

Berichte der
Institute für
Automatisierungs-
technik



Technische
Universität
Braunschweig

Dipl.-Ing. Jens-Olaf Müller, Leonberg

Entwurf einer optimalen Mensch-Prozeß-Kommu- nikation für einen Dispositionsarbeitsplatz im Magnet-Schnellbahn- Verkehr

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **10**: Informatik/

Kommunikationstechnik Nr. **458**

VDI VERLAG

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	IV
Formelverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XI
Übersicht	XII
1 Einleitung	1
1.1 Derzeitige Organisation und Stand der Technik	2
1.1.1 Organisationskonzept der Bahndisposition	2
1.1.2 Technische Dispositionsunterstützung / Disponentenarbeitsplatz	3
1.1.3 Zeit–Weg–Liniendiagramm	5
1.1.4 Streckenspiegel	6
1.2 Problemdefinition und Lösungsansatz	6
2 Disposition	11
2.1 Magnetschnellbahnnetz	11
2.2 Die Disposition im leittechnischen Modell	12
3 Organisationskonzept	14
3.1 Anforderungen an das Organisationskonzept	14
3.1.1 Methodik	14
3.1.2 Allgemeine Situationsanalyse	16
3.2 Kommunikation	16
3.3 Belastung und Beanspruchung	17
3.3.1 Arbeitsumgebung	19
3.3.2 `Beanspruchungsfolgen	20
3.3.3 Monotonie der Dispositionstätigkeit	22
3.4 Personalaspekte	22

3.4.1	Arbeitsgruppe	22
3.4.2	Mitarbeiterführung	24
3.4.3	Kontrollen, Kritik und Anerkennung	26
3.4.4	Motivation	27
3.4.5	Arbeitszeitgestaltung	28
3.4.6	Pausen	29
3.4.7	Schichtarbeit	30
3.5	Neuartige Organisationsstruktur und Raumkonzept	32
3.5.1	Organisationsstruktur	32
3.5.2	Raumkonzept	33
3.5.3	Arbeitsraum	37
3.6	Zusammenfassung	37
4	Arbeitsplatzkonzept	39
4.1	Menschliche Faktoren	39
4.2	Ergonomie	39
4.2.1	Die menschlichen Sinne	39
4.2.2	Aspekte des Sehens	40
4.2.3	Aspekte des Hörens	41
4.2.4	Körperhaltungen	43
4.3	Anforderungen an den Arbeitsplatz	46
4.3.1	Beleuchtung	46
4.3.2	Stühle	46
4.3.3	Behindertengerechte Gestaltung	47
4.4	Neuartiges Arbeitsplatzkonzept	47
4.4.1	Allgemeine Überlegungen	47
4.4.2	Realisierung des Arbeitsplatzes	49
5	Ein- und Ausgabegeräte	52
5.1	Eingabegeräte, Kriterien und Wichtung	52
5.2	Beschreibung und Bewertung	54
5.2.1	Tastaturen	54
5.2.2	Mäuse	57
5.2.3	Rollkugel	57
5.2.4	Graphiktablett	58
5.2.5	Steuerknüppel (engl. Joysticks)	59
5.2.6	Berührungsempfindlicher Bildschirm	60

5.2.7	Lichtstift	61
5.2.8	Auswertung des Vergleichs	61
5.3	Besondere Eingabesysteme	63
5.3.1	Spracheingabe	63
5.3.2	Augenbewegungsdetektoren	63
5.3.3	Bedienung über Nervenströme	64
5.3.4	Datenhandschuh	64
5.3.5	Weitere Eingabegeräte	64
5.4	Zusammenfassung	64
5.5	Ausgabegeräte	66
5.5.1	Bildschirme	66
5.5.2	Kathodenstrahlröhre	67
5.5.3	LCD-Bildschirme	68
5.5.4	Plasmabildschirm	68
5.5.5	Neuentwicklungen	69
5.6	Großdarstellungen/Projektionen	69
5.6.1	Glühlampenanzeigen	69
5.6.2	Lichtventiltechnologien	69
5.6.3	Video-Projektion	70
5.6.4	LCD-Overhead-Projektion	70
5.6.5	Head-Up-Display	70
5.6.6	Helm-Mounted-Display	70
5.7	Virtuelle Realität	71
5.8	Instrumententafel	72
5.9	Sprach- und Tonausgabe	72
5.10	Taktile Ausgaben	73
5.11	Neuartige Ein- und Ausgabegeräte	73
5.11.1	DISPAD	74
5.11.2	DISPEN	75
5.11.3	DISPHONE	76
5.12	Zusammenfassung	77
6	Informationsrepräsentation	78
6.1	Die graphische Darstellung	79
6.1.1	Die Eigenschaften der Ebene	82
6.1.2	Die Eigenschaften der Größe	82

6.1.3	Die Eigenschaften des Helligkeitswertes	83
6.1.4	Die Eigenschaften des Musters	83
6.1.5	Die Eigenschaften der Farbe	83
6.1.6	Die Eigenschaften der Richtung	85
6.1.7	Die Eigenschaften der Form	85
6.1.8	Folgerungen	85
6.1.9	Visualisierung relevanter Informationen	86
6.2	Funktionalitäten einer Graphik	87
6.2.1	Informationsspeicherung	87
6.2.2	Informationsstrukturierung	87
6.2.3	Informationsabstraktion	87
6.3	Informationsaufnahme aus einer Graphik	88
6.3.1	Die Grundstufe des Erfassens	88
6.3.2	Die mittlere Stufe des Erfassens	89
6.3.3	Die obere Stufe des Erfassens	89
6.3.4	Folgerungen	89
6.4	Kognition und Informationsrepräsentation	89
6.4.1	Schemata	90
6.4.2	Kognitive Eigenschaften, die die aktive Verarbeitung beschreiben	92
6.4.3	Kognitive Eigenschaften, die das Problemlösen beschreiben	95
6.4.4	Zusammenfassung	97
6.5	Allgemeine Richtlinien für Informationsdarstellungen	98
6.6	Dialogformen	100
7	Infomodelle, Aufgaben und Benutzerführung	103
7.1	Mentale Modelle	104
7.1.1	Unterscheidung verschiedener Abstraktionsstufen	105
7.1.2	Entwicklung von mentalen Modellen	106
7.1.3	Informationsmodelle	106
7.2	Form eines möglichen virtuellen Systems	106
7.2.1	Gesamtsystem	107
7.2.2	Fahrzeug	107
7.3	Prozeßgrößen	108
7.3.1	Prozeßgrößen der Magnetschnellbahn	109
7.3.2	Analyse des ZWL-Diagrammes	111
7.4	Dispositionsaufgaben	113

7.4.1	Dispositionsarten	113
7.4.2	Konfliktfälle	115
7.4.3	Aufgaben des Disponenten	116
7.5	Aufgabenanalyse oder funktionales Konzept	117
7.5.1	Fahrzeug	118
7.5.2	Fahrweg	118
7.5.3	Haltestellen	119
7.5.4	Fahrplan	119
7.5.5	Weitere Funktionen	121
7.6	Fazit	122
7.7	Benutzerführung	122
8	Prototypische Realisierung	131
8.1	Darstellung auf der Großbildprojektion	132
8.2	Darstellungen auf dem DISPAD	135
8.2.1	Berücksichtigung der Gestaltungsregeln für graphische Darstellungen	135
8.2.2	Oberflächen	135
8.2.3	Monitorsteuerung	136
8.2.4	Fahrwegdarstellung	138
8.2.5	Das Zeit-Weg-Liniendiagramm	140
8.2.6	Konfliktvisualisierung	141
8.2.6.1	Anschlußkonflikt	142
8.2.6.2	Verspätungskonflikt	144
8.2.6.3	Reservierungskonflikt	144
8.2.6.4	Umlaufkonflikt	145
8.2.7	Fahrzeuginformation	145
8.2.8	Dispositionsaufgaben	147
8.2.8.1	Neue Linie einziehen	147
8.2.8.2	Umleitung	149
8.2.9	Icons	150
8.2.10	Fazit	150
9	Evaluierung	153
9.1	Kriterien	153
9.2	Relevante Merkmale	154
9.3	Evaluationsmethoden	155
9.4	Auswahl und Anwendung der Evaluationsmethode	159

10 Zusammenfassung	161
A DIN-Normen zur Ergonomie	163
B Ergonomische Tabellen	164
C Prozeßgrößen der Magnetbahn	165
C.0.1 Fahrweg	165
C.0.2 Fahrzeug	166
C.0.3 Haltepunkte	168
C.0.4 Antrieb	169
C.0.5 Betriebsleitsystem	169
D Fragebogen	171
Literaturverzeichnis	178