

Inhalt

Vorwort

III

1 Einführung	1
1.1 Motive und Objektfeld.....	1
1.2 Untersuchungsziel.....	2
1.3 Untersuchungsmethode.....	3
1.3/1 Die Anwendbarkeit der Konstruktionsmethodik auf die chinesische Holzverbindung.....	3
1.3/2 Darstellung der Freiheitssperrungsfunktion der Holzverbindung durch Schluß-Matrix.....	5
1.3/3 Zur Terminologie der Holzverbindung.....	5
1.4 Aufbau der Arbeit.....	6

Teil 1: Grundlagen

7

2 Die Merkmale der chinesischen Holzbauwerke und ihrer Verbindungen	7
2.1 Die Entwicklung der chinesischen Holzverbindung.....	7
2.1/1 Früheste Entwicklung (ca. 5000 v.Chr.).....	7
2.1/2 Verbundbauweise aus Lehm, Holz und Bänder (ca. 5000 - 3000 v.Chr.).....	8
2.1/3 Zhanguo-Epoche (475 v.Chr. bis 25 n.Chr.).....	9
2.1/4 Tan-, Song- und Yuan-Dynastie (7. - 14. Jh.).....	9
2.1/5 Ming- und Qin-Dynastie (14. - 19. Jh.).....	13
2.1/6 Fazit.....	14
2.2 Die herkömmlichen chinesischen Holztragwerke.....	14
2.2/1 Merkmale der chinesischen Holzbauwerke.....	15
2.2/2 Systembildung und allgemeine Anforderungen an die Knoten.....	15
2.2/3 Tai-Liang-Tragsystem.....	16
2.2/3.1 Systemaufbau.....	17
2.2/3.2 Montageprinzip des Tai-Liang-Tragsystems.....	19
2.2/3.3 Beispiele.....	21
2.2/4 Chuan-Dou-Tragsystem.....	26
2.3 Die Wechselwirkungen zwischen der chinesischen Holztragkonstruktion und deren Verbindungen.....	28
2.3/1 Die Tragfähigkeit der Holzverbindungen in den chinesischen Holzbauwerken.....	28
2.3/1.1 Die Einflußfaktoren auf das Tragverhalten der Holzverbindung.....	28
2.3/1.2 Die Schwierigkeit beim Nachweisen der Tragfähigkeit der herkömmlichen Holzverbindung.....	29
2.3/1.3 Die Nachgiebigkeit der herkömmlichen Holzverbindung und deren Einfluß auf das ganze System.....	30
2.3/1.4 Die dynamische Eigenschaft der herkömmlichen Holzverbindung.....	31

3 Die Theorie der logischen Schluß-Matrix und ihre Anwendung bei Holzverbindungen	33
3.1 Die Schlußarten der herkömmlichen chinesischen Holzverbindung	33
3.2 Schluß- und Schlußarten-Matrizen	35
3.2/1 Der Aufbau der logischen Schluß-Matrix	30
3.2/1.1 Abhängigkeit der Verschiebungssinne bei der Neigungskopplung	36
3.2/1.2 Potentielle Sperrung bei der einseitigen Berührung	37
3.2/2 Aufbau der logischen Schlußarten-Matrix	40
3.3 Die Funktion der logischen Matrizen	41
3.4 Handhabung der logischen Matrizen	42
3.4/1 Logische Operationen mit der Schluß-Matrix	42
3.4/2 Die konjunktive und disjunktive Verknüpfung der Elementpaarungen	42
3.4/2.1 Konjunktion	43
3.4/2.2 Disjunktion	44
3.4/2.2 Konjunktion und Disjunktion	44
Teil 2: Aufbau einer Holzverbindung	47
4 Einteilung der Holzverbindung	47
4.1 Die herkömmlichen Klassifikationen der zimmermannsmäßigen Holzverbindung	47
4.2 Grenze der herkömmlichen Einteilung	52
4.3 Die Einteilung der Holzverbindung in dieser Arbeit	52
4.3/1 Die Gliederungsauffassung der herkömmlichen Holzverbindung	52
4.3/2 Einteilung der Holzverbindung in drei Komplexitätsebenen	55
4.3/2.1 Das Berührungsflächenbauelement	55
4.3/2.2 Die Elementpaarung	55
4.3/2.3 Der Elementpaarungsverband	47
5 Komplexitätsebene 1: Berührungsflächenbauelement	57
5.1 Die erste Komplexitätsebene	57
5.1/1 Definition	57
5.1/2 Die Anordnung der Berührungsflächen in einem Berührungsflächenbauelement	58
5.2 Primäres Berührungsflächenbauelement	60
5.2/1 Der Aufbau des primären Berührungsflächenbauelementes	60
5.2/2 Stoß (ST)	60
5.2/3 Zapfen (ZP)	60
5.2/4 Blatt (BL)	62
5.2/5 Hakenblatt (HB)	63
5.2/6 Schwalbenschwanzzapfen (SW)	65
5.2/7 Einhalsung (EH)	67
5.2/8 Kreuzblatt (KB)	68
5.3 Sekundäres Berührungsflächenbauelement	69

5.3/1	Der Aufbau des sekundären Berührungsfächenbauelementes.....	69
5.3/2	Schräger Stoß (S).....	69
5.3/3	Schräges Blatt (BS).....	71
5.3/4	Schräges Hakenblatt (HS).....	73
5.4	Sicherungsmaßnahmen der Berührungsfäche in der Holzverbindung.....	76
5.4/1	Gruppe 1: Berührungsschlüssige Sicherungsmaßnahmen.....	76
5.4/1.1	Dübel.....	76
5.4/1.2	Dollen.....	79
5.4/1.3	Feder.....	80
5.4/2	Gruppe 2: Berührungsschlüssige und kraftschlüssige Sicherungsmaßnahmen.....	81
5.4/2.1	Keil.....	81
5.4/2.2	Holz nagel.....	88
5.4/3	Gruppe 3: Schwerkraftschlüssige Sicherungsmaßnahme.....	88
5.4/4	Gruppe 4: Stoffschlüssige Sicherungsmaßnahme.....	88
5.4/5	Übersicht KK zu den Sicherungsmaßnahmen.....	88
6	Lösungssammlung für Operationsmaßnahmen an den Berührungsfächenbauelementen	90
6.1	Schlußfunktion.....	90
6.1/1	Quantitätsverbesserung des Formschlusses durch orthogonale Anordnung der Berührungsfäche.....	91
6.1/1.1	Verzahnung der Berührungsfächenbauelementes zur Vergrößerung der Berührungsfäche.....	91
6.1/1.2	Verlagern und Versetzen der Berührungsfächenbauelemente.....	93
6.1/1.3	Zur Verstärkung einer Schwachstelle oder Verminderung einer Querschnittsschwächung.....	93
6.1/1.4	Hinzufügen des Berührungsfächenbauelementes zur Vergrößerung der Berührungsfäche gegen Rotationsbewegung.....	95
6.1/2	Qualitätsverbesserung des Formschlusses durch orthogonale Anordnung der Berührungsfäche.....	96
6.1/2.1	Hinzufügen der Berührungsfächenbauelemente ohne Zugbeanspruchung.....	98
6.1/2.2	Hinzufügen der Berührungsfächenbauelemente mit Zugbeanspruchung.....	98
6.1/3	Verbesserung der Schlußfunktion durch schrägwinklige Anordnung der Berührungsfäche.....	98
6.1/3.1	Abschrägung mit zusammenwirkender Berührungsfäche.....	98
6.1/3.2	Einfache Abschrägung zur Klebfächenvergrößerung.....	99
6.2	Montagevorgang.....	100
6.3	Herstellungsaufwand.....	100
6.4	Schwinden.....	101
6.4/1	Ausgleichung mit Gehrungsstoß.....	102
6.4/2	Fugenverdeckung.....	103
6.4/3	Ausfüllen der Spalte mit Keil.....	103

6.5	Witterungsschutz.....	104
6.5/1	Abhalten des eindringenden Wassers durch Verdecken	104
6.5/2	Abhalten und Ableiten des eingedrungenen Wassers durch Schwerkraft.....	104
6.5/3	Abtrocknen der Fuge durch luftdurchlässige Ausformung der Verbindung	105
6.6	Gestalterische Faktoren	106
6.4/1	Verdecken der Fugen	106
6.4/2	Exponierte Fugen	107
6.7	Bildung der Konstruktionskataloge der zweiten Komplexitätsebene	109
6.7/1	Der Konstruktionskatalog der Modifizierungsmaßnahme an dem Berührungsflächenbauelement	110
7	Komplexitätsebene 2: Die Elementpaarungen der Verbindung.....	111
7.1	Darstellung eines Elementpaars.....	111
7.1/1	Die räumliche Lagebeziehung der Elemente.....	111
7.1/2	Die Operation der Bausteine (Kombination des Bausteins).....	113
7.2	Erläuterung zu den Konstruktionskatalogen der Elementpaarungen bei Holzverbindungen	115
8	Komplexitätsebene 3: Der Elementpaarungsverband	117
8.1	Die Typen des Elementpaarungsverbandes der chinesischen Holzverbindung	117
8.2	Die Funktionsstruktur des Elementpaarungsverbandes	118
8.3	Der Elementpaarungsverband im zusammengesetzten Bauteil	120
8.3/1	Der Elementpaarungsverband für den zusammengesetzten Träger	120
8.3/1.1	Die zusammengesetzten I- und T-Träger	121
8.3/1.2	Die zusammengesetzten Vollwandträger.....	122
8.3/1.3	Die zusammengesetzten Hohlträger	123
8.3/2	Der Elementpaarungsverband für die zusammengesetzten Stützen	124
8.3/2.1	Verdickung der Stütze.....	124
8.3/2.2	Verlängerung der Stütze.....	126
8.3/2.3	Verlängerung bzw. Verdickung der Stütze	127
8.4	Der aus einteiligen Bauteilen ohne topologische Exzentrizität gebildete Knoten	128
8.4/1	Disjunktive Anschlußbildung	128
8.4/1.1	ZP/EH - Zapfentyp.....	129
8.4/1.2	BL/SW - Kneiftyp	133
8.4/1.3	BL/ZP/KB - Zapfentyp.....	134
8.4/1.4	SW - Hakentyp	135
8.4/2	Konjunktive Anschlußbildung.....	136
8.5	Die aus einteiligen Elementen mit topoloigscher Exzentrizität gebildeten Knoten	136
8.5/1	Auf der Stütze.....	136
8.5/1	An der Stütze.....	137
8.6	Die aus mehrteiligen Bauteilen gebildeten Knoten.....	138

8.6/1	Die Knoten im "Drei-Pfetten Tragsystem"	138
8.6/1.1	Traufe	139
8.6/1.2	Ortgang	141
8.6/1.3	First	142
8.6/2	Die Verbindungen im Konsole-System	144
8.6/3	Das Dougongsystem	147

Teil 3: Das methodische Vorgehen beim Konstruieren der Holzverbindung **153**

9	Der konstruktionsmethodische Ansatz	153
9.1	Die Konstruktionsmethodik im Maschinenbau	153
9.2	Übertragung der Methodik auf das Konstruieren im Bauwesen	154
9.3	Übertragung der Methodik auf das Konstruieren der Holzverbindung	155
9.4	Das KEP-Modell: Fallbasiertes Schließen (Case-based Reasoning)	156
9.5	Spezifizieren der VDI 2221 durch das fallbasierte Schließen	158
10	Entwicklung der Holzverbindung mit Hilfe der Konstruktionsmethodik	160
10.1	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	160
10.2	Funktionsermittlung und Auswahl eines Fallbeispiels	161
10.3	Modifizierung des Fallbeispiels	162
10.4	Ersetzen oder Modifizieren der Elementpaarung	164
10.5	Kombinieren der Elementpaarung	169
10.5/1	Gruppe A	169
10.5/2	Gruppe B	171
10.5/3	Gruppe C und D	173
10.6	Ausarbeitung	173
10.7	Fazit	176
11	Zusammenfassung und Ausblick	178
	Anhang (Konstruktionskatalog der Elementpaarung)	180
	Literatur	200