

Norbert Sack (Projektleiter), Stephan Lechner, Ingo Leuschner,
Thorsten Kast, Martin Becker, Peter Knoll, Mark Lehnertz

Holzbau der Zukunft
Teilprojekt 13. Entwicklung von
Grundlagen für die Integration von
Elektronik im Fenster-, Fassaden- und
Türenbau
Teilbericht 1: Erarbeitung von Grundlagen.
Teilbericht 2: Kraftbetätigte Fenster

Das Verbundvorhaben wurde im Rahmen der High-Tech-Offensive Bayern durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst gefördert.

Band 7/13

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie der Forschungsergebnisse von Teilprojekt 13 des Verbundprojekts "Holzbau der Zukunft". Das Verbundvorhaben wurde im Rahmen der High-Tech-Offensive Bayern durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst gefördert.

Leitung und Koordination des Verbundprojektes „Holzbau der Zukunft“: TU München.

Technologietransfer: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH) München.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2008

ISBN 978-3-8167-7873-8

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de
www.irb.fraunhofer.de/Bauforschung
www.baufachinformation.de

Holzbau der Zukunft

TP 13

Entwicklung von Grundlagen für die
Integration von Elektronik im Fenster-,
Fassaden- und Türenbau

TEILPROJEKT 13

Entwicklung von Grundlagen
für die Integration von Elektronik im
Fenster-, Fassaden- und Türenbau

Teilbericht I: Erarbeitung von Grundlagen



Norbert Sack
ift Rosenheim

Thema Entwicklung von Grundlagen für die Integration von Elektronik in den Fenster-, Türen- und Fassadenbau

Teilbericht I: Erarbeitung von Grundlagen

Gefördert durch Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
im Rahmen der High Tech Offensive Bayern

Forschungsstellen **ift** Rosenheim
Theodor-Gietl-Str. 7-9
83026 Rosenheim



Hochschule Biberach
Karlstraße 11
88400 Biberach



Projektbearbeitung Dipl.-Phys. Norbert Sack (**ift**) (Gesamtleitung)
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Lechner (**ift**)
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Leuschner (**ift**)
Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Kast (**ift**)

Prof. Dr.-Ing. Martin Becker (HBC)
Dipl.-Ing. (FH) Peter Knoll (HBC)
Dipl.-Ing. (FH) Mark Lehnertz (HBC)

Institutsleitung (ift) Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Sieberath

Rosenheim, Juli 2008

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	
1 Einleitung	1
2 Nutzen der Automatisierung von Fenstern, Fassaden, Türen	3
2.1 Energieeinsparung	3
2.2 Komfort	4
2.3 Sicherheit	4
2.4 Barrierefreies Bauen	4
3 Recherche und Ist-Aufnahme zum Stand der Technik	5
3.1 Literaturrecherche	5
3.2 Normen, Grundlagen, Regelwerke	5
3.2.1 Übersicht	5
3.2.2 Ableitbare Anforderungen aus der DIN VDE 0100	6
3.2.3 Fazit	9
3.3 Schwachstellenanalyse	9
4 Begriffe und Definitionen	11
5 Gefahrenhinweise, Schutzmaßnahmen	13
5.1 Gefahren des elektrischen Stromes und Wirkung auf den Menschen	13
5.2 Überprüfung der elektrotechnischen Anlagen	13
5.3 Schutzarten elektrischer Betriebsmittel nach DIN EN 60529	14
5.4 Schutzklassen	15
5.4.1 Betriebsmittel der Schutzklasse 1	16
5.4.2 Betriebsmittel der Schutzklasse 2	16
5.4.3 Betriebsmittel der Schutzklasse 3	16
5.5 Schutzkleinspannung	17
6 Elektrische Bauteile im Fenster- und Fassadenbau	18
6.1 Datenerhebung von eingesetzten elektr. Produkten	18
6.2 Aktoren	19
6.2.1 Elektromotorische Fensterbetätigung	19
6.2.2 Rollladen- bzw. Jalousiesysteme und Verdunklungsanlagen	20
6.2.3 Ansteuerungskonzepte von Antrieben	21
6.2.4 Elektromotorische Türbetätigung	27
6.3 Sensoren	29
6.3.1 Schaltkontakte (Meldekontakte)	29
6.3.2 Sensorenübertragung auf Funkbasis	29
6.4 Anwendungen im Glas	30
6.4.2 Allgemeine Anforderungen an Alarmschleifen und Glasbruchmelder	31

6.4.3	Isolierglas mit integriertem Sonnenschutz	31
6.4.4	Beheizbares Glas	32
6.5	Sonstige Anwendungen	32
6.5.1	Elektrische Türöffner	32
6.5.2	Fluchttürsysteme	33
7	Leitungsführung	34
7.1	Dimensionierung von Leitungen	34
7.2	Wahl des Leitungstyps	36
7.3	EMV-Problematik bei der Kombination von 230 VAC und 24 VDC	37
7.4	Ermittlung geeigneter Stellen zur Leitungsführung	40
7.4.1	Einteilung von Zonen	40
7.4.2	Ermittlung der Bewertungskriterien	40
7.4.3	Dominanzmatrix	41
7.4.4	Bewertung der einzelnen Zonen zur Leitungsführung	43
7.4.5	Darstellung	45
7.4.6	Weitere Varianten	47
7.5	Leitungsübergänge	48
8	Schnittstelle Fenster/Fassade/Tür – Haustechnik	50
8.1	Problemstellung	50
8.2	Installation bei Lochfenstern/Lochfassaden	51
8.2.1	Flächige Einteilung als Installationszone	52
8.2.2	Exakte Positionierung	53
8.3	Installation bei Fensterbändern	53
8.3.1	Flächige Einteilung als Installationszone	54
8.3.2	Exakte Positionierung	54
8.4	Empfehlung für den praktischen Einsatz	55
8.5	Installation bei abgehängten Decken bzw. Doppelböden	55
8.6	Übergabeschlüssel zur Vereinheitlichung der Bezeichnung	57
8.7	Schnittstelle Übergang Installationspunkt – Bauelement	61
8.7.1	Ansatz	61
8.7.2	Vorschläge für die eindeutige Übergabe (Stecker, Farbkodierung)	63
8.8	Integration des elektromechanischen Bauelementes in die Gebäudehülle	67
9	Planungs-, Ausführungs- und Betriebsaspekte der Fassade	71
9.1	Planungsprozess	71
9.2	Planungsphasen	73
9.2.1	Bedarfsplanung	73
9.2.2	Grundlagenermittlung/Vorplanung	74
9.2.3	Entwurfsplanung	75
9.2.4	Ausführungsplanung	76
9.2.5	Ausschreibung und Vergabe	79
9.2.6	Ausführung und Objektüberwachung	79

9.2.7	Objektüberwachung und Abnahme	80
9.2.8	Wartung und Pflege	81
10	Umsetzung in einem Exponat und Präsentation	83
10.1	Konzeption und Zielsetzung	83
10.2	Planung und Bau	83
10.2.1	Fensterelement	83
10.2.2	Wand	84
10.2.3	Planung und Einbau der elektronischen Komponenten	85
10.2.4	Software/Programmierung	87
10.2.5	Einbau des Fensters in das Wandelement	87
11	Untersuchungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit	89
11.1	Einleitung	89
11.2	EMV bei Fenster-, Fassaden- und Türelementen	89
11.3	Messtechnik	91
11.4	Durchführung der Messung	93
11.5	Messergebnisse des Fensterelementes	95
11.5.1	Abgestrahlte Störung nach EN 55011	95
11.5.2	Störstrahlung der Anschlussleitungen nach EN 50081-1	98
11.5.3	Störfestigkeit gegen Einstrahlung	102
11.6	Zusammenfassung der Messungen und Vorschläge	102
12	Das „Mechatronische Fenster“	104
12.1	Mehrwert durch ein mechatronisches Fenster	104
12.2	Definition mechatronisches System	104
12.3	Literaturrecherche zu mechatronischen Anwendungen	105
12.3.1	Mechatronisches Schloss mit integrierter Stromerzeugung	105
12.3.2	Selbstorganisierendes Funkschließsystem	105
12.3.3	Flexibles Türsystem	106
12.3.4	Vollautomatische 3-fach-Sicherheitstür	107
12.3.5	Mechatronischer Beschlag	108
12.4	Übertragung der Schnittstellendefinition auf ein mechatronisches System	109
12.5	Bewertung mechatronischer Systeme	111
12.5.1	Festlegung der Systemgrenzen	111
12.5.2	Bewertungsmatrix der Beispiele	112
12.5.3	Bewertung durch Ausstattungsvarianten	117
13	Dank	119
14	Literaturverzeichnis	121

TEILPROJEKT 13

Entwicklung von Grundlagen
für die Integration von Elektronik im
Fenster-, Türen- und Fassadenbau

Teilbericht II: Kraftbetätigte Fenster



Norbert Sack
ift Rosenheim

Thema Entwicklung von Grundlagen für die Integration von Elektronik in den Fenster-, Türen- und Fassadenbau

Teilbericht II: Kraftbetätigte Fenster

Gefördert durch Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
im Rahmen der High Tech Offensive Bayern

Forschungsstellen ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Str. 7-9
83026 Rosenheim



Hochschule Biberach
Karlstraße 11
88400 Biberach



Projektbearbeitung Dipl.-Phys. Norbert Sack (**ift**) (Gesamtleitung)
Dipl.- Ing. (FH) Stephan Lechner (**ift**)
Dipl.- Ing. (FH) Ingo Leuschner (**ift**)
Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Kast (**ift**)

Prof. Dr.-Ing. Martin Becker (HBC)
Dipl.-Ing. (FH) Peter Knoll (HBC)
Dipl.-Ing. (FH) Mark Lehnertz (HBC)

Institutsleitung (ift) Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Sieberath

Rosenheim, Juli 2008

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	
1 Übertragungsregeln für Antriebe	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Lösungsansatz	1
1.3 Wechselwirkungsmatrix	1
1.4 Möglichkeiten zur Übertragung der Eigenschaften	10
1.4.1 Einteilung von Antriebsvarianten	11
1.4.2 Parametermatrix	14
1.4.3 Nachweis und Übertragung der Dauerhaftigkeit	16
1.4.3.1 Generelles	16
1.4.3.2 Dauerhaftigkeit der Antriebe zum Öffnen und Schließen der Varianten A, B, C und D	16
1.4.3.3 Dauerhaftigkeit der Antriebe zum Ver- und Entriegeln	20
1.4.3.4 Dauerhaftigkeit der Antriebe zum Öffnen und Schließen der Variante E	22
1.4.3.5 Übertragungsregeln	22
1.4.3.6 Dimensionierung der Antriebe	26
1.4.3.7 Zusammenfassung	28
1.4.4 Nachweis und Übertragung der Luftdurchlässigkeit und Schlagregendichtheit	28
1.4.4.1 Konzeption/Ansatz	28
1.4.4.2 Prüfung des Kraft-Weg-Diagramms von Antrieben	30
1.4.4.3 Prüfung der Luftdurchlässigkeit und der Schlagregendichtheit	32
1.4.4.4 Ergänzende Prüfungen mit einer Ersatzfeder	36
2 Untersuchungen zu Schutzarten	41
2.1 Problemstellung	41
2.2 Definition und Ermittlung der Schutzarten	41
2.3 Schlussfolgerungen	42
2.4 Ziel	43
2.5 Voruntersuchungen	43
2.5.1 Durchführung	43
2.5.2 Ergebnis	44
2.5.2.1 Analyse der ausgefallenen Antriebe	45
2.5.2.2 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	53
2.6 Definition der Prüfklimare	53
2.7 Prüfablauf	55
2.7.1 Mechanische Alterung	55
2.7.2 Einbaulage während des Klimawechsels	56
2.8 Auswahl der Probekörper	57

2.9 Durchführung der Prüfung	59
2.10 Auswertung und Bewertung	61
2.10.1 Prüfungen bei Klima 1	61
2.10.2 Prüfungen bei Klima 2	62
2.10.3 Untersuchung der Antriebe hinsichtlich Auswirkungen der Belastungen	63
2.10.3.1 Ausgefallene Antriebe	63
2.10.3.2 Alle anderen Antriebe	64
2.10.4 Temperatur und Feuchte im Inneren der Antriebe	67
2.11 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	70
3 Dank	72
4 Literaturverzeichnis	74