

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Einführung in die Problemstellung: Das zentrale Problem der Klassifizierung von Prozessen</u>	1
1.1 Problemstellung 1: Unsere Suche nach einer "Didaktik des Programmierens" von Computern	1
1.2 Problemstellung 2: Lernziele als Lösungsprozeduren für Aufgaben- und Problemklassen	7
1.3 Problemstellung 3: Der Konflikt zwischen inhaltlicher Fragestellung und formalem Modell und die Richtung seiner Lösung	14
1.4 Konkrete Zielsetzungen dieser Arbeit	22
2. <u>Der Begriff "Programm"</u>	27
2.1 Programme als Pläne, um aus Gegebenem Gewünschtes herzustellen	27
2.2 Adressaten als Ausführer von Handlungsanweisungen	30
2.3 Gedankliches Durchspielen von Programmen als Abbilden von Prozessen	32
2.4 Programme als Handlungsgrundsätze	36
3. <u>Der Begriff "Algorithmus"</u>	39
3.1 Eine Analyse der LANDAschen Auffassungen von Algorithmen als allgemeine Methoden des Denkens und Problemlösens	39
3.1.1 Der Algorithmus als Vorschrift zur Lösung aller Aufgaben einer Aufgabenklasse	39
3.1.2 Zwei Arten von Allgemeinheit zur Kennzeichnung von Prozedurklassen	43

	Seite
3.1.3 Die Unterscheidung zwischen algorithmischen Beschreibungen und Vorschriften	48
3.1.4 Nichtalgorithmische Vorschriften	55
3.1.5 Die Relativität des Begriffs der elementaren Operation	56
3.1.6 Der graduelle Unterschied zwischen algorithmischen und heuristischen Prozessen	58
3.1.7 LANDAs Versuch, einen Gegensatz zwischen "so genannten" heuristischen Computerprogrammen und "echter" heuristischer (schöpferischer) Tätigkeit zu sehen	61
3.1.8 Zur Konstruktion sich selbst organisierender Systeme	63
3.2 Der Begriff "Algorithmus" in der Mathematik	66
3.3 Algorithmierung als interdisziplinärer Forschungsansatz	71
3.4 Informatik als Algorithmik	75
4. <u>Der Begriff "Regel"</u>	82
4.1 Der Begriff "Regel" bei GAGNE	82
4.2 Das Strukturelle Lernen bei SCANDURA	87
4.2.1 Der Versuch der Ablösung von der S-R-Assoziation	88
4.2.2 Die Unterscheidung zwischen Regeln und regelgeleitetem Verhalten	94
4.2.3 Die formale Darstellung von Regeln	97
4.2.4 Verschiedene Arten von Regeln	99
4.2.5 Die dreigeteilte Theorie des Strukturellen Lernens	101

	Seite
5. <u>Der Begriff "Transformationsklasse" bei KLIX</u>	106
5.1 Drei Wirkungsweisen des Abstrahierens: Das Herauslösen, die Verdichtung und die Verkürzung	106
5.2 Der wenig bekannte Vorgang der Verkürzung als Klassifizierung von Operationen	107
5.3 Verkürzung, Bildung von Transformationsklassen und Problemlösen	111
6. <u>Der Begriff "Operator"</u>	115
6.1 Der Begriff "Operator" bei DÖRNER	115
6.1.1 Eingangs- und Ausgangsschemata von Operatoren	116
6.1.2 Der Versuch einer formalen Charakterisierung von Objekten	117
6.1.3 Die Fortentwicklung des Problemlösens	123
6.1.4 Der Begriff "Metaoperator"	125
6.2 Metaoperatoren bei LÜER	127
6.3 Eine Hypothese: Problemorientiertes Operatorenlernen der DÖRNER-LÜERSchen Vpn	131
7. <u>Zusammenfassung der Begriffsanalysen</u>	138
8. <u>Eine Analyse wesentlicher kognitiver Tätigkeiten beim Programmieren von Computern</u>	145
8.1 Das Problem des "guten" Algorithmus	145
8.2 Die Vorteile einer künstlichen unbekanntenen Sprache	148
8.3 Die allgemeine Aufgabe der Übersetzung vorgeschriebener Prozesse	150

	Seite	
8.4	Die Einsparung von Speicherplatz für Lösungsprozesse durch Ausschöpfung "operativer Redundanz": Verdichtung und Verkürzung als Vorgang der Klassifizierung von Operationen	156
8.4.1	Beispiel 1: Die Programmierung von $\sum X_i$	156
8.4.2	Beispiel 2: Regeln in Zahlenreihen	166
8.4.2.1	Die Operatoren "Addieren", "Multiplizieren" und "Potenzieren"	166
8.4.2.2	Die Findung von Regeln durch die aktive Erzeugung operativer Redundanz	170
8.4.3	Beispiel 3: Die Entdeckung von Verhaltensklassen eines beobachteten Systems durch ein beobachtendes System als die Vorhersage des Verhaltens durch den Aufbau lernsystem-interner Handlungsklassen	188
8.5	Die Unterscheidung zwischen Darstellungs- und Ausführungsredundanz	202
8.6	Zeitgewinn und Beschleunigung in der Lösungsfindung durch die Ausschaltung von Ausführungsredundanz	202
8.6.1	Beispiel 1: Umständliches und zeitlich verkürztes Potenzieren	202
8.6.2	Beispiel 2: Ökonomisches Zahlenlesen	208
8.6.3	Beispiel 3: Verschieden effektive Programme für die Bildung von Rangreihen	216
8.6.4	Beispiel 4: Die Ausschaltung einer Entscheidungsregel	222
8.6.5	Das Prinzip der Synchronisierung von Prozessen	226
8.7	Zusammenfassung des Kapitels	228

9.	<u>Der Weg der Entdeckung deterministischer Lösungsalgorithmen auf der Basis heuristischer Lösungsfindung beim Problem "Turm von Hanoi"</u>	240
9.1	Die Problemstellung aus unserer Sicht	240
9.2	Die ungeklärte Frage, ob Algorithmen als Abbilder kognitiver Lösungsstrukturen gewertet werden dürfen	243
9.3	Das Problem und zwei seiner Lösungsalgorithmen	245
9.4	Die Definition des Operators	250
9.5	Die Unmöglichkeit deterministischer Vorwärtslösung ohne eine auf heuristischer Planung basierende Regelabstraktion	255
9.6	Der Prozeß der Identifizierung von Ausschnitten des Zielzustandes als konkrete Elemente der Ausgangsklasse	257
9.7	Zwischenzielbildungen und vollständige Rückwärtsplanung	260
9.8	Die Garantie des Minimums an Zügen durch das Prinzip der Erhaltung bereits realer Eingangseigenschaften bei der Rückwärtsplanung? Die Wechselwirkung mit dem Prinzip der Herstellung geforderter Eingangseigenschaften als Zwischenziele	263
9.9	Die sukzessive Findung deterministischer zeit- und platzsparender Lösungsprogramme auf der Basis des heuristisch geplanten Lösungsweges	268
9.9.1	Die Ablösung der ersten heuristischen Rückwärtsplanung durch deterministisch-periodische Rückwärtsplanung	268
9.9.2	Die Möglichkeit der "Vorwärtsplanung" durch eindeutige Rückwärtsplanung	271

	Seite
9.9.3 Die Abstraktion eines einzigen Lösungskreises zur Ablösung aller heuristischen Planungen nächster Operationen	274
9.9.4 Zeitliche und räumliche Optimierungen des abstrahierten Lösungsalgorithmus	289
9.9.5 Das Kontinuum möglicher Lösungsprozesse	294
9.10 Zusammenfassung des Kapitels	301
10. <u>Die Entdeckung des Lösungsprinzips für die KATONAschen Streichholzprobleme -- Eine Klärung der Frage, was bei dem Versuch der Lösung der Probleme gelernt werden kann</u>	303
10.1 Die Streichholzprobleme und der Versuch KATONAs, für diese ein Lösungsprinzip zu lehren	304
10.2 Der Versuch von BUSSMANN, Suchalgorithmen zu lehren	311
10.2.1 Der Bezug auf LANDA	311
10.2.2 Die Ableitung von Suchalgorithmen aus der logischen Struktur der Streichholzfiguren	313
10.2.3 Die experimentelle Prüfung, ob Vpn mit Suchalgorithmen die Streichholzfiguren ökonomischer lösen	315
10.2.4 Hypothesen zur Erklärung des Scheiterns des BUSSMANNschen Versuches	317
10.3 Eine theoretische Analyse zur Frage, was und wie Vpn lernen, wenn sie das Lösen der Streichholzprobleme üben	320
10.3.1 Drei Gründe zur Klärung der Frage	320
10.3.2 Die Definition des Operators	323
10.3.3 Die Lösung des Problems der isolierten Hölzchen	331

	Seite
10.3.4 Die Entdeckung aller möglichen Lösbarkeits- eigenschaften	332
10.3.5 Die Überprüfung der abgeleiteten Lösungs- merkmale an den BUSSMANNschen Streichholz- problemen	340
10.4 Zusammenfassung des Kapitels	352
11. <u>Zusammenfassung</u>	355
12. <u>Weiterführende Forschungsansätze</u>	359
 <u>Literaturverzeichnis</u>	
 <u>Anhang</u>	