

## 6.2 Barock 1600–1780

Die Kirche und von „Gottes Gnaden“ regierende Fürsten demonstrierten ihre Macht und Größe mit kolossalen Bauten in sinnlich ansprechenden Formen. Architektur, Plastik, Malerei und Landschaftsgestaltung fügten sich zu einem Gesamtkunstwerk. Symmetrie, Achsenbildung und Vereinheitlichung der Großformen wurden bestimmend, während im Detail Gliederung, Bewegung und plastische Durchbildung angestrebt wurden. Innenräume wurden mit Malerei und Stuck üppig ausgestattet. Wertvolle Materialien, wie Blattgold, wurden verwendet, aber auch Marmor als Stucco lustro imitiert.

### Sakralbauten

Das Gotteshaus diente nicht mehr als Ort der Innerlichkeit, wie in der Gotik, sondern der theatralischen Inszenierung der Liturgie und des Prunks der katholischen Kirche.

Nach dem Vorbild von Vignolas **II Gesù** in Rom wurden Zentralbau und Langhaus zu einem einheitlichen gegliederten Raum verschmolzen. Aus dem Seitenschiff und dem Querschiff wurden gewölbte Nischen des tonnenförmigen Langhauses. Darüber thronte häufig eine Kuppel. Diese konnte, wie in der Jesuitenkirche in Wien, auch lediglich eine illusionistische Malerei sein. Die Fassaden wurden durch ein Spiel aus konvexen und konkaven Formen aufgelöst und üppig mit Plastiken verziert.

Die **Frauenkirche in Dresden** und die Michaeliskirche in Hamburg wurden als protestantische Kirchen geplant, wo die Predigt im Mittelpunkt des Gottesdienstes steht. Sie weisen daher Emporen auf und sind in ihrer Ausstattung und Formensprache vergleichsweise zurückhaltend.

### Schlösser

In Frankreich baute der Sonnenkönig Ludwig XIV. Schloss **Versailles** zu seiner prunkvollen Residenz aus. Dazu gehörte auch eine Gartenanlage mit Brunnen, Kanälen und Lustschlössern. Dies sollte das Vorbild werden für viele Monarchen und Territorialfürsten.

Der Herzog Eberhard Ludwig von Württemberg verlegte seine Residenz von Stuttgart nach **Ludwigsburg**, das ab 1718 als barocke Stadt ebenso wie das Schloss neu errichtet wurde. Mit seinem Barockgarten und den Nebenschlössern Monrepos und Favorite ist es eine der größten Schlossanlagen in Deutschland. Eine schnurgerade Verbindungsallee führt zum 15 km südlich gelegenen Schloss Solitude in Stuttgart. Eberhard Ludwigs Nachfolger verlegte seine Residenz wieder nach Stuttgart, wofür er dort 1746 das Neue Schloss errichten ließ.

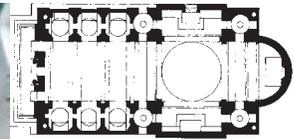
In **Dresden** baute Daniel Pöppelmann 1710–1733 für August den Starken den **Zwinger**. Mit seiner Leichtigkeit und Beschwingtheit gilt er als ein Hauptwerk des **Rokoko**, der ornamental verspielten Spätform des Barock.

### Bürgerhäuser, öffentliche Bauten

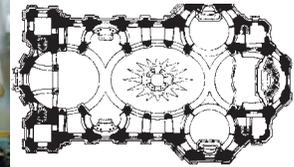
Dem theatralischen Lebensgefühl des Barock entsprechend wurden Theaterbauten und Opernhäuser errichtet wie das **Markgrafen-theater in Erlangen** von 1718 oder das Opernhaus in Bayreuth von 1748.

In prachtvollen **Bibliotheksbauten** wurden die wertvollen Sammlungen der Fürsten und der Klöster bewahrt und Interessierten zugänglich gemacht.

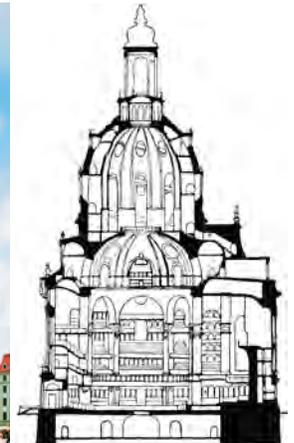
- Symmetrische Großformen, Achsenbezüge
- Geschwungene Formen, plastische Baukörpergestaltung
- Reiches Dekor mit wertvollen und imitierten Materialien
- Üppige Ausstattung mit Malerei und Plastik



Rom, II Gesù, Vignola 1575



Oberfranken, Vierzehnheiligen, Balthasar Neumann 1742–1772



Dresden, Frauenkirche, George Bähr

1726–1743



Schloss Ludwigsburg

1704–1733



Schwäbisch Hall, Rathaus 1735

Lübeck, Buddenbrookhaus



Weimar, Anna-Amalia-Bibliothek



Erlangen, Markgrafen-theater

4.1.8 Berechnungen am Fundament

Anmerkung

Die Berechnung (Bemessung) von Fundamenten erfolgt nach dem Sicherheitskonzept. Danach müssen die tatsächlich auftretenden Lasten durch **Teilsicherheitsbeiwerte** erhöht werden.

Die in den Beispielen angegebenen Lasten sind **Bemessungslasten**, bei denen die Teilsicherheitsbeiwerte bereits berücksichtigt sind (siehe Abschnitt 7.1.2).

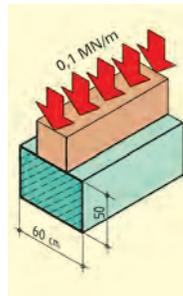
Bei den Berechnungen am Fundament kann von folgenden **vier Fällen** ausgegangen werden:

**1. Fall:** Die Bemessungslast und die Fundamentabmessungen sind bekannt. Hier muss nachgewiesen werden, dass der Bemessungswert  $\sigma_{E,d}$  der Sohldruckbeanspruchung gleich oder kleiner als der Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands ist. Dies wird auch als **Spannungsnachweis** bezeichnet.

$$\sigma_{E,d} = \frac{F}{A} \quad \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

Beispiel:

Das Streifenfundament eines Reihenhauses steht auf einem nichtbindigen Boden. Die Bemessungslast (einschließlich Eigenlast des Fundamentes) beträgt 0,1 MN/m. Das Fundament hat eine Breite von 0,60 m und weist eine Einbindetiefe von 0,50 m auf.



Der Spannungsnachweis ist zu führen.

Lösung:

Nach der Tabelle auf Seite 130 ist  
 $\sigma_{R,d}$  für 0,50 m Breite = 280 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{R,d}$  für 0,10 m Breite = 28 kN/m<sup>2</sup>

Bemessungswert des Sohlwiderstands = 308 kN/m<sup>2</sup>

$$\sigma_{E,d} = \frac{F}{A} = \frac{100 \text{ kN}}{0,60 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m}} = 166,67 \text{ kN/m}^2$$

Der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung ist kleiner als der Bemessungswert des Sohlwiderstands.

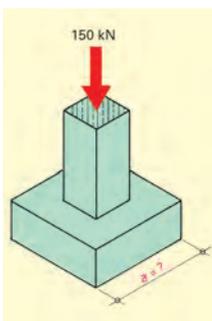
**2. Fall:** Die Bemessungslast und der aufnehmbare Sohldruck sind bekannt. Das Fundament soll in seiner Querschnittsfläche festgelegt werden.

$$A \geq \frac{F}{\sigma_{R,d}}$$

Beispiel:

Eine Stahlbetonstütze wird mit 150 kN (= Bemessungslast) belastet. Sie erhält ein quadratisches Fundament. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands beträgt 300 kN/m<sup>2</sup>.

Welche Seitenabmessung *a* muss das Stützenfundament erhalten? Die Bemessungslast des Fundamentes ist mit 9,5 kN zu berücksichtigen.



Lösung:

$$F = 150 \text{ kN} + 9,5 \text{ kN} = 159,9 \text{ kN}$$

$$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$$

$$A = \frac{F}{\sigma_{R,d}} = \frac{159,9 \text{ kN}}{300 \text{ kN/m}^2} = 0,533 \text{ m}^2$$

Die Seitenabmessung eines quadratischen Fundaments wird aus der Quadratwurzel der jeweils erforderlichen Fläche berechnet und auf volle 5 cm aufgerundet.

$$a = \sqrt{0,533 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m}$$

Die Seitenabmessung des Fundamentes beträgt 75 cm.

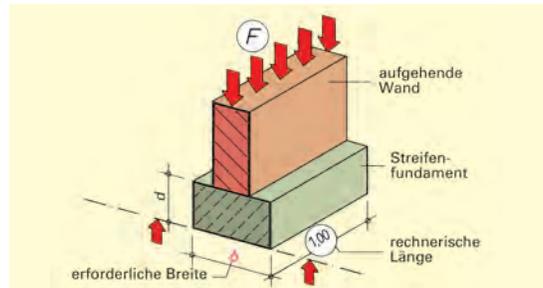
**3. Fall:** Bei Streifenfundamenten kann die Fundamentbreite durch Berechnung für ein 1 m langes Stück bestimmt werden.

$$A = \frac{F}{\sigma_{R,d}}$$

Beispiel:

Die Mittelwand eines Reihenhauses überträgt pro Meter eine Bemessungslast von 100 kN auf das Fundament. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands beträgt 280 kN/m<sup>2</sup>.

Welche Mindestbreite erhält das Streifenfundament?



Lösung:

$$A = \frac{F}{\sigma_{R,d}} = \frac{100 \text{ kN}}{280 \text{ kN/m}^2} = 0,3571 \text{ m}^2 = 3571 \text{ cm}^2$$

Die Fundamentfläche ist ein Rechteck, dessen eine Seitenlänge *l* = 100 cm ist. Die Seitenbreite *b* wird nach folgender Formel berechnet.

$$b = \frac{A \text{ in cm}^2}{100 \text{ cm}}$$

$$b = \frac{A}{l} = \frac{3571 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = 35,7 \text{ cm}$$

Die Breite eines 1 m langen Streifenfundamentes unter der Wand muss also mindestens 40 cm sein.

**4. Fall:** Die maximale Bemessungslast soll ermittelt werden.

$$F_{\text{max}} = A \cdot \sigma_{R,d}$$

Die maximale **Bemessungslast F** setzt sich zusammen aus der veränderlichen Last (Nutzlast *Q<sub>k</sub>*) und der ständigen Last (Eigenlast *G<sub>k</sub>*) des Fundamentes und anderer Bauteile. Die Lasten *G<sub>k</sub>* und *Q<sub>k</sub>* werden als charakteristische Lasten bezeichnet. Durch Multiplikation der charakteristischen Lasten mit Teilsicherheitsbeiwerten wird die Bemessungslast nach folgender Formel ermittelt:

$$\text{Bemessungslast } F = 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_k$$

Um einen Stahlbetonbalken bemessen zu können, müssen die Lasten ermittelt werden. Zur Berechnung der Nutzlasten dient die **DIN EN 1991-1-1 „Einwirkungen auf Tragwerke“**. Diese enthält genaue Angaben über lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen, Balkone, Dächer und Parkhäuser (siehe Tabelle auf Seite 253).

Entsprechend ihrer Nutzung werden die Bauteile in **Nutzungskategorien** eingeteilt. Für die Bemessung ist bei gleichmäßig verteilter Last der charakteristische Wert  $q_k$  in  $\text{kN/m}^2$  und bei konzentrierten Einzellasten der charakteristische Wert  $Q_k$  in  $\text{kN}$  zu verwenden. Die Werte können der Tabelle auf Seite 253 entnommen werden.

Die Rechenwerte der Eigenlasten werden für Träger als Volumenbauteile in  $\text{kN/m}^3$ , für Decken als Flächenbauteile je cm Dicke in  $\text{kN/m}^2$  angegeben. Die Last pro Einheitsfläche oder Einheitslänge wird mit  $g_k$  bzw. der charakteristische Wert einer ständigen Einwirkung mit  $G_k$  gekennzeichnet.

Zur Berechnung der Eigenlasten ist die **Wichte**  $\gamma$  erforderlich. Darunter versteht man die Gesamtlast pro Volumeneinheit eines Stoffes einschließlich seiner Hohlräume und Poren. Die Werte für die Wichte verschiedener Baustoffe können der **DIN EN 1991-1-1 „Allgemeine Einwirkung auf Tragwerke“** (siehe Tabelle auf Seite 254) entnommen werden.

Die Eigenlast der Bauteile und Baustoffe als Einzellast in  $\text{kN}$  wird mithilfe des Volumens und der Wichte nach folgender Formel ausgerechnet:

$$\text{Eigenlast in kN} = \text{Volumen in m}^3 \cdot \text{Wichte in kN/m}^3$$

$$g_k = V \cdot \gamma$$

Die Eigenlast kann auch über die **Masse** berechnet werden. Die Masse von Baustoffen und Bauteilen lässt sich mithilfe der Dichte und des Volumens nach folgender Formel bestimmen:

$$\text{Masse} = \text{Volumen} \cdot \text{Dichte}$$

$$m = V \cdot \rho$$

Die Einheit der Dichte ist  $\text{kg/m}^3$ . Weitere Einheiten sind  $\text{kg/dm}^3$ ,  $\text{g/cm}^3$  und  $\text{t/m}^3$ .

$$1 \text{ kg/dm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 (= 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3)$$

Die Masse wird dann in die Eigenlast umgerechnet. Die Umrechnung erfolgt, indem die Masse in  $\text{kg}$  mit dem Faktor 10 multipliziert wird. Der neue Wert erhält die Einheit **Newton**. Der Faktor 10 ergibt sich aus der Fallbeschleunigung ( $g$ ); sie beträgt aufgerundet  $10 \text{ m/s}^2$ .

$$\text{Eigenlast in N} = \text{Masse in kg} \cdot 10$$

$$g_k = m \cdot 10$$

Die Eigenlast der Bauteile und Baustoffe als gleichmäßig verteilte Last in  $\text{kN/m}^2$  wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Eigenlast} = \text{Dicke des Bauteils} \cdot \text{Wichte}$$

$$\text{in kN/m}^2 \quad \text{in m} \quad \text{in kN/m}^2$$

$$g_k = d \cdot \gamma$$

Die Gesamtlast ist gleich der Summe aus Eigenlast und Nutzlast.

$$\text{Gesamtlast} = \text{Eigenlast} + \text{Nutzlast}$$

$$\text{in kN/m}^2 \quad \text{in kN/m}^2 \quad \text{in kN/m}^2$$

$$\text{Gesamtlast} = g_k + q_k$$

### Ermittlung der Bemessungslasten

Die Belastungen eines Bauteils können sich trotz genauer und gewissenhafter Ermittlung verändern. Eine Schneelast kann sich z. B. durch Verwehungen ungünstig verändern oder die Eigenlast eines Baustoffes kann sich erhöhen, wenn er durchfeuchtet wird. Ebenso kann sich eine Nutzlast auf eine Decke erhöhen, wenn auf der Decke mehr Lasten abgesetzt werden als ursprünglich in der Berechnung angenommen wurde. Um derartigen Problemen gerecht zu werden, müssen die Lasten (ständige und veränderliche Lasten) mit einem **Teilsicherheitsbeiwert** multipliziert werden.

Die zunächst ermittelten Lasten werden als charakteristische Lasten bezeichnet. Die **Bemessungslasten**  $F$  entstehen durch Multiplikation mit den Teilsicherheitsbeiwerten. Der Teilsicherheitsbeiwert beträgt für Nutzlasten 1,50 und für ständige Lasten 1,35.

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G$	= 1,35
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_Q$	= 1,50
Bemessungslast $F$	= $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$
Vereinfacht: Bemessungslast $F$	$\approx 1,40 \cdot (G_k + Q_k)$

#### Beispiel:

Bestimmen Sie die Eigenlast und die Bemessungslast eines Stahlträgers I P 360 mit 14 m Länge.

#### Lösung:

$$\text{Eigenlast } G_k = m \cdot 10 = 57,1 \text{ kg/m} \cdot 14 \text{ m} \cdot 10$$

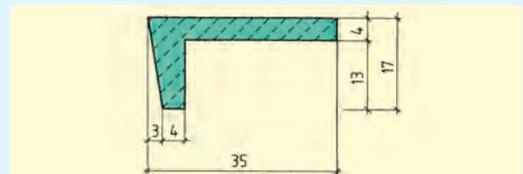
$$= 7994,0 \text{ N}$$

$$\text{Bemessungslast } F = \gamma_G \cdot G_k = 1,35 \cdot 7994 \text{ kN}$$

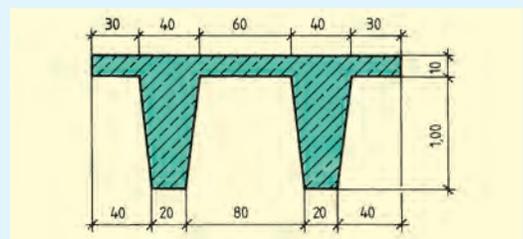
$$= 10,792 \text{ kN}$$

### Aufgaben

1. Berechnen Sie die Masse einer 12,5 mm dicken Gipsplatte mit den Abmessungen 2600/1250 mm und mit einer Dichte von  $900 \text{ kg/m}^3$ .
2. Bestimmen Sie die Eigenlast und die Bemessungslast der dargestellten Winkelstufe aus Betonwerkstein mit einer Dichte von  $2200 \text{ kg/m}^3$ . Ihre Länge misst 1,20 m.



3. Ermitteln Sie für das dargestellte 30 m lange Brückenfertigteil aus Stahlbeton die Eigenlast und die Bemessungslast.



Bei ganz gewendelten Treppen, sie zeigen einen kreisförmigen Grundriss, unterscheidet man

- Spindeltreppen und
- Wendeltreppen.

Der Kern in der Mitte einer Spindeltreppe heißt **Treppenspindel**, während die Wendeltreppe in der Mitte ein **Treppenauge** aufweist.

Da Treppen dieser Form meist aus gestalterischen Gründen gewählt werden, kommt die Schönheit dieser Treppen erst dann zur Geltung, wenn viel Platz vorhanden ist und sie frei im Raum stehen.

Viele gewendelte Treppen werden heute auch als sogenannte **Spartreppen** auf dem Markt angeboten. Sie benötigen je nach baulicher Situation etwa 70% des Platzbedarfs von bequem begehbaren Treppen. Als einziger Zugang zu Wohnräumen sind solche Treppen nicht erlaubt. Gewendelte Treppen werden, vor allem wenn es auf die Gestaltung ankommt, auch in Sonderformen hergestellt. Man spricht dann von **Bogentreppen**. Die Form reicht vom engen „U“ bis zum weit geschweiften Bogen. Die gleichmäßig verzogene Treppenführung erfordert großes planarisches wie auch handwerkliches Geschick.

### 8.1.3 Gehbereich

Die Lauflinie kennzeichnet bei der Darstellung von Treppen im Grundriss den Weg eines Benutzers im üblichen Gehbereich.

Bei nutzbaren Treppenlaufbreiten bis 100 cm liegt der Gehbereich in der Mitte der Treppe und hat eine Breite von  $\frac{2}{10}$  der nutzbaren Treppenlaufbreite.

Bei nutzbaren Treppenlaufbreiten über 100 cm – außer bei Spindeltreppen – beträgt die Breite des Gehbereichs mindestens 20 cm. Der Abstand des Gehbereichs von der inneren Begrenzung der nutzbaren Treppenlaufbreite misst maximal 40 cm.

Bei gewendelten Treppen müssen die Krümmungsradien der Begrenzungslinien des Gehbereichs mindestens dem Abstandsmaß zur Begrenzung der Treppenlaufbreite auf der Seite der schmalen Stufenbreiten entsprechen. Bei unterschiedlichen Laufbreiten innerhalb einer Treppe bildet das kleinere der beiden Abstandsmaße den Radius.

Bei Spindeltreppen beträgt der Gehbereich  $\frac{2}{10}$  der nutzbaren Treppenlaufbreite. Die innere Begrenzung des Gehbereichs liegt bei einer nutzbaren Treppenlaufbreite bis 130 cm in der Mitte der Treppenlaufbreite. Der Abstand des Gehbereichs von der äußeren Begrenzung der Treppenlaufbreite beträgt maximal 40 cm.

Krümmungsradien der Lauflinie entsprechen mindestens dem kleinsten Radius des zugehörigen Gehbereichs.

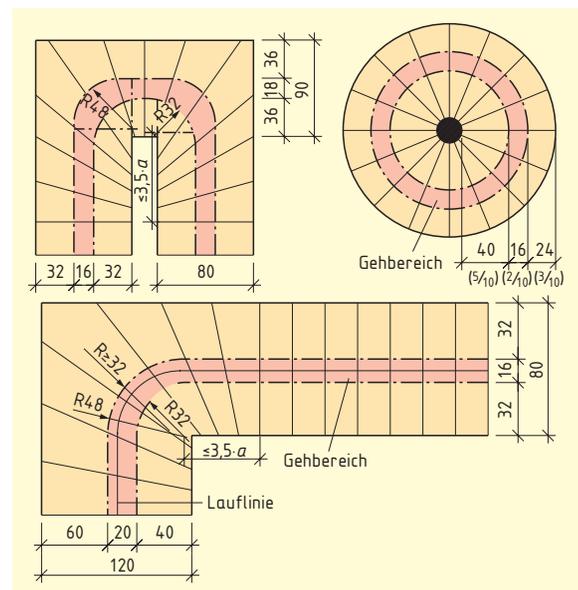
Gewendelte Treppen werden nach der Form der Wendung unterschieden. Es gibt viertel-, halb- und vollgewendelte Treppen.

#### Aufgaben

1. Was versteht man unter
  - a) notwendigen Treppen,
  - b) nicht notwendigen Treppen?
2. Wie groß muss die Unterschneidung sein?



Spindeltreppe in einem repräsentativen Gebäude



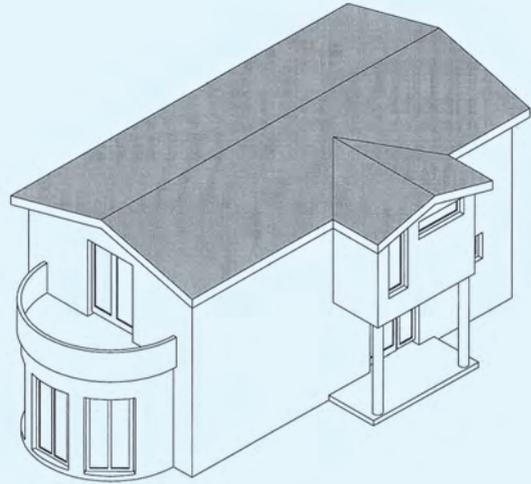
Gehbereiche bei gewendelten Treppen

3. Wie wird das Maß für die Treppenauflänge festgelegt?
4. Erklären Sie folgende Begriffe: Lauflinie, Treppensteigung, Auftritt, Treppenwange, lichte Durchgangshöhe, Trittstufe.
5. Skizzieren Sie im Grundriss eine einläufig gerade Treppe; eine dreiläufige zweimal abgewinkelte Treppe mit Zwischenpodesten; eine einläufige im Antritt viertelgewendelte Treppe; eine Podesttreppe und eine Wendeltreppe.
6. Nennen Sie die Vor- und Nachteile gewendelter Treppen.

## 12.10 Projektaufgabe

Der Bauherr hat die Entwurfspläne für ein Kleinwohnhaus bekommen und wünscht einige Änderungen.

Der Kniestock ist 2,00 m hoch, die Dachneigung beträgt 15°.



1. Im Bad soll zusätzlich zur Badewanne eine Dusche eingebaut werden. Die Wände sollen bis zur Decke mit Fliesen belegt werden.
  - a) Zeichnen Sie den Grundriss im Maßstab 1:50 mit den Änderungen einschließlich Bemaßung und Beschriftung.
  - b) Zeichnen Sie den Schnitt A-A im Maßstab 1:50.
  - c) Wählen Sie für Wand- und Bodenbelag des Badezimmers eine geeignete Fliesenart aus und begründen Sie Ihre Wahl.
  - d) Berechnen Sie die Fläche des Fliesenbelags im Badezimmer in m<sup>2</sup>.
  - e) Wählen Sie mithilfe der Tabelle auf S. 453 ein Fliesenmaß aus und bestimmen Sie die Anzahl der benötigten Fliesen für Wand- und Bodenbelag einschließlich 3% Zuschlag für Verhau.
  - f) Zeichnen Sie einen Fliesenspiegel für einen Wandausschnitt.
  - g) Wählen Sie eine geeignete Art der Verlegung für Boden- und Wandbelag und begründen Sie Ihre Wahl.
  - h) Alternativ können Natursteinplatten verlegt werden. Welche Natursteinart bietet sich hier an?
  - i) Der Bauherr möchte im Bad keine Vorwandinstallation, weil er befürchtet, das Bad werde dadurch zu klein. Überzeugen Sie ihn von den Vorteilen einer Vorwandinstallation.

