

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREBefestigung von Heizkörpern
Anforderungen für Planung und BemessungFasteners of radiators
Requirements for planning and design

VDI 6036

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	5
3 Begriffe	5
4 Formelzeichen	7
5 Übersicht über die zu berücksichtigenden Informationen	9
6 Wirkprinzipien von Heizkörperbefestigungen	10
7 Anforderungsklassen	10
7.1 Normale Anforderungen – Anforderungsklasse 1	11
7.2 Normale und erhöhte Anforderungen, Mindestanforderungen – Anforderungsklasse 2	11
7.3 Hohe Anforderungen – Anforderungsklasse 3	12
7.4 Sehr hohe Anforderungen bzw. Sonderbelastungen – Anforderungsklasse 4	12
8 Einwirkende Kräfte auf Heizkörperbefestigungen	12
8.1 Vertikalkräfte $F_{V_{k,O}}$ von oben	13
8.2 Vertikalkraft $F_{V_{d,U}}$ von unten (Aushebekraft)	21
8.3 Horizontalkraft $F_{H_{d,S}}$ von der Seite	22
8.4 Horizontalkraft $F_{H_{d,U}}$ an der Unterkante zum Raum oder zur Wand	23
8.5 Horizontalkraft $F_{H_{d,O}}$ an der Oberkante zum Raum oder zur Wand	24
9 Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen	24
9.1 Bemessungswerte der Einwirkungen	25
9.2 Bemessungswerte der Widerstände	25

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	3
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Symbols	7
5 Overview of information to be considered	9
6 Action principles in radiator fasteners	10
7 Requirements classes	10
7.1 Normal requirements – Requirements class 1	11
7.2 Normal and increased requirements, minimum requirements – Requirements class 2	11
7.3 High requirements – Requirements class 3	12
7.4 Very high requirements or exceptional loads – Requirements class 4	12
8 Forces acting on radiator fasteners	12
8.1 Vertical forces $F_{V_{k,O}}$ from above	13
8.2 Vertical force $F_{V_{d,U}}$ from below (lift force)	21
8.3 Horizontal force $F_{H_{d,S}}$ from one side	22
8.4 Horizontal force $F_{H_{d,U}}$ at the lower edge towards the room or the wall	23
8.5 Horizontal force $F_{H_{d,O}}$ at the upper edge towards the room or the wall	24
9 Proof of radiator fastener load-bearing capacity	24
9.1 Rated values of actions	25
9.2 Rated values of resistances	25

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

Inhalt	Seite
Anhang A Empfohlene Zuordnung Gebäudetypen zu Anforderungsklassen	26
Anhang B Übersicht zu Einwirkungen und Sicherheitsfaktoren	28
Anhang C Übersicht über die einwirkenden Kräfte	30
Anhang D Berechnungsbeispiele	32
D1 Privathaushalt – Designheizkörper mit Querrohren	32
D2 Behörde, öffentlich zugänglicher Bereich – Flachheizkörper	35
D3 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (ohne Heizkörpernische)	37
D4 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (in Heizkörpernische)	40
D5 Hotel, Foyer – Bankradiator	42
Anhang E Berechnungsbeispiele – Befestigung bei verschiedenen „Wandaufbauten“	46
Anhang F Empfohlene Werte für anrechenbare horizontale Verschiebe- und Abzugskräfte bei üblichen Anschlusssituationen	52
Anhang G Empfehlungen für Versuchsdurchführung und -auswertung	54
Schrifttum	56

Contents	Page
Annex A Recommended allocation of building types to requirements classes	26
Annex B Overview of actions and safety factors	28
Annex C Overview of acting forces	31
Annex D Calculation examples	32
D1 Private household – Designer radiator with horizontal tubes	32
D2 Public authority building, public access area – Flat-fronted radiator	35
D3 School, classroom – Tubular radiator (without radiator niche)	37
D4 School, classroom – Tubular radiator (in radiator niche)	40
D5 Hotel, lobby – Bench radiator	42
Annex E Calculation examples – Fastening for different “wall constructions”	49
Annex F Recommended values for allowable horizontal displacement and pull-off forces in common connection situations	53
Annex G Recommendations for test performance and evaluation	54
Bibliography	56

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/6036.

Einleitung

Diese Richtlinie beschreibt den bestimmungsgemäßen als auch den sich aus vorhersehbarem Fehlgebrauch ableitbaren realen Gebrauch von Heizkörpern und soll Planer und Ausführende dabei unterstützen, die für die jeweilige Anforderungsklasse entsprechenden Heizkörperkonsolen bzw. Befestigungssysteme auswählen und bemessen zu können.

In der Erstfassung der vorliegenden Richtlinie wurde eine Staffelung in die Anforderungsklasse 1 bis Anforderungsklasse 4 eingeführt. Diese unterschieden sich je nach Anwendungsfall bei den zu berücksichtigenden veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) und den hierfür anzusetzenden Kräften und Sicherheitsbeiwerten.

Die vorliegende Überarbeitung berücksichtigt, dass sich eine Differenzierung zwischen der Anforderungsklasse 1 und Anforderungsklasse 2 in der Praxis aus verschiedenen Gründen nicht bewährt hat. Daher entfällt die bisherige Anforderungsklasse 1.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Auswahl und Bemessung von Konsolen bzw. Befestigungssystemen für die Boden- (Standkonsolen) und Wandbefestigung (Wandkonsolen, Bohrkonsolen) von Heizkörpern, die zum Zweck der Raumheizung, z.B. in Wohn-, Gewerbe- und Bürogebäuden, installiert werden.

Heizkörper im Sinn dieser Richtlinie sind z.B. Flachheizkörper, Heizwände, Konvektoren, Designheizkörper (z.B. Handtuchtrockner, Garderobenheizkörper) und Röhrenradiatoren, unabhängig davon, ob sie an Zentralheizungsnetze angeschlos-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/6036.

Introduction

This standard describes the normal use of radiators but also their real use which can be derived from foreseeable misuse and is intended to support planners and installers in selecting and dimensioning radiator brackets or fastening systems consistent with the respective requirements class.

The first edition of this standard introduced a differentiation of requirements classes from requirements class 1 to requirements class 4. Depending on the application, these classes differed in the variable actions to be considered (additional loads) and the forces and safety factors to be applied in each case.

This revised edition takes account of the fact that a differentiation between requirements class 1 and requirements class 2 has not proved useful in practice for various reasons. Therefore, the previous requirements class 1 no longer applies.

1 Scope

This standard applies to the selection and dimensioning of brackets and fastening systems for floor mounting (pedestals) and wall mounting (wall brackets, sleeve anchors) of radiators installed for space heating purposes in, e.g., residential, commercial and office buildings.

Examples of radiators as defined by this standard are flat-fronted radiators, heating wall panels, convectors, designer radiators (e.g. heated towel rails, heated clothes racks), and tubular radiators, irrespective of whether they are connected to central

sen sind oder autark, z.B. elektrisch, betrieben werden.

Die Richtlinie gilt eingeschränkt auch für Heizkörperkonstruktionen, bei denen gesonderte Einbausituationen, z.B. Verkleidungen, Nischen o.Ä., das Einbringen von veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch verringern, verhindern oder bei denen Anbauteile selbst beim Einbringen der veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) versagen. In diesen Fällen sind nur die Einwirkungen anzusetzen, die tatsächlich am Heizkörper wirken.

Die Befestigungssysteme anderer Heizeinrichtungen, z.B. elektrische Direktheizter, die in dieser Richtlinie nicht betrachtet werden, können sinngemäß ausgelegt werden.

Die Richtlinie gilt nicht für mobile Heizkörper und Heizkörper in mobilen Räumen. Sie gilt ebenfalls nicht für Heizkörper im Boden, sogenannte Unterflur-Konvektoren, und nicht für Deckenstrahlplatten oder vergleichbare Heizflächen.

Bei Sonderanwendungen, z.B. Fassadenheizflächen, Geländer mit Heizfunktion, Heizkörper mit einem außergewöhnlichen Abstand Unterkante zum Fußboden (z.B. 1 m) müssen gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen, die sich aus dem speziellen Anwendungsfall ergeben können, berücksichtigt werden. Dies gilt auch für Heizkörper, deren Befestigungen konstruktionsbedingt ungleichmäßig belastet werden.

Heizkörper dürfen nur an tragfähigem Verankerungsgrund befestigt werden.

Zweck dieser Richtlinie ist es, Unternehmen und Personen, die mit der Planung und Ausführung von Heizungsanlagen betraut sind, eine Anleitung zur Auswahl und Bemessung von Heizkörperkonsolen bzw. Befestigungssystemen zu geben. Dabei werden die sich aus dem bestimmungsgemäßen Gebrauch und vorhersehbarer Fehlnutzung ergebenden Lasten berücksichtigt. Mit den errechneten Werten können Mindestanforderungen an Befestigungsvorrichtungen für den jeweiligen Einsatzfall festgelegt werden, um bei Benutzung der im Anwendungsbereich genannten Befestigungsvorrichtungen ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Sicherheit zu gewährleisten.

Die fachgerechte Montage von Heizkörpern und ihren Befestigungssystemen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Bei der Bemessung von Heizkörperbefestigungen wird davon ausgegangen, dass diese ordnungsgemäß und fachgerecht montiert werden und dieser Zustand über die gesamte Lebensdauer sichergestellt wird.

heating systems or operated autonomously, e.g., electrically.

The standard also applies, with some limitations, to radiator constructions where special installation situations such as panellings, niches, or similar reduce or prevent the application of variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse, or where add-on parts fail when variable actions (additional loads) are applied. In these cases, only the actions actually acting on the radiator shall be assumed.

Fastening systems of other heating devices, e.g., electric direct heaters, which are not dealt with in this standard, can be dimensioned analogously.

The standard is not applicable to mobile radiators and radiators in mobile rooms. Furthermore, under-floor convectors and radiant ceiling panels or similar heating panels are excluded from the scope of the standard.

In the case of special applications, e.g., façade heating panels, heated banisters, radiators with an unusual distance from lower edge to floor (e.g. 1 m), it is possible that additional requirements resulting from the special application have to be considered. This also applies to radiators whose fasteners are loaded unevenly due to their design.

Radiators shall only be fastened to anchoring substrates having suitable load-bearing capacity.

The purpose of this standard is to provide companies and persons charged with planning and executing heating systems with a code of practice for the selection and dimensioning of radiator brackets and fastening systems. The loads resulting from normal use and foreseeable misuse are taken into account. The calculated values can be used to specify minimum requirements to be met by fasteners for the respective application so as to ensure a high degree of reliability and safety in using the fasteners mentioned in the scope of this standard.

Professional installation of radiators and their fastening systems is not dealt with in this standard. Regarding the dimensioning of radiator fasteners, it is assumed that they are mounted properly and professionally and that this condition is reliably maintained throughout the service life.

Die der Berechnung zugrunde liegende Systematik orientiert sich an Erfahrungswerten und Regeln der Technik sowie an Vorschriften. Die in späteren Abschnitten genannten Kräfte für veränderliche Lasteinwirkungen basieren auf umfangreichen Versuchen.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 4700 Blatt 1 und die folgenden Begriffe:

Bodenbefestigung (Standkonsole)

Mittel zur Befestigung eines →Heizkörpers auf einem Roh- oder Fertigfußboden

Bohrkonsole

→Wandbefestigung mithilfe von zwei unabhängig voneinander in die Wand montierten Rohren

Anmerkung 1: Die beiden Rohre oder Rohrabschnitte werden mit einem Teil ihrer Länge in ein horizontales Bohrloch in der Wand eingesteckt und durch Verankerungsabschnitte in der Wand fixiert.

Anmerkung 2: Alternativ zu den unteren Bohrkonsolen kommen auch Abstandhalter zum Einsatz.

Heizkörper

ein mit Wasser, Wasser-Frostschutzmittel-Gemischen oder einem anderen für den Wärmetransport geeigneten Medium zum Zweck der Beheizung von Räumen gefüllter und an das Heizungssystem angeschlossener Hohlkörper

Anmerkung: Heizkörper werden nach ihrer Bauart und Bauform unterschieden.

Beispiele: Bad- und Designheizkörper (siehe Bild 1), Flachheizkörper (siehe Bild 2), Heizwand (siehe Bild 2), Konvektor (siehe Bild 3), Elementheizkörper (z.B. Röhrenradiator, Bankradiator; siehe Bild 4)

Konsole

Mittel zur Befestigung von →Heizkörpern auf dem Fußboden oder an der Wand

Wandbefestigung

Mittel zur Befestigung eines →Heizkörpers an vertikalen Flächen

Anmerkung 1: Wandbefestigungen können z.B. an Massiv- oder Trockenbauwänden eingesetzt werden.

Anmerkung 2: In dieser Richtlinie werden die Wandbefestigungen →Bohrkonsole, →Wandkonsole und →Wandschiene berücksichtigt.

The system underlying the calculation relies on empirical values and rules of technology as well as regulations. The forces of variable load actions mentioned in subsequent sections are based on extensive trials.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 4700 Part 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions as per VDI 4700 Part 1 and the following terms and definitions apply:

floor mount (pedestal)

device for fastening a →radiator on an unfinished or finished floor

sleeve anchor

→wall mount using two independent tubes mounted in the wall

Note 1: The two tubes or tube sections are partially inserted into a horizontal bore in the wall and fixed in the wall by means of anchoring sections.

Note 2: Spacers are used as an alternative to the lower sleeve anchors.

radiator

hollow body filled with water, water/antifreeze mixtures, or another suitable heat-transport fluid for space heating purposes and connected to the heating system.

Note: Radiators are distinguished according to type and design.

Examples: Bathroom and designer radiators (see Figure 1), flat-fronted radiators (see Figure 2), heating wall panels (see Figure 2), convectors (see Figure 3), sectional radiators (e.g. tubular radiator, bench radiator; see Figure 4)

bracket

device for fastening a →radiator on the floor or to a wall

wall mount

device for fastening a →radiator to vertical surfaces

Note 1: Wall mounts can be used on, e.g., solid or dry walls.

Note 2: This standard considers the wall mounts →sleeve anchor, →wall bracket, and →wall rail.

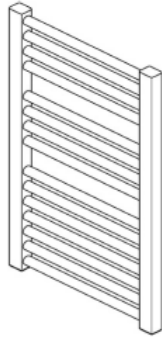


Bild 1. Bad- und Designheizkörper (z.B. Handtuchtrockner oder Garderobenheizkörper)

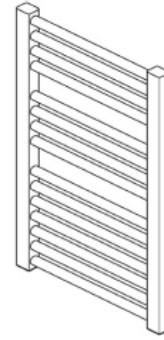


Figure 1. Bathroom and designer radiator (e.g. heated towel rail or heated clothes rack)

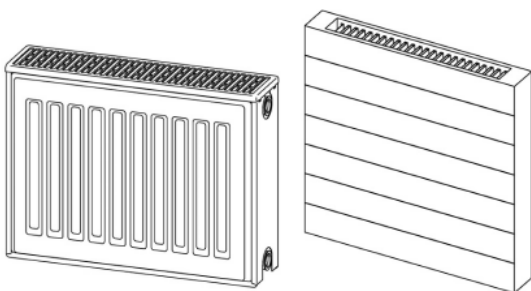


Bild 2. Flachheizkörper oder Heizwand

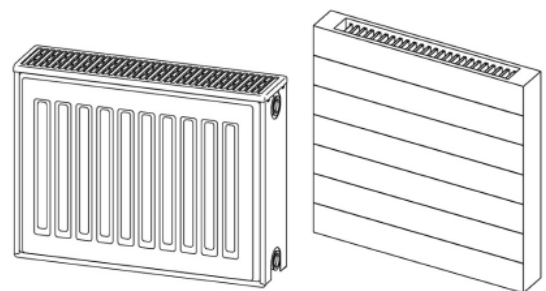


Figure 2. Flat-fronted radiator or heating wall panel

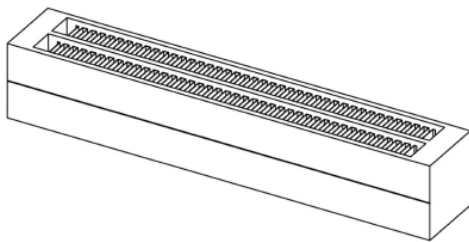


Bild 3. Konvektor

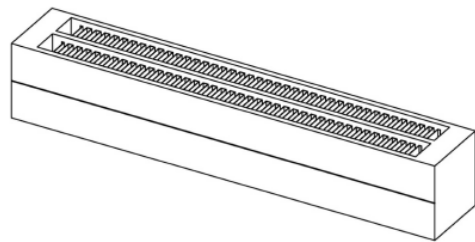


Figure 3. Convector

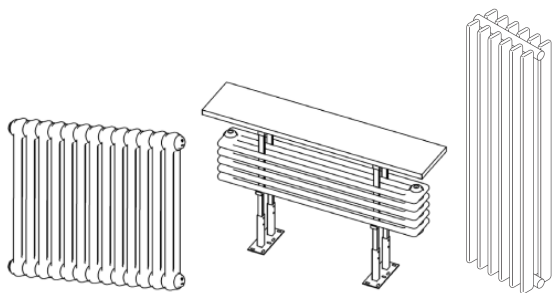


Bild 4. Elementheizkörper (z.B. Röhrenradiator, Bankradiator)

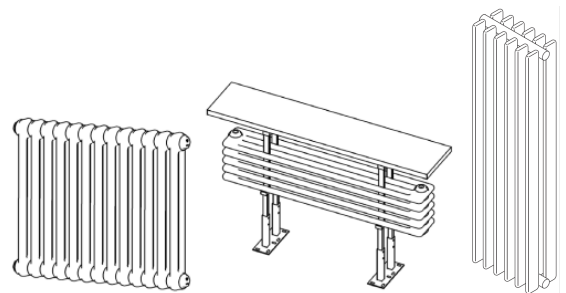


Figure 4. Sectional radiators (e.g. tubular radiator, bench radiator)

Wandkonsole

→Wandbefestigung mithilfe von zwei unabhängig voneinander an die Wand geschraubten Aufnehmern, die den →Heizkörper fixieren

Anmerkung 1: Zur punktuellen Abtragung von Lasten an die Wand bestehen die Aufnehmer überwiegend aus Metall- oder Metall-Kunststoff-Kombinationen.

wall bracket

→wall mount using two independent retainers screwed to the wall, which fix the →radiator

Note 1: For point load transfer to the wall, retainers consist mainly of metal or metal/plastic combinations.

Anmerkung 2: Alternativ zu den unteren Wandkonsolen kommen auch Abstandhalter zum Einsatz.

Wandschiene

→Wandbefestigung mithilfe von an die Wand geschraubten Schienen, die durch einen oder mehrere Aufhänger den →Heizkörper fixieren

Anmerkung: Schienen und Aufhänger bestehen überwiegend aus Metall- oder Metall-Kunststoff-Kombinationen.

Note 2: Spacers are used as an alternative to the lower wall brackets.

wall rail

→wall mount using rails screwed to the wall, which fix the →radiator by means of one or several retainers

Note: Rails and retainers consist mainly of metal or metal/plastic combinations.

4 Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
BL	Baulänge	mm
$f_{BL,HK}$	Faktor Baulänge des Heizkörpers	–
$f_{BL,N}$	Faktor Baulänge und Nutzung des Heizkörpers	–
F_d	Bemessungswert der Einwirkung	N
$F_{H,O}$	Horizontalkraft von oben	N
$F_{H,S}$	Horizontalkraft von der Seite	N
$F_{H,U}$	Horizontalkraft von unten	N
$F_{Hd,O}$	Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand	N
$F_{Hd,S}$	Bemessungswert der Horizontalkraft von der Seite	N
$F_{Hd,U}$	Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand	N
$f_{Q,n}$	Belastungsfaktor gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung	–
$F_{V,O}$	Vertikalkraft von oben	N
$F_{V,U}$	Vertikalkraft von unten	N
$F_{Vd,O,G}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung infolge Eigengewicht, Wasserinhalt und gegebenenfalls festen Anbauten	N
$F_{Vd,O,Q,G}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge vorhersehbarer Fehlgebrauchs	N
$F_{Vd,O,Q,N}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung	N
$F_{Vd,U}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von unten (Aushebekraft)	N
$F_{Vk,O}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung	N

4 Symbols

The following symbols are used throughout this standard:

Symbol	Designation	Unit
BL	overall length	mm
$f_{BL,HK}$	factor for radiator overall length	–
$f_{BL,N}$	factor for overall length and use of radiator	–
F_d	rated value of action	N
$F_{H,O}$	horizontal force from above	N
$F_{H,S}$	horizontal force from one side	N
$F_{H,U}$	horizontal force from below	N
$F_{Hd,O}$	rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall	N
$F_{Hd,S}$	rated value of the horizontal force from one side	N
$F_{Hd,U}$	rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall	N
$f_{Q,n}$	load factor as per requirements class n for variable action	–
$F_{V,O}$	vertical force from above	N
$F_{V,U}$	vertical force from below	N
$F_{Vd,O,G}$	rated value of the vertical force from above due to permanent action caused by radiator weight, water content, and any fixed add-on parts	N
$F_{Vd,O,Q,G}$	rated value of the vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse	N
$F_{Vd,O,Q,N}$	rated value of the vertical force from above due to variable action caused by normal use	N
$F_{Vd,U}$	rated value of the vertical force from below (lift force)	N
$F_{Vk,O}$	characteristic vertical force from above due to permanent and variable actions	N

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
$F_{V_{k,O,A}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus gegebenenfalls vorhandenen festen Anbauten	N
$F_{V_{k,O,G}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung	N
$F_{V_{k,O,HK}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus Heizkörpergewicht	N
$F_{V_{k,O,P}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Personenlast	N
$F_{V_{k,O,Q}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung	N
$F_{V_{k,O,Q,F}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge vorhersehbarem Fehlgebrauch	–
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	charakteristische Vertikalkraft aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung	N
$F_{V_{k,O,W}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus Wasserinhalt	N
h	Abstand Oberkante Heizkörper vom Boden	mm
R_d	Bemessungswert des Widerstands	N
R_k	charakteristische Widerstand der Heizkörperbefestigung	N
γ	Teilsicherheitsbeiwert	–
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus festen Anbauten	–
γ_{HK}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Heizkörpergewicht	–
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für das Materialversagen	–
$\gamma_{Q,F,n}$	Teilsicherheitsbeiwert für den vorhersehbaren Fehlgebrauch gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung	–
$\gamma_{Q,N}$	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung	–
γ_W	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Wasserinhalt	–

Symbol	Designation	Unit
$F_{V_{k,O,A}}$	characteristic vertical force from above due to any fixed add-on parts	N
$F_{V_{k,O,G}}$	characteristic vertical force from above due to permanent action	N
$F_{V_{k,O,HK}}$	characteristic vertical force from above due to radiator weight	N
$F_{V_{k,O,P}}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by load applied by persons	N
$F_{V_{k,O,Q}}$	characteristic vertical force from above due to variable action	N
$F_{V_{k,O,Q,F}}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse	–
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	characteristic vertical force due to variable action caused by normal use	N
$F_{V_{k,O,W}}$	characteristic vertical force from above due to water content	N
h	distance of radiator upper edge to floor	mm
R_d	rated value of resistance	N
R_k	characteristic resistance of radiator fastener	N
γ	partial safety factor	–
γ_A	partial safety factor for permanent action due to fixed add-on parts	–
γ_{HK}	partial safety factor for permanent action due to radiator weight	–
γ_M	partial safety factor for material failure	–
$\gamma_{Q,F,n}$	partial safety factor for the foreseeable misuse as per requirements class n for variable action	–
$\gamma_{Q,N}$	partial safety factor for variable action caused by normal use	–
γ_W	partial safety factor for permanent action due to water content	–

5 Übersicht über die zu berücksichtigenden Informationen

Für die Planung und Bemessung der Befestigung von Heizkörpern sind vielfältige Anforderungen zu erfüllen. In diesem Abschnitt wird dem Planer und Ausführenden eine Übersicht über die für die Planung und Bemessung notwendigen Informationen zusammengestellt.

Die grundsätzliche Auswahl des Heizkörpers erfolgt auf Basis der Heizlastberechnung sowie nach den Vorgaben und Wünschen des Bauherrn oder Nutzers. Hieraus ergeben sich Bauart (z.B. Flachheizkörper, Bad-Heizkörper oder Röhrenradiator) und Typ (z.B. 1-lagig, 2-lagig oder 2-lagig mit Konvektionslamellen) des gewählten Heizkörpers mit Abmessungen (Höhe, Länge und Tiefe) und Gewicht (Masse sowie zugehöriger Wasserinhalt). Darüber hinaus ist der Anwendungsfall (z.B. privates Wohnhaus, Krankenhaus, JVA) bekannt. Auf dieser Basis kann mithilfe von Anhang A eine Zuordnung von Anwendungsfall zu Anforderungsklasse (Klasse 2 (siehe Abschnitt 7.2), Klasse 3 (siehe Abschnitt 7.3) oder Klasse 4 (siehe Abschnitt 7.4)) vom Planer vorgenommen werden. Anschließend erfolgt die Platzierung eines oder mehrerer Heizkörper im Raum. Anhand der Platzierung im Raum erfolgt der Anschluss an die vorhandene Rohrleitung des Heizkreises und die konkrete Einbausituation (z.B. Nische oder frei zugänglich) ist bekannt. Aufgrund des Anwendungsfalles und der daraus resultierenden Anforderungsklasse, des festgelegten Heizkörpers und dessen Einbausituation sind nun die einwirkenden Lasten (Eigengewicht und Wasserinhalt sowie veränderliche Einwirkungen) gemäß Abschnitt 8 zu ermitteln. Dabei ist ein vorhersehbarer Fehlgebrauch einzukalkulieren. Daneben ist der Bemessungswert des Widerstands der Heizkörperbefestigung (z.B. Dübel, Konsole, Schiene) gegenüber den einwirkenden Kräften mithilfe von Abschnitt 9 zu bestimmen. Anhand dieser Ergebnisse erfolgt nun die Auswahl der Art und Anzahl des Befestigungssystems.

Auf Basis all der genannten Informationen erfolgt letztendlich die korrekte Auswahl und Bemessung des Befestigungssystems des Heizkörpers. Bei der Installation muss der Ausführende prüfen, ob die Beschaffenheit des Verankerungsgrunds (z.B. Wand, Boden) geeignet ist, die ermittelten Kräfte in Kombination mit dem ausgewählten Befestigungssystem zu tragen. Ist dies nicht der Fall, muss die Art und Anzahl des ausgewählten Befestigungssystems geprüft und angepasst werden. Dabei sind die jeweiligen Herstellerangaben zu beachten.

5 Overview of information to be considered

A wide range of requirements shall be met when planning and dimensioning radiator fasteners. In this section, planners and installers are given an overview of the information required for planning and dimensioning.

The general selection of the radiator is made on the basis of the heating load calculation and according to the specifications and wishes of the building owner or user. This determines the design (e.g. flat-fronted radiator, bathroom radiator, or tubular radiator) and type (e.g. 1-layer, 2-layer, or 2-layer with convection fins) of the selected radiator with dimensions (height, length, and depth) and weight (mass and associated water content). Furthermore, the application (e.g. private dwelling, hospital, correctional facility) is known. Based on these details, the planner can use Annex A to allocate the specific application to a requirements class (class 2 (see Section 7.2), class 3 (see Section 7.3), or class 4 (see Section 7.4)). One or several radiators are then positioned in the room. The position in the room determines the connection to the existing pipe of the heating circuit, and the specific installation situation (e.g. niche or free access) is known. Based on the application and the resulting requirements class, the specified radiator and its installation situation, the applied loads (radiator weight and water content as well as variable actions) shall now be determined as described in Section 8. Foreseeable misuse shall be factored in here. Additionally, the rated value of resistance of the radiator fastener (e.g. wall plug, bracket, rail) to the applied forces shall be determined according to Section 9. Based on these results, the type and number of fasteners are selected.

Ultimately, correct selection and dimensioning of the radiator's fastening system is made on the basis of all the above information. When installing the radiator, the installer shall check whether the condition of the anchoring substrate (e.g. wall, floor) is suitable to bear the calculated forces in combination with the selected fastening system. If this is not the case, the type and number of selected fasteners shall be checked and adapted while considering the respective manufacturer's data.

6 Wirkprinzipien von Heizkörperbefestigungen

Bei der Befestigung von Heizkörpern kann hinsichtlich der Krafteinwirkungen auf die Befestigungssysteme beispielhaft unterschieden werden in:

- Heizkörper mindestens im jeweils linken und rechten oberen Bereich in je eine Konsole eingehängt, im unteren Bereich mit mindestens einem Abstandhalter abgestützt
- Heizkörper mindestens im jeweils linken und rechten oberen Bereich in je eine Konsole, zusätzlich darunter in weitere Konsolen eingehängt
- Heizkörper mindestens im jeweils linken und rechten unteren Bereich auf je eine Konsole aufgesetzt, darüber mittels Halter gegen Abkippen und Ausheben gesichert

Weitere Unterscheidungen können sich ergeben, z.B. aus

- der Anzahl der Konsolen,
- dem Befestigungsort (Wand, Boden, Decke oder Kombinationen daraus), sowie aus
- der verwendeten Konstruktion; dies sind Einzelkonsolen bzw. -halter und/oder Schienen, die mehrere Konsolen bzw. Konsolen und Halter vertikal oder horizontal, z.B. zu Befestigungsachsen, zusammenfassen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bei drei oder mehr Konsolen oder Befestigungsachsen diese gleichmäßig über die Baulänge des Heizkörpers verteilt sind.

7 Anforderungsklassen

Die Anforderungsklassen werden nach dem bestimmungsgemäßen Gebrauch und Annahmen für das Auftreten von vorhersehbarem, aber nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch und damit anhand der Zusatzbelastungen auf den Heizkörper bzw. dessen Befestigung klassifiziert. Die Zuordnung zu Anforderungsklassen bezieht sich auf den Nutzungszeitraum und nicht auf die Bauphase des Gebäudes.

Im Folgenden sind übliche Anforderungsklassen sowie eine weitere „offene Klasse“ definiert. Die Differenzierung gilt in der Regel objektbezogen. Fallweise sind auch raumbezogene Unterscheidungen in der Verantwortung des Planers oder des Ausführenden in Absprache mit dem Auftraggeber, Nutzer, Eigentümer oder deren Beauftragten zulässig, siehe hierzu auch Anhang A.

6 Action principles in radiator fasteners

With regard to the various forces acting on radiator fasteners, the following typical fastening systems can be distinguished:

- radiators hung at least onto one each upper left and upper right bracket, supported by at least one spacer at the bottom
- radiators hung at least onto one each upper left and upper right bracket, additionally onto further brackets below
- radiators supported at least by one each lower left and lower right bracket, secured by upper retainers against tilting and lifting

Further distinctions can be based on, e.g.,

- the number of brackets,
- the mounting place (wall, floor, ceiling, or combinations thereof), and
- the construction used, i.e. single brackets or retainers and/or rails combining several brackets, or brackets and retainers, into, e.g., vertical or horizontal fastening axes.

Where three or more brackets or fastening axes are used, they can be assumed to be evenly distributed over the overall length of the radiator.

7 Requirements classes

The requirements classes are classified according to the normal use and based on assumptions regarding the occurrence of foreseeable but not normal use and the associated additional loads on the radiator and its fasteners. The allocation to requirements classes refers to the period of use rather than the construction phase of the building.

Typical requirements classes and a further “class open to definition” are defined below. As a rule, the classification is building-related. Room-related classifications on the responsibility of the planner or installer, agreed with the customer, user, owner, or their agents, are permissible in individual cases, see also Annex A.

Weitere veränderliche Einwirkungen (Zusatzlasten) können zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

Bei der Umnutzung von Gebäuden mit sich daraus ergebenden erhöhten Anforderungen an Befestigungen von Heizkörpern liegt die Einhaltung der Vorgaben gemäß dieser Richtlinie in der Verantwortung des Bauherrn und des Ausführenden.

Die Anforderungsklassen gelten eingeschränkt auch für Heizkörperkonstruktionen, bei denen gesonderte Einbausituationen, z.B. Verkleidungen, Nischen o.Ä., das Einbringen von veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch verringern, verhindern oder bei denen Anbauteile selbst beim Einbringen der veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) versagen. In diesen Fällen sind nur die Einwirkungen anzusetzen, die tatsächlich am Heizkörper wirken.

7.1 Normale Anforderungen – Anforderungsklasse 1

In der Erstfassung der vorliegenden Richtlinie wurde bei den Anforderungsklassen eine Anforderungsklasse 1 eingeführt, die sich bei veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) und den hierfür anzusetzenden Kräften an einer Personengruppe orientiert, die im Umgang mit Eigentum ein hohes Maß an Vorsicht übt.

Eine Differenzierung zur Anforderungsklasse 2 hat sich in der Praxis aus verschiedenen Gründen nicht bewährt. Zum einen ist eine eindeutige Zuordnung nicht immer zu gewährleisten, zum anderen orientieren sich die auf dem Markt befindlichen und üblichen Befestigungssysteme für Heizkörper mindestens an den Anforderungen der Anforderungsklasse 2. Aus Vereinfachungsgründen entfällt die bisherige Anforderungsklasse 1.

7.2 Normale und erhöhte Anforderungen, Mindestanforderungen – Anforderungsklasse 2

Hier wird zugrunde gelegt, dass wegen geringerer Achtsamkeit im Umgang mit Werten bei „fremdem“ Eigentum, dem Nichtvorhandensein eines potenziellen persönlichen materiellen Schadens, der Vielzahl der Nutzer und damit einer gewissen Anonymität beim fahrlässigen Gebrauch eine Fehlbenutzung in Kauf genommen wird. Daraufsetzen oder -stellen ist in dieser Anforderungsklasse mit eingeschränkten Kräften als vorhersehbarer Fehlgebrauch berücksichtigt (siehe Tabelle 1 in Abschnitt 8.1.2.1). Es ist mit einer höheren Wahrscheinlichkeit des Auftretens von höheren Zusatzbelastungen in alle Lastrichtungen zu rechnen.

Further variable actions (additional loads) can be agreed between the customer and the contractor.

In case of a conversion of buildings, entailing increased requirements to be met by radiator fasteners, the building owner and the installer shall be responsible for compliance with the specifications as per this standard.

The requirements classes also apply, with some limitations, to radiator constructions where special installation situations such as panellings, niches, or similar reduce or prevent the application of variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse, or where add-on parts fail when variable actions (additional loads) are applied. In these cases, only the actions actually acting on the radiator shall be assumed.

7.1 Normal requirements – Requirements class 1

The first edition of this standard introduced a requirements class 1 based on the assumption that the variable actions (additional loads) and the resulting forces to be considered are due to persons exercising a high degree of caution in dealing with property.

A differentiation with respect to requirements class 2 has not proved useful in practice for various reasons. On the one hand, a clear allocation cannot always be ensured; on the other hand, the usual fastening systems for radiators available on the market are tailored to meet at least the requirements of requirements class 2. For reasons of simplification, the previous requirements class 1 no longer applies.

7.2 Normal and increased requirements, minimum requirements – Requirements class 2

This class is based on the assumption that because of less care in the dealing with third-party property values, the absence of potential personal material damage, the multitude of users, and thus a certain anonymity of misusers, negligent misuse is accepted. Sitting or standing on the radiators is taken into account in this requirements class, in terms of limited forces, as foreseeable misuse (see Table 1 in Section 8.1.2.1). Higher additional loads are more likely to occur in all load directions.

7.3 Hohe Anforderungen – Anforderungsklasse 3

Hier kommen die besondere Art der Nutzung und/oder die spezifischen Verhaltensweisen der Nutzer zum Tragen. Dieser Einsatzbereich ist im Allgemeinen durch hohe Anonymität der Nutzer gekennzeichnet. Grob fahrlässiges und teilweise auch vorsätzliches Verhalten muss angenommen werden. Es ist mit einer hohen Wahrscheinlichkeit des Auftretens von hohen Zusatzbelastungen zu rechnen.

7.4 Sehr hohe Anforderungen bzw. Sonderbelastungen – Anforderungsklasse 4

In diesem Fall gelten zusätzlich zu den Anforderungen gemäß Anforderungsklasse 3 gesonderte Anforderungen oder Vorschriften für Sonderbelastungen, die vom Planer und/oder vom Auftraggeber, Nutzer, Eigentümer oder deren Beauftragten für den jeweiligen Einsatzbereich zu definieren und zu berücksichtigen sind. Diese Anforderungen können nicht allein objekt- oder raumbezogen, sondern müssen auch situationsbedingt eingestuft werden.

8 Einwirkende Kräfte auf Heizkörperbefestigungen

Die einwirkenden Kräfte auf Heizkörperbefestigungen resultieren aus dem Eigengewicht und dem Wasserinhalt des Heizkörpers sowie auf den auf den Heizkörper einwirkenden veränderlichen Kräften (Zusatzlasten), siehe Bild 5.

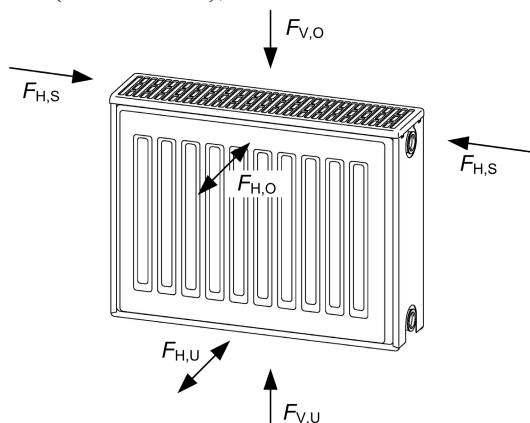


Bild 5. Einwirkende Kräfte auf Heizkörper

Betrachtet werden Bemessungswerte. Diese sind entweder definiert als charakteristische Einwirkungen multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten oder als Bemessungswerte angegeben. Die zu berücksichtigenden Lastkombinationen beinhalten immer das Eigengewicht, den Wasserinhalt, gegebenenfalls ständige Anbauten, gegebenenfalls vorhandene Nutzlasten sowie eine weitere veränderliche

7.3 High requirements – Requirements class 3

The special type of use and/or the specific user behaviours have a bearing here. This range of use is generally characterised by high user anonymity. Grossly negligent and sometimes also premeditated behaviour shall be assumed. There is a high likelihood of occurrence of high additional loads.

7.4 Very high requirements or exceptional loads – Requirements class 4

In addition to the requirements as per requirements class 3, this class involves special requirements or specifications regarding exceptional loads, which have to be defined and considered by the planner and/or the customer, user, owner, or their agents for the respective range of use. These requirements cannot be based on the building or room alone but the specific situation shall also be considered.

8 Forces acting on radiator fasteners

The forces acting on radiator fasteners result from the radiator weight and radiator water content and from the variable actions (additional loads) on the radiator, see Figure 5.

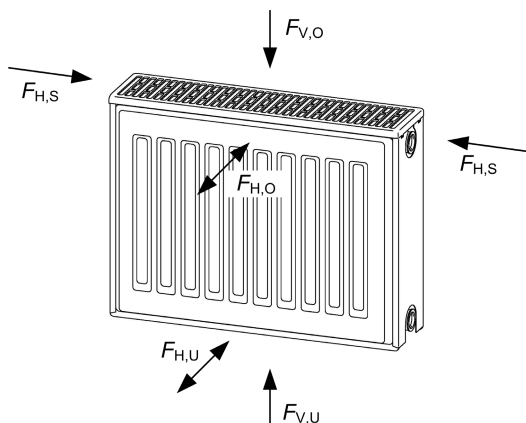


Figure 5. Forces acting on radiator

The forces are considered in terms of rated forces. They are either defined as characteristic actions multiplied by partial safety factors or are given as rated values. The load combinations to be considered always comprise the radiator weight, the water content, any fixed add-on parts, any existing working loads, plus a further variable action (additional load) due to foreseeable misuse. The various varia-

Einwirkung (Zusatzlast) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch. Die verschiedenen veränderlichen Einwirkungen aus vorhersehbarem Fehlgebrauch müssen nicht zeitgleich angesetzt werden, da ihre Gleichzeitigkeit in vollem Ausmaß nicht wahrscheinlich ist. Sie sind an den statisch ungünstigsten Stellen anzusetzen.

Heizkörper müssen unter allen Einwirkungen sicher am Verankerungsgrund (Wand, Boden) gehalten werden. Bewegungen der Heizkörper unter Einwirkung der Bemessungswerte dürfen nicht zu sicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen führen.

Bei der Bemessung von Heizkörperbefestigungen (siehe auch Anhang B) kann davon ausgegangen werden, dass über die Anschlussleitungen und ihre gedämmte Einbettung in den Baukörper unter dem Einfluss der Bemessungswerte geringfügige Bewegungen der Heizkörper ohne sicherheitsrelevante Beeinträchtigungen aufgenommen werden können.

Der zulässige lastabhängige Weg am Heizkörperanschluss (Anschlussleitungen und die gedämmte Einbettung in den Baukörper) unter den in diesem Abschnitt genannten Bedingungen wird in alle Richtungen mit 5 mm angenommen. Begründete Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

Standkonsolen stellen eine Sonderform dar, bei denen eine wiederholte Auslenkung (Schwingen) an der Oberkante des Heizkörpers nicht auszuschließen ist. Deshalb ist die oben genannte Anforderung des zulässigen lastabhängigen Wegs am Heizkörperanschluss gesondert zu betrachten, wenn das Anschlussrohr aus dem Boden kommend zum oberen Heizkörperanschluss geführt ist (siehe hierzu Anhang F, Tabelle F1, Nr. 7). Bleibende Verformungen an Konsolen und Anschlussrohren sind auszuschließen.

Eine tabellarische Übersicht über die einwirkenden Kräfte und die Sicherheitsbeiwerte befindet sich im Anhang C.

8.1 Vertikalkräfte $F_{V_k,O}$ von oben

Die charakteristische Vertikalkraft von oben setzt sich zusammen aus den charakteristischen Vertikalkräften aus ständiger Einwirkung gemäß Abschnitt 8.1.1 und aus veränderlicher Einwirkung gemäß Abschnitt 8.1.2.

Ermittelt wird die Höhe der maximal auf die Heizkörperbefestigungen vertikal von oben einwirkenden Kräfte bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und vorhersehbarem Fehlgebrauch. Dazu wird eine charakteristische Kraft $F_{V_k,O,G}$ aus Eigengewicht, Wasserinhalt und gegebenenfalls festen Anbauten als ständige Einwirkung und eine weitere charakte-

ble actions due to foreseeable misuse need not be assumed to be simultaneous as they are not likely to occur to their full extent at the same time. They shall be assumed to be applied at the statically most unfavourable points.

Radiators shall be reliably retained by the anchoring substrate (wall, floor) under all actions. Movements of the radiators under the impact of the rated forces shall not entail any safety-relevant impairments.

In dimensioning radiator fasteners (see also Annex B), it can be assumed that minor movements of the radiators under the impact of the rated forces can be absorbed by the connecting pipes and their insulated embedding in the structure without safety-relevant impairments.

The permissible load-dependent deflection at the radiator connection (connecting pipes and insulated embedding in the structure) under the conditions mentioned in this section is assumed to be 5 mm in all directions. Well-founded deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in individual cases.

Pedestals are a special design in which repeated deflection (oscillation) at the upper edge of the radiator cannot be excluded. Therefore, the above-mentioned requirement of the permissible load-dependent deflection at the radiator connection shall be considered separately if the connecting pipe is routed from the floor to the upper radiator connection (see Annex F, Table F1, No. 7). Permanent deformations on brackets and connecting pipes shall be prevented.

An overview of acting forces and safety factors is given in tabular form in Annex C.

8.1 Vertical forces $F_{V_k,O}$ from above

The characteristic vertical force from above is the sum total of the characteristic vertical forces due to permanent action as per Section 8.1.1 and due to variable action as per Section 8.1.2.

The magnitude of the maximum forces acting vertically from above on radiator fasteners is determined for normal use and for foreseeable misuse. To this end, a characteristic force, $F_{V_k,O,G}$, due to radiator weight, water content, and any fixed add-on parts is defined as permanent action, and a further characteristic force, $F_{V_k,O,Q}$, is defined in terms

ristische Kraft $F_{V_{k,O,Q}}$ in Form einer Zusatzkraft aus veränderlichen Einwirkungen der durchschnittlichen Gewichtskraft einer Person (75 kg) definiert. Für die Einleitung der Last wird die halbe Heizkörperbautiefe angenommen.

8.1.1 Ständige Einwirkungen

Für die charakteristische Vertikalkraft aus ständiger Einwirkung $F_{V_{k,O,G}}$ gilt:

$$F_{V_{k,O,G}} = F_{V_{k,O,HK}} + F_{V_{k,O,W}} + F_{V_{k,O,A}} \quad (1)$$

Dabei ist

- $F_{V_{k,O,G}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung in N
- $F_{V_{k,O,HK}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus Heizkörpergewicht in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus Wasserinhalt in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus gegebenenfalls vorhandenen festen Anbauten in N

Bei den charakteristischen Vertikalkräften aus ständigen Einwirkungen kann davon ausgegangen werden, dass die Kräfte gleichmäßig auf alle Konsolen verteilt sind.

8.1.2 Veränderliche Einwirkungen

Veränderliche Einwirkungen entstehen aus bestimmungsgemäßer Nutzung und/oder aus vorhersehbarem Fehlgebrauch. Für die Bemessung ist der jeweils höhere Wert aus bestimmungsgemäßer Nutzlast und aus vorhersehbarem Fehlgebrauch anzusetzen.

8.1.2.1 Veränderliche Einwirkungen aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

Die charakteristische Vertikalkraft aus veränderlicher Einwirkung infolge Personenlast $F_{V_{k,O,P}}$ ergibt sich je nach Anforderungsklasse aus Tabelle 1 und stellt den Lastanteil dar, der von einer Person mit 75 kg Gewicht bei normalem Fehlgebrauch durch Anlehnen oder Abstützen und gegebenenfalls Daraufsitzen/Daraufstehen auf einen Heizkörper einwirkt. Sind Einwirkungen durch mehrere Personen zu berücksichtigen, werden die Werte gemäß Tabelle 1 und Bild 6 mit der Anzahl der Personen multipliziert. Begründete Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden. Für die je nach Anforderungsklasse anzusetzende charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge von vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$ gilt:

$$F_{V_{k,O,Q,F}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} \quad (2)$$

of an additional force due to variable actions caused by an average person's weight (75 kg). Half the radiator's overall depth is assumed for load transfer.

8.1.1 Permanent actions

The following holds for the characteristic vertical force due to permanent action, $F_{V_{k,O,G}}$:

$$F_{V_{k,O,G}} = F_{V_{k,O,HK}} + F_{V_{k,O,W}} + F_{V_{k,O,A}} \quad (1)$$

where

- $F_{V_{k,O,G}}$ characteristic vertical force from above due to permanent action, in N
- $F_{V_{k,O,HK}}$ characteristic vertical force from above due to radiator weight, in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ characteristic vertical force from above due to water content, in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ characteristic vertical force from above due to any fixed add-on parts, in N

For the characteristic vertical forces due to permanent actions, it can be assumed that the forces are evenly distributed between all brackets.

8.1.2 Variable actions

Variable actions result from normal use and/or foreseeable misuse. For dimensioning, apply the value resulting from normal working load or from foreseeable misuse, whichever is greater.

8.1.2.1 Variable actions due to foreseeable misuse

The characteristic vertical force due to variable action caused by load applied by persons, $F_{V_{k,O,P}}$, is obtained from Table 1, depending on the requirements class. It is the contribution to the load exerted on a radiator by a person weighing 75 kg in an instance of normal misuse, such as leaning against or supporting himself on the radiator or, as the case may be, sitting or standing on it. Where several persons' actions have to be considered, the values taken from Table 1 and Figure 6 are multiplied by the number of persons. Well-founded deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in individual cases. The following holds for the characteristic vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse, $F_{V_{k,O,Q,F}}$, which is to be assumed depending on the requirements class:

$$F_{V_{k,O,Q,F}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} \quad (2)$$

Dabei ist

- $F_{V_{k,O,Q,F}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge von vorhersehbarem Fehlgebrauch in N
- $F_{V_{k,O,P}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Personenlast in N
- $f_{BL,HK}$ Faktor Baulänge des Heizkörpers

where

- $F_{V_{k,O,Q,F}}$ characteristic vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse, in N
- $F_{V_{k,O,P}}$ characteristic vertical force from above due to variable action caused by load applied by persons, in N
- $f_{BL,HK}$ factor for radiator overall length

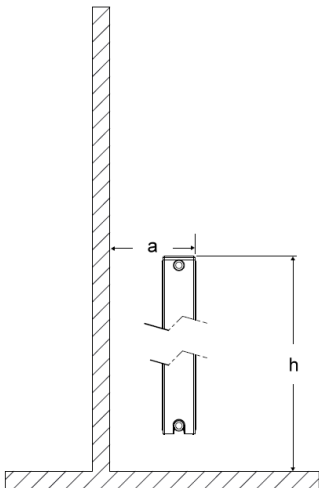


Bild 6. Abstand Oberkante Heizkörper vom Boden h und Abstand Vorderkante Heizkörper von der Wand a

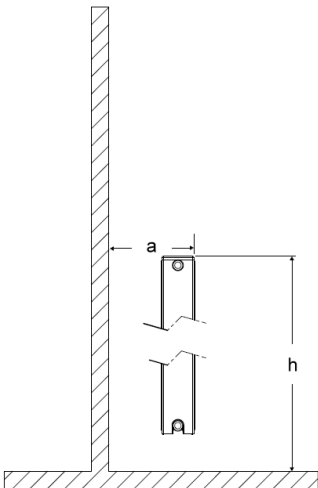


Figure 6. Distance of radiator upper edge to floor, h , and distance of radiator front edge to wall, a

Tabelle 1. Charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch (veränderliche Einwirkung infolge Personenlast $F_{V_{k,O,P}}$)

Abstand Oberkante Heizkörper vom Boden h in mm	Charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch in N				
	von oben nicht zugänglich, Einbringung Vertikallast nicht möglich	von oben nicht zugänglich, kann aber als Stehhilfe benutzt werden	von oben zugänglich		
			Abstand Vorderkante Heizkörper von der Wand a 70 mm	> 70 mm bis 250 mm	> 250 mm bzw. frei stehend, beidseitig zugänglich
≤ 900	0	375	500	600	750
> 900 bis 2300	0	0	400	400	400
> 2300	0	0	200	200	200

Wichtiger Hinweis

Bei Heizkörpern, die aufgrund ihrer Form eine Möglichkeit zum Klettern bieten, ist Abschnitt 8.1.2.1.2 zu beachten.

Table 1. Characteristic vertical force due to foreseeable misuse (variable action caused by load applied by persons, $F_{V,K,O,P}$)

Distance of radiator upper edge to floor h in mm	Characteristic vertical force due to foreseeable misuse in N				
	from above inaccessible, vertical load application impossible	from above inaccessible, but can be used as a sit-stand aid	accessible from above distance of radiator front edge to wall a		
			70 mm	> 70 mm bis 250 mm	> 250 mm or free-standing, accessible from both sides
≤ 900	0	375	500	600	750
> 900 bis 2300	0	0	400	400	400
> 2300	0	0	200	200	200

Important remark

In the case of radiators which by their design provide an opportunity for climbing, Section 8.1.2.1.2 shall be observed.

8.1.2.1.1 Flachheizkörper, Heizwände, Röhrenradiatoren

Je nach Baulänge von Heizkörpern besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass je nach Anforderungsklasse eine oder mehrere Personen als veränderliche Einwirkung (Zusatzlast) infrage kommen.

In Anforderungsklasse 2 wird davon ausgegangen, dass sich **eine** Person an einem Heizkörper anlehnt, abstützt oder darauf sitzt (siehe hierzu Bemessungswerte gemäß Tabelle 1). Im Regelfall ist der ungünstigste Lastfall, wenn dies am Ende eines Heizkörpers geschieht. Ist der Heizkörper an zwei vertikalen Befestigungsachsen (z.B. Konsolen, Wandschienen) befestigt, gilt je vertikaler Befestigungsachse:

$$f_{BL,HK} = 1,0$$

Bei drei oder mehr gleichmäßig über die Baulänge verteilten vertikalen Befestigungsachsen, gilt für die ungünstigste äußere vertikale Befestigungsachse:

$$f_{BL,HK} = 0,8$$

In der Anforderungsklasse 3 wird im Unterschied zur Anforderungsklasse 2 für einen möglichen Fehlgebrauch davon ausgegangen, dass sich je 500 mm Baulänge des Heizkörpers eine Person anlehnt, abstützt oder darauf sitzt. Die Bemessungswerte gemäß Tabelle 1 sind mit der möglichen Anzahl der Personen zu multiplizieren. Es wird von einer gleichmäßigen Einwirkung (Zusatzlast) auf die vorhandenen Befestigungsachsen ausgegangen.

8.1.2.1.1 Flat-fronted radiators, heating wall panels, tubular radiators

Depending on the overall length of radiators, it is basically possible that one or several persons come into consideration as variable action (additional load) in the respective requirements class.

In requirements class 2, it is assumed that **one** person leans against or supports himself or sits on the radiator (see rated values as per Table 1). As a rule, the worst load case is the one where this happens at either end of a radiator. If the radiator is fastened by means of two vertical fastening axes (e.g. brackets, wall rails), the following holds for each vertical fastening axis:

$$f_{BL,HK} = 1,0$$

In the case of three or more fastening axes evenly distributed over the overall length, the following holds for the most unfavourable, outer vertical fastening axis:

$$f_{BL,HK} = 0,8$$

Unlike requirements class 2, possible misuse in requirements class 3 is based on the assumption that one person leans against, supports himself or sits on the radiator every 500 mm of overall length. The rated values as per Table 1 shall be multiplied by the possible number of persons. Load application (additional load) on the existing fastening axes is assumed to be evenly distributed.

Für Anforderungsklasse 3 gilt:

$$f_{BL,HK} = BL/500, \text{ jedoch } \geq 1$$

8.1.2.1.2 Designheizkörper/ Bad-Designheizkörper

Bei Heizkörpern, die aufgrund ihrer Formgebung (z.B. Aussparungen oder Anbauten) die Möglichkeit zum Fehlgebrauch durch kletternde Kinder bieten, ist ergänzend zu Tabelle 1 mit einem zusätzlichen Personengewicht von 30 kg bzw. 300 N je Kind zu rechnen. Daher wird hier zwischen Baulängen (= Breite) < 600 mm (nur ein Kind hat ausreichend Platz zum Klettern) und > 600 mm (zwei Kinder können nebeneinander klettern) differenziert. Bei Heizkörpern mit einer Baulänge < 600 mm wird davon ausgegangen, dass ein einzelnes Kind an einem Heizkörperende an dem Heizkörper klettern kann und die Last dann nur auf eine Befestigungsachse wirkt. Die sich hieraus oder aus Tabelle 1 ergebende höhere Einwirkung ist zu berücksichtigen und je Befestigungsachse anzusetzen:

$$f_{BL,HK} = 1,0 \text{ für Baulängen } \leq 600 \text{ mm}$$

$$f_{BL,HK} = 2,0 \text{ für Baulängen } > 600 \text{ mm}$$

Als Nebenanforderung speziell bei Bad-Designheizkörpern gilt jedoch, dass die anzurechnende veränderliche Einwirkung (Zusatzlast) mindestens 200 N betragen muss, um auftretende Kräfte, wie sie beispielsweise durch das Herunterziehen eines Handtuchs auftreten können, zu berücksichtigen.

8.1.2.1.3 Konvektoren, Bankradiatoren

Bei Konvektoren sowie niedrigen Heizkörpern mit vergleichbarer Bauart besteht bei freier Zugänglichkeit von oben grundsätzlich die Möglichkeit, dass entsprechend der Baulänge mehrere Personen als veränderliche Einwirkung (Zusatzlast z.B. durch Daraufsitzen) infrage kommen. Bei Bankradiatoren sind die Lasten aus vorhersehbarem Fehlgebrauch nur zu berücksichtigen, sofern diese größer als die Lasten aus bestimmungsgemäßer Nutzung gemäß Abschnitt 8.1.2.2 sind.

Es wird davon ausgegangen, dass pro 500 mm Baulänge eine Person sitzend Platz findet und dass sich die veränderliche Einwirkung (Zusatzlast) gleichmäßig auf zwei oder mehr Konsolen aufteilt. Bei Heizkörpern mit einer Baulänge < 500 mm wird davon ausgegangen, dass sich eine Person an einem Heizkörperende auf den Heizkörper setzen kann. Daher gilt je vertikaler Befestigungsachse:

$$f_{BL,HK} = BL/500 \text{ mm; jedoch mindestens } 1,0$$

For requirements class 3:

$$f_{BL,HK} = BL/500, \text{ but } \geq 1$$

8.1.2.1.2 Designer radiators/bathroom designer radiators

In the case of radiators which by their design (e.g. recesses or add-on parts) allow for misuse by climbing children, a weight per child of 30 kg or 300 N shall be added to the values given in Table 1. Therefore, a distinction is made here between overall lengths (= width) < 600 mm (only one child has sufficient space for climbing) and overall lengths > 600 mm (two children can climb side by side). For radiator overall lengths < 600 mm, it is assumed that a single child can climb on the radiator at one radiator end so that the load is then acting on one fastening axis only. The increased action resulting from this or from Table 1 shall be taken into account and shall be applied for each fastening axis:

$$f_{BL,HK} = 1,0 \text{ for overall lengths } \leq 600 \text{ mm}$$

$$f_{BL,HK} = 2,0 \text{ for overall lengths } > 600 \text{ mm}$$

As an additional requirement specific to bathroom designer radiators, however, the variable action (additional load) to be allowed for shall be at least 200 N in order to account for forces such as they occur, for instance, when pulling down a towel.

8.1.2.1.3 Convectors, bench radiators

With convectors and low-level radiators of comparable design, assuming free access from above, it is basically possible that, depending on the overall length, several persons come into consideration as variable action (additional load due to, e.g., sitting on the radiator). For bench radiators, the loads due to foreseeable misuse shall be considered only if they are greater than those due to normal use as per Section 8.1.2.2.

One sitting person is assumed for every 500 mm of overall length, and the variable action (additional load) is assumed to be evenly distributed between two or more brackets. For radiator overall lengths < 500 mm, it is assumed that one person can sit on the radiator at one radiator end. Hence, the following holds for each vertical fastening axis:

$$f_{BL,HK} = BL/500 \text{ mm; but not less than } 1,0$$

8.1.2.2 Veränderliche Einwirkungen aus bestimmungsgemäßer Nutzung

Die Vertikalkraft $F_{V_{k,O,Q,N}}$ aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung ergibt sich aus der zu berücksichtigenden Nutzlast (z.B. Personen, Garderobe). Bei zu berücksichtigenden Personenlasten soll folgende Gleichung verwendet werden:

$$F_{V_{k,O,Q,N}} = 750 \text{ N} \cdot f_{BL,N} \quad (3)$$

Dabei ist

$F_{V_{k,O,Q,N}}$ Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung in N

$f_{BL,N}$ Faktor Baulänge (und Nutzung) des Heizkörpers

Wenn keine andere Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer besteht, kann für die zu berücksichtigende Personenlast 750 N pro 500 mm angesetzt werden. Bei Heizkörpern mit einer Baulänge < 500 mm wird davon ausgegangen, dass sich eine Person an einem Heizkörperende auf den Heizkörper setzen kann. Daher gilt je vertikaler Befestigungsachse:

$$f_{BL,N} = BL/500 \text{ mm; jedoch mindestens 1,0}$$

8.1.3 Ermittlung der Bemessungswerte

Der Bemessungswert der von oben wirkenden vertikalen Kraft $F_{V_{k,O}}$ auf ein Befestigungssystem setzt sich zusammen aus der Summe der beiden Vertikalkräfte $F_{V_{k,O,G}}$ und $F_{V_{k,O,Q}}$ multipliziert mit dem jeweiligen Teilsicherheitsbeiwert γ und gegebenenfalls dem Belastungsfaktor gemäß Anforderungsklasse $f_{Q,n}$.

Für den Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung infolge Eigengewicht, Wasserinhalt und gegebenenfalls festen Anbauten gilt:

$$F_{V_{d,O,G}} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \quad (4)$$

Für den Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung, z.B. bei Bankradiatoren, gilt:

$$F_{V_{d,O,Q,N}} = F_{V_{k,O,Q,N}} \cdot \gamma_{Q,N} \quad (5)$$

Für den Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge vorhersehbaren Fehlgebrauchs gilt je nach Anforderungsklasse n :

$$F_{V_{d,O,Q,G}} = F_{V_{k,O,Q,F}} \cdot \gamma_{Q,F,n} \cdot f_{Q,n} \quad (6)$$

Dabei ist

$F_{V_{d,O,G}}$ Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung infolge

8.1.2.2 Variable actions due to normal use

The vertical force due to variable action caused by normal use, $F_{V_{k,O,Q,N}}$, results from the working load to be considered (e.g. persons, clothes). The following equation shall be used if loads applied by persons are to be considered:

$$F_{V_{k,O,Q,N}} = 750 \text{ N} \cdot f_{BL,N} \quad (3)$$

where

$F_{V_{k,O,Q,N}}$ vertical force from above due to variable action caused by normal use, in N

$f_{BL,N}$ factor for radiator overall length (and use)

Unless otherwise agreed between the customer and the contractor, the load applied by persons can be assumed to be 750 N per 500 mm. For radiator overall lengths < 500 mm, it is assumed that one person can sit on the radiator at one radiator end. Therefore, for each vertical fastening axis:

$$f_{BL,N} = BL/500 \text{ mm; but not less than 1,0}$$

8.1.3 Calculation of the rated values

The rated value of the vertical force $F_{V_{k,O}}$ acting from above on a fastening system is the sum total of the two vertical forces $F_{V_{k,O,G}}$ and $F_{V_{k,O,Q}}$, multiplied by the respective partial safety factor γ and, as the case may be, by the load factor $f_{Q,n}$ as per requirements class.

The following holds for the rated value of the vertical force from above due to permanent action caused by radiator weight, water content, and any add-on parts:

$$F_{V_{d,O,G}} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \quad (4)$$

For the rated value of the vertical force from above due to variable action caused by normal use, e.g., for bench radiators:

$$F_{V_{d,O,Q,N}} = F_{V_{k,O,Q,N}} \cdot \gamma_{Q,N} \quad (5)$$

For the rated value of the vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse, depending on the requirements class n :

$$F_{V_{d,O,Q,G}} = F_{V_{k,O,Q,F}} \cdot \gamma_{Q,F,n} \cdot f_{Q,n} \quad (6)$$

where

$F_{V_{d,O,G}}$ rated value of the vertical force from above due to permanent action caused by

	Eigengewicht, Wasserinhalt und gegebenenfalls festen Anbauten in N		radiator weight, water content, and any fixed add-on parts, in N
$F_{Vd,O,Q,N}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung in N	$F_{Vd,O,Q,N}$	rated value of the vertical force from above due to variable action caused by normal use, in N
$F_{Vd,O,Q,G}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge vorhersehbaren Fehlgebrauchs in N	$F_{Vd,O,Q,G}$	rated value of the vertical force from above due to variable action caused by foreseeable misuse, in N
$F_{Vk,O}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung in N	$F_{Vk,O}$	characteristic vertical force from above due to permanent and variable actions, in N
$F_{Vk,O,HK}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus Heizkörpergewicht in N	$F_{Vk,O,HK}$	characteristic vertical force from above due to radiator weight, in N
$F_{Vk,O,W}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus Wasserinhalt in N	$F_{Vk,O,W}$	characteristic vertical force from above due to water content, in N
$F_{Vk,O,A}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus festen Anbauten in N	$F_{Vk,O,A}$	characteristic vertical force from above due to fixed add-on parts, in N
γ_{HK}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Heizkörpergewicht	γ_{HK}	partial safety factor for permanent action due to radiator weight
γ_W	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Wasserinhalt	γ_W	partial safety factor for permanent action due to water content
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus festen Anbauten	γ_A	partial safety factor for permanent action due to fixed add-on parts
$F_{Vk,O,G}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung in N	$F_{Vk,O,G}$	characteristic vertical force from above due to permanent action, in N
$F_{Vk,O,Q}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung in N	$F_{Vk,O,Q}$	characteristic vertical force from above due to variable action, in N
$F_{Vk,O,Q,N}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Nutzlast in N	$F_{Vk,O,Q,N}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by working load, in N
$F_{Vk,O,Q,F}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Fehlgebrauch in N	$F_{Vk,O,Q,F}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by misuse, in N
$\gamma_{Q,N}$	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung	$\gamma_{Q,N}$	partial safety factor for variable action caused by normal use
$\gamma_{Q,F,n}$	Teilsicherheitsbeiwert für den vorhersehbaren Fehlgebrauch gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung	$\gamma_{Q,F,n}$	partial safety factor for foreseeable misuse as per requirements class n for variable action
$\gamma_{Q,n}$	Belastungsfaktor gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung	$\gamma_{Q,n}$	load factor as per requirements class n for variable action

Anmerkung: Für die Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung ist der höhere Wert aus bestimmungsgemäßer Nutzlast und aus vorhersehbarem Fehlgebrauch anzusetzen.

Note: For the vertical force from above due to variable action, apply the value resulting from normal working load or from foreseeable misuse, whichever is greater.

8.1.3.1 Teilsicherheitsbeiwerte γ_{HK} und γ_W für ständige Einwirkung aus Heizkörpergewicht und Wasserinhalt

Hier wird zugrunde gelegt, dass für die Fertigung von Heizkörpern enge Normenvorgaben bezüglich

8.1.3.1 Partial safety factors γ_{HK} and γ_W for permanent action due to radiator weight and water content

The fact that the manufacture of radiators is subject to close standard tolerances for the wall thickness-

der Waddicken des verwendeten Materials und für die Endabmessungen bestehen:

- Flachheizkörper/Plattenheizkörper

Bei industriell hergestellten Flachheizkörpern/Plattenheizkörpern wird aufgrund üblicher Maßtoleranzen vereinfachend für Eigengewicht und Wasserinhalt folgender Wert vorgeschlagen:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,05$$

- Heizkörper aus Rund- und/oder Profilrohrkonstruktionen

Bei industriell hergestellten Heizkörpern aus Rund- und/oder Profilrohrkonstruktionen wird aufgrund üblicher Maßtoleranzen vereinfachend für Eigengewicht und Wasserinhalt folgender Wert vorgeschlagen:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,1$$

- andere Heizkörper und Sonderkonstruktionen

Bei allen anderen Heizkörpern und bei Sonderkonstruktionen, bei denen mit höheren Abweichungen im Eigengewicht und dem Wasserinhalt zu rechnen ist, muss dieser Wert auf die tatsächlich vorhandene Streuung angehoben werden. Kann der Nachweis der Streuung nicht geführt werden, ist zu rechnen mit dem Wert:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,35$$

8.1.3.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_A für ständige Einwirkung aus festen Anbauten

Für die festen Anbauten ist zu rechnen mit dem üblichen Wert: $\gamma_A = 1,35$

8.1.3.3 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{Q,F}$ für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

Bei veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch gilt: $\gamma_{Q,F} = 1,2$

8.1.3.4 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{Q,N}$ für veränderliche Einwirkung aus bestimmungsgemäßer Nutzung

Bei bestimmungsgemäßen veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten, z.B. Personenlasten bei Bankradiatoren) gilt: $\gamma_{Q,N} = 1,5$

8.1.3.5 Belastungsfaktor $f_{Q,n}$ für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

Bei veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch beschreibt der Belastungsfaktor die Häufigkeit der auftretenden Belastungen. Je höher die Anforderungsklasse,

es of the material used and for the final dimensions is taken as a basis here:

- flat-fronted radiators/panel radiators

For industrially manufactured flat-fronted radiators/panel radiators, considering usual dimensional tolerances, the following simplified value is suggested for radiator weight and water content:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,05$$

- radiators made of round and/or sectional tube constructions

For industrially manufactured radiators made of round and/or sectional tube constructions, considering usual dimensional tolerances, the following simplified value is suggested for radiator weight and water content:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,1$$

- other radiators and special designs

For all other radiators and special designs for which higher deviations of radiator weight and water content are to be expected, this value shall be increased to the actual variation. Where the variation cannot be established, the following value shall be used in calculations:

$$\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,35$$

8.1.3.2 Partial safety factors γ_A for permanent action due to fixed add-on parts

For fixed add-on parts, calculations shall be made using the common value: $\gamma_A = 1,35$

8.1.3.3 Partial safety factor $\gamma_{Q,F}$ for variable action due to foreseeable misuse

The value to be applied for variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse is: $\gamma_{Q,F} = 1,2$

8.1.3.4 Partial safety factor $\gamma_{Q,N}$ for variable action due to normal use

For normal variable actions (additional loads, e.g., load applied by persons on bench radiators), the value to be applied is: $\gamma_{Q,N} = 1,5$

8.1.3.5 Load factor $f_{Q,n}$ for variable action due to foreseeable misuse

For variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse, the load factor describes the frequency of occurrence of the loads. The higher the requirements class, the more likely the recurrence

umso eher ist mit wiederholtem Auftreten der Belastung zu rechnen bis hin zum Missbrauch bei Anforderungsklasse 4.

Empfohlen werden folgende Belastungsfaktoren:

- bei Anforderungsklasse 2: $f_{Q,2} = 1,0$
- bei Anforderungsklasse 3: $f_{Q,3} = 1,5$
- bei Anforderungsklasse 4: z.B. $f_{Q,4} = 3,0$ ¹⁾

8.2 Vertikalkraft $F_{V,k,U}$ von unten (Aushebekraft)

Abweichend von der in Abschnitt 8.1 dargestellten Betrachtungsweise werden die in diesem Abschnitt beschriebenen Kräfte vereinfachend als Bemessungswerte der Einwirkungen (charakteristische Werte multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten) angegeben. Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

Die Kraft wirkt von unten nach oben auf den Heizkörper und, gemindert um die Gewichtskraft des Heizkörpers zuzüglich Wasserinhalt, auf eine Befestigungsachse. Als ein möglicher Eintrittsfall gilt die Hebelwirkung eines unter dem Heizkörper befindlichen Reinigungsgeräts, die zum Aushängen des Heizkörpers aus der Konsole führen kann.

Wenn die Einbausituation das Einbringen der Kraft nicht zulässt, kann eine Berücksichtigung beim Befestigungssystem entfallen.

Anforderungsklasse 2

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung selten bis gelegentlich auftritt und durch haushaltsübliche Reinigungsgeräte herbeigeführt wird.

$$F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 3

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung höher ist und häufig auftritt, z.B. mittels professionellem Reinigungsgerät von Dienstleistern.

$$F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 4

Hier ist die Höhe der Aushängekräfte unter Berücksichtigung der Nutzungsart einzeln festzulegen (in Absprache zwischen der Planungs- und Ausführungsphase z.B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer).

$$\text{z.B. } F_{Vd,U,4} = 1000 \text{ N}$$

of the load up to the point of misuse in requirements class 4.

The following load factors are recommended:

- for requirements class 2: $f_{Q,2} = 1,0$
- for requirements class 3: $f_{Q,3} = 1,5$
- for requirements class 4: e.g. $f_{Q,4} = 3,0$ ¹⁾

8.2 Vertical force $F_{V,k,U}$ from below (lift force)

Deviating from the approach taken in Section 8.1, the forces described in this section are given as rated values of the actions (characteristic values multiplied by partial safety factors) for the sake of simplicity. Deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in the individual case.

The force acts upward from below on the radiator and, reduced by the radiator weight plus water content, on a fastening axis. As one example of occurrence, consider the leverage effect of a cleaning device underneath the radiator, which can cause the radiator to be lifted out of the bracket.

Where application of this force is made impossible by the installation situation, it need not be taken into account in the fastening system.

Requirements class 2

It is assumed here that the load occurs seldom to occasionally and is caused by common household cleaning devices.

$$F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$$

Requirements class 3

It is assumed here that the load is higher and is applied frequently, e.g., by means of professional cleaning equipment used by service providers.

$$F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N}$$

Requirements class 4

Here the magnitude of the lift forces shall be specified individually, taking into account the type of use (to be agreed between the stages of planning and execution, e.g., among planner, architect, owner, customer, contractor, user).

$$\text{e.g. } F_{Vd,U,4} = 1000 \text{ N}$$

¹⁾ muss in der Planungsphase, z. B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer vereinbart werden / to be agreed at the planning stage between, e.g., planner, architect, owner, customer, contractor

8.3 Horizontalkraft $F_{\text{Hd,S}}$ von der Seite

Abweichend von der in Abschnitt 8.1 dargestellten Betrachtungsweise werden die in diesem Abschnitt beschriebenen Kräfte vereinfachend als Bemessungswerte der Einwirkungen (charakteristische Werte multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten) angegeben. Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

Die Krafteinleitung erfolgt von der Seite in Längserstreckung des Heizkörpers, an jeder Stelle der Bauhöhe. Als mögliche Eintrittsfälle gelten das Verschieben durch das Anlehnen einer Person von der Seite an den Heizkörper oder das Fallen bzw. Laufen einer Person schräg von der Seite gegen den Heizkörper.

Wenn die Einbausituation das Einbringen der Kraft nicht zulässt, kann eine Berücksichtigung beim Befestigungssystem entfallen.

Bei gesonderten Einbausituationen (z.B. Heizkörper als Raumteiler) ist bei den Bemessungswerten analog vorzugehen.

Anforderungsklasse 2

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung selten bis gelegentlich auftritt. Zudem wird angenommen, dass nur Einzelpersonen den Eintrittsfall hervorrufen.

Ist der von den Heizkörperanschlussrohren aufnehmbare Kraftanteil bekannt, kann die Verschiebekraft, die vom Befestigungssystem aufgenommen werden muss, um den Wert, den das Anschlusssystem des Heizkörpers aufnimmt, gemindert werden. Siehe hierzu auch Richtwerte der Tabelle F1 in Anhang F.

$$F_{\text{Hd,S}} = 250 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 3

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung höher ist und häufiger auftritt. Daher wird angenommen, dass mehrere Personen gleichzeitig den Eintrittsfall hervorrufen, z.B. beim Rennen im Gang von Sportstätten. Die Verschiebekraft muss daher komplett vom Befestigungssystem aufgenommen werden. Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden können, bleiben wegen möglicher Langzeitschäden am Anschlusssystem unberücksichtigt.

$$F_{\text{Hd,S}} = 500 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 4

Hier ist die Höhe der seitlichen Verschiebekräfte unter Berücksichtigung der Nutzungsart einzeln festzulegen (in Absprache zwischen der Planungs- und

8.3 Horizontal force $F_{\text{Hd,S}}$ from one side

Deviating from the approach taken in Section 8.1, the forces described in this section are given as rated values of the actions (characteristic values multiplied by partial safety factors) for the sake of simplicity. Deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in the individual case.

The force is applied from one side along the radiator length, at any point of the overall height. Possible occurrences include the lateral shift due to a person leaning against one radiator side or a person falling or running at an angle against a radiator side.

Where application of this force is made impossible by the installation situation, it need not be taken into account in the fastening system.

A similar approach regarding the rated values shall be taken in special installation situations (e.g. radiator used as room divider).

Requirements class 2

It is assumed here that the load occurs seldom to occasionally. It is furthermore assumed that only single individuals cause the load to occur.

Where the load fraction that can be absorbed by the radiator connecting pipes is known, the displacement force to be absorbed by the fastening system can be reduced by the value that is absorbed by the radiator connecting system. See also the recommended values in Annex F, Table F1.

$$F_{\text{Hd,S}} = 250 \text{ N}$$

Requirements class 3

It is assumed here that the load is higher and is applied more frequently. Accordingly, it is assumed that an occurrence is caused by several persons at the same time, e.g., when running through corridors in sports facilities. The displacement force shall therefore be absorbed by the fastening system entirely. Forces that can possibly be absorbed by the connecting pipes are disregarded because of possible long-term damage to the connecting system.

$$F_{\text{Hd,S}} = 500 \text{ N}$$

Requirements class 4

Here the magnitude of lateral displacement forces shall be specified individually, taking into account the type of use (to be agreed between the stages of

Ausführungsphase z.B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer). Die Verschiebekraft muss daher komplett vom Befestigungssystem aufgenommen werden. Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden können, bleiben unberücksichtigt.

$$\text{z.B. } F_{\text{Hd,S}} = 1000 \text{ N}$$

8.4 Horizontalkraft $F_{\text{Hd,U}}$ an der Unterkante zum Raum oder zur Wand

Abweichend von der in Abschnitt 8.1 dargestellten Betrachtungsweise werden die in diesem Abschnitt beschriebenen Kräfte vereinfachend als Bemessungswerte der Einwirkungen (charakteristische Werte multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten) angegeben. Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

Die Krafteinleitung erfolgt im Winkel von 90° zur Längserstreckung, außen am Heizkörper, an jeder Stelle der Unterkante. Als mögliche Eintrittsfälle gelten das Verhaken eines Reinigungsgeräts beim Hervorziehen, das Verhaken eines Rollstuhls oder das Anstoßen mit einem Rollator.

Wenn die Einbausituation das Einbringen der Kraft nicht zulässt, kann eine Berücksichtigung beim Befestigungssystem entfallen.

Bei gesonderten Einbausituationen (z.B. Heizkörper als Raumteiler) ist bei den Bemessungswerten analog vorzugehen.

Anforderungsklasse 2

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung selten bis gelegentlich auftritt. Ist der von den Heizkörperanschlussrohren aufnehmbare Kraftanteil bekannt, kann die Horizontalkraft, die vom Befestigungssystem aufgenommen werden muss, um den Wert, den das Anschlusssystem des Heizkörpers aufnimmt, gemindert werden. Siehe hierzu auch die Richtwerte in der Tabelle F1 in Anhang F.

$$F_{\text{Hd,U}} = 150 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 3

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung höher ist und häufiger auftritt. Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden können, bleiben wegen möglicher Langzeitschäden am Anschlusssystem unberücksichtigt.

$$F_{\text{Hd,U}} = 300 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 4

Hier ist die Höhe der Horizontalkräfte unter Berücksichtigung der Nutzungsart einzeln festzulegen (in Absprache zwischen der Planungs- und Ausführungsphase z.B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer).

planning and execution, e.g., among planner, architect, owner, customer, contractor, user).

The displacement force shall therefore be absorbed by the fastening system entirely. Forces that can possibly be absorbed by the connecting pipes are disregarded.

$$\text{e.g. } F_{\text{Hd,S}} = 1000 \text{ N}$$

8.4 Horizontal force $F_{\text{Hd,U}}$ at the lower edge towards the room or the wall

Deviating from the approach taken in Section 8.1, the forces described in this section are given as rated values of the actions (characteristic values multiplied by partial safety factors) for the sake of simplicity. Deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in the individual case.

The force is applied at the outside of the radiator, at an angle of 90° to its length, at any point of the lower edge. Possible occurrences include a cleaning device getting caught when pulled out from under the radiator, a wheelchair getting caught, or a four-wheel walker hitting against the radiator.

Where application of this force is made impossible by the installation situation, it need not be taken into account in the fastening system.

A similar approach regarding the rated values shall be taken in special installation situations (e.g. radiator used as room divider).

Requirements class 2

It is assumed here that the load occurs seldom to occasionally. Where the load fraction that can be absorbed by the radiator connecting pipes is known, the horizontal force to be absorbed by the fastening system can be reduced by the value that is absorbed by the radiator connecting system. See also the recommended values in Annex F, Table F1.

$$F_{\text{Hd,U}} = 150 \text{ N}$$

Requirements class 3

It is assumed here that the load is higher and is applied more frequently. Forces that can possibly be absorbed by the connecting pipes are disregarded because of possible long-term damage to the connecting system.

$$F_{\text{Hd,U}} = 300 \text{ N}$$

Requirements class 4

Here, the magnitude of horizontal forces shall be specified individually, taking into account the type of use (to be agreed between the stages of planning

rungsphase z.B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer). Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden können, bleiben unberücksichtigt.

$$\text{z.B. } F_{\text{Hd,U}} = 1000 \text{ N}$$

8.5 Horizontalkraft $F_{\text{Hd,O}}$ an der Oberkante zum Raum oder zur Wand

Abweichend von der in Abschnitt 8.1 dargestellten Betrachtungsweise werden die in diesem Abschnitt beschriebenen Kräfte vereinfachend als Bemessungswerte der Einwirkungen (charakteristische Werte multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten) angegeben.

Abweichungen hiervon können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden. Die Krafteinleitung erfolgt an der Heizkörper-Oberkante in Richtung Wand oder von der Wand weg. Als mögliche Eintrittsfälle gelten das Ziehen als Aufstehhilfe, das Festhalten bzw. Anlehnen einer Person oder das Fallen einer Person von vorne gegen den Heizkörper.

Wenn die Einbausituation das Einbringen der Kraft nicht zulässt, kann eine Berücksichtigung beim Befestigungssystem entfallen.

Bei gesonderten Einbausituationen (z.B. Heizkörper als Raumteiler) ist bei den Bemessungswerten analog vorzugehen.

Anforderungsklasse 2

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung selten bis gelegentlich auftritt.

$$F_{\text{Hd,O}} = 250 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 3

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung höher ist und häufiger auftritt.

$$F_{\text{Hd,O}} = 500 \text{ N}$$

Anforderungsklasse 4

Hier ist die Höhe der Horizontalkräfte unter Berücksichtigung der Nutzungsart einzeln festzulegen (in Absprache zwischen der Planungs- und Ausführungsphase z.B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer oder dergleichen).

$$\text{z.B. } F_{\text{Hd,O}} = 1000 \text{ N}$$

9 Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen

Der Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen erfolgt nach dem Teilsicherheitskonzept unter Berücksichtigung von charakteristi-

and execution, e.g., among planner, architect, owner, customer, contractor, user). Forces that can possibly be absorbed by the connecting pipes are disregarded.

$$\text{e.g. } F_{\text{Hd,U}} = 1000 \text{ N}$$

8.5 Horizontal force $F_{\text{Hd,O}}$ at the upper edge towards the room or the wall

Deviating from the approach taken Section 8.1, the forces described in this section are given as rated values of the actions (characteristic values multiplied by partial safety factors) for the sake of simplicity.

Deviations from this can be agreed between the customer and the contractor in the individual case. The force is applied at the radiator upper edge in the direction towards the wall or away from the wall. Possible occurrences include a person pulling himself up on the radiator, a person grabbing hold of or leaning against the radiator, or a person falling against the radiator front.

Where application of this force is made impossible by the installation situation, it need not be taken into account in the fastening system.

A similar approach regarding the rated values shall be taken in special installation situations (e.g. radiator used as room divider).

Requirements class 2

It is assumed here that the load occurs seldom to occasionally.

$$F_{\text{Hd,O}} = 250 \text{ N}$$

Requirements class 3

It is assumed here that the load is higher and is applied more frequently.

$$F_{\text{Hd,O}} = 500 \text{ N}$$

Requirements class 4

Here the magnitude of horizontal forces shall be specified individually, taking into account the type of use (to be agreed between the stages of planning and execution, e.g., among planner, architect, owner, customer, contractor, user, or the like).

$$\text{e.g. } F_{\text{Hd,O}} = 1000 \text{ N}$$

9 Proof of radiator fastener load-bearing capacity

The load-bearing capacity of radiator fasteners is established using the partial safety concept, taking into account characteristic actions of resistances

schen Einwirkungen von Widerständen sowie zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der Einwirkung F_d den Bemessungswert des Widerstands R_d nicht überschreitet.

9.1 Bemessungswerte der Einwirkungen

9.1.1 Vertikalkraft $F_{V_k,O}$ von oben

Die Ermittlung erfolgt nach Abschnitt 8.1.

9.1.2 Vertikalkraft $F_{V_k,U}$ von unten

Die Ermittlung erfolgt nach Abschnitt 8.2.

9.1.3 Horizontalkraft $F_{H_d,S}$ von der Seite

Die Ermittlung erfolgt nach Abschnitt 8.3.

9.1.4 Horizontalkraft $F_{H_d,U}$ an der Unterkante zum Raum oder zur Wand

Die Ermittlung erfolgt nach Abschnitt 8.4.

9.1.5 Horizontalkraft $F_{H_d,O}$ an der Oberkante zum Raum oder zur Wand

Die Ermittlung erfolgt nach Abschnitt 8.5.

9.2 Bemessungswerte der Widerstände

Für den Bemessungswert des Widerstands der Heizkörperbefestigung (z.B. Dübel, Konsole, Schiene) gilt:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (7)$$

Der charakteristische Widerstand der Heizkörperbefestigung R_k wird üblicherweise experimentell ermittelt. Diese Werte sind den Herstellerangaben bzw. den Herstellererklärungen zu entnehmen.

Nachstehend sind Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für die Verwendung von Dübeln in unterschiedlichen Materialien/Baustoffen aufgeführt. Nicht aufgeführte Materialien/Baustoffe sind gemäß dem Stand der Technik anzusetzen.

γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für das Materialversagen
$\gamma_{M,s} = 1,25$	Teilsicherheitsbeiwert für Stahlversagen, z.B. der Schraube im Dübel
$\gamma_{M,c} = 1,80$	Teilsicherheitsbeiwert für Betonversagen, Mittelwert aus ETAG 001, Anhang C
$\gamma_{M,m} = 2,50$	Teilsicherheitsbeiwert für Mauerwerksversagen, aus ETAG 020, Anhang C)
$\gamma_{M,AAC} = 2,00$	Teilsicherheitsbeiwert für Porenbetonversagen, aus ETAG 020, Anhang C)

and the associated partial safety factors.

Proof shall be furnished that the rated value of action F_d does not exceed the rated value of resistance R_d .

9.1 Rated values of actions

9.1.1 Vertical force $F_{V_k,O}$ from above

The calculation is specified in Section 8.1.

9.1.2 Vertical force $F_{V_k,U}$ from below

The calculation is specified in Section 8.2.

9.1.3 Horizontal force $F_{H_d,S}$ from one side

The calculation is specified in Section 8.3.

9.1.4 Horizontal force $F_{H_d,U}$ at the lower edge towards the room or the wall

The calculation is specified in Section 8.4.

9.1.5 Horizontal force $F_{H_d,O}$ at the upper edge towards the room or the wall

The calculation is specified in Section 8.5.

9.2 Rated values of resistances

The following holds for the rated value of resistance of the radiator fastener (e.g. wall plug, bracket, rail):

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (7)$$

The characteristic resistance of the radiator fastener, R_k , is usually determined experimentally. These values shall be obtained from the manufacturer's data or manufacturer's declarations.

Partial safety factors γ_M for the use of wall plugs in different (building) materials are listed below. For (building) materials not listed, values shall be assumed in accordance with the state of technology.

γ_M	partial safety factor for material failure
$\gamma_{M,s} = 1,25$	partial safety factor for steel failure, e.g., the screw in the wall plug
$\gamma_{M,c} = 1,80$	partial safety factor for concrete failure, mean value as per ETAG 001, Annex C
$\gamma_{M,m} = 2,50$	partial safety factor for masonry failure, as per ETAG 020, Annex C)
$\gamma_{M,AAC} = 2,00$	partial safety factor for cellular concrete failure, as per ETAG 020, Annex C)

Anhang A Empfohlene Zuordnung Gebäudetypen zu Anforderungsklassen

Eine Zuordnung der Gebäudetypen zu Anforderungsklassen ist in Tabelle A1 beispielhaft aufgeführt. Bei nicht benannten Gebäudetypen ist zu prüfen, ob diese einem der genannten Gebäudetypen zugeordnet werden können, anderenfalls sind die Anforderungsklassen individuell festzulegen.

Annex A Recommended allocation of building types to requirements classes

Table A1 shows examples of allocation of building types to requirements classes. In the case of building types not listed, it shall be checked whether they can be allocated to one of the building types listed; otherwise, the requirements class shall be specified individually.

Tabelle A1. Empfohlene Zuordnung Gebäudtyp zu Anforderungsklassen

Gebäudtyp	Anforderungsklasse 2 ^{a)}	Anforderungsklasse 3	Anforderungsklasse 4
Eigenheime	X	–	–
Eigentumswohnungen, Mietwohnungen	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Kindergärten, Kindertagesstätten	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Krankenhäuser, Senioren-/Pflegeheime	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Bürogebäude	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Behörden	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Bewirtungs-, Beherbergungsbetriebe, Hotels	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Arzt-/Anwaltspraxen	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Verkaufsstätten, Warenhäuser, Museen, Theater	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Wohnheime	X	Fluchtwege o. Ä. ^{b)}	–
Schulen, Sportstätten, Schwimmbäder	Personalbereich	X	–
Jugendzentren	Personalbereich	X	–
Versammlungsstätten, Kirchen, Flughäfen, Bahnhöfe	Personalbereich	X	–
Kasernen	Zivilbereich	X	–
Raststätten, öffentliche Toiletten	Personalbereich	–	X
Justizvollzugsanstalten	Personalbereich	–	X
Psychiatrieeinrichtungen	Personalbereich	–	X

^{a)} Bei Räumen, in denen z. B. Einkaufswagen, Servierwagen, Putzmaschinen/-wagen, Krankbetten, Rollatoren verwendet werden, ist zu prüfen, ob gemäß Einbausituation Horizontalkräfte nach Anforderungsklasse 3 oder Anforderungsklasse 4 zu berücksichtigen sind.

^{b)} Die erhöhten Werte gelten nur für die Horizontalkräfte.

Table A1. Recommended allocation of building types to requirements classes

Building type	Requirements class 2 ^{a)}	Requirements class 3	Requirements class 4
Owner-occupied homes	X	–	–
Owner-occupied flats, rented flats	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Nursery schools, day-care centres for children	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Hospitals, homes for the elderly/care homes	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Office buildings	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Public authority buildings	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Catering and accommodation businesses, hotels	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Medical practices/lawyer's offices	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Salesrooms, department stores, museums, theatres	X	escape routes or similar ^{b)}	–
Residential homes	staff area	X	–
Schools, sports facilities, swimming baths	staff area	X	–
Youth centres	staff area	X	–
Places of public assembly, churches, airport terminals, train stations	civilian area	X	–
Barracks	staff area	–	–
Motorway service areas, public toilets	staff area	–	X
Correctional facilities	staff area	–	X
Psychiatric facilities	X	–	X

^{a)} In rooms where, e.g., shopping trolleys, trolley-tables, cleaning machines/trolleys, hospital beds, four-wheel walkers are used, check whether the installation situation requires horizontal forces as per requirements class 3 or requirements class 4 to be considered.

^{b)} Increased values only apply to horizontal forces.

Anhang B Übersicht zu Einwirkungen und Sicherheitsfaktoren

Annex B Overview of actions and safety factors

Tabelle B1. Ständige Einwirkungen

Art der Einwirkung		Bemerkungen siehe Abschnitt
$F_{V_{k,O,H}}$	Herstellerangaben	8.1.1
γ_{HK}	1,05 / 1,10 / 1,35	8.1.3.1
$F_{V_{k,O,W}}$	Herstellerangaben	8.1.1
γ_W	1,05 / 1,10 / 1,35	8.1.3.1
$F_{V_{k,O,A}}$	Herstellerangaben	8.1.1
γ_A	1,35	8.1.3.2

Table B1. Permanent actions

Type of action		Comments see Section
$F_{V_{k,O,H}}$	manufacturer's data	8.1.1
γ_{HK}	1,05 / 1,10 / 1,35	8.1.3.1
$F_{V_{k,O,W}}$	manufacturer's data	8.1.1
γ_W	1,05 / 1,10 / 1,35	8.1.3.1
$F_{V_{k,O,A}}$	manufacturer's data	8.1.1
γ_A	1,35	8.1.3.2

Tabelle B2. Veränderliche Einwirkung aus bestimmungsgemäßer Nutzung und vorhersehbarem Fehlgebrauch

	Anforderungsklasse 2	Anforderungsklasse 3	Anforderungsklasse 4	Bemerkungen siehe Abschnitt
$F_{V_{k,O,P}}$	–	–	–	8.1.2.1
$f_{BL,HK}$	–	–	–	8.1.2.1
$\gamma_{Q,F}$	1,2	1,2	1,0	8.1.3.3
f_Q	1,0	1,5	z.B. 3,0	8.1.3.5
$F_{V_{d,U}}$	250 N	500 N	z.B. 1000 N	8.2
$F_{Hd,S}$	250 N	500 N	z.B. 1000 N	8.3
$F_{Hd,U}$	150 N	300 N	z.B. 1000 N	8.4
$F_{Hd,O}$	250 N	500 N	z.B. 1000 N	8.5
$F_{V_{k,O,N}}$	–	–	–	siehe Herstellerangabe 8.1.2.2
$f_{BL,N}$	–	–	–	8.1.2.2
$\gamma_{Q,N}$	1,5	1,5	1,5	8.1.3.4

Table B2. Variable action due to normal use and foreseeable misuse

	Requirements class 2	Requirements class 3	Requirements class 4	Comments see Section
$F_{V_{k,O,P}}$	–	–	–	8.1.2.1
$f_{BL,HK}$	–	–	–	8.1.2.1
$\gamma_{Q,F}$	1,2	1,2	1,0	8.1.3.3
f_Q	1,0	1,5	e.g. 3,0	8.1.3.5

Table B2. Variable action due to normal use and foreseeable misuse (continued)

	Requirements class 2	Requirements class 3	Requirements class 4	Comments see Section
$F_{Vd,U}$	250 N	500 N	e.g. 1000 N	8.2
$F_{Hd,S}$	250 N	500 N	e.g. 1000 N	8.3
$F_{Hd,U}$	150 N	300 N	e.g. 1000 N	8.4
$F_{Hd,O}$	250 N	500 N	e.g. 1000 N	8.5
$F_{Vk,O,N}$	–	–	–	see manufacturer's data 8.1.2.2
$f_{BL,N}$	–	–	–	8.1.2.2
$\gamma_{Q,N}$	1,5	1,5	1,5	8.1.3.4

Anhang C Übersicht über die einwirkenden Kräfte

Tabelle C1. Übersicht über die einwirkenden Kräfte

						Wert			Abschnitt	
						Anforderungsklasse <i>n</i>			Richtlinie	
Kriterien				Zeichen	Abhängig von	Unterkriterium	2	3	4	
Vertikalkräfte von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung <i>F_{Vk,O}</i>	Vertikalkräfte von oben aus ständiger Einwirkung <i>F_{Vk,O,G}</i>	Eigengewicht + Wasser	Vertikalkräfte	<i>F_{Vk,O,HK}</i> <i>F_{Vk,O,W}</i>	Produkt		je nach Produkt			8.1.1.
		Sicherheitsbeiwert	<i>γ_{HK}</i> = <i>γ_W</i>	Heizkörpertyp	Flachheizkörper/ Plattenheizkörper	1,05			8.1.3.1	
					Heizkörper aus Rund- und/oder Profilrohrkonstruktionen	1,1				
					andere Heizkörper und Sonderkonstruktionen	1,35				
		ständige Anbauten	Vertikalkräfte	<i>F_{Vk,O,A}</i>	Produkt bzw. Art des Anbaus		je nach Produkt			8.1.1.
	Sicherheitsbeiwert	<i>γ_A</i>	immer 1,35		1,35			8.1.3.2		
	Vertikalkräfte aus veränderlicher Einwirkung <i>F_{Vk,O,Q}</i>	Fehlgebrauch <i>F_{Vk,O,Q,F}</i>	Personenlast	<i>F_{Vk,O,P}</i>	Abstand Vorderkante Heizkörper von der Wand (das heißt abhängig von Heizkörperabmessung und Konsolenart)	bei Abstand Oberkante zum Boden bis 900 mm: Nutzung als Steighilfe prüfen	siehe Tabelle 1, je nach Anforderungsklasse			8.1.2.1
					Abstand Oberkante Heizkörper zum Boden					
		Faktor Baulänge Heizkörper	<i>f_{BL,HK}</i>	Heizkörpertyp	Flachheizkörper, Heizwände, Röhrenradiatoren	bei 2 vertikalen Befestigungsachsen: 1,0 bei 3 oder mehr: 0,8	BL < 500: 1,0 BL ≥ 500: BL/500 mm	nach Vereinbarung	8.1.2.1.1	
					Heizkörper, die aufgrund ihrer Formgebung (z. B. Aussparungen oder Anbauten) die Möglichkeit zum Fehlgebrauch durch kletternde Kinder bieten				BL ≤ 600 mm: 1,0 / BL > 600 mm: 2,0 Last generell mind. 200 N	
					Konvektoren, Bankradiatoren	nur falls Last größer als <i>F_{Vk,O,Q,N}</i> :			8.1.2.1.3	
		BL/500 mm, jedoch mind. 1,0				nach Vereinbarung				
		Sicherheitsbeiwert	<i>γ_{Q,F,n}</i>	Anforderungsklasse	1,2			8.1.3.3		
		Belastungsfaktor	<i>f_{Q,n}</i>	Anforderungsklasse	1,0	1,5	nach Vereinbarung	8.1.3.5		
		bestimmungsgemäße Nutzung <i>F_{V,O,Q,N}</i>	Lastannahme	<i>F_{Vk,O,Q,N}</i>	Nutzlast	sofern nichts anderes vereinbart: 750 N pro 500 mm Baulänge			8.1.2.2	
			Sicherheitsbeiwert	<i>γ_{Q,N}</i>	immer 1,5	1,5			8.1.3.4	
			Belastungsfaktor	<i>f_{BL,N}</i>	Baulänge (BL)	<i>f_{BL,N}</i> = BL/500 mm; jedoch mind. 1,0				
Vertikalkraft von unten (Aushebelkraft)				<i>F_{Vd,U}</i>		250 N	500 N	nach Vereinbarung	8.2	
Horizontalkraft von der Seite				<i>F_{Hd,S}</i>		250 N	500 N	nach Vereinbarung	8.3	
Horizontalkraft an der Unterkante (zum Raum oder zur Wand)				<i>F_{Hd,U}</i>		150 N	300 N	nach Vereinbarung	8.4	
Horizontalkraft an der Oberkante				<i>F_{Hd,O}</i>		250 N	500 N	nach Vereinbarung	8.5	

Annex C Overview of acting forces

Table C1. Overview of acting forces

							Value			Section		
Criteria				Symbol	Depending on	Subcriterion	Requirements class <i>n</i>			Standard		
							2	3	4			
Vertical forces from above due to permanent and variable actions <i>F</i> _{Vk,O}	Vertical forces from above due to permanent action <i>F</i> _{Vk,O,G}	radiator weight + water	vertical forces	<i>F</i> _{Vk,O,Hk} <i>F</i> _{Vk,O,W}	product		depending on product			8.1.1.		
		safety factor	<i>γ</i> _{Hk} = <i>γ</i> _W	radiator type	flat-fronted radiators/panel radiators radiators made of round and/or sectional tube constructions other radiators and special designs	1,05 1,1 1,35			8.1.3.1			
		fixed add-on parts	vertical forces	<i>F</i> _{Vk,O,A}	product or type of add-on part		depending on product			8.1.1.		
		safety factor	<i>γ</i> _A	always 1,35		1,35			8.1.3.2			
	Vertical forces due to variable action <i>F</i> _{Vk,O,Q}	misuse <i>F</i> _{Vk,O,Q,F}	load applied by persons	<i>F</i> _{Vk,O,P}	distance radiator front edge to wall (i.e. depending on radiator dimension and bracket type)		see Table 1, depending on requirements class			8.1.2.1		
					distance radiator upper edge to floor	if distance upper edge to floor up to 900 mm: check use as climbing aid						
		factor for radiator overall length	<i>f</i> _{BL,Hk}	radiator type	flat-fronted radiators, heating wall panels, tubular radiators	for 2 vertical fastening axes: 1,0 for 3 or more fastening axes: 0,8	BL < 500: 1,0 BL ≥ 500: BL/500 mm	by agreement	8.1.2.1.1			
					radiators which by their design (e.g., recesses or add-on parts) allow misuse by climbing children	BL ≤ 600 mm: 1,0 / BL > 600 mm: 2,0 load generally at least 200 N			8.1.2.1.2			
					convectors, bench radiators	only if load greater than <i>F</i> _{Vk,O,Q,N} : BL/500 mm but not less than 1,0			8.1.2.1.3			
		safety factor	<i>γ</i> _{O,F,n}	requirements class		1,2			8.1.3.3			
		load factor	<i>f</i> _{O,n}	requirements class		1,0	1,5	by agreement	8.1.3.5			
		normal use <i>F</i> _{V,O,Q,N}	load assumption	<i>F</i> _{Vk,O,Q,N}	working load	unless otherwise agreed: 750 N per 500 mm of overall length	750 N			8.1.2.2		
			safety factor	<i>γ</i> _{O,N}	always 1,5		1,5			8.1.3.4		
			load factor	<i>f</i> _{BL,N}	overall length (BL)		<i>f</i> _{BL,N} = BL/500 mm but not less than 1,0					
			Vertical force from below (lift force)				<i>F</i> _{Vd,U}			250 N	500 N	by agreement
		Horizontal force from one side				<i>F</i> _{Hd,S}			250 N	500 N	by agreement	8.3
		Horizontal force at lower edge (towards room or wall)				<i>F</i> _{Hd,L}			150 N	300 N	by agreement	8.4
		Horizontal force at upper edge				<i>F</i> _{Hd,O}			250 N	500 N	by agreement	8.5

Anhang D Berechnungsbeispiele

Übersicht der Berechnungsbeispiele:

- D1 Privathaushalt – Designheizkörper mit Querrohren
- D2 Behörde, öffentlich zugänglicher Bereich – Flachheizkörper
- D3 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (ohne Heizkörpernische)
- D4 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (in Heizkörpernische)
- D5 Hotel, Foyer – Bankradiator

D1 Privathaushalt – Designheizkörper mit Querrohren

Betrachtung: Privathaushalt, Designheizkörper mit Querrohren

Heizfläche: Baulänge: 600 mm
 Höhe Oberkante über Fußboden: 2400 mm
 Abstand Vorderkante von Wand: 70 mm
 Gewicht: 20 kg
 Wasserinhalt: 12,3 ℓ
 Anschluss von unten links/rechts (Anhang F, Tabelle F1, Nr. 3)
 keine Anbauten

Befestigung: zwei vertikale Befestigungsachsen (eine vertikal tragende Konsole je Befestigungsachse)

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**
 Für den Privathaushalt gilt Anforderungsklasse 2 (siehe Abschnitt 7).
- **ständige Einwirkungen**
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{V_{k,O},HK} = 200 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper (Bauart Rundrohr-Heizkörper) $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt $F_{V_{k,O},W} = 123 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt $\gamma_W = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)

Annex D Calculation examples

Overview of calculation examples:

- D1 Private household – designer radiator with horizontal tubes
- D2 Public authority building, public access area – flat-fronted radiator
- D3 School, classroom – tubular radiator (without radiator niche)
- D4 School, classroom – tubular radiator (in radiator niche)
- D5 Hotel, lobby – bench radiator

D1 Private household – Designer radiator with horizontal tubes

Example examined: private household, designer radiator with horizontal tubes

Heating surface: overall length: 600 mm
 height above floor to upper edge: 2400 mm
 distance from wall to front edge: 70 mm
 weight: 20 kg
 water content: 12,3 ℓ
 underside connection l-h/r-h (Annex F, Table F1, No. 3)
 no add-on parts

Fastening: two vertical fastening axes (one vertical load-bearing bracket per fastening axis)

Hence:

- **requirements class**
 Private households fall within requirements class 2 (see Section 7).
- **permanent actions**
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{V_{k,O},HK} = 200 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by radiator (round tube radiator type)
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{V_{k,O},W} = 123 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by water content $\gamma_W = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)

- **Anbauten**

- keine
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten $\gamma_A = 1,35$ (siehe Abschnitt 8.1.3.2)

- **veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $\gamma_{Q,F,2} = 1,2$ (siehe Abschnitt 8.1.3.3)
- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $f_{Q,2} = 1,0$ (siehe Abschnitt 8.1.3.5)
- charakteristische Vertikalkraft von oben aus vorhersehbarem Fehlgebrauch:
 $F_{V_{k,O,P}} = 200 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- Baulängenfaktor $f_{BL,HK} = 1$ (siehe Abschnitt 8.1.2.1.2)
- Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q}}$
- $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 200 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
 - aus Nebenanforderung für Designheizkörper
 - 300 N Personenlast (siehe Abschnitt 8.1.2.1.2)
 - $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 300 \text{ N}$
 - Der größere Wert für $F_{V_{k,O,Q}}$ ist maßgebend $\rightarrow F_{V_{k,O,Q}} = 300 \text{ N}$

- **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{Vd,O}$**

- Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft auf die (zwei) Befestigungsachsen gilt für die Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung $F_{Vd,O, \text{pro Konsole}}$:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O} = 685,3 \text{ N (gerundet 685 N)}$$

$$F_{Vd,O, \text{pro Konsole}} = \frac{F_{Vd,O}}{2} = \frac{685,3}{2} = 342,7 \text{ N}$$

- Jede Befestigungsachse muss für die Last von 342,7 N (gerundet 345 N) ausgelegt werden.

- **add-on parts**

- none
- vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by fixed add-on parts $\gamma_A = 1,35$ (see Section 8.1.3.2)

- **variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse $\gamma_{Q,F,2} = 1,2$ (see Section 8.1.3.3)
- load factor for variable action due to foreseeable misuse: $f_{Q,2} = 1,0$ (see Section 8.1.3.5)
- characteristic vertical force from above due to foreseeable misuse:
 $F_{V_{k,O,P}} = 200 \text{ N}$ (see Table 1)
- factor for overall length $f_{BL,HK} = 1$ (see Section 8.1.2.1.2)
- calculation of vertical force due to foreseeable misuse $F_{V_{k,O,Q}}$
- $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 200 \text{ N}$ (see Table 1)
 - based on additional requirement for designer radiator
 - 300 N load applied by persons (see Section 8.1.2.1.2)
 - $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 300 \text{ N}$
 - The greater value for $F_{V_{k,O,Q}}$ is relevant $\rightarrow F_{V_{k,O,Q}} = 300 \text{ N}$

- **calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{Vd,O}$**

- Assuming **uniform** distribution of the total vertical force among the (two) fastening axes, the rated value of the vertical force from above per fastening, $F_{Vd,O, \text{pro Konsole}}$, shall be calculated as follows:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O} = 685,3 \text{ N (rounded to 685 N)}$$

$$F_{Vd,O, \text{pro Konsole}} = \frac{F_{Vd,O}}{2} = \frac{685,3}{2} = 342,7 \text{ N}$$

- Each fastening axis shall be designed for a load of 342,7 N (rounded to 345 N).

- Für den **ungünstigsten** Fall wird empfohlen, das Heizkörpergewicht und den Wasserinhalt zu gleichen Teilen auf die Befestigungsachsen aufzuteilen, in diesem Beispiel auf zwei Konsolen. Zusätzlich ist der Fall „Personenlast nur auf einer Befestigungsachse mit $f_{BL, HK} = 1$ einwirkend“ zu untersuchen.

$$F_{Vd, pro\ Achse} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 2} \cdot f_{Q, 2}$$

- $F_{Vd, O, pro\ Konsole} = 537,7 \text{ N}$ (gerundet 540 N)
- Jede Befestigungsachse muss für die Last von 537,7 N (gerundet 540 N) ausgelegt werden.

- Fazit:** Der höhere Wert (540 N) wird für die Bemessung herangezogen.

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**

- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben: $F_{Vd, U, 2} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.2)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht): $F_{V_{k,O, HK}} = 200 \text{ N}$
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{V_{k,O, W}} = 123 \text{ N}$
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: $F_{V_{k,O, G}} = 323 \text{ N}$
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Konsole (zwei Stück): $F_{V_{k,O, pro\ Konsole}} = 162,5 \text{ N}$ (gerundet 163 N)
- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt: $F_{Vd, U} = 250 \text{ N} - 163 \text{ N} = 87 \text{ N}$

- Horizontalkraft $F_{Hd, S}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand): $F_{Hd, S} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.3)

- Horizontalkraft $F_{Hd, U}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand: $F_{Hd, U} = 150 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.4)

- Horizontalkraft $F_{Hd, O}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand: $F_{Hd, O} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.5)

- For **worst-case** conditions, it is recommended to distribute radiator weight and water content equally among the fastening axes, i.e. among two brackets in this example. Additionally, the case of “load applied by persons acting on but one fastening axis, with $f_{BL, HK} = 1$ ” shall be examined.

$$F_{Vd, pro\ Achse} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 2} \cdot f_{Q, 2}$$

- $F_{Vd, O, pro\ Konsole} = 537,7 \text{ N}$ (rounded to 540 N)
- Each fastening axis shall be designed for a load of 537,7 N (rounded to 540 N).

- Conclusion:** The greater value (540 N) is used for dimensioning.

The rated values below shall be taken into account at the statically most unfavourable points:

- vertical lift force from below**

- rated value of the vertical lift force from below: $F_{Vd, U, 2} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.2)
- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight): $F_{V_{k,O, HK}} = 200 \text{ N}$
- vertical force from above due to permanent action caused by water content: $F_{V_{k,O, W}} = 123 \text{ N}$
- total vertical force from above due to permanent action: $F_{V_{k,O, G}} = 323 \text{ N}$
- total vertical force from above due to permanent action per bracket (two in this case): $F_{V_{k,O, pro\ Konsole}} = 162,5 \text{ N}$ (rounded to 163 N)
- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below: $F_{Vd, U} = 250 \text{ N} - 163 \text{ N} = 87 \text{ N}$

- horizontal force $F_{Hd, S}$**

- rated value of the lateral displacement force from one side (parallel to wall): $F_{Hd, S} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.3)

- horizontal force $F_{Hd, U}$**

- rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall: $F_{Hd, U} = 150 \text{ N}$ (see Section 8.4)

- horizontal force $F_{Hd, O}$**

- rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall: $F_{Hd, O} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.5)

D2 Behörde, öffentlich zugänglicher Bereich – Flachheizkörper

Betrachtung: Behörde, öffentlich zugänglicher Bereich, Flachheizkörper nach DIN EN 442 (zweilagig mit zwei Lamellenreihen)

Heizfläche: Baulänge: 1000 mm
 Bauhöhe: 600 mm
 Bautiefe: 100 mm
 Höhe Oberkante über Fußboden: 750 mm
 Abstand Vorderkante von Wand: 150 mm
 Gewicht 34,5 kg
 Wasserinhalt 6,3 ℓ
 Anschluss von unten rechts (Anhang F, Tabelle F1, Nr. 1)
 Montage vor der Wand ohne Heizkörpernische, Heizkörper von oben frei zugänglich
 keine Anbauten

Befestigung: zwei vertikale Befestigungsachsen (eine vertikal tragende Konsole je Befestigungsachse)

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**
 Für Behörden und öffentlich zugängliche Bereiche gilt Anforderungsklasse 2 (siehe Abschnitt 7).
- **ständige Einwirkungen**
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 345 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper (Bauart Flachheizkörper):
 $\gamma_{HK} = 1,05$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{V_{k,O,W}} = 63 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt: $\gamma_W = 1,05$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
- **Anbauten**
 - keine
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten: $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$

D2 Public authority building, public access area – Flat-fronted radiator

Example examined: public authority building, public access area, flat-fronted radiator to DIN EN 442 (two layers with two rows of fins)

Heating surface: overall length: 1000 mm
 overall height: 600 mm
 overall depth: 100 mm
 height above floor to upper edge: 750 mm
 distance from wall to front edge: 150 mm
 weight 34,5 kg
 water content 6,3 ℓ
 underside connection r-h (Annex F, Table F1, No. 1)
 front-wall installation without radiator niche, free access to radiator from above
 no add-on parts

Fastening: two vertical fastening axes (one vertical load-bearing bracket per fastening axis)

Hence:

- **requirements class**
 Public authority buildings, public access areas fall within requirements class 2 (see Section 7).
- **permanent actions**
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 345 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by radiator (flat-fronted radiator type): $\gamma_{HK} = 1,05$ (see Section 8.1.3.1)
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content:
 $F_{V_{k,O,W}} = 63 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by water content: $\gamma_W = 1,05$ (see Section 8.1.3.1)
- **add-on parts**
 - none
 - vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts:
 $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten: $\gamma_A = 1,35$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
- **veränderliche Einwirkungen**
 - Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,F,2} = 1,2$ (siehe Abschnitt 8.1.3.3)
 - Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $f_{Q,2} = 1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.5)
 - charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
 - Baulängenfaktor: $f_{BL,HK} = 1$ (siehe Abschnitt 8.1.2.1.1)

- **Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$**
 - $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 600 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
 - Nebenanforderung: keine

- **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{Vd,O}$**
 - Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft auf die (zwei) Befestigungsachsen gilt für die Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung $F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}}$:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O} = 1148,4 \text{ N (gerundet 1150 N)}$$

$$F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}} = \frac{F_{Vd,O}}{2} = \frac{1148,4}{2} = 574,2 \text{ N}$$

- Jede Befestigungsachse muss für die Last von 574,2 N (gerundet 575 N) ausgelegt werden.
- Für den **ungünstigsten** Fall wird empfohlen, das Heizkörpergewicht und den Wasserinhalt zu gleichen Teilen auf die Befestigungsachsen aufzuteilen, in diesem Beispiel auf zwei Konsolen. Zusätzlich ist der Fall „Personenlast nur auf einer Befestigungsachse mit $f_{BL,HK} = 1$ einwirkend“ zu untersuchen.

$$F_{Vd,pro \text{ Konsole}} = \frac{F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}} = 934,2 \text{ N (gerundet 935 N)}$$

- partial safety factor for permanent action caused by fixed add-on parts: $\gamma_A = 1,35$ (see Section 8.1.3.1)

- **variable actions**
 - partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse: $\gamma_{Q,F,2} = 1,2$ (see Section 8.1.3.3)
 - load factor for variable action due to foreseeable misuse: $f_{Q,2} = 1$ (see Section 8.1.3.5)
 - characteristic vertical force due to foreseeable misuse: $F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N}$ (see Table 1)
 - factor for overall length: $f_{BL,HK} = 1$ (see Section 8.1.2.1.1)

- **calculation of the vertical force due to foreseeable misuse, $F_{V_{k,O,Q,F}}$**
 - $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 600 \text{ N}$ (see Table 1)
 - additional requirement: none

- **calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{Vd,O}$**
 - Assuming **uniform** distribution of the total vertical force among the (two) fastening axes, the rated value of the vertical force from above per fastening, $F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}}$, shall be calculated as follows:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O} = 1148,4 \text{ N (rounded to 1150 N)}$$

$$F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}} = \frac{F_{Vd,O}}{2} = \frac{1148,4}{2} = 574,2 \text{ N}$$

- Each fastening axis shall be designed for a load of 574,2 N (rounded to 575 N).
- For **worst-case** conditions, it is recommended to distribute radiator weight and water content equally among the fastening axes, i.e. among two brackets in this example. Additionally, the case of “load applied by persons acting on but one fastening axis, with $f_{BL,HK} = 1$ ” shall be examined.

$$F_{Vd,pro \text{ Konsole}} = \frac{F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$$

$$F_{Vd,O,pro \text{ Konsole}} = 934,2 \text{ N (rounded to 935 N)}$$

- Jede Befestigungsachse muss für die Last von 934,2 N (gerundet 935 N) ausgelegt werden.

- **Fazit:** Der höhere Wert (935 N) wird für die Bemessung herangezogen.

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- **Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**

- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben: $F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.2)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht): $F_{Vk,O,HK} = 345 \text{ N}$
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{Vk,O,W} = 63 \text{ N}$
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 408 N
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Konsole (zwei Stück): 204 N
- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt: $F_{Vd,U} = 250 \text{ N} - 204 \text{ N} = 46 \text{ N}$

- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand): $F_{Hd,S} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.3)

- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand: $F_{Hd,U} = 150 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.4)

- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand: $F_{Hd,O} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.5)

D3 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (ohne Heizkörpernische)

Betrachtung: Schule, Klassenraum, Röhrenradiatoren (vierreihig)

Heizfläche: Baulänge: 2000 mm (44 Elemente)

Bauhöhe: 600 mm

Bautiefe: 136 mm

Höhe Oberkante über Fußboden:
750 mm

Abstand Vorderkante von Wand:
175 mm

- Each fastening axis shall be designed for a load of 934,2 N (rounded to 935 N).

- **Conclusion:** The greater value (935 N) is used for dimensioning.

The rated values below shall be taken into account at the statically most unfavourable points:

- **vertical lift force from below**

- rated value of the vertical lift force from below: $F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.2)
- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight): $F_{Vk,O,HK} = 345 \text{ N}$
- vertical force from above due to permanent action caused by water content: $F_{Vk,O,W} = 63 \text{ N}$
- total vertical force from above due to permanent action: 408 N
- total vertical force from above due to permanent action per bracket (two in this case): 204 N
- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below: $F_{Vd,U} = 250 \text{ N} - 204 \text{ N} = 46 \text{ N}$

- **horizontal force $F_{Hd,S}$**

- rated value of the lateral displacement force from one side (parallel to wall): $F_{Hd,S} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.3)

- **horizontal force $F_{Hd,U}$**

- rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall: $F_{Hd,U} = 150 \text{ N}$ (see Section 8.4)

- **horizontal force $F_{Hd,O}$**

- rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall: $F_{Hd,O} = 250 \text{ N}$ (see Section 8.5)

D3 School, classroom – Tubular radiator (without radiator niche)

Example examined: school, classroom, tubular radiators (four rows)

Heating surface: overall length: 2000 mm (44 elements)
overall height: 600 mm
overall depth: 136 mm
height above floor to upper edge: 750 mm
distance from wall to front edge: 175 mm

Gewicht: 73,5 kg
Wasserinhalt: 52,8 l
Montage vor der Wand ohne Heizkörpernische, Heizkörper von oben frei zugänglich
keine Anbauten

Befestigung: vier vertikale Befestigungsachsen (Schienen)

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**

Für Klassenräume in Schulen gilt wegen hoher Anforderungen – Anforderungsklasse 3 (siehe Abschnitt 7).

- **ständige Einwirkungen**

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper: $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt: $\gamma_W = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)

- **Anbauten**

- keine
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten: $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten: $\gamma_A = 1,35$ (siehe Abschnitt 8.1.3.2)

- **veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (siehe Abschnitt 8.1.3.3)
- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (siehe Abschnitt 8.1.3.5)
- charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- Baulängenfaktor: $f_{BL,HK} = BL/500 = 4$ (siehe Abschnitt 8.1.2.1.2)
- Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 2400 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)

weight: 73,5 kg
water content: 52,8 l
front-wall installation without radiator niche, free access to radiator from above
no add-on parts

Fastening: four vertical fastening axes (rails)

Hence:

- **requirements class**

Classrooms in schools are subject to high requirements – requirements class 3 (see Section 7).

- **permanent actions**

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by radiator: $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)
- vertical force from above due to permanent action caused by water content: $F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by water content: $\gamma_W = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)

- **add-on parts**

- none
- vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts:
 $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by fixed add-on parts: $\gamma_A = 1,35$ (see Section 8.1.3.2)

- **variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse: $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (see Section 8.1.3.3)
- load factor for variable action due to foreseeable misuse: $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (see Section 8.1.3.5)
- characteristic vertical force due to foreseeable misuse: $F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N}$ (see Table 1)
- factor for overall length: $f_{BL,HK} = BL/500 = 4$ (see Section 8.1.2.1.2)
- calculation of the vertical force due to foreseeable misuse $F_{V_{k,O,Q,F}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 2400 \text{ N}$ (see Table 1)

- **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{Vd,O}$**

- Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung für die statisch **ungünstigste** Stelle $F_{Vd,O}$ pro Konsole

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W \\ + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,O} = 735 \cdot 1,1 + 528 \cdot 1,1 + 0 \\ + 2400 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,O} = 5709,3 \text{ N (gerundet 5710 N)}$$

- Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 8.1.2.1.1) in Höhe von $F_{Vd,O} = 5710 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: vier Achsen, bzw. vier Konsolen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 1427,5 N ausgelegt werden.

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- **Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**

- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben:

$$F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N (siehe Abschnitt 8.2)}$$

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):

$$F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$$

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt:

$$F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$$

- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1263 N

- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Achse/Konsole (vier Stück): 315,75 N

- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:

$$F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 316 \text{ N} = 184 \text{ N}$$

- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand): $F_{Hd,S} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.3)

- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand: $F_{Hd,U} = 300 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.4)

- **calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{Vd,O}$**

- calculation of the rated value of the vertical force from above per fastening for the statically **most unfavourable** point, $F_{Vd,O}$, per bracket

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W \\ + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,O} = 735 \cdot 1,1 + 528 \cdot 1,1 + 0 \\ + 2400 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,O} = 5709,3 \text{ N (rounded to 5710 N)}$$

- Assuming **uniform** distribution of the total vertical force (see Section 8.1.2.1.1) amounting to $F_{Vd,O} = 5710 \text{ N}$ among the fastening axes (in this example: four axes or four brackets), each fastening axis shall be designed for a load of 1427,5 N.

The rated values below shall be taken into account at the statically most unfavourable points:

- **vertical lift force from below**

- rated value of the vertical lift force from below:

$$F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N (see Section 8.2)}$$

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):

$$F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$$

- vertical force from above due to permanent action caused by water content:

$$F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$$

- total vertical force from above due to permanent action: 1263 N

- total vertical force from above due to permanent action per axis/bracket (four in this case): 315,75 N

- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:

$$F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 316 \text{ N} = 184 \text{ N}$$

- **horizontal force $F_{Hd,S}$**

- rated value of the lateral displacement force from one side (parallel to wall): $F_{Hd,S} = 500 \text{ N}$ (see Section 8.3)

- **horizontal force $F_{Hd,U}$**

- rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall: $F_{Hd,U} = 300 \text{ N}$ (see Section 8.4)

- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand:
 $F_{Hd,O} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.5)

D4 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator
(in Heizkörpernische)

Betrachtung: Schule, Klassenraum, Röhrenradiatoren (vierreihig)

Heizfläche: Baulänge: 2000 mm (44 Elemente)

Bauhöhe: 600 mm

Bautiefe: 136 mm

Höhe Oberkante über Fußboden:
750 mm

Abstand Vorderkante von Wand:
175 mm

Gewicht: 73,5 kg

Wasserinhalt: 52,8 l

Montage vor der Wand *in Heizkörpernische*, Heizkörper von oben *nicht zugänglich*, jedoch von vorne

keine Anbauten

Befestigung: vier vertikale Befestigungsachsen (zwei vertikal tragende Konsolen je Befestigungsachse)

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**

- Für Klassenräume in Schulen gilt wegen hoher Anforderungen – Anforderungsklasse 3 (siehe Abschnitt 7).

- **ständige Einwirkungen**

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper: $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt: $\gamma_W = 1,1$ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)

- **Anbauten**

- keine
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten: $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$

- **horizontal force $F_{Hd,O}$**

- rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall:
 $F_{Hd,O} = 500 \text{ N}$ (see Section 8.5)

D4 School, classroom – Tubular radiator
(in radiator niche)

Example examined: school, classroom, tubular radiators (four rows)

Heating surface: overall length: 2000 mm (44 elements)

overall height: 600 mm

overall depth: 136 mm

height above floor to upper edge: 750 mm

distance from wall to front edge: 175 mm

weight: 73,5 kg

water content: 52,8 l

front-wall installation *in radiator niche*, radiator *inaccessible* from above, but accessible from the front

no add-on parts

Fastening: four vertical fastening axes (two vertical load-bearing brackets per fastening axis)

Hence:

- **requirements class**

- Classrooms in schools are subject to high requirements – requirements class 3 (see Section 7).

- **permanent actions**

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):
 $F_{V_{k,O,HK}} = 735 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by radiator: $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)
- vertical force from above due to permanent action caused by water content: $F_{V_{k,O,W}} = 528 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by water content: $\gamma_W = 1,1$ (see Section 8.1.3.1)

- **add-on parts**

- none
- vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts:
 $F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten: $\gamma_A = 1,35$ (siehe Abschnitt 8.1.3.2)

- **veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (siehe Abschnitt 8.1.3.3)
- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (siehe Abschnitt 8.1.3.5)
- charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch:
 $F_{V_{k,O,P}} = 375 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- Baulängenfaktor: $f_{BL,HK} = 1$ (siehe Abschnitt 8.1.2.1.2)
- Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 375 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- aus Nebenanforderung: Heizkörper von vorne zugänglich (Fehlgebrauch: als Steighilfe für eine Person: 375 N): $F_{V_{k,O,Q}} = 375 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)

- **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{Vd,O}$**

- Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung für die statisch **ungünstigste** Stelle $F_{Vd,O}$ pro Konsole

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,O} = 735 \cdot 1,1 + 528 \cdot 1,1 + 0 + 375 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,O} = 2064,3 \text{ N (gerundet 2065 N)}$$

- Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 8.1.2.1.1) in Höhe von $F_{Vd,O} = 2065 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: vier Achsen, acht Konsolen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 516 N ausgelegt werden.
- Bei **ungünstiger** Verteilung der Vertikalkraft mit Einwirkung der Personenlast an einem Ende des Heizkörpers (siehe Abschnitt 8.1.2.1.1) wird folgenderweise vorgegangen:

- partial safety factor for permanent action caused by fixed add-on parts: $\gamma_A = 1,35$ (see Section 8.1.3.2)

- **variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse:
 $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (see Section 8.1.3.3)
- load factor for variable action due to foreseeable misuse:
 $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (see Section 8.1.3.5)
- characteristic vertical force due to foreseeable misuse:
 $F_{V_{k,O,P}} = 375 \text{ N}$ (see Table 1)
- factor for overall length: $f_{BL,HK} = 1$ (see Section 8.1.2.1.2)
- calculation of the vertical force due to foreseeable misuse $F_{V_{k,O,Q,F}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 375 \text{ N}$ (see Table 1)
- based on the additional requirement: radiator accessible from the front (misuse: as a climbing aid for one person: 375 N):
 $F_{V_{k,O,Q}} = 375 \text{ N}$ (see Table 1)

- **calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{Vd,O}$**

- calculation of the rated value of the vertical force from above per fastening for the statically **most unfavourable** point, $F_{Vd,O}$, per bracket

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,O} = 735 \cdot 1,1 + 528 \cdot 1,1 + 0 + 375 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,O} = 2064,3 \text{ N (rounded to 2065 N)}$$

- Assuming **uniform** distribution of the total vertical force (see Section 8.1.2.1.1) amounting to $F_{Vd,O} = 2065 \text{ N}$ among the fastening axes (in this example: four axes, eight brackets), each fastening axis shall be designed for a load of 516 N.
- In the case of **unfavourable** distribution of the vertical force, with the load applied by persons on one radiator end (see Section 8.1.2.1.1), the procedure is as follows:

$$F_{Vd,pro\ Achse} = \frac{F_{Vk,O,HK} \cdot \gamma_{HK}}{4} + \frac{F_{Vk,O,W} \cdot \gamma_W}{4} + \frac{F_{Vk,O,A} \cdot \gamma_A}{4} + F_{Vk,O,Q} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,pro\ Achse} = \frac{735 \cdot 1,1}{4} + \frac{528 \cdot 1,1}{4} + 0 + 375 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,pro\ Achse} = 1022,3 \text{ N}$$

$$F_{Vd,O,pro\ Konsole} = 511 \text{ N (zwei Konsolen je Befestigungsachse)}$$

$$F_{Vd,pro\ Achse} = \frac{F_{Vk,O,HK} \cdot \gamma_{HK}}{4} + \frac{F_{Vk,O,W} \cdot \gamma_W}{4} + \frac{F_{Vk,O,A} \cdot \gamma_A}{4} + F_{Vk,O,Q} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3}$$

$$F_{Vd,pro\ Achse} = \frac{735 \cdot 1,1}{4} + \frac{528 \cdot 1,1}{4} + 0 + 375 \cdot 1,2 \cdot 1,5$$

$$F_{Vd,pro\ Achse} = 1022,3 \text{ N}$$

$$F_{Vd,O,pro\ Konsole} = 511 \text{ N (two brackets per fastening axis)}$$

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- **Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**
 - Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben:
 $F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.2)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):
 $F_{Vk,O,HK} = 735 \text{ N}$
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt:
 $F_{Vk,O,W} = 528 \text{ N}$
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1263 N
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Konsole (zwei Stück): 157,9 N, bzw. je Achse 315,8 N
 - Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:
 $F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 316 \text{ N} = 184 \text{ N}$
- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand):
 $F_{Hd,S} = 0 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.3)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand:
 $F_{Hd,U} = 300 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.4)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand:
 $F_{Hd,O} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 8.5)

D5 Hotel, Foyer – Bankradiator

Betrachtung: Foyer eines Hotels – Bankradiator (horizontale Ausführung)

The rated values below shall be taken into account at the statically most unfavourable points:

- **vertical lift force from below**
 - rated value of the vertical lift force from below:
 $F_{Vd,U,3} = 500 \text{ N}$ (see Section 8.2)
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):
 $F_{Vk,O,HK} = 735 \text{ N}$
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content:
 $F_{Vk,O,W} = 528 \text{ N}$
 - total vertical force from above due to permanent action: 1263 N
 - total vertical force from above due to permanent action per bracket (two in this case): 157,9 N or, per axis, 315,8 N
 - rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:
 $F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 316 \text{ N} = 184 \text{ N}$
- **horizontal force $F_{Hd,S}$**
 - rated value of the lateral displacement force from one side (parallel to wall): $F_{Hd,S} = 0 \text{ N}$ (see Section 8.3)
- **horizontal force $F_{Hd,U}$**
 - rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall:
 $F_{Hd,U} = 300 \text{ N}$ (see Section 8.4)
- **horizontal force $F_{Hd,O}$**
 - rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall:
 $F_{Hd,O} = 500 \text{ N}$ (see Section 8.5)

D5 Hotel, lobby – bench radiator

Example examined: hotel lobby – bench radiator (horizontal design)

Heizfläche: Baulänge: 2000 mm (44 Elemente)

Bauhöhe: 230 mm

Bautiefe: 173 mm

Gewicht: 33,7 kg (ohne Konsole)

Wasserinhalt: 20,9 ℓ

Montage auf dem Boden, von oben frei zugänglich

feste Anbauten: Marmorplatte (2250 mm × 300 mm × 40 mm),
Gewicht 70,2 kg (als Sitzfläche)

Befestigung: drei vertikale und gleichmäßig über die Heizkörperbaulänge verteilte Befestigungsachsen

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**

Für das Foyer eines Hotels gilt wegen erhöhter Anforderungen – Anforderungsklasse 2 (siehe Abschnitt 7).

- **ständige Einwirkungen**

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):

$$F_{V_{k,O,HK}} = 337 \text{ N}$$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper:

$$\gamma_{HK} = 1,1 \text{ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)}$$

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt: $F_{V_{k,O,W}} = 209 \text{ N}$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt:

$$\gamma_W = 1,1 \text{ (siehe Abschnitt 8.1.3.1)}$$

- **Anbauten**

- Marmorplatte (2250 mm × 300 mm × 40 mm);
Gewicht 70,2 kg (als Sitzfläche)

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten:

$$F_{V_{k,O,A}} = 702 \text{ N}$$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten:

$$\gamma_A = 1,35 \text{ (siehe Abschnitt 8.1.3.2)}$$

- **veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch: $\gamma_{Q,F,2} = 1,2$ (siehe Abschnitt 8.1.3.3)

- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch:

$$\gamma_{Q,2} = 1,5 \text{ (siehe Abschnitt 8.1.3.5)}$$

Heating surface: overall length: 2000 mm (44 elements)

overall height: 230 mm

overall depth: 173 mm

weight: 33,7 kg (without bracket)

water content: 20,9 ℓ

floor installation, free access from above

fixed add-on parts: marble slab (2250 mm × 300 mm × 40 mm), weight 70,2 kg (for seating)

Fastening: three vertical fastening axes evenly distributed over the radiator overall length

Hence:

- **requirements class**

Hotel lobbies are subject to increased requirements – requirements class 2 (see Section 7).

- **permanent actions**

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):

$$F_{V_{k,O,HK}} = 337 \text{ N}$$

- partial safety factor for permanent action caused by radiator:

$$\gamma_{HK} = 1,1 \text{ (see Section 8.1.3.1)}$$

- vertical force from above due to permanent action caused by water content: $F_{V_{k,O,W}} = 209 \text{ N}$

- partial safety factor for permanent action caused by water content:

$$\gamma_W = 1,1 \text{ (see Section 8.1.3.1)}$$

- **add-on parts**

- marble slab (2250 mm × 300 mm × 40 mm);
weight 70,2 kg (for seating)

- vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts:

$$F_{V_{k,O,A}} = 702 \text{ N}$$

- partial safety factor for permanent action caused by add-on parts:

$$\gamma_A = 1,35 \text{ (see Section 8.1.3.2)}$$

- **variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse:

$$\gamma_{Q,F,2} = 1,2 \text{ (see Section 8.1.3.3)}$$

- load factor for variable action due to foreseeable misuse:

$$\gamma_{Q,2} = 1,5 \text{ (see Section 8.1.3.5)}$$

- charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch:
 $F_{V_{k,O,P}} = 750 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- Baulängenfaktor: $f_{BL, HK} = BL/500 = 4,5$; gerundet 5 (siehe Abschnitt 8.1.2.1.3)
- Berechnung der Vertikalkraft aus bestimmungsgemäßer Nutzung $F_{V_{k,O,Q}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 3750 \text{ N}$
- aus Nebenanforderung: keine
- **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{Vd,O}$**
 - Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 2} \cdot f_{Q, 2}$$

$$F_{Vd,O} = 337 \cdot 1,1 + 209 \cdot 1,1 + 702 \cdot 1,35 + 750 \cdot 1,5 \cdot 5$$

$$F_{Vd,O} = 7173 \text{ N (gerundet 7200 N)}$$
 - Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung:
 $F_{Vd,O, \text{pro Konsole}}$
 - Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 8.1.2.1.1) in Höhe von $F_{Vd,O} = 7200 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: drei Achsen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 2400 N ausgelegt werden.

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- **Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**
 - Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben:
 $F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 7.2)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht):
 $F_{V_{k,O, HK}} = 337 \text{ N}$
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt:
 $F_{V_{k,O, W}} = 209 \text{ N}$
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung fester Anbauten:
 $F_{V_{k,O, A}} = 702 \text{ N}$
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1248 N
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Befestigung: 416 N

- characteristic vertical force due to foreseeable misuse:
 $F_{V_{k,O,P}} = 750 \text{ N}$ (see Table 1)
- factor for overall length: $f_{BL, HK} = BL/500 = 4,5$; rounded to 5 (see Section 8.1.2.1.3)
- calculation of the vertical force due to normal use $F_{V_{k,O,Q}}$:
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 3750 \text{ N}$
- additional requirement: none
- **calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{Vd,O}$**
 - calculation of the rated value of the vertical force from above:

$$F_{Vd,O} = F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 2} \cdot f_{Q, 2}$$

$$F_{Vd,O} = 337 \cdot 1,1 + 209 \cdot 1,1 + 702 \cdot 1,35 + 750 \cdot 1,5 \cdot 5$$

$$F_{Vd,O} = 7173 \text{ N (rounded to 7200 N)}$$
 - calculation of the rated value of the vertical force from above per fastening:
 $F_{Vd,O, \text{pro Konsole}}$
 - Assuming **uniform** distribution of the total vertical force (see Section 8.1.2.1.1) amounting to $F_{Vd,O} = 7200 \text{ N}$ among the fastening axes (in this example: three axes), each fastening axis shall be designed for a load of 2400 N.

The rated values below shall be taken into account at the statically most unfavourable points:

- **vertical lift force from below**
 - rated value of the vertical lift force from below:
 $F_{Vd,U,2} = 250 \text{ N}$ (see Section 7.2)
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight):
 $F_{V_{k,O, HK}} = 337 \text{ N}$
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content:
 $F_{V_{k,O, W}} = 209 \text{ N}$
 - vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts:
 $F_{V_{k,O, A}} = 702 \text{ N}$
 - total vertical force from above due to permanent action: 1248 N
 - total vertical force from above due to permanent action per fastening: 416 N

- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:

$$F_{Vd,U} = 250 \text{ N} - 416 \text{ N} = -166 \text{ N}$$

(Wert negativ, daher keine besondere Maßnahme gegen Ausheben erforderlich)

- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand):

$$F_{Hd,S} = 250 \text{ N (siehe Abschnitt 8.3)}$$

- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand:

$$F_{Hd,U} = 150 \text{ N (siehe Abschnitt 8.4)}$$

- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**

- Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand:

$$F_{Hd,O} = 250 \text{ N (siehe Abschnitt 8.5)}$$

- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:

$$F_{Vd,U} = 250 \text{ N} - 416 \text{ N} = -166 \text{ N}$$

(negative value, hence no special measures against lifting required)

- **horizontal force $F_{Hd,S}$**

- rated value of the lateral displacement force from one side (parallel to wall):

$$F_{Hd,S} = 250 \text{ N (see Section 8.3)}$$

- **horizontal force $F_{Hd,U}$**

- rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall:

$$F_{Hd,U} = 150 \text{ N (see Section 8.4)}$$

- **horizontal force $F_{Hd,O}$**

- rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall:

$$F_{Hd,O} = 250 \text{ N (see Section 8.5)}$$

Anhang E Berechnungsbeispiele – Befestigung bei verschiedenen „Wandaufbauten“

Grundannahme

Flachheizkörper nach DIN EN 442

Behörde, öffentlich zugänglicher Raum

Anforderungsklasse 2

Heizkörper

Baulänge: 1000 mm

Bauhöhe: 600 mm

Bautiefe: 120 mm

OK-Höhe ü. FF: 750 mm
(Höhe Oberkante über Fertigfußboden)

Abstand VK-Wand: 150 mm

Gewicht: 34,5 kg

Wasserinhalt: 6,3 ℓ

Sonstiges

HK-Nische: nein

oben frei zugänglich: ja

Anbauten: nein

Befestigung

Achsen vertikal: 2

Konsole je Achse: 2

vertikal tragende Konsole: 1

Untergrund MZ 10/1.8

Putz 10 mm

Dübel SXR 8

Achsabstand horizontal: 600 mm

Konsolabstand vertikal: 400 mm
(symmetrische Lage)

horizontaler Abstand der Halter: 200 mm

vertikaler Abstand der Halter: 100 mm
(jeweils von Rand des Heizkörpers)

Lastannahmen

Vertikallast von oben, ständige Einwirkung, Eigen
(Abschnitt 8.1.3.1) $F_{VK,O,HK}$ 345 N

γ_{HK} 1,05

Vertikallast von oben, ständige Einwirkung, Was-
ser (Abschnitt 8.1.3.1) $F_{VK,O,W}$ 63 N

γ_W 1,05

Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
(Abschnitt 8.1.2.1.1 Tab.1) $F_{VK,O,P}$ 600 N

(Abschnitt 8.1.3.3) $\gamma_{Q,F,2}$ 1,20

Belastungsfaktor aus vorhersehbarem Fehlge-
brauch (Abschnitt 8.1.3.5) $\gamma_{Q,2}$ 1,00

Baulängenfaktor (Abschnitt 8.1.2.1.1)

$f_{BL,HK}$ 1,00

Vertikalkraft aus vorhandenen festen Anbauten
(Abschnitt 8.1.3.1) $F_{VK,O,A}$ 0

γ_A 1,35

Vertikalkraft aus veränderlicher Einwirkung

$F_{VK,O,Q}$ 600 N

$\gamma_{Q,F,2}$ 1,20

$f_{Q,2}$ 1,00

Bemessungslast der Vertikalkraft von unten (Ab-
schnitt 8.2) $F_{Vd,U,2}$ –250 N

(Ausheben von unten)

Bemessungslast der Horizontalkraft (seitliches Ver-
schieben) (Abschnitt 8.3) $F_{Hd,S}$ 250 N

(OK Heizkörper parallel zur Wand)

Bemessungslast der Horizontalkraft

(UK Raum/Wand)

(Abschnitt 8.4) $F_{Hd,U}$ 150 N

(UK Heizkörper rechtwinklig zur Wand)

Bemessungslast der Horizontalkraft

(OK Raum/Wand)

(Abschnitt 8.5) $F_{Hd,O}$ 250 N

(OK Heizkörper rechtwinklig zur Wand)

Lastermittlung nach VDI 6036

Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlge-
brauch $F_{VK,0,Q,F}$

$F_{VK,0,Q} = F_{VK,0,P} \cdot f_{BL,HK}$

Tabelle 1 VDI 6036

$F_{VK,0,Q} = 600,0 \text{ N}$

Bemessungswert der Vertikalkraft von oben $F_{Vd,0}$

$F_{Vd,0} = (F_{VK,0,HK} \cdot \gamma_{HK}) + (F_{VK,0,W} \cdot \gamma_W)$
 $+ (F_{VK,0,A} \cdot \gamma_A) + (F_{VK,0,Q} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2})$

$F_{Vd,0} = (345 \text{ N} \cdot 1,05) + (63 \text{ N} \cdot 1,05)$
 $+ (0 \text{ N} \cdot 1,35) + (600 \text{ N} \cdot 1,2 \cdot 1,0)$

$F_{Vd,0} = 1148,4 \text{ N (1)}$

Bemessungslast aus Vertikalkraft je Achse

$F_{Vd,pro \text{ Achse}}$

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} = (F_{VK,0,HK} \cdot \gamma_{HK}) / 2$
 $+ (F_{VK,0,W} \cdot \gamma_W) / 2 + (F_{VK,0,A} \cdot \gamma_A) / 2$
 $+ F_{VK,0,Q} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} = (345 \text{ N} \cdot 1,05) / 2 + (63 \text{ N} \cdot 1,05) / 2$
 $+ (0 \text{ N} \cdot 1,35) / 2 + 600 \text{ N} \cdot 1,2 \cdot 1,0$

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} = 934,2 \text{ N (2)}$

Anzahl Achsen 2 (vertikal)

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} 934,2 \text{ Naus (2)}$

$F_{Vd,pro\ Achse}$	574,2 N	aus (1)
Anzahl Konsolen	2	(tragender Konsolen je Achse)
$F_{Vd,pro\ Konsole}$	467,1 N	aus (2)
$F_{Vd,pro\ Konsole}$	287,1 N	aus (1)
Bemessungslast der Vertikalkraft von unten $F_{Vd,U}$		
$F_{Vd,U,2}$	-250,0 N	(1 Ausheben von unten)
$F_{Vd,O,HK}$	345,0 N	(2 Eigengewicht)
$F_{Vd,O,W}$	63,0 N	(3 Füllung)
Anzahl Achsen	2	
$\sum F_{VK}$ je Achse	204,0 N	(aus 2,3)
Anzahl vertikal tragender Konsolen	2	
$\sum F_{VK}$ je Konsole	102,0 N	(aus 2,3)
$F_{Vd,U}$ je Konsole	-23,0 N	(aus 1,2,3)
Bemessungslast der Horizontalkräfte		
$F_{Hd,S}$	250,0 N	(OK Heizkörper parallel zur Wand)
$F_{Hd,U}$	150,0 N	(UK Heizkörper rechtwinklig zur Wand)

$F_{Hd,U}$	150,0 N	(UK Heizkörper rechtwinklig zur Wand)
$F_{Hd,O}$	250,0 N	(OK Heizkörper rechtwinklig zur Wand)

Konsollasten**Zug-/Druckkomponenten**

aus $F_{Hd,(O,U)}$	+312,5 N	Konsole oben
aus max $V(Z_o)$	+210,2 N	
Σ	+522,7 N	
aus $F_{Hd,(O,U)}$	+187,5 N	Konsole unten
aus max $V(Z_u)$	-210,2 N	
Σ	-22,7 N	

Querlastkomponente

max $F_{Hd,Dü}$	125,0 N	Konsole oben
max $F_{Vd,Dü}$	467,1 N	Konsole oben/unten
res. $F_{Vd,Dü}$	483,5 N	resultierende Querlast

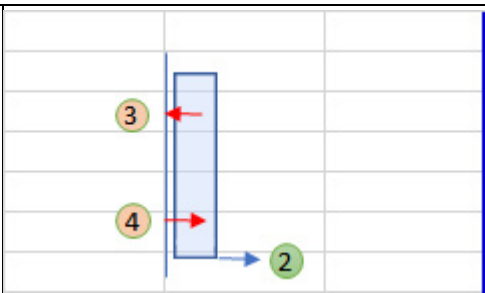
Belastung an den Konsolen (Tabelle E1)

Tabelle E1. Belastung an den Konsolen

aus $F_{Vd,o}$ (in Achslage) max V 934,2 N Z_o 210,2 N Z_u -210,2 N 1 = Lastangriff Heizkörper 3 = Konsolenpunkte 4 = Konsolenpunkte	
aus $F_{Hd,s}$ (näherungsweise nur für obere Dübel) (ohne Berücksichtigung Wandabstand) $F_{Hd,Dü}$ 125,0 N 1 = Lastangriff Heizkörper 3 = Konsolenpunkte	
aus $F_{Hd,o}$ (in Achslage) Z_o 312,5 N Z_u -62,5 N 1 = Lastangriff Heizkörper 3 = Konsolenpunkte 4 = Konsolenpunkte	

Tabelle E1. Belastung an den Konsolen (Fortsetzung)

aus $F_{Hd,u}$	(in Achslage)	
Z_o	–37,5 N	
Z_u	187,5 N	
2 = Lastangriff Heizkörper		
3 = Konsolenpunkte		
4 = Konsolenpunkte		



Nachweis Dübel

$$\max N_d + 0,52 \text{ kN}$$

$$\max V_d + 0,48 \text{ kN}$$

$$\max F_d + 0,71 \text{ kN} \quad \sqrt{N^2 + V^2}$$

Auf der sicheren Seite liegend wird hier ein Teilsicherheitsbeiwert für die Last von $\gamma_f = 1,0$ angesetzt:

$$F_{\text{vorh.}} = \max F_d / \gamma_f$$

(abhängig von den in der Lastermittlung eingeflossenen Teilsicherheitsbeiwerten)

$$F_{\text{vorh.}} = 0,71 / 1,0 = 0,71 \text{ kN}$$

Dübelauswahl und Lasten nach Herstellerangabe, z.B. Duopower oder vergleichbar (siehe Tabelle E2)

Tabelle E2. Lasten (Beispiel Duopower)

DUOPOWER											
Höchste empfohlene Lasten ^{a)} eines Einzeldübel											
Lastwerte gelten bei Verwendung von Holzschrauben mit den angegebenen Durchmessern.											
Typ			DUOPOWER								
			5 × 25	6 × 30	6 × 50	8 × 40	8 × 65	10 × 50	10 × 80	12 × 60	14 × 70
Holzschraubendurchmesser	Ø	mm	4	5	5	6	6	8	8	10	12
Min. Randabstand Beton	$c_{\min}$	mm	30	35	35	50	50	65	65	80	100
Empfohlene Last im jeweiligen Baustoff F_{empf}^b											
Beton	≥ C20/25	kN	0,40	0,95	1,65	1,10	2030	2,15	4,20	3,30	5,30
Vollziegel	≥ Mz 12	kN	0,30	0,50	0,55	0,62	0,69	1,20	1,45	1,30	1,35
Kalksandvollstein	≥ KS 12	kN	0,50	1,00	1,60	1,25	2,25	2,20	3,85	2,80	4,50
Porenbeton	≥ PB 2, PP 2 (G 2)	kN	0,05	0,10	0,15	0,10	0,16	0,20	0,30	0,24	0,35
Porenbeton	≥ PB 4, PP 4 (G 4)	kN	0,25	0,38	0,55	0,42	0,60	0,60	1,10	1,00	1,45
Hochlochziegel	≥ Hlz 12 ($\rho \geq 0,9 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,13	0,15	0,17	0,25	0,40	0,25	0,40	0,35	0,40
Kalksandlochstein	≥ KSL 12 ($\rho \geq 1,6 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,40	0,60	0,60	0,70	1,00	0,70	2,00	0,75	1,50
Gipsbauplatte	($\rho \geq 0,9 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,10	0,18	0,37	0,25	0,50	0,35	0,65	0,50	0,50
Gipsfaserplatte	12,5 cm	kN	0,24	0,33	0,35	0,35	–	0,50	–	–	–
Gipskartonplatte	12,5 cm	kN	0,12	0,15	0,15	0,15	–	0,15	–	–	–
Gipskartonplatte	2 × 12,5 cm	kN	0,13	0,15	0,24	0,20	0,32	0,30	–	–	–
Mattone Forato Typ F8		kN	0,30	0,30	–	0,25	–	0,25	–	–	–
Tramazza Doppio UNI 19		kN	0,15	0,15	0,23	0,15	0,30	0,20	0,52	0,35	0,35
Sepa Parpaing		kN	0,30	0,45	0,25 ^{c)}	0,45	0,45 ^{c)}	0,45	0,45 ^{c)}	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}

^{a)} Erforderlicher Sicherheitsfaktor ist berücksichtigt.

^{b)} Die Lastangaben sind gültig für Zug-, Querlast und Schrägzug unter jedem Winkel.

^{c)} Lastermittlung erfolgte an verputzter Wand.

$$\text{für Mz 12 und Duopower } 10 \times 50 \quad F_{\text{empf.}} = 1,20 \text{ kN}$$

$$F_{\text{vorh.}} / F_{\text{empf.}} = 0,71 / 1,20 = 0,59 \leq 1$$

$$\text{für PP 4 und Duopower } 10 \times 80 \quad F_{\text{empf.}} = 1,10 \text{ kN}$$

$$F_{\text{vorh.}} / F_{\text{empf.}} = 0,71 / 1,10 = 0,65 \leq 1$$

Annex E Calculation examples – Fastening for different “wall constructions”

Basic assumption

flat-fronted radiator to DIN EN 442
public authority building, public access area
requirements class 2

Radiator

overall length: 1000 mm
overall height: 600 mm
overall depth: 120 mm
height upper edge above FFL: 750 mm
(height of upper edge above finished floor level)
distance wall to front edge: 150 mm
weight: 34,5 kg
water content: 6,3 ℓ

Other

radiator niche: no
free access from above: yes
add-on parts: no

Fastening

axes, vertical: 2
bracket(s) per axis: 2
vertical load-bearing bracket(s): 1

Substrate

MZ 10/1.8
plaster 10 mm
SXR 8

Wall plugs

Distance between axes,
horizontal: 600 mm
Distance between brackets,
vertical: 400 mm
(symmetrical position)
horizontal distance of retainers: 200 mm
vertical distance of retainers: 100 mm
(from radiator edge in each case)

Assumed loads

vertical load from above, permanent action, radiator weight (Section 8.1.3.1)

$F_{VK,O,HK}$ 345 N
 γ_{HK} 1,05

vertical load from above, permanent action, water (Section 8.1.3.1)

$F_{VK,O,W}$ 63 N
 γ_W 1,05

vertical force due to foreseeable misuse (Section 8.1.2.1.1 Table 1)

$F_{VK,O,P}$ 600 N

(Section 8.1.3.3)

$\gamma_{Q,F,2}$ 1,20

load factor due to foreseeable misuse (Section 8.1.3.5)

$\gamma_{Q,2}$ 1,00

factor for overall length (Section 8.1.2.1.1)

$f_{BL,HK}$ 1,00

vertical force due to any fixed add-on parts (Section 8.1.3.1)

$F_{VK,O,A}$ 0

γ_A 1,35

vertical force due to variable action

$F_{VK,O,Q}$ 600 N

$\gamma_{Q,F,2}$ 1,20

$f_{Q,2}$ 1,00

rated load of vertical force from below (Section 8.2)

$F_{Vd,U,2}$ –250 N

(lift from below)

rated load of horizontal force

(lateral displacement)

(Section 8.3) $F_{Hd,S}$ 250 N

(radiator upper edge parallel to wall)

rated load of horizontal force

(lower edge room/wall)

(Section 8.4) $F_{Hd,U}$ 150 N

(radiator lower edge at right angles to wall)

rated load of horizontal force

(upper edge room/wall)

(Section 8.5) $F_{Hd,O}$ 250 N

(radiator upper edge at right angles to wall)

Load determination according to VDI 6036

vertical force due to foreseeable misuse,

$F_{VK,0,Q,F}$

$F_{VK,0,Q} = F_{VK,0,P} \cdot f_{BL,HK}$

Table 1 VDI 6036

$F_{VK,0,Q} = 600,0 \text{ N}$

rated value of vertical force from above, $F_{Vd,0}$

$F_{Vd,0} = (F_{VK,0,HK} \cdot \gamma_{HK}) + (F_{VK,0,W} \cdot \gamma_W)$
 $+ (F_{VK,0,A} \cdot \gamma_A) + (F_{VK,0,Q} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2})$

$F_{Vd,0} = (345 \text{ N} \cdot 1,05) + (63 \text{ N} \cdot 1,05)$
 $+ (0 \text{ N} \cdot 1,35) + (600 \text{ N} \cdot 1,2 \cdot 1,0)$

$F_{Vd,0} = 1148,4 \text{ N (1)}$

rated load due to vertical force per axis

$F_{Vd,pro \text{ Achse}}$

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} = (F_{VK,0,HK} \cdot \gamma_{HK}) / 2$
 $+ (F_{VK,0,W} \cdot \gamma_W) / 2 + (F_{VK,0,A} \cdot \gamma_A) / 2$
 $+ F_{VK,0,Q} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2}$

$F_{Vd,pro \text{ Achse}} = (345 \text{ N} \cdot 1,05) / 2 + (63 \text{ N} \cdot 1,05) / 2$
 $+ (0 \text{ N} \cdot 1,35) / 2 + 600 \text{ N} \cdot 1,2 \cdot 1,0$

$F_{Vd,pro\ Achse} = 934,2\text{ N (2)}$		
number of axes	2	(vertical)
$F_{Vd,pro\ Achse}$	934,2 N	from (2)
$F_{Vd,pro\ Achse}$	574,2 N	from (1)
number of brackets	2	(load-bearing brackets per axis)
$F_{Vd,pro\ Konsole}$	467,1 N	from (2)
$F_{Vd,pro\ Konsole}$	287,1 N	from (1)
rated load of vertical force from below, $F_{Vd,U}$		
$F_{Vd,U,2}$	–250,0 N	(1 lift from below)
$F_{Vd,O,HK}$	345,0 N	(2 radiator weight)
$F_{Vd,O,W}$	63,0 N	(3 filling)
number of axes	2	
$\sum F_{VK}$ per axis	204,0 N	(from 2,3)
number of vertical load-bearing brackets 2		
$\sum F_{VK}$ per bracket	102,0 N	(from 2,3)
$F_{Vd,U}$ per bracket	–23,0 N	(from 1,2,3)
rated load of horizontal forces		
$F_{Hd,S}$	250,0 N	(radiator upper edge parallel to wall)

$F_{Hd,U}$	150,0 N	(radiator lower edge at right angles to wall)
$F_{Hd,O}$	250,0 N	(radiator upper edge at right angles to wall)

Bracket loads

Tension/compression components

from $F_{Hd,(O,U)}$	+312,5 N	bracket, top
from max $V(Z_o)$	+210,2 N	
Σ	+522,7 N	
from $F_{Hd,(O,U)}$	+187,5 N	bracket, bottom
from max $V(Z_u)$	–210,2 N	
Σ	–22,7 N	

Transverse load component

max $F_{Hd,Dü}$	125,0 N	bracket, top
max $F_{Vd,Dü}$	467,1 N	bracket, top/bottom
res. $F_{Vd,Dü}$	483,5 N	resulting transverse load

Load on the brackets (Table E1)

Table E1. Load on the brackets

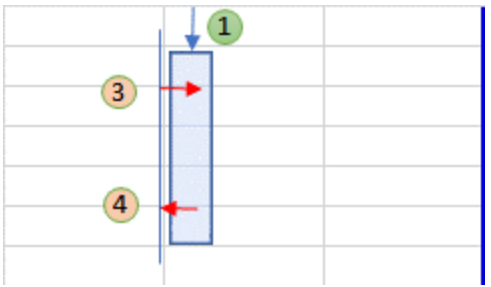
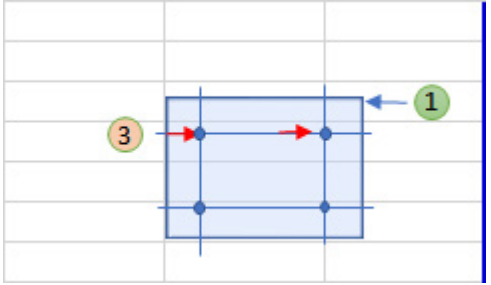
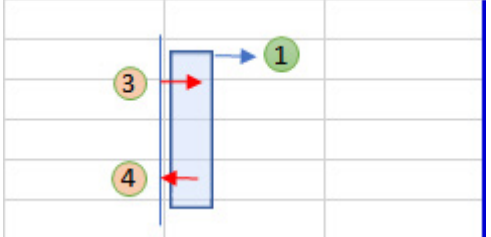
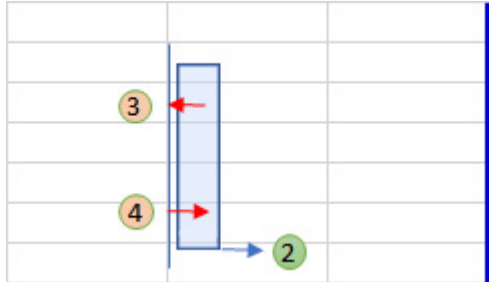
due to $F_{Vd,o}$ (in axial position)		
max V	934,2 N	
Z_o	210,2 N	
Z_u	–210,2 N	
1 = load application radiator 3 = bracket points 4 = bracket points		
due to $F_{Hd,s}$ (without consideration of wall distance) (approximately only for upper wall plugs)		
$F_{Hd,Dü}$	125,0 N	
1 = load application radiator 3 = bracket points		
due to $F_{Hd,o}$ (in axial position)		
Z_o	312,5 N	
Z_u	–62,5 N	
1 = load application radiator 3 = bracket points 4 = bracket points		

Table E1. Load on the brackets (continued)

due to $F_{Hd,U}$	(in axial position)	
Z_o	-37,5 N	
Z_u	187,5 N	
2 = load application radiator		
3 = bracket points		
4 = bracket points		

Wall plug calculation

$$\max N_d + 0,52 \text{ kN}$$

$$\max V_d + 0,48 \text{ kN}$$

$$\max F_d + 0,71 \text{ kN} \quad \sqrt{N^2 + V^2}$$

To be on the safe side, the partial safety factor for the load is assumed to be $\gamma_f = 1,0$:

$$F_{vorh.} = \max F_d / \gamma_f$$

(depending on the partial safety factors considered in the load determination)

$$F_{vorh.} = 0,71 / 1,0 = 0,71 \text{ kN}$$

Wall plug selection and loads according to manufacturer's specification, e.g., Duopower or comparable (see Table E2)

Table E2. Loads

DUOPOWER											
Maximum recommended loads ^{a)} of a single wall plug											
Load values are valid for the use of wood screws with the stated diameters.											
Type			DUOPOWER								
			5 × 25	6 × 30	6 × 50	8 × 40	8 × 65	10 × 50	10 × 80	12 × 60	14 × 70
Wood screw diameter	Ø	mm	4	5	5	6	6	8	8	10	12
Min. edge distance concrete	c_{min}	mm	30	35	35	50	50	65	65	80	100
Recommended load in respective material, F_{empf} ^{b)}											
Concrete	≥ C20/25	kN	0,40	0,95	1,65	1,10	2030	2,15	4,20	3,30	5,30
Solid brick	≥ Mz 12	kN	0,30	0,50	0,55	0,62	0,69	1,20	1,45	1,30	1,35
Solid sand-lime brick	≥ KS 12	kN	0,50	1,00	1,60	1,25	2,25	2,20	3,85	2,80	4,50
Cellular concrete	≥ PB 2, PP 2 (G 2)	kN	0,05	0,10	0,15	0,10	0,16	0,20	0,30	0,24	0,35
Cellular concrete	≥ PB 4, PP 4 (G 4)	kN	0,25	0,38	0,55	0,42	0,60	0,60	1,10	1,00	1,45
Vertically perforated brick	≥ Hlz 12 ($\rho \geq 0,9 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,13	0,15	0,17	0,25	0,40	0,25	0,40	0,35	0,40
Perforated sand-lime brick	≥ KSL 12 ($\rho \geq 1,6 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,40	0,60	0,60	0,70	1,00	0,70	2,00	0,75	1,50
Gypsum building board	($\rho \geq 0,9 \text{ kg/dm}^3$)	kN	0,10	0,18	0,37	0,25	0,50	0,35	0,65	0,50	0,50
Gypsum fibreboard	12,5 cm	kN	0,24	0,33	0,35	0,35	–	0,50	–	–	–
Gypsum plasterboard	12,5 cm	kN	0,12	0,15	0,15	0,15	–	0,15	–	–	–
Gypsum plasterboard	2 × 12,5 cm	kN	0,13	0,15	0,24	0,20	0,32	0,30	–	–	–
Mattone Forato type F8		kN	0,30	0,30	–	0,25	–	0,25	–	–	–
Tramazza Doppio UNI 19		kN	0,15	0,15	0,23	0,15	0,30	0,20	0,52	0,35	0,35
Sepa Parpaing		kN	0,30	0,45	0,25 ^{c)}	0,45	0,45 ^{c)}	0,45	0,45 ^{c)}	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}

^{a)} Required safety factor is included.

^{b)} Loads stated are valid for tensile load, transverse load, and diagonal pull at any angle.

^{c)} Load was determined on plastered wall.

$$\text{for Mz 12 and Duopower } 10 \times 50 \quad F_{empf.} = 1,20 \text{ kN}$$

$$F_{vorh.} / F_{empf.} = 0,71 / 1,20 = 0,59 \leq 1$$

$$\text{for PP 4 and Duopower } 10 \times 80 \quad F_{empf.} = 1,10 \text{ kN}$$

$$F_{vorh.} / F_{empf.} = 0,71 / 1,10 = 0,65 \leq 1$$

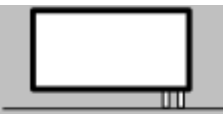
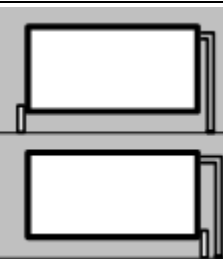
Anhang F Empfohlene Werte für anrechenbare horizontale Verschiebe- und Abzugskräfte bei üblichen Anschlusssituationen

Für alle Anschlusssituationen wird empfohlen, die maximal zulässige Verschiebbarkeit horizontal parallel zur Wand auf 5 mm zu begrenzen. Wegen der Vergleichbarkeit der Belastung auf die Anschlussrohre wird dieser Wert auch für den maximal zulässigen Weg, um den ein Heizkörper an seiner Unterkante von der Wand weg in den Raum gezogen werden kann, empfohlen. Dies entspricht in etwa der Hälfte der üblichen Isolierdicken der Anschlussleitungen in Wand oder Boden.

Eine bleibende Verformung an den Anschlüssen infolge Verschiebe- und Abzugskräften ist unzulässig.

Tabelle F1 enthält aus Messreihen ermittelte Empfehlungen für die vom Anschlusssystem aufnehmbaren horizontalen Verschiebe- und Abzugskräfte aus veränderlichen Einwirkungen für typische Anschlusssituationen bei üblichen Boden- bzw. Wandabständen und Anschlussrohrwerkstoffen. Bei der Ermittlung der Werte in Tabelle F1 wurde davon ausgegangen, dass die Anschlussrohre in der Wand bzw. dem Boden ausreichend fixiert sind.

Tabelle F1. Richtwerte für die vom Anschlusssystem aufnehmbaren horizontalen Verschiebe- und Abzugskräfte aus veränderlichen Einwirkungen für typische Anschlusssituationen

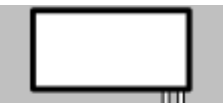
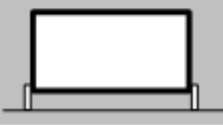
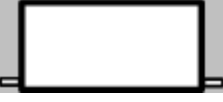
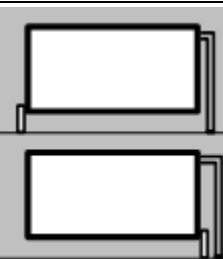
Nr.	Beschreibung	Anchlusssituation	Anforderungs- klasse 2	Anforderungs- klasse 3 und Anforderungs- klasse 4
			in N	in N
1	Anschluss von unten mit Metallrohr (Kupfer, Stahl, Weichstahl, Durchmesser 15 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		500 N	0
2	Anschluss von unten mit Verbundrohr (Kunststoff-Metall-Kunststoff-Kombination, Durchmesser 14 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		500 N	0
3	Anschluss von unten mit Kunststoffrohr (auch Mehrschicht-Kunststoffrohre, Durchmesser 14 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		300 N	0
4	Anschluss aus der Wand mit Metallrohr (Kupfer, Stahl, Weichstahl, Durchmesser 15 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		500 N	0
5	Anschluss aus der Wand mit Verbundrohr (Kunststoff/Metall/Kunststoff-Kombination, Durchmesser 14 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		500 N	0
6	Anschluss aus der Wand mit Kunststoffrohr (auch Mehrschicht-Kunststoffrohre, Durchmesser 14 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		300 N	0
7	Anschluss aus dem Boden mit Vorlauf oben		0 N	0

Annex F Recommended values for allowable horizontal displacement and pull-off forces in common connection situations

It is recommended that the maximum permissible horizontal displacement parallel to the wall be limited to 5 mm in all connection situations. For the sake of comparability of the loads acting on the connecting pipes, this value is also recommended for the maximum permissible displacement by which a radiator can be pulled at its lower edge away from the wall, towards the room. This equals about half the usual insulation thicknesses of the in-wall or underfloor connecting pipes:

Any permanent deformation of the connections due to displacement and pull-off forces is inadmissible. Table F1 shows recommendations based on measurement series for the horizontal displacement and pull-off forces due to variable actions which can be absorbed by the connection system in typical connection situations with common distances from the floor or wall and common connecting-pipe materials. The values in Table F1 were determined assuming that the connecting pipes are sufficiently fixed in the wall or the floor.

Table F1. Recommended values for the horizontal displacement and pull-off forces due to variable actions which can be absorbed by the connection system in typical connection situations

No	Description	Connection situation	Requirements class 2	Requirements class 3 and requirements class 4
			in N	in N
1	Underside connection using metal pipes (copper, steel, soft steel, 15 mm dia.) (bottom same end, bottom in centre, bottom opposite ends)		500 N	0
2	Underside connection using composite pipes (plastic-metal-plastic, 14 mm dia.) (bottom same end, bottom in centre, bottom opposite ends)		500 N	0
3	Underside connection using plastic pipes (also multi-layer plastic pipes, 14 mm dia.) (bottom same end, bottom in centre, bottom opposite ends)		300 N	0
4	Side connection using metal pipes (copper, steel, soft steel, 15 mm dia.) (top bottom opposite ends, top bottom same end, bottom opposite ends)		500 N	0
5	Side connection using composite pipes (plastic-metal-plastic, 14 mm dia.) (top bottom opposite ends, top bottom same end, bottom opposite ends)		500 N	0
6	Side connection using plastic pipes (also multi-layer plastic pipes, 14 mm dia.) (top bottom opposite ends, top bottom same end, bottom opposite ends)		300 N	0
7	Floor connection with top supply		0 N	0

Anhang G Empfehlungen für Versuchsdurchführung und -auswertung

Nachstehende Empfehlungen zum Prüfprogramm zur Ermittlung charakteristischer Last-Weg-Kennwerte für Heizkörperbefestigungen sollen die Grundlage für eine einheitliche und vergleichbare Durchführung und Auswertung von Bauteilversuchen bilden.

Versuchsdurchführung

- Aufbringen einer Vorlast zum „Einspielen“ des Systems
- Die Vorlast soll etwa 10 % der zu erwartenden Versagenslast betragen.
- Nach frühestens 30 s soll ein Nullabgleich des Wegaufnehmers erfolgen, danach Start des Belastungsversuchs und der Messung.
- kontinuierliche wegkontrollierte Belastung der Heizkörperkonsole bis zum Eintritt des Versagens
- Aufzeichnung der Belastung bei 5 mm Weg (Weg gemessen am HK-Anschluss, siehe Abschnitt 8)
- empfohlene maximale Belastungsgeschwindigkeit: 5 mm/min
- Alle Messwerte sollen mit einer Genauigkeit von maximal 2,0 % des Höchstwerts erfasst werden.
- Die Versuche sind in der Regel bei Raumtemperatur durchzuführen. Ein möglicher Einfluss der Heizkörper- bzw. der Betriebstemperatur auf temperaturempfindliche Teile der Konsole ist zu beachten.

Relevante Versuchsergebnisse

- Versagensart
- Last bei 5 mm Weg
- Versagenslast mit zugehörigem Weg

Umfang der Versuchsdokumentation

- Prüfberichtsnummer
- Datum Prüfbericht, Prüfer
- Produktbezeichnung (z.B. Artikelnummer, Chargennummer, Dimension)
- Wandaufbau (z.B. Mauerwerk, Putz)
- Angaben zum Baustoff (z.B. Art, Festigkeit)
- Bohrverfahren
- Versuchsaufbau inklusive Vermaßungen (z.B. Abstand Lastaufnahme punkt zur tragenden Wand)
- Angaben zu den Prüfmitteln

Annex G Recommendations for test performance and evaluation

The recommendations given below regarding the test routine for determining load-displacement characteristics for radiator fasteners are intended to provide a basis for the harmonised and comparable performance and evaluation of component tests.

Test performance

- application of a preload allowing the system to “break in”
- The preload shall equal approximately 10 % of the failure load to be expected.
- After not less than 30 s, the displacement sensor shall be zero balanced; then start of load test and measurement.
- continuous displacement-controlled loading of the radiator bracket until failure occurs
- recording of load at 5 mm displacement (displacement measured at radiator connection, see Section 8)
- recommended maximum loading rate: 5 mm/min
- All measured values shall be recorded with an accuracy of max. 2,0 % of the maximum value.
- As a rule, the tests shall be performed at room temperature. Any effect of the radiator temperature or the operating temperature on temperature-sensitive parts of the bracket shall be taken into account.

Relevant test results

- type of failure
- load at 5 mm displacement
- failure load with associated displacement

Scope of test documentation

- test report number
- date of test report, tester's name
- product designation (e.g. article number, batch number, dimension)
- wall construction (e.g. masonry, plaster)
- building material data (e.g. type, strength)
- drilling method
- test set-up including dimensions (e.g. distance of loading point from bearing wall)
- test equipment data

- Versuchsparameter (z.B. Messdaten, Lastrichtung, Wegrichtung)
- gültige Produktzeichnung

Versuchsauswertung

Aus den gemessenen Einzelwerten sind der arithmetische Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient zu ermitteln. Zur Ermittlung der charakteristischen Last wird eine Auswertung auf Basis einer logarithmischen Normalverteilung empfohlen.

Dabei ist ein 5%-Quantil bei einer Aussagesicherheit von $PA = 75\%$ zugrunde zu legen. Die von der Anzahl der durchgeführten Einzelversuche abhängigen Fraktilwerte sind in Tabelle G1 angegeben.

Tabelle G1. Fraktilwerte für das 5%-Quantil und Aussagesicherheiten von 75 %

Versuchsanzahl n	Aussagesicherheit $PA = 75\%$
3	3,152
4	2,680
5	2,463
6	2,336
7	2,250
8	2,190
9	2,141
10	2,103
11	2,073
12	2,048
13	2,026
14	2,007
15	1,991
20	1,933
25	1,895

- test parameters (e.g. measured data, direction of load, direction of displacement)
- valid product drawing

Test evaluation

From the individual measured values, the arithmetic mean, the standard deviation, and the coefficient of variation shall be calculated. For calculating the characteristic load, it is recommended to use a logarithmic normal distribution as the basis of evaluation.

The evaluation shall assume a 5 % quantile at a confidence level of $PA = 75\%$. The quantiles depending on the number of individual tests performed are given in Table G1.

Table G1. 5 % quantiles at 75 % confidence level

Number of tests n	Confidence level $PA = 75\%$
3	3,152
4	2,680
5	2,463
6	2,336
7	2,250
8	2,190
9	2,141
10	2,103
11	2,073
12	2,048
13	2,026
14	2,007
15	1,991
20	1,933
25	1,895

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

ETAG 001Anhang C Bek:2011-10 Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalldübel zur Verankerung im Beton; Anhang C: Bemessungsverfahren für Verankerungen (BAnz, 2012, Nr. 27a, S. 70–104)

ETAG 020Anhang C Bek:2008-06-02 Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung im Beton und Mauerwerk; Anhang C: Bemessungsverfahren für Verankerungen; Ausgabe 2006-03 (ETAG 020, Anhang C); BAnz, 2008, Nr. 140a, S. 62–67

Technische Regeln / Technical rules

DIN EN 442 Radiatoren und Konvektoren; Deutsche Fassung EN 442 (Radiators and convectors; German version EN 442). Berlin: Beuth Verlag

VDI 1000:2017-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services). Berlin: Beuth Verlag