

Dipl.-Ing. Kai Müller, Braunschweig

**Verkehr in  
systemtechnischer  
Darstellung und  
ihre Anwendung  
auf ein multimodales  
Güterverkehrskonzept**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/  
Fahrzeugtechnik

Nr. **344**

# Verkehr in systemtechnischer Darstellung und ihre Anwendung auf ein multimodales Güterverkehrskonzept

<b>1</b>	<b>Problemstellung und Überblick</b>	<b>1</b>
1.1	Essentielle Gründe der Verkehrsentstehung	1
1.2	Geschichtliche Entwicklung	3
1.3	Entwicklung des Verkehrsaufkommens	6
1.4	Darstellung der Verkehrsproblematik	8
1.5	Gliederung	10
1.6	Weiteres Vorgehen	11
<b>2</b>	<b>Systemtheorie und Kybernetik</b>	<b>12</b>
2.1	Einführung	12
2.2	Kybernetik	14
2.3	Systemaspekt	15
2.3.1	Wahrnehmung	15
2.3.2	Systemaxiome	17
2.3.3	Systemgrenze	18
2.3.4	Geschlossene, offene Systeme	19
2.4	Dynamik	20
2.5	Komplexität	22
2.6	Komplexitätsmanagement	25
2.7	System und Umwelt	26
2.7.1	Existenzgrund	26
2.7.2	Sinngrund	27
2.8	Systemarten	28
2.9	Regelungsaspekt	29
2.9.1	Vernetztheit	30
2.9.2	Rückkopplung in kybernetischen Systemen	31
2.9.3	Stabilisierungsmechanismen in komplexen dynamischen Systemen	31
2.9.4	Zusammenfassung: Systemaspekt und Wirkbeziehungen	34

<b>2.10 Formale Darstellungen</b> .....	<b>35</b>
2.10.1 Instanzen- und Petrinetze .....	36
2.10.2 Entity-Relationship-Diagramme .....	38
2.10.3 Qualitative Modellbildung - Wirkungsgraphen .....	41
2.10.4 Technisches Regelsystem - Blockschaltbild .....	43
<b>3 Kybernetik im Verkehrswesen</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1 Regelstrecke</b> .....	<b>45</b>
3.1.1 Verkehrssystem .....	45
3.1.2 Vernetzung, Kooperation und Verknüpfung .....	55
3.1.3 Ebenen des Verkehrssystems .....	56
3.1.4 Charakterisierung des Verkehrssystems .....	60
3.1.5 Übertragungsverhalten des Verkehrssystems .....	60
<b>3.2 Führungs- und Zielgröße</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3 Meß- und Regelgrößen</b> .....	<b>63</b>
3.3.1 Verkehrswertigkeit .....	64
3.3.2 Affinität .....	67
<b>3.4 Regeleinrichtung</b> .....	<b>67</b>
<b>3.5 Vergleichsstelle: Regeldifferenz</b> .....	<b>68</b>
<b>4 Globales Verkehrsmodell</b> .....	<b>70</b>
<b>4.1 Kanal-Instanzen Netz des globalen Verkehrsmodells</b> .....	<b>71</b>
<b>4.2 Einflußgrößen des Verkehrssystems</b> .....	<b>72</b>
4.2.1 Verkehr und Technik .....	72
4.2.1.1 Verbesserung der Objekte des Verkehrssystems .....	73
4.2.1.2 Verbesserungen durch Verkehrsmanagement .....	76
4.2.2 Verkehr und Umwelt .....	79
4.2.2.1 Luftverunreinigung durch Straßenverkehr .....	81
4.2.2.2 Einfluß auf die Siedlungsstruktur .....	81
4.2.3 Verkehr und Wirtschaft .....	82
4.2.3.1 Verkehr und Produktion, Markt .....	82
4.2.3.2 Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssystems .....	84
4.2.3.3 Wirtschaft erfordert Verkehr .....	86
4.2.3.4 Wirtschaft produziert Verkehr .....	86
4.2.3.5 Wirtschaft produziert Verkehrsmittel und -träger .....	87
4.2.3.6 Wirtschaftswachstum und Verkehrsentwicklung .....	87
4.2.3.7 Interne und externe Kosten des Verkehrs .....	89

Inhalt	VII
4.2.4 Verkehr, Wissenschaft und Politik	91
4.2.4.1 Regulierung des Verkehrsmarkts	91
4.2.4.2 Auswirkungen des Europäischen Binnenmarktes	94
4.2.5 Mensch und Verkehr	95
<b>4.3 Mobilität</b>	<b>97</b>
<b>4.4 Thesen der Verkehrsentwicklung</b>	<b>101</b>
<b>5 Gesamtverkehrsmodell</b>	<b>103</b>
5.1 Grundlegende Betrachtung zur Modellbildung	103
5.2 Multimodales Informationsmodell	104
5.3 Objektmodell: multimodaler Verkehr	108
<b>6 Einzelverkehrssystem: schienengebundener Güterverkehr</b>	<b>110</b>
6.1 Vergleich der Verkehrssysteme Straße - Schiene	111
6.2 Transport: Straße	113
6.3 Transport: Schiene	114
6.3.1 Strukturierung des Bahngütertransportes	114
6.3.2 Vergleich der Produktionsverfahren	117
6.3.3 Schwachstellen derzeitiger Umschlagterminals	119
6.4 Konzept InTraS	120
6.4.1 Überregionales Netz	121
6.4.2 Regionales Netz	122
6.4.3 Sammel-, Verteil- und Umschlagstruktur	123
6.4.4 Zusammenfassung	125
6.5 Güterumschlag: Verladebahnhof	125
6.6 Güterumschlag: Knotenbahnhof - Konzept OpTus	127
6.6.1 Umschlagroboter	128
6.6.2 Hochregallager	132
6.6.3 Anforderungen an das Terminal	132
6.6.4 Dimensionierung des Hochregallagers	135
6.6.5 Führung der Lkw im Terminal	136
6.7 Objektmodell: Güterumschlag	137
6.8 Simulation: Güterumschlag	140
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>142</b>
<b>8 Literatur</b>	<b>144</b>