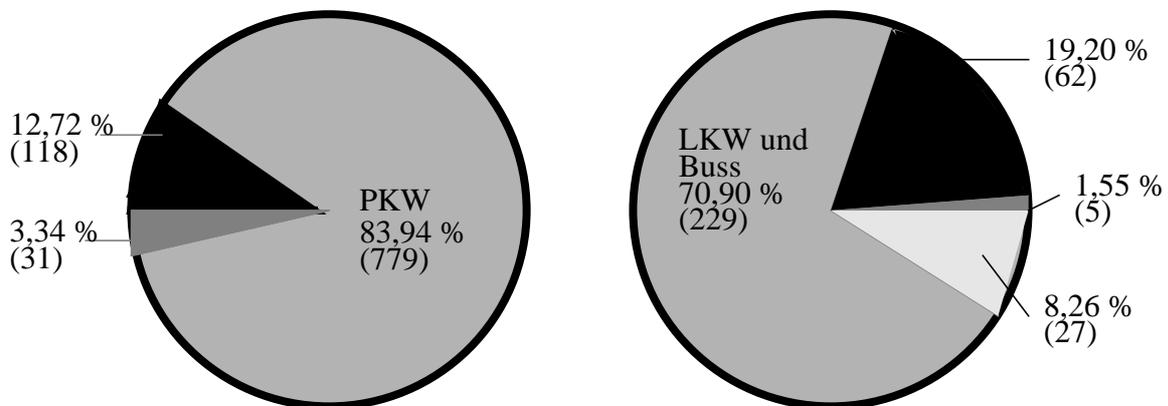


Bild 2 : Überblick über die möglichen Fertigungsverfahren [4, 5]

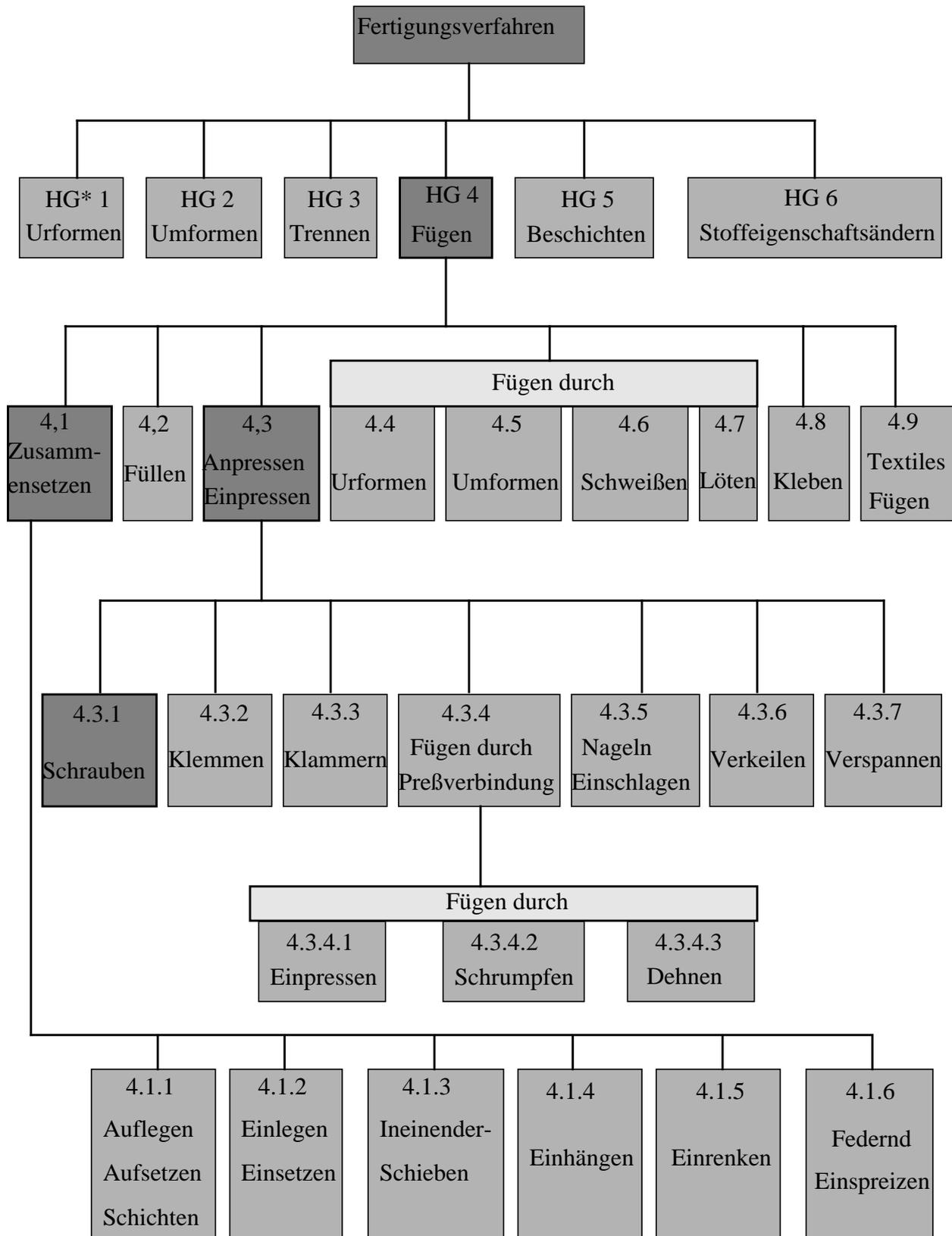
* **Bemerkung** : Hauptgruppe = HG

Bild 3: Verbindungsklassifizierung und Beziehung zwischen den Werkzeugen und deren Zugänglichkeiten nach den Freiheitsgraden [28]

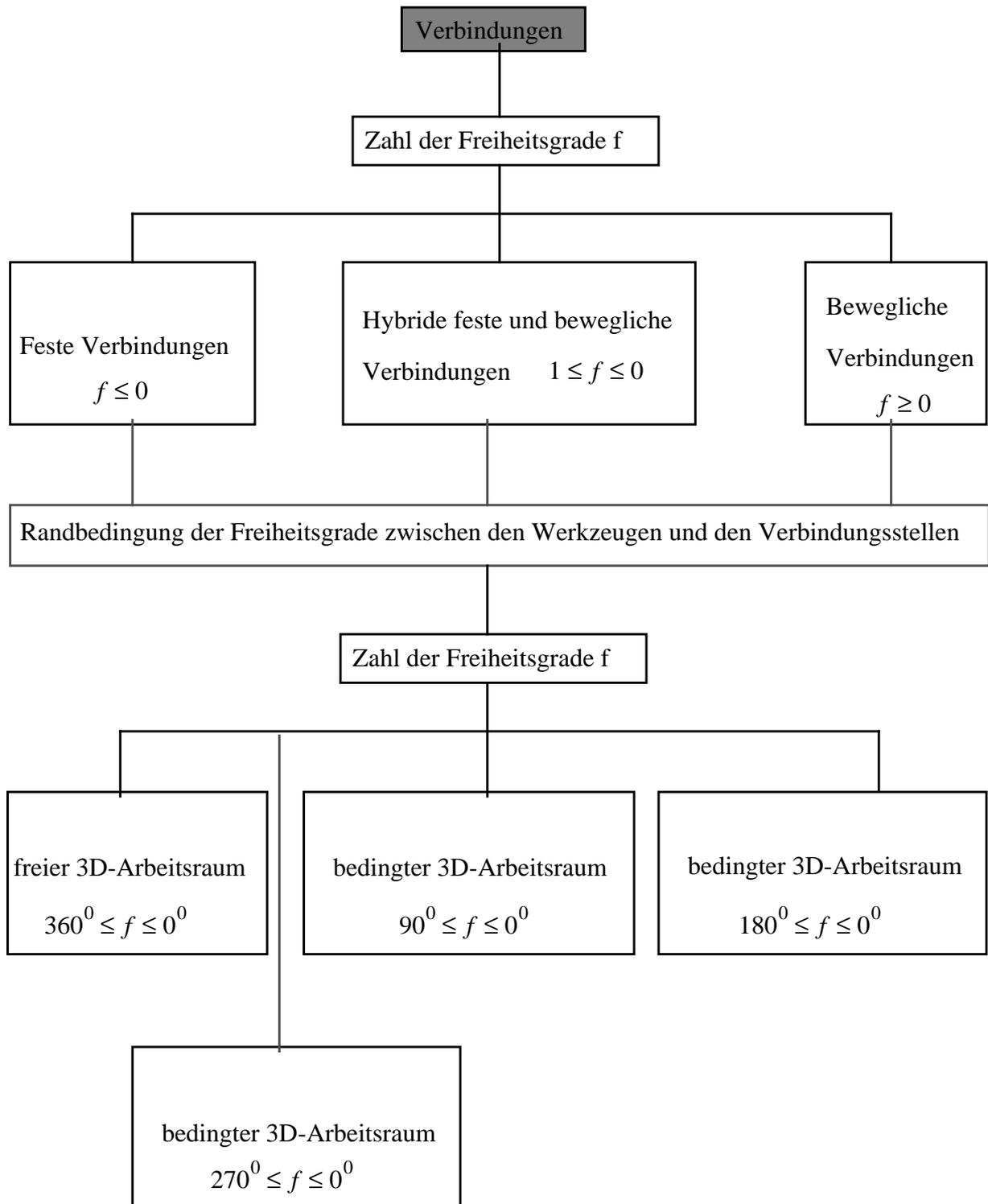


Bild 4 : Eine Überblick über die festen Verbindungen und ihre mechanische Eigenschaft bzw. Strategieplanungs-Betriebe und - Entscheidungsfindungen [28]

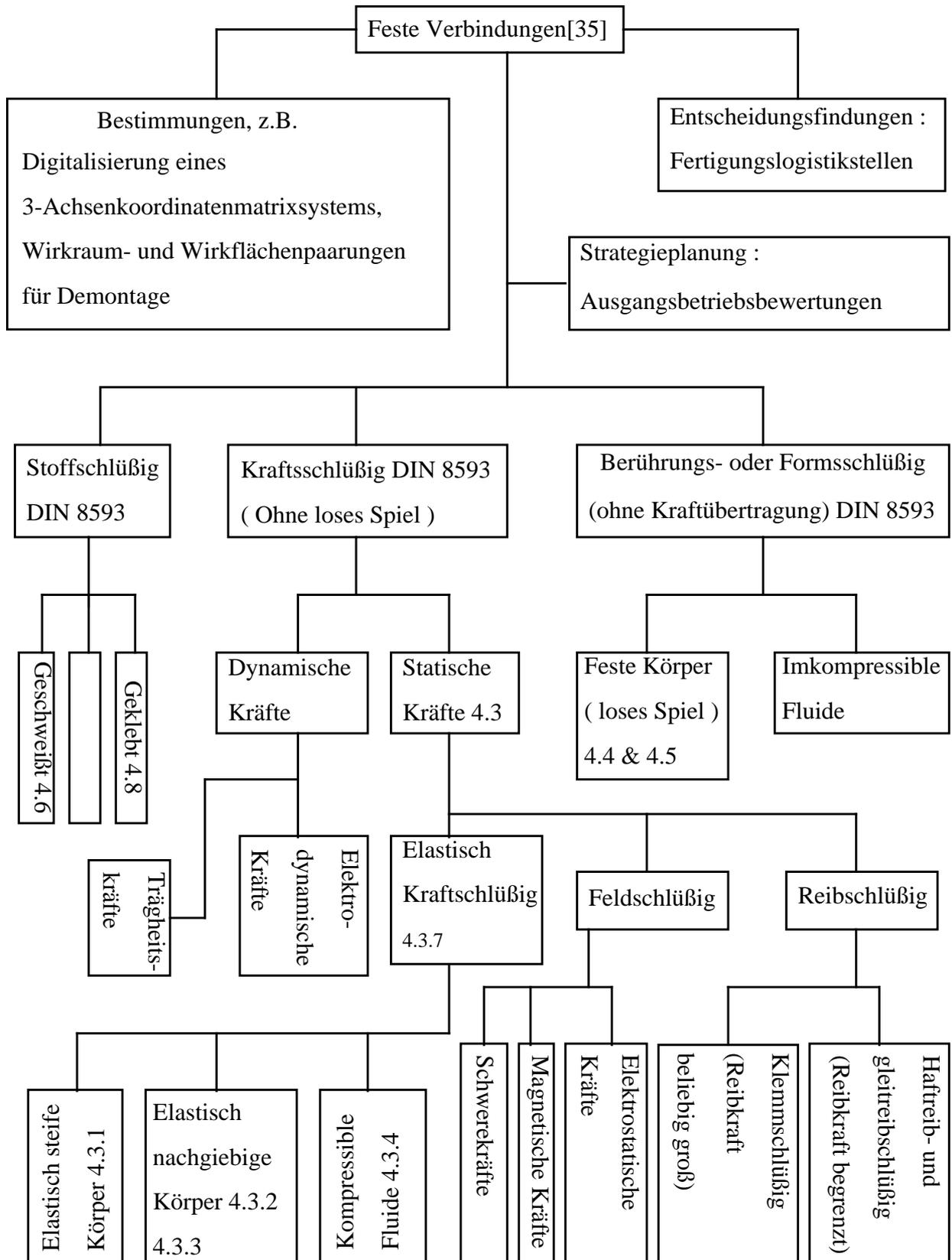


Bild 5 : Bewegliche Verbindungseigenschaften und ihre Varianten bei Strategieplanungs-Betrieben [28]

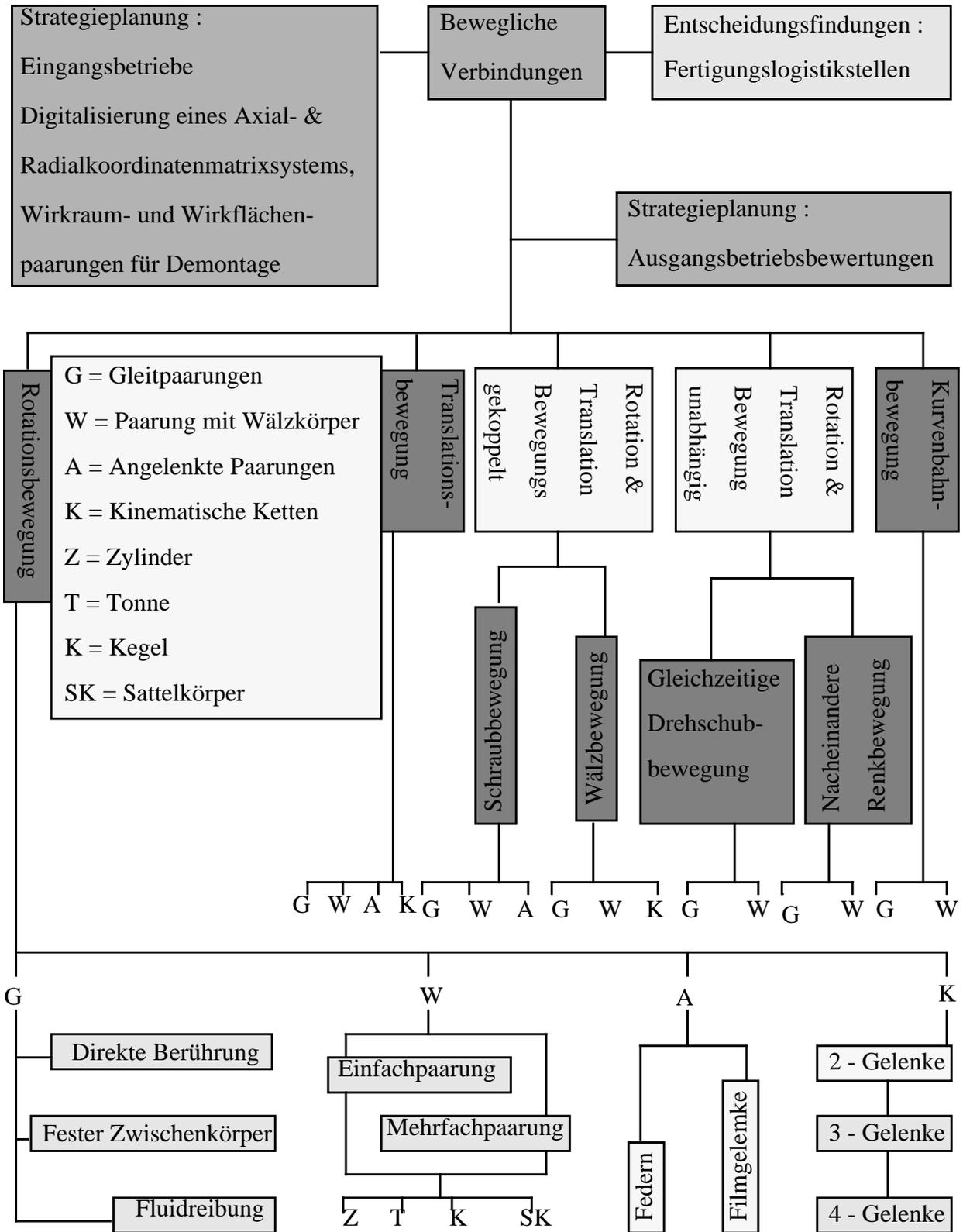


Bild 6 : Eine Beschreibung aller AWF-Verbindungs-Trennbarkeits- und AWF-Verbindungs-Untrennbarkeits-Strukturen, ihre Eigenschaften und Varianten [28]

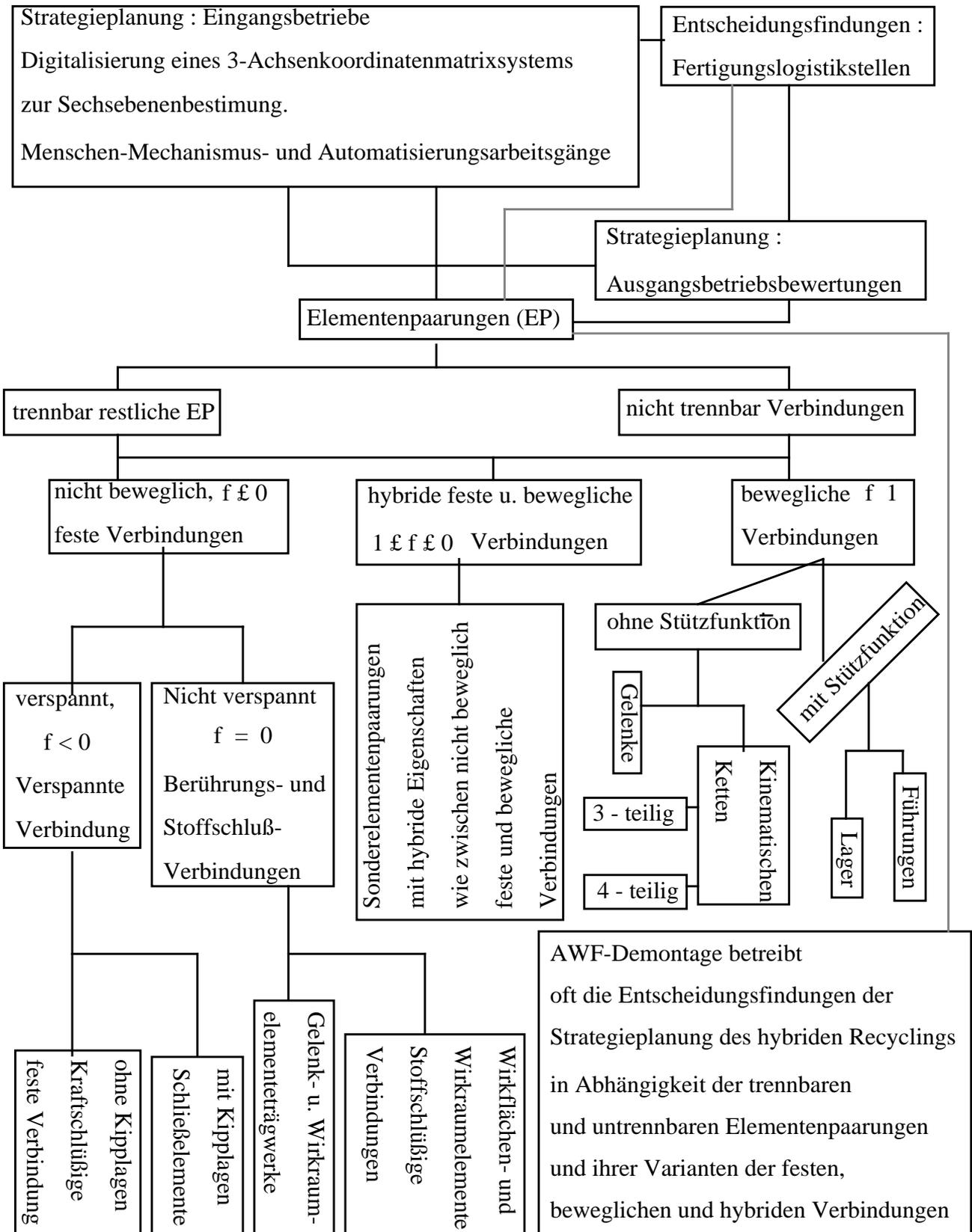


Bild 7 : Überblick über die möglichen Verschluß-Typen und -Strukturen in einer AWF-Demon-
tage [28]

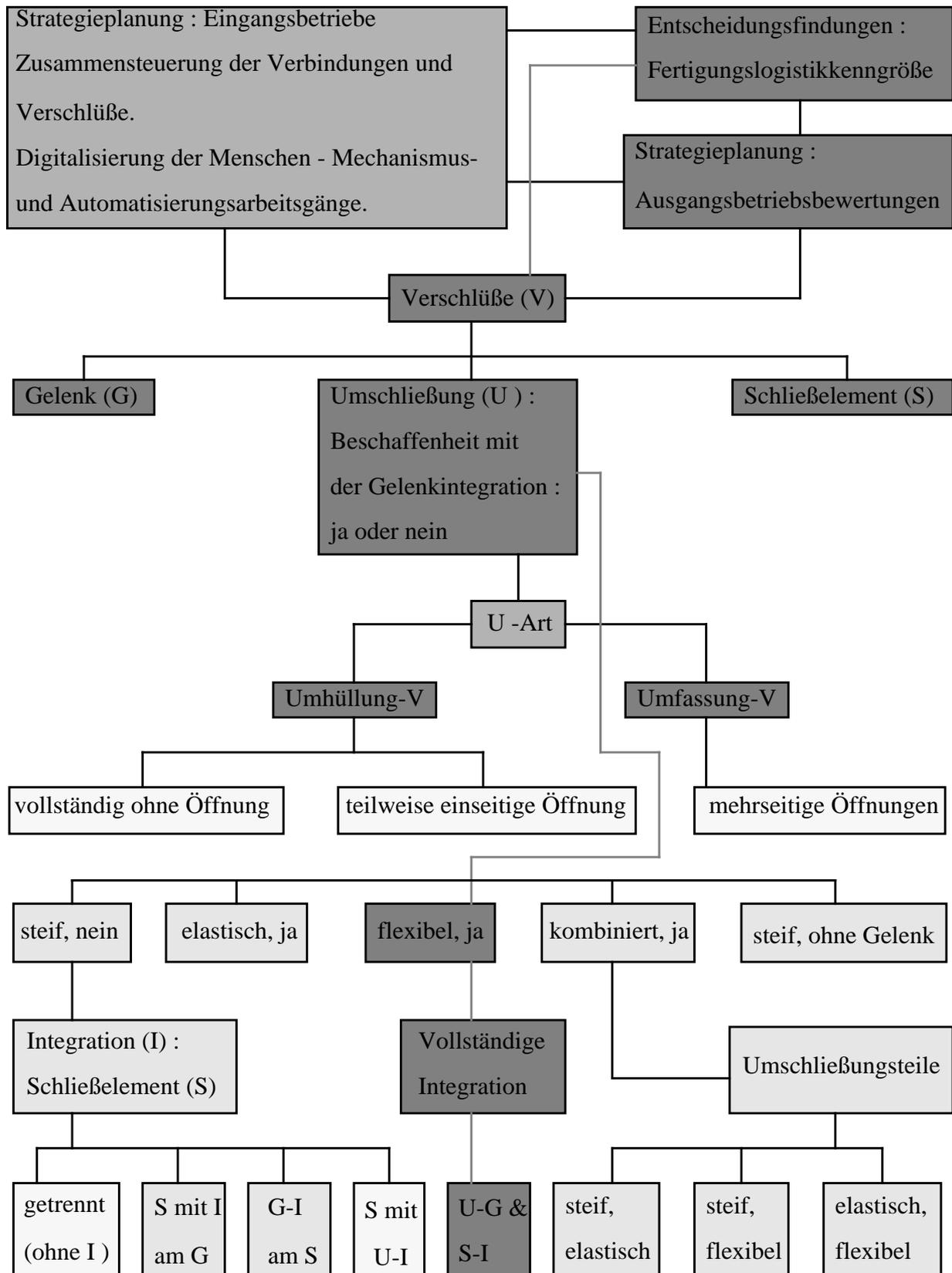


Tabelle 5 : Die Hierarchiestrukturen der AWF-Demontagestrategieplanung [4]

Demontagestrategieplanungs-Sachverhalte	Interne Logistikzustand und Einschränkungen	Rangliste
1. Direkte und einfache Behandlungen	Lösbare Verbindungen und Verschlüsse ohne zusätzliche Umweltbelastungen	S1
2. Indirekte und mehrfache Verfahren	Lösbare Verbindungen und Verschlüsse mit zusätzlicher Umweltfaktorbezügen	S2
3. Indirekte und mehrfache Prozesse	Relativ lösbare Verbindungen und Verschlüsse	S2
4. Indirekte und komplizierte Durchführungen	Zwischen relativ lösbare und nicht lösbare Verbindungen und Verschlüsse	S3
5. Direktes und kompliziertes Durchsetzen	Unlösbare Verbindungen	S4
6. Rationelle und komplizierte Ausführungen	Unsichere und unwahrscheinliche Demontage	S4
7. Aussergewöhnliche Demontage	Nicht auf der o.g. Checkliste	S5
8. nicht häufige Sonderfalldemontage	Unlösbare umweltschädliche Stoffe und Faktoren	S5
9. AWF-Entfernungsverschluß	Ausgezeichnet (Entfernungsgrad 100 %)	S1
10. wie 9.	Gut (Relativer Entfernungsgrad von Verbindungsgrad abhängig)	S2
11. AWF-Gesamtzustandsqualitäten	Extrem schlecht (Demontage fällt aus)	S5
12. AWF-Teilzustandsqualitäten in Reihenfolge der Baugruppenmodule, der Baugruppen und der Bauteile	Ausgezeichnet (Demontagegrad 100%)	S1
13. wie 12.	Gut (Demontagegrad 75 %)	S2
14. wie 12.	Mittelmäßig (Demontagegrad 50 %)	S3
15. wie 12.	Schlecht (Demontagegrad 25 %)	S4

Demontagestrategieplanungs- Sachverhalte	Interne Logistikzustand und Einschränkungen	Rangliste
16. wie 12.	Extrem schlecht (Demontagegrad 0 %)	S5
17. AWF-Verwendbarkeit in Reihfolge der Baugruppen- module, der Baugruppen und der Bauteile	Ausgezeichnet (Verwendbarkeitsgrad 100 %)	S1
18. wie 17.	Gut (Verwendbarkeitsgrad 75 %)	S2
19. wie 17.	Mittelmäßig (Verwendbarkeitsgrad 50 %)	S3
20. wie 17.	Schlecht (Verwendbarkeitsgrad 25 %)	S4
21. wie 17.	Extrem schlecht (Verwendbarkeitsgrad 0 %)	S5
22. AWF-Produktrecycling der Gesamtmultivarianten	Ausgezeichnet (Verwendbarkeitsgrad 100 %)	S1
23. wie 22.	Gut (Verwendbarkeitsgrad 75 %)	S2
24. wie 22.	Mittelmäßig (Verwendbarkeitsgrad 50 %)	S3
25. wie 22.	Schlecht (Verwendbarkeitsgrad 25 %)	S4
26. wie 22.	Extrem schlecht (Verwendbarkeitsgrad 0 %)	S5
27. AWF-Teilmultivarainten- Materialrecycling in Reihfolge der Baugruppenmodule, der Baugruppen und der Bauteile	Ausgezeichnet (Verwertbarkeitsgrad 100 %)	S1
28. wie 27.	Gut (Verwertbarkeitsgrad 75 %)	S2
29. wie 27.	Mittelmäßig (Verwertbarkeitsgrad 50 %)	S3
30. wie 27.	Schlecht (Verwertbarkeitsgrad 25 %)	S4
31. wie 27.	Extrem schlecht (Verwertbarkeitsgrad 0 %)	S5
32. AWF-Gesamtmultivari- anten-Materialrecycling	Ausgezeichnet (Verwertbarkeitsgrad 100 %)	S1
33. wie 32.	Gut (Verwertbarkeitsgrad 75 %)	S2
34. wie 32.	Mittelmäßig (Verwertbarkeitsgrad 50 %)	S3
35. wie 32.	Schlecht (Verwertbarkeitsgrad 25 %)	S4
36. wie 32.	Extrem schlecht (Verwertbarkeitsgrad 0 %)	S5

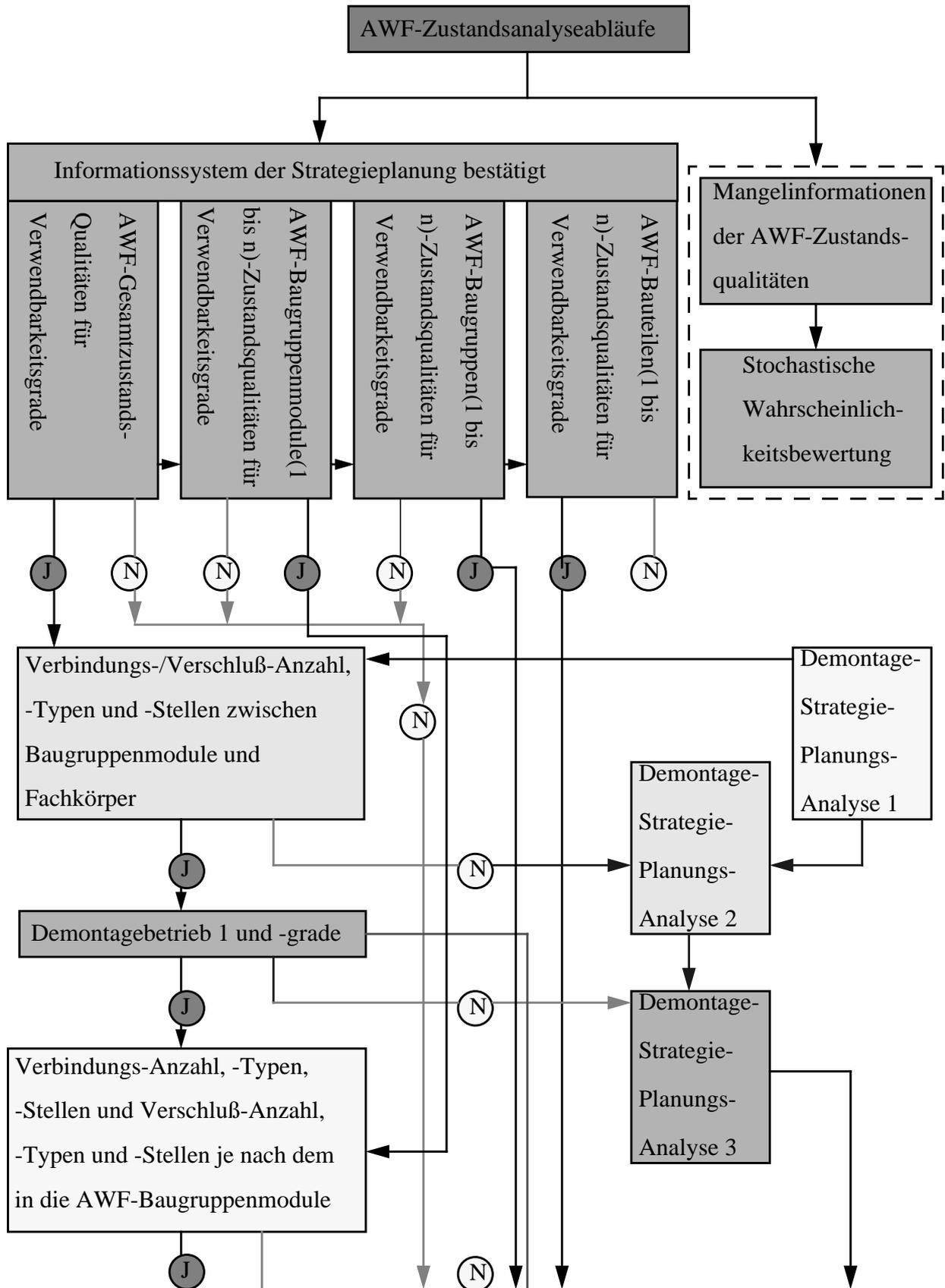
Tabelle 6: Eine gemeinsamer Überblick über die mögliche Beziehung in der AWF-Demontagestrategieplanungs-Rangliste [28]

Demontag- Strategie- Planungs- Rangliste	S1	S2	S3	S4	S5
Erhebungs- Jahr	1993 (%)	1993 (%)	1993 (%)	1993 (%)	1993 (%)
Kfz- Verbin- dungs- Überblick*	feste unlösbare Verbindungen	feste bedingte lösbare Verbindungen	feste lösbare Verbindungen	bedingte lösbare Verbindungen	lösbare bewegliche Verbindungen
PKW	3,34	12,72	83,94	14,20	95,80
LKW und Omnibusse	8,26	1,55	70,90	1 9,20	-
Verbin- dungs- Elementen- Zustand	100 %	75 %	50 %	25 %	0
Zer- legungs- Fähigkeit	100 %	75 %	50 %	25 %	0

*** Bemerkung :**

Die gesamte , häufigste, feste Verbindungsanzahl ist 928 bei den PKW und 323 bei LKW und Omnibussen. Die gesamte, häufigste, bewegliche Verbindungsanzahl ist 372 bei den PKW. Für die LKW und Omnibusse ist sie unbekannt

Bild 8 : Ein Strategieplanungsanalysen-Stellenschema der AWF-Demontage durch den Gesamtfertigungslogistikbereich



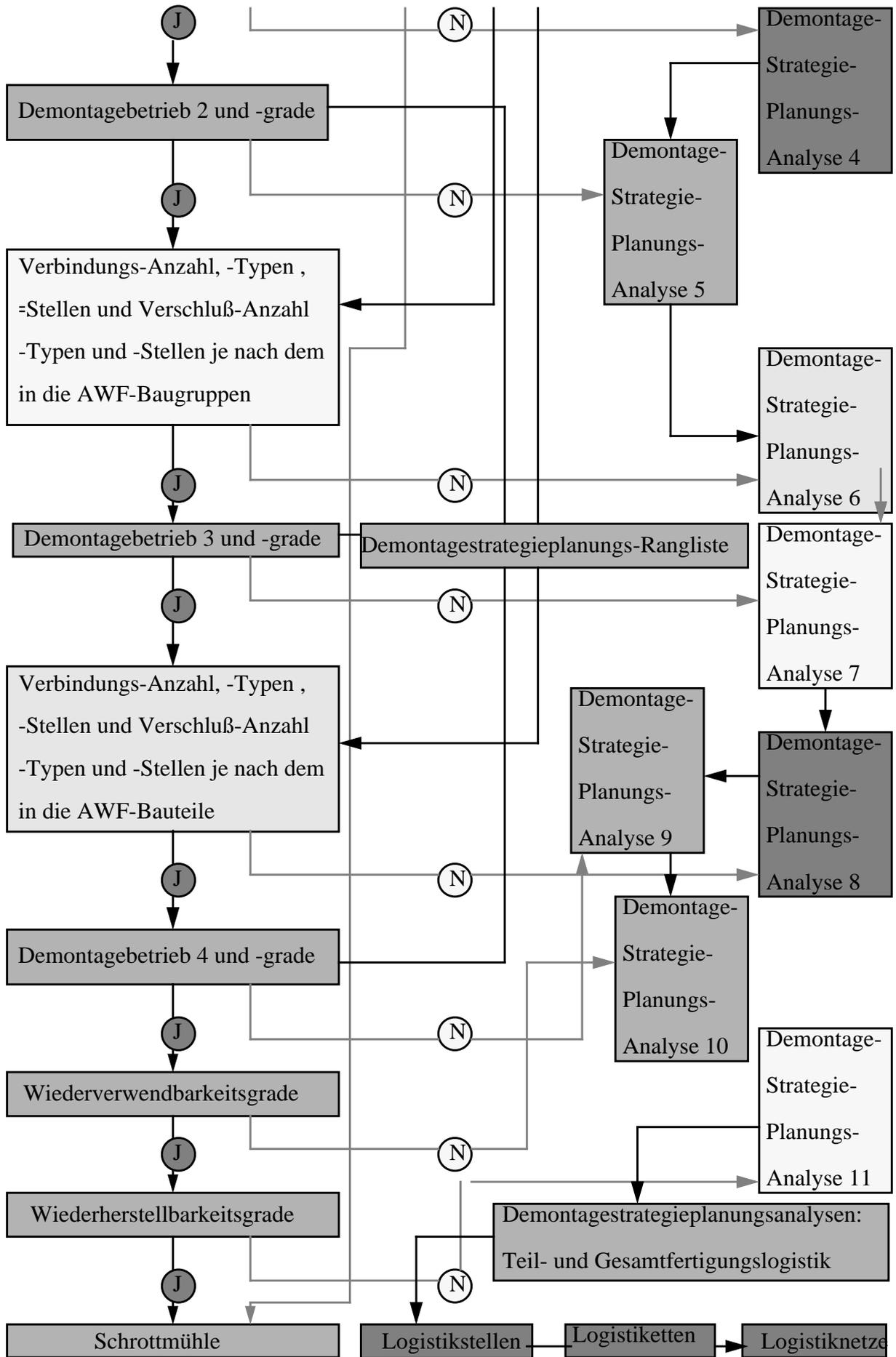


Bild 9 : Ein Logistikmanagement des Strategieplanungsprozesses des hybriden Recyclings

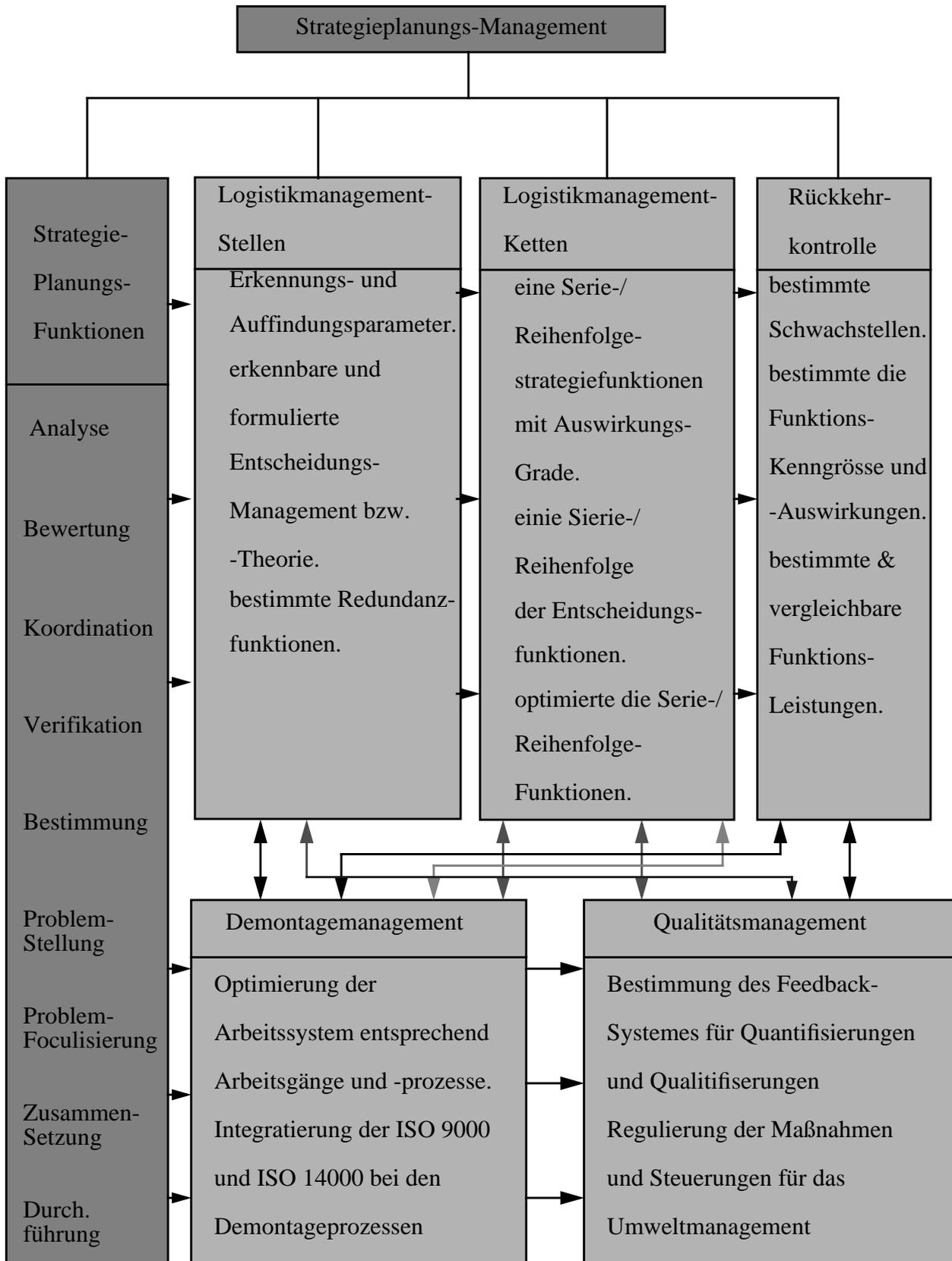
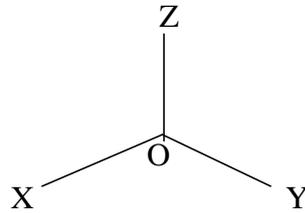


Bild 10 : Definitionen des matrixartigen Digitalkoordinatensystems

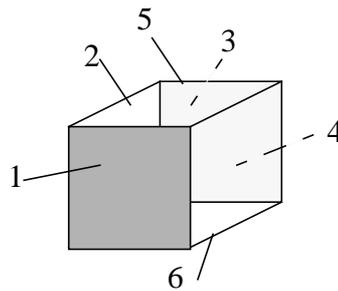
Eine Raumebene besteht aus 3 Achsen und einem vereinbarten Vektorsystem :



$$\overline{XO} = -\overline{OX}$$

$$\overline{ZO} = -\overline{OZ}$$

$$\overline{YO} = -\overline{OY}$$



Normalweise besteht ein regelmässiges 3D-Objekt aus sechs Ebenen, damit sieht das matrixartige Digitalkoordinatensystem so aus :

$$\left[\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \\ Y_1 & Y_2 & Y_3 & Y_4 & Y_5 & Y_6 \\ Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 & Z_5 & Z_6 \end{array} \right] \text{--- sechs Ebenen}$$

Bild 11 : Ein hierarchiestrukturorientiertes AWF-Digitalisierungskoordinatensystem

Weltkoordinaten

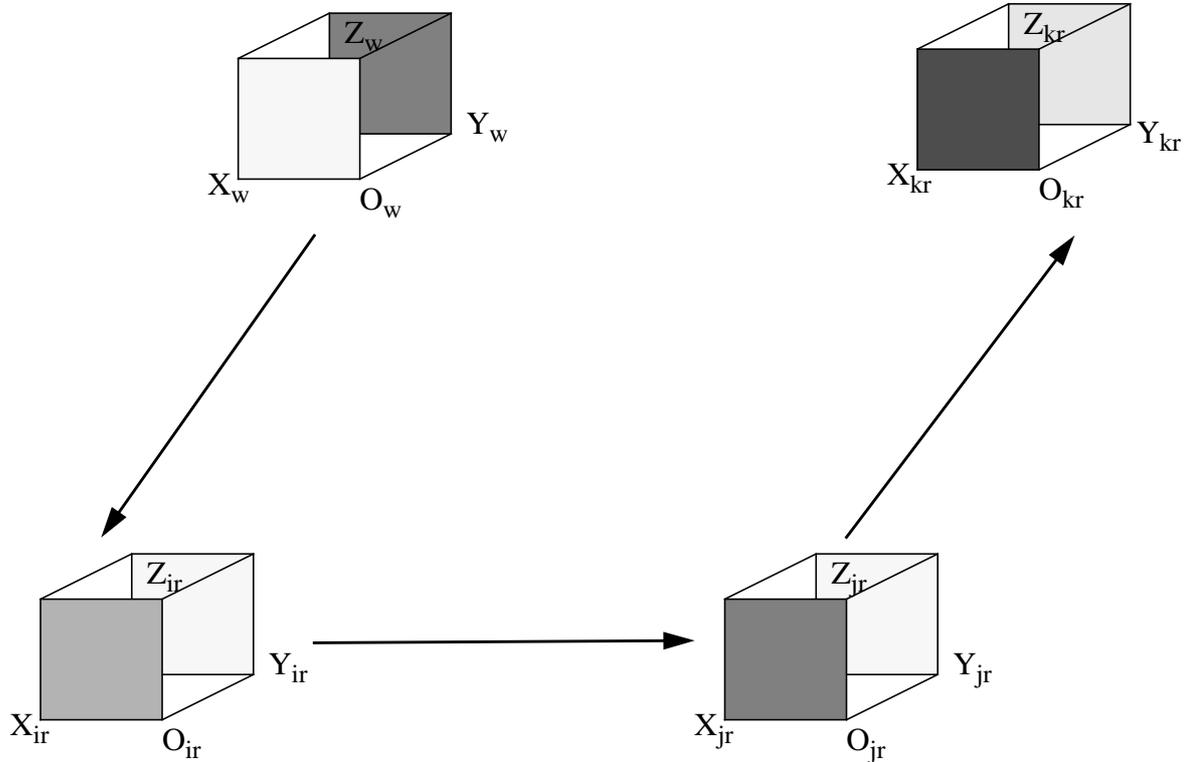
bzw. Hauptstation der

AWF-Demontage

..... k Referenzkoordinaten

bzw. Bauteilestationen der

AWF-Demontage



..i Referenzkoordinaten

bzw. Modulestationen der

AWF-Demontage

..... j Referenzkoordinaten

bzw. Baugruppenstationen

der AWF-Demontage

Bild 12 : Synchronisierungsdefinitionen und ihre Varianten

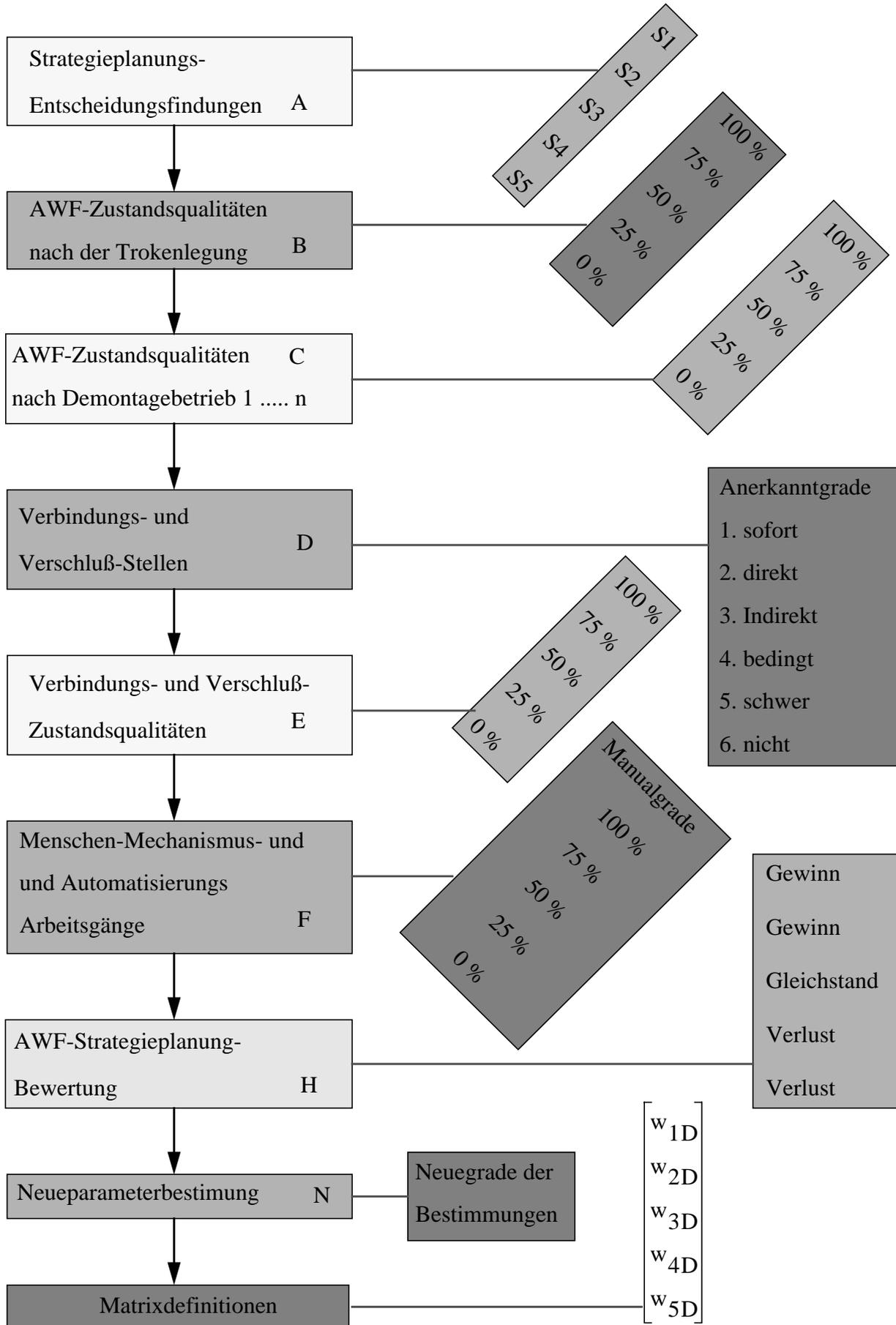
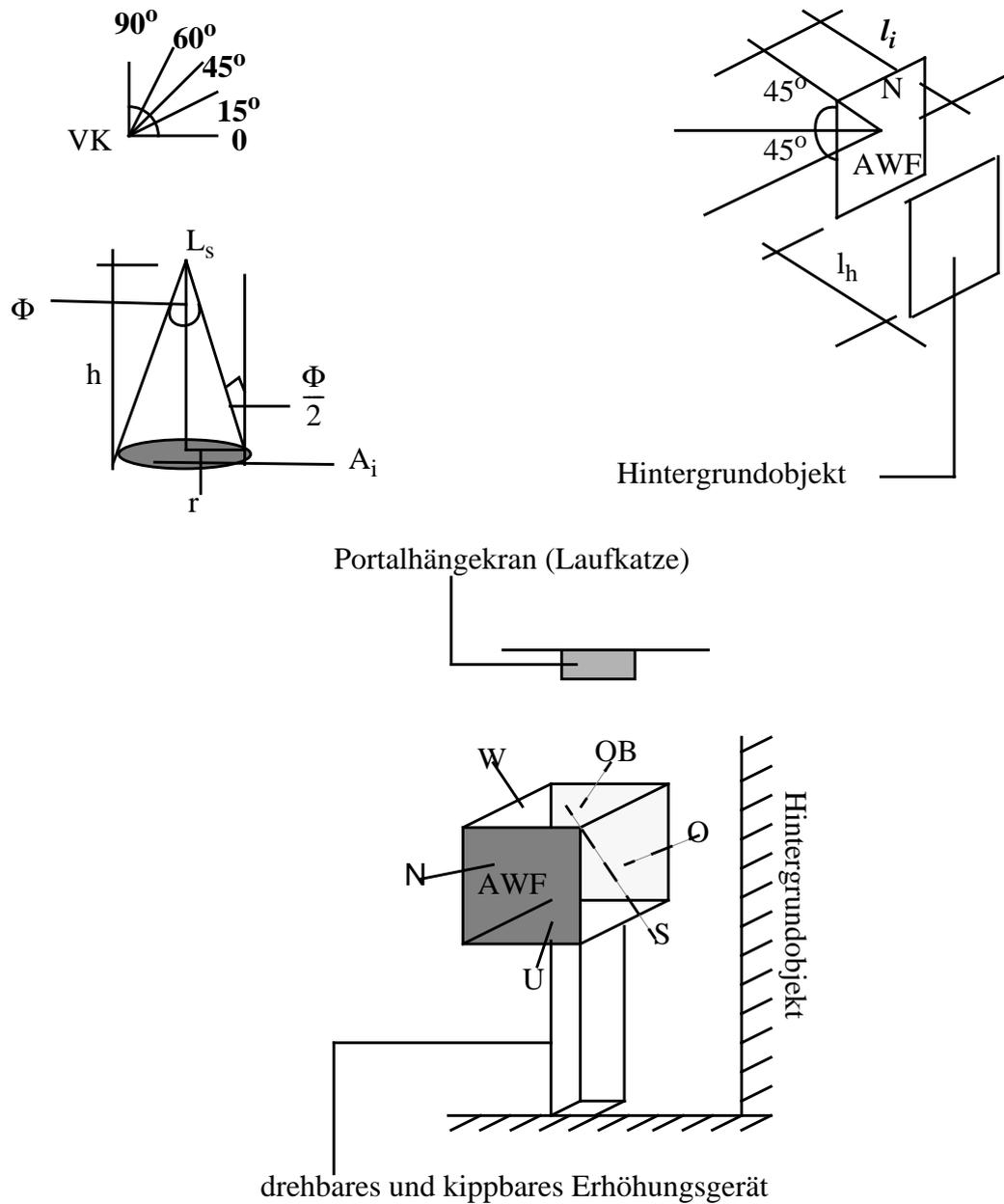


Bild 13 : Eine Orientierung der Videokamera (VK)

Digital-CCD-Farb-Videokamera



N = Norden,

U = Unten,

W = Westen,

OS = Osten,

S = Süden,

OB = Oben,

 L_I = Lichtintensität, l_h = optimale Abstand zwischen Videokamera und Hintergrundobjekt l_i = optimaler Abstand zwischen Videokamera und AWF

Tabelle 7: Video-Daten über AWF-Zustandsqualitäten durch den 1. Durchgangsprozeß

Baugruppen Bestimmungs- Variablen	AWF %	BM %	BG %	BT %	V* %	VS %	AWF Analyse			
Motor (M)	< 40	< 40	< 45	< 35	< 40	< 30	Ermüden	40% Inf	BM	EM
Getriebe (G)	< 45	< 40	< 45	< 40	< 40	< 45	Belastung	40% Inf.	BG	EG
Antrieb (A)	< 30	< 35	< 40	< 35	< 40	< 45	Entarten	30% Inf	BA	EA
Fahrwerk (F)	< 50	< 45	< 40	< 40	< 45	< 40	Ermüden	45% Inf	BF	EF
Servolenkung (SL)	< 30	< 30	< 35	< 35	< 30	< 35	Entarten	30% Inf	BSL	ESL
Diverse An- lagen (DA)	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40	Statistik	40% Inf	BDA	EDA
Hinter- und Vorachse (HV)	< 50	< 45	< 40	< 40	<45	< 45	Statistik	45% Inf.	BHV	EHV
Reifen (R)	<100	< 90	< 90	< 90	< 90	< 90	Statistik	95% Inf.	BR	ER
Sitze (S)	< 60	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	Statistik	51% Inf.	BS	ES

Bemerkung :

BM : Baumodulen; BG : Baugruppen; BT : Bauteile; V : Verbindungen; VS : Verschlüsse

Inf : Information; B_M ; Motorenbewertung; E_M : Motorenentscheidung

Bild 14 : Ein hierarchiemodulstrukturorientiertes AWF-Demontagezellmodell

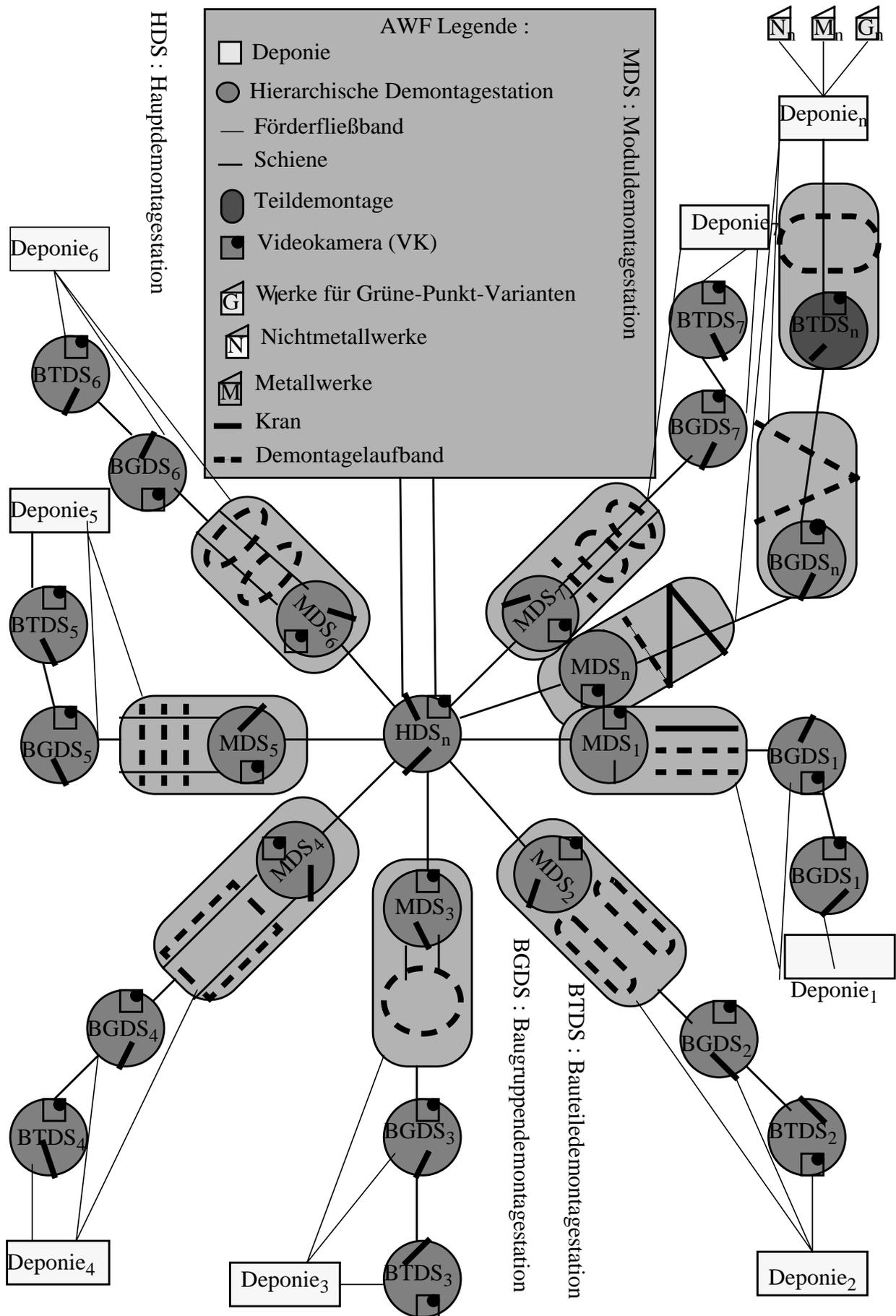
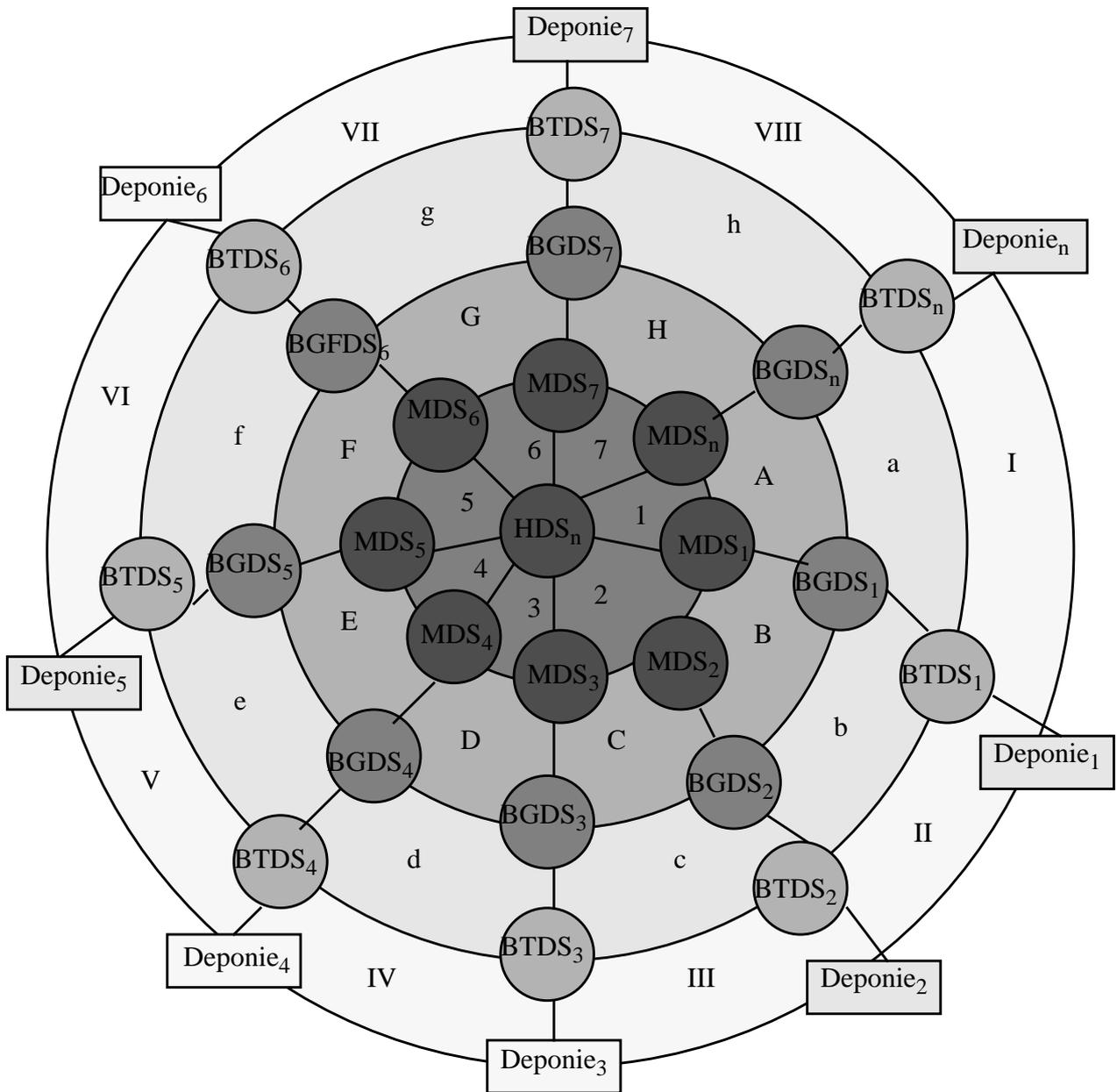


Bild 15 : Eine hierarchische Fünfschicht-Achteckdarstellung der AWF-Logistikvariablen



Legende :

Bauteile = BT

Baugruppen = BG

Moduldemontagestation = MDS

1. AWF-Zustandsqualitäten
2. Gesamte Verbindungs- und Verschluß-Statistikdaten
3. Zerlegungs- und Entfernungsschlußprofilvariablen
4. AWF-Demontage-Logistikkern : Informations-, Daten- und Materialfluß

Bild 15

5. AWF-Baugruppenmodule-Anzahl bzw. Gesamte AWF-Demontage-/Kfz-Montage-
/Kzf-Remontagedatenbank
6. Recyclingstrategieplanung
7. Informationssystem der Strategieplanung des hybriden Recyclings
 - a. Informations- und Datendisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
 - b. Teil-/Gesamtinformationsstrategiedisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/
Bauteile
 - c. Recyclingstrategieplanungsdisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
 - d. Recyclingstrategieplanungsbestimmung der Baugruppenmodule/Baugruppen/
Bauteile
 - e. Recyclingstrategieplanungsmanöver der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
 - f. Entscheidungsfindungsdisposition der Recyclingstrategieplanung der
Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
 - g. Entscheidungsfindungsbestimmung der Recyclingstrategieplanung der
Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
 - h. Entscheidungsfindungsmanöver der Recyclingstrategieplanung
Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
- A. Zustandsqualitätsstrukture der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
- B. “ Zerlegungs- und Entfernungsschlußanzahl und ihre Profilvariablen ” der
Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
- C. “ Verbindungs-/Verschluß-Erkennungs- und-Auffindungsstellen ” der
Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
- D. Analyse der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile
- E. “ Informations- und Datenverarbeitung ” der Baugruppenmodule/Baugruppen/
Bauteile

Bild 15

F. Wirtschaftsdisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile

G. Technikdisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile

H. Logistikdisposition der Baugruppenmodule/Baugruppen/Bauteile

I. Managementlogistikketten bzw. -netze und -rückkontrolle

II. Synchronisierung der AWF-Digitalisierung

III. Weltkoordinatensystem

IV. Referenzkoordinatensystem

V. Multimedia-Internet auf der Datenautobahn

VI. Bewertungsmethode : Fuzzy Logic, Neuronale Netze

VII. Teil-/Gesamtbewertungswerte

VIII. Teil-/Gesamtsystemrückkontrolle

Bemerkung :

Bild 15 stellt alle Informations-, Daten- und Materialflüsse der AWF-Logistikvariablen durch alle Demontagezellen vor. Diese Variablen sind möglicherweise die gegenwärtigen und zukünftigen Forschungsgebieten für die "Demontage, Wiederverwendung, Wied-
erfertigung und Verwertung"-orientierter Recyclingstrategieplanung des AWF.

Bild 16: Maraldische Winkel für die Optimierung der vier Positionierung der Videokameras; Zwei von ihnen tasten entlang der X-Achse, die anderen beiden entlang der Y-Achse ab. Dem entsprechend hat die Videokamera eine optimale Entfernung X zum Zielobjekt.

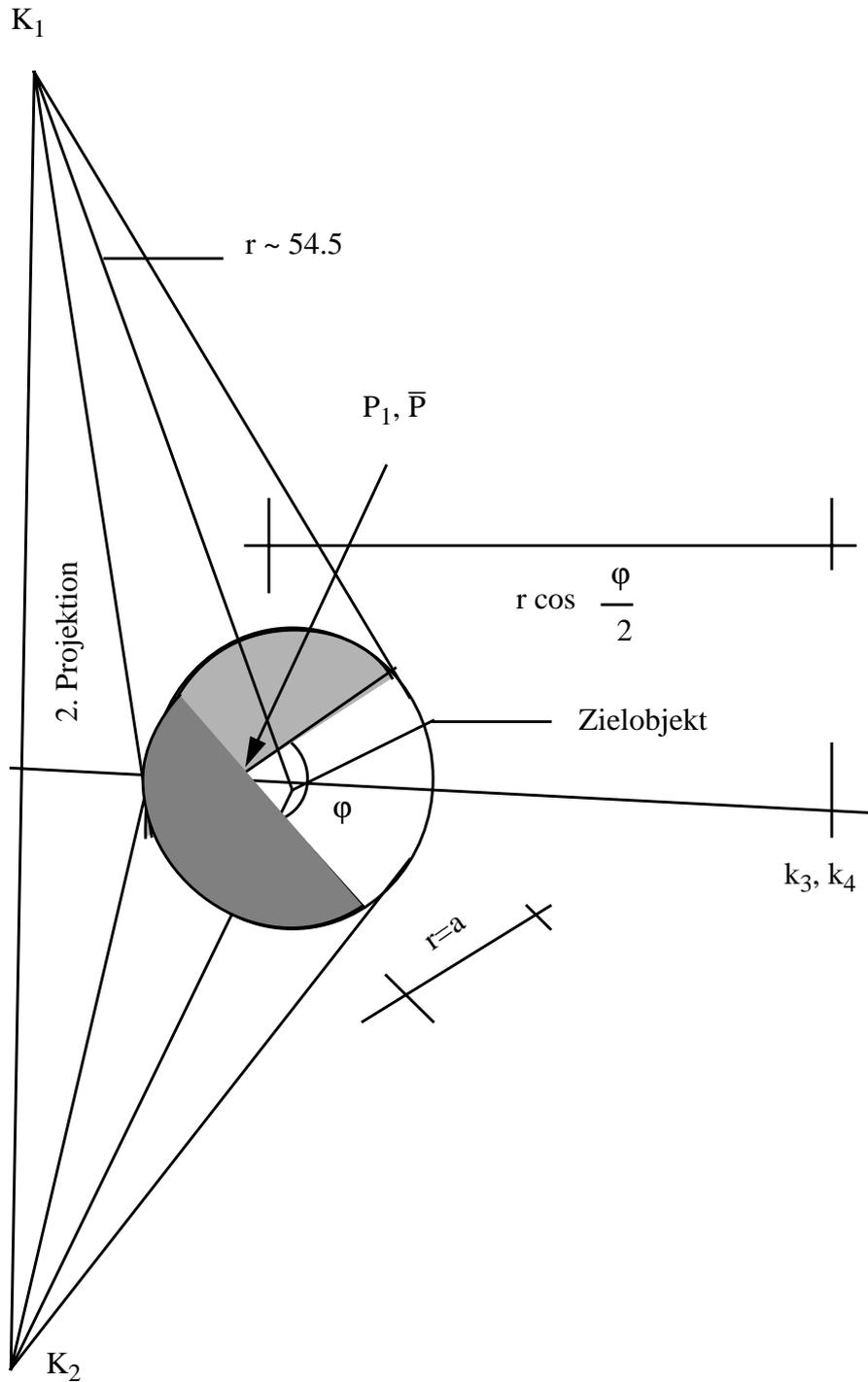


Bild 16

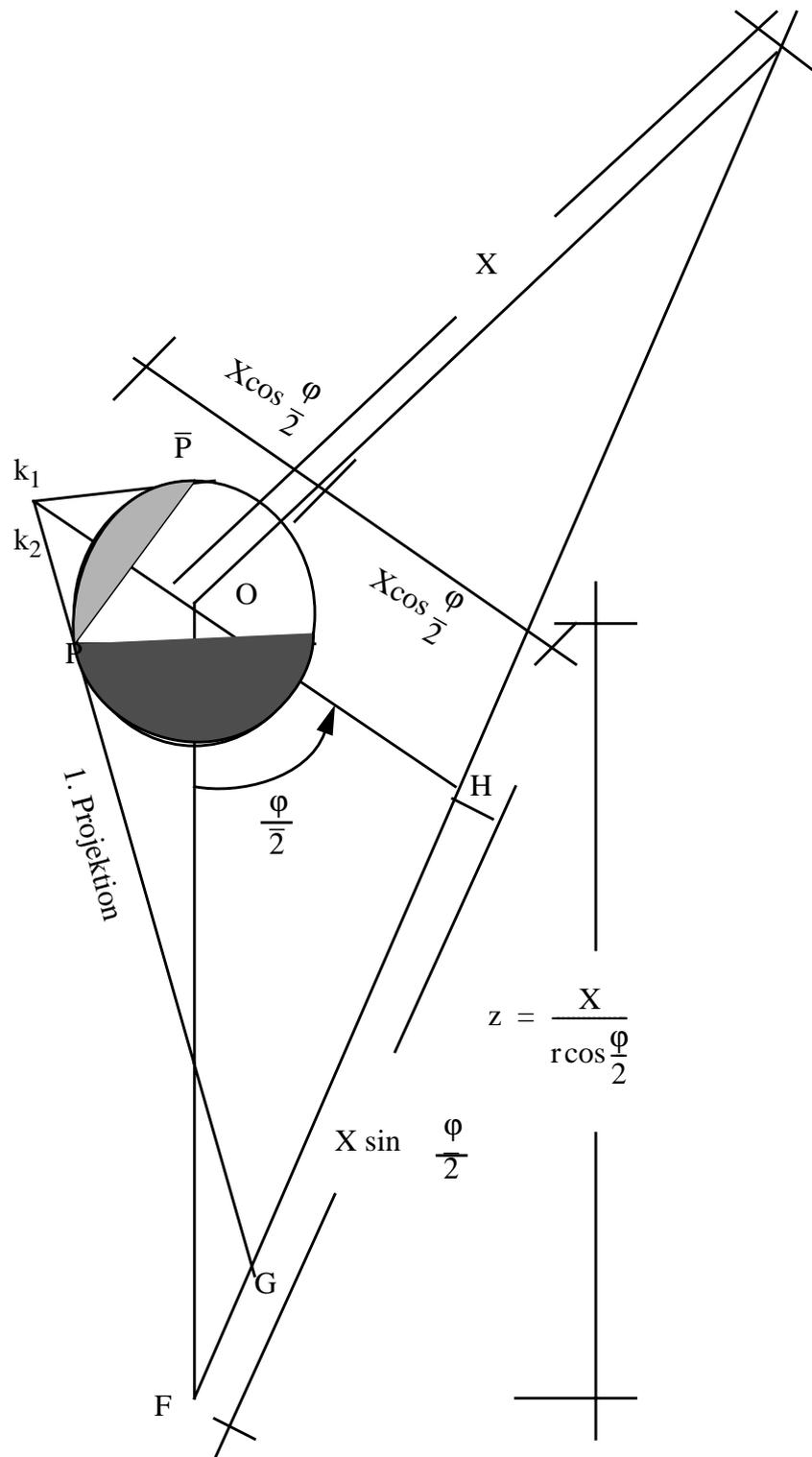
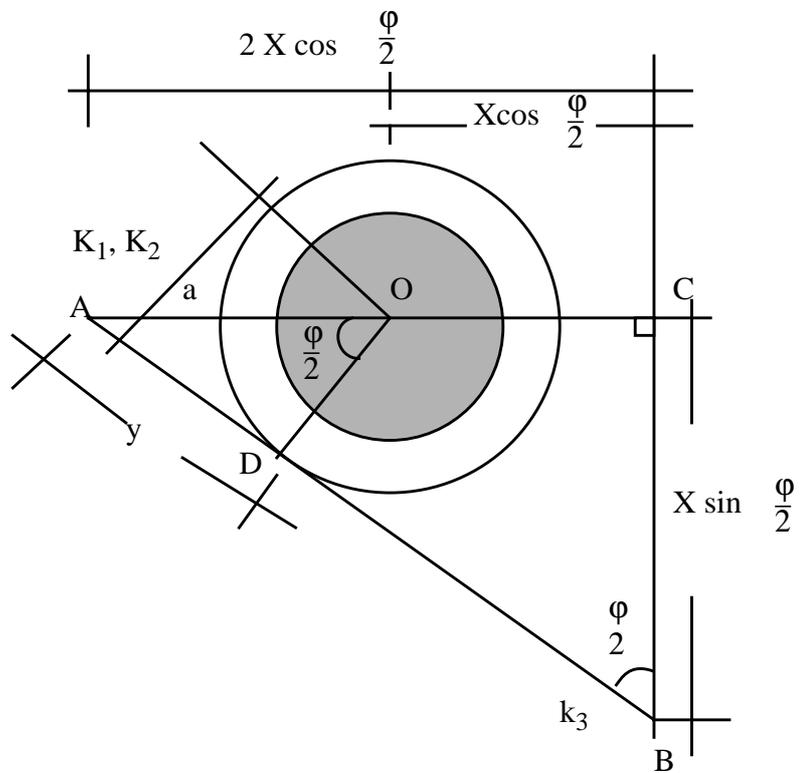
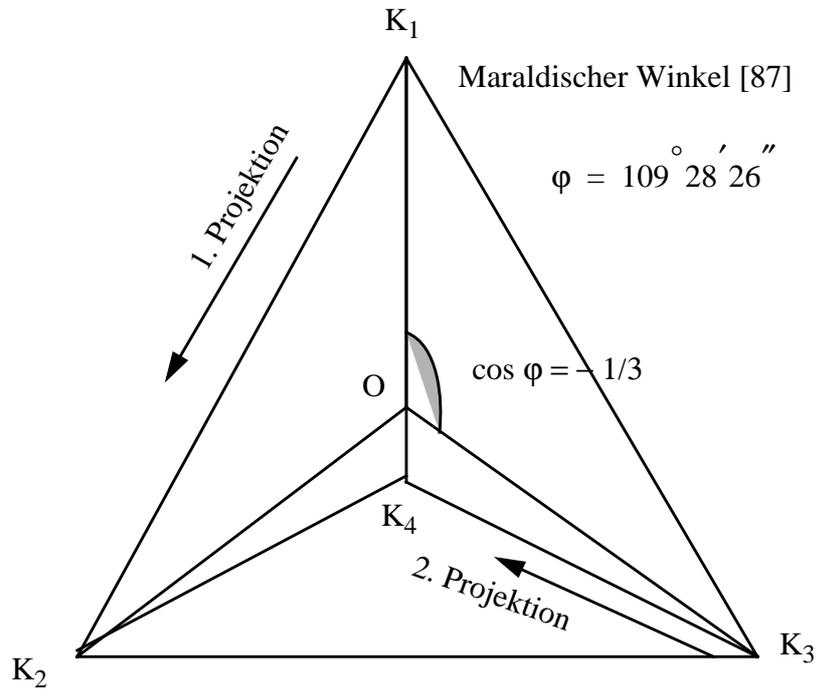


Bild 16



K₁, K₂, K₃ und K₄ sind Digital-CCD-Farb-Videokameras

Bild 16

Im Dreieck AOD ,

$$\overline{AO}^2 = \overline{AD}^2 + \overline{DO}^2$$

$$\overline{AD}^2 = \overline{AO}^2 - \overline{DO}^2$$

$$y = \sqrt{X^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - a^2}$$

In den Dreiecken AOD und ABC

$$\frac{AD}{AC} = \frac{DO}{BC} \quad \frac{y}{2X \cos \frac{\varphi}{2}} = \frac{a}{X \sin \frac{\varphi}{2}} \quad y = 2a \cot \frac{\varphi}{2}$$

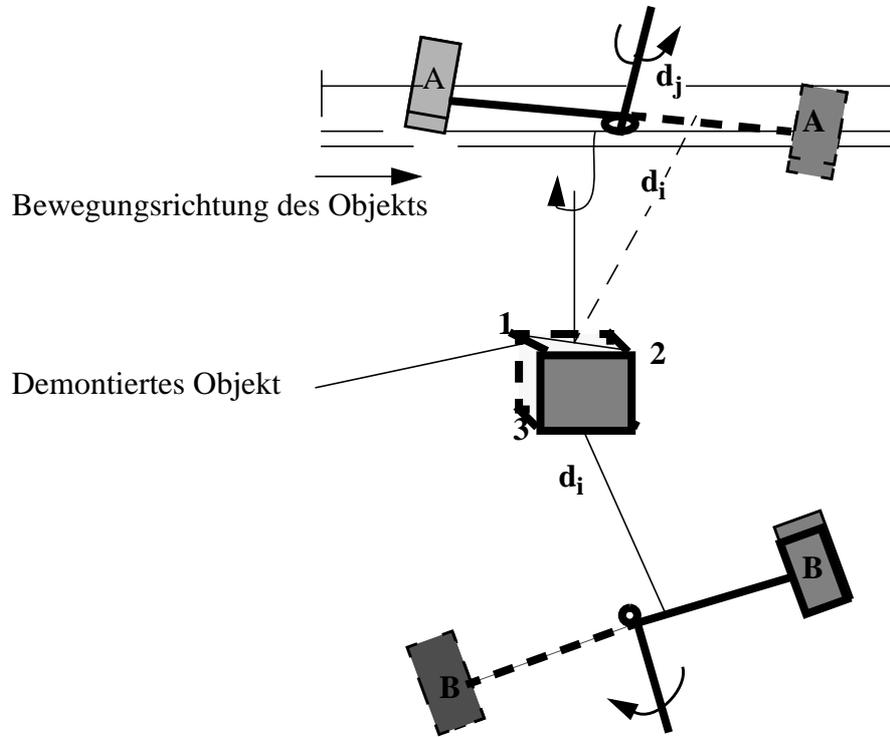
$$X^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - a^2 = 4a^2 \cot^2 \frac{\varphi}{2}$$

$$\sqrt{X^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - a^2} = 2a \cot \frac{\varphi}{2}$$

$$X = \sqrt{\frac{a \left[4a \cot^2 \frac{\varphi}{2} + 1 \right]}{\cos^2 \frac{\varphi}{2}}}$$

Wenn $r=a=1$, $X \approx 3,674$

Bild 17 : Multimediakamera-Positionierungsstrategiedispositionen gegenüber dem teil- oder volldemontierten Objekt auf den Hänigeschienen. Solche Dispositionen gelten für alle AWF-Demontagestationen und -Deponien.



A und B sind Videokameras (VK)

1, 2, 3 und 4 sind Abtastenstellen der VK

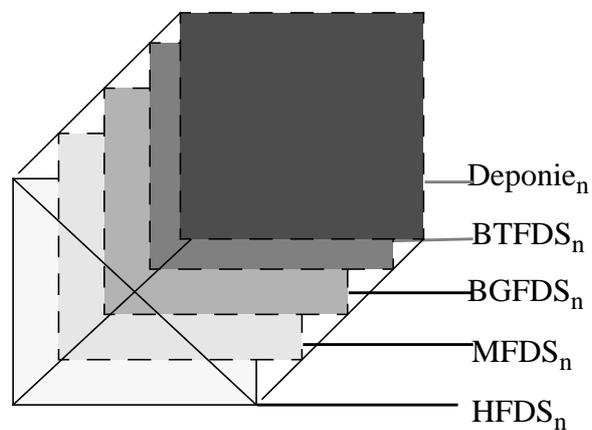
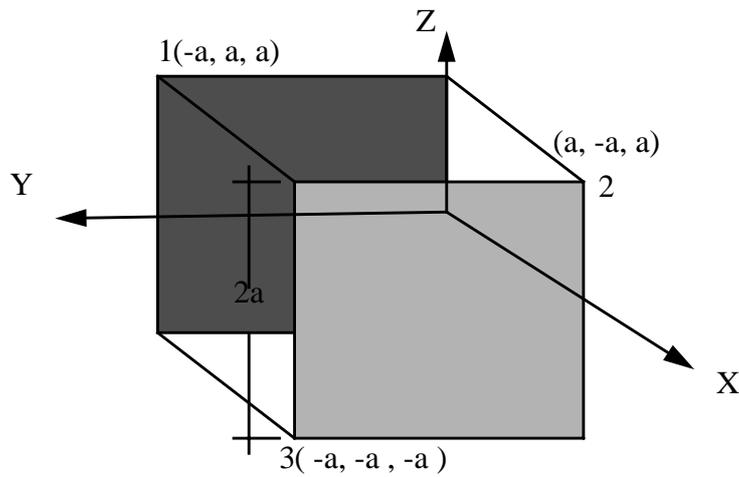


Bild 18 : Darstellung der Koordinaten der Abtastungsstellen.



Videooptische Achsen-Vektoren :

$$1 : - (-a, a, a) = (a, -a, -a)$$

$$2 : - (a, -a, a) = (-a, a, -a)$$

$$3 : - (-a, -a, -a) = (a, a, a)$$

$$4 : - (a, a, -a) = (-a, -a, a)$$

Bild 19 : Darstellung der Hardwarekonfiguration der VK mit vier Bildern in dem Monitor der Workstation

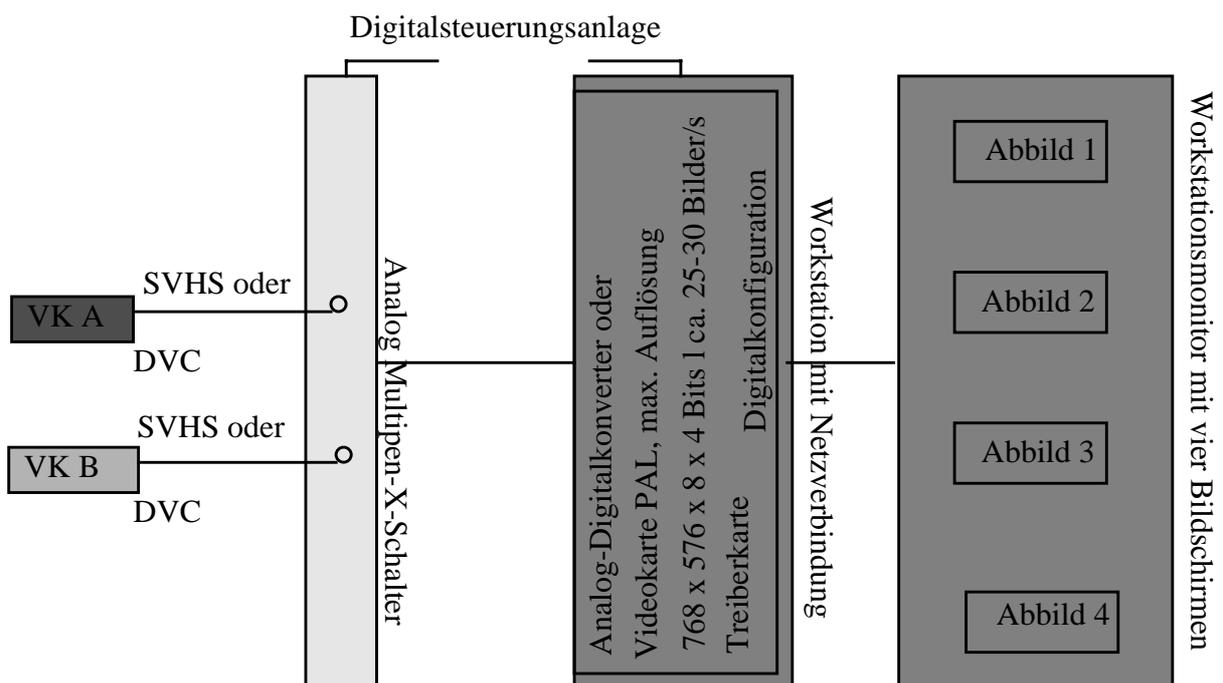


Bild 20 : Einschränkung durch die Beziehung von Pixelbild (Bit), Komprimierungsverlust und "Grabber"-Zugriffsfähigkeit.

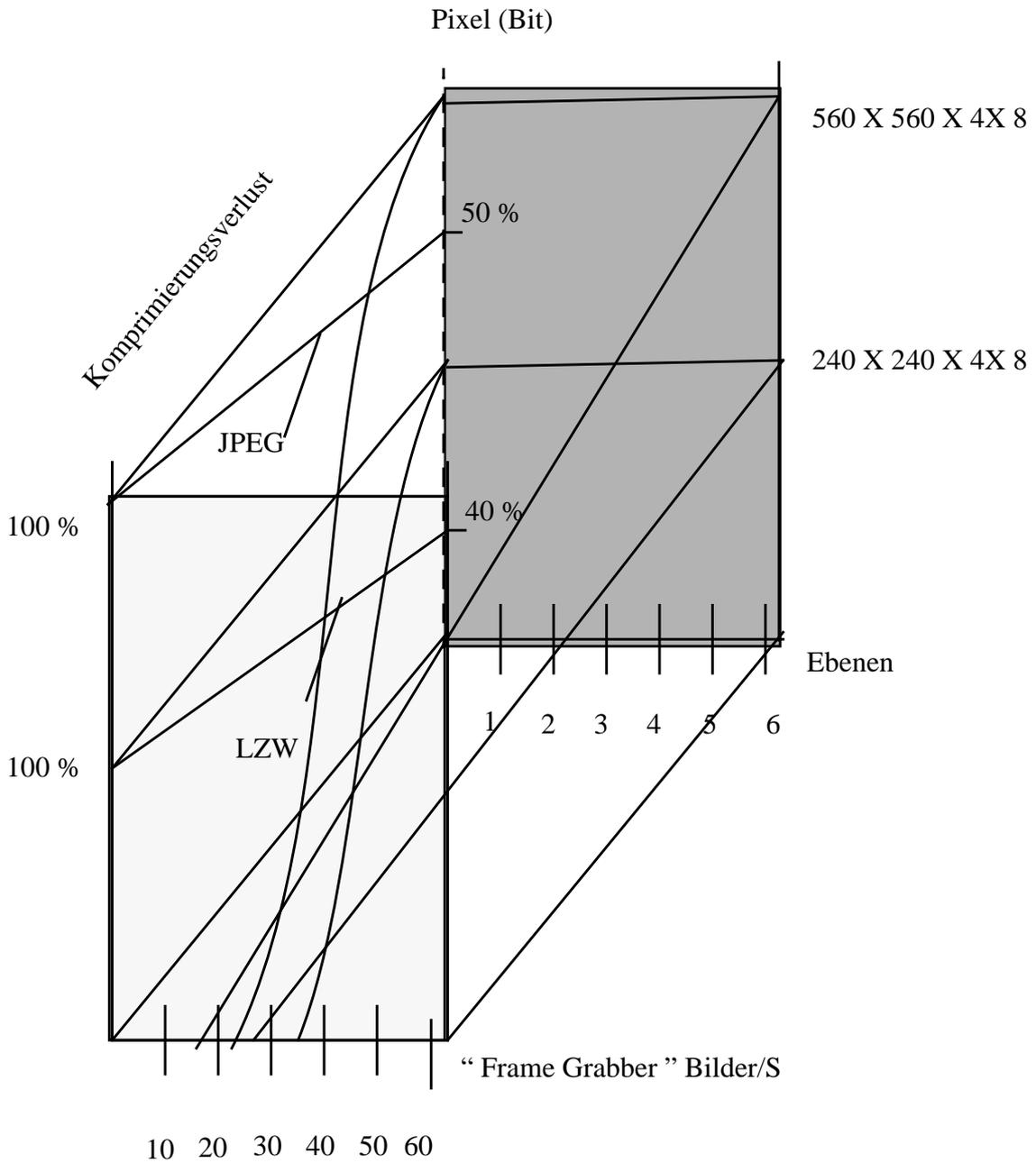


Bild 21 : Die möglichen Wirtschaftsstrategiedispositionen des AWF

$\frac{PR}{MR}$	RP _V	RP _{Ko}	RP _I	RP _D	PR _T	MR _T
RP _V	5	7	11	13	17	19
RP _{Ko}	16	10	14	9	30	24
RP _I	6	12	15	1	29	22
RP _D	8	2	4	3	32	28
PR _T	18	35	31	33	36	26
MR _T	20	25	21	27	23	36

Legende

I = Information

D = Daten

RP=Recyclingprozeß

V = Verfahren

Ko = Konstruktion

PR = Produktrecycling

MR = Materialrecycling

T = Trennprozeß

Bild 22 : Ablaufplan der AWF-Entscheidungen für die Trennprosse und -verfahren des hybriden Recyclings wie Produktrecyclings , der Wiederherstellung und des Materialrecyclings.

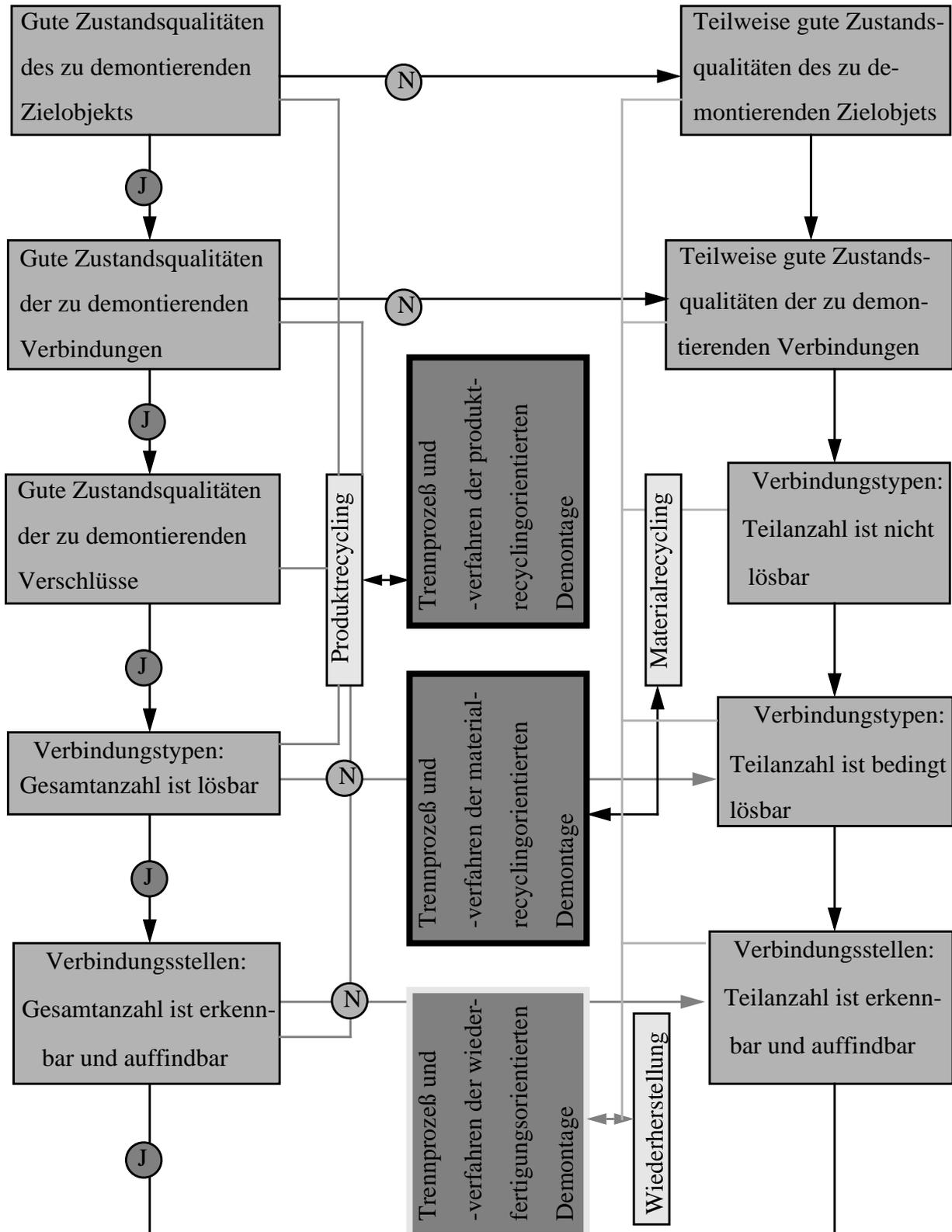


Bild 22

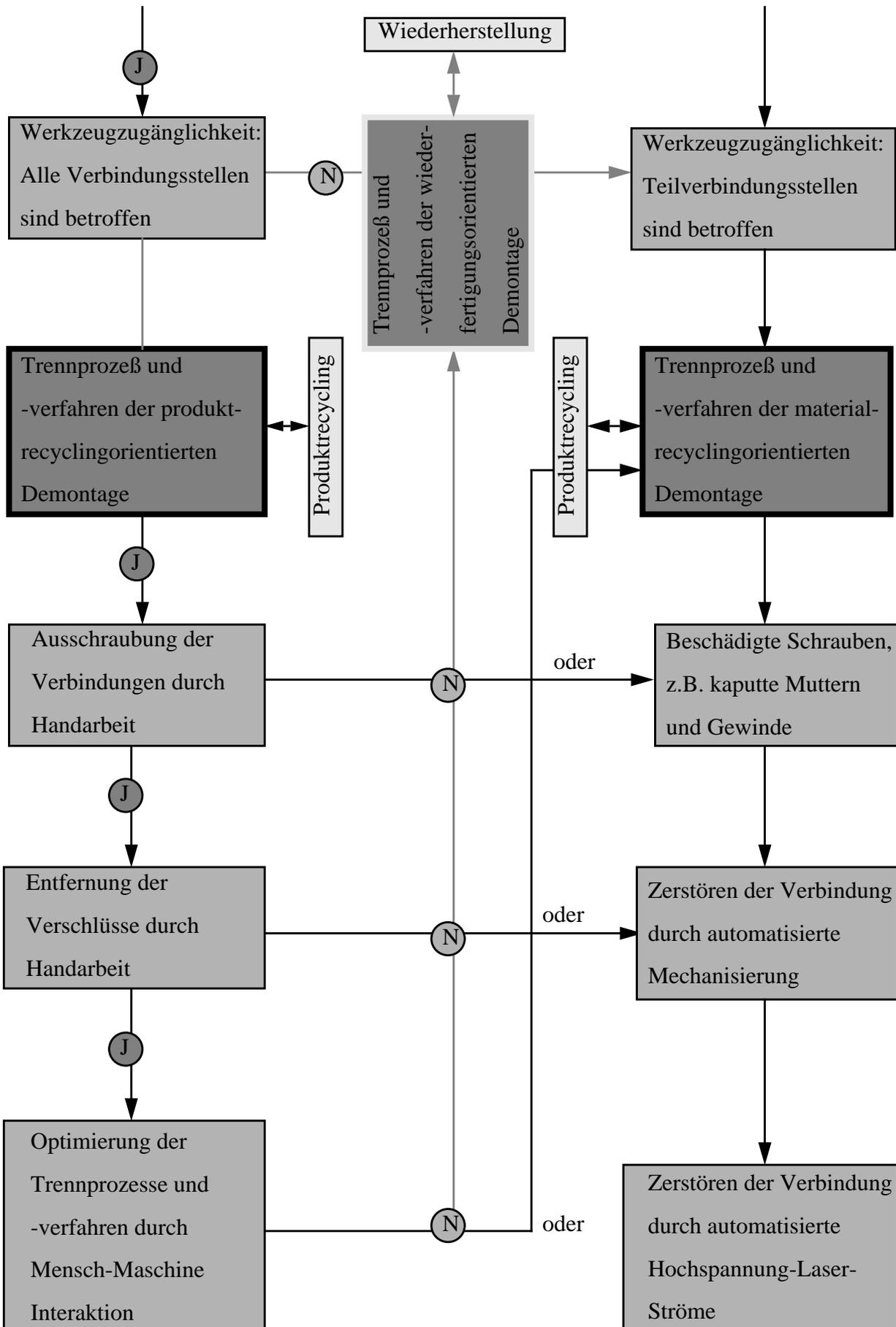


Bild 23 : Bewertung aller Zustandsqualitäten durch die „Delfi“ und „Concurrent-Engineering“ mit dem Ablaufplan der Entscheidungen für das Produktrecycling , die Wiederherstellung und das Materialrecycling.

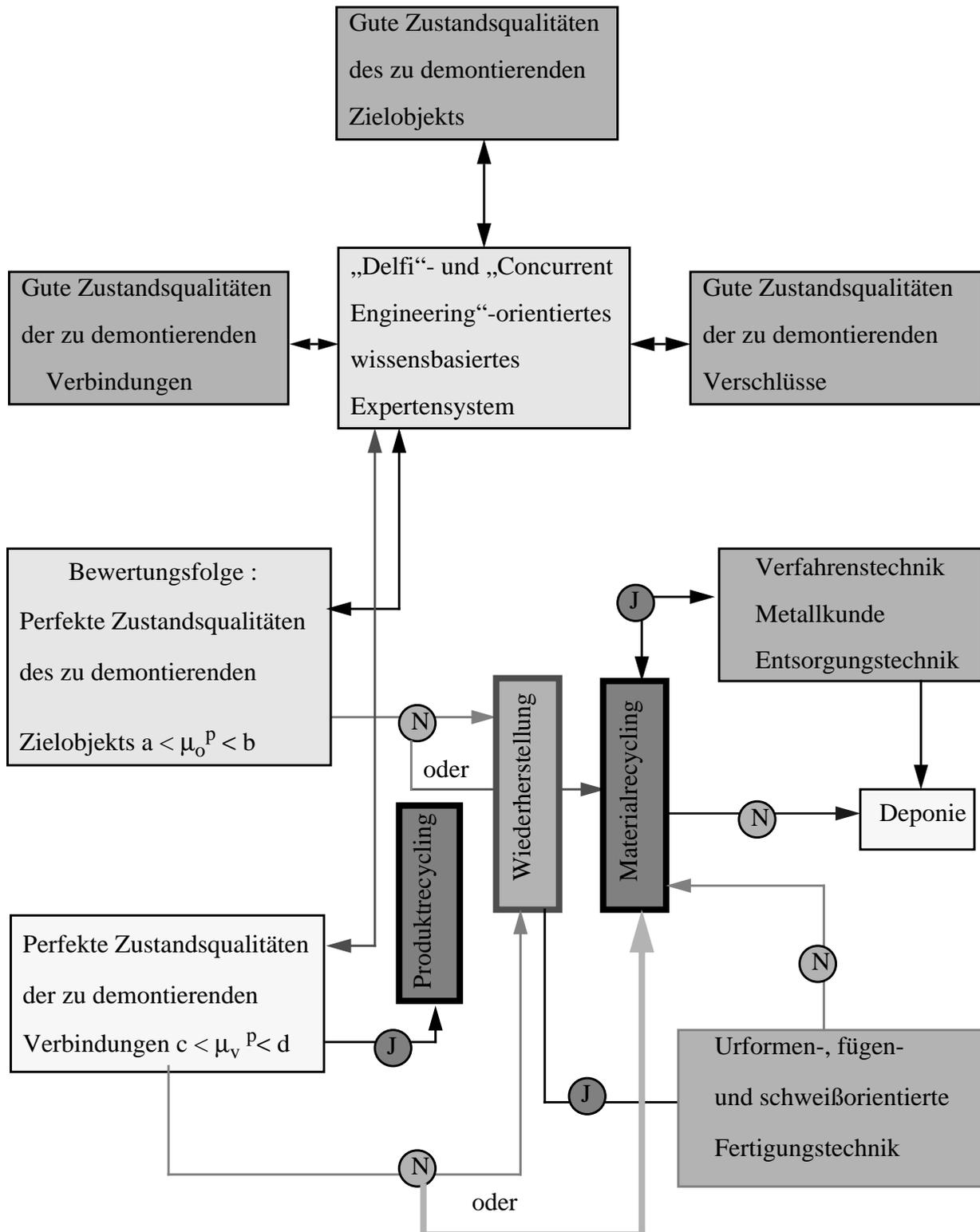


Bild 23

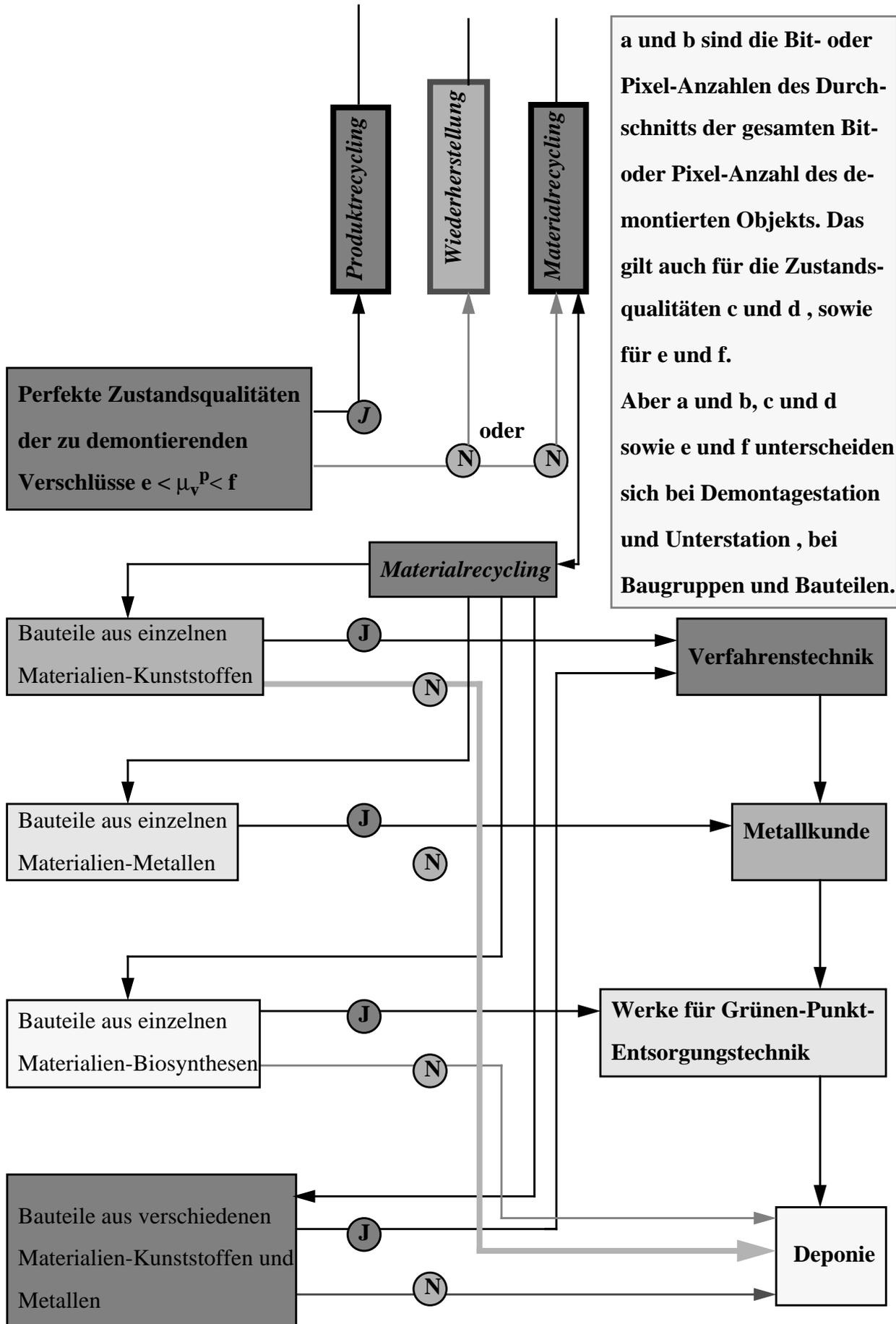


Bild 24: Demontage der Stoßfänger vorn und hinten am Golf CL

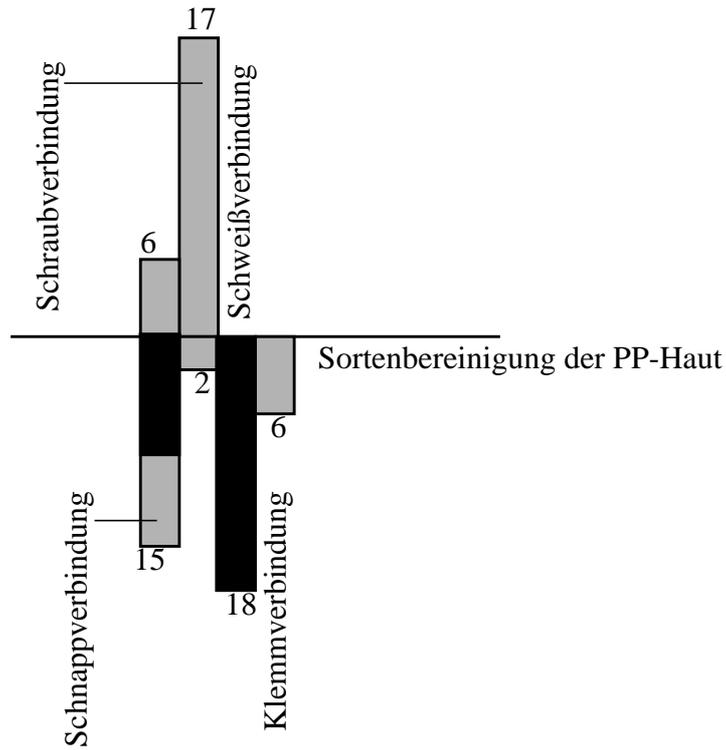


Bild 25: Demontage eines Vordersitzes Golf CL

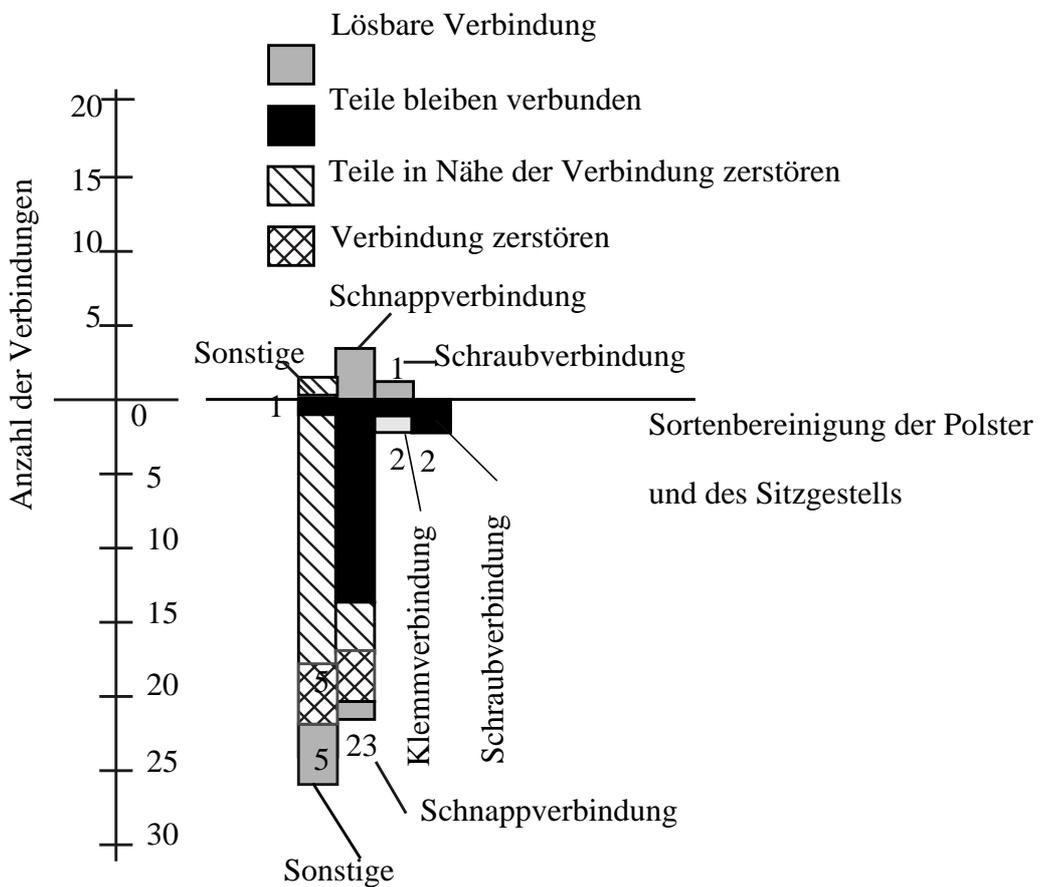


Bild 26 : Ein Ablaufprofil der Grobstatistikbehandlung

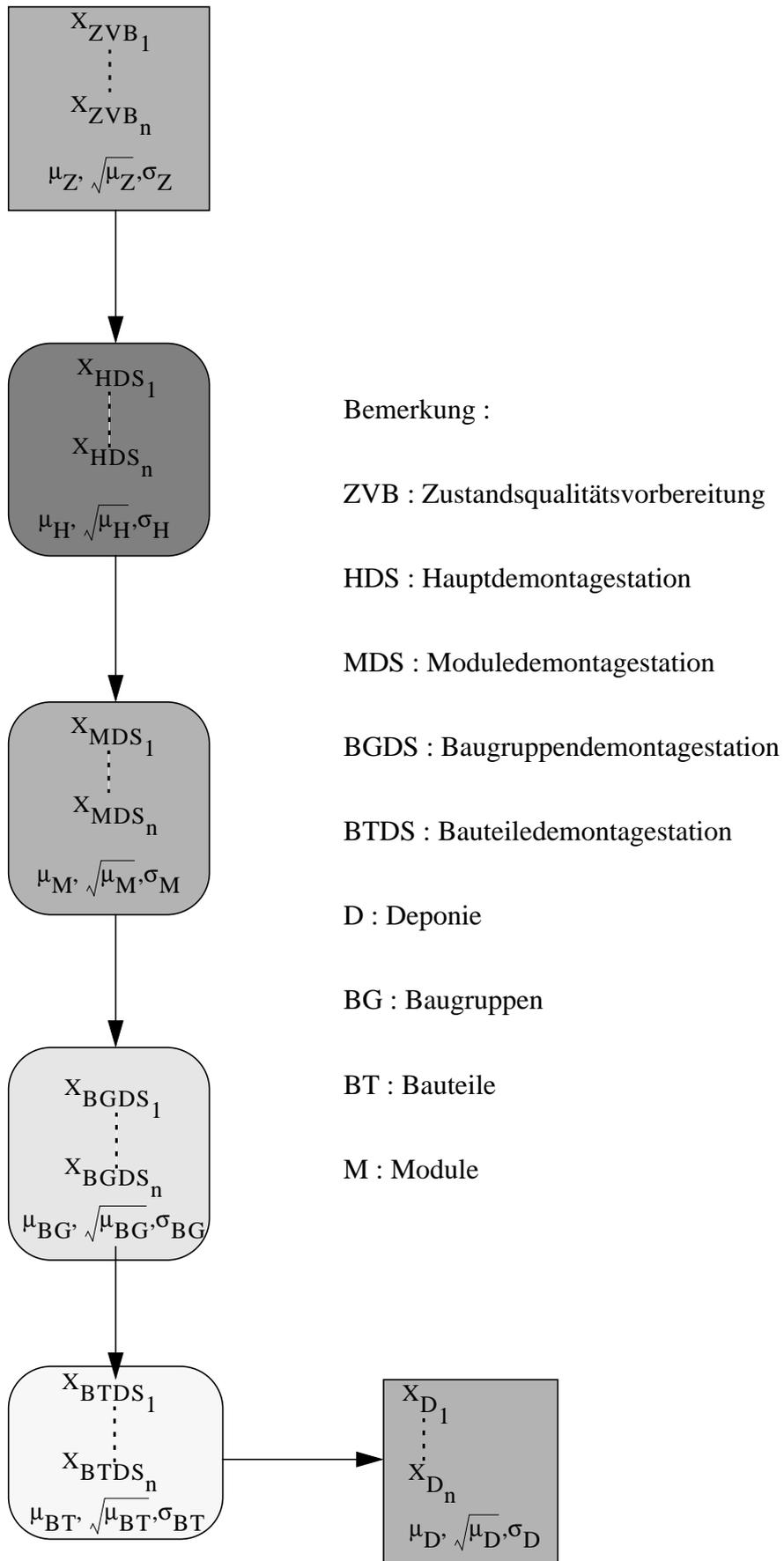


Bild 27 : Normalverteilung mit den Parametern (μ_z, σ_z^2) und $(\mu^{1/2}, \sigma_z^2)$.

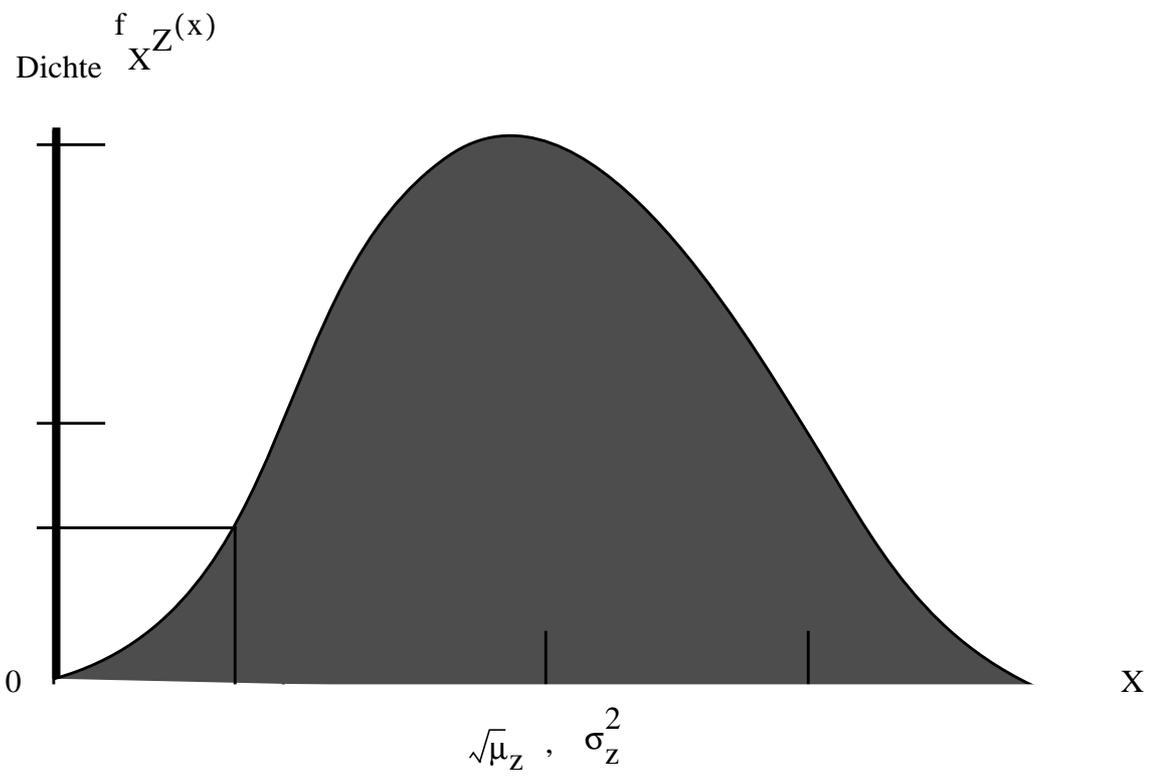
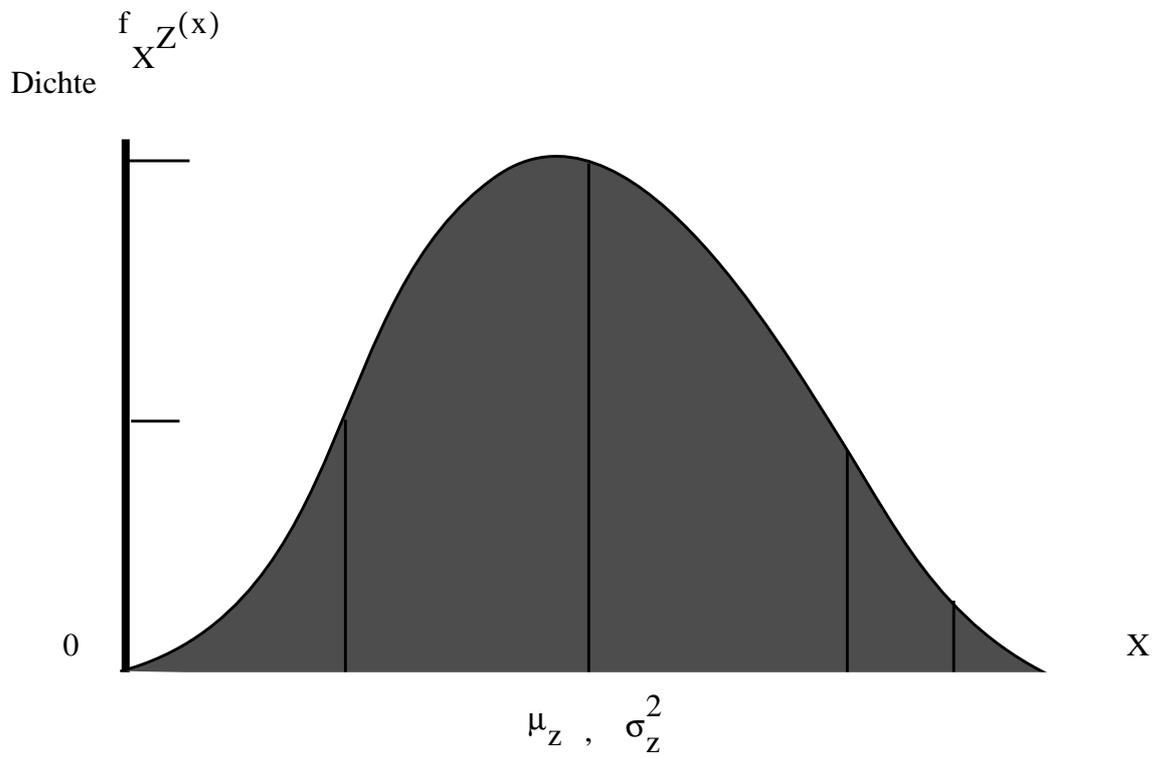


Bild 28 : Normalverteilung mit den Parametern (X_1^k, X_i^k) und $[(\mu_H)^{1/2}, \sigma_H^2]$

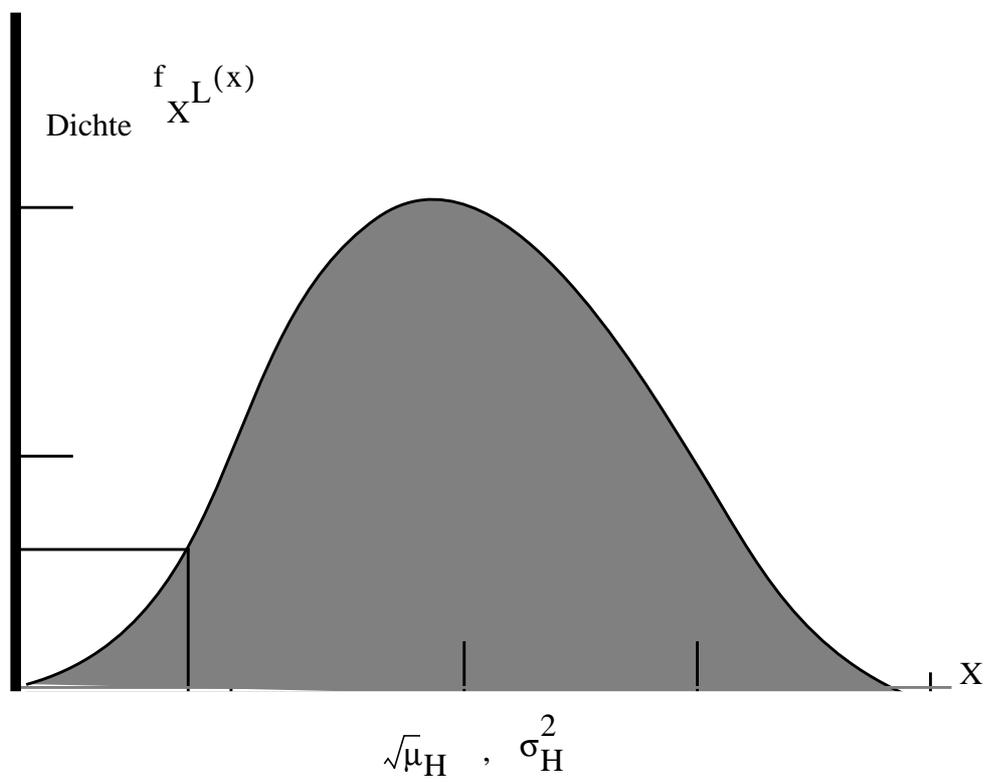
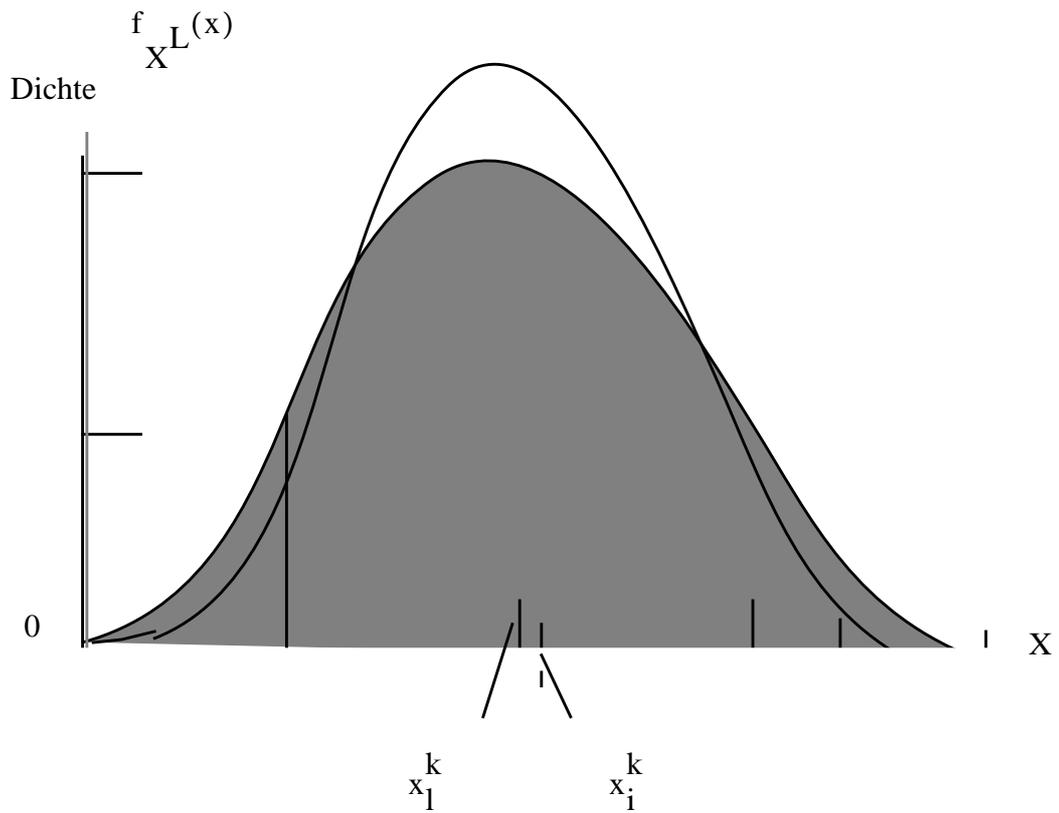


Bild 29 : Normalverteilung mit Überdeckungswahrscheinlichkeit q

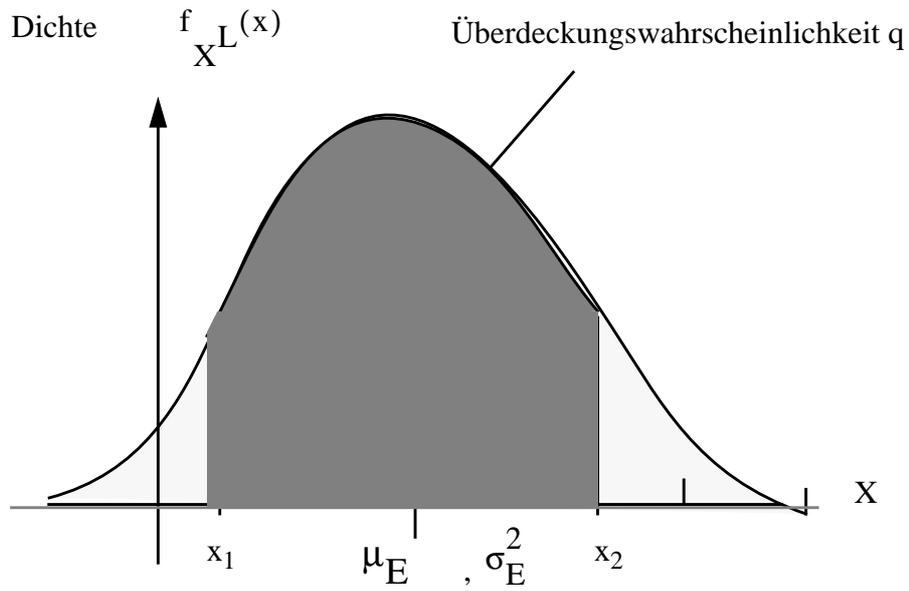


Bild 30: Gründe für den Einsatz der Clusteranalyse [106] und die Klassifikation [106] des NN

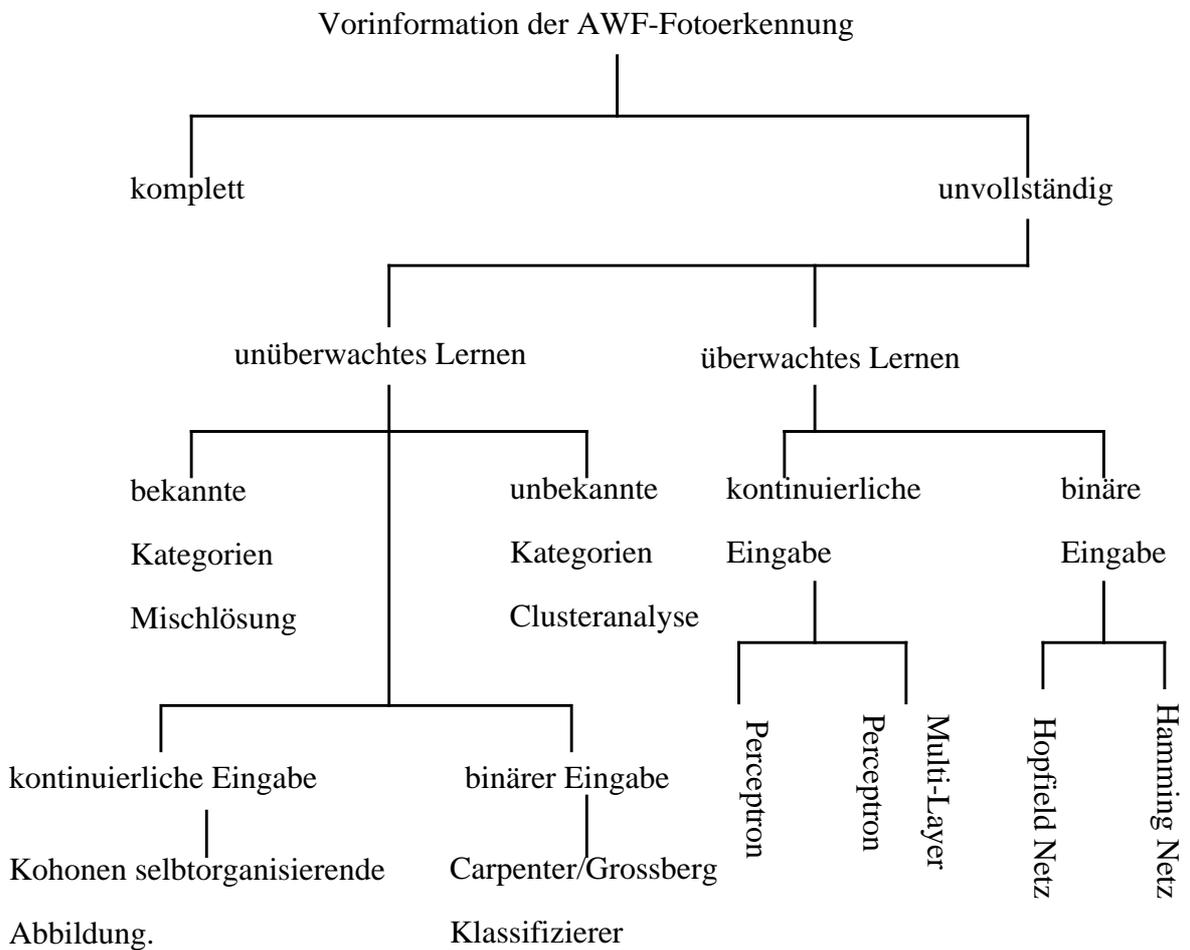


Bild 31 : Drei Defuzzifizierungsmethoden [105] für Änderung der Clusterdaten der heterogenen AWF-Zustandsqualitäten.

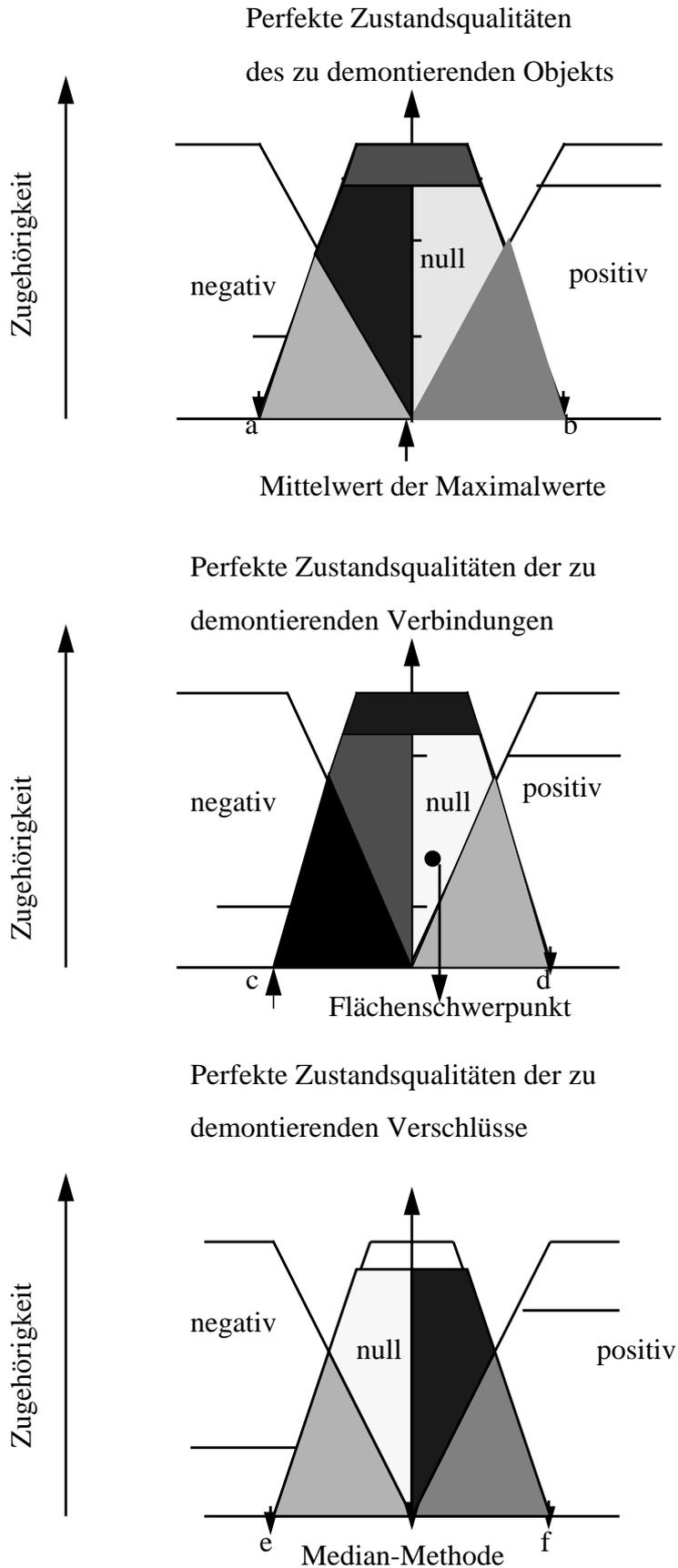


Bild 32 : Ein Modell des Datenmustererkennung-Fuzzy-Neuronale Netzwerks mit den Merkmalen der AWF-Eingabemuster, "Feed-Forward -Propagation" & "Back-Propagation".

Bemerkung: DM = Datenmustererkennung , NN = Neuronale Netzwerk

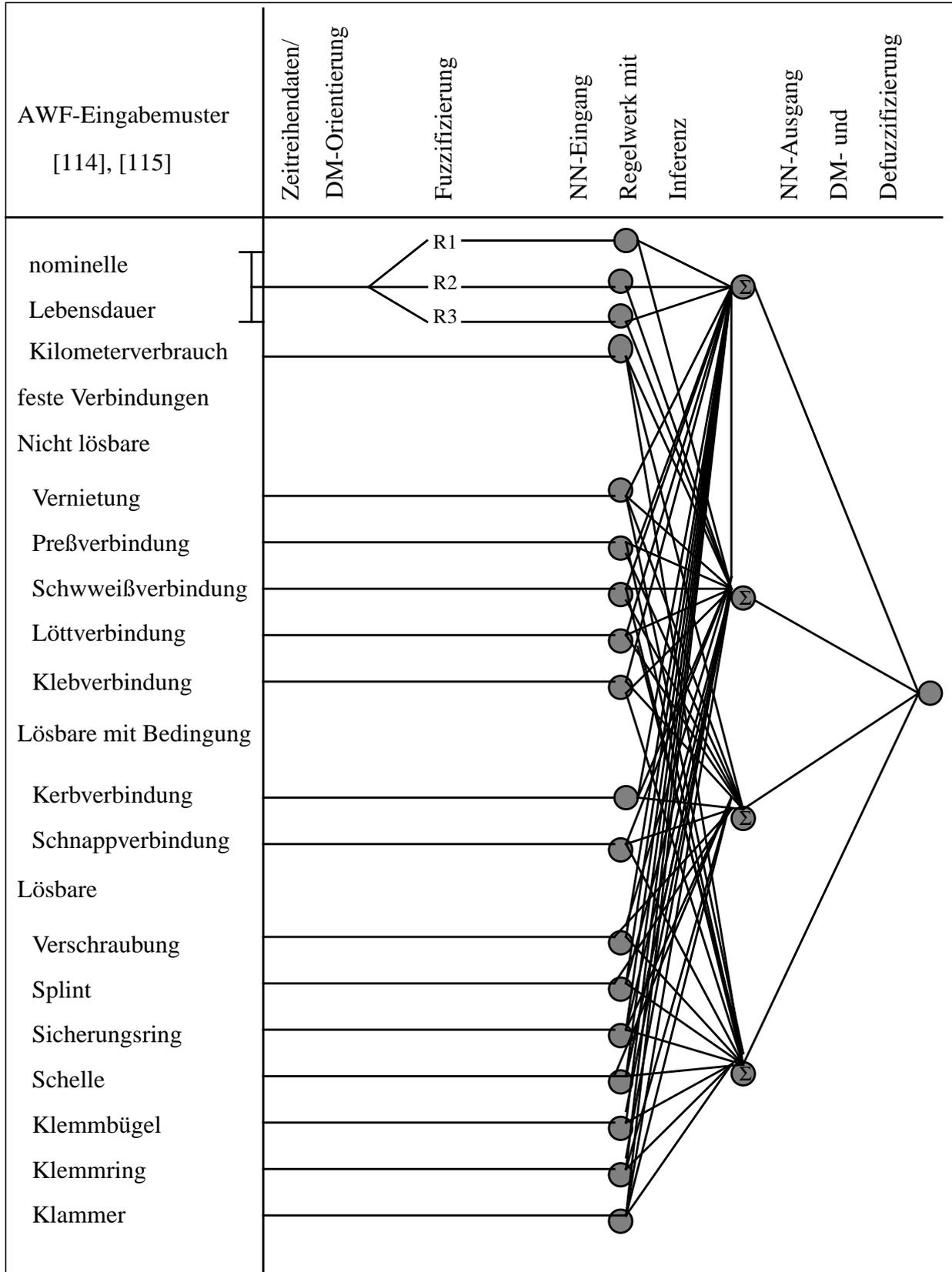


Bild 32

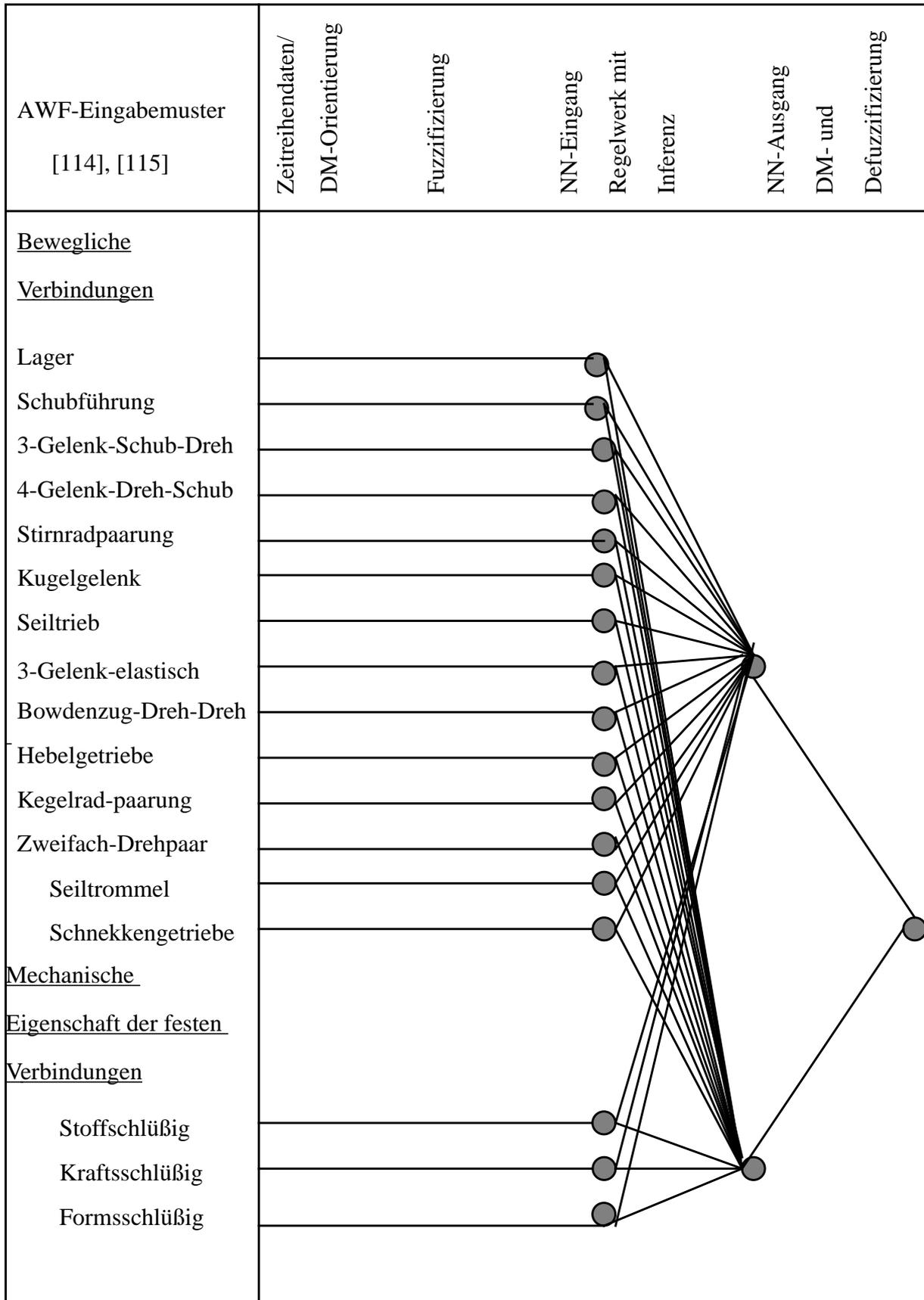


Bild 32

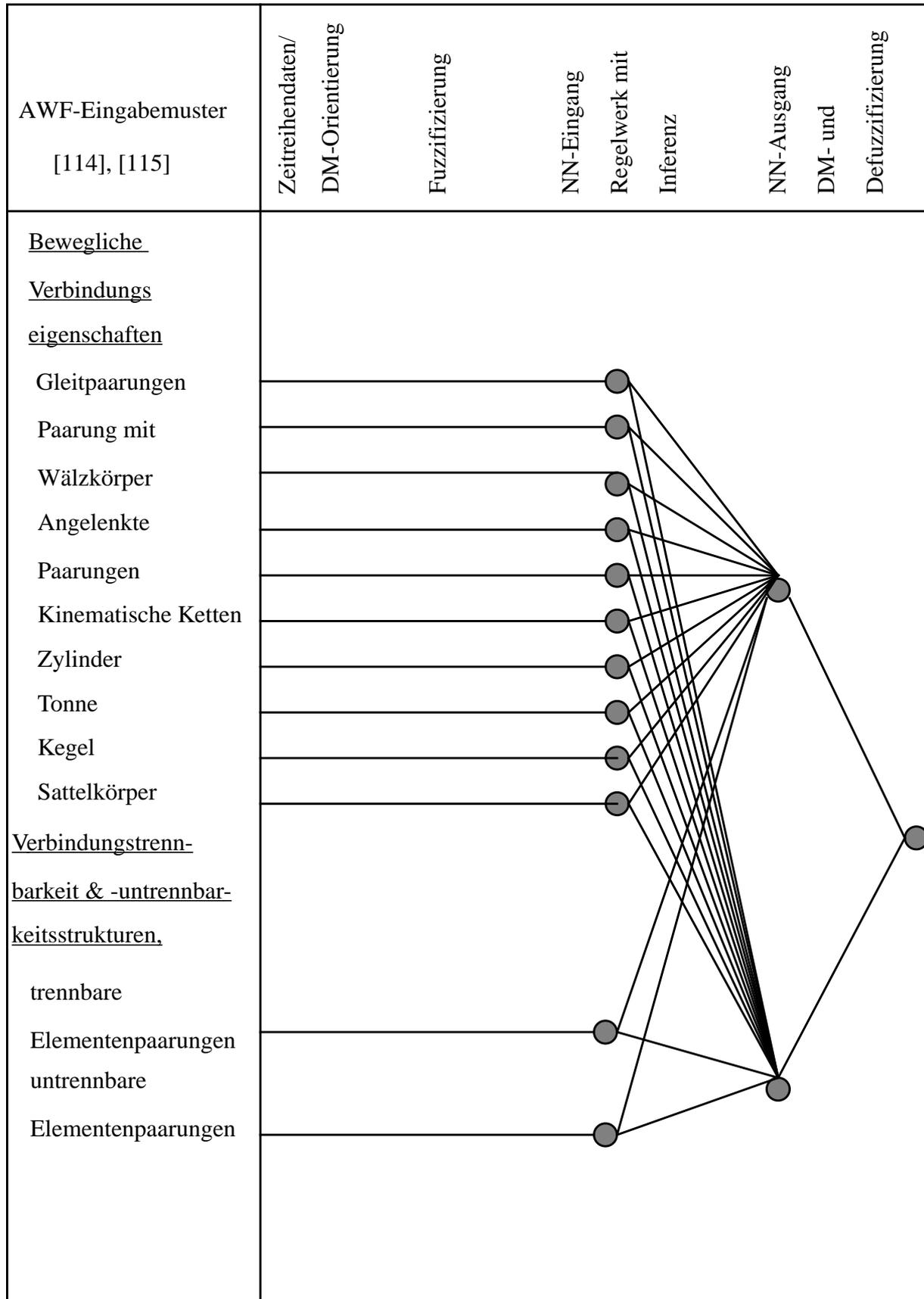


Bild 32

<p>AWF-Eingabemuster [114], [115]</p>	<p>Zeitreihendaten/ DM-Orientierung Fuzzifizierung NN-Eingang Regelwerk mit Inferenz NN-Ausgang DM- und Defuzzifizierung</p>
<p><u>Hierarchiestrukturen</u> <u>der AWF-Demontage-</u> <u>strategieplanung</u></p> <p><u>Demontagestrategie-</u> <u>Planungsanalysen-</u> <u>Stellenschema</u> <u>durch den</u> <u>Gesamtfertigungs-</u> <u>logistikbereich</u></p> <p><u>Managementlogistik der</u> <u>AWF-Recycling-</u> <u>strategieplanung</u></p> <p>Rückkontrolle AWF-Demontagestrate- gieplanungsanalyse AWF-<u>Recyclingstrategie-</u> <u>planungsbewertung</u> AWF-<u>Recyclingstrategie-</u> <u>planungskoordination</u></p>	<p>Wissensbasis Hierarchieregelbasis</p> <p>W1 R1 R2 R3 R4 W36 R5</p> <p>Wissensbasis regelbasierte Entscheidungs- bäume</p> <p>W1 R1 R2 W11</p>

Bild 32

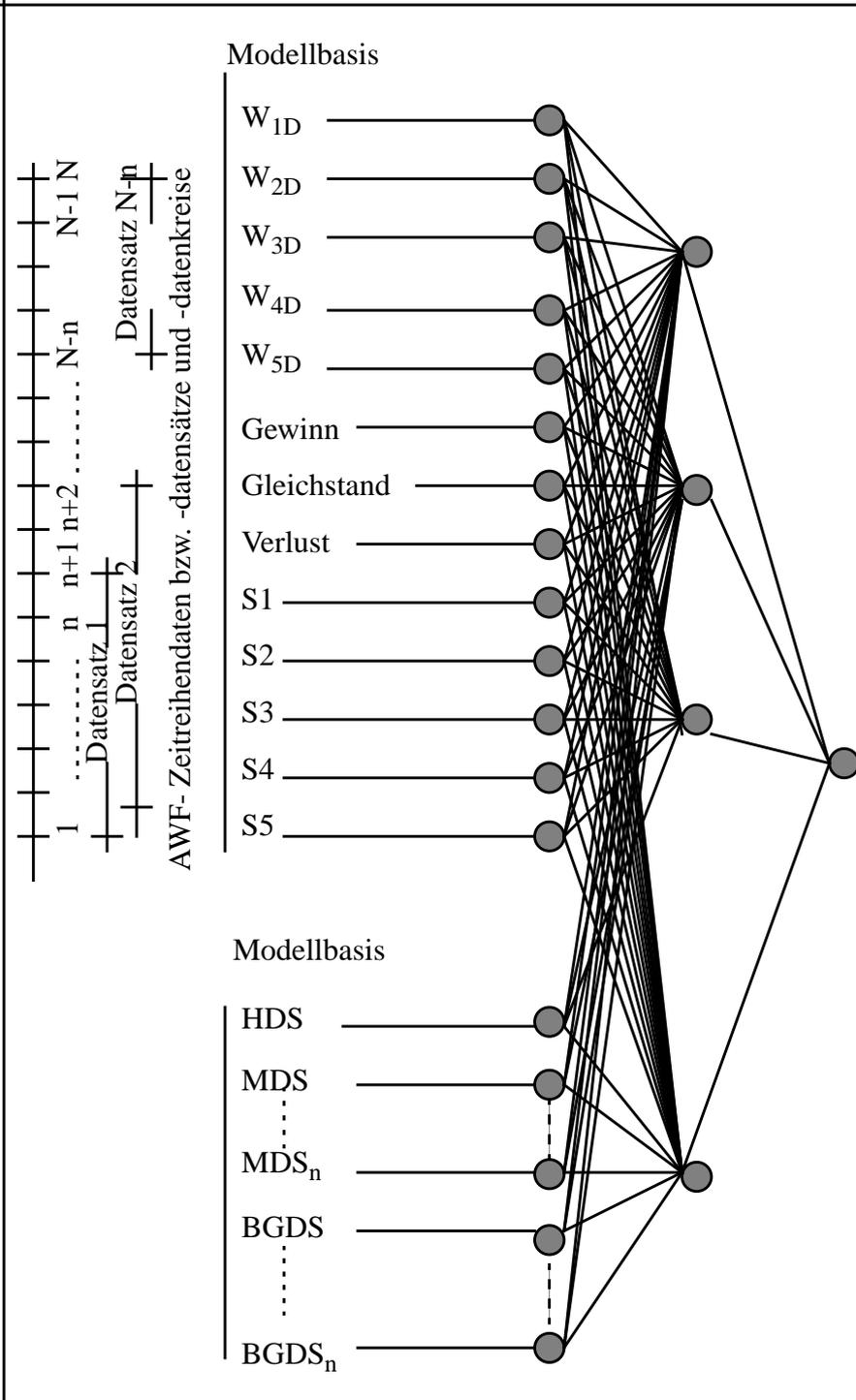
<p>AWF-Eingabemuster [114], [115]</p>	<p>Zeitreihendaten/ DM-Orientierung</p> <p>Fuzzifizierung</p> <p>NN-Eingang Regelwerk mit Inferenz</p> <p>NN-Ausgang DM- und Defuzzifizierung</p>
<p><u>Synchronisierung und ihre Varianten</u></p> <p><u>Hierrarchiemodulstruk- turorientiertes Demontagezellmodell</u></p>	<p>Modellbasis</p>  <p>AWF- Zeitreihendaten bzw. -datensätze und -datenkreise</p> <p>Modellbasis</p>

Bild 32

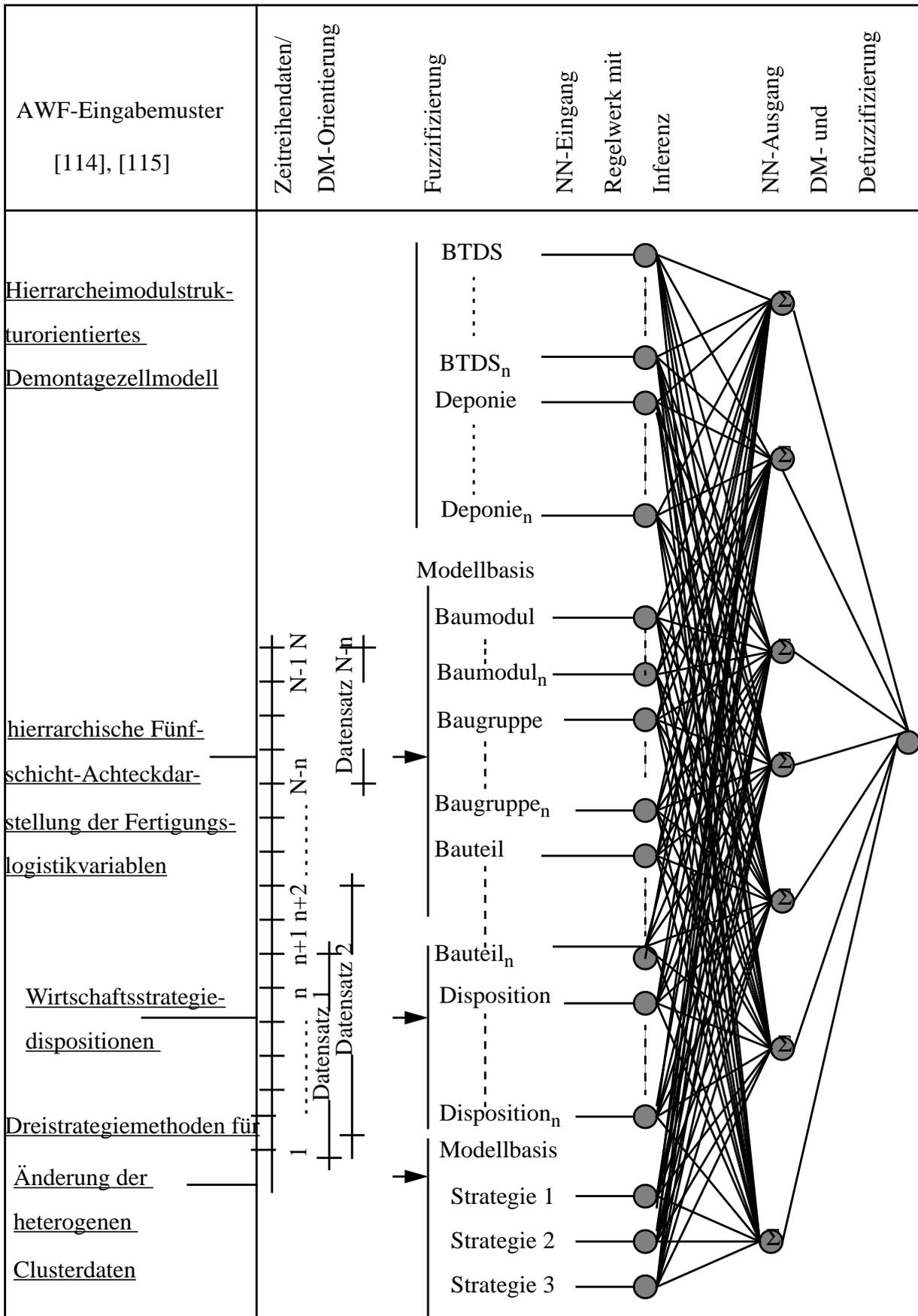
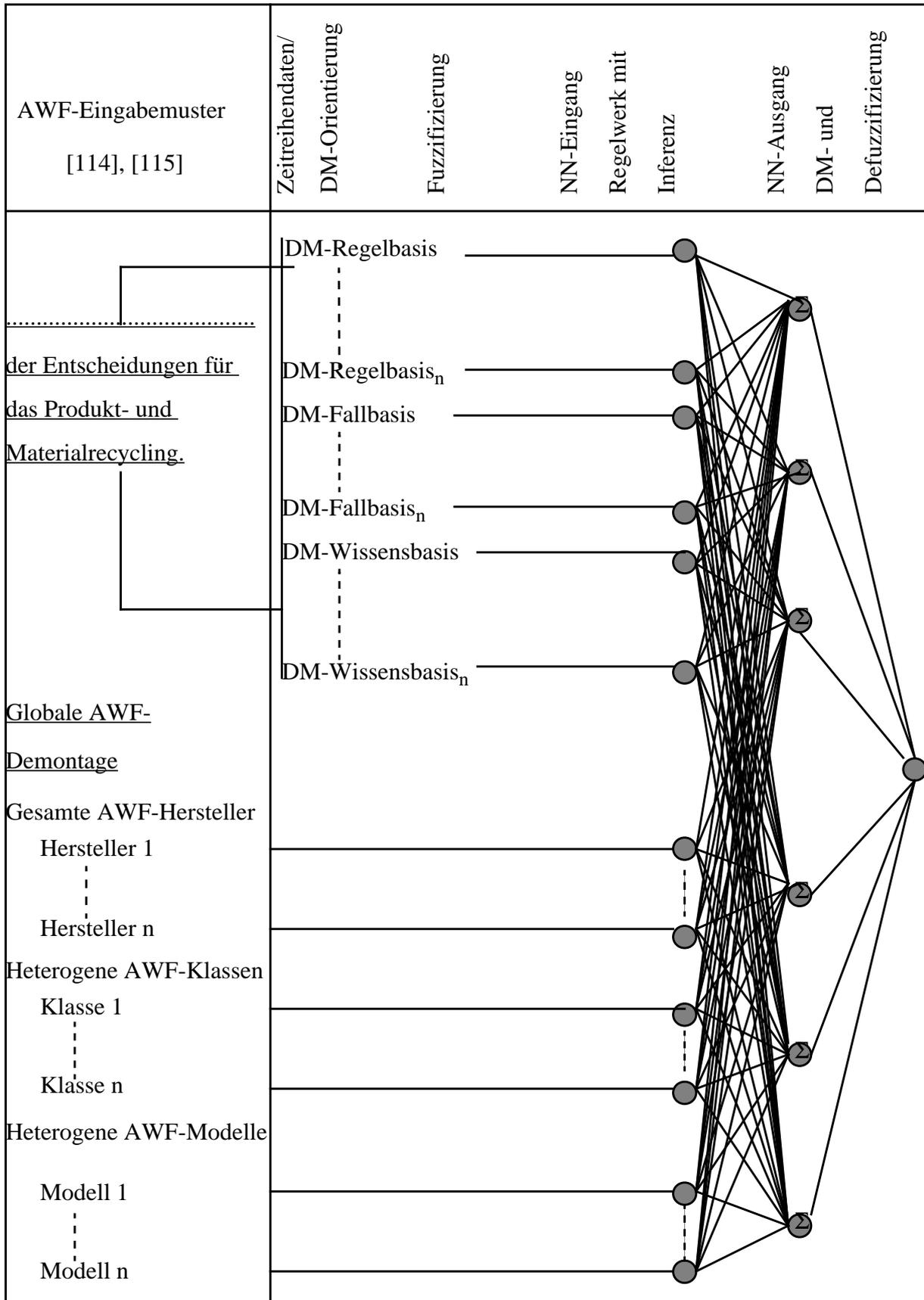


Bild 32



11. Thesen zur Dissertation

These 1 : Zum Gesamtmanagement der Strategieplanungen des hybriden Recyclings der Alt- und Wrackfahrzeuge

Das Total management setzt sich zusammen aus dem Demontage-, Entscheidungs-, Logistik-, Qualitäts- und dem Umweltmanagement.

Das Demontagemanagement beschäftigt sich mit den Demontageanalysen, -prozessen, -verfahren, -ablaufen, -systemen, -philosophien, -kulturen, -sachverhalten, -strukturen, -techniken und -strategien beim hybriden Recycling.

Das Entscheidungsmanagement besteht jedoch aus den Entscheidungsanalysen, den -theorien, den -bäumen, den -prozessen, den -verfahren, den -strategien, den -strukturen und den -findungen beim hybriden Recyclings.

Das Logistikmanagement behandelt kritisch Informations- und Datenflüsse bei den Trennprozessen und -verfahren des hybriden Recyclings, die den Materialfluß bei der Demontage der Alt- und Wrackfahrzeuge beeinflussen.

Das Qualitätsmanagement ist durch das Rückkehrsteuerungs-System („Feedback System“) und die Feedback-Methoden bei den ablaufenden Strategieplanungen des hybriden Recyclings bestimmt.

Das Umweltmanagement bei den Trennprozessen und -verfahren der Demontage der Alt- und Wrackfahrzeuge ist durch ISO 9000 und ISO 14000 festgelegt.

These 2: Demontageschritt beim hybriden Recycling

Bei der Demontage der Alt- und Wrackfahrzeuge fallen die Strategieträger ihre Entscheidungen über die einzelnen Demontageschritte. Dabei ist für die Kenntnis der Zustandsqualitäten der zu

demontierenden Bauteile und die Kenntnis der kritischen Informations- und Datenflüsse von entscheidender Bedeutung (Kritische weil sie unsicher, unbekannt oder unsichtbar sein können).

Die Gesamtdemontage und das Gesamtrecycling (R_G) vollziehen sich nacheinander in mehreren Schritten. D.h.

1. Die Demontage der Bauteile im Produktrecycling (R_P). Dabei können
2. teilzerstörte Bauteile wertvoller Komponenten durch die Wiederherstellung (W) wieder in einen Zustand gebracht werden, der dem neuen Bautelement in etwas entspricht.
3. Die Zerstörung der Bauteile geschieht im Materialrecycling (R_M).

Dabei gewinnt man entsprechend der Entsorgungstechnik (ET) Rohstoffe auf der einen und Abfälle auf der anderen Seite.

Es gelten immer die o.g. Schritte beim Gesamtrecycling : $R_G = R_P + W + R_M + ET$

These 3: Anmerkungen zum Produktionsprozeß

Die Beurteilung der Zustandsqualitäten der Alt- und Wrackfahrzeuge hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören u.a.

1. Die Kenntnis der nominellen Lebensdauer der Alt- und Wrackfahrzeuge,
2. Die Auswertung der Geräusche von Antrieb und Getriebe,
3. Die Trennbarkeit aller Verbindungen,
4. Wichtige Informationen und Daten der Alt- und Wrackfahrzeuge,
5. Der Zustand des Fahrzeugs (Gesamtfahrzeug und Fahrzeugbereiche).

Die Anzahl und Werkzeugzugängigkeit aller Verbindungen und Verschlüsse beeinflussen unmittelbar des Demontagekosten.

Das Ziel der Gesamtdemontage ist die Maximierung des Produktrecyclings. Es beeinflusst die

Wiederherstellung wertvoller Bauteile in der Demontage des hybriden Recyclings. Entscheidungsfehler bedeuten immer einen finanziellen Verlust.

These 4: Behandlung der Verhältnisse des hybriden Recyclings

Bei der Kalkulation der Verhältnisse der Grade von Produktrecycling, Wiederherstellung, Materialrecycling und Demontage des hybriden Recyclings sind zwei Konzeptionen umstritten:

1. Hinsichtlich der Anzahl der demontierten Verbindungen und Verschlüsse.
2. Hinsichtlich der Anzahl der zerlegten Bauteile.

Tabelle 2 der Arbeit „Die relativ häufigsten festen Verbindungen in Kfz“ und Tabelle 3 der Arbeit „Die häufigsten beweglichen Verbindungen im PKW“ sowie die ablaufenden Demontagedatenbankakquisitionen und deren Datenbank haben eine große Bedeutung für die Strategieträger, -entwickler und -planer.

Es bleiben dabei strittig, ob der Abfallgrad des Multivarianten-Produkts für den Gesamtrecyclinggrad zugänglich oder zugehörig ist.

These 5: Rationalisierung des hybriden Recyclings

Der Erfolgsdemontagegrad (G_{ED}) und der Produktrecyclinggrad (G_P) beeinflussen in starkem Maße die Produktrecyclingquoten. Diese Quoten spielen für das Logistikmanagement im Recyclingtrennprozeß eine große Rolle, da sie zur Steuerung eines Rückkehr-Systems („Feedback System“) verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit des Logistik-Managements zu verbessern und die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte einzuhalten.

These 6: Zu den Beziehungen des hybriden Recyclings zum Kreislaufwirtschaftsgesetz

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz KrW-AbfG vom Oktober 1996 zielt auf die Wiedergewinnung

aller Rohstoffe aus allen Produkten. Das materialrecycling, das in dieser Arbeit beschrieben wird, bezieht dieses Gesetz ein.

These 7: Beziehungen des hybriden Recyclings zur Umwelt

Die Demonteur verrichten ihre arbeitsorganisatorischen Schritte bei den Trennprozessen und -verfahren der Demontage der Alt- und Wrackfahrzeuge, der Sortierung der Bauteile und der Enddeponie der Rohstoffe umweltverträglich und maßnahmebewußt nach ISO 9000 und ISO 14000. Diese verschiedenen Arbeitsgänge steigern allerdings die Betriebskosten.

These 8: Arbeitssysteme für das hybride Recycling

Der Demontageablauf wird überwacht und die Zustandsqualität der Alt- und Wrackfahrzeuge wird bestimmt durch die Nutzung der Künstlichen Intelligenz, statistischer und mathematischer Methoden, der Multimedia- und Informations-Technologie sowie die Expertensysteme des „Conccurent Engineerings“. Die o.a. Bestimmungswerkzeuge helfen auch dem Entscheidungsmanagement bei Trennprozessen und -verfahren des Produktrecyclings, der Wiederherstellung oder des Materialrecyclings zu den richtigen Entschlüssen.

These 9: Zur Bedeutung der Zustandsqualitäten der Alt- und Wrackfahrzeuge

Bei der Demontage und den Recyclingprozessen in einer Demontagezelle und bei den Strategieplanungen und den -dispositionn spielt die Bewertung aller Zustandsqualitäten der Alt- und Wrackfahrzeuge eine entscheidende Rolle.

These 10: Zu langfristigen Strategien bei den hybriden Strategieplanungen des hybriden Recyclings

In Anhängigkeit der Investitions-, Betriebs- und Demontagekapazitäten des hybriden Recyclings kann man die langfristigen Strategien folgendermaßen hierarchisch anordnen:

1. Statistische Datenbehandlungsstrategie,
2. Ablaufende Datenmodellierungsstrategie,
3. Bewertung durch maschinelles Lernen.