

Dipl.-Ing. Carsten Rückert, Berlin

Untersuchungen zur Konstruktionsmethodik – Ausbildung und Anwendung

Reihe **1**: Konstruktionstechnik/
Maschinenelemente

Nr. **293**

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
2 GRUNDLAGEN DES KONSTRUIERENS	2
2.1 Ziele und Aufgaben des Konstruierens	2
2.2 Konstruktionsmethodik	3
2.3 Problematik der Konstruktionsmethodik	6
2.4 Erforschung von Konstruktionsprozessen	6
2.4.1 Untersuchungen an CAD-Systemen	7
2.4.2 Untersuchungen der Konstruktionstätigkeit	10
3 LABORSTUDIE: BELASTUNGS-BEANSPRUCHUNGSANALYSE RECHNERUNTERSTÜTZTER KONSTRUKTION SARBEIT	13
3.1 Zielsetzung	13
3.2 Untersuchte Systeme	14
3.2.1 Konstruktionsanalyse- und Leitsystem KALEIT	14
3.2.2 Wissensverarbeitung in der Konstruktion mit WIKON / WIWENA	17
3.2.3 Softwareergonomie	21
3.3 Untersuchungsmethoden	25
3.3.1 Beobachtung des Konstruktionsprozesses	25
3.3.2 Befragung	26
3.3.3 Belastungs-Beanspruchungsanalyse	26
3.3.4 Beschreibung des Versuchszustandes: Die Handlungskategorisierung	29
3.4 Versuchsaufbau für die Laborstudie	30
3.5 Versuchspersonen	32
3.6 Konstruktionsproblem	33
4 ERGEBNISSE ZUR LABORSTUDIE	34
4.1 Auswertung der Versuche	34
4.1.1 Bewertung der Konstruktionsergebnisse	34
4.1.2 Psychophysiologische Beanspruchungsmeßwerte	35
4.1.3 Videoselbstkonfrontation	36
4.1.4 Kontrollvariablen	37
4.1.5 Kategorisierung der Aufzeichnungen der Versuchspersonen	38
4.2 Ergebnisse zur Rechnerunterstützung	41
4.2.1 Resultate der Laborversuche	41
4.2.2 Resultate einer zweiten Evaluierung der Rechnerunterstützung	51

4.3. Gestaltungsempfehlungen für ein wissensbasiertes System zur Unterstützung der Konstruktionsarbeit	53
4.3.1 Resultate zum wissensbasierten System WIWENA und daraus abgeleitete Verbesserungsvorschläge	53
4.3.2 Voraussetzungen für eine wissensbasierte Rechnerunterstützung des Konstruktionsprozesses	58
4.4 Ergebnisse zu Konstruktionsprozessen	60
4.4.1 Konstruktionsphasen und -tätigkeiten	60
4.4.2 Vergleich zwischen „guten“ und „schlechten“ Konstrukteuren	64
4.4.3 Besonders beanspruchungswirksame Tätigkeiten	65
4.4.4 Vorgehensweisen beim Konstruieren	68
4.4.5 Skizzieren und Variantenbildung	73
 5 FELDSTUDIE: WIRKSAMKEIT UND ERLERNBARKEIT DER KONSTRUKTIONSMETHODIK	 79
5.1 Zielsetzung der Feldstudie	79
5.2 Untersuchte Konstruktionsausbildung	80
5.3 Untersuchungsmethoden	83
5.3.1 Beschreibung der Merkmale von Konstruktionsproblemen	84
5.3.2 Akzeptanz der Konstruktionsmethodik	92
5.3.3 Ausbildungsstand und Erfahrungen im Konstruieren	93
5.3.4 Personenbezogene Daten	93
5.3.5 Erfassung der Arbeitstätigkeiten während des Konstruktionsprozesses	95
5.3.6 Erfassung der Beanspruchung	98
5.3.7 Bewertung des Konstruktionsergebnisses	98
5.4 Untersuchungsdurchführung	99
 6 ERGEBNISSE DER FELDSTUDIE	 100
6.1 Überblick über die Studie	100
6.1.1 Stichprobenbeschreibung	100
6.1.2 Kontrolle der Personenmerkmale, der Erfahrungen im technischen Bereich, der Akzeptanz der Konstruktionsmethodik und der Anforderungshöhe	102
6.1.3 Arbeitshypothesen	103
6.2 Einstufung der Konstruktionsprobleme nach ihrer Anforderungshöhe	105
6.2.1 Merkmale der Anforderungshöhe nach Expertenurteil	107
6.2.2 Vergleich von Problemmerkmalen und erreichter Lösungsgüte	108
6.2.3 Vergleich von Problemmerkmalen und erlebter Beanspruchung	109
6.2.4 Schlußfolgerung für die Anforderungshöhe	110
6.3 Veränderung der Akzeptanz der Konstruktionsmethodik	113
6.4 Vorgehensweisen beim Konstruieren	113
6.4.1 Arbeitstätigkeiten	113
6.4.2 Methodeneinsatz	119
6.4.3 Bewertung der Nützlichkeit von Arbeitstätigkeiten, Informationsquellen, Konstruktions- und Darstellungsmethoden	122
6.5 Selbsteingeschätzter Fortschritt, Motivation und Beanspruchung	126
6.6 Lösungsgüte	131

7 SYNTHESE	134
7.1 Wertung der Aussagefähigkeit der Untersuchungen	134
7.2 Schlußfolgerungen für eine verbesserte methodische Unterstützung des Konstruktionsprozesses	136
7.2.1 Vorgehensweisen im Konstruktionsprozeß	136
7.2.2 Vorschläge für die Anwendung der Konstruktionsmethodik	140
7.3 Bewertungs- und Entscheidungsprozesse beim Konstruieren	141
7.3.1 Objektives Fehlen erforderlicher Information	143
7.3.2 Nutzungsmängel objektiv vorhandener Informationen	144
7.3.3 Weiterentwicklung eines methodischen Auswahl- und Bewertungsverfahrens: die Auswahlliste	145
7.3.4 Zusammenfassung zu Bewertungs- und Entscheidungsprozessen beim Konstruieren	147
7.4 Schlußfolgerungen für die Konstruktionsausbildung	149
7.5 Schlußfolgerungen für eine verbesserte Rechnerunterstützung	151
7.5.1 Allgemeine Verbesserung der Rechnerunterstützung	151
7.5.2 Anforderungen an die Funktionalität eines Rechnersystems zur Unterstützung des Konstruktionsprozesses	152
7.5.3 Datenstruktur für ein Rechnersystem zur Unterstützung von Konstruktionsprozessen	155
8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	159
8.1 Zusammenfassung der Laborstudie	159
8.2 Zusammenfassung der Feldstudie	160
8.3 Ausblick	162
ANHANG	163
Anhang A: Konstruktionsproblem in der Laborstudie	163
Anhang B: Leitfaden für die Befragung der Versuchspersonen nach Abschluß der Konstruktionsarbeit in der Laborstudie	166
Anhang C: Klassifikation der kritischen Phasen anhand der Beschreibung der Belastungssituation durch die Versuchspersonen	167
Anhang D: Bewertung von Konstruktionsergebnissen nach "Qualität" (Laborstudie, analoges Vorgehen in der Feldstudie)	169
Anhang E: Bewertung von Konstruktionsergebnissen in der Laborstudie mittels einer "Note": Korrekturliste	170
Anhang F: Skizzieren von Lösungsvarianten durch die Versuchspersonen der Laborstudie	171
Anhang G: Konstruktionsprobleme in der Feldstudie	185
Anhang H: Problem- und Aufgabenanalyse, Fragebogen	186
Anhang J: Ergebnisse der Experteneinstufung der Konstruktionsprobleme durch die Problem- und Aufgabenanalyse	195

Anhang K: Konstruktionsfragebogen zur Akzeptanz der Konstruktionsmethodik	195
Anhang L: Vollständigkeit der erhobenen Daten in der Felduntersuchung	198
LITERATUR	199