

2780-8023

*Rolf Plötzner*

**Flexibilität im Problemlösen und Lernen  
Konstruktion, Anwendung und Koordination von  
Repräsentationssystemen**



**PABST SCIENCE PUBLISHERS**  
Lengerich, Berlin, Düsseldorf, Leipzig,  
Riga, Scottsdale AZ (USA), Wien, Zagreb

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.0 Übersicht	1
1.1 Einführende Beispiele	1
1.1.1 Problemlösen am Beispiel der Bearbeitung von Aufgaben zur klassischen Mechanik	2
1.1.2 Diagnostizieren am Beispiel der Fehlersuche in Prolog-Programmen	4
1.1.3 Lernen am Beispiel des Erkennens von Zusammen- hängen in der linearen Algebra	5
1.2 Unterschiedliche Repräsentationssysteme konstruieren, anwenden und koordinieren	6
1.2.1 Repräsentationssysteme aufeinander beziehen	7
1.2.2 Von einem Repräsentationssystem zu einem anderen übergehen	7
1.2.3 Ein Repräsentationssystem auf ein anderes abbilden	8
1.3 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	9
1.4 Repräsentationssysteme aus Sicht der Psychologie der Informationsverarbeitung	11

1.5 Die formale Beschreibung von Repräsentationssystemen mit Hilfe wissensbasierter Systeme	14
1.6 Kognitive Leistungen als Vorgänge der Suche	18
1.7 Der weitere Aufbau der Arbeit	24
<b>2 Merkmale von Repräsentationssystemen</b>	<b>27</b>
2.0 Übersicht	27
2.1 Beschreibungen von Repräsentationssystemen	27
2.1.1 Gegenstandsbereich	28
2.1.2 Abstraktheit	29
2.1.3 Ontologie	31
2.1.4 Genauigkeit	34
2.1.5 Funktionalität	36
2.1.6 Vollständigkeit	36
2.1.7 Korrektheit	37
2.1.8 Widerspruchsfreiheit	38
2.2 Interne und externe Repräsentationssysteme	41
2.2.1 Interne Repräsentationssysteme	41
2.2.2 Externe Repräsentationssysteme	42
2.2.2.1 Externe Repräsentationssysteme für die Beschreibung interner Repräsentationssysteme	43
2.2.2.2 Externe Repräsentationssysteme für die Unter- stützung interner Repräsentationssysteme	46
2.3 Zusammenfassung	49

<b>3 Repräsentationssysteme für wissenschaftliche Gegenstandsbereiche</b>	<b>51</b>
3.0 Übersicht	51
3.1 Konstruktion, Anwendung und Koordination von Repräsen- tationssystemen in der Allgemeinen Psychologie	51
3.2 Repräsentationssysteme für mathematische Gegenstandsbereiche	53
3.2.1 Arithmetische Textaufgaben	53
3.2.2 Mit einfachen Verfahren lösbare arithmetische Aufgaben	61
3.3 Repräsentationssysteme für physikalische Gegenstandsbereiche	64
3.3.1 Repräsentationssysteme für die klassische Mechanik	64
3.3.2 Alltagsvorstellungen zur klassischen Mechanik	72
3.3.3 Repräsentationssysteme für technische Systeme	76
3.4 Zusammenfassung	80
<b>4 Quantitative Repräsentationssysteme zielführend konstruieren</b>	<b>83</b>
4.0 Übersicht	83
4.1 Qualitative und quantitative Repräsentationssysteme für die klassische Mechanik	83
4.2 Ein Simulationsmodell	85
4.2.1 Konzeptualisierung	85
4.2.2 Formalisierung	88
4.2.3 Implementation	91
4.3 Konstruktion, Anwendung und Koordination qualitativer und quantitativer Repräsentationssysteme	93

4.4	Erklärung und Vorhersage empirischer Beobachtungen	98
4.4.1	Die Auswirkungen von Alltagsvorstellungen	101
4.4.1.1	Eine Formalisierung von Impetusvorstellungen	102
4.4.1.2	Vorhersagen des Simulationsmodells zu den Auswirkungen von Impetusvorstellungen	102
4.4.1.3	Eine empirische Untersuchung zu den Auswirkungen von Impetusvorstellungen	104
4.5	Zusammenfassung	106
<b>5</b>	<b>Qualitative Repräsentationssysteme vervollständigen und berichtigen</b>	<b>109</b>
5.0	Übersicht	109
5.1	Vervollständigung und Berichtigung qualitativer Repräsentationssysteme als Ergebnisse von Wissenstransferleistungen	110
5.2	Modellvorstellungen zum Wissenstransfer	111
5.3	Eine empirische Untersuchung zu Erwerb und Anwendung quantitativer Repräsentationssysteme	112
5.4	Vor- und Nachtest	114
5.5	Zwei Simulationsmodelle	117
5.5.1	Ein Simulationsmodell zur Lösung quantitativer Probleme	117
5.5.2	Ein Simulationsmodell zur Lösung qualitativer Probleme	117
5.6	Wissenstransferleistungen	119
5.6.1	Vergleich der Wissens Elemente in beiden Simulationsmodellen	119
5.6.2	Vergleich der im Vor- und Nachtest angewandten Wissens Elemente	120
5.6.3	Direkt und indirekt vermittelte Wissenstransferleistungen	123

5.7	Vervollständigung und Berichtigung qualitativer Repräsentationssysteme auf Grundlage quantitativer Repräsentationssysteme	125
5.8	Zusammenfassung	128
<b>6</b>	<b>Qualitative und quantitative Repräsentationssysteme wechselseitig aufeinander beziehen</b>	<b>131</b>
6.0	Übersicht	131
6.1	Konstruktion und Anwendung qualitativer und quantitativer Repräsentationssysteme als wechselseitig aufeinander bezogene Prozesse	132
6.2	Eine empirische Untersuchung zur Frage, wie qualitative und quantitative Repräsentationssysteme wechselseitig aufeinander bezogen werden	133
6.2.1	Versuchsplan	133
6.2.2	Eine modellgestützte Externalisierung qualitativer und quantitativer Repräsentationssysteme	134
6.2.3	Hauptuntersuchung	137
6.2.3.1	Materialien	138
6.2.3.2	Versuchspersonen	145
6.2.3.3	Versuchsablauf	147
6.2.3.4	Ergebnisse der Mehrkomponententests	149
6.2.3.4.1	Mittlere Bearbeitungszeiten	149
6.2.3.4.2	Komponentenübergreifende Auswirkungen der Lehreinheiten und des kooperativen Problemlösens	149
6.2.3.4.3	Auswirkungen der Lehreinheiten und des kooperativen Problemlösens auf die einzelnen Testkomponenten	152

6.2.3.5	Ergebnisse der individuellen Problembearbeitungen	155
6.2.3.6	Ergebnisse der Protokollanalysen	159
6.2.4	Nachuntersuchung	163
6.2.4.1	Materialien	164
6.2.4.2	Versuchspersonen	164
6.2.4.3	Versuchsablauf	166
6.2.4.4	Ergebnisse des Mehrkomponententests	166
6.2.4.5	Ergebnisse des Fragebogens	170
6.3	Ein Simulationsmodell zu ausgewählten Aspekten des Austauschs von Informationen beim kooperativen Problemlösen	174
6.3.1	Architektur	175
6.3.2	Implementation	176
6.3.3	Die Formulierung von Fragen auf Grundlage kognitiver Selbstdiagnosen	179
6.3.4	Erklärung empirischer Beobachtungen	183
6.4	Zusammenfassung	184
<b>7</b>	<b>Lehren und Erlernen unterschiedlicher Repräsentationssysteme</b>	<b>187</b>
7.0	Übersicht	187
7.1	Lehren und Erlernen unterschiedlicher Repräsentationssysteme vor dem Hintergrund der Theorie der kognitiven Flexibilität	187
7.2	Der Erwerb kognitiver Flexibilität durch Konstruktion, Anwendung und Koordination unterschiedlicher Repräsentationssysteme	189

7.2.1	Empirische Untersuchungen zum Lehren und Erlernen unterschiedlicher Repräsentationssysteme	189
7.2.1.1	Arithmetische Textaufgaben	189
7.2.1.2	Klassische Mechanik	192
7.2.1.3	Technische Systeme	195
7.2.2	In den empirischen Untersuchungen realisierte Formen der Unterstützung und Förderung	196
7.3	Unterstützung und Förderung vor dem Hintergrund der entwickelten Modellvorstellungen zu Konstruktion, Anwendung und Koordination unterschiedlicher Repräsentationssysteme	198
7.3.1	Weitere Formen der Unterstützung und Förderung	198
7.3.2	Lehren und Erlernen unterschiedlicher Repräsentationssysteme auf Grundlage wissensbasierter Systeme	200
7.4	Weiterführende Fragen	203
7.5	Zusammenfassung	206
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>209</b>