Die approbierte Originalversion dieser Dissertation ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).

Technischen Universität Wien

Dissertation

Qualitätssicherung und die Erstellung von Qualitätssicherungssystemen an Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der technischen Wissenschaften unter der Leitung von

o.Univ.Prof. Dr.Dr.h.c.P.Herbert OSANNA

E311

Institut für Fertigungstechnik

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenbau

von

Dipl.-Ing. Jorge Martin BAUER

9726874

Engerthstrasse 204
A-1200 Wien

Wien, im November 2003

Diese Dissertation haben begutachtet:

Kurzfassung:

Die Zielsetzung dieser Dissertation umfasst die Problematik der „Qualität der Universitären Lehre auf dem Gebiet der Ingenieur-Wissenschaften" und die Problematik der „Prozess-Steuerung bei der Integrierung der Kenntnisse" im Rahmen der universitären Ausbildung. Vom Blickpunkt der Qualitätssicherung und Erstellung von Qualitätssicherungssystemen an Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen, wird diese Themenstellung – insbesondere im Zusammenhang mit den Vorgaben der internationalen Normenreiche ISO 9000 – ins Detail gehend untersucht und in umfassender Weise diskutiert.

Die gegenwärtig aktuellen Globalisierungsprozesse und die Forderung von Regierungen, Universitäten und der menschlichen Gesellschaft im allgemein nach mehr „Qualität" in der universitären Lehre der IngenieurInnen und allgemein der Akademiker-Innen, bilden eine der Ausgangspunkte für diese Arbeit. Anhand des konkreten Mit-Lebens auf dem Sektor der „universitären Lehre der IngenieurInnen" und des Erkennens von neuen Problemen wurden Erfahrungen und theoretische Beiträge systematisch bearbeitet, und die Resultate dieser Analyse wieder auf das praktische, konkrete Aufbauen eines Qualitäts-sicherungssystems für die eigene Organisation als interaktiver Prozess widergespiegelt. Die theoretischen Grundideen, die praktischen Erfahrungen und das Konzept einer „Prozess-Orientierung bei der Gestaltung einer Lern- und Lehrumgebung" werden in den ersten Kapiteln systematisch bearbeitet.

Qualitätssicherungssysteme für die „Universitäre Lehre auf den Gebiet der Ingenieur-Wissenschaften" sind sicher nicht „Ziel an sich", sondern Werkzeuge zur Gestaltung einer besseren Lern- und Lehrumgebung. Erkennen und Debattieren, welche Eigenschaften Lern- und Lehrprozesse im diesem Rahmen haben sollen, ist ein grundlegender Beitrag in Richtung auf die Gestaltung einer „Qualitäts-Lernumgebung". Wenn wir zustimmen, dass das gesuchte Ziel nicht darin besteht, einen „Text-Wiederholer" zu erzeugen, sondern kreative Fachkräfte auszubilden, welche Probleme schrittweise begrenzen und systematisch lösen können, dann muss der „Prozess" zur „Integrierung der einzelnen Teilausbildungen" führen. Hierbei wir die Meinung vertreten, dass die Integration der erworbenen Kenntnisse viel mehr ist als die algebraische Summe aller Teilvorlesungen bzw. Teilkenntnisse. Das Qualitätssicherungssystem muss sich von diesem Blickpunkt aus nicht nur auf den „Kenntnisübertragungs-Prozess", sondern immer stärker auf den „Kenntnisintegrations-Prozess" und auf das Schaffen einer problemorientierten Lernumgebung konzentrieren.

Da es gemäß eigener Erfahrung und auch gemäß mehreren in der Literatur gefundenen Referenzen für eine problemorientierte Lern- und Lehrumgebung an geeigneten Prüfungsinstrumenten fehlt, und da laut Deming, dem Vater der modernen Qualitätslehre, im ständigen Verbesserungskreis-Prozess, eine objektive Beurteilungs-Phase (Evaluation) benötigt wird, beschäftigt sich das grundlegende Kapitel dieser Arbeit mit der Darlegung eines konkreten Vorschlages für ein Bearbeitungsmodell. Ein explizites Verfahren für eine „systematische Steuerung und Evaluation" des „Kenntnisintegrations-Prozesses" mit Hilfe einer innovativen, mathematisch fundierten Methode – der Fuzzy-Logik-Technik –, als Beitrag zur Anwendung des PDCA- bzw PDSA-Kreises auf die beschriebene Problematik wurde erarbeitet.

Die beiden letzten Kapitel beschäftigen sich mit dem Einsatz von „High Technology Labors". Der Aufbau in einer geeignete „Lern- und Lehrumgebung" bietet nicht nur die Möglichkeit, spezifische Technologien kennenzulernen, sondern auch die, den „Kenntnis-integrations-Prozess" bei der Ausbildung junger AkademikerInnen der Ingenieurwissen-schaften zu fördern und systematisch zu steuern.

Abstract:

The objective of this dissertation relates about the problematics of Quality Education at the University focusing in engineering sciences and the problematics of maintaining „under control" the process and the „integration of knowledge" during the education of young students. From the point of view of Quality Assurance Systems at Engineering Universities , in correspondence with international ISO9000 quality standards, the subject was studied, analyzed, applied and installed in a new plan of debate.

The globalization processes as much as Governments, Universities, and human society requests for a „better-quality" in the high education as a hole, and specially for Engineers teaching, set the start point for this work. After years of sharing experiences in the „engineering teaching" area, and the recognize new problems, different theoretical contributions were studied systematically and the results of this analysis, in a interactive process, were part of the construction of a concrete Quality Assurance System for the own organization. In the first chapters, main basic theoretical ideas, practice experiences and concepts of an orientation „focused to processes" for the construction of learning and training environments are discussed.

Quality Assurance Systems for Engineering careers can not be considered as a „goal as themselves", they should be considered but tools and a way to build a better learning environment. To recognize and debate about what kind of characteristics must contain the processes of learning and training inside a Quality System represents a substantial improvement in order to reach the constitution of an „environment of quality education".

If we agree that the goal to be reached is not to create „text declaimers, repeaters of books", but on the contrary, to form creative professionals, able to describe problems, and solve them step-by-step, then the „process" should be pointed to „integrate diverse partial subject studied". We do have the opinion that integration of the acquired knowledge is a lot more than just the simple, algebraic addition of every single partial knowledge / partial lectures. From this point of view, a Quality Assurance System should not dedicate exclusively to the „Knowledge Transmission Process"; in an increasing extent the „Knowledge Integration Process" and the creation of a „Problem-solving oriented learning environment" should be realised.

In reference to our own experience and to diverse literature focused to a „constructivism environment oriented to solve problems", it is clear that there are lack of adequate tools of evaluations. According to the father of the modern concept of quality (Deming), a continue improvement process requires a step of objective check / control. Regarding that, this presentation proposes in its central chapter, a model to process dates. It was developed an explicit procedure to get a „systematic evaluation and control" over the „process of integration of knowledge" constituted whit the aid of a innovate methodology with deep roots in mathematical models – Fuzzy Logic – with the goal of supporting the use of the PDCA or PDSA cycle to the mentioned problematic.

The last two chapters are addressed to the insertion of „Laboratories of high technology". The use of these in appropriate practices not only offers a possibility to transfer and teach specific technologies. This gives also the chance of promote and „maintain under control" the process of „integration of knowledge" to teach young engineers.

Resumen:

El objeto de estudio de esta disertación comprende la problemática de la „Calidad de la enseñanza universitaria, en la especialidad de las ciencias de la ingeniería“ y la problemática del „control de proceso” en la „integración del conocimiento“ al trabajar en la formación de los futuros ingenieros / ingenieras . Desde el punto de vista del aseguramiento de la calidad y del desarrollo de sistemas de aseguramiento de la calidad en organizaciones para la formación universitaria de ingenieros / ingenieras, en correspondencia con las pautas de la normativa internacional ISO 9000, la problemática fue estudiada, analizada y colocada en un nuevo plano de debate.

Los procesos de globalización y las exigencias de gobiernos, universidades y la sociedad como un todo por mas „calidad“ en la enseñanza universitaria de los ingenieros en particular y de todo los futuros profesionales en general, forma el punto de partida para este trabajo. En el marco de un proceso interactivo, sobre la base de participar como docente en la „enseñanza de la ingeniería“, de reconocer problemas, se estudiaron en forma sistemática diversos aportes teóricos en la temática y se volcaron los resultados de dicho análisis en la participación activa de la construcción de un „sistema de aseguramiento de la calidad“ especifico para la propia organización universitaria. En los primeros capítulos se trabajan sistemáticamente las ideas teóricas básicas, las experiencias practicas y los conceptos de un esquema „orientado a procesos“ al constituir „entornos de aprendizaje y capacitación“.

Sistemas de „aseguramiento de la calidad para la enseñanza de las carreras de ingeniería” seguramente no pueden considerarse „fines en si mismos“ sino herramientas para constituir un „mejor entorno de aprendizaje”. Reconocer y debatir que característica deben tener los procesos de aprendizaje y capacitación en el marco de un sistema de calidad, es un aporte sustancial en la dirección de la constitución de „entornos de aprendizaje de calidad“. Si coincidimos que el objetivo buscado no es el de generar „repetidores de textos“ sino por el contrario formar profesionales creativos, que puedan circunscribir problemas y resolverlos paso a paso, entonces „el proceso“ deberá apuntar a „la integración de las diversas capacitaciones parciales“. Representamos en este aspecto la opinión que la integración de los conocimientos adquiridos es mucho más que la simple suma algebraica de todo los conocimientos parciales / cátedras parciales. Desde ese punto de vista el „sistema de aseguramiento de la calidad“ no se debe abocar exclusivamente al „proceso de transmisión del conocimiento“ sino cada vez en mayor medida al „proceso de integración del conocimiento“ y a la generación de un „entorno de aprendizaje orientado a la solución de problemas“.

En función a que de acuerdo a nuestra propia experiencia y a diversas referencia enunciadas en la literatura para un entorno de aprendizaje „constructivista” y „orientado a la solución de problemas” faltan herramientas de evaluación adecuadas y a que según el padre de la moderna teorías de la calidad (Deming) un proceso de mejora continua requiere de una fase de evaluación – chequeo objetiva, el capitulo central del presente trabajo se ocupa de presentar una propuesta de modelo de procesamiento para la problemática. Se desarrollo un procedimiento explicito para un „control y evaluación sistemática“ del „proceso de integración del conocimiento“ construido con la ayuda de un método innovador con fundamentacion matemática, la – técnica de lógica difusa –, como aporte a la utilización del ciclo PDCA a la problemática descripta.

Los últimos capítulos se ocupan de de la inserción de „laboratorios de alta tecnología“. La constitución en „entornos de aprendizaje“ apropiados no solo brinda la posibilidad de transmitir e enseñar tecnologías especificas sino constituyen también la posibilidad de fomentar y „mantener bajo control” el „proceso de integración del conocimiento“ en la formación de jóvenes académicos de las ciencias de la ingeniería.

für

Kitty

Anahid und Yamila

Helene

Es ist wahr, dass wir den „Stein der Weisen" nicht finden werden, aber es ist gut, dass wir ihn suchen; denn im Laufe dieser Suche werden wir sehr viele nützliche Geheimnisse klären, deren Antworten wir eigentlich nicht suchten.

Bernard Fontelle

Wir werden von Daten überflutet.
Wir ertrinken in Meeren von Informationen ...
aber wir haben ...

...Durst nach Kenntnissen / Wissen
John Naisbitt

Danksagung

Mein Dank gilt all jenen, die bei der Entstehung dieser Arbeit mitgewirkt haben. In erster Linie möchte ich Herrn o.Univ.Prof. Dr.Dr.h.c. P. Herbert OSANNA meinen herzlichen Dank für die Betreuung und seine großzügige Unterstützung bei der Gestaltung dieser Arbeit sowie für die Beratung beim konkreten Aufbau des Qualitätsicherungssystems der Ingenieur Fakultät UNLZ Buenos Aires aussprechen.

Ebenso möchte ich Herrn o.Univ.Prof. Dr.Dr.h.c. Peter KOPACEK für die Übernahme des Koreferates sowie für seine aktive Beteiligung an der ersten Argentinisch-Österreichischen Automatisierungtagen in Buenos Aires danken.

Mein Dank gilt ebenso den Kollegen in der Abteilung AuM der TU-Wien, speziell Herrn Ass.Prof. Dr. N.M. DURABASA und Ass. Dr. A. AFJEHI-SADAT sowie den Kollegen auf der Ingenieur-Universität Buenos Aires für Ihre Hilfsbereitschaft.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den österreichischen Freunden, ohne deren Unterstützung die Verwirklichung dieses persönlichen Meilensteins wahrscheinlich nicht durchführbar gewesen wäre.

Inhaltsverzeichnis:

1.	**Algemeine Einleitung**	**2**
1.1.	Vorwort	2
12.	Kontext und Konzeptbeziehungen (Dissertationsstruktur)	4
1.2.1.	Kurzbeschreibung des Konzeptes der grundsätzlichen Wechselbeziehungen	5
1.3.	Die Problemstellung	7
1.4.	Zur Frage: Was versteht man unter der Qualität des Ingenieurs?	10
1.4.1.	Qualitäts-Definition	10
1.4.2.	Was versteht man eigentlich unter „Ingenieur"?	10
1.4.2.1.	Leonardo da Vinci als Ingenieur des XV. Jahrhunderts	11
1.4.2.2.	Die Figur F.W. Taylor als Ingenieur der modernen Organisation	11
1.4.2.3.	Bill Gates- am Ende des XX. Jahrhunderts	12
1.4.3.	Der Ingenieur des XXI. Jahrhunderts.	12
2.	**Qualität, Qualitätssicherung, Qualitätsmanagement**	**14**
2.1.	Qualität	14
2.1.1.	Entwicklung des Konzepts „Qualität"	14
2.1.2.	Qualität vor dem XX. Jahrhundert	14
2.1.3.	Der Wandel des Qualitätskonzeptes im XX. Jahrhundert	14
2.1.3.1.	Taylorismus – Qualität durch Kontrolle	15
2.1.3.2.	Qualitätskontrolle	16
2.1.3.3.	Statistische Qualitätskontrolle	16
2.1.3.4.	Umfassende Qualitätsstrategien nach J.M. Juran und W.E. Deming	16
2.1.3.5.	ISO 8402: Die Entwicklung Internationaler Qualitätsnormen, Kundenorientierung	18
2.1.3.6.	Feigenbaum: Total Quality Management	18
2.1.3.7.	Ishikawa: Qualität einer Organisation = Qualität der Menschen	18
2.1.3.8.	Qualitätstendenz	18
2.1.3.9.	Qualitätsschulen, Schlussworte	19
2.1.4.	Entwicklung von Qualitätsmanagementnormen	20
2.1.4.1.	Meilensteine in der Entwicklung der Qualitätssicherungsnormen	20
2.1.4.2.	Ziel und Inhalt von genormten Qualitätsmanagementsystemen	21
2.1.4.3.	Normenserie ISO 9000 für Qualitätsmanagementsysteme	22
2.1.4.3.1.	Normenserie ISO 9000, Auflage 1994	23
2.1.4.3.2.	Normenserie ISO 9000, Auflage 2000	25
2.1.4.3.2.1.	ISO 9000.1994, Marktkritik	25
2.1.4.3.2.2.	ISO 9000.2000, General quality management principles	26

2.1.4.3.2.3.	Prozessorientierter Ansatz	28
2.1.4.3.3.	Die ISO 9000-x Normen, Leitfadenreihe	29
2.1.4.3.3.1.	ISO 9000-3: Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001:1994, Entwicklung, Lieferung, Installierung und Wartung von Computer-Software, 1997	29
2.1.4 3.4.	Vergleichstabellen und Normenübersichts-Tabelle	30
2.1.4 3.4.1.	Vergleich der ISO 9001.1994 und ISO 9001.2000	30
2.1.4 3.4.2.	Vergleich der ISO 9001.2000 und ISO 14001.1996	32
2.1.4 3.4.3.	Normenübersicht (laut ÖNORM)	33
2.2.	Schlussfolgerungen	34
3.	**Qualitätsmodell der Lehre im Bereich der Ingenieurwissenschaften**	**36**
3.1.	Einordnung – Rahmenbedingungen	36
3.2.	Qualität in der Universitären Lehre, Grundbearbeitungseinstellungen	37
3.2.1.	Qualität und Akkreditierung laut nationalen Universitätsgesetzen	37
3.2.1.1.	Juristischer Rahmen	38
3.2.2.	Qualität und Qualitätssicherungssysteme laut internationaler Qualitätsnorm ISO 9000.	39
3.2.2.1.	Historische Entwicklung der Qualitätssicherungssystem-Konzepte (laut ISO 9000) an Organisationen für die Lehre der Ingenieurwissenschaften	41
3.2.2.1.1.	Quantitative Analyse, Internationale Zahlen	41
3.2.2.1.2.	Entwicklung in Argentinien	42
3.2.3.	Qualität und Exzellenz-Förderung: laut etablierten nationalen Förderungspreisen	43
3.2.3.1.	Qualität und Exzellenz - der „Malcolm Baldrige Award" für „Education Organisations"	43
3.2.3.1.1.	Education Criteria 2000: core value, concepts, and frameworks	44
3.2.3.1.2.	Education Criteria 2000: Item List from Scoring System	45
3.2.3.1.3.	Lernkriterien bzw. Excellenzziele, Neue Paradigmen	46
3.3.	Fallbeschreibung: Erfahrungen beim Aufbau des Qualitätsmanagementsystems der FI-UNLZ (Facultad de Ingenieria Universidad Nacional de Lomas de Zamora)	47
3.3.1.	FI-UNLZ: Erste Schritte in Richtung Qualitätssicherung; etwas Geschichte	47
3.3.2.	„Entwicklung eines Qualitätssystems für die Ausbildung von Ingenieuren" (Übersetzung/Zusammenfassung des Schreiben von Prof. N.Blanco, Dekan Ing. O.Pascal)	50
3.3.2.1.	FI-UNLZ: Grundkonzepte und Definitionen	50
3.3.2.2.	FI-UNLZ: Kurzbeschreibung der Rahmenbedingungen	51
3.3.2.3.	Qualität, Universität und ISO 9000 Normen	51

3.3.2.4.	Struktur des aufgebauten Qualitätssystems	54
3.3.2.5.	Schlussfolgerungen	54
4.	**Lernen und Lehren - Theoretischer Bezugsrahmen, Begriffe und grundlegende Definitionen**	**55**
4.1.	Einleitung	55
4.2.	Lerntheoretische Grundlagen	55
4.2.1.	Lernen und Lehren in den philosophischen Auffassungen der alten Griechischen Kultur und deren Verknüpfung zu modernen Auffassungen	56
4.2.2.	Moderne Lerntheorien	57
4.2.2.1.	Behaviorismus	58
4.2.2.2.	Kognitivismus	59
4.2.2.3.	Konstruktivismus	61
4.2.2.3.1.	Grundlagen des Konstruktivismus	61
4.2.2.3.1.1.	Was kann ich wissen?	63
4.2.2.3.1.2.	Wie kann ich lernen?	64
4.2.2.3.1.3.	Wie kann ich (als Lehrer) Lernen erleichtern?	64
4.2.2.3.2.	Konstruktivismus: Nachteile und / oder Schwierigkeiten	66
4.2.2.4.	Problemlösendes Denken und problemorientiertes Lernen	66
4.2.2.4.1.	Problemlösendes Denken	66
4.2.2.4.1.1.	Das „Problem“	67
4.2.2.4.1.2.	Die „Aufgabe“	68
4.2.2.4.1.3.	Das Problemlösen bei Menschen	68
4.2.2.4.1.4.	Problemtypen / Klassifikation	69
4.2.2.4.1.5.	Entscheidungsproblem	69
4.2.2.4.2.	Problemorientiertes Lernen in der Wissensgesellschaft	69
4.2.2.4.2.1.	Mikrokomponenten eines problemorientierten Lernens in der Wissensgesellschaft	71
4.2.2.4.2.2.	Mikrokognitive Aspekte eines problemorientierten Lernens	71
4.2.2.4.2.3.	Mikrosozial und emotionale Aspekte eines problemorientierten Lernens	72
4.3.	Schlussfolgerungen	72
5.	**Messung und Bewertung der „Kenntnisintegration“ im Rahmen der universitären Lehre der Ingenieurwissenschaften**	**74**
5.1.	Einleitung	74
5.1.1.	Qualitätsbegriff in der universitären Ingenieurausbildung	75
5.1.2.	Qualitätssicherung in der universitären Lehre der IngenieurInnen	75
5.1.3.	Über das kognitive und konstruktive Denken – das Denken über das Denken	76

5.2.	Voraussetzungen für eine systematische Steuerung der „Kenntnisintegration“	77
5.3.	Der Prozess der „Kenntnisintegration“	77
5.4.	Einsatz der Fuzzytechnik	80
5.4.1.	Ausgangssituation	80
5.4.2.	Konzepte und Grundbausteine bei der Anwendung der Fuzzy-Theorie	81
5.4.2.1.	Unscharfe Mengen	81
5.4.2.2.	Linguistische Variable	82
5.4.2.3.	Zugehörigkeitsfunktion	82
5.4.2.4.	Fuzzy - Steuer- Regelkreise	83
5.4.2.4.1.	Fuzzy - Steuer- Blockelemente	84
5.4.2.4.1.1.	Fuzzifizierung	84
5.4.2.4.1.2.	Regelbasis	85
5.4.2.4.1.3.	Interferenz-Modul	85
5.4.2.4.1.4.	Defuzzifizierung	86
5.4.2.4.2.	Entwurf eines unscharfen Prozessmodell-Regelkreises	86
5.5.	Modell zur Bewertungs- und Beurteilungsunterstützung der erworbenen Kenntnisintegration	86
5.5.1.	Systemanalyse: Input / Output	86
5.5.2.	Detailbeschreibung von Inputs / Outputs >> Entscheidungsfaktoren >> Entscheidungsaktionen und Regelbasis	88
5.5.2.1.	Entscheidungsfaktoren	88
5.5.2.1.1.	Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Thematik	88
5.5.2.1.2.	Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Darlegung	93
5.5.2.1.3.	Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Arbeitsweise	93
5.5.2 .2.	Beschreibung von Outputs / Entscheidungsaktionen	96
5.5.2.2.1.	Steuer Outputs	96
5.5.2.2.2.	Endbeurteilungs Output-Daten	96
5.5.2.3.	Beschreibung von Regelbasis	96
5.5.2.3.1.	Beispiel: Regelbasis für „Anfangs-Phase“	97
5.5.2.3.2.	Beispiel: Regelbasis für „Zwischen-Phase“	98
5.5.2.3.3.	Beispiel: Regelbasis für „End-Phase“	99
5.5.2.3.4.	Beispiel: Regelbasis für „End Phase“ = „Externe Beurteilung“	99
6.	**Von e-Learning zu MFIF – Technologiemöglichkeiten zur Integration und Gestaltung einer globalen Lernumgebung und zur Vernetzung von „Ingenieur-High-Technology-Labors“**	**101**
6.1.	Einleitung	101
6.2.	Grundlegende Gedanken im Zusammenhang mit e-Learning	101
6.3.	Direkt und indirekt verbundene Begriffe zu e-Learning	104

6.3.1.	Computerunterstützter Unterricht CUU	104
6.3.2.	Fernstudium – Tele-Lernen	105
6.4.	Flexibilität des Lern- und Lehrprozesses	105
6.5.	Traditionelle und neue Technologien	106
6.5.1.	Internet / Intranet	108
6.5.1.1.	Wie beinflusst Intranet / Internet als Informationstechnologie die Entwicklung der Arbeitsformen und speziell die Organisation der modernen Produktionsanlagen?	108
6.5.1.1.2.	Moderne Produktions Organisationen	109
6.5.1.1.3.	Integration und Gestaltung einer globalen Lernumgebung durch Vernetzung von „Ingenieur-Hoch-Technologie-Universitäts-Labor"	110
6.6.	Bausteine für die Vernetzung von „Ingenieur-Hoch-Technologie-Labors" (HTUL) für die Ingenieurausbildung	110
6.7.	Anhang zu „e-Learning" – Begriffe und Abkürzungen	112
7.	**Das CIM-IMS-Robotiklabor als Beispiel hochtechnologischer Lern und Lehrumgebung für „problemorientiertes Lernen" und „systematische Kenntnisintegration"**	**117**
7.1.	Einleitung	117
7.1.1.	Geeignete Lern und Lehrumgebung im Wissenschaftsgebiet „CIM > IMS > MFIF"	117
7.1.2.	Hochtechnologie des Wissenschaftsgebietes „CIM > IMS > MFIF"	117
7.2.	CIM > IMS > MFIF	118
7.2.1.	Geschichte und Entwicklung	118
7.2.2.	Begriffsdefinitionen	118
7.2.3.	Die Prinzipien von CIM (IMS-MFIF)	119
7.2.4.	Teilbereiche von CIM	121
7.2.4.1.	PPS – Produktionsplanungs- und Steuerungssystem	122
7.2.4.2.	CAD – Computer Aided Design	123
7.2.4.3.	CAM – Computer Aided Manufacturing	125
7.2.4.4.	CAP – Computer Aided Planning	126
7.2.4.5.	CAQ – Computer Aided Quality	127
7.2.4.6.	CAE – Computer Aided Engineering	128
7.2.4.7.	BDE / MDE : Betriebs- und Maschinendatenerfassung	129
7.2.4.8.	CAO – Computer Aided Office	129
7.2.4.9.	Datenbanken	130
7.2.4.10.	Expertensysteme (Künstliche Intelligenz)	130
7.3.	Vorteile der rechnergestützten Prodution und neuer Marktanforderungen	130
7.4.	Gegenwärtiger Stand und Ausblick	

7.5.	CIM > IMS > MFIF in Klein- und Mittelbetrieben (KMB)	131
7.6.	Ausbildung und Personalschulung	132
7.7.	CIM-Robotik Labor als Lernumgebung der Ingenieurswissenschaften	133
7.7.1.	Das Projekt FI-UNLZ CIM-Labor	133
7.7.2.	Die Ausstattung	134
7.7.3.	CIM-Labor Einsatzgebiete	134
7.8.	Schlussfolgerungen	134
8.	**Zusammenfassung**	**136**
9.	**Literatur Referenzen**	**137**
10.	**Lebenslauf**	**142**

Qualitätssicherung und die Erstellung von Qualitätssicherungssystemen an Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen

Konzepte und Lösungen zur Problematik der Prozess-Steuerung bei der „Kenntnisintegration“ im Rahmen der universitären Ausbildung von IngenieurInnen

1. Algemeine Einleitung

1.1 Vorwort

Eine konstruktive Arbeit entsteht nicht im leeren Raum. Sie lebt im Zusammenwirken von Menschen, welche durch gleiche Ziele vereint sind, getragen von einer positiven Grundhaltung und angeregt durch eine starke Vorwärtsorientierung.

In der hier vorgelegten Doktorarbeit wird der Bogen von der Darlegung der Perspektiven im Lichte der stattfindenden Veränderungen bis zur konkreten Realisierung von Vorhaben gespannt. Dabei wurde der Versuch unternommen, der Bedeutung der Gesamtzusammenhänge in besonderem Maße Rechnung zu tragen.

Die Zielsetzung dieser Dissertation umfasst die Problematik der „Qualität der universitären Lehre auf dem Gebiet der Ingenieurwissenschaften" und die Problematik der „Integration der Kenntnisse" im Rahmen der universitären Ausbildung.

Wir leben in einer Zeit, die stark durch das Phänomen der „Globalisierung" geprägt wird. In diesem Zusammenhang erkennen wir eine Reihe von Auswirkungen, deren positive Aspekte zu Integration, zu internationalen Verbindungen, zu Beziehungen und Relationen in einer immer enger vernetzten Welt führen werden. Immer deutlicher ist zu spüren, wie sich geographische Distanzen verkürzen. Immer schnellere Transportmittel und Informationsübertragungen verbinden die Welt und ändern drastisch unsere Lebensweise. Millionen von Menschen, die in verschiedenen Erdteilen leben, stehen durch ein Netzwerk von Computern miteinander in Verbindung, das es vor sehr kurzer Zeit noch gar nicht gegeben hat oder das nur einer Gruppe von Spezialisten zur Verfügung stand. Dieser radikale Wechsel bedeutet nicht nur eine quantitative sondern eine grundlegende qualitative Veränderung. Diese gehetzte technologische Entwicklung wird uns in Zukunft gewiss immer mehr überraschen und verstören. Dabei bestimmen die technologischen Entwicklungen nicht nur, wie produziert und gearbeitet wird, sondern im Grunde auch immer mehr, wie gelebt und wie – heute und in Zukunft – unsere Welt aussehen wird.

Beziehungen zwischen Technologien sowie deren Auswirkungen auf die menschliche Gesellschaft sind an zahlreichen konkreten Beispielen zu erkennen. Qualitätskonzepte beinflussen auch diesen Trend. Umgekehrt werden Qualitätstechnologien von diesem Trend beeinflusst und in ihrer Wirkung verstärkt.

Qualitätslehren sprechen immer häufiger von der „Qualitätskultur" als Teil der gesamten Kultur einer Bevölkerungsgruppe, eines geografischen Raumes oder eines Landes und weisen auf den Unterschied zwischen „Durchsetzung einer Qualitätskultur" und „Umsetzung einer Qualitätskultur" hin.

Qualität im weiten Sinn und insbesondere die Qualität der universitären Lehre sind gegenwärtig häufig verwendete Konzepte, die sich als Schlagwörter durchaus praktisch schon durchgesetzt haben; nicht jeder versteht jedoch dasselbe unter „Qualität" im allgemeinen und insbesondere unter „Qualität der universitären Ingenieurausbildung".

Die „universitäre Lehre" ist nach Auffassung des Autors noch allzu stark beeinflusst von Konzepten des Reduktionismus, dem großen Paradigma der „Moderne". Allgemein werden Kenntnisse an Universitäten in Fachgebiete und Gegenstände, Kapitel und Teilausbildungen stark gegliedert. Wie bei der „Reduktionistischen Auffassung" wird das Ganze zerteilt und man konzentriert sich auf die Teile. Das Gesamtproblem wird so lange in Teile zerlegt, bis man jeden Teil versteht. *„Leider"* (ich zitiere den österreichischen Forscher Heinz von Foerster)[61] *„versteht man dann jedoch nicht das Ganze, denn man man hat die Beziehungen vergessen."*

Sicher spiegelt sich in der Bearbeitungsauffassung dieser Arbeit nicht nur eine systemische Schule, sondern auch der Einfluss kybernetischer Grundideen. Nicht nur die Integration und die Beziehungen zwischen den Teilen sind maßgebend, sondern auch Steuerungsverbindungen zu Rückkoppelungen sind wichtig, sodass die Einheiten einander komplementär ergänzen und deren Wirkungen sich gegenseitig verstärken.

Anhand der konkreten Teilnahme auf dem Sektor der „universitären Lehre der Ingenieure" und des Erkennens von den neuen Problemen wurden andere Erfahrungen und theoretische Beiträge aus der Literatur systematisch gesucht und bearbeitet, und die Resultate dieser Analyse wieder auf das praktische, konkrete Lebensproblem als interaktiver Prozess widergespiegelt. In der vorgelegten Arbeit sollen die theoretischen Grundideen, die praktischen Erfahrungen und ein entwickeltes Verfahrensmodell dargelegt werden.

Nicht zuletzt geht es auch um das Erkennen, Bewerten und Ausarbeiten des positivesten Aspekt des Lebens im „globalen Dorf"; die Möglichkeit des Verbindens zwischen den einzelnen Menschen, das Zusammenleben und Zusammenarbeiten in einer „Kultur des Friedens" (UNESCO)[60] , um den Aufbau und die tägliche Weiterentwicklung der „Integrationsbeziehungen" zwischen den konkreten Personen verschiedener Erdteile. Verbindungen, die sich in diesen Fall in erster Linie zwischen der TU-Wien (Österreich) und der FI-UNLZ (Argentinien), zwischen der Abteilung „AuM" und dem CIM-Robotik-Labor als einem Teil der Verbindungen zwischen Europa und Südamerika, Östereich und Argentinien, Wien und Buenos Aires ergeben.

1.2. Kontext und Konzeptbeziehungen (Dissertationsstruktur)

Die folgende grafische Darstellung zeigt in synthetischer Form die bearbeitete Problemstellung in ihrer Gesamtheit, ihren Teilbereichen und den wichtigsten Wechselbeziehungen.

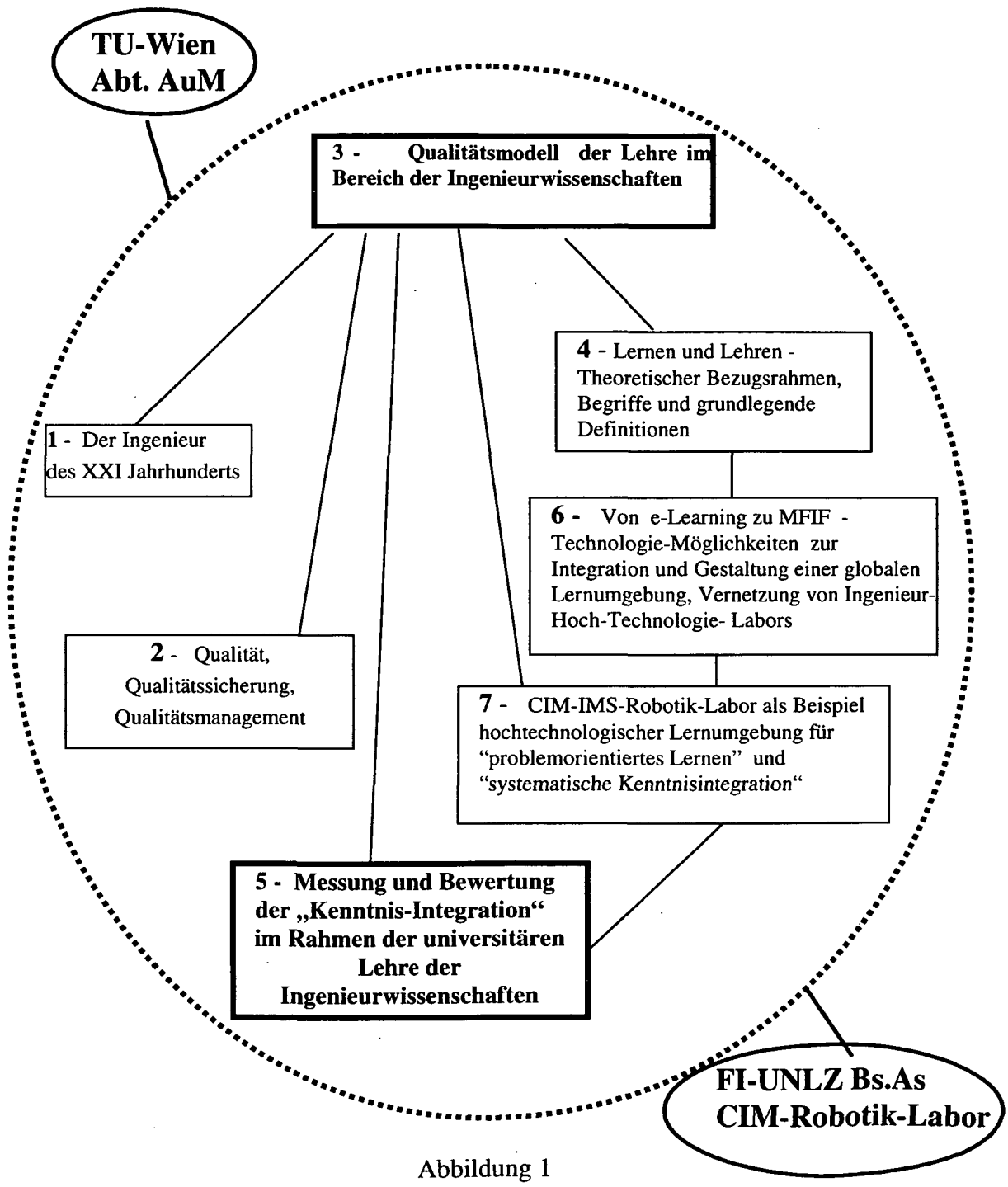


Abbildung 1

1.2.1. Kurzbeschreibung des Konzeptes der grundsätzlichen Wechselbeziehungen

2>3 Qualität als das neue Paradigma der modernen Organisationswissenschaften, das auf allen Universitäten gelehrt und verbreitet wird. Der Einsatz auf die eigene Organisation der universitären Lehre, bedeutet nicht nur, diesen tradierten Organisationsauffassungen entgegen zu kommen, sondern grundsätzlich auch das Handeln nach der ethischen Auffassung: „Was ich als gut für jede Organisation betrachte, ist auch gut für unsere eigene Organisation und soll angewendet werden"

3>2 Qualitätssicherungssysteme entwickeln sich vom Einsatz in Industriebetrieben zur Anwendung auf jede Art von Organisation, also auch im Dienstleistungseinheiten. Die universitäre Lehre der Ingenieure (oder das Gestalten einer Universitären Lernumgebung für Ingenieursstudien), ist sehr wahrscheinlich eine der komplexesten und vielseitigsten Dienstleistungen. Unter der Erkenntnis, dass der Anteil und die Komplexität der Dienstleistungsorganisationen in der Wirtschaft ständig wächst, sind sicher Teilerfahrungen auf diesem konkreten Qualitätssicherungsproblem auch reflexiv auf andere komplexe Dienstleistungsorganisationen anwendbar.

3>4 Qualitätssicherungsysteme (für die universitäre Lehre der Ingenierie) sind nicht „Ziel an sich" sondern Werkzeuge zur Gestaltung einer besseren Lernumgebung. Erkennen und Debattieren, welche Eigenschaften Lern- und Lehrprozesse im Rahmen QS haben sollen, ist ein grundlegender Beitrag in Richtung der Gestaltung einer „Qualitätslernumgebung".

4>3 QS baut sich auf der „Qualitätskultur" und einer ständigen Weiterausbildung aller Mitarbeiter auf. Lern- und Lehrtheorien und praktische Erfahrungen in Lernprozessen sind auch Elemente zur erfolgreichen Durchsetzung dieser Aspekte.

5>3 Das Erarbeiten eines expliziten „Kenntnisintegrations-Evolutionsverfahrens" zur Steuerung und systematischen Beurteilung der letzten Phasen der Ingenieurs-Wissenschaftsausbildung, soll ein Beitrag zur Anwendung des PDCA-Kreises auf die beschriebene Problematik darstellen.

3>5 QS und TQM in einer „systemischen Auffassung" weist ständig auf die Integration, die logische Verbindung zwischen allen Organisationsteilen hin. Die systematische Ausbildung dieser Aspekte soll sich auch mit einer systematischen Beurteilung ergänzen.

2(3)>7 Die technologische Entwicklung der verschiedenen CAx-Systeme zeigte eine Entwicklung zu „CIM-Computer Integrated Manufacturing" in einer erster Phase und später zu „IMS-Intelligent Manufacturing Systems". Auch der heute in Gang stehende Trend zu „MFIF-Multi Function Intelligent Factories" ist sicher stark von Qualitätskonzepten geprägt, die auf Integration und Messungen hinweisen.

7>2(3) Der sozusagen „Harter-Anteil" der „CAx, CIM, IMS → MFIF" Technologien und die sich ständig entwickelnden neuen Möglichkeiten sind auch materielle Grundlagen für den Einsatz verschiedener Herstellungskonzepte, wie zum Beispiel „Just in Time", „SPC-Statistische Prozess Kontrolle", u.s.w.

6>7 Die lokale Vernetzung von CAx-Systemen führte zur Erarbeitung der CIM-Konzepte in erster Instanz und deren weiteren Entwicklung zu IMS. Der Trend zur globalen Weltvernetzung führt zur Gestaltungs einer MFIF Plattform. Das Lernen und Mitleben in dieser Art von Arbeitswelt auf der Ingenieurs-

Universität (Internet und e-Learning) gestaltet Lernen und Lehren lebendiger, attraktiver und aktualisierter

7>6 Neue Arbeitstechnologien benötigen die ständige Weiterbildung der Mitarbeiter. Dies kann in einer vernetzten e-Learning Ebene dynamisch erfolgen.

6>4 e-Learning und computervernetzte Lernplattformen sind unbestreitbar Werkzeuge, die konstruktiwistisches und problemorientiertes Lernen förden können.

4>6 Lerntheoretische Grundlagen und praktische Lernerfahrungen müssen sinnvoll herangezogen werden, um e-Learning als Wekzeug für die Verbesserung des Lernprozesses einzusetzen.

1.3. Die Problemstellung

Die Problematik der Lehre als Ganzes und die Problematik der universitären Lehre der IngenieurInnen im speziellen werden seit vielen Jahren von multidisziplinären Standpunkten aus gesehen beständig diskutiert. Universitätsorganisationen sind Einheiten, die sich seit Jahrhunderten ständig dynamisch weiterentwickeln und sich auch beständig an neue Gegebenheiten anpassen. Qualität und Exzellenz sind praktisch von Anfang an Fragen und Anreiz der Ausbildung an den „Hohen Schulen". Im Rahmen der vorgelegten Arbeit soll diese Problematik vom Blickpunkt der Grundlagen der Konzepte der Qualitätsmanagementsysteme aus analysiert werden, und die Möglichkeiten der Anwendung der Techniken der Qualitätslehre auf Ziele, Zwecke und Eigenschaften der Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen untersucht werden. Insbesondere sollen die Möglichkeiten untersucht werden, die Technologie des Qualitätsmanagements auf die aktuelle Fachausbildung von IngenieurInnen anzuwenden.

Qualitätssicherung in der Lehre ist ein Thema, das in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund getreten ist. Qualitätsmanagementsysteme und Qualitätsmanagement wurden allgemein von Ingenieuren als Strategien für die Betriebsorganisation entwickelt; sie werden von Betriebsingenieuren immer häufiger in den verschiedensten Organisationen eingesetzt und als Technik und Technologie gegenwärtig quasi bei allen Ingenieurausbildungen weltweit gelehrt.

Die systematische Analyse und der kreative Einsatz für die spezifische Problematik der Organisationen der universitären Lehre der Ingenieure ist auch von diesem Blickpunkt aus ein Anreiz.

Eine klare Synthese in dieser Beziehung, erläuterte Prof. Osanna dem Autor dieser Arbeit schon im Jahre 1996 mit den Aussagen:

- *Wir lehren Qualitätsmanagementsysteme und Qualitätsmanagement.*
- *Wir lehren, dass diese Konzepte und Techniken kreativ nützlich für jede Organisation eingesetzt werden können.*
- *Wir sind als universitäre Lehranstalt für die Ingenieurslehre eine Organisation, die auch kreativ diese Konzepte und Techniken für die ständige Weiterverbesserung anwenden muss.*

Das sind aus unserer Sicht auch Worte einer mehrdimensionalen Betrachtung, die nicht zuletzt mit einer integrierten und ethischen Auffassung zusammenwachsen. Diese Worte haben uns von Anfang an tief beeindruckt und werden im Verlauf dieser Arbeit unter verschiedenen Gesichspunkten und in verschiedenen Kontexten nochmals zitiert

Der Ausdruck „Qualität" ist ein Konzept, das einerseits in den ständigen Wortgebrauch des Alltags eingesetzt wird, ein linguistischer Begriff, der sich als solcher ständig verändert, das heißt, zeitlich und geographisch nicht mathematisch konstant bleibt. Weiters ist der Ausdruck „Qualität" in der Technik und in unterschiedlichen Organisationen zu einem immer präziseren geworden, der mit immer neuen Aspekten der Herstellung und des Dienstleistungsprozesses verknüpft wird.

Die Evolution im letzten Jahrhundert der Technik, Industrie und Dienstleistungsorganisation zeigt uns auch in diesem Aspekt („Qualitätsbegriff") Etappen und Meilensteine.

Industrieorganisation wurde im letzten Jahrhundert grundsätzlich durch die Lehren F.W. Taylors und H. Fords geprägt. Qualitätskonzepte wandelten sich in dieser Zeitspanne

von den Aspekten der „Qualitätskontrolle" zur „Qualitätssicherung". Grundsätzlich werden in der Fachliteratur Walter Shewhart, W. Edwards Deming und Joseph Juran als Gründer der modernen Qualitätskonzepte angegeben und ihre Schriften als grundlegende Arbeiten des modernen Qualitätsverständnisses angesehen. Es ist aber interessant zu sehen, dass schon in den Schriften F.W. Taylors Begriffe festgelegt sind, die später Grundbausteine der modernen Qualitätsphilosophie auftreten.

Qualität in Organisationen der „Universitären Lehre der Ingenieure" ist auch, mit ihren Eigentümlichkeiten, für alle direkten und indirekten Teilnehmer ein Begriff des Alltagsgebrauchs, der sich bei diesen Organisationen über eine Reihe von Generationen hin in ein ständiges Ziel gewandelt hat. Qualität kann in diesem Sinne als die Utopie erkannt werden, nach den Worten des südamerikanischen Dichters und Schriftstellers Galeano[21]:

> *„Ich gehe einen Schritt und sie entfernt sich einen Schritt. Ich gehe noch einen Schritt und sie entfernt sich noch einen Schritt. Sie ist wie der Horizont. Wozu brauchen wir dann die Utopien ...?*
> *... Um ständig weiter zu gehen"*

Qualitätssysteme und Qualitätsmanagement in Organisationen der „Universitären Lehre der Ingenieure" entwickeln sich auch zu Konzepten und „Werkzeugen", die als solche „kreativ und rationell" für einen ständigen Verbesserungsprozess eingesetzt werden können.

Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement sind Konzepte bzw. Techniken, die Organisationen aller Art in den letzten Jahren stark beeinflussen. Qualitätssicherung hatte ihren Ursprung und ersten Einsatz in den Industrie- und Produktionsorganisationen, sie wird aber in immer stärkerem Maße von Dienstleistungsorganisationen in kreativer Form übernommen. Dieser Trend wird in den letzten Jahren immer deutlicher, er spiegelt sich auch in den wissenschaftlichen Debatten und Auslegungen der internationalen Normen wieder.

Nicht nur wurden die Konzepte und Lehren der Qualitätssicherung in Dienstleistungorganisationen immer mehr angewandt, sondern man erkennt auch eine immer stärkere Fusion zwischen Produktion und Diensten. Der Anteil an Diensten in jeder Lieferung wächst ständig. Dies hat auch zur Folge, dass die Dienstleistungen ständig wachsen. Dies ist ein wichtiger Aspekt, der nach unserem Erachten das ganze Konzept „was arbeiten ist" gewaltig ändert.

Motorisierung in der ersten Phase, Automatisierung der wiederholten Aufgaben dann, und flexible Herstellung, Robotik und globalisierte Informatik in letztern Zeit, haben nicht nur technische Auswirkungen, sondern auch organisatorische und soziale Einflüsse Diese Erkenntnisse werden von den verschiedensten Standpunkten immer mehr debattiert. Das Schwitzen bei der Arbeit ist vorbei, das Wiederholen von Abläufen ist vorbei, die kreativen und Aktivitäten der Menschen mit Eigeninitiative finden für immer großere Teile der Bevölkerung ihren Ausdruck. Diese gravierende, immer stärkere zutreffende Situation generiert in allen traditionellen Organisationen gewaltige Änderungen im definierten Ablauf und in den Personenbeziehungen.

Organisationen für die universitäre Lehre der Ingenieure sind hierbei mehrfach betroffen. Einerseitse spürt sie ähnliche Auswirkungen wie andere komplexe Dienst-Organisationen. Andererseits muss sie in immer kürzeren Zeiten ihre Ausbildungsfähigkeit (die Gestaltung des Produkts) auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten der nächsten Zukunft einstellen.

Wenn wir zustimmen, dass das gesuchte Ziel nicht darin besteht, einen „Textwiederholer" zu erzeugen ist, sondern kreative Fachkräfte, die Probleme schrittweise begrenzen und systematisch lösen können auszubilden, dann muss der „Prozess" zur „Integrierung der einzelnen Teilausbildungen" führen. Gesagt sei, dass nach unserer Meinung die Integration der erworbenen Kenntnisse auch in diesem Fall viel mehr als die mathematische Summe aller Teilvorlesungen / Teilkenntnisse ist.

Auch in der Einstellung von Qualitätssicherungskonzepten und Techniken auf dem Gebiet der „Organisationen für die universitäre Lehre der Ingenieure" wurden in den letzten Jahren immer mehr Erfahrungen gesammelt, die grundsätzlich den Meinungsaustausch bereichern. Heute ist die Frage nicht mehr, ob Qualitätssicherungssysteme in Organisationen der universitären Lehre möglich und vorteilhaft sind, sondern hauptsächlich, „wie" und „wofür" das geschieht. In diesem Sinne denken wir, dass die Einsetzung von Qualitätssystemen in der universitären Lehre der Ingenieure nicht ein „Sinn an sich" ist, sondern, als ein starkes Werkzeug, um die Organisation als ein Ganzes in einer immer schnelleren Dynamik den immer neuen Herausforderungen anzupassen. In einer integrierten und multidisziplinären Einschätzung hat der Einsatz dieser Lehren nicht nur einen technischen und prozedurorientierten Sinn, sondern er muss sich auch auf ethische und personenverbindliche Beziehungen aufbauen.

Wie gesagt, ändern sich für einen immer größeren Bevölkerungsanteil die traditionellen Aufgaben des „Arbeitens". Arbeiten, die keine kreative Einstellung und keinen oder einen sehr wenig wiederholten Anteil daran haben, gab es auch früher. Auffallend neu ist hingegen der immer stärker wachsende Teil der Bevölkerung, von dem man diese schöpferischen Aktivitäten erwartet. Wiederholte Aufgaben, sowohl in klassischer Produktion als auch in Dienstleistungen, werden immer mehr systematisiert und automatisiert; das heißt, immer mehr von Maschinen (Komputern oder Robotern) ausgeführt.

Diese Situation hat vielseitige Auswirkungen auf das ganze Menschenleben. In der folgenden Analyse möchten wir dieses Problem vom Gesichtspunkt der Herausforderung der universitären Lehre der Ingenieurswissenschaften nur als Randaspekt behandeln, in dem Sinne, dass nach unserem Ermessen das Hauptziel der universitären Lehre der Ingenieure nicht die formelle Kenntnisübertragung ist, sondern das „Heraus-Formen" von Menschen, die (auch) über Spezialisierungskenntnisse verfügen.

Wenn wir auch berücksichtigen, dass die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse exponentiell wachsen und dass die Aktualität und Lebenszeit dieser Kenntnisse immer kleiner wird, hat die konkrete Kenntnisübertragung als „Sinn in sich" einen immer kleineren Nutzen. Erlernte Prozeduren können immer für kürzere Zeiten brauchbar angewendet werden Die Lehre muss sich nach diesen erachten immer weniger mit der Übertragung von Fähigkeiten und Kenntnissen konzentrieren und sich immer mehr mit der Erziehung Aspekten von Begriffen, Meinungen und Handlungsweisen der Studierenden, auch in ihrer Universitäten Spezialisierung Ausbildung Phase beschäftigen. Stellung und Handlungsweise zur Forschung, ständige Weiterbildung Einstellung, Teamarbeit, kontinuierliche Verbesserungsstrategien unter anderen sowie eine integrierte Situationauffassung sollten Grundziele sein.

Wenn man darin übereinstimmt, dass der heutige Ingenieur immer mehr vor der Bearbeitung von immer neuen Problemen und Aufgaben steht, die in einen integrierten und mehrdisziplinieren Einstellung angegriffen und gelöst werden müssen, hat die Organisation der universitären Lehre der Ingenieure sich „für die Ausbildung" in dieser Richtung ständig anzupassen und zu verbessern. Qualitätsicherungsysteme sollten für dieses Ziel als Werkzeug eingesetzt werden und sich nicht nur mit der Evaluation (Messung) von übertragenen Kenntnissen und Fähigkeiten beschäftigen sonder auch die globalen

Erziehungaspekte die das Schulungsystem als ein ganzes übermittelt systematisch beurteilen. Integrieren der Kenntnisse, Handlungsweisen und Stellungnahme, kreative Problem Lösungsfähigkeiten müssen von der Organisation übertragen werden, das heißt auch gesteuert und „evaluieren" werden.
Lebenserfahrungen und philosophische Lehren zeigen uns, dass jedes Werkzeug in sich ein Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten beinhaltet. Klärend ist das bekannte Beispiel des Hammers, der sowohl für eine Stuhl Herstellung als auch für das zerschlagen des gleichen Stuhls verwendet werden kann. Qualitätsmanagementsysteme in der universitären lehre der Ingenieure, können aus dieser sicht auch als Werkzeug das den ständigen Verbesserungsprozess fördern helfen kann oder manchmal als rein formelle Prozeduren Kastenartige Bürokratie aufbaut werden.

1.4. Zur Frage: Was versteht man unter der Qualität des Ingenieurs?

1.4.1. Qualitätsdefinition:

> *Unter Qualität versteht man die Gesamtheit von Merkmalen einer Tätigkeit, eines Prozesses, eines Produktes oder einer Organisation bezüglich der Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen* (ISO-Norm).[30]

Bei vertraglich festgelegten Situationen sind diese Erfordernisse im allgemeinen (relativ) exakt vorgegeben, während sie in anderen Situationen erst identifiziert und genauer bestimmt werden müssen. Leicht ist zu sehen, dass die Anwendung der beschriebenen Definition auf die Frage der Qualität eines Ingenieurs nicht lineal und einfach ist. Detaillierter wird diese Fragestellung in den folgenden Kapiteln bearbeitet.

1.4.2. Was versteht man eigentlich unter „Ingenieur"?

Im Rahmen der vorgelegten Arbeit sind die verschiedenen Begriffe und Definitionen zeitlich und geographisch beeinflusst, womit ausgedrückt sein soll, dass sie sich nicht statisch und im mathematischen Sinn verstehen. Sinnvoll erscheint die folgende Definition, die sehr wahrscheinlich im wesentlichen die Kernaufgabe des Ingenieurs des 20. und auch des beginnenden 21. Jahrhunderts beschreibt:

> *„Zwischen den Gelehrten und den Leitern der Arbeiten beginnt sich mit den 'Ingenieuren' eine neue Klasse zu bilden, deren Aufgabe es ist, die Beziehungen zwischen Theorie und Praxis herzustellen. Ohne auf die Weiterentwicklung der Wissenschaften einzugehen, wird von ihnen deren konkrete Anwendung für das gewerbliche Tätigkeitsfeld erwartet."* (nach COMTE) [11]

Im spanischen Sprachgebrauch ist die Verbindung „Ingenieur" (= ingeniero) mit ingenio gegeben; dabei ist „ingenio" die Fähigkeit, bestehende Probleme kreativ zu lösen.

Historisch können wir durchaus am Beispiel berühmter Persönlichkeiten die Eigenschaften bzw. Attribute finden, die in diesem Sinn zu verstehen sind. Auch sieht man an diesen Personen, wie sie vor ihrem historischen Hintergrund zu ihrer Zeit die Entwicklungen in Richtung der damaligen Zukunft zu erkennen versuchten.

Beeindruckende Personen jedenfalls sind etwa die Figuren von Leonardo da Vinci im XV. Jahrhundert und Frederick W. Taylor, welcher die technische und wirtschaftliche

Entwicklung des XX. Jahrhunderts stark beeinflußte und der auch heute immer noch sehr starken Einfluß bezüglich verschiedenster Aspekte hat.

Über beide Figuren finden wir sehr viel Literatur und Druckmaterial. Als Folge nur eine kleine Kurzbeschreibung.

1.4.2.1. Leonardo da Vinci als Ingenieur des XV. Jahrhunderts

Aus unserer Sicht möchten wir bei der Figur von Leonardo da Vinci[40], betonen, wie es beim aufblühen des Renazentismus, Wissenschaft, praktische Technologie Anwendung für konkrete Lebens Problem Lösungen und Kunst interaktive und integriert zusammen spielten und sich gegenseitig ergänzten Der vielseitige Leonardo beschäftigte sich in der Kunst mit Malerei und Bildhauerei, in der Wissenschaft mit Forschung auf dem Sektor der Mechanik, der Medizin und der Botanik, und nicht zuletzt als Techniker mit dem Bau problemorientierter Maschinen für praktische Zwecke, sowohl in Kriegszeiten als auch im friedlichen Lebensgebrauch. Dabei sind ständig die Verbindungen zwischen den einzelnen Aktivitäten zu sehen, sowie die einheitliche Arbeitsauffassung.

1.4.2.2. F.W. Taylor als Ingenieur der modernen Organisation.

Ganz kurzgefasst sei gesagt, dass die Figur F.W. Taylors der jetzigen Zeit viel näher steht und stark alle Generationen der Ingenieurausbildung des XX. Jahrhunderts prägte. Wissen-schaftliche Denkausbildung und die Versuche, diese in Sicht einer Anwendung auf die ge-werbliche Tätigkeit abzuleiten, sind sehr wahrscheinlich die dominierenden Merkmale.

Am bekanntesten sind von Taylor die Lehren in Bezug auf „Arbeitsstudien" und „Wissenschaftliches Management", da diese einen starken technologischen, sozialen und politischen Einfluss hat. Diese Ereignisse werden bei technischen, sozialen, historischen und politischen Analysen ständig als Referenz eingegliedert. Kritik und Lob sind bei der Analyse der Lehren Taylors ständiger Bestandteil.

Nach unserem Erachten ist es wichtig sich in die Zeitgegebenheiten, in die konkrete Problematik die Taylor zu überwinden suchte, einzuarbeiten und aus dieser Sicht seine Vorschläge zu beurteilen. Die industrielle Revolution löste die Aufgabe der Massenproduktion, das heißt, die massiv entstandenen Bedürfnisse an Gütern. Der Einstig von immer neuen Arbeitskräften vom Land in die Städte war hierbei auschlaggebend. Industrie musste mit diesen sehr wenig ausgebildeten Arbeiter-Kapazität die entsprechende Herstellung von Gütern steuern. Arbeiter die vom Land in die Fabriken kamen und keinerlei technische Ausbildung besaßen. Gleichzeitig waren die materiellen Bedürfnisse dieser Bevölkerungsschichten sehr groß, das heißt, Produktionsorganisationen fanden plötzlich Marktbedürfnisse in ständigem Wachstum.

Taylors Lehren und deren Auswirkungen wurden von unterschiedlichen Gesichtspunkten aus analysiert und bearbeitet. Im Rahmen dieser Arbeit möchten wir uns grundsätzlich kurz auf einige Aspekte beziehen, die in Taylors Buch „Wissenschaftliches Management" deutlich gemacht sind.

Die analytische Arbeit, Aufgabenverteilung, als Grundvorschlag und Prinzip des wissenschaftlichen Managements muss im Rahmen der gegebenen Zeit beurteilt werden. Diese Auffassung der Spezialisierung der Kenntnisse hatte auch ihre direkten Auswirkungen auf die Form und Grundeigenschaft, in der Techniker und Ingenieure ausgebildet wurden. Ein Trend zu immer stärkerer Spezialisierung, zu mehr Kenntnissen über ein

immer kleineres Gebiet des menschlichen Könnens, das praktisch das letzte Jahrhundert ständig beeinflusste, hat seine Quelle nach unserem Erachten einerseits in der schon geschilderten Arbeitsausbildung der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte, andererseits im Einfluss einer reduktionistischen Auffassung der Wissenschaft der Modernität.

Bekannt sind F.W. Taylors Organisationsvorschläge zur Bildung einer Qualitätskontrollabteilung. Wenn man seine Schriften aber genauer liest, erkennt man auch ganz konkrete Hinweise auf „Qualitätskultur", Qualitätsicherung und eine moderne Auffassung des Platzes den der Kunde einnimmt.

Nicht zuletzt beschäftigte sich F.W. Taylor mit den sozialen Auswirkungen seiner Organisationsauffassung und in diesem Sinne finden wir es höchst interessant, uns direkt auf seine eigenen, im Buch fesgelegten Meinungen zu beziehen und sie im historischen Kontext zu beurteilen.

1.4.2.3. Bill Gates- am Ende des XX. Jahrhunderts

Über noch lebende Referenzpersonen ist es viel schwieriger, schriftlich in wenigen Worten die sie kennzeichnenden zentralen Eigenschaften festzulegen.

Auch wenn Bill Gates[23] formell keinen Ingenieurtitel besitzt (gesagt wird, dass er keinen Universitätsabschluss gemacht hat, da er sich an der Universität langweilte), haben seine Arbeiten einen großen Einfluss auf den heutigen Einsatz der Technik und das Alltagleben.

Als junger Mann beschäftigte sich Bill Gates mit den Anfängen der digitalen Computer- technik und entwickelte das populäre Betriebssystem für Personalcomputer. Dabei zeigte er grosse mathematische Fähigkeiten, da Betriebssysteme in maschinennaher Grundsprache geschrieben werden müssen. Dass das DOS Betriebssystem nicht das „beste technische Produkt seiner Zeit war" ist unter den PC-Spezialisten bekannt. Bill Gates hat es aber geschafft, technologische Lösungen mit juristischen Verhandlungen und organisatorischen Geschäftsmaßnamen sinnvoll zu gestalten und den Kern des Unternehmens Microsoft zu gestalten. Exponentielles Wachstum der Firma Microsoft hat er dann geleitet und wir erkennen in seiner Führungskraft große technische Kenntnisse, die sich mit Organisationsfähigkeiten, geschäftlichen Fähigkeiten und Leitungsfähigkeiten verbinden. Nicht zuletzt sind die strategischen Richtlinien zu sehen. Bei diesen Aussagen sind die persönlichen Meinungen und Einstellungen über die Produkte Microsoft, die jeder Techniker besitzt, unwichtig.

1.4.3. Der Ingenieur im XXI. Jahrhundert

Die Eigenschaften des Ingenieurs unserer Zeit und die Projektion auf die nächste Zukunft werden im Laufe dieser Arbeit von verschiedenen Gesichtspunkten aus bearbeitet.

Zusammenfassend sei gesagt, dass nach unserer Meinung der Ingenieur der nahen Zukunft auch weiter als technischer „Problemlöser" eingesetzt werden wird. Aus diesem Grund ist zu erkennen, mit welchen Problemen und unter welchen Bedingungen er seine Tätigkeit ausüben wird.

Zukunftsvoraussagen sind nicht die Stärke des Ingenieurs (in diesem Fall: Autor = Ingenieur). Trendanalyse ist jedoch eine der Fähigkeiten, mit der sich ein Ingenieur ständig beschäftigen muss.

Eine vollständige Liste ist schwierig darzulegen, da der Ingenieur sich auf jeden Fall in einer immer breiteren Berufsbranche entwickeln kann. Als Grundeigenschaften erkennen wir jedoch:

- Problemorientierte Aufassung
- Systematische Stellungnahme, die Bestandteile „sinnvoll zu integrieren" bzw. „Input" und „Output" kohärent (oft als Blackbox) zu verbinden.
- Bewusstsein für die Bedeutung von Entscheidungen, die sich über kurze, mittlere oder lange Zeit auswirken werden oder auswirken könnten.
- Leitungsfähigkeit
- Gute Grundlagenkentnisse, um den ständigen technologischen Wandel bewusst und auch aktiv verfolgen zu können.
- Multidisziplinäres Kommunikationsvermögen
- Lernvermögen

2. Qualität, Qualitätssicherung, Qualitätsmanagement

2.1. Qualität

2.1.1. Entwicklung des Konzepts „Qualität"

„Qualität" kann als das neue „Paradigma" des Endes des XX. Jahrhunderts angesehen werden; dabei hat sich der Begriff „Qualität" in der Praxis als Schlagwort durchgesetzt. Jedoch nicht jeder versteht dasselbe unter „Qualität", denn als linguistischer Begriff (kulturbezogen) wandelt er sich ständig, sowohl geschichtlich als auch geographisch bezogen, das heißt, er bleibt nicht im „mathematischen Sinn" konstant.

Andererseits sucht die Technik den Ausdruck „Qualität" zur Definition und Normung immer präziser darzulegen und mit Herstellungs- und Dienstleistungsprozessen zu verknüpfen.

2.1.2. Qualität vor dem XX. Jahrhundert

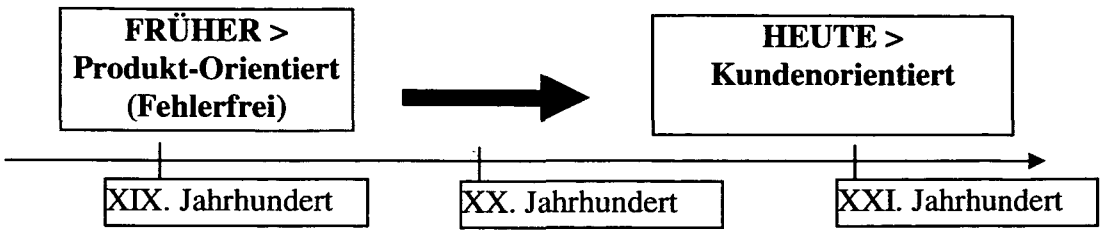
Die Geschichte des Qualitätswesens ist sehr wahrscheinlich so alt wie die Geschichte des Handels, der Herstellung und des Austauschs von Waren und Dienstleistungen. Beim Austausch von Waren musste sichergestellt werden, dass die Waren den Anforderungen des Käufers entsprechen. Die Beurteilung der Gesamtheit der einzelnen Eigenschaften wurde unter dem Konzept „Qualität" dargelegt.

Auch das Erscheinen von Qualitätsanforderungen, durch staatliche Vorschriften festgelegt, und die Ahndung der Nichterfüllung mit Sanktionen, können wir an zahlreichen geschichtlichen Beispielen erkennen; solche staatlichen Eingriffe waren etwa die Gewichtsfestlegung für Brot im Mittelalter oder die Qualitätsprüfungen bei der Metallwarenherstellung.

2.1.3. Der Wandel des Qualitätskonzeptes im XX. Jahrhundert

Die Evolution des letzten Jahrhunderts in Technik, Industrie und Dienstleistungsorganisation zeigt uns auch im Aspekt „Qualitätsbegriff" Etappen und Meilensteine. Industrieorganisation wurde im letzten Jahrhundert grundsätzlich durch die Lehren F.W. Taylors und H. Fords geprägt. Qualitätskonzepte wandelten sich in dieser Zeitspanne von den Aspekten der „Qualitätskontrolle" zur „Qualitätssicherung" und zum „Total Quality Management". Grundsätzlich werden in der facheinschlägigen Literatur die Arbeiten von Walter Shewhart, W. Edwards Deming und Joseph Juran als Grundsteine der modernen Qualitätskonzepte angegeben. Es ist aber interessant zu sehen, dass schon in den Schriften F.W. Taylors Begriffe festgelegt sind, die sich später als Grundbausteine der modernen Qualitätsphilosophie finden.

Synthetisch kann die Entwicklung des Qualitätsbegriffs in graphischer Form dargestellt werden.



Einen zusammenfassenden Überblick über die Evolution des „Qualitätsbegriffs" gibt Tabelle 2.1 in Form schlagwortartiger Definitionen; die grundlegenden Meilensteine werden in den folgenden Absätzen noch kurz erläutert. Jede Definition zeigt auch den Schwerpunkt, auf den die einzelnen Qualitätsschulen ihre Grundziele legten bzw. legen.

TAYLOR	Qualitätskontrolle als unabhängige Organisationsaufgabe [59]
CROSBY	Qualität ist die Erfüllung der Spezifikationen [12]
DEMING	Qualität ist größter Nutzen für den Kunden (Befriedigung von Kundenwünschen) [1]
JURAN	Qualität ist „fitness-for-use" [32]
ISO 8402 (ISO 9000)	Qualität : Die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit (Produkt oder Dienstleistung) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen
FEIGENBAUM	(Total Quality Management) [17]
ISHIKAWA	Die Qualität einer Organisation ist die Qualität der Menschen [29]

Tabelle 2.1: Entwicklung des Qualitätskonzepts (Definitionen – Schulen)

2.1.3.1. Taylorismus – Qualität durch Kontrolle

Frederick W. Taylor entwickelte das betriebswirtschaftliche System der Arbeitsteilung und stellte es 1915 in seinem Buch „The Principles of Scientific Management" [59] der Öffentlichkeit vor. Ziel der Arbeitsteiligkeit war es, nach Durchführung von Zeit- und Arbeitsstudien die Produktionsmittel zu optimieren und möglichst effizient zu nutzen. Durch den Taylorismus konnte in der ersten Hälfte des XX. Jahrhunderts eine wesentliche Steigerung der Produktivität und damit eine Kostensenkung für Industriegüter herbeigeführt werden. Ein wesentliches Kennzeichen für das Taylor'sche System ist die klare Trennung der planenden, ausführenden und kontrollierenden Tätigkeiten.

Interessant ist zu differenzieren, was von den in „The Principles of Scientific Management" beschriebenen Lehren in der ersten Hälfte des XX. Jahrhunderts in die „normale Arbeitspraxis" umgesetzt wurde und warum.

Die Qualitätssicherung erfolgte im arbeitsteiligen System unter Anwendung von Qualitätsprüfungen durch Spezialisten. Die Verantwortung für die Qualität wurde daher lange Zeit den „Qualitätskontrolloren" zugeordnet. Im Falle von Ausschussproduktion wurde als Gegenmaßnahme primär die Kontrolle verstärkt, anstatt in Form von Vorbeugung zu reagieren. Das arbeitsteilige System durch Spezialisierung in vereinfachte Teilaufgaben ist sicher ein grundlegend mögliches Pinzip, mit dem der „Ingenieur" Taylor die Problematik der wachsenden Marktbedürfnisse durch Einsatz gering qualifizierter Arbeitskräfte erfolgreich bewältigen konnte.

Wenn man seine Schriften aber aufmerksam liest, erkennt man aber bereits in den

von ihm formulierten Gedanken schon ganz konkrete Hinweise auf „Qualitätskultur“ und wirkliche Teamarbeit sowie eine sehr moderne Auffassung der besonderen Rolle des Kunden. Natürlich müssen alle diese Aussagen im historischen Kontext beurteilt werden.

2.1.3.2. Qualitätskontrolle

Qualität durch Kontrolle führte zur Definition „Qualität = Erfüllung der Spezifikationen”. Das größte Problem, das später allgemein bei dieser Auffassung erkannt wurde, ist das Fehlen der dritten Partei, das heißt: des Kunden. Bei einer technologisch sehr stark sich entwickelnden Güterkonzeption und einem Markt, der trotz immer rascherer Herstellungsverfahren kaum zu sättigen war, wurden Spezifikationen normalerweise von Produzenten enwickelt und festgelegt. Der Hersteller definierte Spezifikationen, der Hersteller definierte Kontrollprozeduren, der Hersteller definierte im Grunde, was Qualität sein sollte. Die Figur des Kunden tritt erst stärker in den Vordergrund, sobald sich quasi eine Art von Marktsättigung ergibt und sich die Tendenz von der Massenfertigung zur gezielten Herstellung für Kundengruppen vertieft ausbildet.

2.1.3.3. Statistische Qualitätskontrolle

Die Durchführung von Einzelprüfungen verursachte in der industriellen Massenproduktion hohe Kosten. Um den Prüfaufwand zu senken und dennoch verbesserte Kontrollergebnisse zu erzielen, wurde zu Stichprobenprüfungen übergegangen.

Der Pionier für den Einsatz statistischer Methoden war W.A. Shewart, der 1931 in seinem Buch „Economic Control of Quality of Manufactured Product“[53] Thesen über Fertigungslose und die Beurteilung ihrer Qualität mittels Stichprobenprüfung und Qualitätsregelkarten veröffentlichte.

Stichprobenprüfungen setzten sich im Laufe der Zeit immer stärker durch. Als Annahmekriterium wurde der „Acceptable Quality Level“ geschaffen, der als AQL-Wert Eingang in zahlreiche Normen gefunden hat und vielfach heute noch verwendet wird. Das Problem am AQL-Annahmekriterium ist, dass es den Gedanken zulässt, dass eine Anzahl an Fehlern unvermeidlich ist und toleriert werden muss.

2.1.3.4. Umfassende Qualitätsstrategien entsprechend J. M. Juran und W. E. Deming

Im Zuge der Anwendung statistischer Methoden erkannten die Statistiker Joseph M. Juran und W. Edwards Deming, dass die Sicherstellung der erforderlichen Qualität kostengünstiger durch Vorbeugung als durch Kontrollmaßnahmen erreicht werden kann. Das Schwergewicht des Qualitätswesens sollte von der nachgeschalteten Kontrolle auf die Planung und Konstruktion der Produkte verlagert werden. Die notwendigen Kontrollen sollten so weit wie möglich direkt in die Produktion integriert werden. Damit sollte die Erhöhung der Produktivität auf drei Arten bewirkt werden:

- Erstens könnte die Erzeugung von fehlerhaften Stücken vermieden werden.
- Zweitens der Aufwand für das Aussortieren der fehlerhaften Stücke entfallen.
- Drittens könnte vermieden werden, dass fehlerhafte Stücke unötigerweise weiterverarbeitet werden und zu weiterer Energieverschwendung führen.

J.M. Juran gilt als einer der bedeutendsten Pioniere des heutigen Qualitätsgedankens. Er sah den Mittelpunkt seiner Lehre weniger in der Anwendung statistischer Metho-

den als in der „Kundenorientierung" und im „Continuous Improvement". Vorrangig ist nach Juran die Verpflichtung des gesamten Unternehmens unter Einbeziehung aller Mitarbeiter zur kontinuierlichen Verbesserung der Qualität. Hierbei gilt es, die Erwartungen der internen und externen Kunden hundertprozentig zu erfüllen. Für Juran sind drei Punkte wesentlich zur Erreichung der Qualitätsverbesserung:

- eine ausreichende Schulung aller Mitarbeiter;
- die bedingungslose Verfolgung des Qualitätsgedankens durch das Management;
- die Verfolgung und Kontrolle der Qualitätsziele.

Ein vorgeschlagenes Hilfsmittel sind die heute allgemein bekannten „Quality Circles", in denen Probleme durch eine aus unterschiedlichen Hierarchieebenen zusammengesetzte Gruppe gelöst werden sollen.

Der zweite Pionier des modernen Qualitätswesens, W.E. Deming, blieb bei der Entwicklung seiner Lehren zum Teil mehr bei seinen Wurzeln als Statistiker. Ausgangspunkt der Theorien Demings ist die Tatsache, dass jeder Prozess von den Sollvorgaben abweicht. Diese Abweichungen sollten statistisch untersucht werden, um ihre Ursachen zu ermitteln und kontinuierlich zu verringern. Deming ist hierbei davon überzeugt, dass der größte Teil aller Fehler systembedingt sind und damit durch eine mangelhafte Organisation verursacht werden und nur ein kleiner Teil als individuelle Fehler einzuordnen sind. Deming vertritt hierbei entschieden die Ansicht, dass die Arbeiter nicht durch Einschüchterungsmaßnahmen unter Druck gesetzt werden sollen. In einem weiteren Sinne spiegeln sich Demings allgemeine Qualitätslehren in den von ihm vorgeschlagenen „14 Punkten" wider. Hier wird eine neue Auffassung der Organisationseigenschaften erarbeitet und eine ganze Reihe ethischer Denkanstösse in den Vordergrund gestellt.

Auffallend ist, dass die Lehren dieser beiden zunächst in Nordamerika tätigen Qualitätspioniere am Anfang im eigenen Land sehr wenig Beachtung fanden.

Deming ging im Jahr 1951 als selbstständiger Berater nach Japan, wo eine minderwertige Qualität der Produkte den Wiederaufbau der Wirtschaft behinderte. Die japanische Industrie erkannte sehr rasch den Vorteil einer nahezu fehlerfreien Produktion, die durch eine ständige, systematische Qualitätsverbesserung erreicht werden konnte und passte Demings Lehren und Philosophie in intelligenter Weise an die Gegebenheiten der japanischen Kultur an. Noch 1951 wurde die bis heute begehrteste Auszeichnung der japanischen Industrie, der „Deming-Prize", nach ihm benannt. Durch die konsequente Verwirklichung des Qualitätsgedankens konnten in Japan enorme Kostenvorteile und eine Neue Marktpositionierung erwirtschaftet werden. Die Qualitätssysteme der Unternehmen wurden hierbei ohne Normung oder direkt ausgedrückten Kundenzwang und allein aus der Motivation zur Qualitätsverbesserung entwickelten.

Die nordamerikanischen Industrie- und Dienstleistungsunternehmen erkannten erst viel später die Bedeutung der von ihren eigenen Experten Deming und Juran vorgeschlagenen neuen Qualitätsstrategien. Der praktisch nicht zu sättigende Markt der Nachkriegszeit, der Trend zu ständig neuen technologischen Verfahren als einzige Form der Produktivitätssteigerung und das große Vertrauen zu den tradierten amerikanischen Managementkriterien der „Leitung durch numerische Ziele" führte dazu, dass die westliche Welt den neuen Weg erst viel später systematisch übernahm.

2.1.3.5. ISO 8402: Die Entwicklung Internationaler Qualitätsnormen, Kundenorientierung

Das zunehmende Wachstum des Globalisierungseffekts und des einbezogenen internationalen Warenaustauschs erzeugte den Druck zur Normung der einzelnen herrschenden Qualitätskriterien. Über ISO- Qualitätsnormen beschäftigen sich auch in detallierter Form folgende Absätze.

Hier möchten wir in kurzen Worten nur einen historischen Vergleich ziehen, um darzulegen, wie mit der ersten Internationalen Qualitätssicherungsnorm das Schwerpunktkriterium des im Kundenbereich schon verankert war.

> *Qualität: Die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit (Produkt oder Dienstleistung) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen*

2.1.3.6. Feigenbaum: Total Quality Management

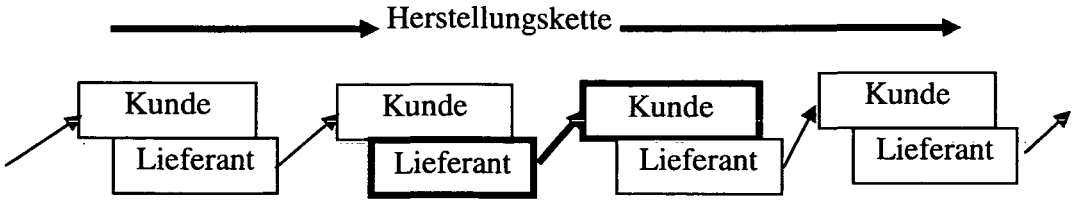
Feigenbaum betont, dass alle Aspekte der Organisation qualitätsorientiert geleitet werden müssen. In der Literatur finden wir ab und zu auch nur das Schlagworte „Total Quality". Dies ist ein grober Interpretationsfehler, da das Wort „Total" bei Feigenbaum sich auf das Management direkt bezieht. Qualitätsdefinition bezieht sich immer auf *„festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse"*. Schlagworte wie „Total Quality" weisen indirekt auf eine Möglichkeit einer „Teilqualität", was nach dem in allen Qualitätsschulen eindeutig Festgelegten nicht zutreffen kann. Wie angedeutet, erkennen wir bei Feigenbaum die systematische Auffassung in ihrer Gesamtheit.

2.1.3.7. Ishikawa: Qualität einer Organisation = Qualität der Menschen

Die Japaner haben in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts bekanntlich die besten Technologien am Anfang kopiert und dann geistreich verbessert. Qualitätstechnologie ist auch hier keine Ausnahme. Japanische Technologen haben nicht nur als erste den wirklichen Wert dieser Lehren in breiter Front erkannt, sondern gleichzeitig auf ihre kulturellen Gegebenheiten und ihre Geschichte aufgebaut und von theoretischer und praktischer Seite weiterentwickelt. Große Beiträge zur Qualitätstheorie erkennen wir bei den Japanern Ishikawa, Imai und Taguchi, die von verschiedenen Perspektiven zu einheitlichen Auffassungskriterien und Verfahren beigetragen haben.

2.1.3.8. Qualitätstendenz

Die in den Grundsätzen kurz beschriebenen Tendenzen können in graphischer Form anhand der folgenden Tabellen erklärt werden, auf denen die verschiedenen Formen der Beziehung zwischen Lieferant und Kunden aufgelistet werden und die „Tendenz zum Vorbeugen, zum schnellen Erkennen der Herstellungsfehler" sichtbar wird.



phase	Lieferant		Kunde	
	Production	**Control**	**Control**	**Production**
1	Prod.	---	---	Insp.+Prod.
2	Prod.(insp.)	---	Insp. 100%	Prod.
3	Prod.	Insp.100%	Insp. 100%	Prod.
4	Prod.	Insp.100%	Insp.Muster	Prod.
5	Prod.	Insp.100%	Verif.	Prod.
6	Prod.	Insp.Muster	Verif.	Prod.
7	Prod.+SPC	Insp.Muster	Verif.(QM)	Prod.(QM)
8	Prod.+SPC	Verf.	--- (QM)	Prod..(QM)

Geschichtliche entwicklung

Vorbeugen

Prod. = Produktion, Insp. = Inspektion, Verf. = Verifizierung
SPC = Statistical Production Control, QM = Quality Management

2.1.3.9. Qualitätsschulen, Schlussworte

Qualitätslehre entwickelte sich in den letzten Jahren praktisch schon als ein „Produkt an sich". Demnach gibt es zur Zeit auf dem Weltmarkt ein ebenso vielschichtiges Angebot an scheinbar neuen „Rezepten", die als Lösung zur Bewältigung „aller Organisations-probleme" vorgestellt werden.

Qualitätsschulen und Rezepte werden geprägt von einer Vielzahl moderner Schlagworte wie z.B.:

- Total Quality Management (TQM)
- KAIZEN, – Lean Management [27]
- Simultaneous-Engineering
- Reingeneering
- TOC [24]
- Computer Aided Quality (CAQ)
- u.v.m.

Mögen auch viele dieser Schlagworte vielleicht neu sein, so merkt man doch, wenn man sich genauer damit befasst, dass sie größtenteils so „neu" und so „unbekannt" gar nicht sind. Einiges davon könnte sogar mit dem Attribut uralt versehen werden. Natürlich erkennen wir von den einzelnen Schulen immer neue Beiträge, die aber auf einen ständigen

Evolutionsprozess hindeuten und keineswegs eine „Kenntnisrevolution" beinhalten. Die universitäre Lehre soll auch hier, wie bei jeder Technologielehre, die einzelnen Vorteile jedes Konzepts im Vergleich erläutern.

2.1.4. Entwicklung von Qualitätsmanagementnormen

Die Entwicklung von Normen für das Qualitätsmanagement ging von der Militär- und Nuklearindustrie aus. Durch die Normung von Organisationsformen soll demgemäß gewährleistet werden, dass in jeder Phase der Produktentstehung die Fehlervermeidung sichergestellt ist. Damit soll das Vorbeugen und das Ziel „fehlerfreier Produkte" erreicht werden.

Als erste Qualitätsmanagementnorm entstand 1958 in Nordamerika der MIL-Q 9858 für militärische Ausrüstung. Die Normung von Qualitätssicherungssystemen wurde später auf anderen, sicherheitskritischen Gebieten wie im Nuklearbereich und in der Weltraumindustrie übernommen.

Ab 1970 entstand eine Vielzahl nationaler und branchenspezifischer Qualitätssicherungsnormen, was einerseits die Verbreitung der Philosophie zeigt, „Qualität durch Vorbeugung zu erzeugen", andererseits der ersten Phase des Globalisierungstrends mit dem starken internationalen Warenaustausch und internationalisierter Konkurenz entgegen kam.

Um eine einheitliche, international anzuwendende Normenserie für Qualitätsmanagementsysteme zu schaffen, die diese Vielzahl unterschiedlicher Normen ersetzen sollte, wurde bei der internationalen Normungsorganisation ISO, im Jahre 1979 das Technical Committee ISO TC 176 aktiv. Die vom ISO/TC 176 entwickelte Normenserie ISO 9000 erschien 1985 (erste Fassung) und wurde zur weltweit meistverbreiteten Norm.

2.1.4.1. Meilensteine in der Entwicklung der Qualitätssicherungsnormen

1958	MIL-Q 9858: Military Specification Quality Program Requirement
1968	ASQC Standard Cl: Specification of General Requirements for a Quality Program der amerikanischen Gesellschaft für QS (Aufnahme von Audits in die Forderungen)
1968	AQAP – NATO Forderungen (Einzug der Normen in Europa)
1970	Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants der US Atomic Energy Commission
1971	US ANSI Standard Z-1.8: Specification of General Requirements for a Quality Program
1972	Aufnahme der Forderungen nach einem Qualitätssicherungssystem der Hersteller in den ASME-Code for Pressure Vessels
1972	BS 4891: A guide to quality assurance
1975	Australien Standards 1821-1823: Suppliers Quality Control Systems
1978	Z 299 Quality Assurance Program Requirements in Kanada
1979	BS 5750 Quality Systems
1979	ANSI/ASQC Z-1.15: Generic Guidelines for Quality Systems (unter Berücksichtigung von Qualitätskosten)
1979	ASME-NAQ-1 Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants

1980	NF X5b-110: AFNOR Empfehlung für die Qualitätssicherung in Unternehmen
1980	KTA 1401: Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung, herausgegeben vom kerntechnischen Ausschuß in der BRD
1980	ISO 6215: Nuclear Power Plants – Quality Assurance
1982	SN 029100: Anforderungen an Qualitätssicherungssysteme in der Schweiz
1984	ÖNORM A 6672 Qualitätssicherungssysteme
1985	ISO 9000 -ISO 9004
1990	Revision der ISO 9000 – Reihe 1994 Weitere Revision der ISO 9000
1992	British Standard 7750: Specification for Environmental Management Systems
1996	ISO 14001: Umweltmanagementsysteme
2000	ISO 9000 –2000 Revision der Normen mit stärkerer Betonung von Qualitätsmanagement im Sinne der Prozessorientierung

Tabelle : Entwicklung der Qualitätssicherungsnormen

2.1.4.2. Ziel und Inhalt von genormten Qualitätsmanagementsystemen

Auf Grund der zunehmenden Verflechtungen und Abhängigkeiten zwischen Kunden und Lieferanten, sowohl in der Industrie als auch in Dienstleistungsorganisationen, wird es immer wichtiger, schon vor Auftragsvergabe die Qualitätsfähigkeit von Unternehmen zu beurteilen. Bei einer immer mehr weltweiten Lieferantenmöglichkeit und immer kleineren Entwicklungszeiten für neue Produkte ist dies keine einfache Arbeit, besonders wenn man nicht nur Preise sondern auch Qualitätskennzeichen objektiv vergleichen muss. Um dieses Problem zu bewältigen, ist der Trend, zur Anforderung an den Lieferanten über ein genormtes, dokumentiertes Qualitätsmanagementsystem (QM-System) zu verfügen. Wenn dies nach internationalen Normen durch unabhängige Stellen (dritte Partner) gesichert ist, kann eine Detailüberprüfung durch eigene Kundenmitarbeiter entfallen. Als Norm für das Qualitätsmanagementsystem hat sich aus diesem Grund in den meisten Fällen die ISO 9000-Serie, als die als branchenunabhängige Norm für alle Industrie- und Dienstleistungszweige durchgesetzt.

Ziel eines Qualitätsmanagementsystems ist es, die Qualität der in einem Unternehmen hergestellten Produkte oder Dienstleistungen sicherzustellen. Das heißt, Produkte sind hierbei nicht nur materielle Gegenstände, sondern auch Leistungen, wie dies der entsprechenden Definition in der ISO 8402 (Qualitätsmanagement – Begriffe) zu entnehmen ist.

Das Qualitätsmanagementsystem als ein System zur Unternehmensführung, benötigt nach ISO 8402 folgende Bestandteile:

- Organisationsstruktur
- Verantwortlichkeiten
- Verfahren,
- Prozesse
- Erforderliche Mittel zur Verwirklichung des Qualitätsmanagements

Das Qualitätsmanagement umfaßt hierbei alle Tätigkeiten der Gesamtführungsaufgabe, welche Qualitätspolitik, Ziele und Verantwortlichkeiten festlegen und diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems verwirklichen.

Das Qualitätsmanagementsystem ist hierbei abhängig von der Unternehmensphilosophie und von den Randbedingungen, unter denen das Unternehmen agiert. Wie auch in der ISO 9000 ausgeführt, gibt es kein allgemein gültiges Organisationsmodell für alle Unternehmen. Das Qualitätsmanagementsystem muss vielmehr in Abhängigkeit von den Marktzielen und den gegebenen Eigenbedingungen für jedes Unternehmen individuell gestaltet werden.

Die Ziele eines Qualitätsmanagementsystems können in zwei Hauptkomponenten gegliedert werden:

- extern:
  - Erfüllung unterschiedlichster Qualitätsanforderungen –> „Kundenorientiert"
- intern:
  - Sicherung der Qualitätsfähigkeit (Beherrschte Prozesse) –> „Geschäftleitungorientiert"

Diese Zielauffassungen spiegeln sich in der ISO 9000-1994 in den Normen ISO 9001/2/3 und der ISO 9004 wieder.

2.1.4.3. Normenserie ISO 9000 für Qualitätsmanagementsysteme

Durch die internationale Normenserie ISO 9000 werden allgemein gültige Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme festgelegt. Die rasche Verbreitung dieser Normenserie hat dazu geführt, dass praktisch alle zertifizierten Qualitätsmanagementsysteme weltweit der internationalen Norm ISO entsprechen. Qualitätsmanagementsysteme nach ISO 9000 Norm richten sich nicht auf einen spezifischen Industrie- oder Dienstleistungszweig, sondern versuchen immer, den generellen Qualitätskonzepten jeder Organisation entgegen zu kommen. Insofern sind die einzelnen Anforderungskriterien kreativ auf Großindustrieunternehmen, KMB (kleine und mittlere Betriebe) als auch auf Dienstleistungsorganisationen, „in unseren Fall Universitätsinstitute für die Lehre der Ingenieurswissenschaften", anwendbar.

ISO 9000 wurde wie alle ISO-Normen auch in einer internationalen Debatte entwickelt und wird in regelmässigen Zeitabständen überprüft, überholt und weiter entwickelt.

Die ISO 9000-2000 ist die derzeit gültigen Fassung. In folgenden Absätzen werden wir als erstes auch den Aufbau und die Konzepte der ISO 9001.1994 erläutern, da dieses Material die Richtlinien bei der Entwicklung des „Qualitätsmanagementsystems für die universitäre Lehre der Ingenieurswissenschaften", bei beiden in dieser Arbeit erwähnten Institutionen war:

- TU-Wien – Abteilung AuM (1996)
- FI-UNLZ Buenos Aires Argentinien (1999)

Beide Systeme stehen heute noch unter dieser Zertifizierungsnorm (ISO 9001.1994) und werden auch in beiden Fällen auf die neuen Formen der ISO 9001-2000 überarbeitet.

2.1.4.3.1. Normenserie ISO 9000, Auflage 1994

ISO 9000.1994 wurde in fünf Normen gegliedert:

- ISO 9000: Leitfaden zur Auswahl und Anwendung
- ISO 9001: Modell zur Darlegung des Qualitätsmanagementsystems in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung
- ISO 9002: Modell zur Darlegung des Qualitätsmanagementsystems in Produktion, Montage und Wartung
- ISO 9003: Modell zur Darlegung des Qualitätsmanagementsystems bei der Endprüfung
- ISO 9004: Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätssicherungssystem-Leitfadens

Die ISO 9000 selbst erläutert grundlegende Qualitätskonzepte, definiert Begriffe, gibt Hinweise bei der Wahl des gewünschten Modells und der damit verbundenen Nachweisstufe.

Die ISO 9004 enthält einen übergeordneten Leitfaden für die möglichen Elemente eines Qualitätsmanagementsystems. Die Auswahl der geeigneten Elemente und den Umfang, in dem sie übernommen werden, hängt von der gewählten Nachweisstufe (ISO 9001, ISO 9002 oder ISO 9003) ab.

Die Normen ISO 9001, ISO 9002 und ISO 9003 dienen zur Darlegung des Qualitäts-Managementsystems nach außen und werden für Zertifizierungszwecke eingesetzt. Die ISO 9001 ist hierbei die umfassendste der drei Normen, in ISO 9002 und ISO 9003 sind einzelne Anforderungselemente der ISO 9001 nicht enthalten.

Eine Übersicht über die Anforderungen der ISO 9001.1994, (die sich auch in der geänderten Struktur der Revision 2000 widerspiegelt), ist in folgender Aufzählung enthalten:

+ Verantwortung der obersten Leitung
  - Festlegen der Qualitätspolitik (Zielsetzungen und Verpflichtung zur Qualität)
  - Schaffen einer klar definierten Organisationsstruktur (inkl. Beauftragtem der obersten Leitung) und Bereitstellen der benötigten Mittel.
  - Regelmäßiges Überprüfen und Bewerten des Qualitätsmanagementsystems durch die oberste Leitung zur Sicherstellung der fortgesetzten Wirksamkeit.
+ Qualitätsmanagementsystem
  - Betreiben eines Qualitätsmanagementsystems und Erstellen eines QM Handbuches, das QM-Verfahrensanweisungen enthält oder auf solche verweist.
  - Erstellen und Befolgen von Verfahrensanweisungen (Detaillierungsgrad entsprechend dem Arbeitsinhalt und -umfang).
  - Durchführen einer Qualitätsplanung zur Festlegung, wie Qualitätsforderungen erfüllt werden, unter Ausarbeitung von QM-Plänen, Feststellung der benötigten Maßnahmen und Mittel, Sicherstellung der Verträglichkeit des Produktes über alle Lebensphasen und Planung der Aufzeichnungen.
+ Vertragsprüfung
  - Sicherstellen der Klarheit und Eindeutigkeit über alle relevanten (expliziten oder impliziten) Anforderungen an das Produkt bei Angebotslegung und Auftragsannahme.
+ Designlenkung

- Festlegen von Verfahren zur Lenkung und Verifizierung des Produktdesigns.
- Festlegen von Plänen für jede Design- und Entwicklungstätigkeit.
- Festlegen der technischen und organisatorischen Schnittstellen zwischen den Arbeitsgruppen. Dokumentieren der produktbezogenen Anforderungen, behördlicher Vorschriften.
- Dokumentieren des Designergebnisses.
- Dokumentierte Zwischen- und Endprüfungen (sowie Verifizierung) der Designergebnisse.
- Durchführen der Designvalidierung, um festzustellen, ob das Designergebnis den Anforderungen im Einsatz genügt.
- Dokumentieren und Prüfen von Designänderungen.

+ Lenkung der Dokumente und Daten
  - Erstellen von Verfahrensanweisungen zur Lenkung aller Dokumente und Daten, die Anforderungen der ISO 9001 betreffen.
  - Prüfen und Genehmigen der Dokumente und Daten vor ihrer Herausgabe, Ausschließen des Gebrauchs ungültiger / überholter Dokumente.
  - Prüfen und Genehmigen der Änderung von Dokumenten und Daten.

+ Beschaffung
  - Erstellen von Verfahrensanweisungen um sicherzustellen, dass beschaffte Produkte die Qualitätsanforderungen erfüllen.
  - Auswählen und Beurteilen geeigneter Unterlieferanten und ihrer Produkte.
  - Erstellen klar definierter Beschaffungsangaben.
  - Prüfen der beschafften Produkte beim Unterlieferanten entsprechend den Definitionen in den Beschaffungsangaben, evtl. auch durch den Endkunden.

+ Lenkung vom Kunden beigestellter Produkte
  - Erstellen entsprechender Verfahrensanweisungen für Verifizierung, Lagerung und Erhalt.

+ Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Produkten
  - Erstellen entsprechender Verfahrensanweisungen zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit von Produkten, wo zweckmäßig oder gefordert.

+ Prozesslenkung
  - Identifizieren und Planen der Prozesse, welche die Qualität direkt beeinflussen; Sicherstellen, dass diese Prozesse unter beherrschbaren Bedingungen durchgeführt werden.

+ Prüfungen
  - Erstellen von Verfahrensanweisungen für Prüftätigkeiten und zugehörige Aufzeichnungen (in QM-Plan oder Verfahrensanweisungen).
  - Festlegen der Eingangsprüfungen und Sicherstellen, dass nur entsprechend geprüfte Zulieferungen eingesetzt werden, außer eindeutig gekennzeichnet in Sonderfällen.
  - Durchführen der festgelegten Zwischenprüfungen und Zurückhalten ungeprüfter Produkte.
  - Durchführen aller Endprüfungen vor der Auslieferung.
  - Aufrechterhalten der Prüfaufzeichnungen.

+ Prüfmittelüberwachung
  - Erstellen von Verfahrensanweisungen für die Überwachung der Prüfmittel.
  - Identifizieren betroffener Prüfmittel, Kalibrieren und Festlegen des Vorgehens bei nicht zufriedenstellendem Prüfergebnis und Dokumentation der Prüfergebnisse.

+ Prüfstatus
  - Festlegen von Verfahrensanweisungen zur Identifikation des Prüfstatus (Darstellung der Prüfergebnisse) der Produkte.
+ Lenkung fehlerhafter Produkte
  - Festlegen von Verfahrensanweisungen zur Behandlung von Produkten, die festgelegte Qualitätsanforderungen nicht erfüllen.
+ Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen
  - Festlegen von Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen zur Beseitigung von tatsächlichen oder möglichen Fehlern.
  - Verfahren für Korrekturmaßnahmen müssen eine wirksame Behandlung gemeldeter Fehler, eine Fehleranalyse und die Überwachung der Maßnahmen einschließen.
  - Verfahren für Vorbeugungsmaßnahmen müssen eine Nutzung von Informationsquellen über potentielle Fehler und die Festlegung und Überwachung der Maßnahmen einschließen.
+ Handhabung, Lagerung, Verpackung, Konservierung und Versand
  - Festlegen von Verfahrensanweisungen für die betroffenen Bereiche.
+ Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen
  - Festlegen von Verfahrensanweisungen zur Kennzeichnung und Aufbewahrung von Qualitätsaufzeichnungen.
+ Interne Qualitätsaudits
  - Planen und Durchführen interner Qualitätsaudits; Aufzeichnen und Bekanntgeben der Ergebnisse.
+ Schulung
  - Sicherstellen entsprechender Schulung für Mitarbeiter, die qualitätswirksame Tätigkeiten ausführen.
+ Wartung
  - Erstellen von Verfahrensanweisungen für die Wartung, wenn gefordert.
+ Statistische Verfahren
  - Feststellen der Einsatzmöglichkeit statistischer Methoden und Festlegen der Einsatzverfahren.

2.1.4.3.2. Normenserie ISO 9000, Auflage 2000

Eine überarbeitete Normenserie, die „Revision 2000" der ISO 9000, ist zur Zeit in Kraft und zeigt tiefgreifende Änderungen in der Struktur im Vergleich mit Auflage ISO9000.1994. Die Überarbeitung einer so weit verbreiteten und vielseitigen Norm wie die ISO 9000 erfolgte mit großer Debatte (durch das TC 176 und deren Unterkommisionen).

2.1.4.3.2.1. ISO 9000.1994, Marktkritik

Bei der Überprüfung, Überholung und Weiterentwicklung haben die Qualitätsspezialisten der einzelnen ISO-Mitgliedsländer die von ihnen gelehrten Qualitätskriterien auch systematisch auf den eigenen Überholungsprozess angewandt, das heißt:

- Marktwarnehmungen der ISO 9000.1994
- Marktanforderungen, und
- Markterwartungen

systematisch studiert und dabei festgelegt, dass:

Warnehmungen der ISO 9000.1994 (des Marktes)

- bürokratisch
- förden nicht das Erreichen von Resultaten, einschliesslich Gewinnen in $$.
- erhalten einen (geordneten) Status-Quo
- sind nicht einfach zu verstehen
- sehr auf Industriebetriebe gerichtet
- für Großbetriebe vorbereitet.

Anforderungen (des Marktes)

- Effektivität in 9001 und Effizienz in 9004
- einfach zu verwenden, leicht zu begreifen, Terminologie und deutliche Sprachanwendung
- anwendbar auf alle Organisationsgrößen, und auf alle ökonomische / industrielle Zweige

Erwartungen (des Marktes)

- große Kompatibilität mit ISO 14001
- einheitliche Struktur, Prozessmanagementorientiert
- Möglichkeit des „tailoring"
- Vorbeugung und ständige Verbesserung in 9001

2.1.4.3.2.2. ISO 9000.2000, General quality management principles

Die internationale Norm EN ISO 9000:2000 ff. legt heute ihren Schwerpunkt auf einen prozessorientierten Ansatz für die Entwicklung, Verwirklichung und Verbesserung der Wirksamkeit eines Qualitätsmanagementsystems, um die Kundenzufriedenheit durch die Erfüllung der Kundenanforderungen zu erhöhen. Die generellen Qualitätsprinzipien, die sich in der Norm widerspiegeln, werden in folgender Tabelle und Abbildung dargelegt.

Abbildung 1.1 : Qualitätmanagementprinzipien
(Siehe nächste Seite)

Principle 1.	***Customer-driven organization***	Organizations depend on their customers and therefore should current and future customer needs meet customer requirements and strive to exceed customer expectations
Principle 2	***Leadership of people***	Leaders establish unity of purpose, direction, and the internal environment of the organization. They create the environment in which people can become fully involved in achieving the organization's objectives.
Principle 3	***Involvement of people***	People at all levels are the essence of an organization and their full commitment enables their abilities to be used for the organization's benefit.
Principle 4	***Process orientation***	A desired result is achieved more efficiently when related resources and activities are managed as a process.
Principle 5	***Systems approach to management***	Identifying, understanding and managing a system of interrelated processes for a given objective contributes to the effectiveness and efficiency of the organization.
Principal 6	***Continuos improvement***	Continuos improvement is a permanent objective of the organization.
Principle 7	***Factual approach to decision making***	Effective decisions are based on the logical and intuitive analysis of data and information.
Principle 8	***Mutually beneficial supplier relationships***	Mutually beneficial relationships between the organization and its supplier enhance the ability of both organizations to create value.

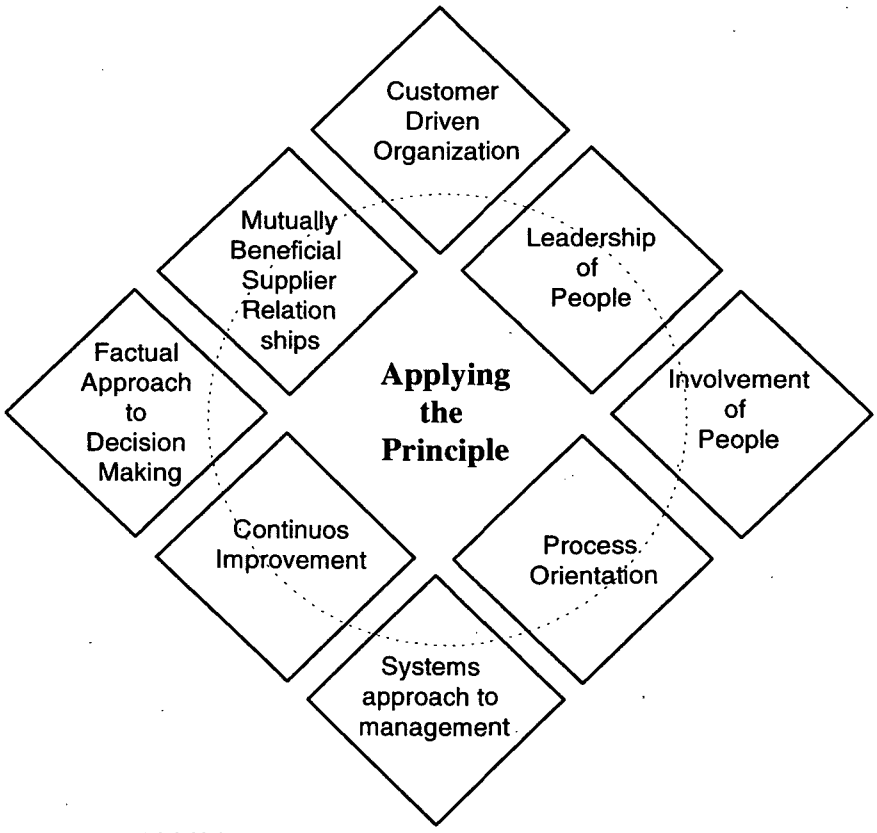


Abbildung 1.1 : Qualitätmanagementprinzipien

2.1.4 3.2.3. Prozessorientierter Ansatz

Im Gegensatz zur früheren Ausgabe ISO9000.1994, die sozusagen mehr Funktionsorientiertenaufbau zeigte, wird in dieser neuen Version ISO 9000.2000 Prozessorientierung ständig hervorgehoben. Damit eine Organisation wirksam funktionieren kann, muss sie zahlreiche miteinander verknüpfte Tätigkeiten erkennen, leiten und lenken. Eine Tätigkeit, die Ressourcen verwendet und die ausgeführt wird, um die Umwandlung von Eingaben in Ergebnisse zu ermöglichen, kann als Prozess angesehen werden. Oft bildet das Ergebnis des einen Prozesses die direkte Eingabe für den nächsten. Die Anwendung eines Systems von Prozessen in einer Organisation, gepaart mit dem Erkennen der Wechselwirkungen dieser Prozesse, sowie deren Management, kann als „prozessorientierter Ansatz" bezeichnet werden.

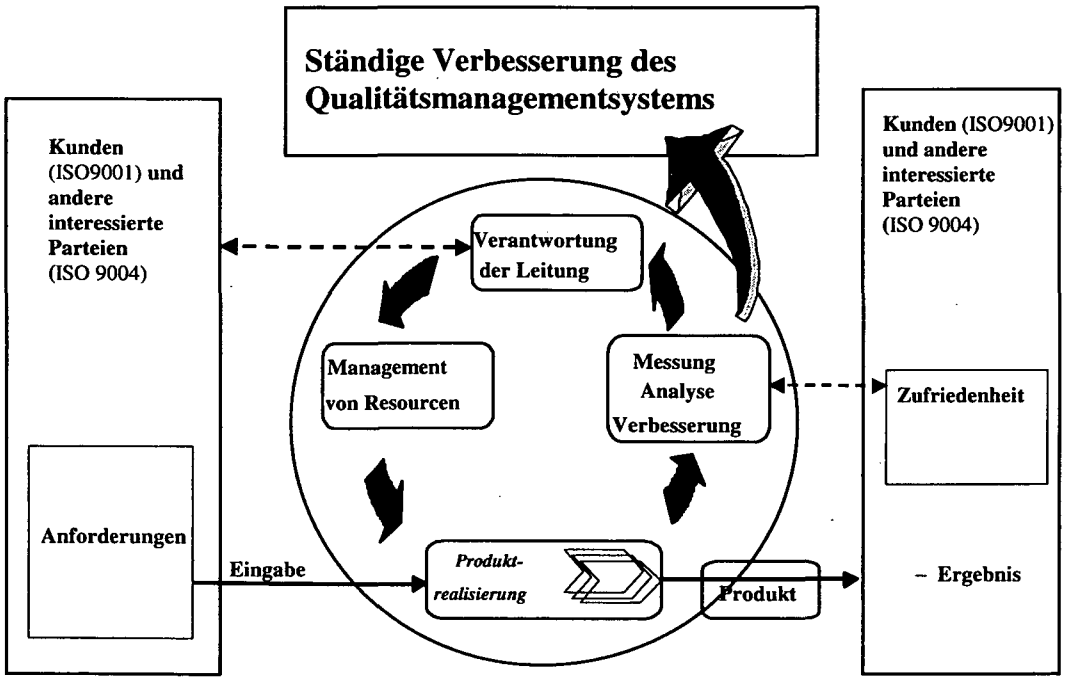


Abbildung 1.2: Prozessmodell

Ein Vorteil des prozessorientierten Ansatzes besteht in der ständigen Lenkung, die diesen Ansatz über die Verknüpfung zwischen den einzelnen Prozessen, in einem System von Prozessen sowie deren Kombination und Wechselwirkung bietet. Bei der Verwendung in einem Qualitätsmanagementsystem betont ein derartiger Ansatz die Bedeutung

- des Verstehens und der Erfüllung von Anforderungen,
- der Notwendigkeit, Prozesse aus der Sicht der Wertschöpfung zu betrachten,
- der Erzielung von Ergebnissen bezüglich Prozessleistung und –wirksamkeit und
- der ständigen Verbesserung von Prozessen auf der Grundlage objektiver Messungen.

Abbildung 1.2 Prozessmodell, umfasst alle Anforderungen dieser internationalen Norm, ohne allerdings Prozesse detailliert darzustellen. Bei diesem Modell des prozessorientierten Ansatzes kann außerdem auf alle Prozesse die als „Planen-Durchführen-Prüfen-Handeln" (Plan-Do-Check-Act) PDCA bekannte Methode angewandt werden.
PDCA läßt sich kurz wie folgt beschreiben:

- Planen: Festlegen der Ziele und Prozesse, die zum Erzielen von Ergebnissen in Übereinstimmung mit den Kundenanforderungen und den Politiken der Organisation notwendig sind
- Durchführen: Verwirklichen der Prozesse
- Prüfen: Überwachen und Messen von Prozessen und Produkten, anhand der Richtpolitiken, Ziele der Organisation und den Anforderungen an das Produkt; sowie Berichten der Ergebnisse
- Handeln: Ergreifen von Maßnahmen zur ständigen Verbesserungen der Prozessleistung.

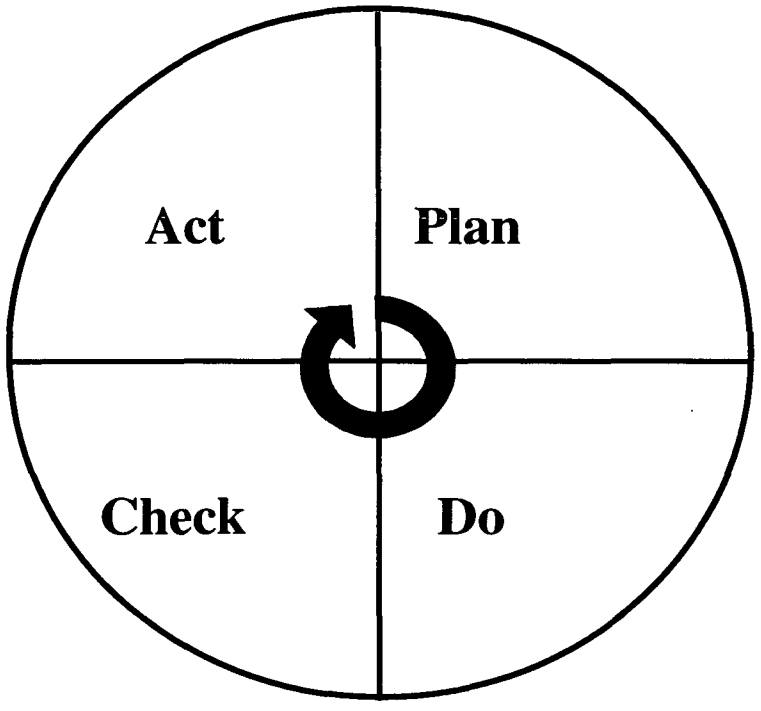


Abbildung 1.3 : PDCA – Zyklus

2.1.4.3.3. Die ISO 9000-x Normen, Leitfadenreihe

2.1.4.3.3.1. ISO 9000-3: Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001:1994, Entwicklung, Lieferung, Installierung und Wartung von Computer-Software, 1997

Wie in obigen Absätzen erwähnt, richten sich Qualitätsmanagementsysteme nach ISO 9000 Norm auf keinen spezifischen Industrie- oder Dienstleistungszweig, sondern versuchen immer, den generellen Qualitätskonzepten jeder Organisation entgegen zu kommen. Dieses generelle Konzept hat trotz dem Druck der einzelnen Industrie- oder Dienstleistungszweige fast keine Ausnahmen. Ein Fall, den die ISO Komitees speziell berücksichtigen, ist die „Entwicklung, Lieferung, Installierung und Wartung von Computersoftware".

Mit dem Fortschritt der Informationstechnologie erfolgt auch ein Wachstum der Menge von Softwareprodukten, womit ein QM für Softwareprodukte wesentlich wurde. Der Prozess der Softwareentwicklung und -wartung unterscheidet sich von dem für die meisten Arten industrieller (und Dienstleistungs) Produkte. Es liegt in der Natur der Softwareentwicklung, dass einige Tätigkeiten sich nur auf bestimmte Phasen des Entwicklungsprozesses beziehen, während andere phasenübergreifend durchgeführt werden. Der Leitfaden 9000-3 wurde daher so strukturiert, dass er diese Unterschiede wiedergibt. Er hilft gerade bei der Interpretation der ISO 9001

2.1.4 3.4. Vergleichs-Tabellen und Normenübersichts-Tabelle

2.1.4 3.4.1. Vergleich der ISO 9001.1994 und ISO 9001.2000

Bezeichnung	9001:1994	9001:2000
Anwendungsbereich	1	1
Allgemeines (Anwendungsbereich)		1.1
Anwendung (Anwendungsbereich)		1.2
Verweisungen auf andere Normen	2	2
Begriffe	3	3
Qualitätsmanagementsysteme		4
Allgemeine Anforderungen	4.1	4.2.1
Dokumentationsanforderungen		4.2
Allgemeines (Dokumentationsanforderungen)	4.2.2	4.2.1
Qualitätsmanagementhandbuch	4.2.1	4.2.2
Lenkung von Dokumenten	4.5.1-4.5.3	4.2.3
Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen	4.16	4.2.4
Verantwortung der Leitung		5
Verpflichtung der Leitung	4.1	5.1
Kundenorientierung	4.3.2	5.2
Qualitätspolitik	4.1.1	5.3
Planung		5.4
Qualitätsziele	4.1.1	5.4.1
Planung des Qualitätsmanagementsystems	4.2.3	5.4.2
Verantwortung, Befugnis und Kommunikation		5.5
Verantwortung und Befugnis	4.1.2.1	5.5.1
Beauftragter der obersten Leitung	4.1.2.3	5.5.2
Interne Kommunikation		5.5.3
Managementbewertung		5.6
Allgemeines (Managementbewertung)	4.1.3	5.6.1
Eingaben für die Bewertung		5.6.2
Ergebnisse der Bewertung		5.6.3
Management von Ressourcen		6
Bereitstellung von Ressourcen	4.1.2.2	6.1
Personelle Ressourcen		6.2
Allgemeines (Personelle Ressourcen)	4.1.2.2	6.2.1
Fähigkeit, Bewußtsein und Schulung	4.18	6.2.2
Infrastruktur	4.9	6.3
Arbeitsumgebung	4.9	6.4

Produktrealisierung		7
Planung der Produktrealisierung	4.2.3, 4.10.1	7.1
Kundenbezogene Prozesse		7.2
Ermittlung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	4.3.2, 4.4.4	7.2.1
Bewertung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	4.3.2 – 4.3.4	7.2.2
Kommunikation mit den Kunden	4.3.2	7.2.3
Entwicklung		7.3
Entwicklungsplanung	4.4.2, 4,4,3	7.3.1
Entwicklungseingaben	4.4.4	7.3.2
Entwicklungsergebnisse	4.4.5	7.3.3
Entwicklungsbewertung	4.4.6	7.3.4
Entwicklungsverifizierung	4.4.7	7.3.5
Entwicklungsvalidierung	4.4.8	7.3.6
Lenkung der Entwicklungsänderungen	4.4.9	7.3.7
Beschaffung		7.4
Beschaffungsprozess	4.6.2	7.4.1
Beschaffungsangaben	4.6.3	7.4.2
Verifizierung von beschafften Produkten	4.6.4, 4.10.2	7.4.3
Produktion und Dienstleistungserbringung		7.5
Lenkung der Produktion und der Dienstleistungserbringung	4.9, 4.15.6, 4.19	7.5.1
Validierung der Prozesse zur Produktion und zur Dienstleistungserbringung	4.9	7.5.2
Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit	4.8, 4.10.5, 4.12	7.5.3
Eigentum des Kunden	4.7	7.5.4
Produkterhaltung	4.15.2– 4.15.5	7.5.5
Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln	4.11.1, 4.11.2	7.6
Messung, Analyse und Verbesserung		8
Allgemeines (Messung, Analyse und Verbesserung)	4.10,4.20.1, 4.20.2	8.1
Überwachung und Messung		8.2
Kundenzufriedentheit		8.2.1
Internes Audit	4.17	8.2.2
Überwachung und Messung von Prozessen	4.17, 4.20.1, 4.20.2	8.2.3
Überwachung und Messung des Produkts	4.10.2–4.10.5, 4.20.1, 4.20.2	8.2.4
Lenkung fehlerhafter Produkte	4.13.1, 4.13.2	8.3
Datenanalyse	4.20.1, 4.20.2	8.4
Verbesserung		8.5
Ständige Verbesserung	4.1.3	8.5.1
Korrekturmaßnahmen	4.14.1, 4.14.2	8.5.2
Vorbeugungsmaßnahmen	4.14.1, 4.14.3	8.5.3

2.1.4 3.4.2. Vergleich der ISO 9001.2000 und ISO 14001.1996

Bezeichnung	9001	14001
Einleitung	0	-
Anwendungsbereich	1	1
Normative Verweisungen	2	2
Begriffe	3	3
Qualitätsmanagementsysteme, bzw. Forderungen an ein Umweltmanagementsystem	4	4
Allgemeine Anforderungen	4.1	4.1
Dokumentationsanforderungen Allgemeines	4.2-4.2.2	4.4.4
Lenkung der Dokumente	4.2.3	4.4.5
Lenkung von Aufzeichnungen, bzw. Aufzeichnungen	4.2.4	4.5.3
Verantwortung der Leitung	5	4.4.1
Verpflichtung der Leitung	5.1	4.2, 4.4.1
Kundenorientierung	5.2	4.3.1,4.3.2
Qualitätspolitik, bzw. Umweltpolitik	5.3	4.2
Planung	5.4	4.3
Qualitätsziele	5.4.1	4.3.3
Planung des Qualitätsmanagementsystems, bzw. Umweltmanagementprogramm(e)	5.4.2	4.3.4
Verantwortung und Befugnis	5.5-5.5.2	4.1, 4.4.1,
Interne Kommunikation	5.5.3	4.4.3
Managementbewertung, bzw. Bewertung durch die oberste Leitung	5.6-5.6.3	4.6
Management von Ressourcen	6	4.4.1
Fähigkeit, Bewußtsein und Schulung	6.2.2	4.4.2
Infrastruktur	6.3	4.4.1
Arbeitsumgebung	6.4	4.4.1
Produktrealisierung	7 – 7.2	4.4, 4.4.6
Ermittlung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	7.2.1	4.3.1,4.3.2, 4.4.6
Bewertung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	7.2.2	4.4.6,4.3.1
Kommunikation mit den Kunden	7.2.3	4.4.3
Entwicklung, ...	7.3-7.3.7	4.4.6
Beschaffung, ...	7.4-7.4.3	4.4.6
Produktion und Dienstleistungserbringung, ...	7.5-7.5.5	4.4.6
Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln	7.6	4.5.1
Messung, Analyse und Verbesserung	8	4.5
Überwachung und Messung	8.1-8.2.1, 8.2.3,8.2.4, 8.4	4.5.1

Internes Audit, bzw. Umweltmanagementsystem-Audit	8.2.2	4.5.4
Lenkung fehlerhafter Produkte	8.3	4.5.2,4.4.7
Verbesserung, bzw. Umweltpolitik	8.5	4.2
Ständige Verbesserung, bzw. Umweltmanagementprogramm(e)	8.5.1	4.3.4
Korrekturmaßnahmen	8.5.2	4.5.2
Vorbeugungsmaßnahmen	8.5.3	4.5.2

2.1.4 3.4.3. Normenübersicht (laut ÖNORM)

Die direkt und indirekt verbundenen Normen sind zahlreich und werden ständig überholt und ergänzt. Ein Überblick kann aus folgender Tabelle entnommen werden.

ÖNORM EN ISO 9000:2000	Qualitätmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
ÖNORM EN ISO 9000-3:1997	QM- und QS-Normen, QM–Darlegung, Leitfaden für die Anwendung von ÖNORM EN ISO 9001:1994 auf die Entwicklung, Lieferung, Installierung und Wartung von Computer-Software
ÖNORM EN ISO 9000-4:1993	QM- und QS-Normen Leitfaden für die Anwendung von ÖNORM EN ISO 9001 auf das Zuverlässigkeitsmanagement
ÖNORM EN ISO 9001:2000	Qualitätsmanagementsysteme Anforderungen
ÖNORM EN ISO 9004:2000	QM und Elemente eines QM-Systems Leitfaden zur Leistungsverbesserung
ISO 10005:1995	Quality management – Guidelines for quality plan
ISO 10006:1997	Quality management – Guidelines to quality in project management
ÖNORM EN ISO 10007:1996	QM – Leitfaden für Konfigurationsmanagement
ÖNORM EN ISO 10011-1:1990	Leitfaden für das Audit v. QS Systemen Teil 1: Auditdurchführung
ÖNORM EN ISO 10011-2:1991	Leitfaden für das Audit v. QS Systemen Teil 2: Qualifikationskriterien für Qualitätsauditoren
ÖNORM EN ISO 10011-3:2001	Leitfaden für das Audit v. QS Systemen Teil 3: Mangement v. Auditprogrammen
ISO 10012-1:1992	Quality assurance requirements for measuring equipment – Metrological confirmation system for measuring equipment (Bestätigungssystem für Messmittel)
ISO 10012-2:1997	Quality assurance requirements for measuring equipment – Guidelines for control of measurement of processes
ÖN EN ISO 10013:1995	Qualitätsmanagementhandbuch
ISO/TR 10014:1998	Guidelines for managing the economics of quality
ISO 10015:1999	Quality management – Guidelines for training

ISO 10017:1999	Guidelines for interpretation of ISO 9000 serie within the iron ore industry
ÖN EN ISO/CD 14000	Umweltmanagementsysteme-Allgemeine Richtlinien für Prinzipien, Systeme und unterstützende Techniken
ÖN EN ISO/CD14001:1996	Umweltmanagementsysteme Anforderungen und Anwendungsrichtlinien
ÖN EN ISO/DIS 15195:2000	Clinical laboratory medicine – Requirements for reference measurement laboratories
ISO/TS 16949:2002	Quality systems – Automotive suppliers – Particular requirements for the application of ISO 9001:2000
ÖN EN 17025:2000	Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien
ÖNORM EN ISO/DIS 19011:2001	Leitfaden für Audits von QM- und/oder Umweltmanagementsystemen
ÖN EN 45002:1990	Allgemeine Kriterien zum Begutachten von Prüflaboratorien
ÖN EN 45003:1995	Allgemeine Kriterien für Stellen, die Prüflaboratorien akkreditieren
ÖN EN 45004:	Allgemeine Kriterien, für den Betrieb von Stellen, die Inspektionen durchführen
ÖN EN 45011:1998	Allgemeine Kriterien für Stellen, die Produkte zertifizieren
ÖN EN 45012:1998	Allgemeine Kriterien für Stellen, die QS-Systeme zertifizieren
ÖN EN 45013:1989	Allgemeine Kriterien für Stellen, die Personal zertifizieren
ÖN EN 45014:1998	Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen von Anbietern
ÖN EN 46002:1996	Besondere Anforderungen für die Anwendung von EN 29001 bzw. 29002
ÖN M 1330:1991	Grundbegriffe der Messtechnik
ÖN M 1340:2001	Prüfmittelüberwachung

2.2. Schlussfolgerungen

Wie in obigen Absätzen erläutert, richten sich Qualitätsmanagementsysteme nach ISO 9000 Norm nicht auf einen spezifischen Industrie- oder Dienstleistungszweig, sondern versuchen immer, den generellen Qualitätskonzepten jeder Organisation entgegen zu kommen. Die Anwendung der einzelnen Anforderungskriterien auf Großindustrieunternemen, KMB (klein- und mittlere Betriebe) oder Dienstleistungsorganisationen ist immer ein kreativer Prozess.

Im Fall der in dieser Arbeit angewandten Grundentwicklung (FI-UNLZ Buenos Aires Qualitätssystem für Universitäre Lehre der Ingenieurswissenschaften) war diese generelle Ausage natürlich auch präsent, und mit spezifisch zu überwindenden Schwierigkeiten und Konzeptentwicklungen verbunden (siehe Ab. 3.).

Die Entwicklung dieser Dissertationsarbeit ist nicht im leeren Raum entstanden,

sondern als ein Prozess innerhalb eines Prozesses. Wir beziehen uns dabei auf den breiten Prozess der Anpassung / Weiterentwicklung der Qualitätsnormen an den „letzten Stand der Technik" und die zu gegebener Zeit als „normal" beurteilten „Anforderungskriterien". Normung entsteht als „Konsens" und steht aus diesem Grund ein paar Schritte vor der „Normalorganisationssituation" (im Sinne einer Gaus-Verteilung) und ein paar Schritte hinter den letzten, führenden Erfahrungen.

Als Prozess bei der „Lehre der Ingenieurswisenschaften", verteidigte der Autor dieser Arbeit schon am Anfang im FI-UNLZ Qualitätssystem den „Kenntnisintegrations-Prozess" im Gegensatz zu einem „tradierten Kenntnisübertraguns-Prozess" und einer stark „funktionsorientierten Aufteilung". Der Gedanke einer Schritt für Schritt Organisations-evolution und einer ständigen Verbesserungsstrategie hat die hitzigen Debatten auf die Verwirklichhung konkreter Schritte gelenkt.

In folgenden Kapiteln und Abschnitten wird das Konzept einer „Prozess-orientierung bei der Gestaltung einer Lern- und Lehrumgebung" systematisch bearbeitet und ein explizites „Kenntnisintegrations und Evolutionsverfahren" für die Steuerung und systematische Beurteilung der abschließenden Phasen der wissenschaftlichen Inge-nieurausbildung als Beitrag zur Anwendung des PDCA-Kreises auf die beschriebene Problematik dargestellt.

3. Qualitätsmodell der Lehre im Bereich der Ingenieurwissenschaften

3.1 Einordnung – Rahmenbedingungen

Die Universität als Forschungs- und Ausbildungsorganisation in der höchsten Kenntnisstufe hat eine jahrhundertlange Entwicklung, in der tradierte Verfahren mit neuen Ideen sich ständig verknüpft und verbunden haben. Die Akademie in antiken Griechischeland bzw. Alexandrias Wissenschaftsorganisation sind in diesen Sinne als die ersten systematischen Hochausbildungskeime zu sehen. Bei dieser jahrtausendlangen Entwiklung hat sich die Universitätsorganisation sicher in sehr vielen Aspekten ständig gewandelt; die Suche nach Exzellenz bleibt jedoch sicher eines der Hauptmerkmale dieses Prozesses.

Technische Fakultäten entstanden erst später. Die ersten werden im Rahmen der Modernität, um wissenschaftliche Entwicklung und Kenntnisanwendungen systematisch zu fördern und somit den neuen Gesellschaftsbedürfnissen entgegenzukommen, gegründet.

Auf Grund ihrer eigenen Natur haben die Universitäten als unverzichtbares Ziel die akademische und wissenschaftliche Perfektion, sowie die Kenntnisübermittlung. Dieser Horizont zwingt sie zu einer permanenten Verbesserung der Dienste, die sie für die Gesellschaft leisten, und macht sie zu einem Bezugspunkt, um die Qualität der übrigen Niveaus des Erziehungssystems und der Kulturförderung eines Landes zu definieren. Das heißt, dass die ständige Qualitätsverbesserung und wissenschaftlich akademische Effizienz eine wichtige Herausforderung ist, der alle universitären Anstalten in den nächsten Jahren weiter gerecht werden müssen.

Da die Gesellschaft vom Hochschulsystem Resultate erwartet, die sie zufrieden stellen, ist es notwendig, diesen Anforderungen durch zweckmässige Organisationsverfahren entgegen zu kommen, wobei die Qualität aller Aktivitäten ein Grundelement für den Erfolg sein soll.

Allgemein gesprochen, erkennt man deutlich in den letzten drei Jahrzehnten weltweit ein ungeheures quantitatives Wachstum, sowohl der Anzahl an Studenten, als auch des von den Universitäten angebotenen spezialisierten Lernprograms. Es existiert heute jedoch die Überzeugung, dass die Universitätssysteme sich diesem quantitativen Wachstum mit Qualitätsmassnahmen in der Erfüllung ihrer Ziele und der integralen und rationellen Nutzung ihrer Materiale, sowie auch in den eingesetzten menschlichen Ressourcen, systematisch anpassen müssen.

Qualität in der Lehre kommt nicht von selbst, sondern sie muss gebildet, gesichert und kontinuierlich auch weiterhin verbessert werden.

Die Frage der Qualität und der Qualitätssteuerung des Universitätssystems wird von verschiedenen Gesichspunkten und Bearbeitungseinstellungen angegangen und kann an folgenden drei Auffassungskriterien deutlich wahrgenommen werden:

- Qualität und Akkreditierung laut nationalen Universitätsgesetzen.
- Qualität und Qualitätssicherungssysteme, laut internationaler Qualitätsnorm ISO 9000.
- Qualität und Exzellenz-Förderung, laut etablierten nationalen Förderungspreisen.

Diese drei Auffassungen gehen von verschiedenen Grundbearbeitungseinstellungen aus und verknüpfen sich schliesslich immer mehr in Form und Verfahren. In den folgenden Absätzen werden die drei Bearbeitungsauffassungen erläutert, und es wird speziell auf Qualität und Qualitätssicherungssystemsteuerung bei Organisationen für die Lehre der Ingenieurwissenschaften laut internaltionaler Qualitätsnorm ISO 9000 eingegangen.

3.2 Qualität in der Universitären Lehre, Grundbearbeitungseinstellungen
3.2.1 Qualität und Akkreditierung, laut nationalen Universitätsgesetzen.

Die Evaluierung und systematische Bewertung der Verfahren jeder Universitätsorganisation, der erreichten Resultate und der Qualität der geleisteten Ausbildung wird seit mehreren Jahren zur Anforderung, die der größte Teil der Länder mit einem integrierten Universitätssystem anstrebt. In diesem weiten Kontext von Anforderungen entwickelt sich in der letzten Zeit immer stärker in der Gemeinschaft von Forschern und leitenden Akademikern eine spezifische Anzahl von Strategien und institutionellen Organisationsverfahren, um das Niveau der Qualität in der institutionellen Leistung der Universität zu bewerten.

Die Qualitätsbewertung wird aus der Sicht der Akkreditierung aus folgenden zwei Hauptgründen gefördert:

- Einerseits fördert die zentrale Staatsverwaltung einheitliche Qualitätskriterien, die das nationale Hochschulsystem trotz autonomer Verwaltung weiterentwickeln und vor der Gesellschaft den effizienten Gebrauch der übergebenen Ressourcen rechtfertigen. Universitäten verleihen auch Diplome, die im Rahmen einer gesetzlich geregelten Gesellschaft Rechte auf die Ausübung von professionellen Tätigkeiten beinhalten. Nicht nur Schulungsprogramme werden zentral überprüft, sondern es ist auch eine Tendenz zum Vergleich und der Bewertung des Universitätssystems als ein Ganzes zu erkennen.
- Andererseits sucht man im dem Trend der Globalisierung, der Länderintegration und der immer stärkeren Mobilität der Fachkräfte nicht nur nationale Bewertungskriterien, sondern auch international vereinbarte Verfahren, um Universitätssysteme, Ausbildung und Titel auf vergleichbarer Basis beurteilen zu können.

Diese Problematik ist auf Grund einer sehr breiten internationalen Dokumentation mit wissenschaftlichen Einschätzungen und Verfahren, die beim Bewertungsprozess des universitären und Hochschulunterrichts in der ganzen Welt angewendet werden, zu erkennen. Als Beispiel seien folgende Dokumente erwähnt, in denen man deutlich die weltweite Bedeutung der Frage und die dominierenden Tendenzen und neuen Paradigmen erkennen kann.

Dokument	Ort	Jahr
Para la evaluacion de la calidad de la enseñanza Superior, Proyecto Europeo. Parlamento de la comunidad Economica Europea	Europa Union	1995
Secretaria General, Consejo de Universidades, Ministerio de Educacion	Spanien	1995
Documentos del Programa Columbus sobre Gestion Universitaria, Convenio UNESCO- Consejo de Rectores Europeos	UNESCO	1996
Student Outcomes Information Service, National Center for Higher Education Management System	New Zealand	1996
Quality Education Program Executive Group. Determinacion de la calidad de la educacion superior	Lancaster United Kingdom	1994

Recomendaciones para la adopcion de procesos de Autoevaluacion. CONEAU (Nationale Kommision für Bewertung und Universitätsakkreditierung)	Argentinien	1997

Ähnliche Dokumente und Stellungsnahmen kann man in fast allen Ländern mit einem integrierten Universitätssystem erkennen. Im allgemeinen, wenn die Bewertungsverfahren im Innern der eigenen Universität gegeben sind und mit autonomen Kriterien organisiert werden, spricht man von einem „Selbstevaluierungsverfahren"; wenn hingegen externe Beurteiler tätig sind, nennt man die angewendeten Verfahren direkt „Evaluation"

3.2.1.1 Juristischer Rahmen

Der Juristische Rahmen für die Qualitätsakkreditierung hat in den einzelnen Ländern seine Eigentümlichkeiten, enspricht aber im Grunde derselben Problemstellung. Als Beispiel wird die gesetzliche Regelung bei der Bewertung des Universitätssystems in Argentinien zitiert. Nationale argentinische Universitäten haben, wie es in Europa auch üblich ist, eine autonome Organisation, deren Leitungen demokratisch von der Universitätsgemeinschaft gewählt werden. Qualitätsakkreditierung ist im Paragraphen 44 des Gesetzes 24521 (Hochschulgesetz) vorgesehen, wo festgehalten ist: *„die Universitätsinstitutionen haben das Funktionieren der inneren Instanzen der institutionellen Bewertung zu sichern, die den Zweck haben, die Ergebnisse und Schwierigkeiten in der Erfüllung ihrer Funktionen zu analysieren, sowie auch die Massnahmen für ihre Verbesserung vorzuschlagen. Die Selbstbewertungen werden vervollständigt durch externe Bewertungen, die mindestens alle 6 Jahre durchgeführt werden müssen und im Rahmen der von jeder Institution festgelegten Ziele stehen. Bewertungen beinhaltet die Funktionen des Unterrichts, der Forschung und der Weiterbildung, und im Falle der nationalen Universitätsinstitutionen auch das organisatorische Management. Mit der externen Bewertung wird die Nationale Kommision für „Bewertung und Universitätsakkreditierung (CONEAU) betraut, oder private Einheiten, die zu diesem Zweck gebildet werden. In beiden Fällen muss die Teilnahme von akademisch anerkannter Kompetenz gesichert sein. Die Empfehlungen für die institutionelle Verbesserung, die aus der Bewertung hervorgehen, haben öffentlichen Charakter."*

Wie man sieht, ist die Selbstbewertung und die externe Bewertung des Systems durch das Gesetz eindeutig als obligat festgelegt.

Der von der „Argentinischen Nationalen Kommision für Bewertung und Universitätsakkreditierung" CONEAU geleitete Prozess ist zur Zeit in vollem Gange. Hierbei werden in der ersten Phase die Prioritäten auf die Fakultäten gelegt, deren Ausbildungsziel und Diplomabgabe sich auf Wissensgebiete und professionelle Tätikeiten beziehen, die eine „direkte Auswirkung auf das Leben und den Besitz der Einwohner haben". Das enspricht zum Beispiel der medizinischen Ausbildung, und im Falle der Ingenieurswissenschaften einigen Teilbereichen, bei denen die FI-UNLZ mit der Richtlinien „Mechanik" betroffen wird.

3.2.2 Qualität und Qualitätssicherungssysteme, laut internaltionaler Qualitätsnorm ISO 9000.

Anfang der Neunziger Jahre publizierte Prof. P.H. Osanna von der TU in Wien seine Meinung, wie die ISO 9000 Norm für die Steuerung und Bewertung der Qualität des Unterrichts an einer Universität genutzt werden kann. Aus diesen Dokumenten zitieren wir: *Der wichtigste Faktor bei der Beurteilung der Produktivität der Organisation ist die Qualität ihrer Produkte bzw. der von ihr geleisteten Dienstleistungen. Diese Schlussfolgerung bezieht sich ebenfalls auf die Organisationen, die Träger der Bildung sind (es bedeutet Schulen, für uns die Universitäten). Um die Problematik besser verstehen zu können, werden wir die Grundbegriffe definieren: die Universitäten können für die Produzenten der Absolventen gehalten werde wobei das Bildungsniveau der Absolventen der Qualität von Produkten der Schule entspricht. Die Universitäten können aber ebenfalls für die Bildungsdiensterbringer (Unterricht) gehalten werden, weil die Schulen den Studenten Kenntnisse vermitteln und diese Kenntnisse werden von den Studenten (Kunden) während des Bildungsprozesses an der Schule erworben (siehe Abbildungen 3.1 bzw. 3.2)*

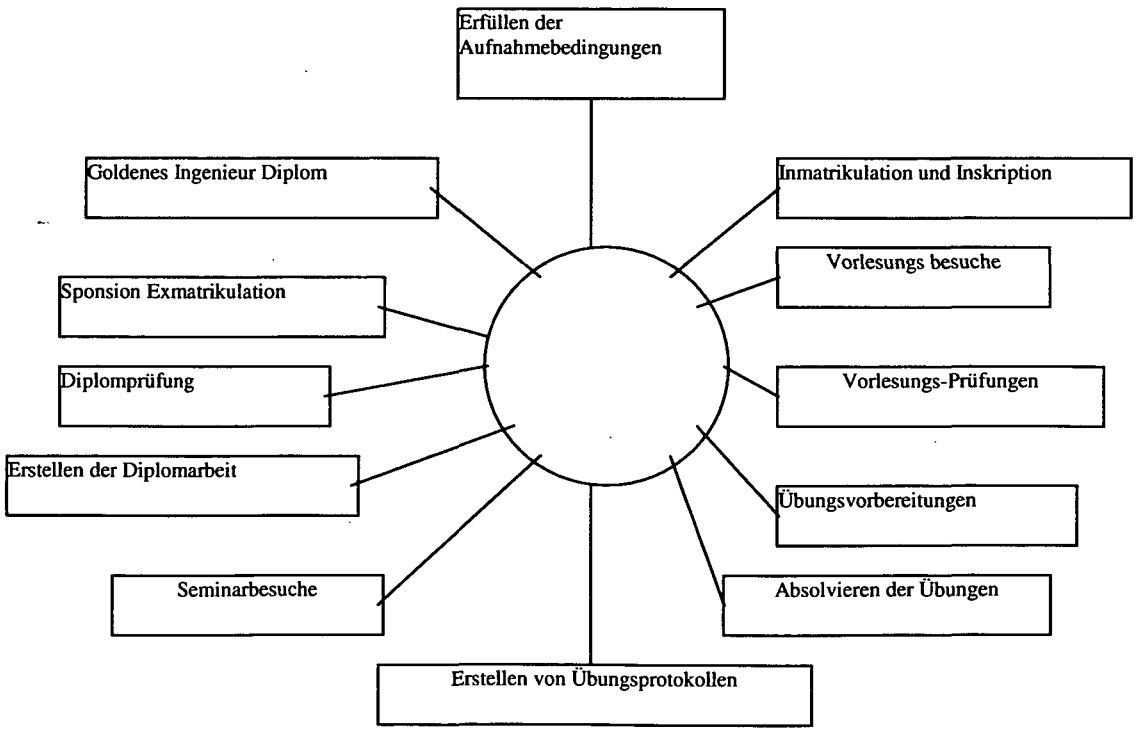
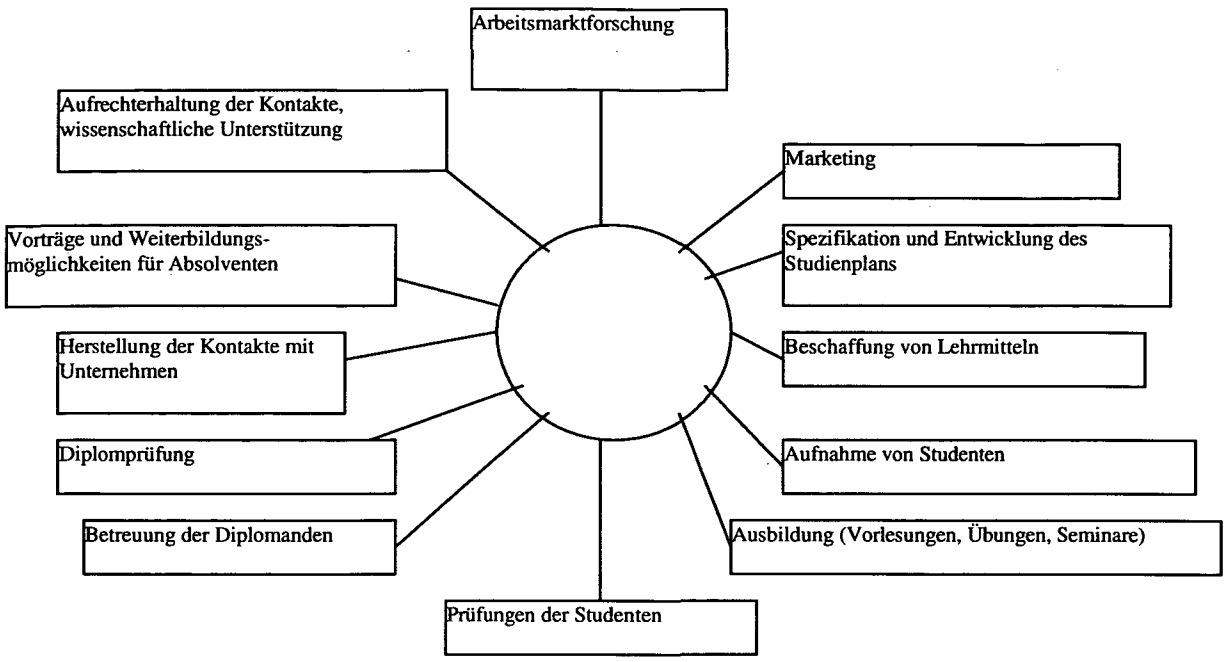


Abbildung 3.1 Qualitätkreis aus der Betrachtungsweise „Student = Produkt"



Abildung 3.2 Qualitätskreis aus der Betrachtungsweise „Ausbildung = Dienstleistung"

Wie in späteren Absätzen mit Beispielen und Zahlen genauer erläutert, gehören diese Begriffe heute in sehr weiten Kreisen zu anerkannten Konzepten und haben sich in den letzten Jahren exponential verbreitet. Am Anfang stießen sie auf harte Kritik und Skepsis.

Noch heute, wo sich das Qualitätsparadigma überall durchsetzt, hört man noch Kritik auf den „Stempel der Qualität". In den frühen Neunzigerjahren war eine gewaltige Überzeugungskraft einzusetzen, da:

- einerseits die ISO 9000 Nomenklatur nicht nur den Lehrbeauftragten fremd war, sondern öfters schockierend wirkte. Worte wie „Kunde" bei öffentlichem akademischem Schulungssystem stießen bei vielen Professoren auf starken Widerstand.
- andererseits waren die ersten Verfassungen der ISO 9000 stark auf Industriebetriebe zugeschnitten und erst in der letzten Ausgaben empfinden sich Diestleistungsorganisationen besser widergespiegelt.

In den Debatten wurden Meinungen mit Skepsis und harter Kritik geäußert. Diese skeptischen Einstellungen sind sehr wenig in Dokumenten festgelegt worden. Als eines der wenigen schriftliches Beispiel in diesem sinne zitieren wir den Einleitungsabsatz der Arbeit „Thesen zur Evaluation universitärer Lehre – Werner Strangl 1996"[56]:> *„ISO 9000 oder gar ISO 9000 ff, EFQM, 2Q, TQMS, TQM, Quality Management, Qualitätszirkel und was es noch an Kürzeln, Schlagwörtern und Worthülsen (vgl. Blackboard 1996) für Normen gibt, die bekanntlich ihren Ursprung in der britischen Norm BS 5750 und damit in der Versorgung des Militärs haben, und erst später für stärkere Außenkontrolle von Produktionsabläufen und Erhöhung des Outputs sensu cash auch von der Wirtschaft übernommen wurden, sind für universitäre Lehre a priori kontraproduktiv".*

Viel Wasser ist in diesen Jahren unter den Brücken durchgeflossen. Nach Auffassung und Erinnerung des Autors war die damalige Debatte auch sehr stark von emotionellen Faktoren beeinflusst, die einer rationellen Analyse erst langsam Platz machten. Die Verbreitung von Qualitätskonzepten und die Anwendung der ISO 9000 Normen auch für die Qualitätssicherungssysteme der universitären Lehre setzt sich immer stärker weltweit durch. Während des Prozesses der Erarbeitung des Qualitätssicherungssystems laut ISO 9000 Norm auf die konkrete Organisation der Ingenieursfakultät UNLZ, verteidigte der Autor immer das Kriterium, dass dieses Werkzeug speziell kreativ in „Ingenieurs-fakultäten" engesetzt werden soll, denn sie lehren diese Thematik; lehren in eigener Überzeugung, dass diese Kriterien in allen Organisationen nützlich sind, und müssen, um kohärent mit dem erteilten Lehrmaterial zu beiben, auch dieselben Kriterien anwenden.

3.2.2.1 Historische Entwicklung der Qualitätssicherungssystem-Konzepte (laut ISO 9000) an Organisationen für die Lehre der Ingenieurwissenschaften.

Pionier auf diesem Gebiet war in kontinentalen Europa sicher die Abteilung AuM der TU-Wien. Sie erkannte von Anfang an, wie das Qualitätskonzept von „Genauigkeits-messsungen" auf „Kundenzufriedenheit" wandern würde, und startete die rationelle Analyse, wie der „Kunde", in einer „mehrdimensionalen Auffassung", auf dem Universitätsausbildungssektor zu erkennen ist.

3.2.2.1.1 Quantitative Analyse, Internationale Zahlen

Wenige andere Fälle, die sich aktiv mit der Problematik der Qualitätssicherung laut ISO 9000 auf dem Universitätssektor beschäftigten, konnten wir in der Mitte der Neunzigerjahre (1995-1996) nach gründlicher Suche im damaligen Internet-Bereich nur in Großbritanien und Australien finden. Aus dieser Zeit stammen die Dokumente:

- ISO 9000 Quality System Standards applied to Australian Universities, in denen eine Gruppe Studenten der MBA (international Business) Course der University of Western Sydney Macarthur, Australia ein Forschungsprojekt in der Richtung ankündigte.

und

- Quality Assurance in Education BS 5750 parts I and II / ISO 9000, der University of Wolverhampton

In den letzten Jahren ist die im Internet zur verfügung stehende Literatur so exponentiell gewachsen, dass es praktisch unmöglich ist sie genau zu überschauen. Praktisch jede Technische Universität und Hochschule beschäftigt sich aktiv mit der Qualitätslehre und ein immer größerer Teil baut für die eigene Organisation ein Qualitätssicherungssystem auf.

Die Verbreitung und das Interesse, das die Thematik in den letzten Jahren weltweit erreicht hat, kann mit folgenden Richtzahlen indirekt dargelegt werden. In folgender Tabelle geben wir die Zahl der Dokumente an, die heute über dieses Thema im Internet stehen.

Sprache => Angenommener Weltbereich	Internet- Suchbegriffe	Zahl Dokumente November 2002 (letzte 12 Monate)
Deutsch	Qualität + Sicherung + Universität + Lehre	8140
Deutsch	Qualität + Sicherung + Universität + Lehre + ISO	810
Spanisch	Calidad + Aseguramiento + Enseñanza + Universitaria	2720
Spanisch	Calidad + Aseguramiento + enseñanza + Universitaria + ISO	610
Englisch	Quality + Assurance + Higher + Education	361000
Englisch	Quality + Assurance + Higher + Education + ISO	18800

Es ist uns bewusst, dass die Zahlen nur als Richwerte verstanden werden können, um das exponentielle Interessenwachstum der Problematik auf dem internationalen akademischen Sektor darzulegen,. Eine genauere quantitative Filterung und Analyse ist nicht einfach. Erstens ist es sehr kompliziert, ohne eine einzelne Lektüre jedes Dokuments zu wissen, ob die in ihm beschriebenen Erfahrungen sich spezifisch auf die Anwendung von Qualitätssicherungskonzepten auf die Universitätsorganisation beziehen, oder nur Dienstleistungen, die die Universität für die Thematik leistet, beschreiben. Zweitens ist das sprachliche Abgrenzungskriterium, um einen geographische Länderbereich anzudeuten, nicht genau massgebend für das Land, in dem das Dokument verfasst wurde, da bekanntlich Akademiker ihre technischen Arbeiten weltweit in Englisch publizieren.

Auf jeden Fall zeigen die Zahlen, dass sich die Problematik international sehr schnell durchsetzt und die Lösungskriterien immer stärker übernommen werden.

3.2.2.1.2 Entwicklung in Argentinien

Die konkrete Fallbeschreibung der „Ingenieursfakultät Lomas de Zamora", auf die sich die Erfahrungen dieser Arbeit größtenteils stützen, werden in den nächsten Absätzen kurz beschrieben. Dies war die erste Fakultät Argentiniens (und Südamerikas), die für ihren Ingenieurausbildungsprozess ein Qualitätssicherungssystem nach ISO 9000 aufbaute und mit einer international anerkannten Überprüfungsfirma zertifizierte.

Auch andere Universitäten und Hochschulen Argentiniens arbeiten seit einigen Jahren in dieser Richtung. Konkrete Zertifizierungen hat es in den letzten zwei Jahren nach bekannten öffentlichen Dokumentationen auch bei einer technischen Mittelschule und in einem Teilbereich (Abteilung) einer privaten technischen Fakultät gegeben.

Der lokale Einfluss von Qualitätssicherungskonzepten auf Lehrorganisationen wird nicht nur von diesen konkreten Beispielen dargestellt, sondern auch durch ein spezielles Dokument des IRAM (Argentiniens Nationales Rationalisierungsinstitut für Normung)[28]. IRAM ist in Argentinien das staatlich zuständige Institut für Normung. Dieses Institut gründete eine Kommision von Experten mit der Aufgabe, ein Dokument auszuarbeiten, um das Verständnis der ISO 9000 bei Lehrorganisationen zu verbessern

und den Einsatz von Qualitätssicherungssystemen im Ausbildungssektor zu fördern. Das verfasste Material soll als Stützpunkt bei weiteren Erfahrungen dienen.

Ein anderes Kennzeichen des Einflusses von Qualitätssicherungskonzepten auf Lehrorganisationen ist die Teilnahme am Nationalen-Qualitätspreis. In der Kategorie „öffentliche Organisationen", wurde bei drei Gelegenheiten der Preis an drei verschiedene technische Fakultäten verliehen.

3.2.3 Qualität und Exzellenz-Förderung: laut etablierten nationalen Förderungspreisen.

Staatliche und nichtstaatliche Organisationen der einzelnen Länder erkennen immer mehr den positiven Effekt, den eine moderne Qualitätskultur im starken Wettbewerb des „Globalen Dorfes" bedeutet und die Auswirkungen auf die Wirtschaft in erster Linie und auf die Gesellschaft als Ganze zulässt. In diesem Sinne entstanden zuerst in den entwickelten und später in den in Entwicklung begriffenen Ländern, Förderungspreise, die in Hinblick auf Qualität führende Organisationen als Anerkennung erteilt werden. Als konkrete Beispiele können wir den „Marcolm Baldrige National Quality Award"in den USA, und den „European Quality Award" nennen. Auch Argentinien hat seinen nationalen Qualitätspreis, der in Kategorien gestuft ist. Die Teilnahme am Evaluierungsprozess ist freiwillig. Unter den Kategorien sind zum Beispiel die Branche KMB (kleine und mittleren Betrieben) und „Öffentliche Organisationen" zu nennen.

In den letzten Jahren, in denen immer mehr in den Vordergrund tritt, was Ausbildung in einer „Wissensgesellschaft" bedeutet, verbreiten sich auch Qualitäts- und Exzellenzpreise, speziell für Organisationen, die sich mit Lern- und Lehrproblematiken beschäftigen. Beispiel und Führungskraft in dieser Richtung ist die in den USA entstandene Auszeichnung, die sich unter derselben Philosophie des „Marcolm Baldrige National Quality Award" für die spezifische Sparte „Education Criteria for Performance Excelence" entwickelte. Die Ausschreibungsdokumentation und Evaluierungsverfahren werden sicher von anderen Organisationen in der Welt als wichtige Referenz verfolgt werden, denn sie spiegeln die neuen Paradigmen, die sich auf dem Sektor ausbreiten, wider.

3.2.3.1 Qualität und Exzellenz - der „Malcolm Baldrige Award" für „Education Organisations"

Wie oben erwähnt, ist der „Malcolm Baldrige National Quality Award", die Auszeichnung, mit der in den USA, Qualität und Exzellenz gefördert wird. Unter der Leitung des „National Institute of Standards and Technology (NIST) und der „American Society for Quality (ASQ)" beteiligen sich seit mehreren Jahren Konzerne, Kleinbetriebe und andere Organisationen in den einzelnen Kategorien. Der Modellablauf des „Malcolm Baldrige-National Qualitätspreises" wurde in vielen Ländern (auch Argentinien), als Referenzmodell für den Entwurf von deren „National Qualitätspreisen", eingesetzt.

In den letzten Jahren erkennt das „Marcolm Baldrige Kommitee", das ständig anwachsende Bedürfnis der Förderung von Qualität und Exzellenz in der Lehre[35], und erarbeitete in diesem Sinne die „Education criteria for performance excellence goals", mit denen „education organisations to pursue performance, excellence and maintain a leadership position in their communities" ausgezeichnet werden. Im folgenden Absatz geben wir eine Zusammenfassung (ausgewählte Sätze), der in den Preisdokumenten angegebenen Lernkriterien bzw. Exzellenzziele.

3.2.3.1.1 Education Criteria 2000: core value, concepts, and frameworks

- Education criteria for performance excellence goals: The criteria are designed to help organizations enhance their educational performance through focus on dual, results-oriented goals
  - delivery ever-improving value to students and other stakeholders, contributing to improved education quality; and
  - improvement of overall organizational effectiveness and capabilities as educational organization.

- Core values and concepts: The Education Criteria are built upon a set of Cores Values and Concept. These values and concept are the foundation for integrating key requirements within a results-oriented framework.
  - Visionary leadership:An organization's senior leaders need to set direction and create a student-focused, learning-oriented climate, clear and visible directions, and high expectations. The directions, values, and expectations should balance the needs of all your stakeholders. Your leaders need to take part in the development of strategies, systems, and methods for achieving excellence in education, stimulating innovation, and building knowledge and capabilities. The values and the strategies should help guide all activities and decisions of your organization. Senior leaders should inspire and motivate the entire faculty and staff and should encourage involvement, development and learning, innovation, and creativity by all faculty and staff.
  - Learning- centered education: Learning-centered educations place the focus of education on learning and the real needs of students. Such needs derive from the requirements of the marketplace and the responsibilities of citizenship. Changes in technology and in the national world economies are creating increasing demands of employees to become knowledge workers and problem solvers, keeping pace with the rapid changes in the marketplace. Most analysts conclude that organizations of all types need to focus more on student's active learning and the development of problem-solving skills. Education organizations exist primarily to develop the fullest potential of all students, affording then opportunities to pursue a variety of avenues to success. A learning-centered organization needs to fully understand and translate marketplace and citizenship requirements into appropiate curricula and developmental experiences. Education offerings need to built around learning effectiveness. Teaching effectiveness needs to stress promotion of learning and archivement. Key characteristics of learning-centered education are:
    - Setting high developmental expectations and standards for all students;
    - Understanding that students may learn in different ways and at different rate. Also, student learning rates and styles may differ over time and vary depending upon subject matter. Learning may be influenced by support, guidance, and climate factors, including factors that contribute to or impede learning. Also, the organization need to develope actionable information on individual students that bear upon their learning;
    - Providing a primary emphasis on active learning. This may require the use of a wide range of techniques, materials, and experiences to engage student's interest. Techniques, materials, and experiences may be drawn from external sources such as business, community services, or social service organizations;

- Using formative assessment to measure learning early in the learning process and to tailor learning experiences to individual needs and learning styles;
- Using summative assessment to measure progress against key, relevant external standards and norms regarding what students should know and be able to do;
- Assist students and families to use self-assessment to chart progress and to clarify goals and gaps; and
- Focusing on key transitions such as school-to-school and school-to-work.

- Organizational and personal learning: Achieving the highest levels of perfomance requires a well-executed approach to organisational and personal learning. Organisational and personal learning is a goal of visionary leaders. Education and training program may benefit from advanced technology, such as computer-based learning and satellite brodcasts.
- Valuing Faculty, Staff, and Partner: An organisation's success depends increasingly on the knowledge, skills, innovative creativity, and motivation of its faculty, staff and partner. Increasingly, participation is becoming more student-focused and more multi-diciplinary.
- Agility: An increasingly important mesasure of your organisational effectiveness is a faster and more flexible response to the needs of your students and stakeholders.
- Focus on the Future: Pursuit of education improvement requires a strong future orientation and willingness to make long-term commitments to students and to all stakeholder – communities, employers, faculty and staff. Your organisation should anticipate many types of changes in your strategic planing effort, including changes in education requirements, instructional approaches, resource availability, technology, and demographics.
- Managing for Innovation: Innovation is making meaningful change to improve an organisation's service and processes and create new value for the organisation's stakeholders.
- Management by Fact: Organisations depend upon the measurement and analysis of performance. Data and analysis support a variety of purposes, such as planing, reviewing your overall performance, improving operations, and comparing your performance with comparable organisations or with „best practices" benchmarks.
- Public Responsibility and Citizenship: An organisation's leadship needs to stress the importance of the institution serving as a role model in its operations.
- Focus on the Results and Creating Value: An organisation's performance measurement needs to focus on key results. The use of a balanced composite of leading and lagging performance measures offers an effective means to communicate short- and longer term priorities, to monitor actual performance, and to provide a focus for improving results.

3.2.3.1.2 Education Criteria 2000: Item List from Scoring System.

- Leadership: This Category examines how your organization's senior leaders address organizational values and performance expectations, as well as a focus on students and stakeholders, student learning, empowerment, innovation, organizational learning, and organizational directions. Also examined is how your organization addresses its responsibilities to the public and supports its key communities.

- Strategic Planning: This Category examines your organization's strategy development process, including how your organization developes strategic objectives, action plans, and related faculty and staff resource plans. Also examined are how plans are deployed and how performance is tracked.
- Student and Stakeholder Focus: This Category examines how your organization determines requirements, expectations, and preferences of its students and stakeholders. Also examined is how your organization builds relationships with students and stakeholders and determines their satisfaction
- Information and Analysis : This Category examines your organization's performance measurement system and how your organization analyzes performance data and information.
- Faculty and StaffFocus: This Category examines how your organization enables faculty and staff to develop and utilize their full potential, aligned with the organization's objectives. Also examined are your organization's efforts to build and maintain a work environment and a faculty and staff support climate conducive to performance excellence, full participation, and personal and organizational growth.
- Educational and Support,Process Management: This Category examines the key aspects of your organization's process management, including learning-focused education design and delivery, support services, and partnering processes involving all work units.
- Organizational Performance Results: This Category examines student performance, student and stakeholder focused results, budgetary and financial performance, faculty and staff results, and organizational effectiveness. Also examined are performance levels relative to comparable schools and/or appropriately selected organizations.

3.2.3.1.3 Lernkriterien bzw. Excellenzziele, Neue Paradigmen

Die oben vorgeführte Absätze spiegeln in der Auffassung des Autors dieser Arbeit die auf internationalem Niveau dominierenden Tendenzen und bringen die neuen Paradigmen in der Frage zum Ausdruck. In direktem Bezug auf die in anderen Kapiteln bearbeiteten speziellen Probleme sollen folgende Punkte hervorheben werden:

- increasing demands of employees to become knowledge workers and problem solvers.
- active learning and the development of problem-solving skills.
- Focusing on key transitions school-to-work.
- more multi-disciplinary (inter-disciplinary and trans-disciplinary).

Die Thematik des „Problemlösenden Denkens und Problemorientierten Lernens“ wird in folgenden Kapiteln als „Qualitätsmerkmal“ genauer behandelt.

3.3 Fallbeschreibung: Erfahrungen beim Aufbau des Qualitätsmanagement-systems der FI-UNLZ (Facultad de Ingenieria Universidad Nacional de Lomas de Zamora)

3.3.1 FI-UNLZ: Erste Schritte in Richtung Qualitätssicherung – etwas Geschichte

Die „Nationale Universität Lomas de Zamora" entstand 1975 im Südteil von Groß-Buenos Aires um den Bedarf bezüglich Ausbildung der in dieser Region stark wachsenden Bevölkerung zu decken. Die Stadt Buenos Aires ist, in den letzten Jahrzehnten exponentiell gewachsen, auch was die Anzahl der Studenten betrifft, und sie ist im Süddteil praktisch mit der unabhängigen Provinzhauptstadt „La Plata" zusammengewachsen. Gleiches exponentielles Wachstum der Studentenanzahl zeigen auch die beiden bekanntesten akademischen Institutionen der Region, das sind die „Universidad Nacional de Buenos Aires" und die „Universidad Nacional de La Plata". Beide sind geografisch nicht viel mehr als 50 km von der Universidad Nacional de Lomas de Zamora entfernt. Ein grundlegender Gedanke bei der Gründung der UNLZ war sicher auch das rasante Wachstum dieser beiden genannten Großuniversitäten ein wenig zu verlangsamen und für die lokale Bevölkerung des Südteils von Groß-Buenos-Aires eine akademische Alternative zu bieten.

Als erstes entstand an der UNLZ die Fakultät für Agrarwissenschaften, zu der in einem schnellen Prozess Fakultäten für Wirtschaftswissenschaften, Rechtswissenschaften, Sozialwissenschaften und Ingenieurwissenschaften hinzukamen. Insgesamt ist die Anzahl der Studenten an der UNLZ in diesen drei Jahrzehnten auf etwa 25.000 angewachsen. Ergänzend sei erwähnt, dass in Groß-Buenos-Aires noch weitere neue staatliche akademische Ausbildungsorganisationen gegründet wurden, an denen die jeweilige Anzahl eingeschriebener Studenten ebenfalls beständig wächst.

Das Problem der Akkreditierung und des Qualitätsnachweises entfaltete sich als Debatte-Thema in Argentinien am Anfang der Neunzigerjahre. Auch die Ingenieursfakultät UNLZ hat sich mit dieser Problematik von Anfang an beschäftigt . Sie musste ein eigenes Konzept entwickeln, um als relativ neue Organisation trotzdem Konkurrenzfähigkeit, speziell gegenüber ihren großen Nachbarn, beweisen zu können. Diese Problemanalyse und Projektbearbeitung wurde von der akademischen Führung am Anfang an den pädagogisch orientierten Dozentenkreis weitergeleitet.

Ungefähr im gleichen Zeitraum (1993), wurde mit der Teilnahme einer Gruppe von Dozenten des Spezialisierungszyklus´ ein Team gegründet, das die Aufgabe bekam, Qualitätssicherungssysteme und deren Lehren sowohl intern im Rahmen der Eigenorganisation (Dozenten + Studententen) als auch für die lokale Industrie bekannt zu machen. Als Leiter dieses Teams arbeitete Prof. Martirena, der zu dieser Zeit argentinischer Vertreter im internationalen ISO 9000 Komitee war, und als der erfahrenste und anerkannteste Fachmann Argentiniens in der Qualitätssicherungsproblematik galt. Dieses Team entwickelte rasch eine breite Arbeit auf dem Sektor, sowohl bei Ausbildung als auch bei konkreter Beratung, beim Einsatz von Qualitätssicherungssystemen, speziell in sogenannten KMB (kleinen und mittleren Betrieben) im FI-UNLZ Universitätseinflussgebiet. Mit der aktiven Teilnahme von zahlreichen Studenten des letzten Studienzyklus und der ökonomischen Unterstützung des nationalen Kulturministeriums und des Wirtschafsministerium der Provinz Buenos Aires, wurden nicht nur Ausbildungsaktionen, sondern auch konkrete interne Beratung, Grundlagenvorbereitung und Dokumentation für Betriebsqualitätssysteme in einer zahlreichen Gruppe von Unternehmen durchgeführt.

Nach dieser erfolgreichen Erfahrung in der Anwendung und Anpassung der ISO 9000-Norm auf KMB, kam es rasch zum Gedanken, ebensolche Aktionen in Dienstleistungsunternehmen einzuleiten. Wir möchten hier darauf hinweisen und daran erinnern, dass sich der Einsatz der Qualitätssicherungssysteme laut ISO 9000 in diesen Jahren, speziell in Argentinien, fast nur auf Großindustriebetriebe konzentrierte. Natürlich konnte man schon den Dominoeffekt erkennen (den Druck größerer Betriebe auf ihre Zulieferanten), und dies war auch sicher der Grund für den großen Bedarf und die Nachfrage der lokalen KMB Industrie an unserer akademischen Organisation.

Als größtes Ziel dachten wir damals im Qualitätsteam daran, ein Projekt für die Ausarbeitung des Qualitätssystems unserer eigenen Fakultät auszuarbeiten. Dieser Gedanke war für die damalige Situation, für die gesamte Fakultätsgemeinschaft noch allzu viele Schritte voraus. Mit dieser Idee im Kopf setzten wir uns Anfang 1996 das Ziel, spezifische Kontakte zu bestehenden Universitätserfahrungen in Europa anzuknüpfen. Mitte 1996 kam die Gelegenheit.

Der Autor begleitete, als technischer Sachbearbeiter, eine Gruppe mittlerer Unternehmen, Hersteller von Automobilteilen, die sich an der internationalen Messe in Frankfurt/Main mit ihren Produkten beteiligten. Die theoretischen und praktischen Kenntnisse der ISO 9000 waren uns zu dieser Zeit schon klar und wir hatten auch nicht wenig konkrete Erfahrungen im Betriebsleben zu dieser Sparte gewonnen. Auf jeden Fall, das direkte Fühlen der wirklichen Bedeutung des Wertes eines ISO 9000 Zertifikats auf dem globalisierten Weltmarkt, spürten wir erst auf dieser Ausstellung in Frankfurt. Tausende von Ausstellern, aus hunderten Ländern mit fast einer halben Million interessierter Besucher/Kunden. Es war freilich nicht die erste Reise nach Europa oder die erste Teilnahme an einer europäischen – internationalen Fachmesse; aber diesmal spürten wir mit größerer Stärke am eigenen Leib die Bedeutung des globalisierten Markts und speziell die Bedeutung der qualifizierten und spezialisierten KMB in der Wirtschaft Europas.

Der Gedanke des Aufbaus eines Qualitätssicherungssystems für unsere Fakultät und in diesem Rahmen der Aufbau von Qualitätssystemen für komplexe Dienstleistungsorganisationen wurde immer stärker. Die Gelegenheit und den richtigen Kontakt fanden wir auf der TU-Wien in der Abteilung AuM, bei Prof. Dr. Osanna, der sich seit Jahren schon systematisch mit der Problematik auseinandergesetzt und zur Zeit unseres ersten Zusammentreffens gerade nach viel Arbeit mit Erfolg das Qualitätszertifikat von einer international bekannten Zertifizierungseinheit erhalten hatte. Dieser erste kurze Kontakt hat uns sehr beeindruckt, denn eine Reihe von grundlegenden Begriffen wurden erläutert. Nicht zuletzt beeindrukte uns die ethische Auffassung des Problems und die Worte, in denen Sie, Prof. Dr Osanna, bei dieser Gelegenheit darlegten, und die auch unserer damaligen unbewussten Konzeption entsprachen.

Vielleicht nicht die genauen Worte, aber der Sinn ist uns ständig im Gedächtnis geblieben :

- *Wir lehren Qualitätssicherungssystem in unseren Vorlesungen.*
- *Wir lehren, dass Qualitätssicherungssysteme in jeder Organisation eingesetzt werden können und dass man damit deren Leistungen steigern kann.*
- *Wir selbst sind Teilnehmer und Führungskraft einer Organisation.*
- *Wir müssen uns bemühen, die Qualitätssicherungskonzepte kreativ auf unsere eigenen Organisationen anzuwenden.*

Prof. Dr H.P.Osanna TU-Wien AuM Sept 96

Mit ein paar Kilogramm Übergewicht an Literatur, Beispieldokumenten, vielen neuen Ideen und großer Begeisterung startete unser Rückflug nach Buenos Aires.

Von den operativ besprochenen Themen und der Strategie her, waren wir überzeugt, dass der sinnvolle Anfang nicht in der Bearbeitung eines Qualitätsprojekts für die gesamte Organisation liege, sondern nach denBeispiel der AuM-TU-Wien, als Start eine kleinere Einheit dienen sollte, in der die direkte Führungskraft hundertprozentig von dem Projekt überzeugt sein müsste. Die von Prof. Dr. Osanna kurz geschilderten Schwierigkeiten beim Wählen einer größeren akademischen Einheit wie der ganzen Fakultät, waren denen unserer lokalen Problematik durchaus gleich.

Eine Organisation ins Rollen zu bringen, ist oft nicht einfach. Wir dachten in erster Linie daran, unsere Abteilung für Qualitätsberatung auf der FI-UNLZ als relativ autonome Organisationseinheit, in der die Teamführung mit Philosophie und Prozeduren des Qualitätsmanagements bekannt waren, anzufangen. Dieser Gedanke und unser Enthusiasmus stieß aber gleich stark auf die konkreten Argumente unseres Teamleiters Dr. Martirena. Er meinte, dass es vielleicht wertvoll sei, ein Qualitätssystem für unsere Abteilung aufzubauen, aber dass dieses auf keinen Fall als kleiner Keim eines Qualitätssystems für die Fakultät genommen werden könne, da die Problemaufgabe und die entstehenden organisatorischen Verhältnisse nicht in direkter Beziehung stünden.

Es musste also noch eine ganze Reihe von Monaten vergehen und viel Überzeugungskraft gebraucht werden, bis der geeignete Startpunkt für ein sinnvolles und herausforderndes Projekt entstand. Die Dienstleistung unseres Fakultätsteams als Berater hatte in diesen Monaten hohes Prestige der Dozentengruppe gebracht. Speziell in direkter Form von den Studenten des letzten Abschnittes, von denen sich eine sehr große Zahl direkt mit der Problematik der KMB beschäftigen konnte; und indirekt von der ganzen Gemeinschaft wurden diese ersten Aktionen sehr hoch bewertet. Die Situation war ausgereift, ein konkreter Arbeitsvorschlag konnte dem akademischen Verwaltungsrat unterbreitet werden. Ein neuer junger Dekan, der auch selbst als Diplomingenieur in einem mittleren Betrieb int engem Zusammenwirken zur entsprechenden Qualitätsabteilung gearbeitet hatte, war auch der Meinung, dass ein formell eingereichter Projektvorschlag Zustimmung finden würde. Bei der ersten offiziellen Vorlage des Projektentwurfs, gab es eine intensive Debatte, wobei der größte Widerstand von den pädagogisch orientierten Professoren ausging. Diese Gruppe hatte sich laut Auftrag des akademischen Rats lange mit der Problematik der Akkreditierung und des Qualitätsnachweises beschäftigt, es aber nicht zu greifbaren Resultaten und/oder Zielen gebracht. Salomonisch und politisch entschied sich der akademische Rat zur Bildung einer Kommission, die sich über den eingeleiteten Projektentwurf äußern sollte. Unsere Angst war groß: Bekannt ist der Ausspruch eines verstorbenen argentinischen Präsidenten: „Wenn ich meine, dass ein Projekt versickern soll, dann bilde ich eine große Kommission mit der Aufgabe, es zu untersuchen." In diesem Fall entstand trotzdem langsam etwas Nützliches. Einerseits war die Überzeugungskraft unseres Kollegen im Qualitätsberatungsteam, Dipl.Ing. R. Stutz, bedeutend; andererseits erkannten die pädagogisch orientierten Dozenten und die Dozenten aus dem ersten Bildungszyklus (Mathematik, Physik, Geometrie, usw.), dass die Konzepte der ISO 9000 ihnen vielleicht doch nicht so fremd waren und dass es um etwas „Greifbares" ging.

Natürlich war das nur der Anfang eines langen und nicht linearen Prozesses. Nicht nur Aussagen in der Richtung, „dass feste Prozeduren die Kreativität behindern müssten", mussten in einen neuen Blickpunkt gebracht werden. Worte wie „Kunde" bei öffentlichen akademischem System, stießen bei vielen Kollegen auf starken Widerstand. Mehr als 150 Mitarbeiter, die fast alle nur Part-Time beschäftigt sind, mussten überzeugt und einberufen werden. Nicht wenige vorgefasste Meinungen wurden heftig debattiert. Das Ziel war

immer, „das Überzeugen", und von jedem Mitarbeiter eine kreative Teilname bei der Ausarbeitung der Systemdokumentation zu erreichen. Bekannt ist der Ausspruch, dass bei einem Qualitätssystem das größte Problem ist, die entsprechende „Qualitäts Kultur" auf breiter Basis aufzubauen. Dass es dabei nicht um *„Durchsetzung einer QA-Kultur, sondern um Umsetzung der QA-Kultur"* gehen sollte, war uns im Qualitätsteam allen bewusst.

Ein wichtiger Punkt, den wir ständig betonen möchten, war das greifbare Beispiel der AuM-TU-Wien, deren Dokumente und Anregungen für die Debatte von größtem Nutzen waren. Bei der Debatte mit sehr skeptischen Gegenauffassungen konnten wir immer ein konkretes, bekanntes Referenzbeispiel darlegen. Nicht zuletzt waren der persönliche Besuch und die Beratung Prof. Dr. Osannas in Buenos Aires sehr wahrscheinlich auch enscheidend für die Überwindung des kritischen Punktes. Als die Entwicklung des Dokumentationssystems wirklich ins Rollen kam, erreichten wir eine aktive Beteiligung von mehr als 70% der Dozenten. Auffallend war das hohe Interesse und die Begeisterung der Dozenten der ersten Jahre (Mathematik, Geometrie, Phyisik)

Die Detailbeschreibung des voller Widersprüche erfolgenden Prozesses bis zur Entfaltung des Qualitatssystems und dessen Zertifizierung durch eine international anerkannte europäische Zertifizierungsgesellschaft, hat nach Auffassung des Autors in dieser Arbeit keinen allzu großen Sinn. Beispiele können Anregungen sein, aber das wirkliche Lernen erfolgt bei der eigenen Erfahrung und der Überwindung der immer neuen Schwierigkeiten. Dokumentation über Handbuch und Detailprozeduren stehen natürlich jederzeit gerne zur Verfügung (in Spanisch).

Interessanter sind nach Ansicht des Autors einige Konzepte, die sich interaktiv zwischen den Prozessteilnehmern während der Ausarbeitung entwickelt haben, um die Anpassung des ISO 9000-1994 Modells und das AuM-Beispiel auf lokale Gegebenheiten und Wahrnehmungen aufzubauen. Eine kurze Zusammenfassung der wichstigsten Begriffe entnehmen wir dem Dokumment „Desarrollo de un sistema de calidad en la formacion de ingenieros <> Entwickung eines Qualitätssystems für die Ausbildung von Ingenieuren", das die Unterschrift von Prof. Nestor Blanco und Dekan Dipl.Ing Oscar Pascal trägt und sozusagen die offizielle Synthese von angewandten Begriffen und Konzepten darstellt. Auf diesen im breiten Rahmen analysierten, debattierten und mit Übereinstimmung vieler Teilnehmer erarbeiteten Konzepten wurde das FI-UNLZ Qualitätssystem aufgebaut. Prof. Blanco stand als Pädagoge am Anfang in einer scharfen Opposition zum Einsatz von „Normen der Industrieunternehmen" auf öffentlichen akademischen Organisationen. Er änderte im Laufe der Debatten seine Einstellung und gelangte zu einer starken, aktiven Beteiligung. Dies ist nur ein konkretes Beispiel für einen Prozess, den viele unserer Dozenten durchmachten und der uns alle als akademische Mitglieder sicher bereichertet hat.

In der Folge einige Abschnitte zu den in genantem Dokument verankerten Kriterien, Konzepten und Erläuterungen.

3.3.2 „Entwicklung eines Qualitätssystems für die Ausbildung von Ingenieuren" (Übersetzung / Zusammenfassung, Schreiben Prof. N.Blanco, Dekan Ing. O.Pascal)

3.3.2.1 FI-UNLZ: Grundkonzepte und Definitionen

Eine „Ingenierie-Lehr-Fakultät", muss technologische Kenntnisse erzeugen und sie als soziales Gut übertragen, so dass die Qualität für die zutreffende Gesellschaft gesichert ist. In diesem Sinne suchen die Universitäten seit einiger Zeit, Strategien und Programme,

die die Beurteilung und Gewährleistung der Qualität bei der Ausbildung von Ingenieuren ermöglichen.

Die Ingenieurs Fakultät FI-UNLZ hat sich für diese Aufgabe nach langen Debatten und Analysen für ein Modell, das laut den ISO 9000 Normen aufgebaut wurde, entschieden.

3.3.2.2 FI-UNLZ: Kurzbeschreibung der Rahmen Bedingungen

Die Ingenieurs Fakultät FI-UNLZ wurde im Jahre 1983 in der Wohngegend der Bevölkerung des südlichen Teils von Groß-Buenos Aires gegründet. Sie besitzt einen direkten Einfluss auf ein Industriegebiet mit ca. 4.000 Unternehmen, die größtenteils aus der Sparte KMB (kleinen und mittleren Betrieben) bestehen. Diese Industriebetriebe benötigen eine wachsende Technologieunterstützung, das heißt es besthet eine ständige Nachfrage an technologisch geschulten Mitarbeitern. Die FI-UNLZ hat eine ständige Studentenbevölkerung von 1500 Schülern und ein Dozententeam von 150 Mitarbeitern.

Die Ingenieurs Fakultät der UNLZ hat seit ihrer Gründung an immer mehr Gewicht auf die Bedürfnisse des entsprechenden Arbeitsmarktes für ihre Absolventen gelegt.

Um eine ständige Weiterentwicklung in dieser Richtung zu gewährleisten und die Qualität und Kompetenz der Absolventen weiter zu förden, hat im Jahre 1996 die Fakultätsleitung ihre strategischen Ziele auf zwei Ebenen definiert:

1. Eine neue Auffassung der Studienpläne, mit höherer Flexibilität und einer ständigen Anpassung an neue „Technologie-Erkentnisse", im Rahmen einer ständigen Überprüfung und Validierung des Lernprozesses.
2. Die Einsetzung eines Qualitätssicherungs-Programms für die eigene Organisation, das die Richtlinie der ISO 9000 Normen verfolgt.

Das Ziel dieser doppelten Strategie ist, eine ausgereifte Organisation zu bilden, die die Ausbildung der Ingenieure des XXI Jahrhunderts, die technologische Aktualisierung und Qualität gewährleisten kann.

3.3.2.3 Qualität, Universität und ISO 9000 Normen

Der Entschluss zur Annahme von Qualitätsmodellen, die zur damaligen Zeit noch grundsätzlich für Industrieorganisationen Anwendung fanden und in der damaligen Sicht vom größten Teil der akademischen Dozenten als fremd für eine akademische Organisation beurteilt wurden, entstand nach intensiver Analyse und regen Debatten zwischen den einzelnen Fakultätsmitarbeitern.

Die Entscheidigung für die Annahme der ISO 9000 als Modell für den Aufbau des eigenen Qualitätssystems, wurde größtenteils auf der Basis des oben beschriebenen Profils der Fakultätsorganisation und unter Berücksichtigung der engen Beziehung der FI-UNLZ zu den Produktionsunternehmen getroffen. Diese Definitionen, bringen uns zu einem Universitätsmodell, das in enger Verbindung mit der Welt der Unternehmen steht, und dessen starke Priorität die Übertragung von Kenntnissen auf die mit ihm verbundenne Gesellschaft ist.

Nach dieser Rahmenbeschreibung ist es wichtig hervorzuheben, dass die Definition von Qualität, die nach intensiven Debatten von den Fakultätsmitgliedern als geeignet wahrgenommen wurde, der ISO 9000-1994 enspricht, das heißt: *„Qualität ist die Gesamtheit der Eigenschaften eines Produkts, eines Prozesses oder einer Dienstleistung, die in Verbindung mit der Fähigkeit, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen, steht."*

Die Universitäten können als Organisationen betrachtet werden, deren Zweck die Produktion von einem Produkt sehr eigentümlicher Merkmale, das wir Kenntnis = „Know-how" benennen, erkannt werden. In der Universität sind jene Prozesse von Bedeutung, die nach neuen Kenntnissen suchen, und diese über Lehren und Lernen weitergeben.

Die Universität ist von diesem Standpunkt ein Lieferant, der die Bedürfnisse von sozusagen mindestens drei Kundenarten oder Benutzerkategorien abdecken muss:

1. Der Student als Anforderer von Kenntnissen und profesioneller Ausbildung (wird als Benutzer des ersten Niveaus bezeichnet)
2. Die Produktionsunternehmen und die Gesellschaft als Ganzes (Unternehmen + andere Gesellschaftsorganisationen) (wird als Benutzer des zweien Niveaus bezeichnet)
3. Die wissenschaftliche Gemeinschaft als Empfänger und Bewahrer der Kenntnisse und der Forschungsaktivität (wird als Benutzer des dritten Niveaus bezeichnet)

Laut dieser Auffasung kann man sagen, dass das Produkt einer Universität als ein Komplex und als mehrdimensional erkannt wird und in drei Bereiche aufgegliedert werden kann:

1. Technologische Kenntnisse, die über Forschungsaktivitäten gewonnen werden (erster Bereich)
2. Die Möglichkeit zum Lernen, die hauptsächlich über die Lehrveranstaltungen erfolgt (zweiter Bereich)
3. Der Absolvent als Aneigner dieser Kenntnisse, die als professionelle Ausbildung systematiesiert sind (dritter Bereich)

Das heißt, dass beim Übernehmen des Begriffs Qualität aus der generellen Definition „... die Fähigkeit einer Organisation, eine Antwort und Befriedigung für alle Bereiche und für Benutzer auf allen Niveaus zu geben", festgelegt wurde. Es ist deutlich sichtbar, dass hierbei das Konzept Qualität mehrdimensional betrachtet wird, und in direkter Beziehung zum Bestandteil und zur Funktion der Universitätseinheit, die in jedem Fall bewertet wird, steht.

Anwendung des Qualitätskonzepts auf die Lehre in Hochschulen zeigt eine doppelte Dimension :

1. Eine interne Qualität (Fähigkeit zur Forschung und Erzeugung von Kenntnissen)
2. Eine äussere Qualität (Fähigkeit, Kenntnisse über Lehre oder deren direkte Anwendung zu übertragen).

Die interne Dimension der Universitätsqualität hat direkte Beziehung zur Erfüllung von geplanten und gezielten Entwicklungen in einem disziplinierten Tätigkeitsbereich. Dies erfolgt über integrierte Forschungspläne und Forschungsprojekte und die Anwendung von den Kenntnissen, die von Gesellschaft oder wissenschaftlicher Gemeinschaft gefordert werden (das heißt, Technologieentwicklung im Falle der FI-UNLZ).

Die äußere Dimension der universitären Qualität hat direkte Beziehung zu den Konsequenzen und Verantwortungen im Einhalten von Zielen bei der Übertragung von Kentnissen an die einzelnen Anforderer (Studenten, die Lehranstalten besuchen; Unternehmen, die Absolventen einsetzen; Gesellschaft als eine Einheit, die spezifische Entwicklungen und Ausbildungen beansprucht).

Laut diesen Aussagen ist die Schwierigkeit einer Definition für den Begriff „Qualität der universitären Lehre" beschrieben. Die FI-UNLZ definierte in diesem Sinne, dass die Qualität einer universitären Organisation auf ihrer eigenen Arbeitsweise aufgebaut und in ihr verankert sein muss. Das heißt, die Struktur und Organisation der Fakultät ist eine

Bedingung für die Erfüllung der „inneren" und „äußeren" Dimensionen ihrer Qualitätsverantwortung. In dem hier geschilderten Rahmen, erscheint das „Paradigma" von Qualitätssystemen laut ISO 9000, die ursprünglich für Unternehmen entwickelt wurden, als ein sehr bedeutendes und zielführendes Modell, auch für Organisationen der universitären Lehre der Ingenieurswissenschaften.

Es ist offensichtlich, dass die Leitung der Fakultät die Entwicklung des Qualitätssystems für die Fakultät aus der Sicht einer Wettbewerbstrategie auch interessierte, um somit auf einem mit immer höher entwickelten, ungeregelten und globalisierten Ausbildungsmarkt konkurenzfähig wachsen zu können.

Als Startsituation beim Entwurf des Qualitätssystems wurden sowohl die wichtigsten Schwachpunkte als auch die Stärken der bestehenden Fakultätsorganisation analysiert und festgelegt:

Als wichtigste Schwachpunkte erkannte man:

1. Geringe Zahl der Absolventen in Bezug auf die Studenten, die das Studium anfangen.
2. Eine Verlängerung der Gesamtdauer des Absolvierens des Lehrzyklus.
3. Eine relativ geringe Zahl des Personals (Dozenten und Nichtdozenten) ist systematisch mit Forschungsarbeiten beschäftigt.

Als Gegenstück erkannte man in der bestehenden Organisation folgende Stärken:

1. Eine konkrete Arbeitsübernahme der Absolventen in Unternehmen laut ihren Fachgebietsausbildungen und das schnelle Heranwachsen als Führungskräfte.
2. Ständige Anfrage der lokalen Industrie auf Universitätsdienstleistungen und Know-how-Transfer.
3. Dozenten mit großer Erfahrung und Arbeitsbeziehungen zu führenden argentinischen Unternehmen.

Das Qualitätssystem entsteht mit dem Ziel, das Profil der Organisation zu festigen, das in den Dienstleistungen mit Qualität ständig verbessert wird. Das führte zu der Entscheidung zum Qualitätssystemaufbau, deren Ursprung in der Verantwortung liegt, ein System, das die Stärken der Organisation erweitert und die Schwachpunkte systematisch verbessern soll, zu schaffen.

Die gesamte Organisation hat verstanden, dass die Entwicklung eines Qualitätssystems für die Institution die Gelegenheit ist, Ressourcen und Prozesse zu verbessern und die gesetzten Ziele für die Zufriedenstellung aller Benutzer zu erreichen.

Das Einsetzen eines Qualitätssystems bedarf in erster Linie der kritischen Beurteilung aller Prozesse in der eigenen Organisation. Auch benötigt ein Qualitätssystem die Ausarbeitung konkreter Prozeduren, die festlegen sollen, wie die Gestaltung des Prozesses abzulaufen hat. Das ist ein großer Teil der Garantie dafür, dass der Prozess ordnungsgemäss verläuft und nicht mit der Zeit abfällt. Auch ist diese Gestaltung eine Form, Vertrauen bein Organisationsbenutzer zu erwecken.

Nicht zuletzt, als grundlegender Baustein des Qualitätssystems der universitären Lehre, muss eine systematische Weiterausbildung und Qualifikation des gesamten Personals (Dozenten und Nichtdozenten) erfolgen.

3.3.2.4 Struktur des aufgebauten Qualitätssystems

Nachdem die Grundüberlegungen, die zur Einsetzung eines Qualitätssystems laut dem Modell der ISO 9000-Normen bei der universitären Lehre der Ingenieurausbildung führten, erläutert sind, möchten wir in den nächsten Abschnitten kurz die Struktur des eingesetzten Systems schildern. Hauptmerkmale des Systems sind:

1. Der Kompromiss und die Verantwortung der Organisationsleitung.
2. Die Bedürfnisse der Kunden und die ständige Weiterentwicklung von Produkten und/oder Dienstleistungen.
3. Das Management von Prozessen.
4. Audits und ständige Überprüfung des Systems.
5. Motivation, Weiterbildung und Qualifikation des Personal.

Zu den ersten zwei Punkten kann zusätzlich kurz erläutert werden:

1. Der Kompromiss der Organisationsleitung spiegelt sich wider in einer ständigen und systematischen Beteiligung der höchsten Führung an der Gestaltung des Qualitätssystems. Dies erfolgt in erster Linie in der Ausarbeitung der Qualitätspolitik und der Festlegung konkreter Ziele. Das Erreichen dieser Ziele erfolgt über die Zuteilung der ensprechenden Ressourcen, des Managements und der Kontrolle des Systems.
2. Die Festlegung der Bedürfnisse und die Entwicklung der Dienstleistungen heißt, die Ansprüche der sozialen Gemeinschaft in Bezug auf das benötigte Profil der Ingenieurausbildung zu definieren und die Eigenschaften schriftlich genau zu verankern.

3.3.2.5 Schlussfolgerungen

Der Einfluss der an der TU-Wien (Abt. AuM)[3] gemachten Erfahrungen auf das an der FI-UNLZ erarbeitete Konzept für ein Qualitätssicherungssystem ist durchaus erkennbar. Es können jedoch auch deutliche Unterschiede sowohl in den Grunddefinitionen als auch im Dokumentationsaufbau des Qualitätshandbuchs, den Prozeduren und Anweisungsbeschreibungen identifiziert werden, deren Ursachen durch die speziellen Eigentümlichkeiten und die unterschiedlichen Rahmenbedingungen an den verschiedenen universitären Lehrorganisationen gegeben sind.

„Nichts ist so praktisch
wie eine gute Theorie"
Kurt Lewin

„Weisheit ist nicht das Ergebnis der Schulbildung, sondern des lebenslangen Versuchs, sie zu erwerben."
Albert Einstein

„Die Urquelle aller technischen Errungenschaften ist die göttliche Neugier und der Spieltrieb des bastelnden und grübelnden Forschers und nicht minder die konstruktive Phantasie des technischen Erfinders."
Albert Einstein

4. Lernen und Lehren – Theoretischer Bezugsrahmen Begriffe und grundlegende Definitionen

4.1. Einleitung

In diesem Kapitel wird auf Begriffe und zugehörige grundlegende Definitionen für Lernen und Lehren eingegangen, die für die Erstellung dieser Doktorarbeit eine der theoretischen Bezugsquellen bilden.

Qualitätsicherungssysteme an Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen, e-learning und High Technology-CIM-Labors sind nicht „Ziele an sich" sondern „Werkzeuge" zur Unterstützung, Förderung und ständige Verbesserung der Möglichkeiten von Lern- und Lehrprozessen.

Unter der Berücksichtigung, dass das globale Ziel der universitären Lehre der Ingenieure die Bildung von professionellen Kompetenzen und Fähigkeiten für die Tätigkeit als „Ingenieur-Problem-Löser" ist, können wir einen eindeutigen Trend der technischen Ausbildung sehen, sich nicht nur auf den „Kenntnisübertragungs-Prozess", sondern immer stärker auf den „Kenntnisintegrations-Prozess" zu konzentrieren.

Bei aller Euphorie und Begeisterung über technische Neuerungen und die faszinierenden Möglichkeiten der einzelnen oben genannten Werkzeuge darf nicht außer acht gelassen werden, dass ein Werkzeug (= Medium) immer nur Mittel zum Zweck ist. Dabei sagt die Wahl des Mediums a priori nichts über den Erfolg des Einsatzes aus, sondern es ist wichtig, den geeigneten Rahmen zu den entsprechenden Lerntheorien aufzubauen

In den folgenden Absätzen werden:

- die „Theoretischen Lern- und Lehrbegriffe und konzeptionellen Grundlagen" laut den Erfahrungen der Didaktik–Wissenschaft, sowie
- die Grundeigenschaften universitärer „Lern- und Lehrprozessen"

als Zusammenfassung der pädagogischen Literatur beschrieben.

4.2. Lerntheoretische Grundlagen

Die Entwicklung des „Lern- Lehrprozesses" ist praktisch über die gesamte Menschheitsgeschichte erkennbar und wird von verschiedensten wissenschaftlichen Gesichtspunkten und Kenntnisdisziplinen bearbeitet.

Über Lern- und Lehrtheorien finden wir sehr viel Material. In dieser Arbeit möchten wir nur einen kurzen Bezug zu zwei wichtigen Knoten bzw. Meilensteinen darlegen. Einerseits werden die im alten Griechenland entstandenen Lernkonzepte, andererseits und etwas ausführlicher die in den letzten Jahren vorgelegten didaktischen Gedanken bearbeitet. Hierbei wird es deutlich, dass es bei der Entwicklung von Lern- und Lehrprozesssen auch um eine Evolution, eine ständige Verbesserung geht.

Das Verständnis didaktischer und lerntheoretischer Grundkonzeptionen erlaubt die Einsatzpotentiale der Werkzeuge bzw. Medien (QMS, Internet, High-Technology-Labors, usw.) ersichtlich und im Rahmen einer Systemunterstützung besser auszunutzen und einzuplanen.

4.2.1. Lernen und Lehren in der philosophischen Auffassungen der alten Griechen – Kultur und deren Verknüpfung zu modernen Auffassungen

Sokrates sprach von der Hebammenkunst bei:

„Gedankengebären" (Gedanken = Kenntnisse / Wissen)

Unter der sokratischen Hebammenkunst versteht man, dass Sokrates, der Sohn einer Hebamme, Geburtshilfe bei Männern geleistet hat. Er half ihnen, ihre Seelen und Gedanken zu „gebären".

Sokrates selbst sagte über seine Arbeit: *„Meine Tätigkeit ist die eines Geburtshelfers und gleicht der der Hebamme: Jene wirken auf die Frauen und ich auf die Männer, sie auf die Körper und ich auf die Seelen."*
(Quelle: Gandosch Helmle: Lehrbuch Philosophie Teil 2).[22]

Platon sprach von Dialektik als systematischem Prozess beim „Lernen"

Dialektik ist heute ein häufig verwendeter, schwer zu handhabender und umstrittener philosophischer Begriff. Er hat im Lauf der Philosophiegeschichte erhebliche Bedeutungsveränderungen erfahren.
Systematisch tritt er zuerst bei Platon auf. Dialektik wird ausdrücklich an das Gespräch (den Dialog) gebunden. Sie meint eine Kunst der Gesprächsführung, die, so betont Platon gegen die Sophisten, im Dienst der Sache steht. Die „Kunst" der Sophisten dagegen, jeder beliebigen Meinung zu widersprechen oder jede beliebige Meinung zu „beweisen", bestehe nur in Wortspielerei (Eristik).

Dialektik ist für Platon eine Methode, Stellungen zu einer Problematik festzulegen und schließlich durch die Bewegung des Gesprächs zwischen den Teilnehmern (Frage – Antwort) den Widerstreit der Meinungen zu überwinden; sie ist der Weg zur Erkenntnis der Wirklichkeit (der Ideen). Im weiteren bestimmt Platon die Dialektik als Disziplin, welche die Struktur der Wirklichkeit untersucht. Sie grenzt die verschiedenen Begriffe voneinander ab und hält sie zugleich unter allgemeineren, umfassenderen Begriffen zusammen.

Sowohl bei der Beschreibung der Auffassungen des SOKRATES wie bei denen PLATONS, geht es hier weniger um eine historische Analyse als um die Erkenntnis ihrer weiteren Gültigkeit und ihrer Gedankenverbindung zu modernen Auffassungen.

Wie im nächsten Abschnitt genauer erläutert, sprechen heute moderne Pädagogen von:

> *„Lehren nicht mehr in der traditionellen Rolle des „Information Transmitters", sondern der des „Orchestrator of Learning"; dies bedeutet, dass die Lehrperson als Dirigent agiert, dass aber die Musiker, sprich der Lernende, die Musik selber gestalten (sie entsteht in ihm) und nicht selten improvisiert"* (Salomon)[51]

Einen anderen klaren Bezug in die selbe Richtung sehen wir in den Aussagen des Atomphysikers Werner Heisenberg (sicher einer der hervorragendsten Wissenschaftler unserer Zeiten). In seinem Vorwort zum Buch „Der Teil und das Ganze – Gespräche im Umkreis der Atomphysik" [26], lesen wir:

> ... *„Wissenschaft in Gesprächen entsteht"...*

Mit diesen Beispielen soll nur kurz auf die Kontinuität, auf die Verbindung bzw. „Integration", die aus verschiedenen Perspektiven zu erkennen ist, hingewiesen werden.

4.2.2. Moderne Lerntheorien

Strittmatter und Mauel[57] definieren Didaktik als die „Wissenschaft vom Lehren und Lernen", die sich „vornehmlich mit der Erforschung von Lehr- und Lernprozessen im allgemeinen, mit deren Bedingungen und Förderung sowie mit deren Ergebnissen" befasst. Die Mediendidaktik befasst sich dabei im speziellen mit den „Potentialen neuer (wie alter) Bildungsmedien bei der Lösung von Bildungsproblemen". Dabei ist die didaktische Vorgehensweise stark abhängig von der zu Grunde liegenden Lerntheorie. Die Lerntheorie beschreibt vermutete Ursache- und Wirkungszusammenhänge von Lernprozessen. Ein wichtiger Unterscheidungsfaktor von Lerntheorien ist das intendierte Lernziel. Sollen in erster Linie „Fakten, Prozeduren, Konzepte, Prinzipien, Anwendungssituationen" vermittelt werden, so stehen dahinter behavioristisch geprägte Lerntheorien. Geht es jedoch um den „Erwerb von kognitiven, psychomotorischen und affektiven bzw. sozialinteraktiven Fertigkeiten", so handelt es sich um konstruktivistische Lerntheorien. Im folgenden werden diese beiden gegenüberstehenden Ansätze und der dazwischen einzuordnende Kognitivismus vorgestellt sowie die in letzter Zeit immer mehr Anklang findendent Theorie zum „Problemorientierten Lernen in der Wissensgesellschaft" kurz erläutert.

Einen Überblick zu den drei lerntheoretischen Ansätzen und der dahinter stehenden Auffassung von der Rolle des Lernenden gibt die Abbildung 4.1

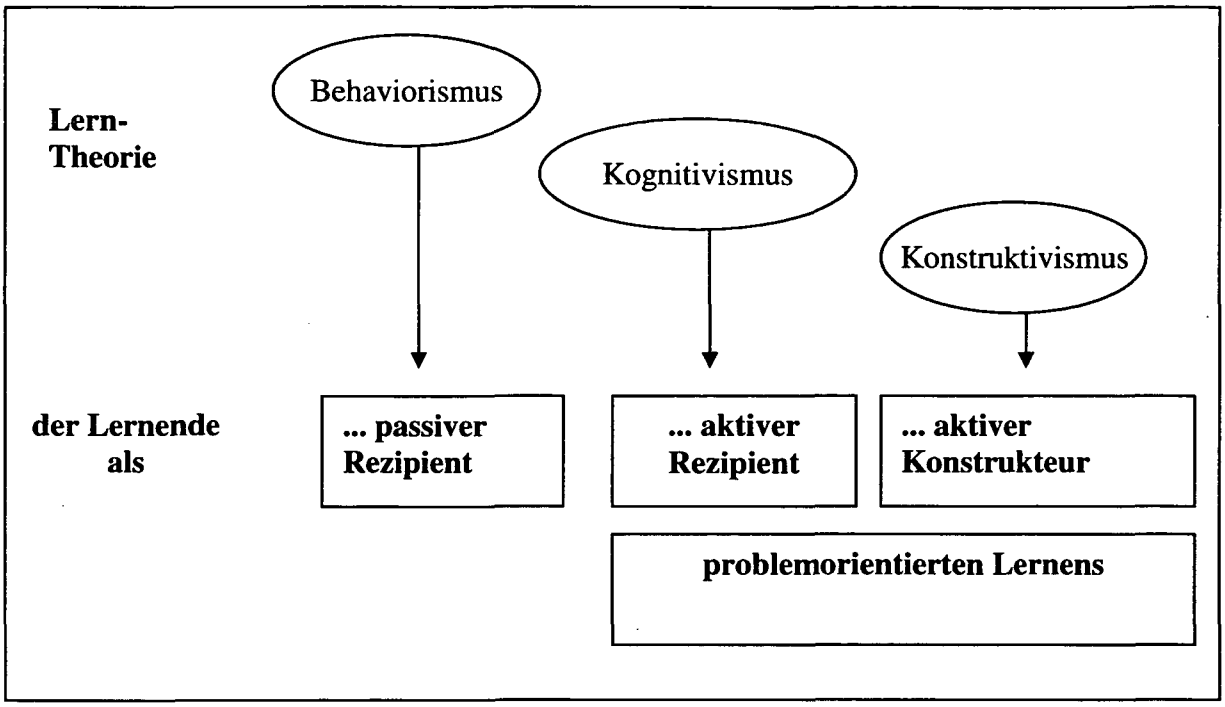


Abbildung 4.1: Vereinfachte Darstellung lerntheoretischer Unterrichtsparadigmas

4.2.2.1. Behaviorismus

Der Behaviorismus (Verhaltenstheorie) versucht, Ursache- und Wirkungszusammenhänge von Lernprozessen ohne Einblicke in die internen Prozesse des Lernens zu erklären. Der Lernende ist eine „Black-Box", bei der nur Input und Output beobachtet werden kann. Der bekannteste Vertreter dieses Ansatzes ist Pawlow, der durch seine Experimente mit Hunden den Behaviorismus mitbegründete. Die von den Hunden in den Experimenten gezeigte Verhaltensänderung setzte Pawlow mit Lernen gleich. Diese sogenannte „klassische Konditionierung" ermöglicht jedoch nur die Herbeiführung eines schon beherrschten Verhaltens, welches durch einen neuen Reiz induziert wird.

Skinner [55] entwickelte diese Theorie daher weiter. Seines Erachtens nach wird das Verhalten durch die vermutete Konsequenz bestimmt. Bei dieser sogenannten „operanten Konditionierung" wird das gewünschte Verhalten durch den Lehrenden belohnt und ungewünschtes Verhalten bestraft. Skinner ging davon aus, dass sich dadurch die Auftretenswahrscheinlichkeit des gewünschten Verhaltens erhöht, während das ungewümschte Verhalten seltener auftritt. Erfolgt gar keine Reaktion auf ein Verhalten, so führt dies zu einer „Löschung" – das Verhalten wird immer weniger auftreten. Das erlernte Verhalten ist nach dieser Theorie ein Instrument, um zu der Belohnung zu kommen bzw. die Bestrafung zu vermeiden (sogenanntes instrumentelles Verhalten")

Skinner übertrug diese Erkenntnisse konsequent auf sein didaktisches Unterrichtsdesign, den ‚Programmierten Unterricht". Dabei werden die Lerninhalte in kleine Lernschritte, mit leicht beantwortbaren Kontrollfragen am Ende jedes Lernschritts, geteilt. Die richtigen Antworten auf die Kontrollfragen werden durch positive Rückmeldungen belohnt. Dies soll das Erlernen des belohnten Verhaltens fördern. Er baute Lehrmaschinen, die Antworten auf Kontrollfragen automatisiert auswerten konnten und so ein selbständiges Lernen unterstützen. Diese Maschinen waren so lange mechanisch, wie noch keine Computer zur Verfügung standen. Später lag es nahe, den „programmierten Unter-

richt“ in Form von Software-Programmen zur unterstützen, die Lerninhalte anzeigen, Kontrollfragen stellen und richtige Antworten durch Lob belohnen. Eine Computerunterstützung scheint für die Aufgabe ideal und in den 60er Jahren kam es zu einem Boom von entsprechender Lernsoftware.

Dieser Boom währte aber nicht lange, was sicher nicht an den stetig wachsenden Möglichkeiten der Computer, sondern vielmehr an der zunehmenden Kritik am Behaviorismus und besonders am „programmierten Unterricht“ lag. Die sequentielle Abfolge von kleinen Lerneinheiten mit monotonen und sehr leichten Kontrollfragen wurde von den Lernenden schnell als langweilig und höchst unmotivierend empfunden. Zudem konnten nur Fakten gelernt und wiedergegeben werden, eine Anwendung des Gelernten zur Lösung konkreter Probleme ist bei einer so aufgebauten Lerntheorie nicht vorgesehen. Der Lernende kann das Erlernte somit nicht einsetzen, da Anwendungszusammenhänge in der Realität selten durch sequentielle Aktivitäten oder gezielte Nachfragen vorgegeben werden. Das vermittelte Wissen bleibt damit „träge“. Durch die „starke Atomisierung“ der Lerninhalte und die festgelegte Abfolge werden individuelle Lernwege verbaut und es werden keine Fähigkeiten zur Selbststeuerung der eigenen Lernprozesse vermittelt.

Einen nachgewiesenen Erfolg konnte man mit behavioristischen Lernmethoden nur in einem sehr begrenzten Bereich der Ingenieurausbildung erzielen. Technische Ausbildung als spezialisierter Aufgabenlöser erreichen mit dieser Lerneinstellung Resultate, sie fördert aber nicht das kreative Ingenieurwissen, das Lösungen finden kann. Trotz der genannten Kritik sind heute noch viele behavioristisch geprägte Lernprogramme in der Lehre der Universität im Einsatz, sie haben die Form von Software und von entsprechend gestalteten Büchern. Auch wenn wir eine starke Kritik auf derart basierten Lehre bei der Ausbildung von Ingenieuren vertreten, sind wir auch der Meinung, dass von einen pragmatischen Gesichtspunkt, es manchmal sinnvoll sein kann, bei der Vermittlung von reinem Faktenwissen auf Module des programmierten Unterrichts zurückzugreifen. Zumindest sollte den zukünftige Ingenieuren (= Studenten) auch diese Ausbildungsform als Werkzeug bekannt sein.

4.2.2.2. Kognitivismus

Der Kognitivismus sieht den Lernenden im Gegensatz zum Behaviorismus nicht als eine „Blackbox“, sondern als einen aktiven Infomationsverarbeiter, der im Mittelpunkt des Lernprozesses steht.

Aus diesem Grunde versuchen kognitivistische Ansätze, die internen Verarbeitungsschritte zu erklären, die zu einem Wissenserwerb beim Lernenden notwendig sind. Dabei wird von Kognitions-Theoretikern der Begriff des „Wissenserwerbs“ anstelle des Begriffs „Lernen“ verwendet. Wissenserwerb findet durch den Prozess der Informationsverarbeitung statt, in den neue Informationen mit bereits vorhandenen Informationen „verbunden – integriert“ werden. Diese Verarbeitung von Informationen durch das Gehirn wird im Kognitivismus oft mit der Informationsverarbeitung durch einen Computer verglichen. Das Gehirn nimmt die vom Lehrenden gesendeten Informationen auf, verarbeitet diese und erzeugt Ausgaben.

Das Vorwissen des Lernenden ist dabei für die Informationsverarbeitung sehr wichtig, da das neue Wissen mit bereits bestehendem Wissen verknüpft (integriert) werden muss. Die Fähigkeit zum Wissenserwerb ist folglich unter anderem abhängig vom individuellen Vorwissen jedes Lernenden. Da der Informationstransfer vom Lehrenden (Sender) zum Lernenden (Empfänger) über ein Medium erfolgt, wird dem Medium im Kognitivismus eine besonders hohe Bedeutung zugemessen. Jeder Lernende bringt seine

eigene Summe aller Vorwissen in den Lernprozess ein und daher ist es notwendig, dass ein beidseitiger Austausch zwischen dem Lehrenden und den Lernenden erfolgt. Durch diese Interaktivität kann sich der Lehrende auf die individuellen Bedürfnisse des Lernenden einstellen.

Die Gestaltung der didaktischen Maßnahme hängt von der Art des zu vermittelnden Wissens ab. Eine Differenzierung des zu erlernenden Wissens ist mit Hilfe von Kolb's „Experiential Learning Zyklus" [34] möglich. Kolb's Modell gewährt einen Blick „in das Lernen" und skizziert vier Lernprozesse, die in einem Kreislauf in Verbindung stehen.

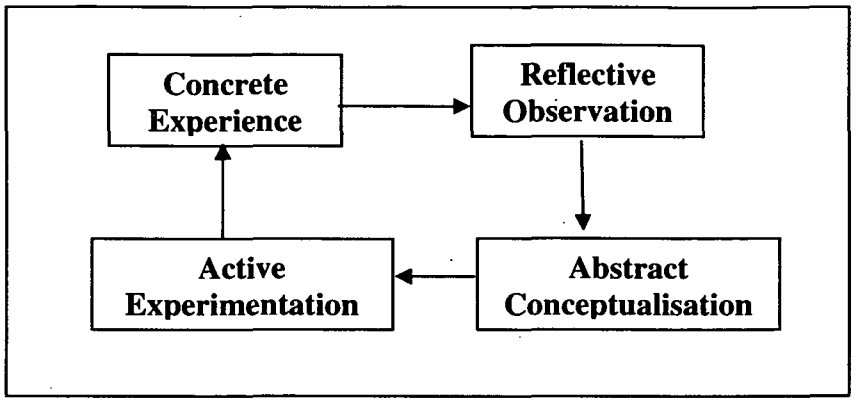


Abbildung 4.2: Experiential Learning Cycle

Laut diesem Modellaufbau findet der erste Lernprozess statt, wenn der Lernende eigene Erfahrungen (concrete experiences) mit dem Lerngegenstand sammelt. Der Lernende kann dann über die gemachten Erfahrungen nachdenken, sie reflektieren (reflective observation). Dabei wird er Beziehungen (Verbindungen und Integrationen) zwischen den einzelnen Erfahrungen herstellen und eine Sammlung von miteinander verbundenen Ideen herausbilden. Auf der Basis seiner kombinierten Erfahrungen kann der Lernende dann abstrahieren (abstract conceptualisation), um so zu generellen Konzepten und Regeln zu gelangen. Diese Abstraktionen gehen über das von ihm selbst Erlebte hinaus. Im vierten Lernprozess kann der Lernende nun die von ihm gebildeten Konzepte und Regeln in neuen Situationen anwenden (active experimentation). Dabei können die durch die bisherige Erfahrung gemachten Annahmen bestätigt werden, oder es ergeben sich gänzlich neue Erfahrungen (concrete experience), die nicht sofort in die bestehenden kognitiven Strukturen des Lernens einzuordnen sind. In diesem Fall muss der Lernende seine Konzepte und Regeln ändern oder anpassen.

Das hier skizzierte Lernen muss nicht durch eigene Erfahrung des Lernenden („Learning by Doing") erfolgen, sondern kann auch durch den Lehrenden („Learning by Watching") vermittelt werden. Die Vermittlung durch einen Lehrenden ist immer dann geeignet, wenn der Lernende die „Erfahrung auf Grund von mangelndem Umfeld, zeitlichen Restriktionen oder Gefährlichkeit eines Starts mit unzureichenden Grunderfahrungen, nicht selber machen kann".

Als kurzes sehr grafisches Beispiel kann das Erlernen des Fallschirmspringens angeführt werden. Ein Schüler = Lernender dieser Sportart wird niemals gleich „Learning by doing" praktizieren. Statt dessen werden ihm zunächst die theoretischen Grundlagen vermittelt. Durch Schulungsvideos und Lehrvorträge bekommt er die Erfahrungen seiner Lehrer vermittelt und kann über diese nachdenken (reflective observation). Er bekommt

darüber hinaus Regeln (z.B. minimaler Öffnungshöhe) und Konzepte (z.B. Thermik) vermittelt (abstract conceptualisation). Mit diesem neuen Wissen kann er nun zu einem ersten Sprung starten. Dabei wird er sein Wissen anwenden (active experimentation) und beobachten, wie sich seine auf der Theorie beruhenden Aktionen im konkreten (Anwendungs)fall auswirken (concrete experiences).

Bei der Gestaltung von didaktischen Maßnahmen ist gemäß dieser kognitivistischen Theorie darauf zu achten, dass der Lernende die Möglichkeit bekommt, alle vier Lernprozesse zu durchlaufen. Darüber hinaus muss der Lehrende entscheiden, in wie weit er konzeptionelles Wissen vermittelt bzw. in welchen Maße der Lernende Gelegenheit zum aktiven Anwenden des Wissens bekommt.

Die Hauptkritik am Kognitivismus bezieht sich auf die zu starke Hervorhebung geistiger Verarbeitungsprozesse und auf die Vorstellung, dass eine „objektive Beschreibung (Repräsentation) oder „Erklärung der Realität" möglich ist. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Gestaltung von Lernumgebungen für derartige Prozesse wichtige Ressourcen benötigt.

4.2.2.3. Konstruktivismus

4.2.2.3.1. Grundlagen des Konstruktivismus

Seit Mitte der 90er Jahre wird die didaktische Diskussion vor allem durch konstruktivistische Theorien belebt, welche von vielen Experten als das „neue Paradigma der Didaktik" bezeichnet werden. Gegenüber dem Kognitivismus wird in dieser Lerntheorie die Auffassung vertreten, dass es keine objektiv richtige Beschreibung der Realität gibt. Statt dessen entwickelt ein Lernender im Lernprozess seine individuelle subjektive Konstruktion. Er wird damit zum aktiven Gestalter seiner eigenen Welt.

Beim konstruktivistischen Lernprozess wird das beim Lernenden bereits bestehende Wissen mit neuen Informationen kombiniert (integriert). Da jeder Lernende sein individuelles Vorwissen in den Lernprozess einbringt, ist das resultierende Wissen von Lerner zu Lerner verschieden. Darüber hinaus ist bei dieser theoretischen Auffassung ein sehr wichtiges Merkmal, dass bei der Lehre nicht von vorab feststehenden theoretischen Problemen ausgegangen wird, deren Lösung erlernt werden muss. Statt dessen sollen die Probleme selber generiert und Lösungswege entwickelt werden.

Der Grund für einen derartigen Handlungsvorschlag liegt im Erkennen, dass oftmals die mangelnde Fähigkeit von Lernenden, ihr Wissen nach dem Lernprozess auf die Anwendungssituationen im Alltag zu transferieren, feststellbar sind. Das „träge Wissen" wird nicht abgerufen, da im Alltag nur selten das exakt gleiche Problem wie im Lernprozess geschildert, auftritt. Dem Lernenden fehlt damit die Fähigkeit, das erlernte „nette Problem" dem „realen Problem" zuzuordnen und die Lösung auf der Grundlage seines Vorwissens eigenständig zu entwickeln.

Lehrer beklagen immer wieder, dass Studenten zwar für ein „Fachvorlesung" lernen, das Gelernte aber außerhalb dieses Rahmens nicht anzuwenden wissen. In den Mathematikfächern können sie die vorgeschriebenen Aufgaben lösen. Wenn sie aber vor konkreten Problemen stehen, die mathematische Errechnung brauchen, versuchen sie es öfters lieber zum Beispiel mit den Verfahren „Versuch / Irrtum". An Beispielen für eine gewisse Erfolglosigkeit von Unterricht fehlt es nicht.

Um dem entgegenzuwirken wurden konstruktivistisch orientierte Lehrmaßnahmen entwickelt, von denen hier zwei Modellbeispiele kurz vorgestellt werden.

Bei den von der Vanderbilt Universität entwickelte Ansatz der „anchored Instruction" geht es darum, einen „Anker" im Lernprozess zu finden, um den sich die Probleme und deren Lösungen entwickeln lassen. Der Anker hat auch die Aufgabe, die Aufmerksamkeit zu wecken und die Lernenden zu motivieren. Es wird für Problemschüler eine „Story" vorgelegt, in der zahlreiche Informationen vermittelt werden, die dann von den Schülern bei der Identifikation und Lösung der Probleme zu verwenden sind. Durch die Vermittlung einer komplexen Situation, in der sich die Probleme identifizieren lassen, soll vermieden werden, dass „neue Konzepte und Theorien lediglich als Ansammlung von Fakten und mechanischen Prozeduren gesehen werden". Dieses Vorgehen findet man auch bei Fallstudienansätzen in der Ingenieurlehre, zum Beispiel bei der Betriebswirtschaft und Industrieorganisationslehre, wobei immer mehr gegenüber den meisten auf Text basierenden Fällen ein verstärkter Medieneinsatz in Form von Filmen und Animationen die Authentizität des Ankers erhöht und somit für eine verbesserte Aufmerksamkeit sorgt.

Beim Ansatz „cognitive apprenticeship" von Collins[10] beschäftigt man sich mit dem Transfer von Expertenwissen auf die Lernenden. und kommt zu der Auffassung, dass dieser Transfer nicht durch sprachliche Kommunikation oder Beobachtung allein, sondern durch aktives Nachmachen des Expertenverhaltens in authentischen Situationen erreicht werden kann. Die Vorgehensweise ähnelt dabei stark der Lehrlingsausbildung für Handwerker. Zu Beginn beobachtet der Lernende den Experten, um so Informationen über dessen Vorgehensweise zu sammeln (Modeling). Der Lernende bekommt dann Aufgaben, die er mit Hilfe seiner Beobachtungen lösen soll. Während er dies tut, soll er sein Vorgehen laut beschreiben (articulation). Dabei kann der Experte ihm zur Seite stehen und nützliche Hinweise geben (coaching), wobei diese Hilfestellung nach und nach abgebaut wird (fading).

In der Literatur finden wir ein ähnliches Verfahren bei Nonaka und Takeuchi[41] in ihrem Standardwerk zum Wissensmanagement beschrieben. Der dort beschriebene Wissensgenerierungsprozess hat vier Stufen. In der ersten Stufe, Sozialisation, soll „tacit-knowledge" durch gemeinsame Erfahrungen von Experten auf den Lernenden übergehen. Im konkreten Beispiel handelt es sich um einen Ingenieur der Firma Matsushita, der einen „Brotback-Automaten" entwickeln soll und daher wie beim „cognitive apprenticeship" zunächst bei einem Experten (Bäcker) in die Lehre geht. Nur so war es den Ingenieuren möglich, den komplexen Prozess vollständig zu verstehen und anschließend in einer Maschine nachzubauen.

Im FI-UNLZ CIM-Robotik Labor werden die Erfahrungen die in dieser Richtung laufen systematisch gefördert.

Der Konstruktivismus hat wichtige Impulse für ein Überdenken tradierter didaktischer Vorgehensweisen geliefert. Auf Grund der oben erläuterten Notwendigkeit eines „Lebensänlicheren gestalteten Lernens" ist es sehr wünschenswert, dass der Lernende nicht nur Faktenwissen aus einem Lernprozess mitnimmt, sondern die Fähigkeit erlangt, bei neuen Herausforderungen selbst entwickelte Lernstrategien anzuwenden.

Eine genauere Analyse, warum im traditionellen Lernen der Inhalt des Lernstoff so unreflektiert übernommen wird, ist sicher auch der Gedanke, dass „Menschen ihr Wissen nicht eingetrichtert bekommen können, sondern selbst konstruieren müssen". Im Gegensatz dazu, nämlich das „Wissen" in der Form „des Eintrichtern" übertragen werden kann, sehen wir zur Zeit beim Einsatz der immer mehr angewandten Industrierobotern.

Für weitere Überlegungen in der Richtung eine bessere Lernumgebungen aufzubauen, sind die von Astleitner-Sindler [2] formulierten Fragestellung interessant:

- „Was kann ich wissen?"
- „Wie kann ich (besser) Lernen?"

- „Wie kann ich (als Lehrer) Lernen erleichtern?"

4.2.2.3.1.1. „Was kann ich wissen?"

Konstruktivisten gehen davon aus, dass es zwar eine reale Welt gibt, die wir erfahren können (Duffy & Jonassen)[16], dass aber das Wissen darüber und die Bedeutungsgebung eine Eigenleistung, eine Konstruktion des Individuums ist.

Ähnliche Auffassungen sehen wir bei philosophischen Büchern, zum Beispiel bei Esther Diaz [13] und ihrer Analyse über Wissenschaft in der Postmodernität oder bei Werner Heisenberg [26]. Wir zitieren:

> ... *Wissenschaft wird von Menschen gemacht ...*
> ... *Wissenschaft in Gesprächen entsteht ...*
> ... *In diesen Gesprächen spielt die Atomphysik keineswegs immer die wichtigste Rolle. Vielmehr geht es ebenso oft um menschliche, philosophische oder politische Probleme, und der Verfasser (W.H) hofft, dass gerade daran deutlich wird, wie wenig sich Naturwissenschaft von diesen allgemeinen Fragen trennen lässt ...*

Diese Gedanken bringen uns auch zu interessanten Verbindungen, die im Rahmen dieser Arbeit sehr weit führen könnten und aus diesen Grund nur grob angedeutet sind.

Wie erläutert gibt es nach der Lernauffassung der Konstruktivisten nicht das „objektive" Wissen, das richtige und das falsche Wissen, das es „den Lernenden" zu vermitteln gilt. Diese Auffassungen finden wir auch bei der „Philosophischen Analyse über Wissenschaft in der Postmodernität".

Das Wissen einer Person hängt von deren Erfahrungen ab. Welche „Bedeutung" hat ein bestimmter Umstand, ein bestimmter Zusammenhang in einer bestimmten Situation? Darauf aufbauend konstruiert ein Individuum das kognitive Netzwerk seiner Kenntnisse.

Das bedeutet: Erkenntnis ist eher ein Erfinden als ein Entdecken (von Foerster).[61] Es gehört wesentlich zum Konstruktivismus, dass die „Erfindungen" auf ihre Angemessenheit überprüft werden. Wir erfinden vieles, behalten aber nicht alles. Nur bestimmte Erfindungen bewähren sich und werden beibehalten, differenziert, ausgebaut. Das bedeutet: Kenntnisse entwickeln sich immer weiter, bzw. eine Person ändert ständig ihre Vorstellungen über die Welt, über sich selbst etc. in Funktion der Erfahrungen, die sie macht. Unbekanntes wird in das bestehende Erfahrungssystem integriert und dabei so „zugeschnitten", dass es in das Erfahrungssystem passt (Piaget nennt dies „assimilation")[46], dabei können Merkmale dieses Unbekannten, die für andere Personen als wichtig angesehen werden, unter Umständen völlig vernachlässigt werden.

Wenn die Assimilation nicht gelingt (sprich: wenn eine Integration trotz „Zuschneiden" nicht möglich ist, wenn in der Terminologie von Piaget ein „Desäquilibrium" herrscht) wird auch der Erfahrungshintergrund angepasst („Akkommodation").

In einem rein logischen Konzept bedeutet die Auffassung „Lernen als Erfinden", dass es ein Lehren im engeren Sinn, als Vermittlung von Wissen und Kenntnissen, gar nicht geben kann.

Aus der Sicht der Lehre von Qualitätsicherungssysteme spricht Pratts[47] von den Lernenden als „die Arbeiter", denn ohne ihre aktive Beteiligung kann überhaupt kein Lernprozess stattfinden.

Die Frage nach dem Lehren wird von Astleitner-Sindler[2] umformuliert und auf zwei Fragen aufgeteilt

- „Wie kann ich (besser) lernen?"
- „Wie kann ich (als Lehrer) Lernen erleichtern?"

4.2.2.3.1.2. Wie kann ich lernen?

Lernen ist eine jener Eigenschaften, die sehr wahrscheinlich den Menschen von den anderen Lebewesen am meisten unterscheidet und kann sicher in verschiedene Formen erfolgen. In dieser Arbeit wird speziell auf das Lernen im Rahmen der Konstruktivismustheorie, das heißt als „Erfinden" hingewiesen. Hierbei wird ein Modell, das in der Regel drei Stufen besitzt (Meadows & Howley)[39], aufgebaut:

- Sich des eigenen Konzepts über ein bestimmtes Phänomen bewusst sein oder werden;
- Hinweise darüber sammeln, welchen Wert, Vorteil oder Sinn dieses und andere Konzepte haben und darüber debattieren und diskutieren (intern oder in Interaktion mit anderen Personen); und
- ein angemesseneres Konzept formulieren.

Diese drei Schritte müssen als iterativer Prozess verstanden werden, d.h. der Prozess fängt immer wieder von neuem an. Der zweite Schritt funktioniert dabei nur, wenn auch ein Kriterium für „Wert", „Vorteil" oder „Sinn" besteht. In welcher Hinsicht kann ein Konzept besser oder schlechter sein? Man muss dann auch sagen, dass sich dieses Kriterium im Laufe des Prozesses ändern kann (und sehr wahrscheinlich ändern wird).

4.2.2.3.1.3. Wie kann ich (als Lehrer) Lernen erleichtern?

In Rahmen einer auf Konstruktivismus aufgebauten Lernumgebung ist die Aufgabe des Lehrenden nur, „die Bedingungen zu schaffen, welche das Lernen ermöglichen". In der Terminologie von Salomon [51] haben Lehrer nicht mehr die Rolle des „Information Transmitter", sondern diejenige des „Orchestrator of Learning"; dies bedeutet, dass die Lehrperson als Dirigent agiert, dass aber die Musiker, sprich der Lernende, die Musik selber gestalten und nicht selten improvisiert. Sowohl Lehrperson als auch Lernende übernehmen eine aktive Rolle mit Verantwortung für das Lernen.

- Der Lehrende setzt die Rahmenbedingungen der Möglichkeit für das Lernen und versucht, den Lernprozess nicht zu verhindern (wenn möglich über Motivation zu fördern)
- Der Lernende ist ein aktiver Kreator im seinem Lernprozess

Brooks and Brooks [8] haben den Unterschied zwischen traditionellem und konstruktivistischem Unterricht in einer Übersichtstabelle zusammengestellt:

Traditioneller Unterricht	Konstruktivistisch orientierter Unterricht
Stoff wird zerlegt und in Einzelteilen präsentiert; Betonung liegt auf der Vermittlung von „basic skills“	„Stoff wird in Kontexten und Lebensbezügen präsentiert; Betonung liegt auf der Anbahnung und Vermittlung von Konzepten
Stoffbezogenheit: Skripten Befolgung .von Lehr- und Stoffplänen	Schülerbezogenheit: Die Fragen und Interessen der Lernenden stehen im Vordergrund.
Das Schulbuch steht im Vordergrund der Planungs und Unterrichtstätigkeit.	Der Unterricht geht von Lebens und Alltagssituationen, von anderen Primärquellen und von Lernmaterialien (manipulative materials) aus.
Lernende werden als „tabula rasa“ betrachtet, in die Information „eingeätzt“ und aufgetragen werden kann.	Lernende werden als Denkende und Entdeckende gesehen die (sich) eine „Theorie“ über die Welt erstellen und entwickeln.
Lehrer sehen sich als Lehrende, die Information zu den Lernenden transferieren.	Lehrer sehen sich als Moderatoren, Begleiter und Berater von Lernprozessen.
Der Lehrende begreift sich als der Korrigierende bei Fehlern und als Prüfer. Fehler sind zu vermeiden und dienen als Grundlage der Beurteilung	Lehrende untersuchen Fehler der Schülerinnen und Schüler, um das Denken der Schülerinnen und Schüler zu verstehen. Fehler sind Ausgangspunkte für neue Lern Prozesse

Ähnliche Konzepte finden wir bei Dubs [15] in folgenden Absätzen:

- Die interessierenden Problembereiche sollen nicht nur lebens- und berufsnah sein sondern sind auch komplett zu betrachten. „Nicht vereinfachte Modelle, sondern die Realität (unstrukturierte Probleme) sind zu betrachten.“
- Das kollektive Lernen in Gruppen hat große Bedeutung, „denn erst die Diskussion der individuellen Interpretationen einer komplexen Lernsituation, der entworfenen Hypothesen oder der möglichen Lösungen trägt dazu bei, die eigene Interpretation zu überdenken oder die gewonnenen Erkenntnisse anders (besser) zu strukturieren“
- Eine konstruktivistische Lernumgebung, beschränkt sich nicht bloß auf die kognitiven Aspekte des Lehrens und Lernens. Gefühle (Umgang mit Freuden und Ängsten) sowie persönliche Identifikation (z.B. mit der vorbildhaften Lehrkraft) sind außerordentlich bedeutsam, denn kooperatives Lernen, Umgang mit Fehlern in komplexen Lernsituationen, Selbststeuerung und Eigenerfahrung verlangen mehr als nur Rationalität.
- Schließlich betont Dubs [15] die Bedeutung der Evaluation des Lernerfolgs, die „nicht auf Lernprodukte“ (mit ausschließlich richtigen und falschen Lösungen) ausgerichtet werden darf. Vielmehr gilt es, die Fortschritte im Lernprozess selbst, möglichst in komplexen Lernsituationen, zu überprüfen. Er verweist in diesem Zusammenhang auf alternative Prüfungsverfahren.

4.2.2.3.2. Konstruktivismus: Nachteile und / oder Schwierigkeiten

Allerdings tauchen auch bei lerntheoretischen Umgebungen, die auf Konstruktivismus aufbauen, auch neue Schwierigkeiten auf. Bei Lernenden mit wenig bis gar keinem Vorwissen besteht nicht die Möglichkeit, auf der Basis des in den Lernprozess eingebrachten Wissens neues zu generieren. Blumstengel [7] führt dazu aus: „Ein Mangel an Vorwissen kann hier verhindern, dass überhaupt sinnvolle Erfahrungen gemacht werden.

Diese Lernumgebung setzt sowohl bei Lehrenden wie auch bei Lernenden einiges voraus. Keinesfalls kann man davon ausgehen, dass diese Art Unterrichtsgestaltung den Lehrbeauftragten die Arbeit abnimmt sondern ganz im Gegenteil.

Der „Lehrstoff" hat einen starken außerunterrichtlichen Bezug, wobei die Qualität (z.B. Vertrauenswürdigkeit der verschiedenen Informationsquellen) auch thematisiert wird. Dabei entdecken die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Inhalte und ihre Zusammenhänge.

Da die Aufgabenstruktur für die Lehrenden anders als im klassischen Unterricht ist, betonen viele Lehrer (mit langen Jahren klassischer Lehrerfahrung), den Umstand als gefährdend, dass sie die Kontrolle über den Lernenden immer mehr verlieren bzw. die Verantwortung an diesen immer mehr abgeben sollen. Es ist natürlich einfacher, von oben herab zu dozieren, als möglicherweise mit Situationen aller Art konfrontiert zu werden.

Ein zentrales Problem, das laut Astleitner-Sindler [2] bislang nicht umfassend gelöst ist, steht in der Beurteilung Konstruktivistischen Unterrichts. Diese sollte an sich laut genannten Autoren auch mit Hilfe konstruktivistisch orientierter „Evaluationsinstrumente" überprüft werden.

Ihre Aussagen betonen:

- „Es fehlt es an geeigneten Prüfungsinstrumenten und Techniken."
- „Ein großflächiger Einsatz konstruktivistischer Unterrichtsmethoden ist vermutlich erst dann denkbar, wenn entsprechende Prüfungsmethoden verfügbar sind".
- „Ist dies der Fall, kann allenfalls in Erwägung gezogen werden, die Prüfungsinstrumente als Steuerungsmittel einzusetzen."
- „Es wäre deshalb wünschenswert, dass sehr viel mehr in die Erforschung von angemessenen Prüfungsmöglichkeiten investiert würde."

Nicht zuletzt , da auch nach eigener Erfahrung als Leiter des FI-UNLZ CIM-Robotik Labors diese Problematik ein gravierender Punkt ist, wird im Rahmen dieser Arbeit ein „Kenntnisintegration Evaluationverfahren" als Prüfungsinstrument dargestellt.

4.2.2.4. Problemlösendes Denken und problemorientiertes Lernen

4.2.2.4.1. Problemlösendes Denken

Der Mensch (und der Ingenieur als berufstätiger Mensch) sieht sich ständig Situationen gegenüber, in denen er urteilen und entscheiden muss, um Probleme oder Aufgaben zu lösen. Dieses Problemlösen, „einschließlich der daraus resultierenden Entwicklung von Handlungsalternativen", stellt erhebliche Anforderungen an die menschliche Informationsverarbeitung. Dies gilt besonders dann, wenn komplexe Ziele vorliegen, viele Handlungsalternativen denkbar und Konsequenzen in zahlreichen Dimensionen abzuwägen sind. Der Erfolg einer Entscheidung hängt davon ab, wie gut die einzelnen Phasen

der Informationsverarbeitung (Informationssuche, Informationsbewertung, Informationsverknüpfung) gelingen.

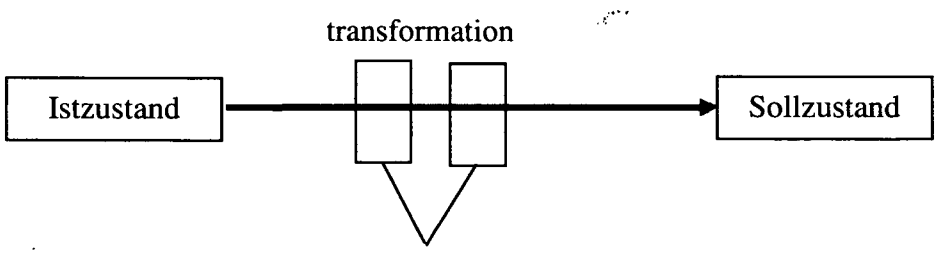
Das Thema „Problemlösen" stellte bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts einen Schwerpunkt der Denkpsychologie dar. Bereits 1917 untersuchte der Gestaltpsychologe Köhler [33], wie Menschenaffen Probleme angehen und erfolgreich lösen. Die Psychologen Wertheimer und Duncker [62] erweiteten diese Forschungen Anfang der 40er Jahre auf menschliches Problemlösungsverhalten aus. Gegenwärtig wird von „hochkomplexem Problemlösen" und von ‚Problemlösen als Informationsverarbeitung" gesprochen. Mit Problemlösungsmodellen beschäftigen sich viele Wissenschaftsdisziplinen, in denen deutlich wird, wie humanistische und technologische Anschauungen sich verknüpfen und ergänzen.

Um Problemlösungsansätze verständlicher zu machen, werden im folgende einige Grundbegriffe erläutert.

4.2.2.4.1.1. Das „Problem"

Im Sinne der Informationsverarbeitungstheorie des Problemlösens handelt es sich um ein Problem, wenn ein Ausgangszustand nicht in einen anderen, gewünschten Zustand übergeführt werden kann, ohne dass Operatoren zum Einsatz kommen. In diesem Zusammenhang definiert Dörner [14] zur Kategorisierung von Problemen unterschiedliche Barrieretypen. Ein Problem liegt dann vor, wenn ein Problemlöser von seinem Ist- bzw. Ausgangszustand nur durch Überwindung eines „Hindernisses" einer sogenannten Barriere, in den gewünschten Zielzustand gelangen kann. So unterscheidet er zwischen Interpolations-, Synthese- und dialektischen Barrieren.

Abbildung 4.3: Problem



Ein Problem kann durch folgende Eigenschaften charakterisiert werden:

- Problemraum: Unter dem Problemraum wird die interne Repräsentation des Problems durch den Problemlöser verstanden. Der Problemraum wird auch als subjektive Problemstruktur bezeichnet.
- Problemstruktur: Die objektiven Eigenschaften bzw. Merkmale eines Problems werden unter dem Begrifft der objektiven Problemstruktur zusammengefasst. Des weiteren werden Aussagen über den Zusammenhang getroffen, in welchem die Problemmerkmale stehen.

- Problemschwierigkeit: Es kann zwischen zwei Gruppen von Determinanten unterschieden werden, die die Problemschwierigkeit beeinflussen. Zum einen sind es die Merkmale des Problems, zum anderen sind es die Eigenschaften des problemlösenden Individuums selbst.

Die Zahl potentieller Lösungsalternativen bestimmt den Problemumfang. Die Problemkomplexität steht in engem Zusammenhang zu der Anzahl der zu berücksichtigenden Variablen, deren Vernetztheit sowie deren Transparenz.

Die Variablenvernetzheit gibt Auskunft darüber, wie hoch die einzelnen Variablen miteinander korrelieren. Unter der Transparenz der Variablen versteht man die Durchschaubarkeit der Variablenvernetztheit.

Die Problemschwierigkeit ist auch abhängig von der Erfahrung und dem Wissen des Problemlösers. Wissen und Erfahrung können die Problemschwierigkeit dadurch verändern, dass sie problemrelevante Fakten zur Verfügung stellen, zu einer konkreteren, vorstellungsnahen internen Repräsentation des Problems beitragen und die Auswahl und Anwendung von Operationen und Bewertungen zum Zweck des Problemlösens mitbringen.

4.2.2.4.1.2. Die „Aufgabe“

Die Aufgabe unterscheidet sich vom Problem im Fehlen einer Barriere . So hat ein Mensch, der noch nie in seinem Leben in einem Auto saß, ein Problem, wenn von ihm verlangt wird, dieses zu starten; im Gegensatz dazu sollte es für einen „Taxi-Fahrer“ nur eine Aufgabe darstellen.

Dieses Beispiel zeigt, dass dieselbe Situation sowohl eine Aufgabe als auch ein Problem darstellen kann, je nachdem, ob aufgrund erworbener Erfahrung die Barriere fehlt oder sie mangels fehlenden Wissens nicht überwunden werden kann.

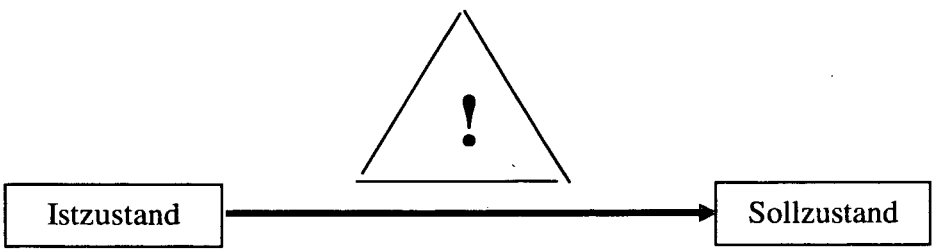


Abbildung 4.4: Aufgabe

4.2.2.4.1.3. Das Problemlösen bei Menschen

Unter Problemlösen versteht man das Bestreben, einen gegebenen, eventuell unbefriedigenden Zustand (Ausgangs-Zustand / Ist-Zustand) in einen anderen, gewünschten Zustand (Ziel-Zustand / Soll-Zustand) zu überführen, wobei es gilt, eine Barriere zu überwinden, die sich zwischen Ist- und Sollzustand befindet. Nimmt man zur Erläuterung die Begriffe Problemraum und Problemstruktur zuhilfe, so kann der Problemlösungsprozess als eine Annäherung des subjektiven Problemraums an die objektive Problemstruktur aufgefasst werden. Analog ist das Aufgabenlösen zu verstehen.

Hierbei kann der Problemlöser ohne Einsatz von Barriere überwindenden Operationen aus seinem Ist- in den gewünschten Zielzustand übergehen.

Dass das menschliche Problemlösen in der künstlichen Intelligenz (KI) als Modell benutzt wird, kommt darin zum Ausdruck, dass KI-Forscher wie Simon und Newell [54] sowohl auf dem Gebiet der Informatik als auch auf dem Gebiet der Psychologie Anerkennung finden. Von beiden Disziplinen der kognitiven Psychologie und der KI-Forschung, wird die Ansicht vertreten, dass das Lösen von Problemen ein Informationsverarbeitungsprozess ist.

Im Rahmen der Gestaltung einer Organisation, die nach den Prinzipien des CIM-IMS (Computer Integrate Manufacturing – Inteligent Manufacturing Systems" aufgebaut ist, wird die Verknüpfung zwischen Organisations-Psychologischem, Expertenwissen und auch künstlicher Intelligenz anhand von zahlreicheren Problembeispielen klar verdeutlicht

4.2.2.4.1.4. Problemtypen / Klassifikation

Auf dem Gebiet der Psychologie und der KI (Kunstlichen Inteligenz), existieren eine Vielzahl von Klassifikationsvorschlägen, die einer Systematisierung von Problemen und Problemlösungsmethoden dienen sollen. Die Zweiteilung von McCarthy [38] zählt mit der zuvor beschriebenen Einteilung nach Dörner [14] wohl zu den geläufigsten.

McCarthy unterscheidet zwischen

- offenen (ill-defined) und
- geschlossenen (well-defined) Problemen.

Von einem geschlossenen Problem wird dann gesprochen, wenn Ist- und Soll-Zustand klar definiert sind, jedoch die Operatoren zur Überwindung der Barriere unbekannt sind. Ein mathematischer Beweis stellt ein typisches geschlossenes Problem dar

Probleme, denen weder ein klarer Ausgangszustand, noch ein klarer Zielzustand zugrunde liegen, werden als offene Probleme bezeichnet. Zudem kann bei dieser Art von Problemen keine genaue Aussage über die zu verwendenden Operatoren getroffen werden. Wird z. B. ein Mitarbeiter eines Unternehmens, damit beauftragt, die Motivation seiner Kollegen zu steigern, so stellt sich ihm dieser Auftrag als offenes Problem dar.

4.2.2.4.1. 5. Entscheidungsproblem

Zu einem Entscheidungsproblem wird ein Problem erst durch das Vorhandensein bestimmter Handlungsalternativen, aus denen der Mensch selektieren muss (=Selektionen zwischen gegebenen Alternativen). Um ein Entscheidungsmodell zu konstruieren, muss man folglich ein Problem zunächst zu einem Entscheidungsproblem machen. Die Problemdefinition erscheint damit nicht mehr als eine bloße Voraussetzung, sondern als der eigentliche Gegenstand der Modellkonstruktion.

4.2.2.4.2. Problemorientiertes Lernen in der Wissensgesellschaft

Im Rahmen einer immer breiteren Integration der einzelnen Fachgebiete spricht man im Expertenbereich von „Problemorientierten Lernen in der Wissensgesellschaft". Die Frage ob Menschen systematisch auf die Wissengesellschaft vorbereitet werden sollen wird mit ein eindeutigen „JA" beantwortet.

Der theoretische Streit zwischen starren Auffassungen, die nur „Traditionelle Lehrkonzeption" oder „Konstruktivistische Lehrkonzeption" verteidigt, muss an den praktischen Problemen relativiert werden. Mit dem Leitprinzip der „Problemorientierung" entsteht eine brauchbare Verbindung zwischen der traditionellen und der konstruktivistischen Lehrkonzeption..

Eine Lernumgebung ist dann „problemorientiert", wenn die Lernenden während des und nach dem Unterricht sagen können: „Wir haben nun Antworten auf unsere Fragen, wir haben Anregungen erhalten für die Bewältigung relevanter Aufgaben, wir haben Neues erfahren, das uns in unserem Denken und Handeln weiterhilft, und wir haben neue Fragen, auf die wir Antworten suchen" (Mandl, Reinmann Rothmeier & Gräsel).[36]

Problemorientierter Unterricht agiert mit „Regel-Problemen", wendet Wissen flexibel in unterschiedlichen Kontexten an, verwendet soziale Lernarrangements und ist dem Schüler gegenüber beratend. Kernpunkt eines problemorientierten Lernens (und Unterrichtens) ist „Wissensmanagement", ein derzeit viel besprochenes Thema. Reinmann Rothmeier und Mandl haben sich auf der Basis empirischer Forschung mit der Frage auseinandergesetzt, welche Teilkompetenzen für Lernende (und Lehrer) wichtig sind.

Rangreihen in Delphi-Expertenbefragungen zeigen folgende Teilkompetenzen von „Wissensmanagement":

- Fähigkeit zum kritischen Bewerten von Information und Wissen,
- Kommunikationsfähigkeit,
- Lernbereitschaft,
- Fähigkeit zur Informationsselektion,
- Offenheit,
- Fähigkeit zur Selbstmotivierung,
- Fähigkeit zum Umgang mit komplexer Information,
- Lernfähigkeit,
- Bereitschaft zur Weitergabe und Teilung von Wissen,
- Kooperationsfähigkeit,
- Fähigkeit zur Trans bzw. Interdisziplinarität,
- Fähigkeit zur Strukturierung von Wissen,
- Fähigkeit zur Informationsanalyse,
- Fähigkeit zum Fragenstellen,
- Motivation zur Erweiterung von Erkenntnis,
- Selbstmanagement,
- Fachkompetenz,
- Neugier,
- Selbstverantwortung,
- Fähigkeit zur Informationssuche,
- Fähigkeit zum Umgang mit Informationssystemen und Datenbanken,
- Interesse,
- Fähigkeit zur Recherche,
- Fähigkeit zum strukturierten Denken,
- Reflexionsfähigkeit,
- Mehrsprachigkeit – Sprachkompetenz,
- Fähigkeit zur Differenzierung von Wissen,
- Fähigkeit, Wissen in der Gruppe zu teilen,
- Anwendungsorientierung und Arbeiten in Netzwerken.

4.2.2.4.2.1. Mikrokomponenten eines problemorientierten Lernens in der Wissensgesellschaft

Als relativ neuen Gedankenanstoß, gibt es noch viele Versuche, problemorientiertes Lernen und/oder Wissensmanagement genauer zu definieren.

Bell [5] weist drauf hin, dass in einem postindustriellen Zeitalter, in dem Information zentrale Bedeutung zukommt, komplexe Modelle, Simulationen, Systemanalysen u.a. als Problemlösehilfe herangezogen werden sollen und nicht vereinfachte Abbildungen der Realität.

4.2.2.4.2.2. Mikrokognitive Aspekte eines problemorientierten Lernens

Jonassen[31] legt ein Modell komplexer Denkprozesse vor, das viele kognitive Mikrokomponenten problemorientierten Lernens in sich vereint und zwischen inhaltsbezogenem Denken, kritischem Denken, kreativem Denken und komplexen Denkprozessen unterscheidet.

- Inhaltsbezogenes Denken umfasst die Fertigkeiten, die zum Erwerb und zum Abrufen akzeptierten Wissens (üblichen Grundwissens) und zum Funktionieren metakognitiver Prozesse notwendig sind.
- Kritisches Denken betrifft die dynamische Neuorganisation von Wissen, um es bedeutungsvoll und nutzbar zu machen. Es umfasst drei allgemeine Fertigkeiten: Analysieren, Bewerten und Verbinden.
- Kreatives Denken dient der Erzeugung neuen Wissens. Es ist eng mit kritischem Denken verbunden, ist aber weniger an objektiven Verfahren orientiert, sondern beinhaltet mehr subjektive Anteile. Kreatives Denken ist nicht auf bereits bestehendes Wissen bezogen, wie kritisches Denken, sondern dient der Generierung von Wissen. Es umfasst Verknüpfen, Vorstellen und Elaborieren.
- Komplexe Denkprozesse kombinieren inhaltsbezogenes, kritisches und kreatives Denken zu handlungsbezogenen Prozessen. Sie umfassen Problemlösen, Gestalten und Entscheiden. Problemlösen betrifft das systematische Verfolgen eines Zieles, das die Lösung eines Problems darstellt. Problemlösen setzt sich zusammen aus:
  a) dem Wahrnehmen eines Problems (mit Hilfe von Intuition, Visualisieren oder durch Identifikation von Annahmen);
  b) dem Erforschen eines Problems (Bewerten einer Information, Wechseln von Denkkategorien, Klassifizieren, Erkennen von Irrtümern);
  c) dem Formulieren des Problems (Zusammenfassen, Schlussfolgern, Aufstellen von Hypothesen, Konkretisieren, Identifizieren von Kernideen);
  d) dem Finden von Alternativen (Erweitern, Verändern, Vorhersagen, Spekulieren);
  e) der Auswahl der Lösung (Bewerten, Vergleichen, Festlegen von Kriterien, Setzen von Prioritäten, Prüfen); und
  f) dem Bilden von Akzeptanz (Planen, Wechseln von Kategorien, Schlussfolgern, Identifizieren von kausalen Beziehungen, Vorhersagen).

4.2.2.4.2.3. Mikrosozial und emotionale Aspekte eines problemorientierten Lernens

Jonassen[31] argumentieren, dass zukünftiges Lernen in unseren Ausbildungsorganisationen aufgrund technologischer Entwicklungen offener gestaltet sein und in höchst komplexen Lernumgebungen stattfinden wird. Diese Umstände werden von Lernenden als chaotisch erlebt, was insbesondere starke Emotionen erzeugt. Das Beobachten, das Verstehen und der Umgang mit Emotionen sind wichtige Grundpfeiler um in diesen chaotischen Lernumgebungen bestehen zu können.

Es ist in der psychologischen und erziehungswissenschaftlichen Grundlagen und angewandten Forschung weitgehend akzeptiert, dass „kognitive", „motivationale" und „emotionale" Prozesse verschiedene Ausschnitte der menschlichen Erfahrungwelt beschreiben und erklären.

- „Kognitive" Prozesse betreffen den Erwerb und die Abbildung von Wissen und stehen in einer repräsentativen Relation zu Objekten und Fakten der Welt.
- „Motivationale" Prozesse beziehen sich auf Zielzustände des Organismus und haben eine aktionale Beziehung zur Welt.
- „Emotionale" Prozesse sind auf die Akzeptanz oder Zurückweisung von Objekten und Fakten bezogen und stehen in einer bewertenden Beziehung zur Welt. Emotionen, obwohl sie mit kognitiven und motivationalen Prozessen interagieren, werden in der Forschung als einzigartige Komponenten mentaler Zustände, menschlicher Erfahrungen und des Ausdrucks von Verhalten angesehen. Emotionen setzen Informationsverarbeitungsprozesse in Gang und stoppen oder unterbrechen diese. Sie führen zu selektiver Informationsverarbeitung oder organisieren Erinnerungsprozesse. Forschung im Bereich der Erziehungswissenschaft und Sozialpsychologie hat auch gezeigt, dass kognitive Intelligenz allein kein Garant für ein erfolgreiches Leben ist.

Ein relativ neuer Ansatz im Bereich Emotion und Unterricht, ist die „emotionale Erziehung", die sich auf das Konzept der „emotionellen Intelligenz" stutzt (Goleman)[25] und die mit immer großerer Akzeptanz nicht nur im Rahmen des Lernprozesses, sonder auch in betrieblichen Organisationen systematisch eingesetzt wird.

4.3. Schlussfolgerungen

Über Lern- und Lehrtheorien wurde im Laufe der menschlichen Geschichte ständig gearbeitet und Dokumente produziert.

Unter der Berücksichtigung, dass „Qualitätssysteme für Organisationen der Universitären Lehre der Ingenieurswissenschaft", „e-Learning" und „High Technology CIM-Labors" nicht Ziele an sich sein sollten, ist das Verständnis didaktischer und lerntheoretischer Grundkonzeptionen die Basis, die erlaubt das Einsatzpotential genannter Werkzeuge / Medien, im Rahmen einer systematischen Unterstützung besser einzuplanen und auszunutzen.

Im Rahmen einer immer breiteren Integration der einzelnen Fachgebiete spricht man in immer breiteren Kreisen von „problemorientiertem Lernen". Der Streit um „traditionelle Lehrkonzeptionen" oder „konstruktivistische Lern Konzepte" muss anhand

der praktischen Probleme relativiert werden. Mit dem Leitprinzip „Problemorientierung" zeigt sich das Entstehen einer brauchbaren Verbindung zwischen traditioneller und konstruktivistischer Lern Konzeption.

Lernwerkzeuge, speziell die oben genannten (QM, HT-CIM-Labor + e-Lerning) können einen bedeutsamen Beitrag für die „Gestaltung der geeigneten Lernumgebung" bieten. Unter dieser Auffassung werden in den einzelnen Kapiteln dieser Arbeit genannte Lernwerkzeuge analysiert und die Verbindung, die in einer Integration steht, erläuetert. Das heißt, eine kybernetische Auffassung als Gegensatz zu einer linealen und reduktionistischen Einstellung.

Da nach unserer eigenen Erfahrung und auch mehreren in der Literatur gefundenen Referenzen es für eine konstruktivistische und problemorientierte Lernumgebung an geeigneten Prüfungsinstrumenten fehlt, und da laut dem Vater der modernen Qualitätslehre (Deming) ein ständiger Verbesserungskreis-Prozess eine objektive Beurteilungsphase benötigt wird, beschäftigt sich das grundlegende Kapitel dieser Arbeit mit dieser Problematik und der Darlegung eines konkreten „Bearbeitungs Modell Vorschlags".

5. Messung und Bewertung der „Kenntnisintegration" im Rahmen der universitären Lehre der Ingenieurwissenschaften

5.1. Einleitung

Davon ausgehend, dass als globales Ziel der universitären Lehre der Ingenieurwissenschaften die Bildung von professionellen Kompetenzen und Fähigkeiten für die Tätigkeit als „Ingenieur-Problemlöser" anzusehen ist, muss sich das Qualitätssicherungssystem nicht nur auf den „Kenntnisübertragungsprozess" sondern auch sehr stark auf den „Kenntnisintegrationsprozess" konzentrieren. Eine wesentliche Teilaufgabe besteht hierbei in der Analyse, Steuerung und Bewertung des Ablaufes der Erstellung der „Diplomarbeit" bzw. des „Proyecto Final (PF)" im argentinischen Universitätssystem.

Bei der Analyse und Beurteilung kann dabei in den Vordergrund gestellt werden:

- das Produkt: In diesem Fall die erarbeitete Diplomarbeit (PF) als abgeschlossene Arbeit.
- der Prozess: Als Teilprozess des gesamten Lernprozesses ist die Diplomarbeit (PF) jene Phase des Gesamtlernprozesses, in welcher die Integration der Kenntnisse am intensivsten stattfindet und somit auch am meisten gefördert werden kann. Im Vergleich mit den Prozessen in einem Produktionsbetrieb könnte diese Phase im Sinne einer „Montage" gesehen werden. Bei der Montage werden ebenfalls die Einzelteile, die in den vorgelagerten Teilprozessen gefertigt wurden, integriert. Die Steuerung und Beurteilung der Montage ist ein wesentlicher Faktor für die Qualität des Produktes und des Qualitätssicherungssystems, da auf keinen Fall eine korrekte Einzelteilbearbeitung allein die Endqualität des Produktes gewährleistet.

Für die Ermittlung der „Kenntnisintegration" von Ingenieurstudenten müssen direkte und indirekte Parameter berücksichtigt werden. Dies bedingt eine Vielzahl von Daten, die vielfach nur ungenau oder überhaupt nicht messbar sind. Integration der Kenntnissteuerung, Messung und Bewertung, ist daher ein sehr umfangreicher Problemkreis, der zum größten Teil nur auf relativ subjektiver Basis (beruhend auf den Erfahrungen des betreuenden Universitätslehrers, des „Diplomarbeitsvaters") einer Lösung zugeführt wird.

Es wird auch oft die Meinung geäußert, dass die Erfassung aller „Kenntnisintegrationseinwirkungen" nicht nur aufgrund des enormen Aufwands praktisch nicht durchführbar ist, sondern auch theoretisch unmöglich ist. Auf jeden Fall ist es unumstritten, dass jeder Lehrbeauftragte in größerem oder kleinerem Ausmaß die in seinem Teilprozess erwartete Kenntnisintegration durch eigene Wahrnehmungen oder selbst gewählte Indikatoren beurteilt.

Der nachfolgend beschriebene Ansatz stellt ein Modell für die systematische Bearbeitung dieses Problems dar. Der Untersuchungsaufwand hängt bei dieser Methode vom Grad der Detaillierung ab.

Überlegungen zur „Qualität" im Rahmen der universitären Ausbildung und eine systematische Steuerung der „Kenntnisintegration" im Hinblick auf die „Endbewertung" im Studium erfolgt im Rahmen dieser Arbeit aus den folgenden drei Blickrichtungen:

- Qualität bezüglich der Bewertung der Ausbildung junger Universitätsabsolventen
- Qualitätssicherung in der universitären Lehre der Ingenieure
- Qualitätsmerkmale im Hinblick auf die Fähigkeit zum kognitiven und konstruktive Denken

5.1.1. Qualitätsbegriff in der universitären Ingenieurausbildung

Der Qualitätsbegriff wurde in den letzten Jahren sowohl im Alltagsgebrauch als auch im technischen Rahmen immer mehr als ein wesentlicher Faktor erkannt und bewertet. Die immer breitere sprachliche Verwendung hat aber zur Folge, dass teilweise auch durchaus unterschiedliche Interpretationen oder Definitionen verwendet werden. Dies ist auch bei Fragestellungen bezüglich der Merkmale des „Qualitätsbegriffs in der Ingenieurlehre" erkennbar. Dabei sind unterschiedliche Richtungen deutlich erkennbar, die von den verschiedenen Universitätslehrern aber auch von unabhängigen Experten vertreten werden.

Die Globalisierungsprozesse und die Forderung von Regierungen, Universitäten und der Gesellschaft nach mehr „Qualität" in der universitären Lehre der Ingenieure und allgemein der Akademiker, bilden eine der Ausgangsbasen für diese Arbeit. Dabei bilden folgende Gedanken und Thesen grundsätzliche Einflussfaktoren:

- Organisationen und Systeme für die universitäre Lehre der Ingenieure sollen sich nicht auf die bloße Kenntnisübertragung allein stützen, sondern den Grundprozess mit konkreten Aktivitäten systematisch fördern und steuern, um die bei den Studierenden systematisch bestehenden und kürzlich erworbenen Kenntnisse ständig miteinander zu verknüpfen und somit zu integrieren.
- Unter Berücksichtigung, dass die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse der Menschheit zur Zeit exponentiell wachsen und gleichzeitig im technischen Bereich auch sehr rasch veralten, sollte sich die Lehre auch im universitären Bereich nicht nur auf die Übertragung von Fachkenntnissen konzentrieren, sondern sich zunehmend stärker mit den Erziehungsaspekten von Begriffen, Meinungen und Handlungsweisen der Studierenden in allen Studienphasen systematisch beschäftigen. Unter anderem sollten auch Methoden des wissenschaftlichen Forschens, ständige Weiterbildung, Teamarbeit, kontinuierliche Verbesserung als Grundziele gelten.
- Durch die Tendenzen bei der Neugestaltung der Arbeit und den daraus resultierenden Anforderungen der Arbeitgeberorganisationen steht heute die Suche nach kompetenten Mitarbeitern im Vordergrund, die kreativ und autonom Probleme erkennen und lösen können sowie fähig sind, Teilaspekte in umfassende Ansätze zu integrieren sowie Auswirkungen abzuschätzen. Bekannte und sich wiederholende Tätigkeiten können in immer größerem Ausmaß von Computern, Robotern und automatischen / autonomen Maschinen ausgeführt werden und brauchen in diesem Sinne nicht die direkte Anstellung eines Ingenieurs.

Systematische „Kenntnisintegration" in der Ingenieurlehre für die Ausbildung zum „Problemlöser" ist von diesem Blickpunkt aus als wesentlicher Qualitätsfaktor anzusehen.

5.1.2. Qualitätssicherung in der universitären Lehre der Ingenieure

Qualitätssicherungssysteme der universitären Lehre der Ingenieure werden in immer mehr Organisationen sinnvoll eingesetzt. Das ISO-Modell und dessen – in sehr breitem Rahmen – diskutierte Richtlinien und Normen ISO 9000-2000 werden von immer mehr Organisationen zur Ingenieurausbildung übernommen, vor allem die darin enthaltenen Kriterien der Prozessorientierung.

Qualitätssicherungssysteme für die universitäre Lehre der Ingenieure sollten sich nicht nur an den funktionellen Aspekten orientieren, also nicht nur die möglichst umfas-

sende Übertragung des zu erlernenden Lehrstoffes gewährleisten („funktionsorientiert").

Die Integration der in den einzelnen Studienfächern übermittelten Kenntnisse soll als Prozess systematisch in einem „ständigen Verbesserungszyklus" gesteuert und bewertet werden; dies als Teil des Qualitätssicherungssystems, das in diesem Sinn den „Kenntnis-integrationsprozess" bzw. die Teilprozesse, die während der Diplomarbeit (PF) bearbeitet werden, unter folgenden Gesichtspunkten berücksichtigt:

- explizite und von allen Beteiligten anerkannte Arbeitsweisen und Prozeduren
- Steuerung dieses Prozesses und der Endbeurteilung der erstellten bzw. abgeschlossenen Diplomarbeit (PF), durch explizit dargelegte Regeln und Beurteilungskriterien, dass heißt eine „systematische Evaluation".

Die Erarbeitung des beschriebenen Modells soll auch einen Beitrag in Richtung der „expliziten Darstellung" von Prozessen und Bewertung durch Indikatoren liefern.

5.1.3. Über das kognitive und konstruktive Denken – das Denken über das Denken

Das Verständnis „in bewusster Form" für das Verfahren des eigenen Handelns und Denkens sollte untrennbar zur wissenschaftlichen Ausbildung gehören. Eine Vielzahl von Publikationen setzt sich mit dem Nachdenken über das Denken auseinander. S. Papert [45] beschreibt, wie geeignete Umgebungen das Denken von Schülern explizit unterstützen können, um Probleme zu lösen und das Lösen von Problemen zu erlernen. Papert behauptet, „dass man nur ein besserer Schüler, Konstrukteur und Problemlöser werden kann, wenn man explizit die eigenen Lernprozesse reflektieren kann." Es wird „einfacher", wenn ein Modell des strukturierten Denkens vorgelegt werden kann. Es erscheint durchaus folgerichtig, dass diese Gedanken über Schüler, Konstrukteure und Problemlöser auch für „Lehrer" und „Lernende = Ingenieurstudenten" zutreffend sein sollten.

Auch L. Riberiro [49] spricht in seinem Modell der „Kenntniskategorien" von:

- unbewusst inkompetent (unfähig) > man weiß nicht, was man nicht weiß
- bewusst inkompetent (unfähig) > man weiß, was man nicht weiß
- bewusst kompetent (fähig) > man handelt in rationellem Bewusstsein
- unbewusst kompetent (fähig) > man tut intuitiv das Richtige (z.B. Autofahrer)

Bei dieser Modelldarstellung spielt das „rationelle bewusste Handeln" auch eine wesentliche Rolle im Lernprozess.

Es ist unbestreitbar, dass Lehrbeauftragte bzw. Universitätslehrer seit vielen Jahren den Prozess „Diplomarbeit" (PF) zukünftiger Ingenieuren mit Erfolg steuern und beurteilen. In diesem Sinne fällt ein großer Teil der erfahrenen Lehrbeauftragten in die Kenntniskategorie „unbewusst kompetent (fähig)".

Somit soll für den Prozess der „Kenntnisintegration" und dessen Steuerung ein festgelegtes Verfahren erstellt werden. Dadurch wird möglich, dass Lehrbeauftragte sowohl als Einzelperson als auch als Team ein „Instrument" zur Verfügung haben, das ihnen ein „systematisches Handeln" erlaubt, dass heißt für den Abteilungslehrbeauftragten eine Grundlage zur Bearbeitung dieser Aspekte bietet.

5.2 . Voraussetzungen für eine systematische Steuerung der „Kenntnisintegration"

Wesentliche Voraussetzung dafür, dass die „Kenntnisintegrationseinwirkungen" beim Prozess berücksichtigt werden können, ist die Anpassung der Definitionen der Begriffe „Input" und „Output" gegenüber jenen bei einer konventionellen Untersuchungsmethode verwendeten Definition. Als „Input" in den Prozess bzw. „Output" aus dem Prozess darf nicht – wie in der konventionellen Untersuchungstechnik – nur jeder einzelne Parameter betrachtet werden, vielmehr müssen die Inputs und Outputs aus funktionalen Beziehungen und Kontexten und vor allem aus dem gesamten Systembereich abgeleitet werden. Sie stehen damit zunächst als verbale Beschreibungen zur Verfügung.

Diese verbalen Angaben bezeichnen in vielen Fällen eine Zusammenfassung von verschiedenen Faktoren, die fast immer kaum genau messbar sind; es bleibt daher bei einer kompletten Darstellung aller Inputs und Outputs eine große Anzahl von verbalen Beschreibungen bestehen.

Unter diesen Rahmenbedingungen können die Problemstellungen nicht mehr nach der klassischen binären Logik bearbeitet werden. Einen Ansatz zur Lösung solcher Probleme bietet die Fuzzylogik, in der auch verbale Angaben in einem mathematischen Modell berücksichtigt werden können. Fuzzylogik erlaubt mit den von ihrem Erfinder L. A. Zadeh [63] gerade in den letzten Jahren weitergeführten Prinzipien die systematische Verarbeitung von menschlichen Wahrnehmungen, also „perceptions".

Die genaue Analyse und der Modellaufbau erfolgt nach dem vorgeschlagenen Ansatz in drei Stufen:

- Bestandsaufnahme – Ermittlung der Wechselwirkungen beim Prozess der Ausarbeitung einer Diplomarbeit (PF); Anpassung des allgemeinen Modells an die speziellen Gegebenheiten und Zielvorgaben des Betreuerteams.
- Wirkungsanalyse – systematische Ermittlung der Auswirkungen
- Bewertung der Ergebnisse von Bestandsaufnahme und Wirkungsanalyse

5.3. Der Prozess der „Kenntnisintegration"

Der Prozess der Kenntnisintegration verläuft während jeder einzelnen Lehrveranstaltung und während des gesamten Studiums. Darüber hinausgehend auch praktisch während des ganzen Lebens eines Menschen, wobei natürlich die Fachkenntnisse insbesondere während der Ausbildungs- und Arbeitsjahre verstärkt erworben werden.

Im formalen Bereich der Studentenausbildung in der universitären Lehre der Ingenieure kann man diesen Prozess sehr deutlich in der letzten Phase des Studiums erkennen. Vor allem ist dieser Prozess am deutlichsten bei der Erstellung der Diplomarbeit (PF) zu sehen.

Das Ziel einer Diplomarbeit bzw. eines „Proyecto Final" lässt sich in folgender Form kurzgefasst ausdrücken:

- **Ziel einer Diplomarbeit**: Die Fähigkeit zu zeigen, dass man in Zusammenarbeit mit einem Betreuer eine technisch-wissenschaftliche Arbeit durchführen kann.
- **Ziel des „Proyecto Final"** (Abschluss-Projekt): Die erlernten Grundkenntnisse und speziellen Fachkenntnisse zu integrieren und ein umfassendes Ingenieurproblem möglichst vollständig (auf breiter Basis) zu bearbeiten. (Dies ist die im CIM-Robotik Unterricht und Labor FI_UNLZ Buenos Aires angewandte Definition.)

Diplomarbeiten sind in europäischen Ländern seit langer Zeit die übliche Form des formellen Abschlusses eines universitären Ingenieurstudiums; „Proyecto Final (PF) = Abschluss-Projekt" wird in den letzten Jahren immer mehr und in geregelter Weise in Argentinien im universitären Ingenieurstudium eingesetzt.

Das folgende Diagramm zeigt die Gestaltung dieses Prozesses analytisch in Form eines Blockdiagrammes:

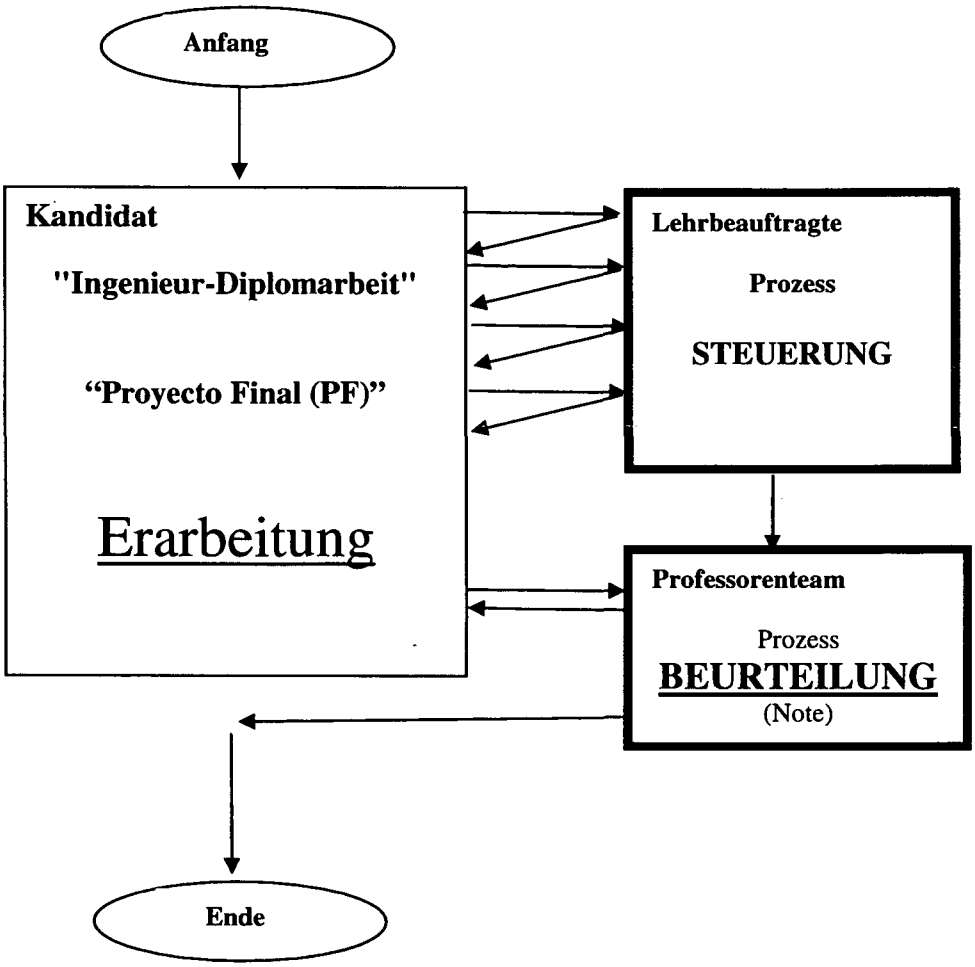
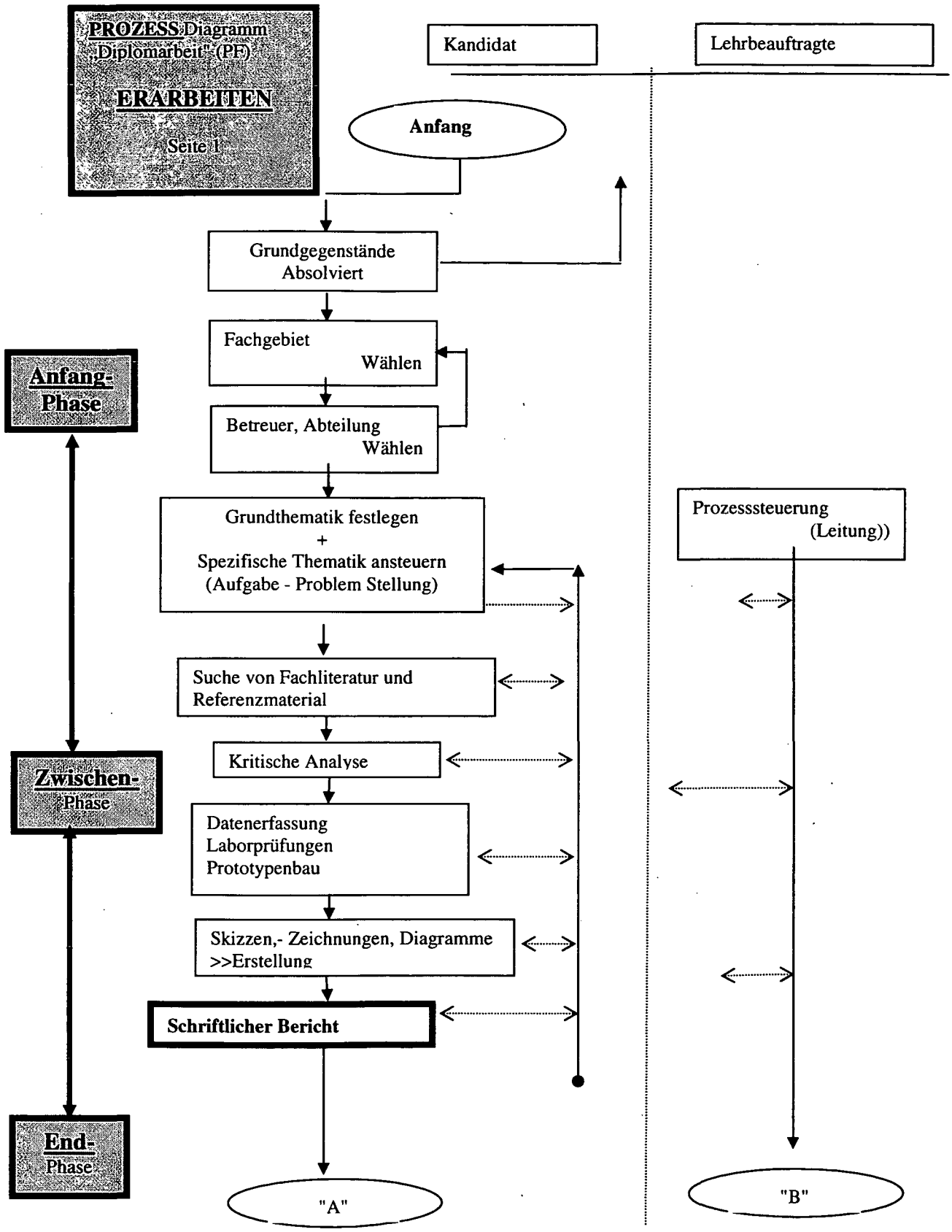


Abbildung 5.1: Blockdiagramm des Prozesses „Diplomarbeit – Proyecto Final" :

Abbildung 5.2. „Diplomarbeit – Proyecto Final" – Prozess; detailliertes Blockdiagramm (siehe nächste Seite)


PROZESS Diagramm
Diplomarbeit" (PF)
ERARBEITEN
Seite 1
Kandidat
Lehrbeauftragte
Anfang
Grundgegenstände
Absolviert
Fachgebiet
Wählen
Betreuer, Abteilung
Wählen
Anfang-
Phase
Grundthematik festlegen
+
Spezifische Thematik ansteuern
(Aufgabe - Problem Stellung)
Prozesssteuerung
(Leitung))
Suche von Fachliteratur und
Referenzmaterial
Kritische Analyse
Zwischen-
Phase
Datenerfassung
Laborprüfungen
Prototypenbau
Skizzen,- Zeichnungen, Diagramme
>>Erstellung
Schriftlicher Bericht
End-
Phase
"A"
"B"

Ab. 5.>

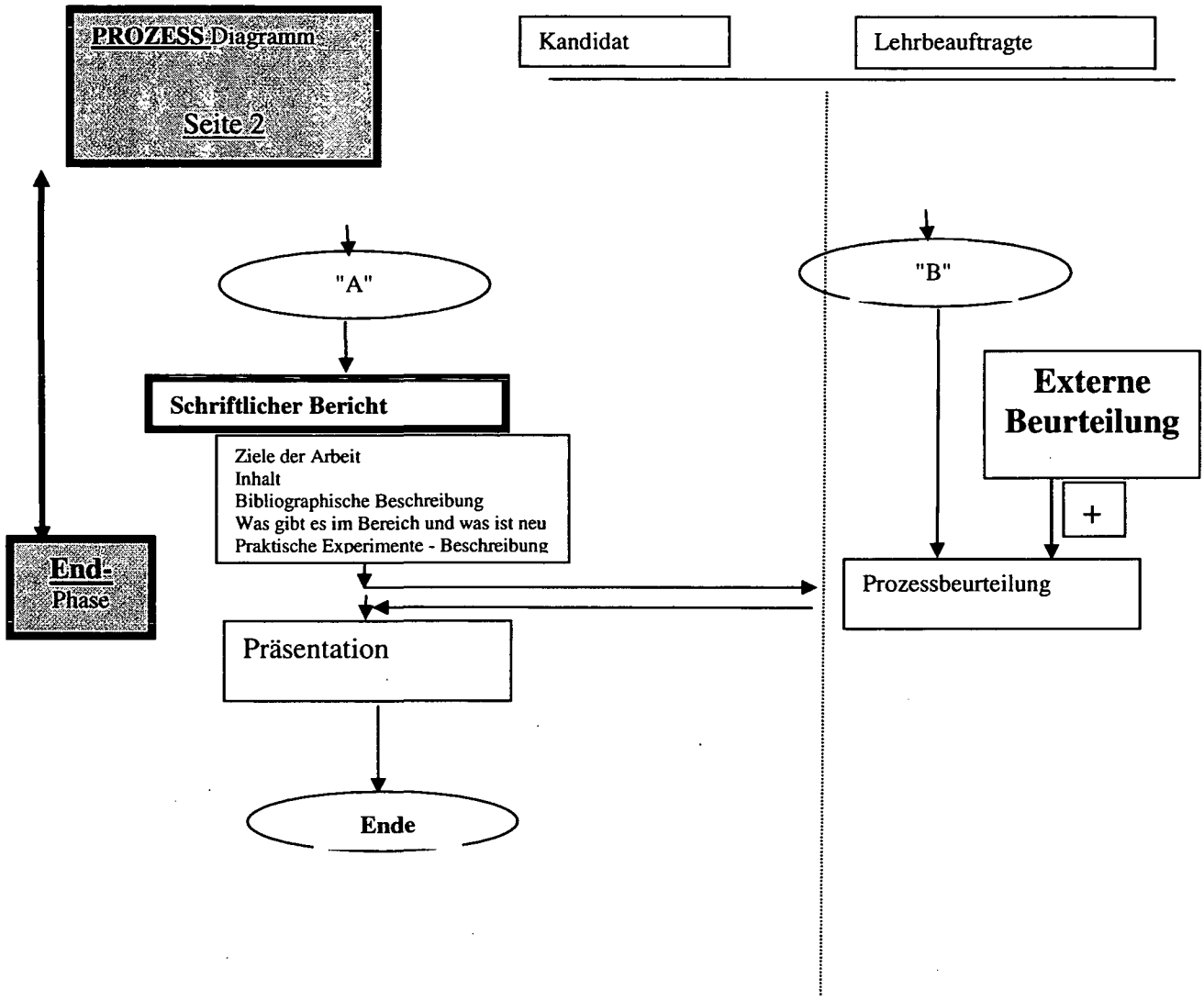


Abbildung 5.2. „Diplomarbeit – Proyecto Final" – Prozess; detailliertes Blockdiagramm

5.4. Einsatz der Fuzzytechnik

5.4.1. Ausgangssituation

Da bei der Anwendung der Wirkungsanalyse in diesem Fall nicht auf messbare Größen aufgebaut werden kann, werden die Einwirkungen nicht als Zahlenwerte erfasst. Die Bewertung der Wahrnehmungen (perceptions) kann daher nicht in Form einfacher Nummernskalen erfolgen.

Kenntnisintegrationssteuerung / Bewertung muss mit komplexen Größen unter folgenden Rahmenbedingungen arbeiten:

- subjektiven Einschätzungen
- qualitativen Angaben, die nur schwer mit Zahlen genau ausgedrückt werden können
- nicht genau beschriebenen Zusammenhängen, für die kein geeignetes klassisches mathematisches Modell sinnvoll gebildet werden kann
- widersprüchlichen Kriterien
- dem Bestehen von großem „know-how" in Form von Erfahrungen „Expertenwissen"

Derartige Probleme lassen sich oft nicht nach einer binären Logik zielbewusst formulieren. Ein Ansatz, auch für solche Problemstellungen, ein mathematisches und systematisches Bearbeitungsmodell zu finden, bietet die Fuzzylogik.

5.4.2. Konzepte und Grundbausteine bei der Anwendung der Fuzzy-Theorie

5.4.2.1. Unscharfe Mengen

In den technischen Wissenschaften erfolgt die mathematische Modellierung von Sachverhalten häufig durch das Instrumentarium der klassischen Mathematik. Für die Formulierung dieser Art von mathematischen Modellen wird eine Reihe von Idealisierungen benötigt, um für eine gegebene Problemstellung zum entsprechenden formalen Ansatz zu gelangen.

Ein Aspekt dieser Art von Idealisierungen ist die Annahme, dass man über alle relevanten Daten verfügen kann. In der Praxis ist dies oft nicht möglich, da für bestimmte Merkmale keine objektiven Messungen vorgenommen werden können

Der Einsatz der Mathematik für die Modellierung steht außer Frage, ist aber in der klassischen Form nicht immer die für jeden Zweck am besten geeignete Lösung, da es sich immer wieder zeigt, dass reale Situationen sehr oft nicht eindeutig und klar abgrenzbar sind, und in diesem Sinne nicht präzise beschrieben werden können. Die Schwierigkeiten bei der Beschreibung solcher Situationen können auf die Eigenschaften und den Aufbau der „natürlichen Sprachen" zurückgeführt werden. Die Wörter und Ausdrücke in der natürlichen Sprache sind in der Regel eher vage. Beispiele hiefür sind Ausdrücke wie: „kleiner Mann", „hoher Turm" oder „Kundenzufriedenheit". In der Literatur der Fuzzytheorie werden grundsätzlich zwei Arten der Unschärfe erkannt: die sogenannten „intrinsische Unschärfe" und die „informatorische Unschärfe". Ein Beispiel für intrinsische Unschärfen ist „kleiner Mann". Die Bedeutung von „klein" ist kontextabhängig. Sie kann sich einerseits auf die Körpergröße der betrachteten Person, andererseits auf ihre soziale Stellung innerhalb der Gesellschaft beziehen.

Bei der Anwendung der Fuzzy-Theorie auf die Problematik der Steuerung der Kentnissintegration ist der Begriff „Neu" ein Beispiel für eine kontextabhängige Unschärfe.

Ein weiteres Beispiel für informationstechnische Unschärfe ist der Begriff „Kundenzufriedenheit". Dieser Begriff zeigt eine Mehrdimensionalität, die sich einer direkten Messung entzieht. Für diese Art von Begriff werden geeignete Deskriptoren gesucht, um eine zumindest näherungsweise Bestimmung zu ermöglichen.

In dieser Art von Situation hat sich die Theorie der unscharfen Mengen (engl.: fuzzy set theory), die von ihrem Erfinder Lotfi A. Zadeh [63] erstmals im Jahre 1965 vorgestellt wurde, bewährt. Die Fuzzy-Theorie wurde im Laufe der Jahre weiterentwickelt und von Zadeh und immer mehr Wissenschaftern bei der Modellierung menschlichen

Wissens, das auf die Mehrdeutigkeit der Umgangssprache und auf die Ungenauigkeit der menschlichen Urteile zurückzuführen ist, erfolgreich angewandt. Zadeh und seine Mitarbeiter führten in den letzten Jahren ihre Gedankengänge weiter und entwickelten neue EDV-gestützte Formen, die statt genauen numerischen Daten, Wörter für die logische Bearbeitung und für Steuermodelle verwenden, die ähnlich wie Menschen Expertenverhalten anhand von ungenauen Wahrnehmungen (perceptions) erarbeiten können.

In Fuzzymodellen wird Wissen in Form von Regeln eingetragen und auf der Grundlage einer bestimmten Strategie (Kontrollstrategie) finden logische Bearbeitungen statt.

5.4.2.2. Linguistische Variable

Eine Form unscharfer Mengen sind die sogenannten linguistischen Variablen, deren Werte bzw. Ausprägungen im Gegensatz zu numerischen Variablen nicht Zahlen, sondern Wörter oder Ausdrücke in einer natürlichen Sprache sind. Hier versucht man das linguistisch ausgedrückte Wissen mit all seinen Unschärfen angemessen in formale Formen zu übersetzen, sodass auf der einen Seite möglichst wenig der Reichtum der menschlichen Sprache verloren geht und auf der anderen Seite dieses Wissen von einem Computer oder in einer festen Prozedurform verarbeitet werden kann. Dieses Konzept der linguistischen Variablen ermöglicht die approximative Charakterisierung vom Phänomenen, die entweder zu komplex oder zu schlecht strukturiert sind, um einer Beschreibung mit konventionellen quantitativen Methoden zugänglich zu sein.

Die mathematische Beschreibung technischer Prozesse erfordert die genaue und meist quantitative Bestimmung wichtiger Kenngrößen. Umgangssprachliche Prozess- und Handlungsbeschreibungen enthalten im Gegensatz dazu eher unscharf formulierte Angaben, die im allgemeinen menschlich verständlicher sind.

Die Fuzzytheorie erlaubt somit qualitative Begriffe und vorhandenes Handlungswissen eines „Experten" in das „Design des Reglers" für die logische Prozesssteuerung einfliessen zu lassen.

5.4.2.3. Zugehörigkeitsfunktion

In der Fuzzytheorie werden fließende Übergänge dadurch berücksichtigt, dass man jedem Element einer Fuzzymenge einen Zugehörigkeitswert zwischen 0 und 1 zuordnet. Dieser Wert sagt etwas über den Wahrheitsgrad aus, mit dem ein Element zur Menge gehört. Der Zugehörigkeitsgrad stellt die Größe dar, die die subjektive menschliche Beurteilung eines Sachverhaltes widerspiegelt.

Damit unscharfe Mengen einer quantitativen Analyse zugänglich werden, bedarf es für praktische Zwecke einer Operationalisierung der Zugehörigkeitsfunktion, das heißt, einem Verfahren, das für eine gegebene Problemstellung präzise Zugehörigkeitsgrade liefert.

Zugehörigkeitsfunktionen sind in der Regel ohnehin nicht eindeutig definiert. Bei einem vorigen Beispiel der „Größe eines Menschen" ist die Einschätzung ob ein anderer groß oder klein ist, unter Umständen von der eigenen Körpergröße abhängig.

Wenn man den Zugehörigkeitsgrad über eine bestimmte Messgröße aufträgt, erhält man eine Kurve wie in Abbildung 5.3·

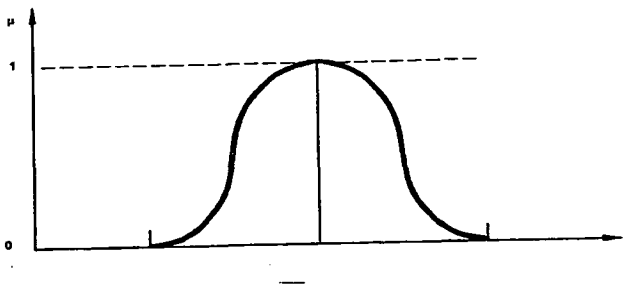
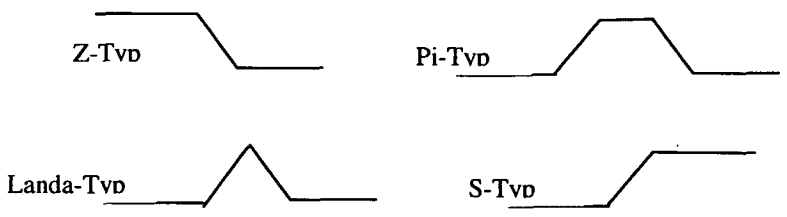


Abbildung 5.3

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich viele Vorschläge für die Definition der Zugehörigkeitsfunktion. Im Gegensatz dazu verwendet der überwiegende Anteil der praktischen Anwendungen einfache sogenannte Standardzugehörigkeitsfunktionen

Abbildung 5.4.



Diese Kurven beschreiben quantitativ das subjektive Empfinden, um eine Normierung darzustellen, die für eine EDV einsetzbar ist.

5.4.2.4. Fuzzy – Steuer- Regelkreise

Die allgemeine Struktur eines Fuzzyregelkreises ist in Abbildung 5.5 dargestellt.

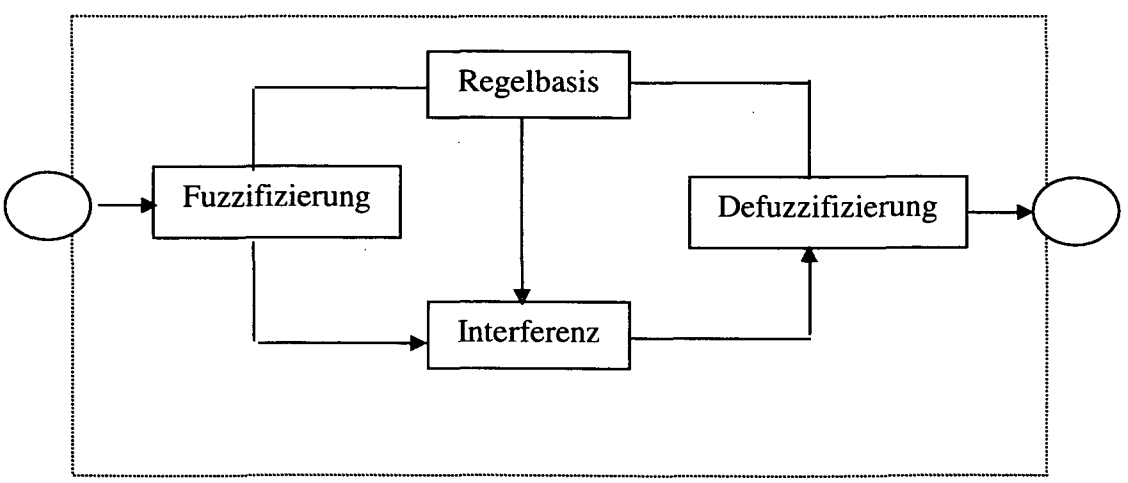


Abbildung 5.5 Allgemeine Struktur eines Fuzzyregelkreises

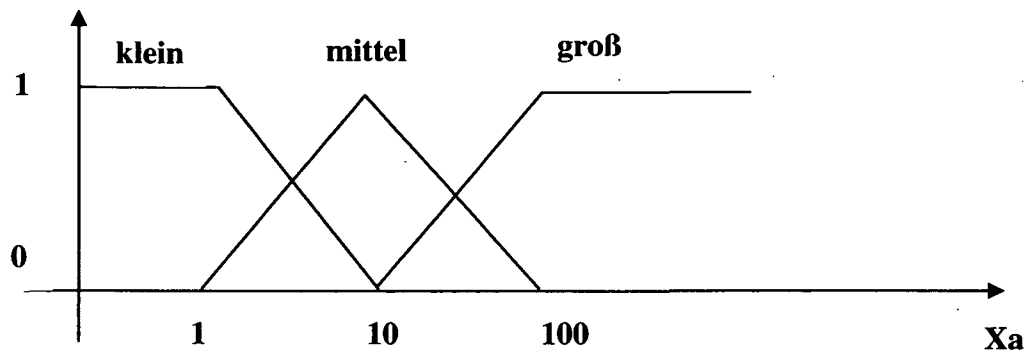
5.4.2.4.1. Fuzzy – Steuer- Blockelemente
5.4.2.4.1.1. Fuzzifizierung

Die Fuzzifizierung ist die Zuordnung der Werte von Eingangsgrößen zu unscharfen Mengen. Voraussetzung für die Fuzzifizierung von Eingangsgrößen ist die Festlegung der Werte-Klassen. Die Werte-Klassen sind die unscharfen Mengen, die in der Fuzzy-Interferenz verarbeitet werden.

Für Messgrößen werden beispielsweise drei Klassen festgelegt (es sind beliebig viele möglich):

- Klasse 1 (niedrige Werte)
- Klasse 2 (mittlere Werte)
- Klasse 3 (hohe Werte)

Wenn wir die Klasse 1 mit „klein", die Klasse 2 mit „mittel" und die Klasse 3 mit „groß" bezeichnen, können wir eine linguistische Variable mit dem Wertebereich [M {klein, mittel, groß}] bilden. Die Klassen haben keine scharfen Grenzen. Ein Wert kann daher auch zwei Klassen gleichzeitig angehören. Das heißt, dass die Inputdaten (Eingangsvariablen) nach den Prinzipien der Fuzzylogik als linguistische Variable aufzufassen, und deren Wertebereiche festzulegen sind. Für jede linguistische Variable wird die Anzahl der Ausprägungen (Fuzzy-Sets) und deren verbale Charakterisierung festgelegt.



Die Fuzzifízierung erfolgt für Messwerte und sonstige realwertige Variable über die Zugehörigkeitsfunktionen.

Beispiel 1:

1. Der Messwert von 5,5 Liter Benzinverbrauch gehört:
   - zu 50 % zur Menge 'klein' (usk = 0,5)
   - zu 50 % zur Menge 'mittel' (usm = 0,5)
   - und zu 0 % zur Menge 'gross' (usg = 0).

Wenn die Eingangsgrößen keine realwertigen Variablen sind, sondern sprachliche Formulierungen, wird keine mathematische Zugehörigkeitsfunktion verwendet. In diesem Fall erfolgt eine direkte oder indirekte Zuordnung des Wertes der Eingangsgröße zu einer oder mehreren Variablen. Bei der Kenntnisintegrationssteuerung werden praktisch alle Input-Daten in Form von linguistischen Variablen ausgedrückt.

Beispiel 2:

Der Wartungsaufwand wird von zwei Experten mit „klein" und von einem mit „gross" beurteilt. Der Wartungsaufwand kann dann zu 67 % der Menge „klein" (uwk = 0,67), zu 0 % der Menge „mittel" (uwm = 0) und zu 33 % der Menge „gross" (uwg = 0,33) zugeordnet werden.

Diese Verfahrensmöglichkeit ist in dem hier bearbeiteten Anwendungsfall „Kenntnisintegration-Bewertung" eine Form, die unterschiedlichen linguistischen Bewertungen bei der Endbeurteilung durch ein Professorenteam systematisch im Modell zu verarbeiten.

Für jedes Fuzzy-Set ist die Form der Zugehörigkeitsfunktion festzulegen. Das Fuzzifizierungsmodul hat die Aufgabe, mit vordefinierten Referenz-Fuzzy-Sets den entsprechenden Zugehörigkeitsgrad einer scharfen Eingangsgröße zu ermitteln und führt somit zu einer linguistischen Interpretation einer technischen Größe.

5.4.2.4.1.2. Regelbasis

Das Expertenwissen über den zu modellierenden Prozess wird in Regelform dargestellt. Die Produktionsregeln gehören zu den am häufigsten verwendeten Formalismen zur Darstellung von Wissen. Der Aufbau einer Kenntnisbasis anhand von „Wenn-Dann-Regeln" hat die Möglichkeit der:

- Erweiterbarkeit: Neue Regeln können relativ unabhängig von bereits eingefügten Regeln zur Wissensbasis hinzugefügt werden.
- Modularität: Jede Regel definiert ein kleines, relativ unabhängiges Stück Information.
- Modifizierbarkeit (als Folge der Erweiterbarkeit): Alte Regeln können relativ unabhängig von anderen Regeln geändert werden.
- Verständlichkeit: Nicht nur Experten, sondern auch Nichtfachleute können die Wirkungsweise des Fuzzy-Systems verstehen und nachvollziehen.

Ein auf Regeln basierendes System kann Entscheidungen und Lösungen erklären und hat somit den Vorteil, dass die Transparenz des Unterstützungssystems erhöht wird.

Im Konzept-Aufbau der Fuzzy-Theorie kann jeder Regel auch ein Sicherheitsfaktor (certainity factor) als reale Zahl aus dem Intervall [0,1] zugeordnet werden und somit die Gültigkeit der Regel ausdrücken. Dieser Sicherheitsfaktor ist als der Zugehörigkeitsgrad einer Regel zur Menge der absolut gültigen Regeln interpretierbar.

5.4.2.4.1.3. Interferenz-Modul

Die Voraussetzungen für die Fuzzy-Interferenz ist die Festlegung der logischen Bedingungen in Form von „Wenn-Dann-Regeln" in der Regelbasis. Das Interferenz-Modul des regelbasierenden Fuzzy-Systems hat die Aufgabe, aus den Regeln und Fakten Schlüsse zu ziehen.

Es erfolgt die Berechnung des Übereinstimmungsmaßes (Kompatibilitätsmaß) der Klauseln einer Regel mit den aktuellen Fakten.

5.4.2.4.1.4. Defuzzifizierung

Nach Durchführung der Fuzzy-Interferenz stehen die Ergebnisse als linguistische Variable in Form von Zugehörigkeitswerten zu Werte-Klassen zur Verfügung. Die Defuzzifizierung ist die Bestimmung scharfer Werte für die Ausgangsgrößen aus unscharfen Mengen. Scharfe Werte werden benötigt, um die Ergebnisse als Sollwerte automatischen Steuerungssystemen zuführen zu können oder, wie in dem hier bearbeiteten Fall, die Ergebnisse von Untersuchungen vergleichbar zu machen.

5.4.2.4.2. Entwurf eines unscharfen Prozessmodell-Regelkreises

Der Entwurf eines unscharfen Prozessmodell-Regelkreises kann grob in folgende Schritte unterteilt werden:

- Festlegung der Eingangs- und Ausgangsvariablen
- Erstellen einer Regelbasis
- Festlegung der Interferenzstrategie
- Berechnung der scharfen Ausgangsgrößen

5.5. Modell zur Bewertungs- und Beurteilungsunterstützung der erworbenen Kenntnisintegration

Ziel des folgenden Modellvorschlages ist es, sowohl dem Lehrbeauftragten während der Leitung bzw. Steuerung des Prozesses, als auch dem Professorenrat bei der Abschlussbeurteilung der Arbeit, ein Unterstützungswerkzeug zu liefern. Die gundsätzliche Überlegung geht dabei nicht in die Richtung, dass einzelne Beurteilungen von Professoren oder Lehrbeauftragten mathematisch festgelegt werden sollen, sondern dass Kriterien und Regeln für die Beurteilung explizit dargestellt werden. Somit werden der Steuerungs- und Beurteilungsprozess und die zugehörigen Qualitätssicherungsparameter genauer, rationeller und bewusster gestaltet.

Der einzelne Lehrbeauftragte beurteilt bei der Steuerung des Prozesses die einzelnen Entscheidungfaktoren und die unterschiedlichen Charakteristiken mit verschiedener Wichtigkeitswahrnehmung. In folgendem Modellbeispiel werden Entscheidungsfaktoren, die in breiteren Befragungen von verschiedenen Experten als maßgebend eingeschätzt wurden, verwendet.

Die persönlichen Präferenzen, die großteils auf subjektive Wahrnehmungen zurückzuführen sind, sind durch eine Vielzahl von Ausprägungen gekennzeichnet. Das vorgeschlagene Modell versucht diese nicht radikal auszuschalten, sondern einen Vorschlag für eine Vorgehensweise zu erstellen, sodass diese Ausprägungen in jedem konkreten Fall von den Lehrbeauftragten einer Abteilung in Teamarbeit maßgeschneidert angepasst werden können. Somit wären dann in dieser Abteilung für alle direkt Beteiligten und Betroffenen, die Prozessregeln und Parameterindikatoren, die für die Steuerung und Bewertung Anwendung finden, explizit festgehalten und bekannt.

5.5.1. Systemanalyse; Input / Output

In einer „System-Wirkungs-Analyse“ sind die Inputs und Outputs entscheidende Elemente.

Input-Daten sind in diesem Fall die Entscheidungsfaktoren, die der Lehrbeauftragte während des Steuerungs- und Beurteilungsprozesses entnehmen kann, das heißt, die Indikatoren, die in den einzelnen Prozessstadien wahrgenommen werden können.

„Prozess Stadien" sind im Blockdiagramm erkennbar und in folgenden Phasen aufgeteilt:

- Anfangsphase
- Zwischenphase
- Endphase

„Endphase" ist bei diesem Modellaufbau ein Bestandteil sowohl der „Steuerung", als auch der „Beurteilung".

Output-Daten sind in diesem Fall die Aktionen (Aussagen), mit denen der Prozess von „Lehrbeauftragten" beeinflusst wird.

Die Input-Daten – Entscheidungsfaktoren werden beim Modellaufbau zusätzlich in Kategorien eingeteilt. Diese Kategorien haben keine direkte Auswirkung auf die Datenbearbeitungsform, sondern dienen grundsätzlich zum besseren Verständnis der Teilaspekte.

Als Kategorien für die Entscheidungsfaktoren werden :

- die Thematik
- die Darstellung
- die Arbeitsweise

verwendet.

Input-Daten = Entscheidungsfaktoren sind folgende:

- Zur Thematik:
  - Neu
  - Einsatzmöglichkeiten
  - Alternativenanalyse / Brainstorming
  - Logische Reihenfolge
  - Anwendung der Bildungskenntnisse Zyklus 1 = Grundkenntnisse
  - Anwendung der Bildungskenntnisse Zyklus 2 = technische Kenntnisse
  - Anwendung der Bildungskenntnisse Zyklus 3 = technologische Kenntnisse
  - Experimentaufbau (Datenerfassung / Prototypen)
  - Analyse der Auswirkungen (FMEA)
  - Kompetenz des Kandidaten
  - theoretisches oder praktisches Problem
- Zur Darstellung:
  - Layout und Präsentation
  - Grafik
  - Literatur + Referenzen
  - Redaktionsfähigkeit >>> sprachliche Vorführung
- Zur Arbeitsweise:
  - angestrengt / sich bemüht

- sorgfältig gearbeitet
- Einstellung zum Problem > sich selbst Ziele und Unterziele gesetzt
- Ziele und Unterziele erreicht
- Passion > Begeisterung für die Arbeit

Output-Daten = Entscheidungsaktionen (Aussagen) sind:

- Steuerung:
  - Empfehlungen des Lehrbeauftragten
  - Erläuterungen, Aussagen, Warnungen, Zusagen des Lehrbeauftragten
  - Motivierungsaktionen des Lehrbeauftragten
  - Zulassung des Entwurfes zur Endbeurteilung

- Endbeurteilung:
  - Beurteilung (Benotung) der Studentenarbeit

5.5.2. Detailbeschreibung von Inputs / Outputs >> Entscheidungsfaktoren >> Entscheidungsaktionen und Regelbasis

5.5.2.1. Entscheidungsfaktoren

5.5.2.1.1. Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Thematik

Name = Neu
Abkürzung: neu
Beschreibung: Der verbale Ausdruck „Neu" ist in diesen Fall ein mehrdimensionales Konzept, das kontextbezogen eingeschätzt wird.
Expertenbefragung zeigt die Relevanz dieses Begriffs bei der Beurteilung einer „Diplomarbeit" .
Als „Neu" oder besser ausgedrückt, „kreativ Neu" wird die Anwendung neuer Lösungen auf bekannte Probleme oder die Anwendung bekannter Strategien auf neue Probleme verstanden. Kontextbezogen erhält der Begriff „Neu" eine systemgrenzenbezogene Dimension. Als Beispiel für den Begriff „Neu" einer „Diplomarbeit (PF)", sollen die Ausdrücke, „Neu in der Abteilung", „Neu am Institut", „Neu auf der Universität", >>....>>> „Neu im Expertenbereich", dienen.
Wie auch der größte Teil der Steuer- und Beurteilungsindikatoren, wird in konkreten Fällen das Kriterium „Neu" auf Basis subjektiver Wahrnehmungen stark beeinflusst sein.
Es ist jedoch normal, dass beim Erkennen dieses Kriteriums, die Experten-befragung ähnliche „Wahrnehmung / Perception" äußert. Diese Wahrnehmungen lassen sich schwer in genauen Zahlen darlegen, können aber sehr gut mit verbaler Beschreibung Kategorien zugeteilt werden

Kategorie Angehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input

Phase. Wird stark in der „Anfangsphase" von „Lehrbeauftragten" wahrgenommen und beeinflusst. An Hand der Wahrnehmung dieses Kriteriums werden den

Studenten Rückmeldungen / Feed Back / Hinweise vermittelt.
Auch in den nächsten Phasen des Prozesses wird dieser Parameter stark benutzt und in Zusammenhang mit den „Regeln" mit anderen Parametern verknüpft

Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr neu
- neu
- relativ neu = relativ bekannt
- bekannt = nicht neu

Name Einsatzmöglichkeiten
Abkürzung: EinsatzMo
Kommentar: Da das erarbeite Modell grundsätzlich bei der Lehre von „Zukünftigen Ingenieuren" eingesetzt werden soll, ist der Begriff „Einsatzmöglichkeiten" für die ausgewählte Thematik der „Diplomarbeit (PF)" ein wichtiger Aspekt. Ingenieure arbeiten normalerweise im Rahmen der Technologien, das bedeutet, die Anwendung von „Wissenschaft" auf die Lösung konkreter Probleme. In diesem Sinne ist die Orientierung der Studierenden zur Lösung „konkreter Probleme" bei der Ausbildung von Ingenieuren ein wichtiger Punkt.
Beschreibung: Potentielle Möglichkeit, die während der „Diplomarbeit (PF)" erarbeitete Lösung auf konkrete Situationen anzuwenden. Die Existenz eines sozusagen „Potentiellen Kunden / Potentiellen Anwenders"
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase: Wird stark in der „Zwischenphase" angewendet. In der „Anfangsphase" wird dieser Parameter als starker Bestandteil bei der Beratung des Kandidaten Anwendung finden.
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr große / sofortige Einsatzmöglichkeiten
- große Einsatzmöglichkeiten
- normale Einsatzmöglichkeiten
- keine direkten Einsatzmöglichkeiten
- keine Einsatzmöglichkeiten

Name : Alternative Analyse / Brain storming
Abkürzung:AltAnalyse
Beschreibung: Beurteilt die systematische und kreative Alternativensuche und die systematische Vorlegung der ausgearbeiteten Varianten.
Kommentar: Die alternative Analysebeurteilung hat sowohl quantitative, als auch qualitative Aspekte. Wahrgenommen werden kann, wie viele sinnvolle Alternativen erarbeitet wurden und auch, wie detailliert jede potentielle Lösung erarbeitet wurde. Alternative Analyse kann sich sowohl auf die gewählte Thematik und Lösung beziehen, als auch im Rahmen einer untergeordneten Teilbearbeitung angewendet werden. Im Rahmen des vorgestellten Modellaufbaus scheint es sinnvoll, in diesem Fall die Einschätzung mit einem einzigen Indikator wahrzunehmen.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik

Datentyp: Input
Phase: „Zwischenphase“ + „Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- stark eingesetzt (gute Anwendung und Darstellung der Brain Storming-Technik)
- mittlerer Einsatz
- geringer Einsatz
- kein Einsatz

Name : Logische Reihenfolge
Abkürzung: LogReihenfolge
Beschreibung: Logische Reihenfolge bezieht sich auf einen analytischen Gedankenaufbau, der sich vom Ganzen auf die Teile erstreckt.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase“ + „Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr kohärent
- relativ kohärent
- inkohärent

Name : Anwendung der Bildungskenntnisse des Zyklus 1 = Grundkenntnisse
Abkürzung:AkennZ1
Kommentar: In der Ausbildung von zukünftigen Ingenieuren spricht man von Grundgegenständen oder Gegenständen vom ersten Zyklus, die normalerweise die Wissenschaften : Mathematik, Chemie, Physik, Geometrie / Zeichnen u.a. umgrenzen.
Beschreibung: Dieser Parameter dient zur Aufnahme der Wahrnehmung, inwiefern Grundkenntnisse beim Erarbeiten der „Diplomarbeit (PF)“ angewandt sind, inwiefern ein geeignetes „Integrieren“ dieser Grundkenntnisse vorhanden ist.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase“ + „Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- gut angewandt
- angewandt
- wenig (schlecht) angewandt

Name: Anwendung Bildungskenntnisse Zyklus 2 = technische Kenntnisse
Abkürzung: AkenntZ2
Kommentar: In der Ausbildung von zukünftigen Ingenieuren spricht man von technischen Gegenständen oder Gegenständen vom zweiten Zyklus, die normalerweise u.a. die folgenden Thematiken beinhalten :

- Elektrotechnik
- Mechanik
- Mechanik der Flüssigkeiten
- Thermodynamik
- Ökonomie
- Werkstoffe

Beschreibung: Dieser Parameter dient zur Aufnahme der Wahrnehmung, inwiefern

technische Kenntnisse beim Erarbeiten der „Diplomarbeit (PF)“ angewandt sind, wie ein geeignetes „Integrieren“ dieser Kenntnisse vorhanden ist. .

Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase“ + „Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- gut angewandt
- angewandt
- wenig (schlecht) angewandt

Name : Anwendung Bildungskenntnisse Zyklus 3 = technologische Kenntnisse
Abkürzung: AkennZ3
Kommentar: : In der Ausbildung von zukünftigen Ingenieuren spricht man von technologischen Gegenständen oder Gegenständen vom dritten Zyklus, die stark von der gewählten Spezialisierung abhängen.
Als Beispielgegenstände kann man folgende nennen:

- Wirtschaft / Betriebsökonomie
- Qualität, Industrieorganisation
- Thermische Maschinen
- Metallografie
- Metrologie
- Angewandte Elektronik
- Computertechnik, Informationsverarbeitung
- und andere .....

Beschreibung: Dieser Parameter dient zur Aufnahme der Wahrnehmung, inwiefern Technologiekenntnisse beim Erarbeiten der „Diplomarbeit (PF)“ angewandt sind, wie ein geeignetes „Integrieren“ dieser Kenntnisse vorhanden ist. .
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase“ + „Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- gut angewandt
- angewandt
- wenig (schlecht) angewandt

Name : Experimentenaufbau – (Datenerfassung / Prototypen)
Abkürzung: ExpeAufbau
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, in welchem Masse bei der Arbeit Experiment-aufbau / Datenerfassung und / oder Prototypen angewandt wurden. Das heißt, dieser Parameter bezieht sich auf das Verhältnis zwischen dem theoretischen Modell und den Resultaten der praktischen Erprobung.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase“ (gefördert)
„Endphase“ (beurteilt)

Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- starker Experimentaufbau
- normaler Experimentaufbau
- geringer Experimentaufbau
- kein Experimentaufbau

Name: Auswirkungen Analyse + FMEA= Failure Mode and Effects Analysis
Abkürzung: AusAnalyse
Beschreibung: Auswirkungen können sich auf die Betriebsökonomie, die globale Wirtschaft, und /oder die Umwelt beziehen. Dieser Parameter spiegelt die Wahrnehmung, inwiefern systematisch FMEA-Technik angewendet wurde..
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase: „Anfangsphase" + „Zwischenphase" + „Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr gut
- gut
- gering
- keine

Kommentar Die Beurteilung, in welchem Masse der Kandidat bei der Problembearbeitung die einzelnen Auswirkungen beschreiben und einschätzen kann, ist auch indirekt eine Angabe der Kenntnisintegrationsfähigkeit

Name: Kompetenz des Kandidaten
Abkürzung: KompetenzK
Beschreibung: Die Wahrnehmung, in welchem Masse der Kandidat konkrete, externe Erfahrungen vor dem Erarbeiten der „Diplomarbeit (PF)", in der ausgesuchten Thematik besitzt. Das heißt, die Verbindungen, die der Kandidat zur Arbeitswelt in der ausgesuchten Thematik und zu entsprechenden Spezialisten schon in der „Anfangsphase" besitzt.
Kommentar: In diesem Fall besteht eine enge Beziehung zwischen diesem Parameter und dem Indikator „Neu", die nicht leicht zu trennen ist. Im vorgeschlagenen Modell scheint es jedoch sinnvoll, zu versuchen, beide Parameter unabhängig wahrzunehmen und im diesem Sinne weitere Teilaspekte einzubeziehen. Als Beispiel sei gesagt, dass, wenn die „Kompetenz" des Kandidaten hoch steht, die „Diplomarbeit (PF)" größere Spezialisierung und Analyse zeigen sollte, damit die ausgewählte Thematik trotzdem als „Neu" angesehen werden kann. In diesem Rahmen muss der Kandidat in der „Anfangsphase" die Elemente darlegen, die den Lehrbeauftragten eine umfassende Wahrnehmung dieses Aspekts ermöglichen.
Die Kompetenz und die „Kompetenz-Steigerungs-Fähigkeit" der Ingenieure wird vom potentiellen Arbeitgeber (Kunden) immer sehr positiv eingeschätzt. Kompetenzsteigerungsfähigkeit ist auch eine Form des autonomen Lernvermögens und wird generell immer mehr als eine wesentliche Eigenschaft des „Ingenieurs" wahrgenommen.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase: „Anfangsphase" + „Zwischenphase" + „Endphase"

Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr starke
- es bestehen
- leicht bestehend > müssen erstellt- vertieft werden
- keine Beziehungen

Bemerkung: Bei der Endbeurteilung der erarbeiteten „Diplomarbeit (PF)" wird der qualitative Sprung , die Entwicklung des Kandidaten im Laufe des Prozesses auch eingeschätzt

Name : theoretisches / praktisches Problem
Abkürzung: TeoPra
Beschreibung: Spiegelt die Beurteilung, in welchem Grad die gewählte Thematik und deren Bearbeitungsform einem theoretischen oder einem praktischen Problem zugewiesen werden kann
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Thematik
Datentyp: Input
Phase. „Anfangsphase" + „Zwischenphase" + „Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr theoretisch = wenig praktisch
- theoretisch / praktisch im Gleichgewicht
- nicht theoretisch = sehr praktisch

5.5.2.1.2. Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Darlegung

Name : Layout
Abkürzung: LayOut
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung der Form, in der die verschiedenen Aspekte des Projektes und des Erarbeitungsprozesses, schriftlich aufgebaut und dargelegt sind
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Darlegung
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase" + „Endphase" (stark)
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- unbefriedigend
- schlecht

Name : Grafik
Abkürzung: Grafik
Beschreibung: Qualität und Quantität der Grafik. Unter dem Konzept Grafik sind Zeichnungen, Diagramme, Flows, Skizzen, usw. eingeschlossen.
Kommentar: Unter Qualität der einzelnen grafischen Darstellungen versteht man das Vermögen, wichtige Informationen synthetisch und klar zu vermitteln.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Darlegung
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase" + „Endphase"

Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- unbefriedigend
- schlecht

Name : Literatur + Referenzen
Abkürzung: LitRef
Beschreibung: Qualität und Quantität der Referenzen auf bibliographisches Material.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Darlegung
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase" + „Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- ausgezeichnet
- gut
- schwach
- praktisch keine

Name : Redaktionsfähigkeit, sprachliche Vorführung.
Abkürzung: RedaFähig
Beschreibung: Die Redaktionsfähigkeit, Wortschatzgebrauch und sprachliche Vorführung der Arbeit.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Darlegung
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase" + „Endphase" (stark)
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- schwach
- schlecht

5.5.2.1.3. Entscheidungsfaktoren / Indikatoren zur Arbeitsweise

Name : Angestrengt; sich bemüht
Abkürzung: Angestrengt
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, im welchen Masse sich der Kandidat während des Prozesses angestrengt hat.
Kommentar: Dieser Parameter wird auch Kandidat und kontextbezogen beurteilt.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Arbeitsweise während des Prozesses
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase" (Feed Back)
„Endphase" (stark)
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr angestrengt
- angestrengt
- leichte Anstrengung
- keine Anstrengung

Name : Sorgfältig gearbeitet
Abkürzung: Sorgfältig
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, in welchem Maße der Kandidat sorgfältig den Prozess (Diplomarbeit) erarbeitet hat.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Arbeitsweise während des Prozesses
Datentyp: Input
Phase. „Zwischenphase"
„Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr
- normal
- gering

Name : Problemeinstellung
Abkürzung: ProbEinst
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, wie der Kandidat zur Problemstellung stand, inwiefern er sich selbst (Lehrbeauftragter autonom) Ziele und Unterziele vorgenommen hat.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Arbeitsweise während des Prozesses
Datentyp: Input
Phase. „Anfangsphase" (stark)
„Zwischenphase" (stark)
„Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr autonom
- autonom
- geringe Autonomie (unter Richtlinie des Lehrbeauftragten)
- geleitet (vom Lehrbeauftragten)
- stark geleitet

Name : Ziele und Unterziele erreicht
Abkürzung: Ziele
Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, in welchen Masse der Kandidat Fähigkeit zeigte, die gesetzten Ziele und Unterziele zu erreichen.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Arbeitsweise während des Prozesses.
Datentyp: Input
Phase. „Endphase"
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- relative
- in geringem Grad

Name : Passion
Abkürzung: Passion

Beschreibung: Spiegelt die Wahrnehmung, in welchem Masse der Kandidat Begeisterung bei der Arbeit zeigte, das heißt Fähigkeit zur „Selbst-Motivation“ und natürliches Interesse.
Kategorieangehörigkeit: bezogen auf die Arbeitsweise während des Prozesses
Datentyp: Input
Phase. „Anfangsphase“
„Zwischenphase“
„Endphase“
Linguistische Wahrnehmungskategorien:

- sehr stark
- stark
- mittlere
- geringe

5.5.2 .2. Beschreibung von Outputs / Entscheidungsaktionen

5.5.2.2.1. Steuer Outputs

Steuer Outputs-Daten sind im vorgeschlagenen Modell die Empfehlungen, Erläuterungen, Aussagen, Warnungen, Motivierungsaktionen sowie die Zulassungen zur Endbeurteilung, das heißt die Steueraktionen mit den „Lehrbeauftragte“ den Prozess beeinflussen können.

5.5.2.2.2. Endbeurteilungs Output-Daten

Endbeurteilungs Output-Daten sind in vorgeschlagenen Modell die folgenden:

„Studenten-Arbeit-Beurteilungs-Note“

für die folgenden linguistischen Aussagen vorgesehen sind:

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- befriedigend
- ungenügend

5.5.2.3. Beschreibung von Regelbasis

Die Expertenregeln beziehen sich auf die einzelnen Phasen des Prozesses. Ein großer Teil der Regeln kann für die Steuerung mehrerer Phasen angewandt werden. Es scheint jedoch bei der Darlegung des erarbeiteten Modells sinnvoll, die Regeln, phasenorientiert vorzulegen.

Der große Vorteil der Fuzzy-Theorie Bearbeitung, ist, das nicht alle Kombinationen der Input-Daten genaue „Verarbeitungs-Flow-Anweisungen“ erhalten müssen. Dieses wird auch bei der dargelegten Modellaufstellung als grundlegender Aspekt verwendet. Das Expertenwissen kann somit in dynamischer Form ergänzt werden.

Das Expertenwissen in Form von Regeln wird sprachlich festgehalten. Bei der Formulierung werden die universell üblichen Computerausdrücke übernommen.

- *If* = wenn
- *Or* = oder
- *And* = und
- *Then* = dann

Die Input-Variable wird mit Ihrem „Abkürzungs-Ausdruck" bezeichnet, und die in jedem Fall zutreffende „Linguistische Wahrnehmungs-Kategorie" in Klammern gesetzt. In diesem ModellaAufbaubeispiell werden sowohl einfache und direkte Regeln, als auch umfangreichere Regeln verwendet. Direkte Regeln und umfangreichere Regeln ergänzen sich in diesen Fall gegenseitig.

5.5.2.3.1. Beispiel-Regelbasis für -> Anfangsphase:

if neu (bekannt)
then Thema neu definieren, anderes Thema wählen

if neu (relativ)
then Studenten die bessere Definition der Thematik empfehlen
(Problem-Vertiefung)

if neu(sehr neu)
and kompetenzK(keine)
then Kandidaten warnen , Problem-Stellung könnte Ihn überfordern.
(Problem einzugrenzen)

if neu(sehr neu) or neu(neu)
and kompetenzK(sehr stark) or kompetenzK(es bestehen)
then Themaauswahl zusagen

if kompetenzK(sehr stark)
and neu (bekannt) or neu(relative neu)
Redefinition des Themas muss erfolgen
(in diesem Fall, für den Kandidaten keine Problem-
bearbeitung, sondern „nur eine Aufgabe")

if kompetenzK(sehr stark)
and neu (neu) or neu(sehr neu)
then Themaauswahl zusagen
(Spezialisierung des Kandidaten fördern)

if EinsatzMo(sehr groß) or EinsatzMo(groß)
and neu not (bekannt)
and kompetenzK not (sehr stark)
then Themaaswahl zusagen
(Spezialisierung des Kandidaten fördern)

if EinsatzMo(keine)
then Kandidaten warnen , (kein technisches Ingenieursproblem)

5.5.2.3.2. Beispiel Regelbasis für -> Zwischenphase:

If AltAnalyse(keine) or AltAnalyse(geringe)
then Studenten bessere Alternativeanalyse andeuten

If passion(gering)
then Studenten motivieren

If LogReihenfolge(inkohärent)
Systematisierung andeuten

if anstrengt(keine)
then haltungsweise Änderung empfehlen

if TeoPra(sehr teoretisch)
and AkennZ1(wenig)
then mehr Anwendung Grundwissenschaftenkenntnisse andeuten

if TeoPra(nicht teoretisch = sehr praktisch)
and ExpeAufbau(kein) or ExpeAufbau (gering)
then Experimenten Aufbau / Prototyp Modelle andeuten

if EinsatzMo(sehr groß)
and AltAnalyse(keine) or AltAnalyse(gering)
and ExpeAufbau (gering) or ExpeAufbau(kein)
and AkennZ2(wenig)
and AkennZ3(wenig)
then Studenten
bessere Alternative Analyse +
mehr Anwendung technischer Kenntnisse +
mehr Anwendung technologischer Kenntnisse
andeuten

if AkennZ3(wenig)
then Studenten mehr Anwendung technologischer Kenntnisse andeuten

if passion(gering)
and ProbEinst(geringe Autonomie)
and angestrengt(keine) or angestrengt (leicht)
then Studenten haltungsweise Änderung empfehlen +
Motivation Elemente suchen

if LitRef(schwach) or LitRef (keine)
then Studenten bessere „Literatur-Referenz-Aufbau“ andeuten

If KompetenzK(bestehend) or KompetenzK (sehr stark)
and ExpeAufbau(gering) or ExpeAufbau (kein)
then Studenten bessere Ausnutzung der Beziehungen empfehlen +
mehr Experimentenaufbau / Prototyp-Modelle andeuten

5.5.2.3.3. Beispiel Regelbasis für -> Endphase:

if LitRef(schwach) or LitRef (keine)
Or Grafik(unbefriedigend) or Grafik(schlecht)
Or RedFähig(schlecht) or RedFähig(schwach)
Or LayOut(unbefriedigend) or LayOut(schlecht)
then schriftlichen Bericht (Arbeit) verbessern

If ProbEinst(sehr Autonom) or ProbEinst(Autonom)
and AltAnalyse(stark) or AltAnalyse(mittel)
and anstrengt(angestrengt)
and ExpeAufbau (stark) or ExpeAufbau(normal)
and AkennZ3(gut)
and
LogReihenfolge(sehr kohärent) or LogReihenfolge(kohärent)
and LitRef(ausgezeichnet) or LitRef (gut)
and Grafik(ausgezeichnet) or Grafik(sehr gut) or Grafik(gut)
and RedFähig(ausgezeichnet) or RedFähig(sehr gut) or RedFähig(gut)
and LayOut(ausgezeichnet) or LayOut(sehr gut)
then Studentenarbeit zur externer Beurteilung zulassen

5.5.2.3.4. Beispiel Regelbasis für -> End Phase = „Externe Beurteilung"

if neu(sehr neu)
and kompetenzK-steigerung(stark)
and EinsatzMo(sehr groß)
and
ProbEinst(sehr Autonom)
and AltAnalyse(stark)
and anstrengt(angestrengt)
and ExpeAufbau (stark)
and AkennZ2(angewandt)
and AkennZ3(gut)
and Ziele(sehr gut)
and
LogReihenfolge(sehr kohärent)
and LitRef(ausgezeichnet)
and Grafik(ausgezeichnet) or Grafik(sehr gut)
and RedFähig(ausgezeichnet) or RedFähig(sehr gut)
and LayOut(ausgezeichnet)

then Studentenarbeit-Qualifikation(ausgezeichnet)

if neu(sehr neu) or neu(neu)
and kompetenzK-steigerung(stark) or kompetenzK-steigerung (gut)
and EinsatzMo(sehr groß) or EinsatzMo(große)
and
ProbEinst(sehr Autonom) or ProbEinst(Autonom)
and AltAnalyse(stark)
and anstrengt(angestrengt)

and ExpeAufbau (stark) or ExpeAufbau(normal)
and AkennZ2(angewandt)
and AkennZ3(gut)
and Ziele(gut)

and

LogReihenfolge(sehr kohärent) or LogReihenfolge(kohärent)
and LitRef(ausgezeichnet) or LitRef (gut)
and Grafik(ausgezeichnet) or Grafik(sehr gut) or Grafik(gut)
and RedFähig(ausgezeichnet) or RedFähig(sehr gut) or RedFähig(gut)
and LayOut(ausgezeichnet) or LayOut(sehr gut) or LayOut(sehr gut)

then Studentenarbeit-Qualifikation(sehr gut)

Das problem beim lernen ist,
dass es immer um etwas geht, das du nicht kennst.
dennis the menace
(Zitat aus Arbeit des IS Institut für LehrerInnen,
Bildung und Schulforschung)

6. Von e-Learning zu MFIF - Technologiemöglichkeiten zur Integration und Gestaltung einer globalen Lernumgebung, Vernetzung von „Ingenieur-High-Technology-Labors"

6.1. Einleitung

„e-Learning" ist zu einem neuen Konzept geworden, das sich zunehmend weiter verbreitet; der Begriff entstand aus der Verbindung von „e" für elektronische Informationsverarbeitung mit dem Ausdruck „lernen" und man versteht darunter vereinfacht ausgedrückt die Unterstützung von Lernprozessen unter Zuhilfenahme von elektronisch verarbeiteten Informationen, wobei auch die Möglichkeiten der Datenkommunikation über Netzwerke jeden Tag stärker einbezogen werden.

Lernen und Lehren sind, wie es in der didaktischen Literatur beschrieben wird, grundsätzlich „Kommunikationsprozesse". In ganz natürlicher Weise entsteht daher die Verbindung zu den technologischen Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung und Vernetzung.

In diesem Kapitel werden Begriffe und Einsatzmöglichkeiten umfassend und unabhängig von der Darlegung des „Theoretischen Bezugsrahmen für Lernen und Lehren" beschrieben. Ein theoretischer Bezugsrahmen für Lernen und Lehren ist als Unterstützung für die gesamte Arbeit in einem getrennten Kapitel dargestellt.

Ganz ohne Zweifel wird e-Learning von den meisten an der Lehre beteiligten Dozenten heute schon als eine wesentliche Möglichkeit erkannt, das Lernen lebendiger und effektiver zu gestalten. Durch Datenübertragung über Netzwerke werden ökonomische Strategien zur Aus- und Weiterbildung ermöglicht. Wissen kann in multimedialer Form zeitlich oder räumlich verschoben übertragen werden.

Nochmals sei hervorgehoben, dass hier die Meinung eines breiten Dozentenkreises geteilt wird, dass sich die Zielsetzungen von e-Learning nicht in „Ziele in sich" wandeln sollten, sondern als Werkzeug zur Unterstützung, Förderung und ständigen Verbesserung von Lern- und Lehr-Prozessen dienen müssten.

In den folgenden Absätzen werden die Technologieeigenschaften, Möglichkeiten und einige universelle Erfahrungsbeispiele für den Begriff „e-Learning" zusammenfassend dargelegt. Der letzte Teil dieses Kapitels richtet sich dann speziell auf die Technologiemöglichkeiten, um „Integration und Gestaltung einer globalen Lernumgebung durch Vernetzung von Hoch-Technologie-Universitätslabors" in Richtung „Qualität der Lehre" und „Verknüpfungen zur Industrie" fortschreitend aufzubauen.

6.2. Grundlegende Gedanken im Zusammenhang mit e-Learning

Wie bekannt ist, bringen neue Werkzeuge und Technologien starke Umstukturierungen und Auswirkungen auf Organisationen und Menschen mit sich. Diese allgemeine Erkenntnis, ist unseres Erachten auch sehr stark auf die Technologie „e-Learning"

anwendbar. In manchen Expertenkreisen spricht man von e-Learning als Revolution, in anderen als Evolution. Quantitative und qualitative Veränderungen können in diesem Fall sicher nicht genau getrennt werden. Vom Gesichtspunkt des „Lernen" und dessen jahrhundertelangen Entwicklungen möchten wir in folgenden Absätzen einige Analogien schildern, die das Bild in Richtung der „Evolution" zeigen. Das heißt, die Möglichkeit eines Akkumulationsprozesses für Lernen und „e-Learning", wo – wie öfters erläutert – die Lernziele in jeder konkreten Situation im Vordergrund stehen sollen.

„e-Learning" als eine Lernform, die Aus- und Weiterbildung ermöglicht und Wissen zeitlich oder räumlich verschoben übertragen kann, führt uns bei der Suche von historischen Analogien auf die ersten systematischen Einsätze der „Schriftzeichen".

In der Geschichte der Menschheit erscheint Schrift in verschiedene Kulturen zu verschiedenen Zeitpunkten und somit wurde das Wissen indirekt über Zeit und Raum verschoben vom Sender zum Empfänger gebracht. In den nächsten Zeilen wollen wir uns auf Aussagen von Sokrates beziehen. Die griechisch-römische Kultur hat unbestreitbar die Wurzeln der in großen Teilen der Erde verankerten Anschauungen geprägt. Das Zeitalter von Sokrates entspricht auch der Zeit der „Akademie" und der „Bibliothek Alexandria", Organisationen die sicher als der Keim unserer heutigen Universitätsorganisation zu bewerten sind.

Zur Erfindung der Schrift meinte Sokrates:

> *„Denn diese Erfindung wird die Lernenden in ihrer Seele vergeßlich machen, weil sie dann das Gedächtnis nicht mehr üben, denn im Vertrauen auf die Schrift suchen sie sich durch fremde Zeichen außerhalb, und nicht durch eigene Kraft im Inneren zu erinnern. Nicht also für die Erinnerung, sondern nur für das Erinnern hast du ein Mittel erfunden, und von der Weisheit bringst du deinen Lehrlingen nur den Schein bei, nicht die Sache selbst. Denn indem sie nun vieles gehört haben ohne Unterricht, werden sie sich auch vielwissend zu sein dünken, obwohl sie größtenteils unwissend sind, und sie werden der Gesellschaft eine Bürde sein, nachdem sie dünkelhaft geworden, statt weise."*

Wir können nur froh sein, dass Sokrates Schüler nicht dieser Konzeption folgten, sonst hätten wir – sicher noch Beschränkteren – die Weisheit dieser Zeit noch stärker zu spüren bekommen. Bekannt ist, dass Sokrates seine Ideen nicht schriftlich – in Form von Büchern oder Niederschriften – festhielt, sondern diese in seinen Schülern verankert sind.

Ab dieser Zeit ist permanent durch von Hand erzeugten Kopien Wissen über Raum und Zeit gewandert. Von großer Bedeutung war sicher im europäischen Lebensraum die Erfindung der Druckmaschine von Gutenberg, die in schon viel näheren Zeiten erfolgte.

> *Ein Chinese würde sich wundern, wollte man ihm weismachen, ein Johannes Gutenberg in Deutschland hätte vor rund 550 Jahren das Drucken erfunden. Tatsächlich ist die Druckkunst sehr viel älter, wurde in Ostasien entwickelt, und schon Jahrhunderte vor Gutenbergs Geburt kannten Chinesen das System der „beweglichen Lettern".*
>
> *Im 2. Jahrhundert nach Christus, als etwa zur gleichen Zeit in der westlichen Welt der römische Kaiser Marc Aurel seine philosophischen Gedanken auf Papyrusrollen festhielt und für die Vervielfältigung auf Schreiber angewiesen war, schnitt man in China seit dem Jahr 175 unserer*

Zeitrechnung über acht Jahre hinweg die Hauptwerke der klassischen chinesischen Literatur. Davon wurden tausende Kopien auf befeuchtetes Papier gedruckt. Das „technisch betrachtet – Hochdruckverfahren", blieb über Jahrhunderte in China die Drucktechnik für religiöse und profane Bücher, für Spielkarten, Kalender, Papiergeld und Bilderdrucke. Die chinesische Verwaltungs- und Bildungssystem der Song-Dynastie (960 – 1269) bewirkte eine Blütezeit des Buchdrucks. Es entstanden Enzyklopädien, Handbücher und Literatursammlungen aller Art. Aber das Drucken mit beweglichen Lettern hat sich in China bis zum Ausgang des letzten Jahrhunderts nie wirklich durchsetzen können. Der Grund lag auf der Hand. Das traditionelle Drucken mit ganzen Holzplatten erforderte zwar enormen Stapelplatz, aber die abertausenden chinesischer Schriftzeichen verhinderten eine einfache und vor allem schnelle Zusammenstellung von Druckplatten aus „beweglichen Lettern."

Um wieviel einfacher war es da für Gutenberg, mit 26 Lettern und einer Handvoll von Hilfszeichen alle Worte bilden zu können. In Asien schafften nur noch die Koreaner den entscheidenden Schritt: Dort entwickelte man fast zeitgleich zu Gutenbergs Erfindung in Deutschland eine alphabetische Schrift namens „Han´gul", die anfangs 28, später nur noch 24 Zeichen umfasste. Diese Schrift wurde im Jahr 1444 offiziell in Korea vorgestellt – Fast zur gleichen Zeit, nämlich von 1452 bis 1455, druckte Gutenberg in Mainz seine berühmte Bibel.

In der Frage, inwiefern die Erfindung Gutenbergs die soziale Geschichte Europas und der sogenannten westlichen Welt änderte oder ob die Änderung sozialer Verhältnisse das „Entstehen" eines Werkzeuges wie das gedruckte Buch brauchte, neigt sich unsere Wahrnehmung zur zweiten Auffassung. Wir sehen an sehr vielen Beispielen, dass erst, wenn die Bedürfnisse gegeben sind, sich eine technologische Lösung „findet und wirklich entfaltet".

Mit diesen Beschreibungen historischer Analogien wollen wir darauf hindeuten, dass heute das Bedürfnis Raum, Distanz und Zeit (in einer immer mehr „globalisierten Gesellschaft") zu überwinden, immer stärker erkennbar ist, und dieses Bedürfnis das Grundelement ist, das auf jeden Fall die Potentiale und Möglichkeiten des e-Learning weiter vorantreiben wird.

Historische Beispiele aus denen Schlussfolgerungen gezogen werden können, die uns bei einer Entwicklungsanalyse helfen, sind massenhaft vorhanden. Wir möchten noch einen kurzen historischen Fall darstellen, um zu zeigen, dass auch vor Jahren die Ausnutzung der zu dieser Zeit vorhandenen Werkzeuge für sehr „kompliziert zu übertragendes Wissen" in Raum und Zeit versucht worden ist.

Brief des

Joseph Tartini

an

Magdalena Lombardini,

enthaltend eine wichtige Lection für die Violin-spieler.

Meine hochgeſchäzte Signora Maddalena.

Endlich habe ich mich, mit der Hülfe Gottes, von dem beſchwerlichen Geſchäfte losgemacht, das mich bisher verhindert hat, Ihnen mein Verſprechen zu halten. Je mehr es mir am Herzen lag, deſto mehr betrübte mich der Mangel der Zeit. Wir wollen nun, in Gottes Namen, durch Briefe anfangen; und wenn Sie, was ich hier vortrage, nicht genugſam verſtehen, ſo ſchreiben Sie, und fodern von mir die Erklärung alles

In diesem historischen Fall wird gezeigt, wie ein sehr berühmter Geiger sein Wissen und seine Erfahrungen über die Behandlung des Geigenbogens, in indirekter Form in Raum und Zeit verschoben für seine Schülerin plazierte.

(oder es wenigstens versuchte)

Josef Tartini 1692-1770

Mit diesen historischen Beispielen soll gezeigt sein, dass das Problem nicht neu ist, und das Streben nach sinnvollen Lösungen auch nicht neu ist. Die neu entwickelten Werkzeuge und die hier entstehenden Möglichkeiten sind in diesem Prozess ein entscheidender Baustein.

6.3. Direkt und indirekt verbundene Begriffe zu e-Learning

In den heute bekannten Konzepten des „e-Learning" fließen viele Ausdrücke, die stark von der Lernprozessumgebung und der Technologie der Datenkommunikation geprägt sind, zusammen. Diese Elemente verknüpfen sich ständig weiter miteinander und „integrieren" sich. Speziell die technologischen Aspekte entwickeln sich mit unwahrscheinlicher Geschwindigkeit weiter, senken die Kosten und stehen somit für einen immer größeren Teil der Gesellschaft zur Verfügung. Als große Einheiten, die sich relativ unabhängig entwickelt haben und heute durch die Datenvernetzung zusammen gewachsen sind, erkennen wir :

- Computerunterstützter Unterricht CUU
- Fernstudium >> Tele-Lernen

6.3.1. Computerunterstützter Unterricht CUU

Beim „Computerunterstützten Unterricht CUU" soll durch den Einsatz des Computers ein Mehrwert für die Lehrenden und Lernenden gegenüber dem klassischen Unterricht erreicht werden. Der Computereinsatz ersetzt jedoch im Gegensatz zum unten

dargestellten CBT (Computer Based Training) nicht den Unterricht, sondern er ergänzt ihn um neue Optionen für die Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse im Sinne eines Unterrichtshilfsmittels. Computer und LCD-Beamer ersetzen sowohl in Unternehmen als auch an den Universitäten zunehmend die Präsentations-Medien Overhead-Projektor und Tafel. Dabei dient das vom Computer über entsprechende Präsentations-Software erzeugte Bild der Visualisierung der vom Lehrenden kommunizierten Lerninhalte. Zudem können Animationen und Filmsequenzen bei Bedarf abgespielt werden. Ein zusätzlicher Aufbau von Videoabspielgeräten und langes Spulen zum Auffinden der passenden Sequenzen entfällt zum Beispiel.

6.3.2. Fernstudium – Tele-Lernen

Fernstudium ist eine Unterrichtsweise, die sich in weiten Kreisen der Erde, speziell in Ländern, in denen die Distanzen zu den großen „Lehr-Zentren" bedeutend sind, durchgesetzt hat. Im Vordergrund stand das Problem, geografisch abgesonderte Bevölkerung mit gezieltem und entsprechend ausgearbeitetem Lehrmaterial zu unterstützen und somit als Region systematisch zu integrieren. Fernstudium entstand somit als Lösung, als die Lernbedürfnisse entfernter Landesbevölkerungen stark wuchs. Für diese Art von Studium entwickelten sich spezielle Skripten und langsam entstand – laut der systematischen Analyse der einzelnen Erfahrungen ein sogenanntes „Pädagogisch-Spezielles-Lernverfahren".

Lernen und Lehren als klassische Kommunikationsprozesse haben sich immer schnell mit dem letzten Stand der Kommunikationstechnologien verstanden. Erfahrungen und Verfahren des Fernstudiums wandern dabei von Fernlernen aufs Tele-Lernen.

So wurde am Anfang das Postsystem dafür verwendet, um eine Kommunikation über Briefe zwischen den Lehrenden und räumlich entfernten Lernenden herzustellen. Durch das Telefon, Radio und Fernsehen wurde es dann möglich, den Lehrenden auch zu hören bzw. zu sehen.

Die zunehmende Verbreitung von leistungsstarken PC's und breitbandigen Netzen mit den so genannten „Daten-Autobahnen" aus Fiberglas, führen zu der weltweiten Verfügbarkeit von multimedialem und interaktivem „Lernen". In dieser Prozessentwicklung erkennen wir nicht nur quantitative Unterschiede zwischen „Fernlernen" und „e-Learning", sondern insbesonders eine qualitative neue Möglichkeit für eine globale „Lernumgebungen"

6.4. Flexibilität des Lern- und Lehrprozesses

Eine sehr wichtige Eigenschaft, die im „e-Learning" vom Fernstudium übernommen wurde, ist die Möglichkeit, Wissen zeitlich und/oder räumlich verschoben zu übertragen, was zu einer Flexibilitätssteigerung des Lern- und Lehrprozesses führt.

Diese Flexibilitätseigenschaft wird deutlich in der Raum–Zeit Matrix dargestellt.

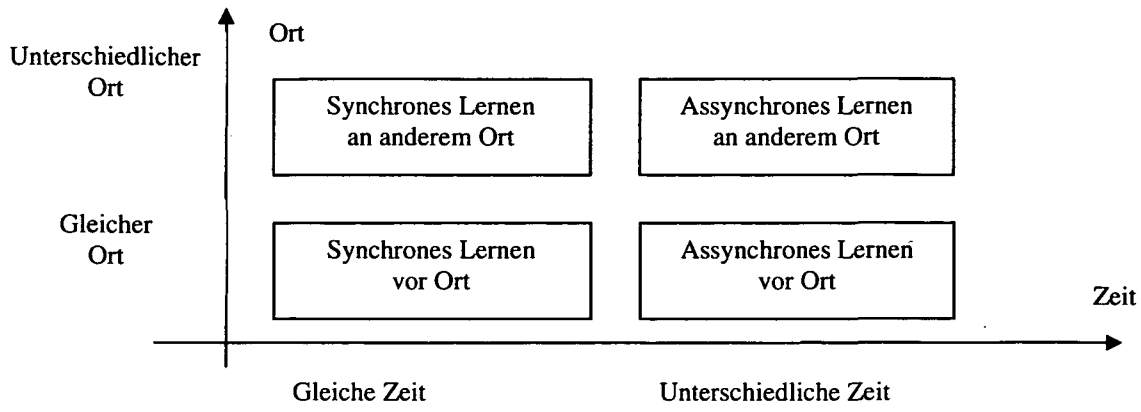


Abbildung 6.1 Raum–Zeit Matrix für flexible Lernprozesse

Die zeitliche Unabhängigkeit lässt sich durch Speicherung von Lerninhalten auf Datenträgern, die rund um die Uhr für Lernende verfügbar sind, erreichen. Klassische Lehrveranstaltungen (z.B. Vorlesungen) erfordern eine „Teilnahme", unter der man auch das physische Zusammenwirken in einen Raum versteht.

Neben der zeitlichen Unabhängigkeit ist bei der Flexibilisierung auch eine räumliche Unabhängigkeit möglich.

Bei den neuen Datentechnologien und den entsprechenden Kommunikationswerkzeugen unterscheidet man zwischen synchron und asynchron. Synchron ist, wenn die Kommunikation zwischen dem Sender und dem Empfänger in Echtzeit (direkt) erfolgt. Asynchron bedeutet dagegen, dass der Kommunikationsverlauf verzögert verläuft, bzw. dass das fertiggestellte Informationspaket verschickt wird.

Kommunikationssysteme als ein Typ von Kommunikationswerkzeugen dienen dem Austausch von Informationen zwischen Menschen. Gemeinsame Arbeitsflächen erlauben es unterschiedlichen Menschen eine Informationsbasis (Texte, Zeichnungen, usw.) zu teilen bzw. zu bearbeiten. Gruppenware integriert Kommunikationssysteme und gemeinsame Arbeitsflächen mit dem Ziel, Projekte in Gruppenarbeit schneller und effizienter betreiben zu können.

6.5. Traditionelle und neue Technologien

Sind früher vorwiegend Lehrbriefe, Einsendeaufgaben oder Ton- und Videobänder von Unterrichtsstunden über Post verschickt worden, so stehen jetzt elektronische Möglichkeiten zur Speicherung und Versendung von Informationen im Vordergrund. Neue Technologien verbessern von Tag zu Tag ihre Leistungen und geben in diesem Rahmen ständig neue Möglichkeiten. Zusammenfassend werden hier die Begriffe der „Neuen-Informations-Technologien" kurz beschrieben:

- „E-Mail": erlaubt die Versendung von elektronischen Dokumenten (reine Texte, Texte mit Bildern, Dateien unterschiedlichster Software, usw.) an eine oder mehrere andere Personen.
- „Mailbox-Netze", „Electronic Bulleting Boards", „Mailing-Lists": stellen Diskussionsforen zu einem bestimmten Thema dar, bei denen Diskussionsbeiträge auf News-Servern öffentlich zugänglich bereitstehen oder als E-Mail an alle angemeldeten Teilnehmer verschickt werden.

- „Online-Dienste“ und „Remote Database Access“: bieten Zugang zu Datenbanken, die spezifische Informationen enthalten
- „IRC (Internet Realy Chat)“: ermöglichen zwei oder mehreren Personen miteinander in Echtzeit bzw. nur wenig zeitlich verzögert (im Sekundenbereich) zu kommunizieren. Bei dieser Form der Kommunikation teilt sich der Computerbildschirm in zwei oder mehrere Teile und zeigt den vom jeweiligen Interaktionspartner geschriebenen Text an.
- „FTP (File Transfer Protokoll)“: bietet die Möglichkeit, Dateien jeglicher Art von bestimmten Computern (FTP-Servern) kopieren bzw. transferieren zu können. FTP wird vor allem bei der Verwendung von speicherintensiven Dateien (Fotos, Animationen, Videos, Musikstücken, usw.) genutzt.
- „TELNET“: erlaubt den Zugang zu einem entfernten Computer, um spezifische Aufgaben auszuführen (z.B. das Nutzen bestimmter Software).
- „Kabel- bzw. Satellitenfernsehen“: bietet den Zugang zu vielen internationalen Fernsehprogrammen bzw. Kanälen, in denen u.a. Lehrsendungen angeboten werden.
- „Computer mediated conferencing“ und „Teleconferencing“: bieten die Möglichkeit Ton-, Bild- oder Videoinformation von den jeweiligen Interaktionspartnern zu übertragen.
- „CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)“: stellt einen Datenträger für die Aufzeichnung großer digitaler Datenmengen dar. Speziell geeignet für multimediale Lehrsysteme, Enzyklopädien, Literaturdatenbanken. CD-ROMs können lokal (an einem entsprechend ausgerüsteten Computer vor Ort) oder über Datenfernverbindungen (z.B. bei Datenbanken an einer Bibliothek) genutzt werden.
- „WWW (World Wide Web“): bietet einerseits die Nutzung von vernetzten, meist multimedialen Dokumenten und andererseits den Zugang zu anderen INTERNET-Diensten (FTP, usw.), wobei einheitliche graphische Benutzeroberflächen und Navigationshilfen (z.B. automatische Suchhilfen) zur Verfügung stehen. Das WWW stellt damit die zukunftsträchtigste Form der Nutzung des INTERNET für den Fernunterricht dar. Realisationsformen von Fernunterricht im WWW stellen interaktive, multimediale Lernumgebungen dar, in denen versucht wird Realität künstlich abzubilden. Zum Beispiel werden auf diese Weise virtuelle Lehrräume, Bibliotheken, Büros von Dozenten usw. geschaffen, in denen es möglich ist, E-Mails zu verschicken, Talks durchzuführen, Testaufgaben zu bearbeiten, Computersimulationen zu benutzen usw. Als Computerplattformen dienen Desktop-PCs, Notebooks bzw. öffentliche Terminals. Die am häufigsten und erfolgreichsten genutzten Informationstechnologien für „e-learning“ dürften das WWW, E-Mail und Videoconferencing sein. Diese drei Technologien können als technische Mindestausstattung virtueller Ausbildungsangebote verstanden werden.

Des weiteren finden wir in der Literatur und bei konkreten Anwendungen von Datenvernetzung und „e-Learning“ immer mehr Begriffe und Abkürzungen, die als Bausteine oder Elemente in komplexeren Systemen mitwirken und die als Anlage zu diesen Kapitel kurz beschrieben werden.

Die dort dargelegte Begriffsliste ist auf keinen Fall vollständig, da bei diesem neuen Arbeitsgebiet ständig neue Vokabeln Anwendung finden. Neu Begriffe ergänzen und überlappen sich, und bilden dynamisch die ständig wachsende Einheit der neuen „Digitalen Kommunikationstechnologie“. Auf jeden Fall können deutlich Tendenzen erkannt werden.

Diese quantitative Ansammlung, wie auch die ständigen qualitativen Änderungen, gestalten die Explosion der „neuen Formen der Kommunikations-Technologie", deren Auswirkungen Ökonomie, Technologieentwicklung, Arbeitsgestaltung, Kultur und Zusammenleben beeinflussen und weiter "revolutionieren" werden.

6.5.1. Internet / Intranet

Ein Ausdruck, der in Bezug auf eine „Einzel-Organisation" (Einzel-Gebäude) geschaffen wurde, ist der Begriff Intranet. Mit diesem Begriff bezieht man sich im Allgemeinen auf die Netzverknüpfung, die sowohl durch Kabel, Software und organisatorische Maßnahmen intern in der Organisation erfolgt. Intranet wird deutlicher in Bezug auf das Konzept Internet, in dem die physische (Hardware) und logische (Software) Verknüpfung die Grenzen der konkreten Organisation überschreitet. In der letzten Zeit ist es immer deutlicher, wie Internet und Intranet sowohl von technischer, als auch von organizatorischer Seite zusammenfliessen und die Grenze immer undeutlicher zu definieren ist. Dem Benutzer wird jeden Tag undurchblickbarer, ob er auf einer lokalen oder auf einer globalen „Daten-Verarbeitungs-Ebene" steht.

Dieser Trend entwickelt sich mit unglaublicher Schnelligkeit, zeigt eine so große Vielseitigkeit von Teilaspekten, und nicht zuletzt "sitzen wir so stark drinnen", dass eine „objektive Analyze" ein schwieriges Spiel ist, zu dem jeder Beitrag immer nur einen kleinen Bestandteil beisteuern kann.

Von welchem Winkel dieses multidimensionale Phänomen angegriffen werden soll, ist keine einfache Frage. Im Versuch, andere große Richtlinien nicht zu vernachlässigen, wählen wir als Hauptanalysekriterium im Folgenden den Einfluss und die Auswirkungen der Internet-Technologie auf Änderungen in der „Arbeitsgestaltung", da diese einen gravierendenr Aspekt darstellen.

6.5.1.1. Wie beinflusst Intranet / Internet als Informations-Technologie die Entwicklung der Arbeitsformen und speziell die Organisation der modernen Produktionsanlagen?

Das Phänomen der „Globalisierung" und die neuen Anforderungen auf Industrieorganisationen, die immer flexibler und schneller auf die wechselnde Nachfrage von Produkten und Dienstleistungen reagieren muss, ist heute schon eine Tatsache, die von niemanden außer Acht gelassen werden kann, und die sich sicher in den nächsten Jahren exponentiell steigern wird. Kleine, autonome und dynamische Strukturen, die immer stärker vernetzt sind und sich in allen Aspekten auf neueste technologische Forschungen stützen, verbreitern sich in den letzten Jahren als Lösung, und alle Entwicklungsstudien stimmen überein, dass diese Tendenz ein anhaltender Trend sein wird.

MFIF (Multi-Functions Integrated Factories)[43] ist eine moderne Auffassung, die heute in einem begrenzten Rahmen schon an zahlreichen kleinen Beispielen zu erkennen ist und die sich immer schneller und breiter im "globalen Dorf" in ein führendes Organisations- und Technologiekonzept entwickelt.

MFIF-Organisationen können auf der Basis intelligenter Produktions-Technologie, starker Informations-Vernetzung, DCE (Distributed Computer Environment), Parallel-Processing Computer und "Advanced Engneering Data Exchange", entwickelt werden. Ziel ist dabei, konkurrenzfähige Industrieproduktion mit intelligenten, konkurrenten, modularen, integrationsfreundlichen, lernenden, autonomen und Selbstoptimierungs-Funktionen zu entwickeln und dynamisch aufzubauen.

6.5.1.1.2. Moderne Produktions Organisationen

Das innovative Konzept und Modell der MFIF sucht eine kosteneffektive Lösung zu Herstellung von „Multi Functional Products" nach „Customer Drive". Mit der „intelligenten" Anwendung von „Informations-Technologien" und einer steigenden Vernetzung werden „Einzel-Organisations-Einheiten" zu einer neuen Art von Industriezentren dynamisch gestaltet. MFIF kann in diesem Konzept einem Herstellungsprozess folgen, in dem jede Teilabwicklung in der geeignetesten Fabriksorganisation erfolgt. Eine Herstellungsautomatisation der einzelnen "steps" des Prozesses in einer "Weltweit" ausgebreiteten Organisationseinheit.

Intelligent Manufacturing System (IMS) und eine systematische „Datenkommunikation" sind die Grundbausteine beim Aufbau einer MFIF-Plattform. IMS-Arbeitsumgebung, ist die Integration von „Intelligent Manufacturing Machines", Arbeitszellen und Datenverarbeitungssystemen. MFIF ist auf keinen Fall die algebraische Summe CAx Systemen, sondern ein organisatorischer Aufbau, in den jede einzelne Organisations kolaborative verbunden wird und in Echtzeit „online" Information mit einander teilen. Der Fehlerfreie Austausch von Produktionsrelevanter Information und das Zusammenwirken auf "Weltweit" entfalteter Plattform, ist die Basis für die erfolgreiche Einsetzung.

Qualitätssicherungs und Qualitätsmanagement wird heute schon universell als wesentlicher Baustein moderner Industrieorganisationen erkannt und wird in Zukunft auch weiter wachsen. Die Entwicklung QM als Bestandteil eines MFIF bietet zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten. Technologisch führende Messeinrichtungen, Ausnutzung lokalen Know-Hows und Spezialisierung für die Qualitätskontrolle des Produktionsprozesses können in diesem Rahmen kollaborativ gesteuert werden. Intelligente Datenverbindung auf lokaler und globaler Ebene und zielgesteuerte „Self Learn Process" ist Grundlage für „Zero Error Produktion".

Intelligente Vernetzung über den gesamten „Produktions-Zyklus" von Design bis zur Kundenlieferung ist die Herausforderung. QFD (Quality Function Deployment) und QA (Quality Assurence) in der „Design-Phase" wird durch Parallel-Processing Technology gefördet und unterstützt. Die online Bearbeitung in örtlich getrennten Einheiten und heterogenen Systemen wird durch das dynamische Austauschen von Wörtern, Zeichnungen and Sounds im Rahmen integrierter CAD-Systeme, sowohl beim "Design-Process", als auch bei "Design-Optimierung" ermöglicht.

„Intelligent Metrology" ist ein wesentlicher Bestandteil des QMS sowie eines MFIF Systems. Koordinatenmesseinheiten und andere hochentwickelte Messeinrichtungen müssen zur Überprüfung von Produktionsteilen angewendet werden. ICM Intelligent Coordinate Metrology als Werkzeug des Qualitätsmanagementsystems, ist speziell bei flexibler Herstellung von Präzisionsteilen mit komplexen Formen zur geometrischen Vermessungen einsetzbar.

MFIF braucht den systematischen Datenaustausch auf lokaler und globaler Ebene durch intelligente Vernetzung von FMS Flexible Manufacturing System, ICAD, ICAM und ICAQ. Intranet auf lokaler Ebene und Internet auf globaler Ebene, sind als Plattform die Daten-Autobahnen, auf denen die intelligente Vernetzung kostengünstig und rationell gestaltet werden kann, Damit erreicht man, Schritt für Schritt, die volle Ausnutzung der einzelnen Teil-Ressourcen.

Hochentwickelte Metrologie- Labors und kostspielige metrologische Einrichtungen werden immen im engeren Verhältniss mit dem Produktionsprozess von Gütern benötigt. Vielfältigkeit und Höhe von Investitionen dieser komplexen Anlagen, die sehr schnell veralten, können aber nicht allein von jeder einzelnen Industriefabrik getragen werden.

MFIF sucht an jedem Netzknoten die eingesetzten Ressourcen rational auzunutzen und dabei gleichzeitig ihr Potential dem gesamten Organisationsnetz zur Verfugung zu stellen.

6.5.1.1.3. Integration und Gestaltung einer globalen Lernumgebung, durch Vernetzung von „Ingenieur-Hoch-Technologie-Universitäts-Labors"

Die organisatorische und elektronische Datenvernetzung von „Ingenieur-Hoch-Technologie-Universitäts-Labors", hat im Rahmen der oben beschriebenen Tendenz in der Gestaltung "moderner Industriestrukturen" auf einer Weltebene, eine ganze Reihe von Auswirkungen und spezielle Bedeutung. Die Lernqualität und Qualität der einzelnen Dienstleistungen, die von der Universität als Ganzes starten, köennen systematisch erweitert und verbessert werden. Unter diesen Qualitätsverbesserungszielen erkennen wir:

- Bessere Ausnutzung von teuren Messeinrichtungen, die durch virtuelle Verlagerung im Netz als Lernmaterial einer größeren Anzahl Lernenden zur Verfügung steht.
- Jeder Knoten steuert sein bestes know-how und technologische Geräte dem gesamten Netz bei, und vervielfacht in kollaborativem Rahmen die eigenen begrenzten Möglichkeiten.
- Studierende stehen in direkter Verbindung mit qualitativ und quantitativ mehr High Technology-Geräten, dabei lernen sie nicht nur spezialisierte Verfahren, sondern auch organisatorische und kulturbezogene Aspekte der Netzstruktur.
- Studenten erleben und beleben die technologischen Einrichtungen und sind gleichzeitig dynamisch und interaktiv Teilnehmer der Organizationsstruktur, die mit allen Elementen des MFIF-Konzepts aufgebaut werden kann.
- Industrie kann sich „virtuell" an den Messprozessen der an High-Technology-Labor übergebenen Teilen beteiligen. Somit wird die Universitätseinrichtung nicht nur als verfremdete/getrennte Dienstleistungsmöglichkeit wahrgenommen, sondern fast als Betriebseinrichtung in Rahmen einer MFIF-Struktur. Diese Arbeitsmöglichkeit vervielfacht das Zusammenarbeitungspotenzial zwischen den Universitätsingenieur-Labors und den Industrieorganisationen, und kann zu einer neuen „Kolaborativen-Stufe" führen.

6.6. Bausteine für die Vernetzung von „Ingenieure-Hoch-Technologie-Labors" (HTUL) für die Ingenieurausbildung

Bei der dynamischen Gestaltung der HTUL Vernetzung, konnen wir zwischen „aktiven" und „passiven" Netzknoten unterscheiden; dabei sei sogleich erläutert, dass die hier als „passiven" Netzknoten benannten Einheiten, sich auch „aktive" am Kommunikationsprozess beteiligen.

„Aktive Knoten" bestehen grundsätzlich in allen HTUL des Netzes. In jedem Aktiven Knoten ist es unbedingt erforderlich, auch über ferngesteuerte WEB-Kameras zu verfügen, mit denen dynamisch und interaktiv der Mess (oder Automatisierungs) Prozess erfasst werden und virtuell über die Daten-Autobahn übertragen kann.

Sogenannte „Passive Knoten" sind in diesem Fall die geografischen Positionen in denen sich die Lernenden befinden, die sich mit Fragen und Bildsteuerung, virtuell an den Verfahren auf kostspieliegen Anlagen in Echtzeit und raumverschoben beteiligen können.

Einen ähnlichen Aufbau verwendet man seit Jahren bei der Lernausbildung von komplizierten ärztlichen Operationen, in denen der Studierende nicht direkt im Operationssaal ist, sonder in getrennten Räumen sitzt. Von hier kann er sich jedoch „aktiv" mit Fragen und Bildsteuerungen am Verfahren beteiligen. In letzter Zeit erkennen wir einen weitere Aufbaustufe, in der sogar immer mehr ärzliche Operationen auch ferngesteuert werden. Der Arzt bedient die komplexen Robotereinrichtungen nicht direkt vom Operationssaal sondern von einen getrennten Raum.
Im Sinne der „Koperativen" Universitätsnetzverknüpfung und der Ausnuzung von teuren Geräten, stellt jeder Aktive-Knoten seine Einrichtungen und Fachkenntnisse virtuell ins Netz, ist aber selbstverständlich auch für andere Lernsituationen „Passiver Knoten", wenn es um Ausbildung eigener Studenten geht, auf Geräten die lokal nicht zur Verfügung stehen.
Die Technologie in der Herstellung von Kommunikationsbausteinen ändert sich täglich, bietet immer bessere Qualität zur günstigeren Preisen an. Im einem modularen Aufbau können wir jedoch folgende Komponenten erkennen:

Im „Aktiven-Knoten", das heißt im HTUL

- Web-Cam. Digital-Kamera mit UBS Anschluss, speziel für Web-Aufgaben
- Servo-Steuerung für Web-Cam, erlaubt Fernbedienung mit zwei Ebenen Schwenkung und Zoomsteuerung.
- PC Computer mit UBS Schnittselle, geeignetes Betriebssystem (Win-XP) + Sound-Cart
- Drahtlose Mikrophone, für den „Vorführungs-Professor" ,
- Intranet- Ethernet-Netzverbindung
- Labor PC-Server
- Internent-Anschluss, mit Video Daten-Transfer-Geschwindigkeit
- Geeigetes Internet-Software

Im „Passiven-Knoten", das heißt im ferngelegenden Lernraum

- Web-Cam. Digital-Kamera mit UBS Anschluss, speziell für Web-Aufgaben
- PC Computer mit UBS Schnittselle, geeignetes Betriebssystem (Win-XP) + Sound-Cart
- Mikrophone, für den „Erklärungs-Professor", für die Frage- und Anweisungen-übertragung an den „Vorführungs-Professor"
- Intranet- Ethernet-Netzverbindung
- Labor PC-Server
- Internet Anschluss, mit Video Daten-Transfer-Geschwindigkeit
- Geeigete Internet-Software
- Falls am Lernprozess mehrere Personen teilnehmen, ist es sehr vorteilhaft den PC-Bildschirm vergrößert an die Leinwand zu projektieren. Ideal ist wenn die Projektion auf eine Wand in gleicher Höhe und in einen Realitätsverhältniss 1:1 das fernerfasste Bild wiedergibt. Es entsteht somit ein verlängerter virtueller Raum und das Gefühl einer direkten Teilnahme wird noch stärker vermittelt.

6.7. Anhang zu „e-Learning" – Begriffe und Abkürzungen

- ATM: <Asynchronous Transfer Mode>. Um die digitale Übertragung in einem gemeinsamen Netz für Sprache, Daten und Bildkommunikation international zu vereinheitlichen, wurden 1989 erstmals Spezifikationen für die zellvermittelnde asynchrone Übertragungstechnologie ATM und die Spezifikation für Schnittstellen und Funktionen von Breitband festgelegt.
- Animation: Eine Technik zur Erzeugung bewegter bildlicher Darstellungen, um Zustände und deren Veränderung mit Hilfe von Bildfolgen zu veranschaulichen.
- Application-Sharing: Das gemeinsame Arbeiten an Dokumenten innerhalb einer Videokonferenz, wobei nur auf einem Rechner die Datei und die dazu erforderliche Anwendung vorhanden sein muss.
- Asynchron: Die asynchrone Kommunikation bezeichnet eine Interaktion mit zeitlicher Verzögerung.
- Audiovisuell: Zugleich hör- und sichtbar.
- Backbone: Teile des Internet, die das „Rückgrad" des Netzes bilden bzw. nationale und internationale Verbindungen zwischen den wichtigsten Internet-Knoten.
- Browser: „to browse = schmöckern". Software, die es gestattet, von Servern im Internet Informationen abzurufen. Dabei muss jeweils das auf dem Server genutzte Datenformat unterstützt werden.
- CBT: Computer Based Training. Instruktionstechnologie, die sich speziell angefertigter Teachware bedient, um Lerninhalte zu erwerben, einzuüben oder zu vertiefen. Als Werkzeug der Wissensvermittlung dient der Computer.
- CD-ROM: Compact Disc Read Only Memory. Optische Speicherplatte, die bei der Herstellung beschrieben wird und später vom Nutzer nur gelesen werden kann.
- CMS: Classroom Management Systems. Lehrmaterialien, Tutor, Studenten Interaktionen, Gruppenarbeit etc. können mit Hilfe von CMS flexibel gesteuert werden, wobei es sowohl asynchrone als auch synchrone Lernumgebungen unterstützt.
- CSCL: Computer supported collaborative Learning. Computergestütztes gemeinschaftliches Lernen. Allgemein kann man sagen, dass durch den Computer kollaborative, auf Zusammenarbeit basierende Lernprozesse in Gang gesetzt werden sollen, unabhängig davon, ob sich die Beteiligten gemeinsam im einem Raum oder geographisch verteilt an mehreren Orten befinden.
- Chat: Online Konferenz > IRC.
- Client- Server-Modell: Modell einer Arbeitsteilung zwischen Rechnern, wobei ein Rechner (Server) Dienstleitungen, wie beispielsweise Rechenleistung oder Speicherplatz, anderen Rechnern (Clients), bereitstellt.
- Datennetzverbindung zwischen Rechnern über Kabel, Glasfaser oder Funk zum Austausch digitaler Daten.
- Desktop Videokonferenz: Videokonferenzen, die allerdings bei

entsprechender Hard- und Softwareausstattung vom eigenen Arbeitsplatz aus mit Hilfe eines dort vorhandenen Computers geführt werden können. Man kann am eigenen Arbeitsplatz und mit mehreren Teilnehmern gleichzeitig konferieren. Texte, Grafiken etc. können parallel übermittelt und gemeinsam bearbeitet werden.

- Distance Learning: Moderne Datennetze ermöglichen es heutzutage unabhängig von Ort und Zeit zu lernen. Als weitere Vorteile sind individuelles Lernen, multimediale Lernumgebungen, vielfältige Kontaktmöglichkeiten zu nennen. > Open Distance Education.
- E-Mail: Electronic Mail. Mittels elektronischer Post lassen sich neben Texten auch Daten von Audio- oder Bilddateien bis hin zu Programmen in Computernetzwerken schnell und kostengünstig weiterbefördern.
- FTP: File Transfer Protocol. Ein Protokoll, das die Dateiübertragung zwischen zwei Computersystemen regelt und auf TCP basiert.
- Grafische Benutzeroberfläche: Eine Arbeitsfläche auf dem Bildschirm, die aus unterteilten Fenstern, Symbolen und anderen grafischen Elementen besteht und mit Maus und Tastatur bedient wird. Sie dient als Schnittstelle zwischen Mensch und Computer.
- HTML: Hypertext Markup Language. Eine formale Beschreibungssprache von Hypermedia Dokumenten im WWW.
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol. Dieses Kommunikationsprotokoll nutzt WWW-Client und WWW Server zum Datenaustausch.
- Homepage: Eine zentrale Informationsseite für eine Gruppe von Internetseiten.
- Hypermedia: Anwendung des Hypertext-Prinzips auf Multimedia.
- Hypertext: Ein nicht linearer Text. Er besteht aus Informationseinheiten (Seiten, Knoten) und Verweisen zwischen diesen Einheiten. Die Seiteninhalte können multimedial sein.
- ILinc: Interactive Learning. International Corporation, Troy, NY, USA. ILinc wurde speziell für Telelearning-Applikationen entwickelt und kombiniert.
- Desktop Videokonferenzsysteme mit Multimedia Lerninhalten zu einem „Virtuellen Klassenzimmer"
- IP: Internet Protokoll. Dieses Protokoll erlaubt Datenpaketen, auf dem Weg vom Sender zum Empfänger, mehrere verschiedene Netzwerke zu nutzen.
- IRC: Internet Relay Chat. Dieser Dienst im Internet ermöglicht die gleichzeitige Kommunikation mit beliebig vielen Teilnehmern. Ein IRC Benutzer kann sich „live" an gerade laufenden Diskussionen beteiligen.
- ISDN: Integrated Services Digital Network. Die Übertragung von Daten und Sprache als einheitlichen Code ermöglicht es, unterschiedlichste Dienste über dasselbe digitale Netz zu bedienen und nach einem einheitlichen, entfernungsunabhängigen Gebührenschema zu verrechnen. Diese Infrastruktur, die die Übertragung von Sprache, Daten, Text und Bild ermöglicht, wird als dienstintegrierendes Netz bezeichnet.
- Interfaces: Schnittstelle zwischen Protokollen, Programmen, Geräten etc.
- Internet: Es verfügt über Multimedia und Hypertextsysteme und gilt als das bedeutendste Datennetz der Welt. Das Internet ermöglicht einen weltweiten Informationsaustausch zwischen verschiedenen Netzwerken,

wobei man letztlich auf jeden einzelnen Rechner eines beliebigen Systems zugreifen kann.

- Java: Eine Programmiersprache, die nicht auf Maschinencode, sondern einem speziellen Bytecode basiert und somit auf jeder Plattform läuft, sofern ein Java Interpreter für diese Plattform existiert.
- Java-Skript: Von Netscape definerte Skriptsprache, die vom Browser interpretiert wird.
- LAN: Local Area Network. Ein lokales Computernetz.
- Learning Warehouse: Eine virtuelle Shopping Mall, in der man virtuelle Kursangebote und Trainings bestellen und abrufen kann. Bezahlt werden diese virtuellen Trainings per Kreditkarte bzw. über E-Commerce Systeme.
- Link: Querverweise, die beispielsweise HTML Dokumente miteinander verbinden.
- MCU: Multipoint Control Unit. Hardware, die benötigt wird um Mehrpunktvideokonferenzen durchzuführen.
- MUD: Multi User Dungeon. Diskussionsgruppe für mehrere Benutzer.
- Mailbox: Ein Computersystem, das Mails, News und Dateien speichert und weiter gibt.
- Mailing List: Ein System, das es erlaubt, Mails an eine Adresse zu senden. Dort wird das Mail kopiert und an alle Teilnehmer der Mailing List versandt. Auf diesem Weg entsteht eine themenbezogene Diskussionsgruppe, die entweder moderiert oder unmoderiert sein kann. Bei moderierten Mailing Lists gehen die Mails zuerst an eine Person, die in der Folge entscheidet, welche Nachricht weitergeleitet wird. Ist eine Mailing List unmoderiert, so wird jede Nachricht ungeachtet ihres Inhalts an jeden einzelnen Teilnehmer weitergeleitet.
- Mbit/s: Megabit (10^6 Bit) pro Sekunde. Maßeinheit für die Datenübertragungsrate.
- Modem: MOdulator DEModulator. Peripheriegerät zur Umwandlung digitaler Daten in eine analoge Darstellung, um sie über analoge Medien wie beispielsweise das Telefonnetz zu übertragen.
- Modul: Ein austauschbares, komplexes Teil eines Gesamtsystems, das eine geschlossene Funktionseinheit bildet.
- Multimedia: Schlagwort für die im Zuge der digitalen Computertechnik möglich gewordene Zusammenführung von Bild, bewegtem Bild, Text, Grafik Animation und Datenübertragungsmöglichkeiten in einem Leitungsnetz.
- Multimodalität: Sie ermöglicht es bei der Präsentation der jeweiligen Informationen den jeweils am besten geeigneten Sinnesmodus beziehungsweise Kanal oder eine geeignete Kombination derselben anzusprechen.
- Multikodierung: Eine Information kann entweder in Form eines Textes, einer Grafik oder eines Bildes, eines Films oder einer Simulation vermittelt werden.
- Multipoint-Videokonferenz: Mulitpoint Conferencing. Durchführung von Videokonferenzen mit mehreren Konferenzsystemen und Teilnehmern gleichzeitig.
- Multitasking: Mehrere Prozessprogramme (tasks) werden vom Computer

gleichzeitig bearbeitet.

- Navigieren: Schrittweises Suchen von Information durch Folgen von Verweisen in Verzeichnissen auf andere Verzeichnisse oder in Hypertexten.
- Netscape: Mit diesem Browser können Inhalte im WWW betrachtet werden. Netscape Navigator ist neben Microsoft Internet Explorer der weitverbreitetste Browser.
- Newsgroup: „Forum" oder „Schwarzes Brett" im Internet. Via E-Mail werden Nachrichten zu bestimmten Themen ausgetauscht. Newsgroups sind Teil des Usenet. Unterschieden wird zwischen moderierten und unmoderierten Usenetgruppen. Bei moderierten Gruppen werden eingehende Nachrichten vom Moderator bearbeitet, ehe sie veröffentlicht werden. Bei unmoderierten Gruppen kann jeder Teilnehmer seine Nachrichten unzensiert abgeben.
- Oftline: Daten werden ohne Netzverbindung lokal – vor Ort – bearbeitet.
- Online: Bei bestehender Verbindung zu einem anderen Rechner oder Datennetz werden Daten bearbeitet.
- Online Assessment Test: Studenten haben die Möglichkeit, über eine Webseite einen Assessment Test online durchzuführen. Dieser Assessment Test ist meistens als JAVAScript, JAVA oder ASP Applikation realisiert. Die Ergebnisse werden bei Zustimmung durch den Lernenden gespeichert (Profiling) und dem Digitalen Assistenten zur weiteren Lernfortschrittsoptimierung zur Verfügung gestellt.
- Open Distance Education: Dieser Begriff ist als „Lernen auf Bedarf", „Learning on Demand" zu verstehen. Es handelt sich um ein nicht angeleitetes, arbeitsplatznahes Lernen mittels Zugriff auf Lern- und Informationsdatenbanken. > Distance Learning.
- Point-to-Konferenz: Konferenzschaltung mit nur zwei Teilnehmern.
- RealAudio: Technik von progressiven Netzwerken, über die sich Audiodaten in Echtzeit via Internet übertragen lassen.
- Router: Ein Computersystem, das Daten zwischen zwei Netzwerken transferiert, die dasselbe Protokoll verwenden. Die physikalischen Gegebenheiten oder Komponenten können unterschiedlich sein.
- Server: Ein Server stellt anderen Computern gewisse Dienste zur Verfügung. Diese bedienen die Serversoftware durch die entsprechenden Clients, eine Applikation, mit deren Hilfe der Zugriff auf einen Dienst eines Servers im Netzwerk erfolgt.
- Standleitung: Eine ständig bestehende Datenleitungsverbindung zwischen zwei Orten.
- Suchmaschinen: in Datenbanken mit Internetadressen, deren Inhalt von „robots" automatisch zusammengetragen wird. Per Stichwort kann gezielt nach Dokumenten gesucht werden.
- Synchron: Die synchrone Kommunikation bezeichnet eine Interaktion ohne wesentliche zeitliche Verzögerung.
- Synchronisation: Steuerung eines zeitlichen Ablaufs eines Systems.
- TCP: Transmission Control Protocol. Auf diesem Protokoll basiert der Datenaustausch im Internet.
- Telekommunikation: Sammelbegriff für alle Formen der Informationsübertragung zwischen Menschen und/oder Geräten mit Hilfe

nachrichtentechnischer Übertragungsverfahren.

- Telearbeit: Verlagerung von betrieblichen Arbeitsplätzen mit Hilfe moderner Informations – und Kommunikationstechnik in die häusliche Umgebung.
- Telelernen: (Fernunterricht, Fernlernen, Virtuelles Klassenzimmer, Telelearning). Lernen mit Hilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, als voller oder teilweiser Ersatz von Präsenzunterricht.
- Teleteaching: Im Vordergrund steht die Wissensvermittlung durch Informationsaufnahme der Lernenden mit Hilfe eines Videokonferenzsystems. Das heißt, die Informationen fließen vorrangig nur in eine Richtung, nämlich vom Instruktor zu den Studenten. Die Interaktion beschränkt sich auf die Möglichkeit, Fragen an den Instruktor oder an andere Studenten zu stellen. Typische Beispiele für Teleteaching sind Übertragungen von Vorlesungen, Live-Einblendungen von Labors oder Industriebetrieben etc.
- Teletutoring: Hier handelt es sich um Wissensvermittlung mittels Videokonferenzsystems mit „gleichberechtigten" Informationsflüssen in beide Richtungen (Instruktor – Student). Die Interaktionsmöglichkeiten reichen vom White-Board, Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern mittels Chat bis hin zum Applications Sharing, u.v.m.
- Telnet: Über dieses Programm erhalten Internetuser direkten Zugriff auf andere Computer im Netzwerk.
- Threaded Discussions: Diskussionen, die Teilnehmern die Möglichkeit geben, ein neues Thema zu wählen, die gesamte Abfolge von Diskussionsbeiträgen einzusehen und ihre persönliche Nachricht zu hinterlassen.
- Tool: Software zur Erledigung einer bestimmten Aufgabe im Sinne eines Werkzeugs.
- Url: Uniform Resource Locator. Globale, eindeutige Adresse eines Internetrechners bzw. einer bestimmten enthaltenen Information
- Videokonfenz: Videoconferencing; Durchführung einer Konferenz mittels digitaler Videotechnologie.
- Virtuell: Bezeichnet eine logische oder organisatorische Einheit bei physischer Verteiltheit.
- Visuell: Nach dem psychologischen Verständnis bedeutet visuell: auf den Sehsinn bezogen.
- WAN: Wide Area Network. Ein Begriff, um landes / kontinentalweite Netze zu beschreiben.
- WWW: World Wide Web. Das weltweit verteilte multimediale Hypertextsystem WWW stellt Anwendern eine einheitliche Schnittstelle für alle wichtigen Internet-Dienstleistungen zur Verfügung.
- White Board: Ermöglicht das gemeinsame Bearbeiten eines Dokuments während einer Videokonferenz. Die neu hinzugefügten Elemente sind bei allen Teilnehmern zugleich sichtbar.

7. Das CIM-IMS-Robotik-Labor als Beispiel hochtechnologischer Lern- und Lehrumgebung für „problemorientiertes Lernen" und „systematische Kenntnisintegration"

7.1. Einleitung

Wie schon in den vorigen Seiten dieser Arbeit hervorgehoben wurde, so ist das hochtechnologische CIM-IMS-Robotik-Labor nicht als „Ziel an sich" sondern als Werkzeug zur Unterstützung und Förderung sowie ständigen Verbesserungsmöglichkeit von Lern- und Lehrprozessen im Rahmen der Ingenieurausbildung anzusehen.

In diesem Sinne ist dieses Labor als ganz wesentliche Unterstützungsmöglichkeiten speziell in den zwei folgenden Arbeitsrichtungen zu sehen:

- eine geeignete Lernumgebung für ein „problemorientiertes Lernen" und für die Förderung einer „systematischen Kenntnisintegration"
- das lebendige Lehren und Lernen von CIM > IMS > MFIF und die damit direkt und indirekt verbundenen Technologien.

7.1.1. Geeignete Lern und Lehrumgebung im Wissenschaftsgebiet „CIM>IMS>MFIF"

Wie schon genauer dargelegt wurde, soll „das globale Ziel der universitären Lehre der Ingenieure" die Bildung von professionellen Kompetenzen und Fähigkeiten für die Tätigkeit als „Ingenieur – Problem–Löser" sein. Das heißt, die technische Ausbildung nicht nur auf die „Kenntnis-Übertragungs-Prozesse" sondern immer stärker auf den „Kenntnis-Integrations-Prozess" zu konzentrieren. In diesem Sinne bildet das Aufbauen und die dynamische Weiterentwicklung einer lebendigen „CIM > IMS > MFIF – Lernumgebung" die Möglichkeit, dass Lernende sich mit sehr zahlreichen Problemen konfrontieren, in denen sich ein Lernprozess entfalten kann.

7.1.2. Hochtechnologie des Wissenschaftsgebietes „CIM > IMS > MFIF"

Computer Integrated Manufacturing (CIM), Intelligent Manufacturing System (IMS), Multi-Functions Integrated Factories (MFIF) sind heute verwendete Konzepte, mit deren verschiedenen Ausbaustufen und Integrationsauffassungen die sogenannten computerunterstützten Produktionstechnologien bezeichnet werden.

CIM > IMS > MFIF, als integrierende Systemelemente, umfassen weit gestreute Themenbereiche. Sowohl technische als auch organisatorische Bereiche werden tiefgreifend berührt. CIM > IMS > MFIF versucht, in der Organisationsvernetzung eine Plattform zu bilden, die die neuesten technologischen Möglichkeiten Computerunterstüzungs einsetzt, auf der die Kommunikation und Zusammenarbeit der unterschiedlichsten Bereiche möglichst effizient abgewickelt werden können.

Im Folgenden werden kurz die geschichtliche Evolution und die Unterschiede zwischen den Begriffen CIM, IMS und MFIF erläutert und eine übersichtliche Zusammenfassung des Themenbereiches CIM > IMS > MFIF dargelegt.

CIM > IMS > MFIF lässt sich nicht von der Stange kaufen oder nur am „Zeichenbrett" theoretisch konstruieren. Der systematische Einstieg in eine CIM>IMS>MFIF Konzeption stellt immer einen Schnitt in der Unternehmensgeschichte dar und soll als dynamisches, sich weiterentwickelndes System aufgebaut werden.

7. 2. CIM > IMS > MFIF

7.2.1. Geschichte und Entwicklung

Bereits in den Fünfziger Jahren, kurz nach dem Aufkommen der ersten NC-gesteuerten Werkzeugmaschinen, wurde am MIT (Massachussetts Institute of Technology) ein Forschungsprogramm ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) installiert. ICAM gilt als einer der ersten Vorläufer von CIM. Damals waren einerseits die Preise der Computerhardware in Verhältnis zur Leistung sehr hoch, andererseits fehlten jegliche internationale Standards. Dies verzögerte den praktischen Einsatz.

In der ersten Hälfte der Achtziger-Jahre mündete die Entwicklung in den Boom der CAx-Anwendungen (Computer Aided ...). Besonders die Verbreitung preiswerter Rechner unter dem Betriebssystem MS-DOS (IBM AT compatible) beschleunigten die Verbreitung dieser CIM-Teilsysteme. Da mittlerweile alle relevanten Grundlagen zur weitgehenden Integration der einzelnen EDV-Inseln eines Betriebes vorhanden waren, begann unter dem Druck der unzufriedenen Endanwender eine breite Diskussion über CIM (Computer Integrated Manufacturing). CIM wurde in der ersten Euphorie als Allheilmittel für die totale Integration aller Unternehmensbereiche und Organisationsstrukturen angesehen.

In manchen Bereichen versuchte man, in Richtung der sogenanten „Fabrik im Dunkeln", in der möglichst umfassende Automatisierung das Ziel war, und wo die „direkte" menschliche Teilnahme ausgeschlossen werden sollte. Danach wandelten sich die Bestrebungen zu den offeneren Konzept des „open CIM", in denen in evolutiver Form ständig neue Bereiche sinnvoll integriert werden können.

Das heißt, die anfängliche Euphorie aufgrund der praktischen Erfahrungen entwickelte sich zu einer gesünderen Auffassung, in der im Zusammenhang mit CIM genau hinterfragt wird, ob sich der Aufwand einer völligen Integration für den Betrieb auch lohnt. Es werden heute die Einzelkomponenten eines CIM-Systems in ihrer Anwendung und ihrem Umfeld analysiert und dann, wenn sich sowohl technische als auch wirtschaftliche und organisatorische Gründe ergeben, integriert. Somit entsteht die Evolution von geschlossenem CIM-Konzept zum „open CIM" und zuletzt zu einem realistischen und gezielten IMS Intelligent Manufacturing System Kriterium

MFIF (Multi-Functions Integrated Factories) ist die moderne Auffassung, die heute in einem begrenzten Rahmen schon an zahlreichen kleinen Beispielen zu erkennen ist und die sich immer schneller und breiter im „globalen Dorf" in ein führendes Organisations- und Technologiekonzept entwickelt. Bei MFIF überschreitet die logische und physische Organisationsvernetzung den lokalen Bereich. MFIF-Organisationen können auf der Basis intelligenter Produktionstechnologie, starker Informationsvernetzung auf globaler Ebene entwickelt werden. Ziel ist dabei, konkurrenzfähige Industrieproduktion mit intelligenten, konkurrenten, modularen, integrationsfreundlichen, lernenden, autonomen und Selbst-optimierungsfunktionen zu entwickeln und dynamisch aufzubauen.

7.2.2. Begriffsdefinitionen

CIM ist die Abkürzung für Computer Integrated Manufacturing. Ursprünglich wurde der Begriff CIM nur für die Produktion im engeren Sinn angewandt (Manufacturing). Im Lauf der Zeit erweiterte sich die Bedeutung auf den gesamten Bereich eines Untemehmens, von der Produktentwicklung über Planung, Fertigung bis zum Vertrieb. Auch exteme Lieferanten werden in CIM-Systeme einbezogen, ebenfalls werden die Bestrebungen, den Bürobereich wie Lohnverrechnung, Dokumentation und andere Abteilungen an CIM-Systeme anzubinden, immer intensiver. Im Detail können die

betriebswirtschaftlich orientierten Komplexe, Produktionsplanung und -steuerung, Auftragssteuerung, Kalkulation, Materialwirtschaft, Kapazitätstermittlung, Fertigungssteuerung, Betriebsdatenerfassung, Kontrolle und Versand den mehr technisch orientierten Produktentwurf, Konstruktion, NC-Programmierung, Transport-, Lager- und Montagesteuerung sowie Qualitätssicherung gegenübergestellt werden. Auch andere Kurzformeln sind in der Literatur zu finden, wie zum Beispiel:

- CIE Computer Integrated Enterprise
- CAI Computer Aided Industry
- CIB Computer Integrated Business

Diese Abkürzungen versuchen, den Graben zwischen kommerzieller und technisch-wissenschaftlicher Datenverarbeitung zu überbrücken, das heißt, sie beinhalten ein ähnliches Konzept und fokalisieren manchmal in unterschiedlichen Bereichen

Der Autor möchte jedoch zur allgemeinen Verständlichkeit den wohl eingeführten Begriff CIM weiterverwenden oder, besser gesagt, die Begriffe CIM > IMS > MFIF im Evolutions-Sinn, und dabei keinerlei Einschränkungen auf bestimmte Unternehmensbereiche andeuten.

Welche wichtigsten Teilbereiche sind CIM zuzuordnen? Aus der geschichtlichen Entwicklung entstanden mehrere, früher autonome, computerunterstützte Spezialgebiete, die nun durch ihre Integration ein CIM-System ergeben:

- PPS Produktionsplanungs und -steuerungssystem.
- CAD Computer Aided Design
- CAM Computer Aided Manufacturing
- CAP Computer Aided Planning
- CAQ Computer Aided Quality Assurance
- CAE Computer Aided Engineering
- BDE/MDE Betriebs- und Maschinendatenerfassung
- CAO Computer Aided Office

7.2.3. Die Prinzipien von CIM (IMS-MFIF)

Wie im Namen schon erläutert, ist CIM durch das integrierte Ablaufen und das intensive Einsetzen von computerunterstützenden Technologien in der Fertigung gekennzeichnet. Dabei ist CIM viel mehr als die algebraische Summe von CAx Technologien. Es wird versucht, von einem Mittarbeiter möglichst viele Einzelschritte sinnvoll durchführen zu lassen. Dadurch bearbeitet jeder Mitarbeiter weniger Einzelaufträge, die Komplexität der Tätigkeit steigt jedoch an. Die Begriffe Gruppentechnologie und Fertigungssegmentierung sind mit diesem Prinzip eng verbunden Dieser Ansatz steht im Gegensatz zum Taylorismus mit stark arbeitsteiliger Organisation. Es werden Aufgabenspektrum, Einzelverantwortung und Entscheidungs – Spielraum des Mitarbeiters erweitert. Die Koordination wird vereinfacht und die Produktivität gesteigert.

Um in einem Betrieb von stark arbeitsteiligen Strukturen auf gesamtheitliche Abläufe zu wechseln, muss meist die Aufbau- und Ablauforganisation tiefgreifend geändert werden. Es müssen zwischen einzelnen Abteilungen neue Kommunikationslinien aufgebaut werden, andere werden überflüssig, ebenfalls können Doppelgleisigkeiten entfernt werden. In Summe ergibt sich eine flachere Hierarchie, in der die Informationen wesentlich reibungsloser und damit schneller und sicherer ausgetauscht werden.

Aufgrund der höheren Einzelverantwortung und der komplexeren Aufgabenstellungen für den einzelnen Mitarbeiter ist es erforderlich, diesem möglichst viele Daten und Informationen aus allen Betriebsbereichen zugänglich zu machen. Das führt dazu, dass der gesamte Betrieb über Netzwerke und andere Datenkommunikationseinrichtungen miteinander verbunden wird. Diese Netzwerke werden von kommunikationsfähigen Software genützt. Das umfassende Informationsangebot ermöglicht dem Mitarbeiter wesentlich mehr Entscheidungsfreiheit.

Alle angeführten Massnahmen und Änderungen sind natürlich nicht Selbstzweck. CIM ist nur im Zusammenhang mit den bekannten unternehmerischen Zielen

- Verbesserung der Flexibilität,
- Verringerung der Durchlaufzeiten
- Erhöhung der Produktivität,
- Erhöhung der innerbetrieblichen Transparenz,
- Bereitstellung von aussagekräftigen Informationen,
- Steigerung der Produktqualität

und nicht zuletzt

- Optimierung der Kundenzufriedenheit

zu sehen.

Entsprechend den sich aus diesen Zielen ergebenden Anforderungen sind vier auf einander aufbauende Faktoren für den Erfolg einer CIM-Installation und deren systematischer Weiterentwicklungsmöglichkeit, massgebend:

- CIM-gerechte Organisation des Unternehmens und der Unternehmensstrategie
- qualifizierte und motivierte Mitarbeiter,
- geeignete Hardware,
- passende Software.

Diese vier Faktoren müssen aufeinander abgestimmt sein. Kein CIM (IMS-MFIF)-System kann ohne völlige, aktive Akzeptanz der Mitarbeiter erfolgreich arbeiten. Alle Mitarbeiter müssen daher durch Aus- und Weiterbildung zusätzliche Qualifikationen erlangen, die sie in ihrer Arbeit mit dem CIM-System praktisch umsetzen können.

Es wird in nahezu allen Fällen notwendig sein, im Zuge der Einführung von CIM in ein Unternehmen dessen Organisationsstrukturen gründlich zu überprüfen und meist auch zu ändern. Das bedeutet naturgemäss den Abschied von liebgewonnenen Gewohnheiten und in der Anfangsphase auch gewisse Widerstände. Auf lange Sicht gesehen ist diese Reorganisation jedoch unabdingbar. Ebenso ist es illusorisch, CIM Software quasi von der Stange zu kaufen und keinerlei Adaptionsaufwand zu investieren. Dies wird nur in manchen spezialisierten Teilgebieten möglich sein, deren Integration dann allerdings wieder Probleme bringen kann. Üblicherweise wird man von einem mehr oder weniger normierten Grundstock ausgehen und die einzelnen Softwaremodule den Gegebenheiten und Anforderungen des Unternehmens anpassen.

Ein sehr wichtiger Punkt im Zusammenhang mit der Installation eines CIM Systems ist die Modularität. CIM-Systeme sind aus ihrer Natur heraus sehr komplex. Dieses komplexe System soll nun quasi ohne Narkose in ein funktionierendes Unternehmen implantiert werden, ohne dabei die laufende Arbeit grob zu behindern. Der Versuch, alle Komponenten des neuen Systems auf einmal in Betrieb zu nehmen, wird in 99 von 100

Fällen scheitern. Man muss also Schritt für Schritt vorgehen. Dies gelingt allerdings nur, wenn das Gesamtsystem aus Teilmodulen besteht, die einerseits selbständig arbeiten können, andererseits mit dem Gesamtsystem und den anderen Teilmodulen harmonieren. Um diese Harmonie zu erreichen, ist schon in der Planungsphase großer Weitblick und ein wohldurchdachtes Konzept erforderlich. Nur auf diesem Weg lassen sich später böse Überraschungen vermeiden.

7.2.4. Teilbereiche von CIM

Die wichtigsten einzelnen Teilbereiche und ihre Grundbeziehungen, werden in folgender Abbildung dargelegt:

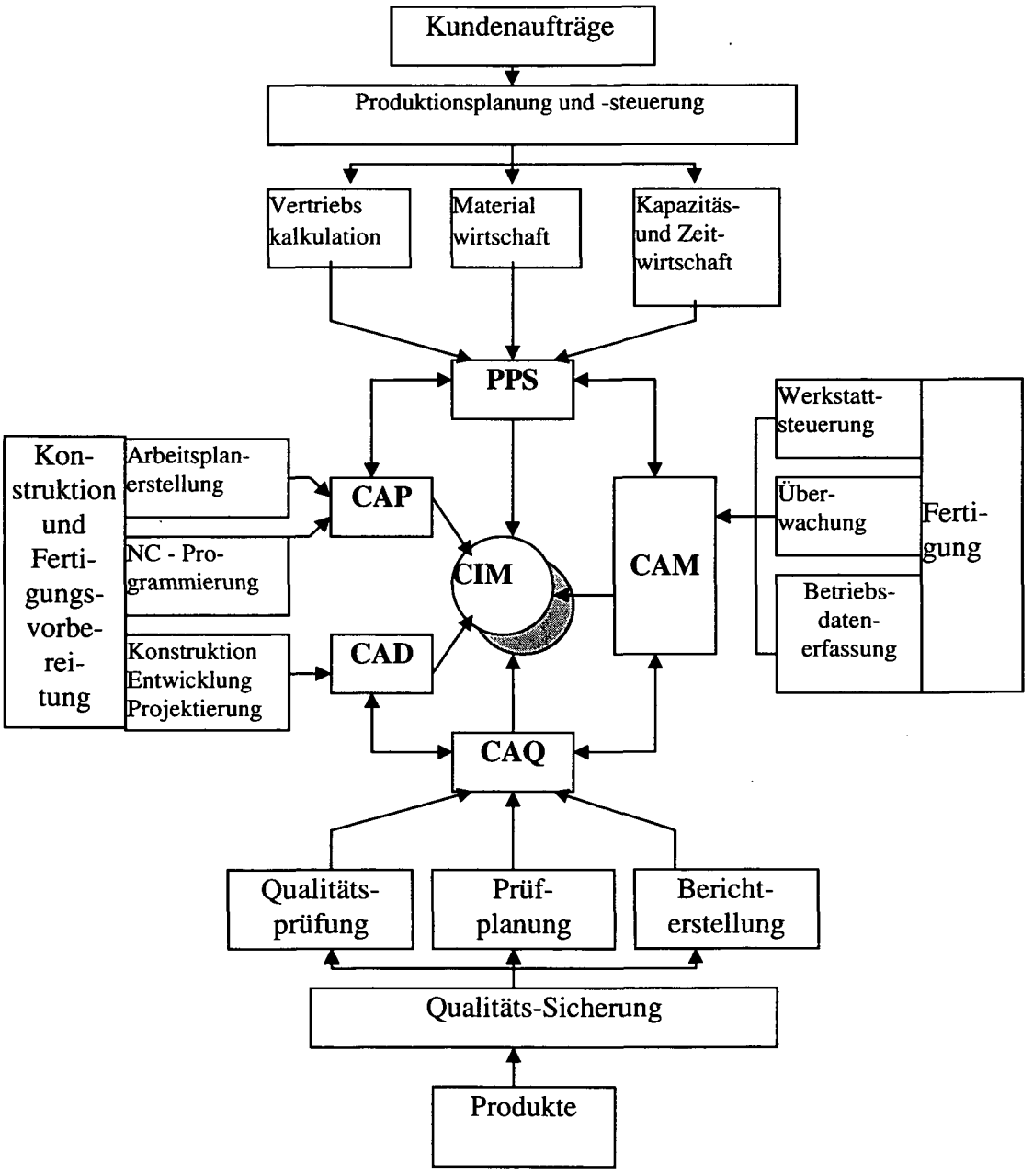


Abbildung 7.1: Zusammenspiel der CIM-Komponenten (Probst) [48]

7.2.4.1. PPS – Produktionsplanungs- und Steuerungssystem

Bilger [6] bietet eine kompakte und umfassende Definition für PPS:

Ein PPS ist ein Informationssystem, das sämtliche, von der Auftragsabwicklung berührte Bereiche in einem Industriebetrieb umfasst und durch die direkte Verknüpfung von kaufmännischen Zielen mit den technischen und technologischen Gegebenheiten in der Produktion eine, mit den Unternehmenszielen konforme, mengen- und termingerechte Planung und Steuerung der Produktion ermöglichen soll.

Ein PPS-System greift in den Produktionsablauf sowohl vor als auch während der Fertigung ein. In der Vorbereitungsphase (Planung) sind vier, in der Fertigungsphase (Steuerung) zwei Hauptfunktionen des PPS massgeblich (Tabelle 7.1).

Das PPS koordiniert, disponiert, reserviert, terminiert, verfolgt und überwacht während des gesamten Auftragsablaufs Material, Termine, Kapazitäten und Kosten. Aufgrund der konzentrierten Daten ist das PPS auch dafür prädestiniert, Informationen über die Aussagen bereitzustellen und diese an Angebots- und Auftragsbearbeitung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Materialwirtschaft, Einkauf, Lager, Fertigung, Montage, Versand, Rechnungswesen und Vertrieb zu verteilen.

Produktionsplanung	Produktions-programmplanung	• Prognoserechnung • Grobplanung
	Kapazitätsplanung	• Bedarfsrechnung • Kapazitätsabgleich
	Mengenplanung	• Bedarfsermittlung • Bestandsführung • Beschafungsrechnung
	Terminplanung	• Auftragsdurchlaufterminierung (intern) • Reihenfolgeplanung • Bestellterminierung (extern)
Produktions-Steuerung	Auftragsver-anlassung	• Bestellunterlagenerstellung (extern) Bestellungsfreigabe • Fertigungsauftragsunterlagenerstellung (intern) • Fertigungsauftragsfreigabe • Fertigungsauftragszuteilung
	Auftragsüber-Wachung	• Bestellungsüberwachung (Auftrags-bestätigung, Terminkontrolle, Mahnung) • Wareneingangserfassung • Fertigungsauftragsüberwachung (Zeiten, Mengen, Kosten) • Kundenauftragsüberwachung • Fertigungsfortschrittserfassung • Versandsteuerung

Tabelle 7.1; Funktionen eines PPS (Bilger)[6]

Für die Fertigungssteuerung sind verschiedene Methoden bekannt (Abbildung. 7.2).

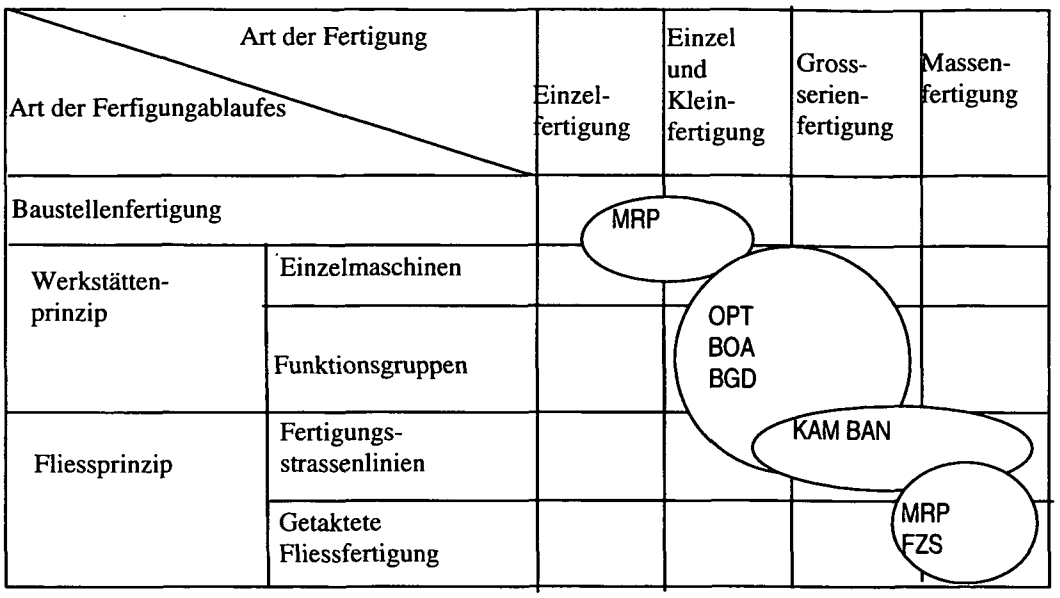


Abbildung 7.2: Einsatzfelder der Fertigungssteuerungsmethoden (Busch)[9]

Abkürzungsbeschreibung:

MRP : Auftragsfreigabe-Verfahren > Manufacturing Resources Planning,
FZS : Fortschritts-Zahlen-System,
OPT : Optimized Production Technology (völlig deterministische Fertigung),
BOA : Belastungsorientierte Auftragsfreigabe,
BGD : Bestandsgeregelte Durchfluss-Steuerung
JIT : Just in Time verknüpft mit japanischem KANBAN-System

7.2.4.2. CAD – Computer Aided Design

Für die rechnergestützte Konstruktion hat sich der Begriff CAD (Computer Aided Design) durchgesetzt. Der Konstrukteur löst mit Hilfe eines Rechners interaktiv eine Konstruktionsaufgabe. Für Ein- und Ausgabe stehen spezielle Geräte wie Tablett und Plotter zur Verfügung. Der Konstruktionsprozess lässt sich zeitlich in die drei Phasen zerlegen:

- Konzipierung,
- Gestaltung

und

- Detaillierung

CAD stellt für diese drei Phasen Werkzeuge zur Verfügung. Im Mittelpunkt steht das geometrische Modellieren. Grafisch-interaktiv werden vom Konstrukteur Objekte erzeugt und manipuliert, wobei rechnerintern geeignete Objektdarstellungen mit den dazu erforderlichen Gestaltungsfunktionen verwendet werden.

Kommt zur Lösung noch die rechnergestützte Erstellung von Fertigungshilfsmitteln wie CNC-Programmen hinzu, kann man von einer vollwertigen CAD/CAM-Lösung sprechen.

Da Konstruktionsprozesse meist keine völligen Neuentwicklungen betreffen, sondern üblicherweise irgendein Vorgang zur Verfügung steht, bietet sich die Rechnerunterstützung für die folgenden immer wiederkehrenden Arbeitsabläufe an:

- Lösungssuche (Lösung suchen, Lösung verarbeiten, Lösung erarbeiten)
- Variantenbildung (Varianten bilden, Varianten bewerten, Varianten auswählen)
- Entwerfen (Abmessungen überschlägig berechnen, Gebilde darstellen, nachrechnen).

Als CAD-Arbeitsplatz dient im allgemeinen ein intelligentes Terminal oder ein autonomer Rechner (PC). Der Anwender benützt die alphanumerische Tastatur und grafische Eingabegeräte zur Kommunikation mit dem CAD-System. Befehlseingaben und Programmerstellung werden über die Tastatur durchgeführt. Bestimmte Funktionstasten können mit oft verwendeten Spezialfunktionen belegt werden, um den Funktionsaufruf zu beschleunigen. Grafische Eingabegeräte können Maus, Rollkugel, Leuchtstift, Joystick oder Tablett sein.

Als primäres Ausgabegerät wird ein grafikfähiger Bildschirm verwendet, dessen Dimensionierung möglichst groß ausfallen sollte. Dadurch wird die Genauigkeit der Ausgabe erhöht und der Konstrukteur ermüdet nicht so schnell. Der Grafikschirm kann durch einen Sekundärschirm mit Textausgabe oder einen zweiten Grafikmonitor ergänzt werden. Mit letzterem lassen sich sowohl Details als auch Gesamtansicht zugleich ausgeben. Um nur auf Papier vorhandene Zeichnungen mit CAD nachbearbeiten zu können, müssen diese mit einem Digitalisiergerät in ein rechnerverständliches Format gebracht werden.

Zum Betrieb benötigt ein CAD-System neben der Hardware auch Software. CAD-Systeme sind Programmpakete, die aus mehreren Einzelprogrammen bestehen, die ihrerseits standardisierte Unterprogramme aufrufen und verwenden. Die heute gängigen CAD-Systeme sind modular aufgebaut, so dass jeder Anwender ein für ihn massgeschneidertes System aufbauen kann.

Jedes CAD-System ist von seiner Grundkonzeption her sowohl auf eine bestimmte Klasse technischer Gebilde als auch auf eine Anzahl möglicher Operationen mit diesen Gebilden ausgerichtet. Die Flexibilität eines CAD-Systems ist vor allem durch die Möglichkeiten gekennzeichnet, neue Problemstellungen durch Erweiterung des Systems oder vielfältige Kombinationsmöglichkeiten der Systemkomponenten zu lösen. Voraussetzung dafür ist die Integrierbarkeit der Programme von Fremdherstellern oder selbsterstellter Software in das bestehende System. Dazu sind Zugriffs- und Manipulationsmöglichkeiten auf die systeminternen Daten, die rechnerinterne Darstellung sowie Schnittstellenbeschreibung der Datenbank- und des Grafiksystems unbedingt erforderlich. Vorteilhaft erweisen sich standardisierte Schnittstellen, wie beispielsweise IGES für das Produktmodell. Erst durch die Möglichkeit, fremde Programme an das bestehende CAD-System anzupassen, ist die sogenannte Integrierbarkeit (Flexibilität) solcher Systeme gewährleistet.

CAD ist das derzeit am weitesten entwickelte Fachgebiet der flexiblen Automation. Kommerziell verfügbare CAD-Systeme ermöglichen die Lösung fast aller konstruktiven Aufgaben in 2D oder 3D-Darstellung. Es werden für 3D-Anwendungen die drei Modelle:

- Draht- oder Kantenmodell,
- Flächenmodell und
- Volumenmodell

verwendet .

7.2.4.3. CAM – Computer Aided Manufacturing

Die Automatisierung im Fertigungsbereich umfasst

- das Lager mit automatischem Be- und Entladen
- den automatischen internen Transport,
- die Vorfertigung mit numerisch gesteuerten Maschinen
- die Montage mit Robotereinsatz

und auch den Versand, dem die Produkte mit den notwendigen Versandpapieren zugeführt werden. Zur Unterstützung der Logistik müssen die einzelnen Stationen nicht nur physisch, sondern auch logisch verbunden sein ; das heißt untereinander Daten und Informationen austauschen. Diese Aufgabe übernimmt die operative Fertigungssteuerung und Fertigungsüberwachung, was im großen Rahmen unter dem Begriff Computer Aided Manufacturing (CAM) bekannt ist.

Der Begriff CAM ist im Zusammenhang mit der NC-Technik entstanden, wobei sowohl die NC-Maschinen als auch deren Programmierung einbezogen waren.

Im breiten Sinne, sollen hier unter CAM durch Rechnereinsatz automatisierte Prozesse zusammengefasst werden, die einerseits Material und Fertigungshilfsmittel handhaben, transportieren und lagern und andererseits zur Formgebung von Werkstücken (Teilefertigung) sowie zum Zusammenbau von Komponenten und Enderzeugnissen (Montage) dienen. Diese Prozesse werden, grob zusammengefasst, von folgenden Systemen unterstützt.

- NC- (CNC-, DNC-) Bearbeitungs- (und Mess-) Maschinen
- Werkstück-, Werkzeug- und Spannmittelhandhabungseinrichtungen
- Industrieroboter
- automatisierte Transportsysteme
- automatisierte Lagersysteme
- Montagemaschinen und -systeme
- Sonstige Maschinen

CAM dient unter anderem zur Fertigungs-Feinplanung, also zum Festlegen von Tages- oder Schichtprogrammen. Aufgrund von Rückmeldungen aus der Fertigung (mit unmittelbarer Erfassung der Betriebsdaten oder Eingabe über Terminals, BDE/MDE) ist im Fertigungsleitrechner stets ein aktuelles Bild über das Fertigungsgeschehen verfügbar. Dies ermöglicht oder gewährleistet eine lückenlose Auftragsverfolgung. Ein aktueller Soll-Ist-Vergleich hilft, vor allem bei Abweichungen, Entscheidungen zu treffen. Mit Hilfe dieser Massnahmen gelingt es, die Fertigungseinrichtungen besser auszunützen, also die Produktivität zu steigern.

Für jede der Maschinen und Einrichtungen in einem CAM-System ist eine Steuerung erforderlich. Zur Anpassung an die jeweilige Aufgabe müssen die Maschinen und Einrichtungen sowie auch deren Steuerungen möglichst flexibel, das heißt rasch umprogrammierbar sein. Industrie-Speicherprogrammierbare-Steuerungen (SPS) sind heute für diese Aufgabe erforderlich. Nach VDI 2880 versteht man unter einer speicherprogrammierbaren Steuerung ein:

„ ... elektrisches Betriebsmittel, das überwiegend für Steuerungsaufgaben eingesetzt wird und das mittels einer anwenderorientierten

Programmiersprache, gemäss seiner jeweiligen Steuerungsaufgabe, programmiert werden kann."

Aufgrund der oben erwähnten Komponenten und Aufgaben sind für CAM-Systeme folgende Klassen von Steuerungen erforderlich:

- Steuerungen für (NC-CNC) Maschinen (Werkzeugmaschinen)
- Steuerungen für Roboter
- Steuerungen für Transportsysteme
- Steuerungen für Lagersysteme
- flexible Produktionssteuerungssysteme für die Überwachung von Zeiten, Kosten, Produktivitäten und Qualitäten.

7.2.4.4. CAP – Computer Aided Planning

Aufgrund der immer kleiner werdenden Losgrößen wird die Arbeitsvorbereitung zunehmend beansprucht. Aus diesem Grund entwickelten sich CAP-Systeme. Sie helfen bei der Fertigungsablaufsplanung von Einzelteilen und Baugruppen. Diese Systeme führen in Unternehmen auch dazu, Teilfamilien zu bilden, auf Basis derer sich Bearbeitung und auch Qualitätsuntersuchungen leichter durchführen lassen.

Bei allen zur Unterstützung eingesetzten CAP-Systemen können folgende Einzeltätigkeiten unterschieden werden:

- Materialauswahl,
- Montageplanung,
- Erstellung von Fertigungsstücklisten,
- Beschreibung der Arbeitsgänge,
- Auswahl von Maschinen und Betriebsmitteln,
- Vorrichtungs- und Sonderwerkzeug-Konstruktion
- (Erstellung von NC- und CNC-Programmen),
- (Programmierung von Industrierobotern)
- (Programmierung von Messsystemen –Koordinatenmessmaschinen),
- Prüfplanung,
- Festlegung der Arbeitsgangfolge (Arbeitsablaufplanung),
- Ermittlung von Vorgabezeiten.

Als Ergebnis liefem diese CAP-Funktionen Pläne und Steuerinformationen für Fertigung und Montage, in denen die Abläufe für Formgebungs- und Montageprozesse beschrieben sind.

CAP in seinen verschiedenen Formen und Möglichkeiten realisiert die Verbindung zwischen der rechnergestützten Konstruktion (CAD) und der rechnergestützten Fertigung (CAM). Im Lauf der Entwicklung haben CAP-Systeme neben den klassischen Aufgaben der Arbeitsvorbereitung zusätzlich weitere Tätigkeiten übernommen und die Grenze zu den zwei verbundenen modulen CAD und CAM ist bei einer guten Integration nicht so einfach erkennbar.

7.2.4.5. CAQ – Computer Aided Quality

CAQ-Systeme sind immer im Rahmen eines untemehmensweiten Qualitätssicherungssystems zu sehen. Die Qualitätspolitik als Bestandteil der Gesamtpolitik eines Untemehmens bestimmt die grundlegenden Absichten und Zielsetzungen in Bezug auf Qualität. CAQ muss sowohl mit der Qualitätspolitik als auch mit der generellen EDV-Entwicklung des Untemehmens abgestimmt sein.

Wie in früheren Abschnitten beschrieben, sind im Qualitätssicherungssystem die Aufbau- und Ablauforganisation, die Zuständigkeiten, Verfahren, Prozesse und Mittel für die Ausführung des Qualitätsmanagements festgelegt. Das QS-System baut auf zeitlich, örtlich und technisch unterschiedlich wirkenden Qualitätsregelkreisen (präventiven und operativen Regelkreisen) auf. Das CAQ-System unterstützt das QS-System durch Informations- und Steuerungsnetze innerhalb der Qualitätsregelkreise auf allen Ebenen, das heißt : CAQ-System ist Teil des QS-Systems.

Ebenso wie bei Gesamt-CIM-Systemen ist es notwendig auch das CAQ-Systeme in Ebenen aufzuteilen, z.B.:

- Planungsebene mit CIM-Anbindung,
- Leitstandsebene (Steuerungsebene) mit Bereichsrechnerbetrieb und PPS-Anbindung,
- Dezentrale operative Ebene mit CAM-Anbindung und
- Wissensebene mit der Qualitätsdatenbank (Teil einer allgemeinen Unternehmensdatenbank).

Die wichtigsten Aufgaben der:

- Planungsebene sind:
  - Übernehmen von Unternehmensstammdaten,
  - Verwalten der Prüfpläne,
  - Verwalten der Qualitätsdatenkataloge,
  - Speichern und Austauschen von Ergebnisdaten der Qualitätsprüfungen,
  - Konzentrieren der dokumentationspflichtigen Qualitätsdaten,
  - Konzentrieren aller qualitätsrelevanten Informationen zu Qualitätskennzahlen,
  - Erstellen von Qualitätsberichten.
- Die Leitstandsebene (steuernde Ebene):
  - erstellt und pflegt Prüfpläne und Qualitätskataloge,
  - wertet die Qualitätsdaten aus,
  - erstellt Qualitätsberichte und Qualitätszeugnisse.
  - Qualitatsprüfungen werden beauftragt, überwacht und koordiniert.
- Die dezentrale operative Ebene :
  - werden auftragsbezogene Prüfpläne als Arbeitsvorgabe verwendet. Unterschiedliche Prüfmittel, Messgeräte und Datenerfassungsgeräte vor Ort zwingen zur Verwendung vermischter Hardware und prüfspezifischer Software. Die operative Ebene versucht, direkt in der Fertigung und Montage Nacharbeit und Ausschuss durch laufende Kontrolle zu minimieren.
  - Typische Vertreter messgerätespezifischer Rechnersysteme sind SPC (Statistical Process Control) – Rechner. Die Kopplung dieser Rechner mit übergeordneten Rechnern ist wichtig.

- In der Wissensebene:
  - werden die Qualitätsdaten gesammelt und verwaltet. Qualitätsdaten entstehen in allen Phasen der Produkterstellung. Sie werden benötigt, um steuernd in die Prozesse einzugreifen, um den Istzustand exakt zu beschreiben und zur Nachweisführung durchgeführter Prüfungen.
  - Üblicherweise werden diese Daten in einer relationalen Datenbank gehalten. Da sehr unterschiedliche Nutzer dieser Daten vorliegen, muss eine geprüfte Struktur zugrundegelegt werden. Verschiedene Verdichtungsgrade müssen koexistieren können und auch richtig verwaltet werden.

In einer CIM – Umgebung muss die CAQ-operative Ebene eng mit der BDE zusammenarbeiten. Seit ungefähr zwei Jahrzehnten stehen auch auf der operativen Ebene Koordinatenmessgeräte immer höherer Standards zur Verfügung. Sie lassen sich heute aufgrund ihrer Rechnerführung direkt in den Fertigungsprozess einbinden. Im Zusammenspiel mit einem modernen Fertigungssystem, in dem sehr komplexe Formen in einem Zug hergestellt werden können, ist es möglich, während des Fertigungsprozesses laufend zu kontrollieren und on-line Korrekturdaten für das Fertigungssystem zu generieren. An diese Lösung sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Der Bearbeitungsvorgang darf durch das Messgerät nur wenig unterbrochen werden.
- Die ermittelten Messwerte müssen direkten Einfluss auf die weitere Bearbeitung haben.
- Zeitaufwand und Genauigkeit müssen in Relation zueinander stehen.
- Die Nebenzeiten der Bearbeitungsmaschine sollen gering sein.

7.2.4.6. CAE – Computer Aided Engineering

Der Bereich CAE hat die Aufgabe, computerbasierte Hilfsmittel für verschiedenste Planungs-, Entwicklungs- und Optimierungsprobleme anzubieten. Als Beispiele sind

- Planung von Fabriksanlagen,
- Auswahl von Verfahren,
- Software-engineering (Konzeption, Wiederverwertung, etc.),
- Maschinenauswahl und Maschinenreihenfolge,
- Erstellung von Instandhaltungsplänen,
- Technologische Hilfestellung (Werkzeuge, Vorrichtungen, etc.)

und

- Auswahl von Hilfseinrichtungen (Handhabungssysteme, Transportsysteme, etc.)

Auch dieser Bereich ist zur Zeit von sehr reger Entwicklung gekennzeichnet. Aufgrund der Preisentwicklung am Rechnersektor werden heute immer aufwendigere Simulationen für die verschiedensten Teilbereiche entwickelt, die vor wenigen Jahren noch undenkbar waren.

7.2.4.7. BDE / MDE – Betriebs- und Maschinendatenerfassung

Die Betriebs- und Maschinendatenerfassung stellt die Rückführung des Regelkreises in der Industrieorganisation dar. Sie dient der Erfassung, Verarbeitung, Speicherung und Protokollierung aller oder ausgewählter Daten aus dem Betrieb. Mit Hilfe der gewonnenen Daten lässt sich zu jeder Zeit der aktuelle Fortschritt der Fertigung, die Auslastung von Mensch und Maschine, aktuelle Qualitätsdaten und Werkzeugverschleiss erhalten. Auch zu Zwecken der Lohnverrechnung und Urlaubssteuerung kann ein BDE-System eingesetzt werden.

Die Einführung von BDE / MDE-Systemen kann eines der heikelsten Kapitel im Komplex CIM darstellen. Da BDE / MDE nicht Daten von der EDV zum Mitarbeiter transportiert, sondern vom Mitarbeiter zur EDV, können sich die Mitarbeiter sehr bald zu stark kontrolliert fühlen und einen Missbrauch der Daten fürchten.
Aus diesem Grund ist es ratsam, schon in der Planungsphase sehr viel gefühlvolle Informations und Erklärungsarbeit seitens der Geschäftsleitung zu leisten, um später einen reibungslosen Betrieb des BDE / MDE-Systems zu gewährleisten.

7.2.4.8. CAO – Computer Aided Office

Nicht direkt zum technischen Industriebereich von CIM fällt CAO. Da die Tendenz jedoch ist, die Prozess Steuerung über die ganze Organisation zu verfolgen, wird es immer mehr vorgezogen, auch die Bürobereiche in die allgemeine Integration miteinzubeziehen. Insbesonders gehen viele Daten aus dem Bürobereich als Vorgaben in die Fertigung ein; andererseits liefert die Fertigung über BDE / MDE und PPS eine große Zahl verschiedenster Daten zurück.

Folgende Untemehmensbereiche werden zu CAO zusammengefasst:

- Controlling und Kostenrechnung sind für mitlaufende Kostenrechnung mit Hochrechnung sowie Nachkalkulationen auf Basis der PPS-Daten zuständig. Die Ergebnisse aus diesem Bereich führen zu Korrekturen in der Fertigung.
- Vertrieb und Marketing versorgen die Fertigung mit Aufträgen. Die Entwicklungsabteilung ist meist auch für die Erstellung von Layouts und Bedienungsanleitungen zuständig, so dass auch hier reger Datenaustausch vorliegt.
- Die Untemehmensleitung sollte zur strategischen Planung jederzeit in der Lage sein, sich ein aktuelles Bild vom Untemehmen zu machen. Dazu sind aus allen Bereichen akkumulierte Eckdaten erforderlich, die wiederum durch Integration am schnellsten und sichersten gewonnen werden können.
- Personal- und Sozialwesen beziehen aus dem BDE-System, das der Fertigung zuzurechnen ist, Daten zur Lohnabrechnung und Urlaubsplanung.
- Finanz- und Rechnungswesen müssen über Investitionen entscheiden und damit laufenden Kontakt mit dem Fertigungsbereich halten.

Die Softwarestruktur ist im Bürobereich naturgemäss etwas anders. Hier sind normalerweise, Textverarbeiter, Desktop Publishing-Systeme, Grafikprogramme, Electronic-Mail, Tabellenkalkulation, Terminmanagement und Projektmanagement im Einsatz.

7.2.4.9. Datenbanken

CIM-Systeme benötigen aufgrund ihres Wesens allen Komponenten gemeinsame Datenbereiche. Diese gemeinsamen Bereiche werden üblicherweise durch Datenbanken realisiert, auf die alle zugreifen können. Die verschiedenen am Markt angebotenen Datenbanksysteme erleben zur Zeit immer noch eine weitere Entwicklung. Die Anwender schöpfen noch lange nicht alle Möglichkeiten aus, die zur Zeit schon angeboten werden. Es existieren Database Management Systems (DBMS), die den Funktionsumfang von Datenbanken umfassend erweitern und für die einzelnen CIM-Komponenten hilfreiche Dienste anbieten könnten.

7.2.4.10. Expertensysteme (Künstliche Intelligenz)

Jeder der beschriebenen Einzelteilbereiche nimmt immer mehr Erfahrungen und Bestandteile, die auf den Sektor der Expertensysteme und der künstlichen Intelligenz hinweisen. Dieser Trend wird uns in nächster Zeit sicher noch weitere Überraschungen bieten und die Routine-Aufgaben immer mehr begrenzen. Auch Expertenwissen wird immer sinnvoller jedermann zur Verfügung stehen.

7.3. Vorteile der rechnergestützten Produktion und neuer Marktanforderungen

Die Realisierung flexibler Fertigungs- und Montagesysteme verbunden mit der Anwendung neuer organisatorischer Strukturen ergibt unter andererm folgende Vorteile:

- Der Maschinenpark in der Werkstattfertigung verkleinert sich durch die hohe Produktivität von Bearbeitungszentren, flexiblen Fertigungszellen und Fertigungssystemen. Verstärkt wird diese Tendenz durch die Senkung des Eigenfertigungsanteiles in vielen Betrieben.
- Die Komplettbearbeitung von Werkstücken, nach dem Prinzip der Punktfertigung, bewirkt eine Verringerung der Anzahl an Arbeitsgängen.
- Kurze Durchlaufzeiten und geringe Durchlaufzeitstreuungen ermöglichen eine zuverlässige Terminplanung und führen dazu, dass sich weniger Aufträge zur gleichen Zeit in der Fertigung befinden.
- Kleine Losgrößen verbessern die Dispositionsmöglichkeiten für die Fertigungssteuerung.
- Die Losgrößenrechnung verliert bei flexibler Fertigung teilweise ihre Bedeutung.

Auf der anderen Seite ergeben sich bedingt durch die Marktanforderungen neue Aufgaben zu lösen, nämlich:

- Erhöhte Anzahl an Produktvarianten. Trotz Massnahmen zur Reduzierung der Teilevielfalt treten auch mehr Einzelteile auf.
- Die Produktlebensdauer verkürzt sich.
- Konstruktionsänderungen erfolgen in kurzen Abständen.
- Kleine Lose erhöhen die Anzahl der Fertigungsaufträge.
- Kurze Durchlaufzeiten und niedere Bestände engen die Dispositionsspielräume ein und verkürzen die Reaktionszeiten für Entscheidungen im Bereich der Fertigungssteuerung.

- Die Automatisierung von Bearbeitungs-, Handhabungs- und Transportfunktionen erfordert die Berücksichtigung von Lager- und Pufferplätzen, Werkzeugen, Paletten, Vorrichtungen und Messmitteln als Ressourcen. Deren Verfügbarkeit ist ebenso zu prüfen, wie die der jeweils benötigten Steuerungsdaten (NC-Programme, Roboterprogramme).
- Die Fertigungs- und Montageautomatisierung lässt keine wie immer geartete, Improvisation zu. Sämtliche Handlungsalternativen müssen in Form von Daten und Modellen abgebildet sein, Nötigenfalls müssen diese innerhalb der zulässigen Reaktionszeit generiert werden können.
- Bei nicht optímalem Einsatz des Systems kann es zu ungleichmässiger Auslastung der Einzelmaschinen kommen, die Stehzeiten bzw. Überstunden bedingt.

Weiters ist davon auszugehen, dass es keine Standardarchitektur für rechnergestützte Produktion geben kann. Für jeden Betrieb ist vielmehr, ausgehend von den strategischen Untemehmenszielen, ein angepasstes CIM – Rahmenkonzept zu entwickeln. Für die verschiedenen Betriebstypen ergeben sich jeweils spezifische Zuordnungen der funktionalen Komponenten innerhalb eines CIM-Systems und unterschiedliche Gewichtungen der Zielsetzungen der Einzelkomponenten.

7.4. Gegenwärtiger Stand und Ausblick

Computergestützte Geräte und Technologien setzen sich immer weiter durch. Es gibt heute praktisch keine Arbeitsaufgabe, die nicht einer ständigen und gewaltsamen Änderung unterliegt, und bei deren Gestaltung nicht die neuen Technologien eine immer größere Rolle spielen. Dieser Trend ist heute nicht nur in Großindustrien zu erkennen. Auch KMB sind immer stärker betroffen; sie nutzen die neuen Technologien und passen sich den geänderten Anforderungen an.

Produktionsplanung und -Fertigung, einschliesslich aller Teilaufgaben, ist bereits heute in verschiedenen Betrieben Realität und es wurden bereits größere Projekte verwirklicht.

CAD-Pakete unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und Preisklasse sind in den meisten Branchen vorhanden. Der Trend geht hier eindeutig weg vom Grossrechner, hin zu den Personalcomputern. Heute finden wir schon leistungsfähige echte 3D-Systeme auf PC's.

Auf anderen Teilgebieten wie zB. CAP ist die Entwicklung im vollen Gange.

Auch dem Gebiet CAQ wird im Rahmen des „Qualitäts-Paradigma" immer mehr Aufmerksamkeit und Energie geschenkt werden.

Die Aufgabe für CIM > IMS > MFIF wird weiter auf dem Gebiet einer sinnvollen physischen und logischen Kommunikation zwischen speicherprogrammierbaren Steuerungen unterschiedlicher Architektur, Industrierobotern, Transportsystemen, Lagersystemen und Montagemaschinen untereinander und mit übergeordneten Systemen sein. Dabei soll sich das System dynamisch entwickeln und ständig nicht nur den operativen Tagesproblemen, sondern auch den strategischen Unternehmenszielen gerecht werden.

Es liegt nahe, Daten gemeinsam zu nutzen und auf diese Weise Reibungsverluste und Doppelgleisigkeiten zu verhindern, was keinesfalls als eine einfache und automatische Sache eingeschätzt werden kann.

Die Herausforderung ist sehr wahrscheinlich, die Vernetzungsmöglichkeiten nicht nur auf lokaler, sondern auch auf globaler Ebene sinnvoll zu entfalten. Das heißt, den

Trend von IMS (Intelligent Manufacturing Systems) zu MFIF (Multi-Function Intelligent Facturies), kreativ und systematisch einzuleiten und zu verfolgen.

Immer komplexer und schneller wandelnde Technologien benötigen ausgebildete Mitarbeiter auf allen Ebenen, die sowohl Erfahrung als auch Grundkenntnisse mit den neuen technologischen Entwicklungen sinnreich verbinden und steuern können. Das Erkennen und Handeln nach dieser Einstellung wird sicher weiter der Kern der Problematiküberwindung sein.

7.5. CIM > IMS > MFIF in Klein- und Mittelbetrieben (KMB)

Wie beim „Ersten Argentinisch – Österreichischen Automatisierungs Tag", im November 2001 in Buenos Aires von den verschiedenen östereichischen und argentinischen Spezialisten in ihren Beiträgen hervorgehoben, setzt sich in beiden Ländern die Industrie zum größten Teil aus sogenannten kleinen und mittleren Betrieben (KMB) zusammen.

Diese Betriebe sind öfters Familienunternehmen die Automatisierungstechnik gegenüber zwar prinzipiell aufgeschlossen sind, die Fülle des Angebots und die oft zu komplexen und aufwendigen Lösungen führen jedoch zu einem hohen Maß an Verunsicherung. Gerade für kleine und mittlere Betriebe mit ihrer flexiblen Grundstruktur ist die Automatisierungstechnik eine große Chance und wird immer stärker zum „Muss" werden.

Die sich immer schneller ändernden Marktverhältnisse und immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen erhöhen die Bedeutung der Flexibilität eines Unternehmens immer mehr. CIM und deren Ausbaustufen IMS > MFIF als von der Struktur her flexibles und rasch reagierendes System, bietet für Klein- und Mittelbetriebe die passende Plattform, um diesen äusseren Einflüssen geeignet entgegentreten zu können und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten oder zu verbessern.

CIM lässt sich auch auf einem niedrigeren technologischen Niveau erfolgreich einführen. Damit wäre eine der Voraussetzungen für CIM-Installationen in kleineren Betrieben gegeben. Eine wirklich integrierte Fertigung im Bereich der KMB hat bis jetzt jedoch nur sehr spärlich Eingang gefunden. Warum kommt die weitere Verbreitung flexibler, integrierter Fertigungssysteme in kleineren Betrieben nur langsam voran? Der Einstieg in moderne Fertigungstechnologien bereitet speziell KMB-Unternehmen einige Probleme.

- Kapitalmangel, tatsächlich oder durch falsche Vorstellungen,
- Mangel an Erfahrung,
- Mangel an Fachwissen,
- Hardware und Software, die am Markt angeboten werden, sind für die Betriebsgröße und -struktur nicht geeignet,
- ungenügende eigene Entwicklungskapazität,
- Eigenentwicklungen sind nicht rentabel.

Wenn wir die einzelnen Themen genauer besprechen, kommen wir am Schluss immer auf dasselbe Konzept und Rezept: „Weiterbildung auf allen Ebenen".

Großen Nutzen konnen KMB umsetzen, wenn sie gezielt auf das neue Konzept einer MFIF-Struktur hinarbeiten und diese Technologien mit einer „Klaster-Netz-Verbindung" mit anderen komplementären KMB und z.B. Universitätslabors verbinden.

7.6. Ausbildung und Personalschulung

Wie schon mehrfach erwähnt, ist der Faktor Mensch für das Gelingen einer „CIM > IMS > MFIF –Installation" von eminenter Wichtigkeit. CIM > IMS > MFIF fordert von den Mitarbeitem deutlich höhere Qualifikation und auch Kenntnisse auf neuen Sachgebieten. Nur geforderte, aber nicht überforderte Anwender werden ein CIM > IMS > MFIF -System akzeptieren, effizient anwenden und ständig weiterentwickeln.

Die Ausbildung ist, wie ständig auf allen Ebenen betont, in der Wissengesselschaft als Kernproblem zu erkennen. Diese generelle Aussage ist sicher hier sehr stark am Platz. Ausbildung muss auf den verschiedenen Ebenen enstprechend eingesetzt und gesteuert werden. Einerseits muss dem durch die schnelle Entwicklung der Computeranwendungen auf dem Arbeitsmarkt enstandene Manko an qualifizierten Kräften entgegengekommen werden. Festzustellen ist manchmal sogar eine generationelle Lücke zwischen erfahrenen Fachkräften und ganz jungem „Digitalen-Personal". Schulen und Universitäten haben sich auf diese Bedürfnisse der Industrie in ihrer Standardausbildung einzustellen. Dabei soll sie vor allem die Problematik der umfassenden und integrierten Kenntnisvermittlung fördern, um nicht nur Fachkräfte sondern vor allem auch Führungspersonen auf diesen Gebiet auszubilden.

Bei all diesen Ausbildungsaktivitäten darf aus der Sicht des Klein- und Mittelbetriebe nicht vergessen werden, dass nicht nur spezifische Probleme zu überwinden sind, sondern dass auch der Spezializierungsgrad der Mitarbeiters manchmal geringer sein kann. Spezialkenntnisse müssen sich die Mitarbeiter, unterstützt von Spezialisten und Vorgesetzten, „on the job" aneignen und austauschen. Ein geeignetes Netzt für diese Tätikeit aufzubauen wird diese Aufgabe systematisch erleichtern.

7.7. CIM-Robotik Labor als Lernumgebung der Ingenieurswissenschaften

Viele der konkreten Erfahrungen bei der Ausarbeitung dieser Dissertationsarbeit stützen sich zum großen Teil auf die Problembearbeitung bei der Leitung des CIM-Robotik Universitäts Labors der UNLZ-Buenos Aires.

7.7.1. Das Projekt FI-UNLZ CIM-Labor

Das CIM-Robotik-Labor der FI-UNLZ wurde im März 98 montiert und in Betrieb genommen. Es entsteht als Komplement zu den schon früher bestehenden Labors für moderne Fertigungstechniken:

- Neumatik- Hidraulik und PLC-Labor
- CNC-Labor
- CAD-Labor

und soll speziell dem belebten Lehren der Integration der einzelnen CAx Technologien von einem „betriebswissenschaftlichen" Standpunkt dienen.

Diese Anlage sollte in den letzten Phasen des Ausbildungsprozesses eingesetzt werden und somit die Kenntnisse, die in den einzelnen erwähnten Labors und in den Vorlesungen übermittelt werden, ergänzen und integrieren. Wie in folgenden Absätzen kurz erläutert, wurde im Laufe der letzten Jahre dieses generelle Ziel nicht nur sytematisch verfolgt, sondern mit spezifischer Spezialisierungsausbildung ergänzt.

7.7.2. Die Ausstattung

Diese Anlage, modernster Ausstattung ist noch heute eine der bestausgestatteten in Lateinamerika. Sie setzt sich zusammen aus zwölf Computer-Arbeitsplätzen mit:

- einer CNC Fräsmaschine mit automatischem Werkzeugwechsler,
- einem Lade- und Entladeroboter,
- einer universellen robotischen Schweissanlage,
- einer automatischen Montageeinrichtung,
- einer robotischen Inspektions-Maschine mit RobotVision System und
- einer automatischen dreidimensionalen Lagereinrichtung.

Die Anlage besitzt auch die entsprechenden Transporter und ist mit der kompletten spezialen Software für Steuerung und Simulation der einzelnen CIM Aufgaben ausgestattet.

7.7.3. CIM-Labor Einsatzgebiete

Hauptaufgabe des FI-UNLZ-CIM-Labor ist die Nutzung als Universitäts-Lern-Anlage. Gesteuerte Aktivitäten lassen sich in folgende Sparten gliedern:

- Lebendige Ausbildung und Lernübungen.
  Als Ergänzung zur theoretischen Ausbildung der einzelnen Fach-gegenstände bei der standardisierten Ausbildung der IngeniereInnen. In diesem Sinne werden die Anlagen von den Studenten bei der Ausbildung in verschiedensten Fachgegenständen besucht.
- Spezialausbildung für Industrie-Fach-Techniker.
- Spezial Forschungsprojekte und/oder Industrieaufträge .

Immer stärkere Anwendung finden die einzelnen CIM-Labor-Komponenten oder CIM-Gruppen-Einheiten bei der Ausarbeitung der „Studenten-Integrations-Projekte". In den neuen, in der FI-UNLZ in Kraft getretenen Programmen wird diese Arbeit Pflicht für den Universitätsabschluss werden.

7.8. Schlussfolgerungen

Die konkreten Erfahrungen zeigen, dass „High Technology CIM-Labors" eine geeignete „Lehrumgebung" bieten können, um nicht nur spezifische Technologien zu zeigen und zu lehren, sondern um auch den Integrationsprozess bei der Ausbildung junger Akademiker der Ingenieurswissenschaften zu fördern und zu steuern.

Integration nicht nur von elektrischen, mechanischen und elektronischen Grund-kentnissen mit dem neuesten Stand der computer-unterstützten Industrietechnologien, sondern auch zum Beispiel Mathematik und „Artificial Vision" oder Mathematik bei SPC sind nur Einzeldarlegungen, wo theoretisch Grundfächer mit praktischen Anwendungs-problemen lebendig erlebt werden können.

Im Rahmen eines „problemorientierten Lernens" ist die Anzahl der zu stellenden und zu überwindenden „Problem-Situationen" praktisch umbegrenzt ; und sie können sich auf sehr viele Anwendugsgebiete richten. Am interessantesten wird es laut unserer Erfahrung, wenn die Problemdefinition von reellen Betrieben startet, von Lernenden selbst

genauer erkannt und eingegrenzt wird und das CIM-Labor für problemlösende Simulation systematisch eingesetzt wird.

In diesem Sinne sind zahlreiche Projekte in Zusammenarbeit entstanden, die alle die „Qualität der Ausbildung der Studenten" steigern; sowohl wenn man den Studenten als Produkt, als auch wenn man die „Lern-Umgebungs-Gestaltung" als Dienstleistung betrachtet.

Die Weiterentwicklung der CIM-Labor-Anlage wird anhand dieser einzelnen Projekte lebendig und (auch wenn nur mit begrenzten Mitteln) weiter ausgebaut. Vor der Leitung und dem Dozententeam des FI-UNLZ-CIM-Robotik-Labors steht jetzt die herausfordernde Afgabe, die kleine „CIM > IMS-Fabrik" in einem MFIF-Konzept über Internet, immer mehr im globalen Dorf mit lokalen und internationalen Universitäten und Betrieben weiter logisch und physisch zu verknüfen, und das Netz immer intensiver und breiter zu gestalten.

8. Zusammenfassung

Die Zielsetzung dieser Dissertation umfasst die Problematik der „Qualität der Universitären Lehre auf dem Gebiet der Ingenieur-Wissenschaften" und die Problematik der „Prozess-Steuerung bei der Integrierung der Kenntnisse" im Rahmen der universitären Ausbildung. Vom Blickpunkt der Qualitätssicherung und Erstellung von Qualitätssicherungssystemen an Organisationen für die universitäre Ausbildung von IngenieurInnen, wird diese Themenstellung – insbesondere im Zusammenhang mit den Vorgaben der internationalen Normenreiche ISO 9000 – ins Detail gehend untersucht und in umfassender Weise diskutiert.

Die gegenwärtig aktuellen Globalisierungsprozesse und die Forderung von Regierungen, Universitäten und der menschlichen Gesellschaft im allgemein nach mehr „Qualität" in der universitären Lehre der IngenieurInnen und allgemein der Akademiker-Innen, bilden eine der Ausgangspunkte für diese Arbeit. Anhand des konkreten Mit-Lebens auf dem Sektor der „universitären Lehre der IngenieurInnen" und des Erkennens von neuen Problemen wurden Erfahrungen und theoretische Beiträge systematisch bearbeitet, und die Resultate dieser Analyse wieder auf das praktische, konkrete Aufbauen eines Qualitätssicherungssystems für die eigene Organisation als interaktiver Prozess widergespiegelt. Die theoretischen Grundideen, die praktischen Erfahrungen und das Konzept einer „Prozess-Orientierung bei der Gestaltung einer Lern- und Lehrumgebung" wurden systematisch bearbeitet, und konkrete Löesungsansätze vorgestellt, welche bereits auch weitestgehend praktissch realisiert wurden.

9. Literatur Referenzen

[1] Aguayo Rafael, Deming W.Edwards
El Método Deming (1993)
Javier Vergara Editor S.A., Buenos Aires, Argentina.
Dr. Deming: The American Who Taught the Japanese About Quality

[2] Astleitner Hermann, Sindler Alexandra
Pädagogische Grundlagen Virtueller Ausbildung, Telelernen in Fachhochschulbereich (1999)
WUV Universitätsverlag

[3] AuM TU-Wien Abteilung Austauschbau und Messtechnik
Qualitätsmanagementhandbuch
Nach EN ISO 9001
Der Abteilung für Austauschbau und Messtechnik der Technischen Universität Wien, zur Sicherung der Qualität der Ausgebildeten
Juni 1996

[4] Bauer Jorge
Quality Management in Education at the University (2000)
1st European Quality days in Kosova Sept. 27-28/2002

[5] Bell Daniel
Wissensgesellschaft
http://www.soziologie.uni-freiburg.de/degele/modernisierung/wissen.html
in Pädagogische GrundLagen Virtueller Ausbildung, Telelernen in Fachhochschulbereich Hermann AstLeitner / Alexandra Sindler WUV Universitätsverlag

[6] Bilger Wolfgang
CIM für mittelständische Unternehmen (1991)
Physica-Verl

[7] Blumstengel Astrid
Konstruktivismus
Http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/
Http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/Konstruktivismus.html
Eine linearisierte Papierversion dieser Arbeit ist im Wissenschaftlichen Verlag Berlin erschienen

[8] Brook Jacqueline, Brook Martin
The Case for Constructivist Classrooms (1999)
http://129.7.160.115/INST5931/Constructivist.html

[9] Busch Ulrich
Entwicklung eines PPS-Systems (1989)
Berlin:Schmidt

[10] Collins Allan, Brown John, Newman Susan
Cognitive Apprenticeship (1989)
http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Collins.html

[11] Comte Auguste
Zitiert in Die Geburt der Rationalisierung
Http://people.freenet.de/matkuch1/tayt1.htm

[12] Crosby
La calidad no cuesta (1994)
Editorial C.E.C.S.A. –Cuspide

[13] Diaz Esther — La Posciencia, El conocimiento cientifico en la postrimerias de la modernidad (2000)
Editorial Biblos
Posmodernidad (1999)
Editorial Biblos

[14] Dörner Dietrich — Problemlösen als Informationsverarbeitung (1979)
Stutgart Kohlhammer
http://www.uni-bamberg.de/~ba2dp1/prof_dr_dietrich_dorner.html
http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/mitarb/ms/kpl.pdf
in Fuzzy Logic,Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung
Addison-Wesley 1993

[15] Dubs Rolf — Lehrerverhalten. Ein Beitrag zur Interaktion von Lehrenden und Lernenden im Unterricht. (1995)
Zürich: SKV
http://www.iwp.unisg.ch/org/iwp/web.nsf/wwwPubMitarbeiterGer/28CB4ECB69DDF68FC1256A3A00329B4C

[16] Duffy T. Jonassen D. — Constructivism and the Technology of Instruction. (1992)
Laurence Erlbaum Assocviates, Hillsdale, Ney Jersey.
http://www.wipaed.wiso.uni-goettingen.de/~ppreiss/didaktik/anchoredinst.html
in Pädagogische GrundLagen Virtueller Ausbildung (Telelernen in Fachhochschulbereich) Hermann AstLeitner / Alexandra Sindler
WUV Universitätsverlag

[17] Feigenbaum — Control total de la calidad (1986)
Mexico Editorial Continental

[18] FI-UNLZ — Manual de la calidad
Facultad de Ingenieria
Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Prov. Buenos Aires, Argentina (1998)

[19] Francois Charles — Diccionario de teoria General de Sistemas y Cibernetica, Conceptos y terminos
Editado por: GESI Asoc. Arg. De teoria general de sistemas y cibernetica

[20] Fundacion Premio Nacional de la Calidad — Bases Del Premio Nacional de la Calidad Republica Argentina
Editorial La Fundacion

[21] Galeano Eduardo — Las palabras andantes (1993)
www.patriagrande.net/uruguay/eduardo.galeano/libros.htm

[22] Gandosch Helmle — Lehrbuch Philosopie „Socrates“
Quelle: www.mitglied.lycos.de/philosophen275/ sokrates/Sokrates6.php

[23] Gates Bill — Camino al futuro
Editorial McGraw-Hill
Der Weg nach Vorn 1995 [ausgabe auf Deutsche)
Hoffman und Campe

[24] Goldratt Eliyahu M. — La Meta. Un Proceso de Mejora Continua
Ediciones Castillo

[25] Goleman Daniel — La inteligencia Emocional
Javier Vergara Editor
Emotionale Intelligenz (ausgabe auf Deutsche)

[26] Heisenberg Werner — Der Teil und das ganze, Gespräche im Umkreis der Atomphisik (2001)
Piper

[27] Imai — KAIZEN, Clave de la ventaja competitiva (1996)
Editorial C.E.C.S.A. –Cuspide

[28] IRAM 30000 — Guía para la Interpretación de la norma ISO 9000:2000 en Educación.
Instituto Argentino de Normalización,
(IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales)

[29] Ishikawa — Introduccion al control de la calidad (1995)
Editorial DIAZ DE SANTOS-Cuspide

[30] ISO Norm 8402 — IRAM-IACC-ISO E 8402: 1994 –
Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad - Vocabulario.

[31] Jonassen Dave — http://tiger.coe.missouri.edu/~jonassen/
http://it.coe.uga.edu/~treeves/edit6100/jonassen.pdf

[32] Juran — Planificacion para la calidad
Editorial DIAZ DE SANTOS –Cuspide

[33] Köhler Wolfgang — Las pruebas de inteligencia en los antropoides (1921)
(Intelligenzprüfungen an Menschenaffen)
http://www.psicoactiva.com/bio/bio_12.htm

[34] Kolb David — Theory of Experiential Learning (1983)
http://www.infed.org/biblio/b-explrn.htm#kolb

[35] Malcon Baldrige National Quality Program — Education Criteria for Performance Excellence (2000)
America Society for Quality
http://www.quality.nist.gov/Education_Criteria.htm

[36] Mandl Reinmann Rothmeier Gräsel — Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse
http://www.potempa.de/ahr991ew/lernen/konstrukt/formen.htm
In Pädagogische GrundLagen Virtueller Ausbildung (Telelernen in Fachhochschulbereich) Hermann AstLeitner / Alexandra Sindler
WUV Universitätsverlag

[37] Mayer Andreas Bernhard Mechler Schlindwein A. Wolke Rainer — Fuzzy Logic,
Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung (1993)
Addison-Wesley

[38] McCarthy John — Knowledge Representation
http://www-users.cs.york.ac.uk/~frisch/ISG/krr99.html
in Fuzzy Logic, Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung
Addison-Wesley 1993

[39] Meadows George Howley Aimee — The Internet and the Truth about Science: We Gave a Science War But Nobody Came
http://epaa.asu.edu/epaa/v6n19.html

[40] Merezhkovski D. — El romance de Leonardo. (da Vinci) (1993)
Editorial Altaya

[41] Nonaka Takeuchi — Proceso de creación del conocimiento
http://www.gestiondelconocimiento.com/modelo_nonaka.htm

[42] Osanna P.H Durakbasa M.N. Afjehi-Sadat A. — Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement, (2002)
Abteilung Austauschbau und Messtechnik TU-AUM

[43] Osanna P.H. Durakbasa N.M. Afjehi-Sadat A. Bauer J.M. — Artificial Intelligence and Information Technology to Support Mesasurement Technique in Modern Production Plants
Abteilung Austauschbau und Messtechnik TU-AUM

[44] Osanna P.H. Kresek A. Postrednik D. Kuric I. — Qualität und Fertigugsmeßtechnik
Abteilung Austauschbau und Messtechnik TU-AUM

[45] Papert Seymur — Children computers and powerful ideas (1980)
Ed. Basic books inc. Publishers.. New York,
Desafio a la Mente, Computadoras y Educacion
Ed. Galápago Buenos Aires

[46] Piaget Jean — Mecanismos del desarrollo mental (1990)
Ed. Psicología y Educación

[47] Pratts — Entrevista Personal , Viaje a Barcelona (1996)
Pratts => Profesor-Titular "Catedra Calidad", Universidad Politecnica de Cataluña, España

[48] Probst Robert — Ein hierarchisches Steuerungskonzept für Montagezellen in CIM Konzepten (1992)
Dissertation Wien, 1992.

[49] Riveiro Lair — La comunicacion eficaz (2000)
Urano 2000

[50] Russell — CIM Technologie: Fundamentals and Applications
Publishers The Goodheard. Willcox Company

[51] Salomon G. — The changing role of the teacher: From information transmitter to orchestrator of learning (1992).
in Pädagogische GrundLagen Virtueller Ausbildung (Telelernen in Fachhochschulbereich) Hermann AstLeitner / Alexandra Sindler
WUV Universitätsverlag

[52] Sarigül E
Osanna P.H.
Sofner O.
Fuzzy-Logik: Ein innovativer Einsatz in der Qualitätssicherung
Abteilung Austauschbau und Messtechnik ,
Institut für Fertigungstechnik, TU Wien

[53] Shewhart W.A.
Economic Control of Quality of Manufactured Product , (1931)

[54] Simon Herbert
Newell Allen
The Information-Processing Paradigm
http://mailbox.univie.ac.at/~trimmem2/kogpsych_ss2002/ReferatInformationProcessingParadigm.pdf

[55] Skinner Burrhus F.
Lexikon der Hyperkommunikation
http://www.hyperkommunikation.ch/literatur/literatur_index.htm (skinner)
www.bfskinner.org
in :E-Learning-Architektur für universitäte Lehr und Lernprozesse.
Olaf Coenen

[56] Strangl Werner
Thesen zur Evaluation universitärer Lehre, (1996)
http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/PAEDPSYCH/EVALUATION/EvaluationThesen.html

[57] Strittmatter P.
Mauel D.
Einzelmedium,Medienverbund und Multimedia (1997)
Beltz Psychologie-Verlags-Union; Weinheim, Basel
in :E-Learning-Architektur für universitäte Lehr und Lernprozesse.
Olaf Coenen

[58] Traeger Dirk H.
Einführung in die Fuzzy-Logik (1994)
B.G.Teubner Stuttgart

[59] Taylor F.W.
Management Cientifico
Ediciones Orbis S.A. Hyspamerica
The Principles of Sientific Management
Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung
Raben Verlag München

[60] UNESCO
Kultur des Friedens - Culture of Peace
http://www.inst.at/ausstellung/cupea.htm

[61] Von Foerster Heinz
Semillas de la cibernetica (1996)
GEDISA –Paidos
KybernEthik 1993
Merve Verlag Berlin
http://www.univie.ac.at/constructivism/HvF.htm

[62] Wertheimer Max
Duncker Karl
On Problem-Solving
Washington (American Psych. Ass.)
http://www.psychologie.uni-frankfurt.de/werth.htm
in Fuzzy Logic, Einführung und Leitfaden zur praktischen Anwendung
Addison-Wesley 1993

[63] Zadeh A.L.
From Computing with numbers to computing with words – From Manipulation of measurements to manipulation of perception
Berkeley Initiative in Soft Computing
http://www.cs.berkeley.edu/~zadeh/

10. Lebenslauf

Jorge Martín Bauer

geboren	: 18. Oktober 1956 in Buenos Aires, Argentinien
Staatsangehörigkeit	: Österreich, Argentinien
Berufsausbildung	: Dipl. Ing. der Mechanik (Tech.Universität Buenos Aires) Abschluss 1983
Familienstand	: geschieden, zwei Töchter
Email-adresse	: bauer@movi.com.ar

Aktuelle Berufstätigkeit :

- Leiter des Ausbildungslabors EDU-CIM „Computer Integrated Manufacturing" Ingenieur Fakultät Universidad Nacional de Lomas de Zamora (U.N.L.Z.) Buenos Aires.
- Koordination bei der Gestaltung des „Institut für Fertigungstechnik", auf der Ingenieur Fakultät Universidad Nacional de General Sarmiento (U.N.G.S.) Buenos Aires.
- Technischer Geschäftsführer der Fa. *INCOMAP,* Consulting-Büro für Computer-Gesteuerte Spezialmaschinen, Automatisierung , Qualität und Industriesoftwaresysteme.

Berufserfahrungen (Zusammenfassung):

- Interner Qualitätsauditor(Ex) für das Qualitätssicherungsystem laut ISO 9000 (SGS Zertifiziert) der Ingenieur Fakultät U.N.L.Z .(ca. 2 Jahre)
- Projektleiter - Computer Systeme im Komputerzentrum der Fa. E.N.A.C.E.(Joint-Venture der argentinischen Kern-Energiezentrale und der deutschen Fa. Siemens-KWU) (Mitarbeiter ca. 10 Jahren)
- Prozessbearbeiter, bei der Fa. BTE- Consulting (Arg. Niederlassung von BTE Frankreich), (Mitarbeiter ca. 4 Jahren)
- Werkzeugmaschinen Vertretung, Fa. BM in Buenos Aires, Abteilung BRD Komputer gesteuerte Werkzeugmaschinen, Verantwortlich für Montage - Inbetriebnahme (Mitarbeiter ca. 3 Jahren)

- Technische Auszeichnung:
  Preis ARLOG 2000, (ARLOG = Argentinische Kammer für die Förderung der Logistik) für die Arbeit „High Density automatisches Roboter Lagersystem mit computergesteuertem Expertensystem" , Patentanspruch in Bearbeitung.

- Internationale Berufsfachausbildung u.a. in Deutschland, Italien, Spanien, USA.