

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREBefestigung von Heizkörpern
Anforderungen für Planung und Bemessung

VDI 6036

Fasteners of radiators
Requirements for planning and designAusg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	4	2 Terms and definitions	4
3 Formelzeichen	6	3 Symbols	6
4 Wirkprinzipien von Heizkörperbefestigungen	7	4 Action principles in radiator fasteners	7
5 Anforderungsklassen	8	5 Requirements classes	8
5.1 Normale Anforderungen – Anforderungsklasse 1	9	5.1 Normal requirements – requirements class 1	9
5.2 Erhöhte Anforderungen – Anforderungsklasse 2	9	5.2 Increased requirements – requirements class 2	9
5.3 Hohe Anforderungen – Anforderungsklasse 3	9	5.3 High requirements – requirements class 3	9
5.4 Sehr hohe Anforderungen bzw. Sonder- belastungen – Anforderungsklasse 4	9	5.4 Very high requirements or exceptional loads – requirements class 4	9
6 Einwirkende Kräfte auf Heizkörper- befestigungen	10	6 Forces acting on radiator fasteners	10
6.1 Vertikalkräfte $F_{V_{k,O}}$ von oben	11	6.1 Vertical forces $F_{V_{k,O}}$ from above	11
6.2 Vertikalkraft $F_{V_{d,U}}$ von unten (Aushebekraft)	17	6.2 Vertical force $F_{V_{d,U}}$ from below (lift-up force)	17
6.3 Horizontalkraft $F_{H_{d,S}}$ von der Seite	18	6.3 Horizontal force $F_{H_{d,S}}$ from one side	18
6.4 Horizontalkraft $F_{H_{d,U}}$ an der Unterkante zum Raum oder zur Wand	19	6.4 Horizontal force $F_{H_{d,U}}$ at the lower edge towards the room or the wall	19
6.5 Horizontalkraft $F_{H_{d,O}}$ an der Oberkante zum Raum oder zur Wand	20	6.5 Horizontal force $F_{H_{d,O}}$ at the upper edge towards the room or the wall	20
7 Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen	21	7 Proof of radiator fastener load-bearing capacity	21
7.1 Bemessungswerte der Einwirkungen	21	7.1 Rated values of actions	21
7.2 Bemessungswerte der Widerstände	21	7.2 Rated values of resistances	21

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

	Seite		Page
Anhang A	Empfohlene Zuordnung Anwendungsfälle zu Anforderungsklassen	Annex A	Recommended allocations of applications to requirements classes
	23		24
Anhang B	Übersicht zu Einwirkungen und Sicherheitsfaktoren	Annex B	Overview of actions and safety factors
	25		25
Anhang C	Berechnungsbeispiele	Annex C	Calculation examples.
	26		26
C1	Privathaushalt – Designheizkörper mit Querrohren	C1	Private household – Designer radiator with horizontal tubes
	26		26
C2	Behörde, öffentlich zugänglicher Bereich – Flachheizkörper.	C2	Public authority building, public access area – flat-fronted radiator
	28		28
C3	Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (ohne Heizkörpernische)	C3	School, classroom – tubular radiator (without radiator niche)
	31		31
C4	Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (in Heizkörpernische).	C4	School, classroom – tubular radiator (in radiator niche)
	33		33
C5	Hotel, Foyer – Bankradiator	C5	Hotel, lobby – bench radiator
	36		36
Anhang D	Empfohlene Werte für anrechenbare Verschiebe- und Abzugskräfte bei üblichen Anschlusssituationen	Annex D	Recommended values for allowable displacement and pull-off forces in common connection situations
	39		39
Anhang E	Empfehlungen für Versuchsdurchführung und -auswertung	Annex E	Recommendations for test performance and evaluation
	41		41
Schrifttum	43	Bibliography	43

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

Allen, die ehrenamtlich an der Erstellung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei auf diesem Wege gedankt.

Einleitung

Diese Richtlinie berücksichtigt den bestimmungsgemäßen und 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.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

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

Introduction

This guideline takes into account the normal and real use of radiators and is intended to assist planners and executing contractors in selecting and dimensioning radiator brackets or fastening systems consistent with the respective requirements class.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende 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 (Handtuchtrockner, Garderobenheizkörper usw.) und Röhrenradiatoren, unabhängig davon, ob sie an Zentralheizungsnetze angeschlossen 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 Direktheizer, 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 auch 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.

Heizkörper dürfen nur an tragfähigem Untergrund befestigt werden. 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.

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 be-

1 Scope

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

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

The guideline also applies, with some limitations, to radiator constructions where special installation situations such as panellings, niches or suchlike 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 applied on the radiator shall be assumed.

Fastening systems of other heating devices such as electric direct heaters, which are not dealt with in this guideline, can be dimensioned analogously.

The guideline is not applicable to mobile radiators and radiators in mobile rooms. Furthermore, underfloor convectors and radiant ceiling panels or similar heating panels are excluded from the scope of this guideline.

In the case of special applications such as facade heating panels, heated banisters, radiators with an unusual distance from floor to bottom edge (e.g. 1 m), additional requirements resulting from the special application may have to be considered.

Radiators may only be fastened to floors having suitable load-bearing capacity. Professional installation of radiators and their fastening systems is not dealt with in this guideline. In dimensioning radiator fasteners, it is assumed that they are mounted properly and professionally and that this condition is reliably maintained throughout the service life.

The purpose of this guideline 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 from foreseeable misuse are taken into account. The calculated values can be used to specify mini-

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

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

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 üblicherweise nach ihren Bauart und -form unterschieden, z.B.:

- Designheizkörper (siehe Bild 1)
- Flachheizkörper (siehe Bild 2)
- Heizwand (siehe Bild 2)
- Konvektor (siehe Bild 3)
- Röhrenradiator (Standardbauweise, siehe Bild 4)
- Bankradiator (siehe Bild 4)

Konsole

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

Anmerkung: Es wird unterschieden zwischen:

- Bodenbefestigungen
Befestigungen von Heizkörpern auf dem Roh- oder Fertigfußboden. Sie werden als Standkonsolen bezeichnet.
- Wandbefestigungen
Befestigungen von Heizkörpern an vertikalen Flächen, z. B. Massiv- und Trockenbauwänden. Sie sind in drei verschiedenen Bauformen gebräuchlich:
 - Bohrkonsolen
Sie bestehen vorwiegend aus Rohr oder Rohrabschnitten, die mit einem Teil ihrer Länge in ein horizontales Bohrloch in der Wand eingesteckt sind und durch Verankerungsabschnitte in der Wand fixiert werden. Die oberen und gegebenenfalls unteren Bohrkonsolen werden unabhängig voneinander in der Wand montiert. Alternativ zu den unteren Bohrkonsolen kommen auch Abstandhalter zum Einsatz.
 - Wandkonsolen
Sie bestehen vorwiegend aus Metall oder Metall/Kunststoff-Kombinationen für die punktuelle Abtragung von Lasten an die Wand. Wandkonsolen weisen einen Aufnehmer auf, an dem der Heizkörper fixiert wird. Die oberen und gegebenenfalls unteren Wandkonsolen werden unabhängig voneinander mit Dübeln und/oder Schrauben an der Wand montiert. Alternativ zu den unteren Wandkonsolen kommen auch Abstandhalter zum Einsatz.

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 guideline.

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 Terms and definitions

For the purposes of this guideline, the following terms and definitions apply:

Radiator

A 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: As a rule, radiators are distinguished according to type and design, e.g.:

- designer radiator (see Figure 1)
- flat-fronted radiator (see Figure 2)
- heating wall panel (see Figure 2)
- convector (see Figure 3)
- tubular radiator (standard design, see Figure 4)
- bench radiator (see Figure 4)

Bracket

Means for fastening radiators on the floor or to a wall.

Note: A distinction is made between:

- floor fasteners
Fastening radiators on the unfinished or finished floor. They are termed pedestal brackets.
- wall fasteners
Fastening radiators to vertical surfaces such as solid and dry walls. Three different types are common:
 - sleeve anchors
In most cases made of tube or tube sections, partially inserted into a horizontal bore in the wall and fixed in the wall by anchoring sections. The upper and any lower sleeve anchors are fitted into the wall independent of each other. Spacers are used as an alternative to the bottom sleeve anchors.
 - wall brackets
In most cases made of metal or metal/plastic combinations, serving for local load transfer to the wall. Wall brackets have a hook onto which the radiator is hung. The upper and any lower wall brackets are fixed to the wall independent of each other, using wall plugs and/or screws. Spacers are used as an alternative to the lower wall brackets.

- Wandschienen
 Sie bestehen vorwiegend aus Metall oder Metall/Kunststoff-Kombinationen. Wandschienen weisen einen oder mehrere Aufnehmer auf, an denen die Heizkörper fixiert werden. Sie werden mit Dübeln und/oder Schrauben an der Wand montiert.

- wall rails
 In most cases made of metal or metal/plastic combinations. Wall rails have one or several hooks onto which the radiators are hung. They are fixed to the wall using wall plugs and/or screws.

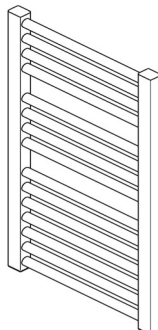


Bild 1. Designheizkörper (Handtuchrockner, Garderobenheizkörper usw.)

Figure 1. Designer radiators (heated towel rails, heated clothes racks, etc.)

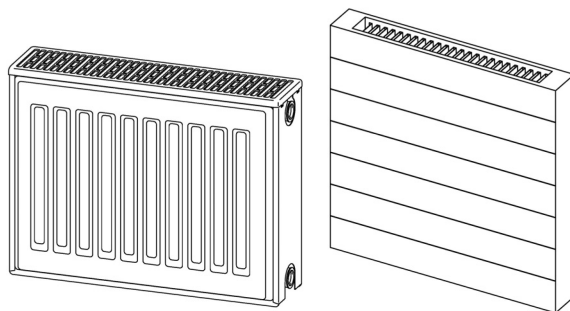


Bild 2. Flachheizkörper/Heizwände

Figure 2. Flat-fronted radiators/heating wall panels

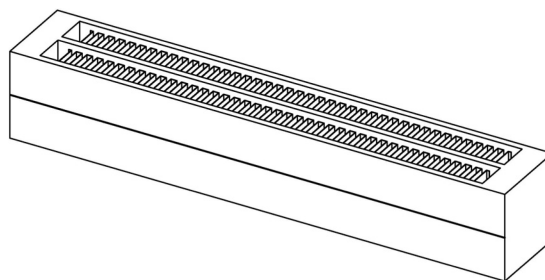


Bild 3. Konvektoren

Figure 3. Convectors

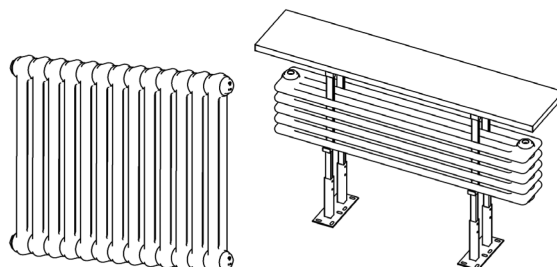


Bild 4. Röhrenradiatoren (Standardbauweise) und Bankradiatoren

Figure 4. Tubular radiators (standard design) and bench radiators

3 Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgenden aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Benennung	Einheit
BL	Baulänge	mm
$F_{Hd,O}$	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
$F_{Vd,O}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung	N
$F_{Vd,O,N}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von oben aus bestimmungsgemäßer Nutzlast (z.B. bei Bankradiatoren)	N
$F_{Vd,U}$	Bemessungswert der Vertikalkraft von unten	N
$F_{Vk,O}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung	N
$F_{Vk,O,A}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus gegebenenfalls vorhandenen festen Anbauten	N
$F_{Vk,O,G}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung	N
$F_{Vk,O,HK}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus Heizkörpergewicht	N
$F_{Vk,O,P}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Personenlast	N
$F_{Vk,O,Q}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung	N
$F_{Vk,O,Q,F}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Fehlgebrauch	N

3 Symbols

The following symbols are used throughout this guideline:

Symbol	Term	Unit
BL	overall length	mm
$F_{Hd,O}$	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
$F_{Vd,O}$	rated value of the vertical force from above due to permanent and variable actions	N
$F_{Vd,O,N}$	rated value of the vertical force from above due to the normal working load (as, e.g., in bench radiators)	N
$F_{Vd,U}$	rated value of the vertical force from below	N
$F_{Vk,O}$	characteristic vertical force from above due to permanent and variable actions	N
$F_{Vk,O,A}$	characteristic vertical force from above due to any fixed add-on parts	N
$F_{Vk,O,G}$	characteristic vertical force from above due to permanent action	N
$F_{Vk,O,HK}$	characteristic vertical force from above due to radiator weight	N
$F_{Vk,O,P}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by a person's weight	N
$F_{Vk,O,Q}$	characteristic vertical force due to variable action	N
$F_{Vk,O,Q,F}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by misuse	N

Formelzeichen	Benennung	Einheit
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	charakteristische Vertikal- kraft von oben aus veränder- licher Einwirkung infolge Nutzlast	N
$F_{V_{k,O,W}}$	charakteristische Vertikal- kraft von oben aus Wasser- inhalt	N
$f_{BL,HK}$	Faktor Baulänge des Heiz- körpers	–
f_{EB}	Faktor Einbausituation des Heizkörpers	–
$f_{Q,n}$	Belastungsfaktor gemäß An- forderungsklasse n für ver- änderliche Einwirkung	–
R_d	Bemessungswert des Wider- stands	N
R_k	charakteristischer Wert des Widerstands	N
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus festen Anbauten	–
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung	–
γ_{HK}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Heizkörpergewicht	–
γ_m	Teilsicherheitsbeiwert für das Materialversagen	–
$\gamma_{Q,F,n}$	Teilsicherheitsbeiwert für den vorhersehbaren Fehl- gebrauch gemäß Anforde- rungsklasse n für veränder- liche Einwirkung	–
$\gamma_{Q,n}$	Teilsicherheitsbeiwert gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwir- kung	–
γ_W	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Wasserinhalt	–

Symbol	Term	Unit
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by working load	N
$F_{V_{k,O,W}}$	characteristic vertical force from above due to water con- tent	N
$f_{BL,HK}$	factor for radiator overall length	–
f_{EB}	factor for radiator installation situation	–
$f_{Q,n}$	load factor as per require- ments class n for variable ac- tion	–
R_d	rated value of resistance	N
R_k	characteristic value of resist- ance	N
γ_A	partial safety factor for per- manent action due to fixed add-on parts	–
γ_G	partial safety factor for per- manent action	–
γ_{HK}	partial safety factor for per- manent action due to radiator weight	–
γ_m	partial safety factor for mate- rial failure	–
$\gamma_{Q,F,n}$	partial safety factor for the foreseeable misuse as per re- quirements class n for varia- ble action	–
$\gamma_{Q,n}$	partial safety factor as per requirements class n for vari- able action	–
γ_W	partial safety factor for per- manent action due to water content	–

4 Wirkprinzipien von Heizkörperbefestigungen

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

4 Action principles in radiator fasteners

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

- 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,
- der verwendeten Konstruktion: Einzelkonsolen bzw. -halter und/oder Schienen, die mehrere Konsolen bzw. Konsolen und Halter vertikal oder horizontal zum Beispiel 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.

5 Anforderungsklassen

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

Es werden drei alltagskonforme 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. 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.

- 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 up

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

- the number of brackets,
- the mounting place: wall, floor, ceiling or combinations thereof,
- the construction used: 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, these can be assumed to be evenly distributed over the overall length of the radiator.

5 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.

Three everyday-oriented requirements classes as well as a further “class open to definition” are defined. As a rule, the classification is object-related. Room-related classifications on the responsibility of the planner or executing contractor, agreed with the customer, user, owner or their agents, are permissible in individual cases, see also Annex A. 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 executing contractor shall be responsible for compliance with the specifications as per this guideline.

5.1 Normale Anforderungen – Anforderungsklasse 1

Dieser Einsatzbereich beinhaltet Anwendungen, bei denen zusätzlich zum Eigengewicht und zur planmäßigen Nutzlast keine größeren veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) auftreten. Diese Klasse berücksichtigt Kräfte aus leichten auf den Heizkörpern abgestellten Objekten sowie selten bis gelegentlich auftretende veränderliche Einwirkungen (Zusatzlasten) in Form von Anlehnen, Abstützen von Personen. Daraufsetzen oder -stellen ist in dieser Anforderungsklasse mit eingeschränkten Kräften als vorhersehbarer Fehlgebrauch berücksichtigt (siehe Tabelle 1 in Abschnitt 6.1.2). Es handelt sich um Bereiche, die hauptsächlich Personen zugänglich sind, die ein hohes Maß an Vorsicht üben.

5.2 Erhöhte Anforderungen – 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 6.1.2). Es ist mit einer höheren Wahrscheinlichkeit des Auftretens von höheren Zusatzbelastungen in alle Lastrichtungen zu rechnen.

5.3 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.

5.4 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.

In diesen Einsatzbereich fallen jedoch auch spezielle Einbausituationen von Heizkörpern, die eine veränderliche Einwirkung (Zusatzlast) sehr wahrschein-

5.1 Normal requirements – requirements class 1

This range of use includes applications where no major variable actions (additional loads) occur in addition to the radiator weight and the design working load. This class takes into account forces due to light-weight objects placed on the radiators, as well as infrequent to occasional variable actions (additional loads) caused by persons leaning against, or supporting themselves on, the radiators. 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 6.1.2). The radiators are installed in areas mainly accessible to persons who exercise a high degree of caution.

5.2 Increased 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 6.1.2). Higher additional loads are more likely to occur in all load directions.

5.3 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 must be assumed. There is a high likelihood of occurrence of high additional loads.

5.4 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.

However, this range of use also covers special radiator installation situations making it highly likely that a variable action (additional load) will occur. Classi-

lich machen. Diese Fälle sollten nicht allein objekt- oder raumbezogen, sondern situationsbedingt eingestuft und mit vom Planer und/oder vom Auftraggeber, Nutzer, Eigentümer oder deren Beauftragten zu definierenden veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) beaufschlagt werden.

fication of these cases should not merely be object- or room-related but should also take into account the situation, and allowance should be made for variable actions (additional loads) to be defined by the planner and/or the customer, user, owner, or their agents.

6 Einwirkende Kräfte auf Heizkörperbefestigungen

6 Forces acting on radiator fasteners

Die einwirkenden Kräfte auf Heizkörperbefestigungen resultieren aus dem Eigengewicht und dem Wasserinhalt des Heizkörpers sowie den auf den Heizkörper einwirkenden veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten). Betrachtet werden Bemessungswerte. Diese sind entweder definiert als charakteristische Einwirkungen multipliziert mit Teilsicherheitsbeiwerten oder als Bemessungswerte angegeben.

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. The forces considered are rated forces. They are either defined as characteristic actions multiplied by partial safety factors, or given as rated values.

Die zu berücksichtigenden Lastkombinationen beinhalten immer das Eigengewicht, den Wasserinhalt, gegebenenfalls ständige Anbauten, gegebenenfalls vorhandene Nutzlasten sowie eine weitere veränderliche 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.

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 variable 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.

Heizkörper müssen unter allen Einwirkungen sicher im Befestigungssystem gehalten werden. Bewegungen der Heizkörper unter Einwirkung der Bemessungswerte dürfen nicht zu sicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen führen.

Radiators must be reliably retained by the fasteners under all actions. Movements of the radiators under the impact of the rated forces must not entail any safety-relevant impairments.

Bei der Bemessung von Heizkörperbefestigungen kann davon ausgegangen werden, dass über die An-

in dimensioning radiator fasteners, it can be assumed that minor movements of the radiators under the im-

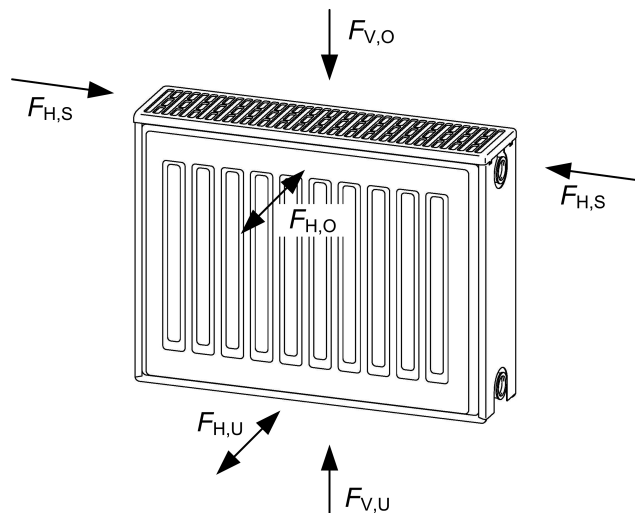


Bild 5. Einwirkende Kräfte auf Heizkörper

Figure 5. Forces acting on radiator

schlussleitungen und ihre gedämmte Einbettung in den Baukörper unter dem Einfluss der Bemessungswerte geringfügige Bewegungen der Heizkörper ohne sicherheitsrelevante Beeinträchtigungen aufgenommen werden können. Der maximal zulässige lastabhängige Weg am Heizkörperanschluss kann unter den in Abschnitt 5 genannten Bedingungen in alle Richtungen mit 5 mm angenommen werden.

Begründete Abweichungen hiervon (z. B. bei Standkonsolen mit Bodenanschluss) können fallweise zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden.

6.1 Vertikalkräfte $F_{V_{k,O}}$ von oben

Die charakteristische Vertikalkraft von oben setzt sich zusammen aus den charakteristischen Vertikalkräften aus ständiger Einwirkung gemäß Abschnitt 6.1.1 und aus veränderlicher Einwirkung gemäß Abschnitt 6.1.2.

Ermittelt wird die Höhe der maximal auf Heizkörperbefestigungen vertikal von oben einwirkenden Kräfte bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und vorhersehbarem Fehlgebrauch. Dazu wird eine erste charakteristische Kraft $F_{V_{k,O,G}}$ aus Eigengewicht, Wasserinhalt und gegebenenfalls festen Anbauten als ständige Einwirkung und eine weitere charakteristische Kraft $F_{V_{k,O,Q}}$ in Form einer Zusatzkraft aus veränderlichen Einwirkungen der durchschnittlichen Gewichtskraft einer Person (75 kg) definiert.

6.1.1 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

- $F_{V_{k,O,HK}}$ charakteristische Vertikalkraft aus Heizkörpergewicht in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ charakteristische Vertikalkraft aus Wasserinhalt in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ charakteristische Vertikalkraft 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.

6.1.2 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.

part of the rated forces can be absorbed by the connecting pipes and their insulated embedding in the structure without safety-relevant impairments. The maximum permissible load-dependent deflection at the radiator connection under the conditions mentioned in Section 5 can be assumed to be 5 mm in all directions.

Well-founded deviations from this (e.g. for pedestal brackets connected to the floor) can be agreed between the customer and the contractor in individual cases.

6.1 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 6.1.1 and due to variable action as per Section 6.1.2.

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 first 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 of an additional force due to variable actions caused by an average person's weight (75 kg).

6.1.1 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

- $F_{V_{k,O,HK}}$ characteristic vertical force due to radiator weight, in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ characteristic vertical force due to water content, in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ characteristic vertical force 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.

6.1.2 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.

6.1.2.1 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 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 $F_{V_{k,O,Q}}$ aus veränderlicher Einwirkung infolge von vorhersehbarem Fehlgebrauch gilt:

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

Dabei ist

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

6.1.2.1.1 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 den Anforderungsklassen 1 und 2 wird davon ausgegangen, dass sich eine Person an einem Heizkörper anlehnt oder abstützt. Im Regelfall ist der ungünstigste Lastfall, wenn dies am Ende eines Heizkörpers geschieht. Ist der Heizkörper an zwei Konsolen oder alternativ zwei vertikalen Befestigungsachsen befestigt, gilt je vertikaler Befestigungsachse:

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

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

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

In der Anforderungsklasse 3 wird bei für einen möglichen Fehlgebrauch frei zugänglichen Flachheizkörpern, Heizwänden, Röhrenradiatoren, Wohn-Designheizkörpern (senkrechte Rohre) und Heizkörperarten vergleichbarer Bauart davon ausgegangen, dass sich je 500 mm Baulänge des Heizkörpers eine Person anlehnt oder abstützt. Es wird von einer gleichmäßigen Einwirkung (Zusatzlast) auf die vorhandenen Befestigungsachsen ausgegangen. Bei Heizkörpern

6.1.2.1 Variable actions due to foreseeable misuse

The characteristic vertical force due to variable action caused by a person's weight, $F_{V_{k,O,P}}$, is obtained from Table 1, depending on the respective 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 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 $F_{V_{k,O,Q}}$ due to variable action caused by foreseeable misuse, which is to be assumed depending on the respective requirements class:

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

where

- $F_{V_{k,O,P}}$ characteristic vertical force due to variable action caused by a person's weight, in N
- $f_{BL,HK}$ factor for radiator overall length

6.1.2.1.1 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 1 and requirements class 2, it is assumed that one person leans against, or supports himself on, the radiator. 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 brackets or, alternatively, two vertical fastening axes, the following holds for each vertical fastening axis:

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

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

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

In requirements class 3, it is assumed for flat-fronted radiators, heating wall panels, tubular radiators, living-room designer radiators (vertical tubes) and radiator types of similar designs which are accessible and thus prone to misuse, that one person per 500 mm overall length leans against, or supports himself on, the radiator. The action (additional load) is assumed to be applied evenly to the existing fastening axes. For radiators with overall lengths < 500 mm, how-

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

Abstand Oberkante Heizkörper vom Boden in mm	Charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch in N				
	von oben nicht zugänglich, Einbringung Vertikallast nicht möglich	von oben nicht zugänglich, kann aber als Steighilfe benutzt werden	Abstand Vorderkante Heizkörper von der Wand		
			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

Table 1. Characteristic vertical force due to foreseeable misuse (variable action caused by a person's weight, $F_{V_{k,O,P}}$)

Distance from floor to radiator upper edge in mm	Characteristic vertical force due to foreseeable misuse in N				
	inaccessible from above, vertical load application impossible	inaccessible from above, but may be used as climbing aid	Distance from wall to radiator front edge		
			70 mm	> 70 mm to 250 mm	> 250 mm or free-standing, accessible from sides
900	0	375	500	600	750
> 900 to 2300	0	0	400	400	400
> 2300	0	0	200	200	200

pern mit einer Baulänge < 500 mm wird jedoch davon ausgegangen, dass sich eine Person an einem Heizkörperende auf den Heizkörper setzen kann. Eine analoge Annahme ist bei Heizkörpern beliebiger Länge zulässig, die ausschließlich von der Frontseite her zugänglich sind und bei denen möglicher Fehlgebrauch nur in Form des Benutzens als Steighilfe für eine Person (z.B. für das Klettern auf das darüber befindliche Fensterbrett) anzunehmen ist. Daher gilt für Heizkörper mit einer Baulänge < 500 mm sowie für ausschließlich von vorn zugängliche Heizkörper $f_{BL, HK} = 1,0$.

ever, it is assumed that one person can sit on the radiator at one radiator end. An equivalent assumption is permissible for radiators of arbitrary length, where only the front is accessible and which can only be misused by a person using them as a climbing aid (e.g. for climbing onto a neighbouring window sill). Therefore, for radiators with overall lengths < 500 mm and for only accessible from the front of radiator $f_{BL, HK} = 1,0$.

**6.1.2.1.2 Designheizkörper/
Bad-Designheizkörper**

Bei Designheizkörpern und Bad-Designheizkörpern mit horizontal verlaufenden Rohren wird üblicherweise von einem Fehlgebrauch durch kletternde Kinder mit einem Personengewicht von 30 kg bzw. 300 N ausgegangen. 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. Die sich hieraus oder aus Tabelle 1 ergebende höhere Einwirkung ist zu berücksichtigen und je Befestigungsachse anzusetzen:

**6.1.2.1.2 Designer radiators/
bathroom designer radiators**

In the case of designer radiators and bathroom designer radiators with horizontal tubes, it is common to assume misuse by climbing children applying a weight load of 30 kg or 300 N. Therefore, a distinction is made here between overall lengths (= widths) 600 mm (only one child has sufficient space for climbing) and > 600 mm (two children can climb side by side). The higher action resulting from this, or from Table 1, shall be taken into account and shall be applied for each fastening axis:

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

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

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. Bei Heizkörpern mit einer Baulänge < 600 mm wird davon ausgegangen, dass ein einzelnes Kind an einem Heizkörper an dem Heizkörper klettern kann und die Last dann nur auf eine Befestigungsachse wirkt.

6.1.2.1.3 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 Darafsitzen) infrage kommen. Bei Bankradiatoren sind die Lasten aus vorhersehbarem Fehlgebrauch nur zu berücksichtigen, sofern diese größer als die Lasten aus bestimmungsgemäßer Nutzung gemäß Abschnitt 6.1.2.2 sind.

In den Anforderungsklassen 1 und 2 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

In der Anforderungsklasse 3 wird davon ausgegangen, dass pro 400 mm Baulänge eine Person sitzend Platz findet und dass sich die veränderliche Einwirkung (Zusatzlast) gleichmäßig auf zwei oder mehr Konsolen aufteilt. Der Unterschied zu den Anforderungsklassen 1 und 2 ist dadurch begründet, dass beispielsweise in Schulen von mehr Personen ausgegangen werden muss, die auf dem Heizkörper sitzen. Bei Heizkörpern mit einer Baulänge < 400 mm wird davon ausgegangen, dass sich eine Person an einem Heizkörperende auf den Heizkörper setzen kann. Daher gilt je vertikaler Befestigungsachse:

$$f_{BL,HK} = BL/400 \text{ mm;}$$

jedoch mindestens 1,0

6.1.2.2 Veränderliche Einwirkungen aus bestimmungsgemäßer Nutzung

Die Vertikalkraft $F_{VK,O,Q,N}$ aus veränderlicher Einwirkung infolge bestimmungsgemäßer Nutzung ergibt

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

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

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 take into account forces such as they occur, for instance, when pulling down a towel. For radiator overall lengths < 600 mm, it is assumed that a single child can climb on the radiator at one radiator end, the load then acting on one fastening axis only.

6.1.2.1.3 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 e.g. due to sitting on the radiator). For bench radiators, the loads due to foreseeable misuse shall be considered only if greater than those due to normal use as per Section 6.1.2.2.

Requirements class 1 and 2 assume one sitting person per 500 mm overall length as well as even distribution of the variable action (additional load) 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. Therefore, for each vertical fastening axis:

$$f_{BL,HK} = \text{overall length}/500 \text{ mm;}$$

however, no less than 1,0

Requirements class 3 assumes one sitting person per 400 mm overall length as well as even distribution of the variable action (additional load) between two or more brackets. The difference with respect to requirements class 1 and 2 owes to the fact that, for instance, in schools more persons must be assumed to sit on the radiator. For radiators with overall lengths < 400 mm, it is assumed that one person can sit on the radiator at one radiator end. Therefore, for each vertical fastening axis:

$$f_{BL,HK} = \text{overall length}/400 \text{ mm;}$$

however, no less than 1,0

6.1.2.2 Variable actions due to normal use

The vertical force $F_{VK,O,Q,N}$ due to variable action caused by normal use ensues from the working load

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

$f_{BL,N}$ Faktor Baulänge 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

6.1.3 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 $f_{Q,n}$.

Für den Bemessungswert der Vertikalkraft 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 aus veränderlicher Einwirkung infolge planmäßiger 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 aus veränderlicher Einwirkung infolge vorhersehbarer 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

- $F_{V_{k,O}}$ charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger und veränderlicher Einwirkung in N
- $F_{V_{k,O,HK}}$ charakteristische Vertikalkraft aus Heizkörpergewicht in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ charakteristische Vertikalkraft aus Wasserinhalt in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ charakteristische Vertikalkraft aus festen Anbauten in N
- γ_{HK} Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Heizkörpergewicht
- γ_W Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus Wasserinhalt

to be considered (e. g. persons, clothes). In case of loads to be considered which are applied by persons, the following equation shall be used:

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

where

$f_{BL,N}$ factor for radiator overall length

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 radiators with 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:

$$f_{BL,N} = \text{overall length}/500 \text{ mm};$$

however, no less than 1,0

6.1.3 Calculation of the rated values

The rated value of the vertical force $F_{V_{k,O}}$ acting from above on a fastener 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 $f_{Q,n}$.

The following holds for the rated value of the vertical force 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 due to variable action caused by use as intended, 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 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

- $F_{V_{k,O}}$ characteristic vertical force from above due to permanent and variable actions, in N
- $F_{V_{k,O,HK}}$ characteristic vertical force due to radiator weight, in N
- $F_{V_{k,O,W}}$ characteristic vertical force due to water content, in N
- $F_{V_{k,O,A}}$ characteristic vertical force due to fixed add-on parts, in N
- γ_{HK} partial safety factor for permanent action due to radiator weight
- γ_W partial safety factor for permanent action due to water content

γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung aus festen Anbauten
$F_{V_{k,O,G}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung in N
$F_{V_{k,O,Q}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung in N
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Nutzlast in N
$F_{V_{k,O,Q,F}}$	charakteristische Vertikalkraft von oben aus veränderlicher Einwirkung infolge Fehlgebrauch in N
$\gamma_{Q,F,n}$	Teilsicherheitsbeiwert für den vorhersehbaren Fehlgebrauch gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung
$f_{Q,n}$	Belastungsfaktor gemäß Anforderungsklasse n für veränderliche Einwirkung

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

γ_A	partial safety factor for permanent action due to fixed add-on parts
$F_{V_{k,O,G}}$	characteristic vertical force from above due to permanent action, in N
$F_{V_{k,O,Q}}$	characteristic vertical force from above due to variable action, in N
$F_{V_{k,O,Q,N}}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by working load, in N
$F_{V_{k,O,Q,F}}$	characteristic vertical force from above due to variable action caused by misuse, in N
$\gamma_{Q,F,n}$	partial safety factor for foreseeable misuse as per requirements class n , for variable action
$f_{Q,n}$	load factor as per requirements class n , for variable action

Note: For the vertical force from above due to variable action, assume the greater of the values due to normal working load and due to foreseeable misuse.

6.1.3.1 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 der Wanddicken 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, dem Wasserinhalt zu rechnen ist, muss dieser Wert auf die tatsächlich vorhandene Streuung angehoben werden.

Kann der Nachweis der Streuung nicht geführt werden, ist mit einem Wert $\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,35$ zu rechnen.

6.1.3.1 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 thicknesses 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 have to be increased to the actual variation.

Where the variation cannot be established, the value $\gamma_{HK} = \gamma_W = 1,35$ shall be used in calculations.

6.1.3.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_A für ständige Einwirkung aus festen Anbauten

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

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

Bei veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch gilt:

Anforderungsklasse 1	$\gamma_{Q,F,1} = 1,1$
Anforderungsklassen 2 und 3	$\gamma_{Q,F,2,3} = 1,2$
Anforderungsklasse 4	$\gamma_{Q,F,4} = 1,0$

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

Bei planmäßigen veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten, z. B. Personenlasten bei Bankradiatoren) gilt:

Anforderungsklassen 1 bis 4	$\gamma_{Q,N,1,2,3,4} = 1,5$
-----------------------------	------------------------------

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

Bei veränderlichen Einwirkungen (Zusatzlasten) aus vorhersehbarem Fehlgebrauch gilt:

Anforderungsklassen 1 und 2	$f_{Q,1,2} = 1,0$
Anforderungsklasse 3	$f_{Q,3} = 1,5$
Anforderungsklasse 4	z. B. $f_{Q,4} = 3,0^{1)}$

6.2 Vertikalkraft $F_{Vd,U}$ von unten (Aushebekraft)

Abweichend von der in Abschnitt 6.1 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.

¹⁾ Muss zwischen der Planungs- und Ausführungsphase, z. B. zwischen Planer, Architekt, Eigentümer, Auftraggeber, Auftragnehmer, Nutzer, vereinbart werden.

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

For fixed add-on parts, use a common value of $\gamma_A = 1,35$ in calculations.

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

The following holds for variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse:

requirements class 1	$\gamma_{Q,F,1} = 1,1$
requirements classes 2 and 3	$\gamma_{Q,F,2,3} = 1,2$
requirements class 4	$\gamma_{Q,F,4} = 1,0$

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

For design variable actions (additional loads such as applied by persons on bench radiators):

requirements classes 1 to 4	$\gamma_{Q,N,1,2,3,4} = 1,5$
-----------------------------	------------------------------

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

The following holds for variable actions (additional loads) due to foreseeable misuse:

requirements classes 1 and 2	$f_{Q,1,2} = 1,0$
requirements class 3	$f_{Q,3} = 1,5$
requirements class 4	e. g. $f_{Q,4} = 3,0^{1)}$

6.2 Vertical force $F_{Vd,U}$ from below (lift-up force)

Deviating from the approach taken in Section 6.1, 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, on a fastening axis. As one example of occurrence, consider the leverage effect of a cleaning device underneath the radiator, which may 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.

¹⁾ to be agreed between the stages of planning and execution, e. g. among planner, architect, owner, customer, contractor, user

Anforderungsklassen 1 und 2

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

$$F_{Vd,U,1,2} = 250 \text{ N}$$

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).

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

6.3 Horizontalkraft $F_{Hd,S}$ von der Seite

Abweichend von der in Abschnitt 6.1 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.

Als Beispiel für eine mögliche gesonderte Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Bauherr sei die Anforderung an die seitliche Verschiebekraft an Heizkörpern in Fluren eines Hotels genannt. Obwohl für den Zimmer- und Personalbereich nach Anhang A für das Hotel nur die Anforderungsklasse 2 gilt, kann es erforderlich sein, für Heizkörper in als Fluchtwege gekennzeichneten Fluren höhere Anforderungen an eine Sicherung gegen seitliches Verschieben zu vereinbaren.

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

Anforderungsklassen 1 und 2

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

Requirements classes 1 and 2

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

$$F_{Vd,U,1,2} = 250 \text{ N}$$

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-out 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).

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

6.3 Horizontal force $F_{Hd,S}$ from one side

Deviating from the approach taken in Section 6.1, 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 against one radiator side at an angle.

As an example of a possible separate agreement between the customer and the building owner, consider the requirement regarding the lateral displacement force exerted on radiators in hotel corridors. Although Annex A specifies but requirements class 2 for the room and staff areas in hotels, higher requirements regarding lateral shift prevention may have to be agreed upon for radiators in corridors that are designated as escape routes.

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

Requirements classes 1 and 2

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

men, 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 die Anschlussrohre des Heizkörpers aufnehmen, gemindert werden.

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

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 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 könnten, bleiben unberücksichtigt.

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

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

Abweichend von der in Abschnitt 6.1 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.

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 pipes.

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

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 must therefore be absorbed entirely by the fastening system. Forces that the connecting pipes may be able to absorb 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 planning and execution, e. g. among planner, architect, owner, customer, contractor, user). The displacement force must therefore be absorbed entirely by the fastening system. Forces that the connecting pipes might be able to absorb are disregarded.

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

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

Deviating from the approach taken in Section 6.1, 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.

Anforderungsklassen 1 und 2

Hier wird davon ausgegangen, dass die Belastung selten bis gelegentlich auftritt. Kann der Nachweis geführt werden, dass die Last über die Anschlussrohre abgeleitet wird, entfällt eine Berücksichtigung an der Konsole. Ist der von den Heizkörperanschlussrohren aufnehmbare Kraftanteil bekannt, kann die Horizontalkraft, die vom Befestigungssystem aufgenommen werden muss, um den Wert, den die Anschlussrohre des Heizkörpers aufnehmen, gemindert werden.

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

Anforderungsklasse 3

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

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

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). Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden könnten, bleiben unberücksichtigt.

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

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

Abweichend von der in Abschnitt 6.1 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 Aufstieghilfe, 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.

Anforderungsklassen 1 und 2

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

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

Requirements classes 1 and 2

It is assumed here that the load occurs seldom to occasionally. Where the load can be demonstrated to be transferred via the connecting pipes, it need not be taken into account at the bracket. 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 pipes.

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

Requirements class 3

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

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

Requirements class 4

Here the magnitude of the 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). Forces that the connecting pipes might be able to absorb are disregarded.

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

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

Deviating from the approach taken in Section 6.1, 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.

Requirements classes 1 and 2

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

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

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). Kräfte, die eventuell von den Anschlussrohren aufgenommen werden könnten, bleiben unberücksichtigt.

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

7 Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen

Der Nachweis der Tragfähigkeit von Heizkörperbefestigungen erfolgt nach dem Teilsicherheitskonzept unter Berücksichtigung von charakteristischen Einwirkungen von Widerständen sowie zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten.

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

7.1 Bemessungswerte der Einwirkungen**7.1.1 Vertikalkraft $F_{\text{Vk,O}}$ von oben**

(nach Abschnitt 6.1)

7.1.2 Vertikalkraft $F_{\text{Vk,U}}$ von unten

(nach Abschnitt 6.2)

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

(nach Abschnitt 6.3)

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

(nach Abschnitt 6.4)

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

(nach Abschnitt 6.5)

7.2 Bemessungswerte der Widerstände

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

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

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 the 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). Forces that the connecting pipes might be able to absorb are disregarded.

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

7 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 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 .

7.1 Rated values of actions**7.1.1 Vertical force $F_{\text{Vk,O}}$ from above**

(as per Section 6.1)

7.1.2 Vertical force $F_{\text{Vk,U}}$ from below

(as per Section 6.2)

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

(as per Section 6.3)

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

(as per Section 6.4)

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

(as per Section 6.5)

7.2 Rated values of resistances

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

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

Der charakteristische Widerstand der Heizkörperbefestigung R_k wird üblicherweise experimentell ermittelt. Für viele Systeme sind diese Werte den Herstellerangaben zu entnehmen.

Nachstehend sind Teilsicherheitsbeiwerte γ_m für spezielle Materialien/Baustoffe 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)
- $\gamma_{m B}$ = 1,50 (Teilsicherheitsbeiwert für Betonversagen, aus ETAG 001, Anhang C)
- $\gamma_{m M}$ = 2,50 (Teilsicherheitsbeiwert für Mauerwerksversagen, aus ETAG 020, Anhang C)
- $\gamma_{m PB}$ = 2,00 (Teilsicherheitsbeiwert für Porenbetonversagen, aus ETAG 020, Anhang C)

The characteristic resistance of the radiator fastener, R_k , is usually determined experimentally. For many systems, these values can be obtained from the manufacturer's data.

Partial safety factors γ_m for special materials/building materials are listed below. For materials/building materials not listed, assume values 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)
- $\gamma_{m B}$ = 1,50 (partial safety factor for concrete failure, as per ETAG 001 Annex C)
- $\gamma_{m M}$ = 2,50 (partial safety factor for masonry failure, as per ETAG 020, Annex C)
- $\gamma_{m PB}$ = 2,00 (partial safety factor for cellular concrete failure, as per ETAG 020, Annex C)

Anhang A Empfohlene Zuordnung Anwendungsfälle zu Anforderungsklassen

	Anforderungs- klasse 1	Anforderungsklasse 2	Anforderungs- klasse 3	Anforderungs- klasse 4
Eigenheime	X	–	–	–
Eigentumswohnungen, Mietwohnungen	Wohnbereich	öffentlich zugängliche Flure, Treppenhäuser, Gemein- schaftsräume usw.	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Kindergärten	nur Personalbereich	X	nur Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Krankenhäuser, Senioren-/Pflegeheime	nur Personalbereich	X ^{b)}	nur Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Bürogebäude	Büros	Flure, Treppenhäuser usw. ^{b)}	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Behörden	Büros	öffentlich zugängliche Berei- che, Treppenhäuser usw. ^{b)}	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Bewirtschaftsbetriebe	Personalbereich	öffentlich zugängliche Bereiche, Treppenhäuser ^{b)}	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Beherbergungsbetriebe, Hotels	Personalbereich	Zimmer, Treppenhäuser, Flure ^{b)}	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Arzt-/Anwaltspraxen	nur Personalbereich	X	–	–
Verkaufsstätten	Personalbereich	Verkaufsräume, Treppen- häuser, Flure ^{b)}	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Wohnheime	Personalbereich	Zimmer, Treppenhäuser, Flure	Fluchtwege o.Ä. ^{a)}	–
Schulen Sportstätten	Personalbereich	–	Klassenräume, Flure, Fluchtwege, Treppen- häuser usw.	–
Jugendzentren	nur Personalbereich	–	X	–
Versammlungsstätten, Bahnhöfe	nur Personalbereich	–	X	–
Kasernen	nur Zivilbereich	–	X	–
Justizvollzugsanstalten	Personalbereich	–	–	Aufenthaltsräume, Flure, Fluchtwege, Treppenhäuser usw.
Psychiatrieeinrichtungen	Personalbereich	–	–	Aufenthaltsräume, Flure, Fluchtwege, Treppenhäuser usw.

a) Die erhöhten Werte gelten nur für die Horizontalkräfte.

b) Bei Räumen, in denen z. B. Einkaufswagen, Servierwagen, Krankbetten, Rollatoren verwendet werden, ist zu prüfen, ob gemäß Einbausituation Horizontalkräfte nach Anforderungsklasse 3 zu berücksichtigen sind.

Annex A Recommended allocations of applications to requirements classes

	Requirements class 1	Requirements class 2	Requirements class 3	Requirements class 4
Owner-occupied homes	X	-	-	-
Owner-occupied flats, rented flats	residential area	publicly accessible corridors, stairways, commonly used rooms, etc.	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Nursery schools	staff area only	x	only escape routes or suchlike ^{a)}	-
Hospitals, homes for the elderly/care homes	staff area only	x ^{b)}	only escape routes or suchlike ^{a)}	-
Office buildings	offices	corridors, stairways, etc. ^{b)}	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Authority buildings	offices	public access areas, stairways, etc. ^{b)}	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Restaurants	staff area	public access areas, stairways ^{b)}	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Accommodation facilities, hotels	staff area	rooms, stairways, corridors ^{b)}	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Medical practices/ lawyer's offices	staff area only	x	-	-
Stores	staff area	salerooms, stairways, corridors ^{b)}	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Residential homes	staff area	rooms, stairways, corridors	escape routes or suchlike ^{a)}	-
Schools Sports facilities	staff area	-	classrooms, corridors, escape routes, stairways, etc.	-
Youth centres	staff area only	-	x	-
Places of public assembly, train stations	staff area only	-	x	-
Barracks	civilian area only	-	x	-
Correctional facilities	staff area	-	-	recreation rooms, corridors, escape routes, stairways, etc.
Psychiatric facilities	staff area	-	-	recreation rooms, corridors, escape routes, stairways, etc.

a) Increased values only apply to horizontal forces.

b) In rooms where, e.g., shopping trolleys, trolley-tables, hospital beds, four-wheel walkers are used, check whether the installation situation requires horizontal forces as per requirements class 3 to be considered.

Anhang B Übersicht zu Einwirkungen und Sicherheitsfaktoren

Tabelle B1. Ständige Einwirkungen

		Bemerkungen siehe Abschnitt
$F_{V_{k,O,H}}$	Herstellerangaben	6.1.1
γ_{HK}	1,05 / 1,10 / 1,35	6.1.3.1
$F_{V_{k,O,W}}$	Herstellerangaben	6.1.1
γ_W	1,05 / 1,10 / 1,35	6.1.3.1
$F_{V_{k,O,A}}$	Herstellerangaben	6.1.1
γ_A	1,35	6.1.3.2

Annex B Overview of actions and safety factors

Table B1. Permanent actions

		Comments see Section
$F_{V_{k,O,H}}$	manufacturer's data	6.1.1
γ_{HK}	1,05 / 1,10 / 1,35	6.1.3.1
$F_{V_{k,O,W}}$	manufacturer's data	6.1.1
γ_W	1,05 / 1,10 / 1,35	6.1.3.1
$F_{V_{k,O,A}}$	manufacturer's data	6.1.1
γ_A	1,35	6.1.3.2

Tabelle B2. Veränderliche Einwirkung aus bestimmungsgemäßer Nutzung und vorhersehbarem Fehlgebrauch /
Table B2. Variable action due to normal use and foreseeable misuse

	Anforderungs- klasse 1 / Requirements class 1	Anforderungs- klasse 2 / Requirements class 2	Anforderungs- klasse 3 / Requirements class 3	Anforderungs- klasse 4 / Requirements class 4	Bemerkungen siehe Abschnitt / Comments see Section
$F_{V_{k,O,P}}$	–	–	–	–	6.1.2.1
$f_{BL,HK}$	–	–	–	–	6.1.2.1
$\gamma_{Q,F}$	1,1	1,2	1,2	1,0	6.1.3.3
f_Q	1,0	1,0	1,5	z. B. / e.g. 3,0	6.1.3.5
$F_{V_{d,U}}$	250 N	250 N	500 N	z. B. / e.g. 1000 N	6.2
$F_{H_{d,S}}$	250 N	250 N	500 N	z. B. / e.g. 1000 N	6.3
$F_{H_{d,U}}$	150 N	150 N	300 N	z. B. / e.g. 1000 N	6.4
$F_{H_{d,O}}$	250 N	250 N	500 N	z. B. / e.g. 1000 N	6.5
$F_{V_{k,O,N}}$	–	–	–	–	siehe Herstellerangabe / see manufacturer's data 6.1.2.2
$f_{BL,N}$	–	–	–	–	6.1.2.2
$\gamma_{Q,N}$	1,5	1,5	1,5	1,5	6.1.3.4

Anhang C Berechnungsbeispiele

C1 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
 keine Anbauten

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

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**
 Für den Privathaushalt gilt: normale Anforderungen – Anforderungsklasse 1 (siehe Abschnitt 5).
- **Ständige Einwirkungen**
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 200 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
 - 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 6.1.3.1)
- **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 6.1.3.1)
- **Veränderliche Einwirkungen**
 - Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $\gamma_{Q,F,1} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.3)
 - Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $f_{Q,1} = 1,0$ (siehe Abschnitt 6.1.3.5)
 - charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $F_{V_{k,O,P}} = 200 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)

Annex C Calculation examples

C1 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
 no add-on parts

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

Hence:

- **Requirements class**
 Private households are subject to normal requirements – requirements class 1 (see Section 5).
- **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
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
 - 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 6.1.3.1)
- **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 6.1.3.1)
- **Variable actions**
 - partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse
 $\gamma_{Q,F,1} = 1,1$ (see Section 6.1.3.3)
 - load factor for variable action due to foreseeable misuse
 $f_{Q,1} = 1,0$ (see Section 6.1.3.5)
 - characteristic vertical force due to foreseeable misuse
 $F_{V_{k,O,P}} = 200 \text{ N}$ (see Table 1)

– Baulängenfaktor
 $f_{BL, HK} = 1$ (siehe Abschnitt 6.1.2.1.2)

• **Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$**

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 200 \text{ N}$$

(siehe Tabelle 1)

aus Nebenanforderung für Designheizkörper:
 300 N Personenlast (siehe Abschnitt 6.1.2.1.2)

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 300 \text{ N}$$

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 $F_{V_{d,O}}$**

$$F_{V_{d,O}} = F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 1} \cdot f_{Q, 1}$$

$$= 685,3 \text{ N}$$

• **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung $F_{V_{d,O, pro}}$ Konsole**

Bei gleichmäßiger Verteilung der gesamten Vertikalkraft in Höhe von $F_{V_{d,O}} = 685,3 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: zwei Achsen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 342,7 N (gerundet 345 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 $f_{BL, HK} = 1$ wirksam zu untersuchen.

$$F_{V_{d, pro \text{ Konsole}}} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 1} \cdot f_{Q, 1}$$

$$F_{V_{d,O, pro \text{ Konsole}}} = 507,65 \text{ N (gerundet 510 N)}$$

Bei **ungünstigster** Verteilung der Vertikalkraft in Höhe von $F_{V_{d,O}} = 685,3 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: zwei Achsen) muss jede der beiden Befestigungsachsen für die Last von 510 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

$$F_{V_{d,U, 1}} = 250 \text{ N (siehe Abschnitt 6.2)}$$

– Factor for overall length
 $f_{BL, HK} = 1$ (see Section 6.1.2.1.2)

• **Calculation of vertical force due to foreseeable misuse, $F_{V_{k,O,Q,F}}$**

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 200 \text{ N}$$

(see Table 1)

based on the additional requirement for designer radiators: 300 N load applied by persons
 (see Section 6.1.2.1.2)

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 300 \text{ N}$$

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, $F_{V_{d,O}}$**

$$F_{V_{d,O}} = F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 1} \cdot f_{Q, 1}$$

$$= 685,3 \text{ N}$$

• **Calculation of the rated value of the vertical force from above per bracket, $F_{V_{d,O, pro}}$ Konsole**

Assuming uniform distribution of the total vertical force amounting to $F_{V_{d,O}} = 685,3 \text{ N}$ among the fastening axes (two axes in this example), each fastening axis must be designed for a load of 342,7 N (rounded to 345 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 persons applying a load on but one fastening axis shall be examined effectively, with $f_{BL, HK} = 1$.

$$F_{V_{d, pro \text{ Konsole}}} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{2} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{2} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{2} + F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 1} \cdot f_{Q, 1}$$

$$F_{V_{d,O, pro \text{ Konsole}}} = 507,65 \text{ N (rounded to 510 N)}$$

Assuming **worst-case** distribution of the vertical force amounting to $F_{V_{d,O}} = 685,3 \text{ N}$ among the fastening axes (two axes in this example), each of the two fastening axes must be designed for a load of 510 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

$$F_{V_{d,U, 1}} = 250 \text{ N (see Section 6.2)}$$

- 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: 323 N
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Konsole (zwei Stück): 161,5 N
- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:
 $F_{V_{d,U}} = 250 \text{ N} - 162 \text{ N} = 88 \text{ N}$

- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand)
 $F_{Hd,S} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.3)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,U} = 150 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.4)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,O} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.5)

- 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: 323 N
- total vertical force from above due to permanent action per bracket (two in this case): 161,5 N
- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:
 $F_{V_{d,U}} = 250 \text{ N} - 162 \text{ N} = 88 \text{ N}$

- **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 6.3)
- **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 6.4)
- **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 6.5)

C2 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 120 mm
 Höhe Oberkante über Fußboden 750 mm
 Abstand Vorderkante von Wand 150 mm
 Gewicht 34,5 kg
 Wasserinhalt 6,3 ℓ
 Montage vor der Wand ohne Heizkörpernische, Heizkörper von oben frei zugänglich
 keine Anbauten
- Befestigung:** zwei vertikale Befestigungsachsen (eine vertikal tragende Konsole je Befestigungsachse)

C2 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 120 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
 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)

Daraus folgt:• **Anforderungsklasse**

Für Behörden, öffentlich zugängliche Bereiche gilt: erhöhte Anforderungen – Anforderungsklasse 2 (siehe Abschnitt 5).

• **Ständige Einwirkungen**

– Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)

$$F_{V_{k,O,HK}} = 345 \text{ N}$$

– Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper

$$\gamma_{HK} = 1,05 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.3.1})$$

– Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt

$$F_{V_{k,O,W}} = 63 \text{ N}$$

– Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt

$$\gamma_W = 1,05 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.3.1})$$

• **Anbauten**

keine

– Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten

$$F_{V_{k,O,A}} = 0 \text{ N}$$

– Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten

$$\gamma_A = 1,35 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.3.1})$$

• **Veränderliche Einwirkungen**

– Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

$$\gamma_{Q,F,2} = 1,2 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.3.3})$$

– Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

$$f_{Q,2} = 1 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.3.5})$$

– charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch

$$F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N} \quad (\text{siehe Tabelle 1})$$

– Baulängenfaktor

$$f_{BL,HK} = 1 \quad (\text{siehe Abschnitt 6.1.2.1.1})$$

• **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 $F_{V_{d,O}}$**

$$\begin{aligned} F_{V_{d,O}} &= F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \\ &\quad + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2} \\ &= 1148,4 \text{ N (gerundet 1150 N)} \end{aligned}$$

Hence:• **Requirements class**

public access areas in public authority buildings are subject to increased requirements – requirements class 2 (see Section 5).

• **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

$$\gamma_{HK} = 1,05 \quad (\text{see Section 6.1.3.1})$$

– 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

$$\gamma_W = 1,05 \quad (\text{see Section 6.1.3.1})$$

• **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

$$\gamma_A = 1,35 \quad (\text{see Section 6.1.3.1})$$

• **Variable actions**

– partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse

$$\gamma_{Q,F,2} = 1,2 \quad (\text{see Section 6.1.3.3})$$

– load factor for variable action due to foreseeable misuse

$$f_{Q,2} = 1 \quad (\text{see Section 6.1.3.5})$$

– characteristic vertical force due to foreseeable misuse

$$F_{V_{k,O,P}} = 600 \text{ N} \quad (\text{see Table 1})$$

– factor for overall length

$$f_{BL,HK} = 1 \quad (\text{see Section 6.1.2.1.1})$$

• **Calculation of 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, $F_{V_{d,O}}$**

$$\begin{aligned} F_{V_{d,O}} &= F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \\ &\quad + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,2} \cdot f_{Q,2} \\ &= 1148,4 \text{ N (rounded to 1150 N)} \end{aligned}$$

• **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung**

$F_{Vd,O,pro\ Konsole}$

Bei gleichmäßiger Verteilung der gesamten Vertikalkraft in Höhe von $F_{Vd,O} = 1150\text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: zwei Achsen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 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 $f_{BL,HK} = 1$ wirksam zu untersuchen.

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

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

Bei **ungünstigster** Verteilung der Vertikalkraft in Höhe von $F_{Vd,O} = 1150\text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: zwei Achsen) muss jede der beiden Befestigungsachsen für die Last von 935 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 6.2)

– Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)

$F_{V_{k,O,HK}} = 345\text{ N}$

– Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt

$F_{V_{k,O,W}} = 63\text{ N}$

– 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 6.3)

• **Calculation of the rated value of the vertical force from above per bracket,**

$F_{Vd,O,pro\ Konsole}$

Assuming uniform distribution of the total vertical force amounting to $F_{Vd,O} = 1150\text{ N}$ among the fastening axes (two axes in this example), each fastening axis must be designed for a load of 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 persons applying a load on but one fastening axis shall be examined effectively, with $f_{BL,HK} = 1$.

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

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

Assuming **worst-case** distribution of the vertical force amounting to $F_{Vd,O} = 1150\text{ N}$ among the fastening axes (two axes in this example), each of the two fastening axes must be designed for a load of 935 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 6.2)

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

$F_{V_{k,O,HK}} = 345\text{ N}$

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

$F_{V_{k,O,W}} = 63\text{ N}$

– 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 6.3)

- **Horizontalkraft $F_{\text{Hd,U}}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{\text{Hd,U}} = 150 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.4)
- **Horizontalkraft $F_{\text{Hd,O}}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{\text{Hd,O}} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.5)

- **Horizontal force, $F_{\text{Hd,U}}$**
 - rated value of the horizontal force at the lower edge towards the room or the wall
 $F_{\text{Hd,U}} = 150 \text{ N}$ (see Section 6.4)
- **Horizontal force, $F_{\text{Hd,O}}$**
 - rated value of the horizontal force at the upper edge towards the room or the wall
 $F_{\text{Hd,O}} = 250 \text{ N}$ (see Section 6.5)

C3 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator (ohne Heizkörpernische)

- Betrachtung:** Schule, Klassenraum, Röhrenradiatoren (vierreihig)
- Heizfläche:** Baulänge 2000 mm (44 Elemente)
Bauhöhe 600 mm
Bautiefe 145 mm
Höhe Oberkante über Fußboden 750 mm
Abstand Vorderkante von Wand 175 mm
Gewicht 82,7 kg
Wasserinhalt 51,5 ℓ
Montage vor der Wand ohne Heizkörpernische, Heizkörper von oben frei zugänglich
keine Anbauten
- Befestigung:** vier vertikale Befestigungsachsen (zwei vertikal tragende Konsolen je Befestigungsachse)

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**
Für Klassenräume in Schulen gilt: hohe Anforderungen – Anforderungsklasse 3 (siehe Abschnitt 5).
- **Ständige Einwirkungen**
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{\text{Vk,O,HK}} = 827 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper
 $\gamma_{\text{HK}} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{\text{Vk,O,W}} = 515 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt
 $\gamma_{\text{W}} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
- **Anbauten**
keine

C3 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 145 mm
height above floor to upper edge 750 mm
distance from wall to front edge 175 mm
weight 82,7 kg
water content 51,5 ℓ
front-wall installation without radiator niche, free access to radiators from above
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 5).
- **Permanent actions**
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{\text{Vk,O,HK}} = 827 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by radiator
 $\gamma_{\text{HK}} = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{\text{Vk,O,W}} = 515 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by water content
 $\gamma_{\text{W}} = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
- **Add-on parts**
none

- 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 6.1.3.1)

• **Veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (siehe Abschnitt 6.1.3.3)
- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 (siehe Abschnitt 6.1.3.5)
- 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 6.1.2.1.1)

• **Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$**

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL, HK} = 2400 \text{ N}$$

(siehe Tabelle 1)

Nebenanforderung: keine

• **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{V_{d,O}}$**

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

$$= 5796,2 \text{ N (gerundet 5800 N)}$$

• **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung $F_{V_{d,O, pro}} \text{ Konsole}$**

Bei gleichmäßiger Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 6.1.2.1.1) in Höhe von $F_{V_{d,O}} = 5800 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: vier Achsen, acht Konsolen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 1450 N ausgelegt werden.

$$F_{V_{d, pro \text{ Konsole}}} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{8} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{8} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{8} + \frac{F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 3} \cdot f_{Q, 3}}{8}$$

(da Last gleichmäßig über die gesamte Länge verteilt)

$$F_{V_{d,O, pro \text{ Konsole}}} = 725 \text{ N (zwei Konsolen je Befestigungsachse)}$$

- 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 6.1.3.1)

• **Variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse
 $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (see Section 6.1.3.3)
- load factor for variable action due to foreseeable misuse
 (see Section 6.1.3.5)
- 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 6.1.2.1.1)

• **Calculation of 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)

additional requirement: none

• **Calculation of the rated value of the vertical force acting on the fastening system from above, $F_{V_{d,O}}$**

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

$$= 5796,2 \text{ N (rounded to 5800 N)}$$

• **Calculation of the rated value of the vertical force from above per bracket, $F_{V_{d,O, pro}} \text{ Konsole}$**

Assuming uniform distribution of the total vertical force (see Section 6.1.2.1.1) amounting to $F_{V_{d,O}} = 5800 \text{ N}$ among the fastening axes (in this example: four axes, eight brackets), each fastening axis must be designed for a load of 1450 N.

$$F_{V_{d, pro \text{ Konsole}}} = \frac{F_{V_{k,O, HK}} \cdot \gamma_{HK}}{8} + \frac{F_{V_{k,O, W}} \cdot \gamma_W}{8} + \frac{F_{V_{k,O, A}} \cdot \gamma_A}{8} + \frac{F_{V_{k,O, Q}} \cdot \gamma_{Q, F, 3} \cdot f_{Q, 3}}{8}$$

(the load being distributed over the length uniformly)

$$F_{V_{d,O, pro \text{ Konsole}}} = 725 \text{ N (two brackets per fastening axis)}$$

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 6.2)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{Vk,O,HK} = 827 \text{ N}$
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{Vk,O,W} = 515 \text{ N}$
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1342 N
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Achse (zwei Konsolen): 335,5 N
 - Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:
 $F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 335,5 \text{ N} = \mathbf{164,5 \text{ N}}$
(gerundet 165 N)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand)
 $F_{Hd,S} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.3)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,U} = 300 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.4)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,O} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.5)

C4 Schule, Klassenraum – Röhrenradiator
(in Heizkörpernische)**Betrachtung:** Schule, Klassenraum, Röhrenradiatoren (vierreihig)

Heizfläche: Baulänge 2000 mm
(44 Elemente)
Bauhöhe 600 mm
Bautiefe 145 mm
Höhe Oberkante über Fußboden
750 mm
Abstand Vorderkante von Wand
175 mm
Gewicht 82,7 kg
Wasserinhalt 51,5 ℓ

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 6.2)
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{Vk,O,HK} = 827 \text{ N}$
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{Vk,O,W} = 515 \text{ N}$
 - total vertical force from above due to permanent action: 1342 N
 - total vertical force from above due to permanent action per axis (two brackets): 335,5 N
 - rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:
 $F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 335,5 \text{ N} = \mathbf{164,5 \text{ N}}$
(rounded to 165 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 6.3)
- **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 6.4)
- **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 6.5)

C4 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 145 mm
height above floor to upper edge
750 mm
distance from wall to front edge
175 mm
weight 82,7 kg
water content 51,5 ℓ

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

front-wall installation **in** radiator niches, radiators **inaccessible** from above, but from the front no add-on parts

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

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

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**
Für Klassenräume in Schulen gilt: hohe Anforderungen – Anforderungsklasse 3 (siehe Abschnitt 5).

Hence:

- **Requirements class**
Classrooms in schools are subject to high requirements – requirements class 3 (see Section 5).

- **Ständige Einwirkungen**

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 827 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{V_{k,O,W}} = 515 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt
 $\gamma_W = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)

- **Permanent actions**

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 827 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by radiator
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
- vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{V_{k,O,W}} = 515 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by water content
 $\gamma_W = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)

- **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 6.1.3.1)

- **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 6.1.3.1)

- **Veränderliche Einwirkungen**

- Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (siehe Abschnitt 6.1.3.3)
- Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (siehe Abschnitt 6.1.3.5)
- charakteristische Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $F_{V_{k,O,P}} = 375 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
- Baulängenfaktor
 $f_{BL,HK} = 1$ (siehe Abschnitt 6.1.2.1.1)

- **Variable actions**

- partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse
 $\gamma_{Q,F,3} = 1,2$ (see Section 6.1.3.3)
- load factor for variable action due to foreseeable misuse
 $\gamma_{Q,3} = 1,5$ (see Section 6.1.3.5)
- 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 6.1.2.1.1)

- **Berechnung der Vertikalkraft aus vorhersehbarem Fehlgebrauch $F_{V_{k,O,Q,F}}$**

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 375 \text{ N} \quad (\text{siehe Tabelle 1})$$

- **Calculation of vertical force due to foreseeable misuse, $F_{V_{k,O,Q,F}}$**

$$F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 375 \text{ N} \quad (\text{see Table 1})$$

aus Nebenanforderung: Heizkörper von vorne zugänglich (Fehlgebrauch: als Steighilfe für eine Person 375 N)

$$F_{V_{k,O,Q}} = 375 \text{ N} \quad (\text{siehe Tabelle 1})$$

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

$$\begin{aligned} F_{V_{d,O}} &= F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \\ &\quad + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3} \\ &= 2096 \text{ N (gerundet 2100 N)} \end{aligned}$$

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

Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 6.1.2.1.1) in Höhe von $F_{V_{d,O}} = 2100 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: drei Achsen, sechs Konsolen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 700 N ausgelegt werden.

Bei ungünstiger Verteilung der Vertikalkraft mit Einwirkung der Personenlast an einem Ende des Heizkörpers (siehe Abschnitt 6.1.2.1.1) wird folgenderweise vorgegangen:

$$\begin{aligned} F_{V_{d,pro \text{ Achse}}} &= \frac{F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK}}{3} + \frac{F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W}{3} \\ &\quad + \frac{F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A}{3} + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3} \end{aligned}$$

$$F_{V_{d,pro \text{ Achse}}} = 1167,1 \text{ N}$$

$$F_{V_{d,O,pro \text{ Konsole}}} = 585 \text{ N} \quad (\text{zwei Konsolen je Befestigungsachse})$$

Nachstehende Bemessungswerte sind an den statisch ungünstigsten Stellen zu berücksichtigen:

- **Vertikalkraft von unten gegen Ausheben**
 - Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben
 $F_{V_{d,U,3}} = 500 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.2)
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 827 \text{ N}$
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{V_{k,O,W}} = 515 \text{ N}$
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1342 N
 - Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Konsole (zwei Stück): 335,5 N, bzw. je Achse 671 N

based on the additional requirement: radiator accessible from the front (misuse: as a climbing aid for one person 375 N)

$$F_{V_{k,O,Q}} = 375 \text{ N} \quad (\text{see Table 1})$$

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

$$\begin{aligned} F_{V_{d,O}} &= F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK} + F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W + F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A \\ &\quad + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3} \\ &= 2096 \text{ N (rounded to 2100 N)} \end{aligned}$$

- **Calculation of the rated value of the vertical force from above per bracket, for the static worse spot, $F_{V_{d,O,pro \text{ Konsole}}}$**

Assuming **uniform** distribution of the total vertical force (see Section 6.1.2.1.1) amounting to $F_{V_{d,O}} = 2100 \text{ N}$ among the fastening axes (in this example: three axes, six brackets), each fastening axis must be designed for a load of 700 N.

In the most unfavorable distribution of the vertical force, applied load of people at one end of radiator (see Section 6.1.2.1.1) procedure is as follows:

$$\begin{aligned} F_{V_{d,pro \text{ Achse}}} &= \frac{F_{V_{k,O,HK}} \cdot \gamma_{HK}}{3} + \frac{F_{V_{k,O,W}} \cdot \gamma_W}{3} \\ &\quad + \frac{F_{V_{k,O,A}} \cdot \gamma_A}{3} + F_{V_{k,O,Q}} \cdot \gamma_{Q,F,3} \cdot f_{Q,3} \end{aligned}$$

$$F_{V_{d,pro \text{ Achse}}} = 1167,1 \text{ N}$$

$$F_{V_{d,O,pro \text{ Konsole}}} = 585 \text{ N} \quad (\text{two brackets per fastening axis})$$

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
 $F_{V_{d,U,3}} = 500 \text{ N}$ (see Section 6.2)
 - vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 827 \text{ N}$
 - vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{V_{k,O,W}} = 515 \text{ N}$
 - total vertical force from above due to permanent action: 1342 N
 - total vertical force from above due to permanent action per bracket (two in this case): 335,5 N or per axis: 671 N

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

$$F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 671 \text{ N} = -171 \text{ N}$$

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

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

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

$$F_{Hd,S} = 0 \text{ N} \quad (\text{siehe Abschnitt 6.3})$$

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

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

$$F_{Hd,U} = 300 \text{ N} \quad (\text{siehe Abschnitt 6.4})$$

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

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

$$F_{Hd,O} = 500 \text{ N} \quad (\text{siehe Abschnitt 6.5})$$

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

$$F_{Vd,U} = 500 \text{ N} - 671 \text{ N} = -171 \text{ N}$$

(value is negative, therefore no special measures required to prevent lifting)

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

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

$$F_{Hd,S} = 0 \text{ N} \quad (\text{see Section 6.3})$$

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

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

$$F_{Hd,U} = 300 \text{ N} \quad (\text{see Section 6.4})$$

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

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

$$F_{Hd,O} = 500 \text{ N} \quad (\text{see Section 6.5})$$

C5 Hotel, Foyer – Bankradiator

Betrachtung: Foyer eines Hotels – Bankradiator (horizontale Ausführung)

Heizfläche: Baulänge 2000 mm
 Bauhöhe 225 mm
 Bautiefe 185 mm
 Gewicht 37,0 kg
 Wasserinhalt 21,0 ℓ
 Montage auf dem Boden, von oben frei zugänglich
 feste Anbauten – Marmorplatte (2100 × 300 × 40) mm /
 Gewicht 68 kg – als Sitzfläche

Befestigung: vier vertikale und gleichmäßig über die Heizkörperbaulänge verteilte Befestigungsachsen

Daraus folgt:

- **Anforderungsklasse**

Für das Foyer eines Hotels gilt: erhöhte Anforderungen – Anforderungsklasse 2 (siehe Abschnitt 5).

- **Ständige Einwirkungen**

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{Vk,O,HK} = 370 \text{ N}$
- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Heizkörper
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{Vk,O,W} = 210 \text{ N}$

C5 Hotel, lobby – bench radiator

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

Heating surface: overall length 2000 mm
 overall height 225 mm
 overall depth 185 mm
 weight 37,0 kg
 water content 21,0 ℓ
 floor installation, free access from above
 fixed add-on parts – marble slab (2100 × 300 × 40) mm /
 weight 68 kg – for seating

Fastening: Four vertical fastening axes evenly distributed over the radiator length

Hence:

- **Requirements class**

The lobby of a hotel is subject to increased requirements – requirements class 2 (see Section 5).

- **Permanent actions**

- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{Vk,O,HK} = 370 \text{ N}$
- partial safety factor for permanent action caused by radiator
 $\gamma_{HK} = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
- vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{Vk,O,W} = 210 \text{ N}$

- Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung Wasserinhalt
 $\gamma_W = 1,1$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
 - **Anbauten**
 Marmorplatte (2100 × 300 × 40) mm /
 Gewicht 68 kg – als Sitzfläche
 - Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten
 $F_{V_{k,O,A}} = 680 \text{ N}$
 - Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung feste Anbauten
 $\gamma_A = 1,35$ (siehe Abschnitt 6.1.3.1)
 - **Veränderliche Einwirkungen**
 - Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch
 $\gamma_{Q,F,2} = 1,5$ (siehe Abschnitt 6.1.3.3)
 - Belastungsfaktor für veränderliche Einwirkung aus vorhersehbarem Fehlgebrauch (siehe Abschnitt 6.1.3.5)
 - charakteristische Vertikalkraft aus bestimmungsgemäßer Nutzung
 $F_{V_{k,O,P}} = 750 \text{ N}$ (siehe Tabelle 1)
 - Baulängenfaktor
 $f_{BL,HK} = BL/400 = 5,25$ (gerundet 5)
 (siehe Abschnitt 6.1.2.1.3)
 - **Berechnung der Vertikalkraft aus bestimmungsgemäßer Nutzung $F_{V_{k,O,Q}}$**
 $F_{V_{k,O,Q}} = F_{V_{k,O,P}} \cdot f_{BL,HK} = 3750 \text{ N}$
 Nebenanforderung: keine
 - **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben auf das Befestigungssystem $F_{V_{d,O}}$**

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

$$= 7181 \text{ N (gerundet 7200 N)}$$
 - **Berechnung des Bemessungswerts der Vertikalkraft von oben je Befestigung $F_{V_{d,O,pro Achse}}$**
 - Bei **gleichmäßiger** Verteilung der gesamten Vertikalkraft (siehe Abschnitt 6.1.2.1.1) in Höhe von $F_{V_{d,O}} = 7200 \text{ N}$ auf die Befestigungsachsen (in diesem Beispiel: vier Achsen) muss jede Befestigungsachse für die Last von 1800 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
 $F_{V_{d,U,2}} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.2)
- partial safety factor for permanent action caused by water content
 $\gamma_W = 1,1$ (see Section 6.1.3.1)
 - **Add-on parts**
 Marble slab (2100 × 300 × 40) mm /
 weight 68 kg – for seating
 - vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts
 $F_{V_{k,O,A}} = 680 \text{ N}$
 - partial safety factor for permanent action caused by fixed add-on parts
 $\gamma_A = 1,35$ (see Section 6.1.3.1)
 - **Variable actions**
 - partial safety factor for variable action due to foreseeable misuse
 $\gamma_{Q,F,2} = 1,5$ (see Section 6.1.3.3)
 - load factor for variable action due to foreseeable misuse (see Section 6.1.3.5)
 - characteristic vertical force due to normal use
 $F_{V_{k,O,P}} = 750 \text{ N}$ (see Table 1)
 - factor for overall length
 $f_{BL,HK} = BL/400 = 5,25$ (rounded to 5)
 (see Section 6.1.2.1.3)
 - **Calculation of 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, $F_{V_{d,O}}$**

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

$$= 7181 \text{ N (rounded to 7200 N)}$$
 - **Calculation of the rated value of the vertical force from above per axis, $F_{V_{d,O,pro Achse}}$**
 - Assuming **uniform** distribution of the total vertical force (see Section 6.1.2.1.1) amounting to $F_{V_{d,O}} = 7200 \text{ N}$ among the fastening axes (four in this example), each fastening axis must be designed for a load of 1800 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
 $F_{V_{d,U,2}} = 250 \text{ N}$ (see Section 6.2)

- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Heizkörper (Eigengewicht)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 370 \text{ N}$
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung Wasserinhalt
 $F_{V_{k,O,W}} = 210 \text{ N}$
- Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung feste Anbauten
 $F_{V_{k,O,A}} = 680 \text{ N}$
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung: 1260 N
- Summe Vertikalkraft von oben aus ständiger Einwirkung je Befestigung: 315 N
- Bemessungswert der Vertikalkraft von unten gegen Ausheben, der auf das Befestigungssystem wirkt:
 $F_{V_{d,U}} = 250 \text{ N} - 315 \text{ N} = \mathbf{-65 \text{ N}}$
 (keine weitere Berücksichtigung)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,S}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft gegen seitliches Verschieben (parallel zur Wand)
 $F_{Hd,S} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.3)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,U}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Unterkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,U} = 150 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.4)
- **Horizontalkraft $F_{Hd,O}$**
 - Bemessungswert der Horizontalkraft an der Oberkante zum Raum oder zur Wand
 $F_{Hd,O} = 250 \text{ N}$ (siehe Abschnitt 6.5)
- vertical force from above due to permanent action caused by radiator (radiator weight)
 $F_{V_{k,O,HK}} = 370 \text{ N}$
- vertical force from above due to permanent action caused by water content
 $F_{V_{k,O,W}} = 210 \text{ N}$
- vertical force from above due to permanent action caused by fixed add-on parts
 $F_{V_{k,O,A}} = 680 \text{ N}$
- total vertical force from above due to permanent action: 1260 N
- total vertical force from above due to permanent action per fastening: 315 N
- rated value of the vertical lift force acting on the fastening system from below:
 $F_{V_{d,U}} = 250 \text{ N} - 315 \text{ N} = \mathbf{-65 \text{ N}}$
 (not considered any further)
- **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 6.3)
- **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 6.4)
- **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 6.5)

Anhang D Empfohlene Werte für anrechenbare 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.

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

Tabelle D1 enthält aus Messreihen ermittelte Empfehlungen für die vom Anschlussystem aufnehmbaren Verschiebe- und Abzugskräfte für typische Anschlusssituationen bei üblichen Boden- bzw. Wandabständen und Anschlussrohrwerkstoffen, siehe hierzu auch Abschnitt 6.3 ff.

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

It is recommended that the maximum permissible lateral 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 D1 contains recommendations for the displacement and pull-off forces absorbable by the connection system, calculated from measurement series, for typical connection situations with common distances from the floor or wall and common materials for the connecting pipes, see also Section 6.3 et seq.

Tabelle D1. Empfehlungen für die vom Anschlussystem aufnehmbaren Verschiebe- und Abzugskräfte für typische Anschlusssituationen

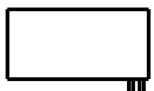

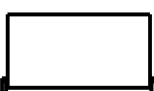

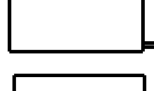
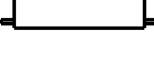
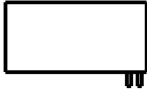



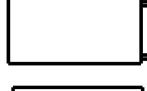
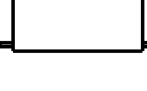
	Anschlusssituation	Anforderungsklasse 1 und Anforderungsklasse 2	Anforderungsklasse 3 und Anforderungsklasse 4
Anschluss von unten mit Metallrohr (Kupfer, Stahl, Weichstahl, Ø 15 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		500 N	0
Anschluss von unten mit Verbundrohr (Kunststoff-Metall-Kunststoff-Kombination, Ø 14 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		500 N	0
Anschluss von unten mit Kunststoffrohr (auch Mehrschicht-Kunststoffrohre, Ø 14 mm) (seitlich unten, mittig unten, „reitend“)		300 N	0
Anschluss aus der Wand mit Metallrohr (Kupfer, Stahl, Weichstahl, Ø 15 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		500 N	0
Anschluss aus der Wand mit Verbundrohr (Kunststoff/Metall/Kunststoff-Kombination, Ø 14 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		500 N	0
Anschluss aus der Wand mit Kunststoffrohr (auch Mehrschicht-Kunststoffrohre, Ø 14 mm) (wechselseitig, gleichseitig, „reitend“)		300 N	0

Table D1. Recommendations for the displacement and pull-off forces absorbable by the connection system for typical connection situations

	Connection situation	Requirements class 1 and requirements class 2	Requirements class 3 and requirements class 4
Underside connection using metal pipes (copper, steel, soft steel, 15 mm dia.) (bottom same end, bottom in centre, bottom opposite ends)		500 N	0
Underside connection using composite pipes (plastic-metal-plastic, 14 mm dia.) (bottom same end, bottom in centre, bottom opposite ends)		500 N	0
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
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
Side connection using composite pipes (plastic metal plastic combinations, 14 mm dia.) (top bottom opposite ends, top bottom same end, bottom opposite ends)		500 N	0
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

Anhang E 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 6)
- 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. Eventueller Einfluss der (Heizkörper-)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 Lastaufnahmeplatz zur tragenden Wand)
- Angaben zu den Prüfmitteln
- Versuchsparameter (z.B. Messdaten, Lastrichtung, Wegrichtung)
- gültige Produktzeichnung

Annex E 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 should equal approximately 10 % of the failure load to be expected.
- After no less than 30 s, the displacement sensor should 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 6)
- recommended maximum loading rate: 5 mm/min
- All measured values should be recorded with an accuracy of maximum 2,0 % of the maximum value.
- As a rule, the tests shall be performed at room temperature. Any effect of the (radiator) operating temperature on temperature-sensitive parts of the brackets must 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 load pickup point from bearing wall)
- test equipment data
- test parameters (e.g. measured data, direction of load, direction of displacement)
- valid product drawing

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 E1 angegeben.

Tabelle E1. 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 evaluation

From the individual measured values, calculate the arithmetic mean, the standard deviation and the coefficient of variation. For calculating the characteristic load, it is recommended to use a logarithmic normal distribution as the basis of evaluation, assuming a 5% quantile at a confidence level of $PA = 75\%$. The quantiles depending on the number of individual tests performed are given in Table E1.

Table E1. 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 001 Anhang C:2011-10-28 Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalldübel zur Verankerung im Beton; Anhang C: Bemessungsverfahren für Verankerungen. Berlin: Beuth Verlag

ETAG 020 Anhang C: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). Berlin: Beuth Verlag

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 1000:2006-10 Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (Establishing guidelines; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag