

Kurzfassung

Entwicklung und Konstruktion eines modularen, multifunktionalen Lüftungsgerätes für natürliche Rauch-, Wärme- und Luftabführung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Konstruktion eines natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsgerätes (NRWG) und dessen Funktionserhaltung.

Da Brandrauch bei Gebäudebränden die Hauptursache für Todesfälle ist, sind diese Geräte ein wichtiger Bestandteil einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA). Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte sollen funktionssicher konzipiert sein und nachhaltig funktionstüchtig bleiben.

Deshalb ist eine RWA-Anlage so zu bemessen, dass diese bei bestimmungsgemäßer Projektierung und vorgeschriebener Instandhaltung das Gefahrenrisiko für Personen und Sachschäden mindert. Als zentrale Grundlage sind hierbei die nationalen Normen, europäischen Normen und gesetzlichen Schutzziele zu beachten.

Die DIN 18232-2 und die Festlegungen nach DIN EN 12101-2 liefern hierzu wertvolle Hinweise, insbesondere für die Auslegung einer Rauchabzugsanlage und Prüfverfahren für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte.

Zunächst wird eine kurze Einführung in das Funktionsprinzip einer Entrauchung gegeben, der generelle Nutzen erläutert und Projektierungshinweise benannt.

Danach werden kritische Einbausituationen und unterschiedliche, am Markt erhältliche NRWG-Bauarten in einer Gegenüberstellung aufgezeigt. Anschließend wird ein Überblick über Funktionseigenschaften und Vor- und Nachteile dieser Geräte herausgearbeitet, damit unterschiedliche Lösungsansätze erfasst werden können.

Die eigene Konstruktion eines Rauch- und Wärmeabzugsgerätes und eine Zusammenfassung der umfangreichen experimentellen Untersuchungen mit zusätzlicher NRWG-Beschreibung bildet die Ausgangslage für die nachfolgende Aufgabenstellung.

Nach Einführung der Norm DIN EN 12101-2 hat die Bedeutung der Produktinnovation durch den verstärkten Wettbewerb im europäischen Markt zugenommen. Das größere Leistungsangebot macht die Kunden anspruchsvoller und diese suchen Produkte nach ihren Präferenzen zu angemessenen Preisen.

Der Kampf um die Marktanteile erzeugt Handlungsbedarf und beeinflusst die Aufgabenstellung bezüglich der Anforderungen an die kostengünstige Produktentwicklung eines Rauch- und Wärmeabzugsgerätes mit multifunktionalem Nutzen.

Auf Basis dieser Erkenntnisse und der praktischen Erfahrungen wurden Ziele und allgemeine Anforderungen für das neue Gerät formuliert.

Bei der darauf folgenden Lösungssuche kamen sowohl konventionelle als auch intuitiv betonte Methoden zur Anwendung.

Die Herausforderung dieser Arbeit begründet sich auf die Produktentwicklung eines natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsgerätes, nachfolgend mit der Lösung einer montagefreundlichen, modularen Geräteausführung und kostenoptimierten Variantenkonstruktion für den Flachdacheinbau.

Das zu entwickelnde Produkt mit seinen typischen Funktionseigenschaften, Ausführungsdetails und Spezifikationen ist zentraler Bestandteil dieser Arbeit.

Zur Überprüfung der erstellten Konstruktionslösung sind in praxisnahen Tests und wirtschaftlichen Bewertungen die Entwicklungsergebnisse dokumentiert. Ein Modul dieser Produktneuentwicklung ist zum nationalen und europäischen Patent angemeldet.

Abschließend werden Instrumente einer Gütesicherung zum Funktionserhalt vorgestellt, die mit der Entwicklung von Güte-, Prüf- und Durchführungsbestimmungen für die Montage und Wartung von Rauch- und Wärmeabzugsgeräten realisiert werden können.



Abbildung 1: Zitat von Albert Einstein

Abstract

Development and Construction of a Modular Multifunctional Ventilation Unit for Natural Smoke, Heat and Air Extraction

This thesis deals with the development and construction of a material smoke and heat extraction unit (NRWG) and maintaining its functions.

Due to the fact that building fires are the main reason for fatalities, these units are an important part of a smoke and heat extraction system (RWA). Natural smoke and heat extraction units should be designed to be safe in function and remain sustainably functional.

This is why a RWA system is assessed so that the risk of dangers to persons and property damages are reduced with proper project planning and specified maintenance. The national norms, European norms and legal protection aims are to be taken into account as a main basis.

DIN 18232-2 and the specifications in accordance with DIN EN 12101-2 also provide valuable information, particularly on the design of a smoke extraction system and the test procedures for natural smoke and heat extraction units.

The first part covers a brief introduction to the functional principles of extracting smoke, an explanation of the general benefits and statement on the project planning information.

After this, critical installation situations and different NRWG models available on the market are shown as a comparison. Then an overview of the functional properties and the advantages and disadvantages of these units are worked on so that various solution approaches can be established.

The specific construction of a smoke and heat extraction unit and a summary of the extensive experimental investigations with an additional NRWG description form the basis for the following set of tasks.

After the introduction of the norm DIN EN 12101-2, the importance of product innovation increased due to the reinforcement of competition in the European market. The larger range of services made the customer more demanding and meant that they look for products according to their preferences at appropriate prices.

The battle for market shares now results in the need to take action and influences the tasks with respect to the requirements for cost efficient product development of a smoke and heat extraction unit with multifunctional benefits.

On the basis of this knowledge and the practical experiences, targets and general requirements for the new device were formulated.

Both conventional and more intuitive methods were applied in the following search for a solution.

The challenge of this work is based on the product development of a natural smoke and heat extraction unit together with the solution of easy-to-assemble, modular unit design and cost optimised construction of versions for flat roof installation.

The product to be developed with its typical functional properties, design details and specifications is the central element of this thesis.

The development results are documented in practical tests and economic assessments to review the construction solution produced. A module of this new product development is registered for a national and European patent.

Finally, instruments of quality assurance to maintain the functions are presented which can be realised with the development of quality, inspection and implementation regulations for assembly and maintenance of smoke and heat extraction units.

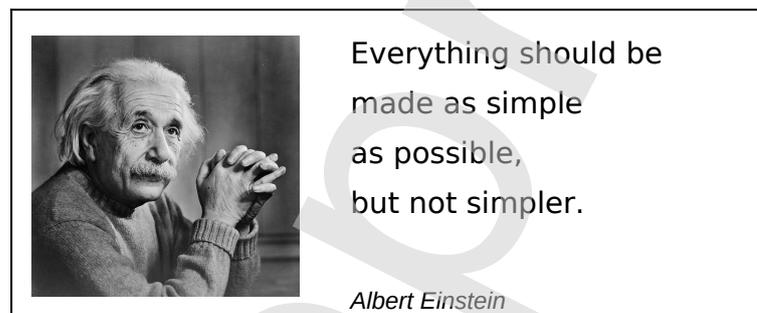


Figure 1: quote from Albert Einstein

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung

Abstract

1	Einleitung	19
1.1	Problemstellung	19
1.2	Ziel und Aufbau der Arbeit	21
2	Anforderungen an den baulichen Brandschutz	22
2.1	Schutzziele im Bereich des Brandschutzes	22
2.2	Gesetzliche Grundlagen	22
2.3	Bauproduktenrichtlinie	23
3	Stand der Technik	24
3.1	Festlegungen für NRWG nach DIN EN 12101-2	24
3.1.1	Zertifizierung	24
3.1.2	Prüfkriterien und Klassifizierungen	25
3.1.3	Kennzeichnung	25
3.1.4	Informationen	26
3.1.5	Normenüberleitung	27
3.1.6	Kommentar	27
3.2	Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRWA)	29
3.2.1	Natürliche Rauchabzüge (NRA)	29
3.2.2	Wärmeabzüge (WA)	30
3.2.3	Funktionsprinzip von NRWA	30
3.2.4	Mehrfachnutzen der NRWG	32
3.3	Projektierung von NRA nach DIN 18232-2	33
3.3.1	Anwendungsbereich	33
3.3.2	Bemessungsregeln	33
3.3.3	Einbauregeln für NRWG	36
3.3.4	Brandschutzanforderungen für Aufsetzkränze von NRWG	37
3.4	NRWG-Bauarten	39
3.4.1	Bauarten der Rauch- und Wärmeabzugsgeräte	39
3.4.2	Beispiel für NRWG-Bauarten	40
3.4.3	Gegenüberstellung Doppelklappenlüfter / Einzelklappenlüfter	44
3.4.4	Gegenüberstellung Doppelklappenlüfter / Jalousielüfter	45
3.4.5	Gegenüberstellung Jalousie- / Lamellenlüfter	47
3.5	Aerodynamische Wirksamkeit	49
3.5.1	Unterschied: Aufsetzkranz gerade oder geneigt	50
3.5.2	Unterschied: Gerät mit und ohne Windleitwand	51

3.5.3	Beispiele für Geräte mit geringem Öffnungswinkel	51
3.6	Einbautagen von NRW unter Umweltbedingungen	52
3.6.1	Aerodynamische Hinweise für NRW in Dachflächen	52
3.6.2	Aerodynamische Hinweise für NRW in Wandflächen	53
3.6.3	Hinweis zu Umwelteinwirkungen auf Dachflächen	53
3.6.4	Hinweise zu Schneeablagerungen auf NRW	54
3.7	Vergleich der Lasteinwirkungen alt / neu	54
3.7.1	Windlastbemessung alt / neu	54
3.7.2	Schneelastbemessung alt / neu	59
3.8	NRWG-Konstruktionsbeschreibung	62
3.8.1	Geräteaufbauform	62
3.8.2	Gerätebauteile	63
3.8.3	Gerätedarstellungen	64
3.8.4	Baugrößen und Haubenausfachungen	65
3.8.5	Nicht thermische und thermische Trennung	66
3.8.6	Pneumatische Antriebssteuerung	66
3.8.7	Pneumatische Antriebshübe	67
3.8.8	Auslösevorrichtung	67
3.8.9	Aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche	67
3.8.10	Zusammenfassung der Prüfergebnisse	68
4	Handlungsbedarf	69
4.1	Anforderung	69
4.1.1	Bedarfsformulierung	69
4.1.2	Planen und Klären der Anforderung	70
4.1.3	Anforderungen an die NRW-Einheit	70
4.1.4	Allgemeine Anforderungen	70
4.2	Zielsetzung	74
4.2.1	Zielformulierung	74
4.2.2	Ziele	74
5	Entwicklungsprozess - Lösungssuche	75
5.1	Vorgehensweise	75
5.2	Anforderungen	76
5.3	Spezielle Anforderungen	77
5.4	Definition der Teilsysteme und Lösungsansätze	78
5.4.1	Dach-Anbindungssystem	79
5.4.2	Basis-Trägersystem	80
5.4.3	Klappen-Wirksystem	80
5.4.4	Informations-Auslösesystem	80
5.4.5	Antriebs-Öffnungssystem	80
5.5	Methoden der Lösungssuche	81

5.5.1	Konventionelle Methoden	81
5.5.2	Intuitiv betonte Methoden	82
5.5.3	Generierende und korrigierende Methoden	82
5.6	Vorstellung und Wahl der Lösungsansätze	83
5.6.1	Lösungssuche zum Dach-Anbindungssystem	84
5.6.2	Lösungssuche zum Basis-Trägersystem	88
5.6.3	Lösungssuche zum Klappen-Wirksystem	92
5.6.4	Entwurf: Gesamt- Lösungsansatz	95
5.6.5	Bewertung der einzelnen Teillösungen	96
6	Produktkonstruktion	97
6.1	NRWG-Beschreibung und Übersicht	97
6.1.1	Kurzbeschreibung	97
6.1.2	Übersichtsdarstellung	98
6.2	Konstruktion trichterförmiger Aufsetzkranz	99
6.2.1	Seitenteil	100
6.2.2	Eckverbinder	100
6.2.3	Eckklammer	101
6.2.4	Maßskizze trichterförmiger Aufsetzkranz	101
6.3	Konstruktion Gerätebasis	102
6.3.1	Basisrahmen	103
6.3.2	Rahmendichtung	103
6.3.3	Aufnahmeblech	104
6.3.4	Rinne	104
6.3.5	Antriebstraverse	105
6.3.6	Anschlussprofil	105
6.4	Konstruktion Öffnungsklappe	106
6.4.1	Klappenrahmen	106
6.4.2	Eck- und Hilfwinkel	107
6.4.3	Klappenausfachung	107
6.4.4	Klappentraverse	108
6.4.5	Scharniere	108
6.5	Auslösevorrichtung	109
6.5.1	Funktionsbeschreibung	110
6.5.2	Einbaulagen	111
6.5.3	Energieträger	111
6.6	Öffnungsaggregat	112
6.6.1	Funktionsbeschreibung	112
6.6.2	Daten der Öffnungsaggregate	113
6.6.3	Pneumatiksteuerung	113
6.7	Produktvarianten	114
6.7.1	Varianten der Öffnungsklappen	114

6.7.2	Varianten der Gitter	115
6.7.3	Varianten der regensicheren Lüftung	117
6.8	Beschreibung der Ortsmontage	119
6.8.1	Montage Aufsetzkranz	119
6.8.2	Montage Gerätebasis	122
6.8.3	Montage Öffnungsklappe	123
6.8.4	Montage Auslösevorrichtung	124
6.8.5	Montage Öffnungsaggregat	125
7	Bewertung der Konstruktionslösung	126
7.1	Allgemeine technische Beurteilung	126
7.1.1	Bewertung Aufsetzkranz	126
7.1.2	Bewertung Gerätebasis	127
7.1.3	Bewertung Öffnungsklappen	128
7.2	Prüfungen nach DIN EN 12101-2	129
7.2.1	Funktionsarten	129
7.2.2	Zuverlässigkeit	129
7.2.3	Funktionssicherheit unter Schneelast	130
7.2.4	Funktionssicherheit bei niedriger Temperatur	131
7.2.5	Standicherheit unter Windlast	132
7.2.6	Wärmebeständigkeit	133
7.2.7	Brandverhalten der Materialien	134
7.2.8	Bestimmung der aerodynamisch wirksamen Öffnungsfläche	135
7.2.9	Zusammenfassung der Prüfergebnis	137
7.3	Wirtschaftliche Betrachtung	138
7.4	Erfüllungsgrad der Anforderungen	141
7.4.1	Bewertung der Erfüllung der allgemeinen Anforderungen	142
7.4.2	Bewertung der Erfüllung spezieller Anforderungen	143
8	Instrumente der Funktionserhaltung	144
8.1	Grundvoraussetzung	144
8.1.1	RAL-Anerkennungsverfahren	146
8.1.2	Gütegemeinschaft	146
8.2	Anforderungen an die Montage	147
8.2.1	Voraussetzung für die Montage	147
8.2.2	Unterlagen für die Durchführung	148
8.2.3	Festlegungen für die Bedingungen	148
8.2.4	Ausführung der Montage	148
8.2.5	Inbetriebnahme der Anlage	148
8.2.6	Montagefertigstellung	148
8.3	Anforderungen an die Wartung	149
8.3.1	Voraussetzung für die Wartung	149

8.3.2	Durchführung der Wartung	149
8.3.3	Zusammenstellung der Ergebnisse	149
8.4	Personelle Anforderungen an die Montage- und Wartungsfirma	150
8.5	Betriebliche Anforderungen an die Montage- und Wartungsfirma	150
8.6	Prüfbestimmungen	150
8.6.1	Prüfbestimmungen für den Bereich der Montage	150
8.6.2	Prüfbestimmungen für den Bereich der Wartung	151
8.6.3	Kontrolle der personellen und betrieblichen Anforderungen	151
8.7	Kennzeichnung	151
8.8	Beispielhafter Arbeitsablauf Instandhaltung	152

Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Vielzahl von Brandursachen und deren Folgen macht den Brandschutz zu einer wesentlichen Sicherheitsforderung^[1] an Bauwerke.

Zu den Grundsätzen des praktischen Brandschutzes gehört die Erkenntnis, dass der Mensch im Mittelpunkt steht und keine Brandschutzmaßnahme für sich isoliert betrachtet werden darf. Vielmehr muss die Summe aller Maßnahmen als ein zusammengehörendes System gesehen werden. Anlagentechnische und abwehrende Maßnahmen beeinflussen durch ihre Wechselwirkung dominierend die Brandentwicklung und die Brandeinwirkungen.

Die Rauch- und Wärmeableitung ist in diesem Zusammenhang – zum Schutz von Menschen und zur Sicherung der Sachwerte – ein wichtiger Faktor. Deshalb ist die Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) zu einem unverzichtbaren Bestandteil von Brandschutzkonzepten geworden.

Nach einer Mitteilung der deutschen Versicherungswirtschaft^[2] sterben in Deutschland bei jährlich 200000 Bränden ungefähr 600 Menschen, wobei rund 6000 Menschen schwer und 60000 Menschen leicht verletzt werden. 95 % der Toten sind an den Folgen einer Rauchvergiftung gestorben.

Die Rauchvergiftung ist mit 72,7 % die häufigste Verletzungsursache bei Bränden. Das ergab eine statistische Untersuchung^[3], die Art und Umfang der in der Presse veröffentlichten Personenschäden und Sachschäden bei Bränden in Deutschland detailliert erfasst und auf eine Auswertung von 2600 Meldungen basiert.

^[1] o. V. Bauproduktenrichtlinie (BPR)
Richtlinie des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)
ABl. EG (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften) Nr. L 40 vom 11.02.1989, S. 12, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG des Rates vom 22.07.1993, ABl. EG Nr. L 220 vom 30.08.1993, S. 1.

^[2] GDV Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

^[3] FVLR Fachverband Lichtkuppel, Lichtband e. V.

Die größte Gefahr bei einem Brand ist also nicht das Feuer, sondern die dabei unvermeidliche Rauchentwicklung. Zum Beispiel wird durch zehn Kilo brennendes Papier in einer Zeit von zehn Minuten eine Rauchgasmenge mit tödlich wirkenden toxischen Bestandteilen von 10000 Kubikmeter produziert.

Zu den durch Brände entstandenen Personenschäden kommt noch ein gewaltiger volkswirtschaftlicher Schaden. Die deutschen Sachversicherer melden, dass ungefähr 70 % der durch Brände zerstörte Firmen in den folgenden Jahren Insolvenz anmelden und vom Markt verschwinden.

Durch große Rauchgas Mengen werden bei einem Brand die Fluchtmöglichkeiten für Personen begrenzt. Zusätzlich besteht bei brennenden Gebäuden durch die starke Wärmebelastung das Risiko der Einsturzgefahr, was den Lösch- und Rettungsangriff durch die Feuerwehr behindert.

In beiden Fällen führen Sicherheitsdefizite im Brandschutz zu großen Gefahren für Gebäudebenutzer. Vorbeugender Brandschutz ist deshalb von zentraler Bedeutung.

Zum Beispiel durch eine natürlich funktionierende Rauch- und Wärmeableitung.

Unzureichende Gerätekonstruktionen und Projektlösungen können die Funktion der Rauch- und Wärmeabführung negativ beeinträchtigen.

Um die hohen Anforderungen an die Brandschutzsicherheit zu erreichen, muss sichergestellt werden, dass NRWG als Bestandteil einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage vollständig, zuverlässig und dauerhaft funktionieren.

Die Festlegungen für Prüfungen von natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsgeräten (NRWG) sind in der Norm DIN EN 12101-2^[4] bestimmt.

Im frühen Konstruktionsstadium von NRWG und Planungsstudium von RWA ist die Beeinflussbarkeit der Geräte- / Projektkosten und der folgenden Instandhaltungskosten am größten.

[4] DIN EN 12101-2 „Festlegungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte“, Fassung Februar 2003, Ersatz für DIN 18232-3:1984-09

1.2 Ziel und Aufbau der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines einfachen, montagegerechten und kostengünstig gestalteten, modularen Systems für natürliche Rauch-, Wärme- und Luftabführung. Nach einer grundsätzlichen Beschreibung der Anforderungen an den baulichen Brandschutz wird im dritten Kapitel der Stand der Technik erarbeitet. In Abschnitt 3.1 ist die Normfestlegung für die Prüfungen von Rauch- und Wärmeabzugsgeräten beschrieben. Die Hauptanwendungsgebiete werden in Abschnitt 3.2 identifiziert, das Funktionsprinzip der Rauchabführung erklärt und in Abschnitt 3.3 die Projektierung nach DIN 18232-2^[5] erläutert. In einer Gegenüberstellung werden im Abschnitt 3.4 die Merkmale selbst konstruierter Produkte und eine Auswahl der am Markt vorhandenen Bauarten dargestellt und analysiert. Weitere Teile dieses Kapitels geben Hinweise zur aerodynamischen Wirksamkeit der NRWG und beschreiben die Einwirkungen unter Umweltbedingungen entsprechend der verschiedenen Einbaulagen. Exemplarisch wird in Abschnitt 3.8 die eigene Konstruktion eines Rauch- und Wärmeabzugsgerätes als Vergleichsbasis für die weitere Entwicklungsarbeit vorgestellt.

Der Handlungsbedarf in Bezug auf eine transportfreundlichere, montagegerechtere und kostengünstigere Gestaltung eines multifunktionalen Lüftungsgerätes wird im vierten Kapitel bestimmt. Im Abgleich mit dem in Kapitel 3 erarbeiteten „Stand der Technik“ werden Anforderungen für die Zielsetzung der Produktentwicklung formuliert.

Um Entwicklungsimpulse für die Gestaltung des NRWG zu erhalten, wird im fünften Kapitel methodisch nach neuen Lösungen gesucht. Es werden die ersten Ansätze neuer Ideen skizziert.

Im sechsten Kapitel wird die Produktentwicklung des neuen Rauch- und Wärmeabzugsgerätes konstruktiv ausgearbeitet. Dabei werden Ausführungsdetails der Konstruktionsvarianten dokumentiert und Modulspezifikationen beschrieben.

Am Ende der Arbeit wird im siebten Kapitel die Produktentwicklung hinsichtlich der Zielsetzung analysiert und bewertet. Abschließend werden Instrumente einer Gütesicherung zur Funktionserhaltung vorgestellt, die mit der Entwicklung von Güte-, Prüf- und Durchführungsbestimmungen für die Montage und Wartung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen realisiert werden können.

[5] DIN 18232-2:2007-11 „Rauch- und Wärmefreihaltung“ (Bemessung, Anforderungen, Einbau)