

# Interreg



EUROPÄISCHE  
UNION

## Österreich-Tschechische Republik

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



# BAUWESEN

## Hochbau 1



UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES  
UPPER AUSTRIA



EUROPÄISCHE UNION

# Inhalt

1. Einführung in die Gebäudetechnik.....	2
1.1. Grundlegende Terminologie .....	2
1.2. Modulare Koordination .....	4
1.3. Typisierung und Vorfertigung im Bauwesen.....	5
2. Bausysteme.....	6
2.1. Eigenschaften von Bausystemen .....	6
2.2. Grundlegende Klassifizierung von Bausystemen.....	7
3. Konstruktionssysteme von Mehrzweckgebäuden .....	9
3.1. Grundlegende Klassifizierung von Bausystemen für Mehrstöckige Gebäude .....	9
3.2. Wandkonstruktionssystem .....	9
3.3. Stützbausystem – Skelettsystem.....	11
3.4. Kombinierte Bausysteme .....	12
3.5. Kernbausystem.....	13
3.6. Superkonstruktion .....	13
4. Konstruktionssysteme von Hallengebäuden.....	14
4.1. Bausysteme von Hallengebäuden .....	14
5. Dilatation von Gebäuden .....	19
5.1. Erweiterung von Gebäuden.....	19
5.2. Volumenveränderungen .....	20
5.3. Ungleichmäßige Besiedlung .....	21
6. Untergrund und Erdarbeiten .....	23
6.1. Fundament und Untergrund .....	23
6.2. Fundamenttiefe .....	24
6.3. Erdwerke.....	25
6.4. Ausgrabungen.....	25
6.5. Sicherstellung der Strukturellen Stabilität von Baugruben .....	26
7. Literatur .....	29

# I. EINFÜHRUNG IN DIE GEBÄUDETECHNIK

Schlüsselwörter: Bauingenieurwesen, Architektur, Bauwesen, Gebäude, Modul, Zusammensetzbarkeit, Vorfertigung

## I.1. Grundlegende Terminologie

Unter **Bauingenieurwesen** versteht man die Kunst des Bauens oder der Wissenschaft oder der Konstruktionslehre. Bauingenieurwesen wird oft mit dem Wort "Architektur" verwechselt, obwohl sich Bauingenieure hauptsächlich mit Bauwerken befassen, während die Architektur überwiegend mit Formen arbeitet.

Der **Hochbau** ist der Produktionsbereich, der sich auf Vermessungs-, Planungs- und Bauarbeiten sowie Renovierung und Instandhaltung von Gebäuden konzentriert. Endergebnisse sind die fertigen Gebäude.

**Architektur** ist im engeren Sinne eine Baukunst, welche Werke hervorbringt, die in ihrer Form und ihrem Raum dem praktischen Zweck und den ideologischen Anforderungen der Zeit entsprechen, und das individuelle Gebäude, das dem architektonischen Entwurf zu entsprechen scheint. In der weitesten zeitgenössischen Konzeption beinhaltet die Architektur auch die Gestaltung der gesamten Umgebung mit künstlerischen Mitteln in Verbindung mit dem verfügbaren wissenschaftlichen Wissen.

Die **Konstruktion** ist eine Zusammenfassung der Lieferungen von Baumaterialien, Materialien, Teilen und Arbeiten, oft Maschinen, Ausrüstungen, die zur Erstellung eines Werkes auf der Grundlage der entsprechenden Dokumentation verwendet werden und ist im Allgemeinen fest mit dem Boden verbunden.

**Gebäudestrukturen** können definiert werden als Strukturen, deren größerer Teil sich auf der Erdoberfläche befindet. Zu den Grundstrukturen gehören Wohngebäude, Zivilgebäude (Gesundheitsgebäude, Schulgebäude, Sportgebäude, Kulturgebäude, Dienstleistungen und Handel, Verkehrsbauten, Verwaltungsgebäude,...), Industriegebäude (Produktionshallen, Werkstätten, Lager usw.) und landwirtschaftliche Gebäude (Ställe, Heuwerker, Gewächshäuser,...).

Das **Bauobjekt** ist ein räumlich zusammenhängender oder technisch individueller Zweckbauteil einer Konstruktion. Die häufigste Form eines Bauobjekts ist ein Gebäude, eine Brücke oder eine Straße.

Das Gebäude ist ein Set von Gebäudestrukturen, welche eine räumliche Struktur bilden. Die Gebäudestruktur muss die geforderte Funktion erfüllen.

Aufgrund des begrenzten physischen und moralischen Lebens der Gebäude ist neben der Realisierung von Produktions- und Nichtproduktionsgebäuden auch die Instandhaltung, Modernisierung und Rekonstruktion der Gebäude eine weitere Aufgabe:

- Die Wartung reduziert den Grad der Degradation von Strukturelementen, in der Regel mit der Erneuerung der schützenden Oberflächenbeschichtung.
- Modernisierung ist eine Steigerung des Nutzungswertes eines Gebäudes oder seiner Teile, ohne den Zweck zu verändern. Ziel ist es, den Nutzungsstandard zu verbessern.
- Bei der Rekonstruktion geht es darum, ein Objekt oder einen Teil dessen in den Originalzustand zu versetzen, wobei der Schwerpunkt auf der Erhaltung des ursprünglichen Aussehens und der Designlösung liegt.

Das Hauptziel der Bautätigkeit ist die Schaffung eines hochwertigen Umfelds für den Zweck, für den das Objekt bestimmt ist, während die Qualität während der gesamten erwarteten Lebensdauer des Gebäudes gewährleistet sein muss.

### **Grundlegende Anforderungen an den Hochbau:**

- Architektonische Anforderungen:
  - Städtebauliche Anforderungen: Anforderungen an die Struktur und Entwicklung der Gemeinden, die Intensität der Bodennutzung und die Lage der Gebäude.
  - Betriebliche Anforderungen: Dispositionsanforderungen (typologisch), geteilte und miteinander verbundene Räume, Kommunikationsverbindungen.
  - Ästhetische Anforderungen: Gestaltung des Ganzen und seiner Teile, Farblösung, Denkmalpflege.
- Allgemeine Anforderungen an die Gebäudesicherheit und -nutzung:
  - Mechanischer Widerstand und Stabilität
  - Brandschutz
  - Gesundheitsschutz von Menschen, Tieren und gesunden Lebensbedingungen sowie der Umwelt
  - Schutz vor Lärm und Vibrationen
  - Gebäudesicherheit
  - Energieeinsparung und Wärmeschutz
- Beständigkeit gegen äußere Einflüsse
- Anforderungen an das Wohlbefinden und die Qualität des Raumklimas
- Technologische Anforderungen

- Wirtschaftliche Anforderungen
- Umwelanforderungen

## 1.2. Modulare Koordination

Die modulare Koordination oder dimensionale Vereinheitlichung stellt die Konsistenz zwischen den Dimensionen des Gebäudes und seinen Bauteilen sicher. Dies ist ein Regelwerk zur Bestimmung der Kompositionsdimensionen von Objekten und Elementen. Grundregeln für die modulare Koordination der Abmessungen in der Konstruktion sind in ČSN 73 005 (1990) festgelegt.

Das Modul mit der Bezeichnung M ist die vereinbarte Längeneinheit zur Bestimmung und Koordination der Abmessungen in der Konstruktion. Je nach räumlicher Anordnung werden das Bodenmodul und das Höhenmodul unterschieden.

Das Grundmodul (metrisch) in der Konstruktion ist gleich  $M = 100 \text{ mm}$ . Bis 1960 wurde ein 150-mm-Modul verwendet. Gemäß den EU-Vorschriften kann auch das 125-mm-Modul verwendet werden.

Die abgeleiteten Module sind Vielfache oder Brüche des Basismoduls:

- Das vergrößerte Modul (200, 300, 500, 3000 und 6000 mm) wird als Grundrissmaß verwendet, d.h. der Abstand von Wänden, Stützen, Säulen usw.
- Das reduzierte Modul (50, 20, 10, 5, 2 und 1 mm) wird beispielsweise für koordinierte Querschnittsabmessungen von Bauelementen (Stützen, Wände, Balken, Bretter, etc.) verwendet. Zur Bestimmung der Dicke von dünnwandigen Elementen werden Werte von 20 mm oder weniger verwendet.

Die Zusammensetzungsfähigkeit ist eine Eigenschaft von räumlichen Teilen von Objekten, welche ermöglichen es zu sortieren, zusammenzusetzen und einzusetzen, ohne dass ihre Abmessungen und Form geändert oder angepasst werden müssen. Die Abmessungen der Bauelemente müssen eine gegenseitige Montage zu den größeren Baugruppen ermöglichen.

- Die koordinative (dimensionale) Abmessung des Elements ist die Abmessung, die das Element theoretisch im modularen Raumnetz der Struktur einnimmt, d.h. einschließlich des relevanten Teils der Verbindung, z.B. gebrannte Steine  $150 \times 75 \times 300 \text{ mm}$ .
- Das Grundmaß (früher Produktionsmaß) der Elemente ist die für die Elementherstellung vorgeschriebene Größe unter der Annahme einer Nulltoleranz. Das Grundmaß des Elements ist kleiner als das Verbundmaß, z.B. gebrannte Ziegel  $140 \times 65 \times 290 \text{ mm}$ .

Vorgeschriebene Grundmaße (Produktion) sind technisch nicht immer einzuhalten. Die tatsächlichen Abmessungen der hergestellten Elemente können um die zulässige Toleranz (Abweichung) von den vorgeschriebenen Grundmaßen (Produktion) abweichen.

### 1.3. Typisierung und Vorfertigung im Bauwesen

Die Typisierung ist ein Prozess, der darauf abzielt, eine begrenzte Anzahl von System-Bauelementen und Technologien auszuwählen. Ziel ist es, wiederkehrende Lösungen zu reduzieren, die wirtschaftliche Effizienz des Bauens zu beschleunigen und zu steigern. Typisierung ist die Vereinheitlichung von Dimensionen in der Bauindustrie. Die Typisierung wird für einzelne Elemente oder für ganze Objekte verwendet:

Die Elementartypisierung umfasst die Herstellung einzelner Bauteile, wie z.B. Deckenplattenfenster, welche dann zu montierten Konstruktionen werden. Voraussetzung für ihre Wiederverwendbarkeit sind die Abmessungen des Konformitätskoordinationsmoduls.

Die Objekttypisierung umfasst die komplexe Lösung ganzer Gebäudestrukturen oder Teile davon, z.B. Wohngebäude. Der Vorteil der Volumentypisierung ist die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion. Der Nachteil ist die Gleichmäßigkeit und die geringe Variabilität.

Die Vereinheitlichung der Abmessungen ermöglicht die universelle Verwendung der gleichen Elemente, die für verschiedene Zwecke in Serie hergestellt werden.

Die Vorfertigung ist die Herstellung von Strukturbauteilen oder Teilen davon außerhalb des Ortes ihrer Verwendung (Standort). Die einzelnen Fertigteile werden dann aus dem Werk auf die Baustelle gebracht und die eigentliche Konstruktion der Rohkonstruktion erfolgt in Form der Montage der Einzelteile.

## 2. BAUSYSTEME

Schlüsselwörter: Bausystem, Tragkonstruktion, nichttragende Konstruktion, Stabilität, Boden (Stockwerk), Traktat, lichte Höhe

### 2.1. Eigenschaften von Bausystemen

Das Bausystem des Gebäudes ist ein Komplex von miteinander verbundenen und interagierenden Strukturelementen, die in Bezug auf die Umgebung miteinander interagieren. Die wichtigste Funktion des Bausystems ist die Tragfunktion. Das Bausystem muss auch den Einflüssen der Umgebung standhalten - statischen und dynamischen Belastungen, Temperatur, Feuchtigkeit, Lärm und anderen physikalischen, chemischen und biologischen Einflüssen. Jedes Gebäude ist in Etagen und Trakte unterteilt.

Zu den Hauptbestandteilen des Gebäudes gehören Fundamentkonstruktionen, vertikale Tragkonstruktionen (Wände und Stützen), horizontale Tragkonstruktionen (Decken, Balkone, Simse), Treppenhäuser, Rampen und Dachkonstruktionen.

Gemäß der statischen Wirkung werden die Bauwerke in tragende und nichttragende Bauwerke unterteilt:

- Tragkonstruktionen übertragen jede auf das Objekt wirkende Last, z.B. tragende Wände, Säulen, Dachkonstruktionen, Fundamente.
- Nichttragende Konstruktionen tragen keine Last (außer ihrem Eigengewicht), sie haben in der Regel eine spaltende oder isolierende Funktion, wie z.B. innere Trennwände, umlaufende Isolierwände, Türen und Fenster.

Die Zusammenarbeit der Elemente des strukturellen Systems muss die Systemstabilität gewährleisten. Stabilität ist die Fähigkeit eines Gebäudes, den äußeren Einflüssen der Last ohne Verformung (Formänderung), Durchbiegung oder völlige Zerstörung zu widerstehen.

Die Wahl des Bausystems hängt von den Parametern des geplanten Gebäudes ab und basiert auf den allgemeinen Anforderungen an die Konstruktion der Gebäudestrukturen. Bei der Auslegung des Bausystems sind die folgenden Parameter zu berücksichtigen:

- Zweck, räumliche und formale Lösung des Objekts
- Gebiets- und Standortbedingungen
- Abmessungen und Lasten der Decken
- Bauhöhe der Böden
- Materialbasis und technische Möglichkeiten

- Zustand des Fundaments
- Umwelteinflüsse
- Brandschutz
- Betriebliche technische Anforderungen
- Architektonische Anforderungen
- Gesamtenergieeffizienz von Bau und Betrieb
- Lebenserwartung
- Investitions- und Betriebskosten, etc.

Die Planung des Bausystems sollte im Dialog und in Zusammenarbeit zwischen Architekt, Planer und Technologen erfolgen, um eine optimale Lösung unter Berücksichtigung aller Anforderungen zu erreichen. Aufgrund der Vielfalt der Anforderungen und ihrer gegenseitigen Harmonisierung ist das vorgeschlagene Bausystem immer eine Kompromisslösung.

## 2.2. Grundlegende Klassifizierung von Bausystemen

Bausysteme können unterteilt werden in:

- Bausysteme von mehrstöckigen Gebäuden: zeichnen sich durch vertikale Tragwerke aus, die alle Lasten in den Baugrund tragen. Diese Tragkonstruktionen sorgen für die Stabilität des gesamten Objekts. Zu den Bausystemen von mehrstöckigen Gebäuden gehören Wandsysteme, Skelettsysteme, deren Kombination oder Kernbausysteme und Superkonstruktionen.
- Die Bausysteme von Hallengebäuden zeichnen sich durch ihre Überdachung und freie Raumaufteilung aus.

Der Boden (Stockwerk) ist Teil eines Gebäudes, das durch zwei aufeinanderfolgende Ebenen der Oberseite des tragenden Teils der Deckenkonstruktionen definiert ist. Im Untergeschoss wird die Ebene, basierend auf dem erhöhten Gelände oder der Böschung, durch die obere Ebene der darunter liegenden Bodenstruktur definiert.

Der vertikale Abstand zwischen den Oberseiten der Tragkonstruktionsdecke wird als strukturelle Bodenhöhe bezeichnet. Die lichte Höhe wird durch den vertikalen Abstand zwischen der Bodenfläche und der unteren Ebene der Deckenkonstruktion des gleichen Stockwerks definiert.

Der Trakt ist der Raumteil eines Gebäudes, der durch zwei aufeinanderfolgende vertikale Ebenen definiert ist, die durch die geometrischen Achsen vertikaler Wand- oder Säulenstrukturen verlaufen. Das Gebäude kann einen oder mehrere Trakte haben. Abhängig von der Position im Gebäude erkennen wir die Trakte der Quertrakte und der



Längsstrakte:

- Die Längstrakte sind parallel zur Längsachse des Gebäudes.
- Quertrakte stehen senkrecht zur Längsachse des Gebäudes.

Gemäß der Anordnung der vertikalen Strukturen des Objekts in Bezug auf seine Längsachse werden die Bausysteme geteilt:

- Längssysteme
- Quersysteme
- Zweiwege-Systeme

Je nach verwendeter Gebäudetechnik werden folgende Bausysteme anerkannt:

- Mauersysteme (Mauerwerk) aus Baustoffen, die mit einem Mörtel oder einer anderen Verbindungsschicht verbunden sind.
- Monolithische Systeme aus duktilen Baumaterialien, die in eine Form eingebracht werden und sich direkt in der Struktur verfestigen.
- Vorgefertigte Systeme, die aus vorgefertigten Komponenten bestehen und miteinander verbunden sind.
- Kombinierte Systeme

# 3. KONSTRUKTIONSSYSTEME VON MEHRZWECKGEBÄUDEN

Schlüsselwörter: Mehrgeschossige Gebäude, Wandkonstruktionssystem, Längssystem, Quersystem, Stützenkonstruktionssystem, Kernbauwerke, Superkonstruktionen

## 3.1. Grundlegende Klassifizierung von Bausystemen für Mehrstöckige Gebäude

Das Bausystem von mehrgeschossigen Gebäuden zeichnet sich durch die Dominanz von vertikalen Tragwerken aus, die alle Lasten auf den Baugrund übertragen.

Je nach Art der vertikalen Tragwerke sind die Bausysteme von mehrgeschossigen Gebäuden:

- Wandkonstruktionssysteme
- Stützenbausysteme (Skelettbau-systeme)
- Kombiniertes Bausysteme
- Kernstrukturen
- Superkonstruktionen

## 3.2. Wandkonstruktionssystem

Die Belastung von Deckenkonstruktionen und die Wirkung von Horizontalkräften werden über tragende Wände auf das Fundament übertragen. Wandsysteme werden in Gebäuden mit Anforderungen an kleinere Innenräume (z.B. Unterkunftseinrichtungen) eingesetzt. Die inneren tragenden Wände müssen den statischen Anforderungen entsprechen. Neben den statischen Funktionen müssen auch die tragenden Außenwände den wärmetechnischen Parametern entsprechen. Öffnungen in den tragenden Wänden müssen den Anforderungen entsprechen, ohne die statischen Eigenschaften der Wände zu beeinträchtigen. Die Aufteilung der Wandkonstruktionssysteme erfolgt entsprechend der Anordnung der Stützwände im Gebäude:

### Längskonstruktionssystem

Die tragenden Wände sind parallel zur Längsachse angeordnet und bilden Längstrakte. Die Deckenkonstruktion wird in der Regel in einer Richtung senkrecht zur Längsachse des Gebäudes verlegt.

Die räumliche Steifigkeit in Längsrichtung wird durch die Längsstützwände selbst gewährleistet. Die Steifigkeit in Querrichtung wird durch die Deckenkonstruktion, ggf. durch die Queraussteifungswände (z.B. Giebelwand, Treppenhauswand, Mezzaninwand, etc.) gewährleistet. Objekte mit einem Längswandsystem werden in der Regel aus Ziegeln oder Blöcken hergestellt.

Durch die statische Funktion der tragenden Wände ist die Größe der Fensteröffnungen erheblich begrenzt, die Fassade ist ein massiver Eindruck ohne architektonische Variabilität.

Der Vorteil des Längsbauystems ist die Offenheit der Disposition und Variabilität. Der Nachteil ist die geringe architektonische Variabilität der Fassade, die geringere Steifigkeit des Systems und die daraus resultierende Nutzbarkeit nur für Gebäude mit einer geringen Anzahl von Stockwerken.

### **Querbausystem**

Die tragenden Wände stehen senkrecht zur Gebäudelängsachse und bilden Quertrakte. Die Deckenkonstruktion ist in Längsrichtung ausgeführt.

Raumsteifigkeit und Stabilisierung werden durch die Stützwände selbst in Querrichtung erreicht. In Längsrichtung wird die Steifigkeit durch zusätzliche Wände und eine längs verlegte Deckenkonstruktion gewährleistet.

Durch die Verwendung von tragenden Innenwänden kann sichergestellt werden, dass die akustischen Anforderungen zwischen den Zimmern (Hotelzimmer, Appartements, etc.) erfüllt werden. Die peripheren nicht tragenden Wände dienen in erster Linie dem Schutz der Innenumgebung vor klimatischen Bedingungen (Wärmedämmfunktion). Der Nachteil des Querbausystems ist die geringere Variabilität und Dispositionsfreiheit. Der Vorteil ist eine bessere strukturelle Stabilität und Eignung für Objekte mit mehr Böden.

### **Zwei-Wege-Bausystem**

Bei einem zweiseitigen (bidirektionalen) Bausystem sind die Stützwände in Längs- und Querrichtung angeordnet. Deckenkonstruktionen können in beide Richtungen gelagert werden.

Der Vorteil ist eine hohe Raumsteifigkeit und Stabilität. Das bidirektionale System ist für Hochhäuser geeignet. Der Nachteil ist die sehr begrenzte Anordnung und die geringe Variabilität des Innenraums.

### 3.3. Stützbausystem – Skelettsystem

Das Prinzip des Stützen-Systems besteht darin, die tragende Funktion und die Funktion der Verkleidung zu trennen. Alle Lasten tragen vertikale Elemente - Säulen. Nichttragende Wände haben die Funktion der Trennung und Isolierung (Verkleidung, Trennwände). Für Stützen werden nur hochbelastbare Materialien wie Stahl, Stahlbeton oder Holz verwendet.

Der Vorteil von Kolonnensystemen liegt in der Entspannung des Grundrisses und der variablen Gestaltung des Gebäudes. Der Nachteil ist die geringere räumliche Steifigkeit im Vergleich zu Wandsystemen.

Nach dem Verfahren zur Lastübertragung wird das Kolonnensystem geteilt:

- Rahmengerüstsystem (Träger- und Stützen-System, Sturzsystem)
- Flachdecke mit Stützenkapital-Skelettsystem
- Flachdecken-Skelettsystem

#### Rahmen-Skelettsystem

Das Grundelement des Rahmenskeletts ist ein Rahmen, der aus zwei Stützen und einem Träger besteht. Deckenlasten werden über Rahmenbalken auf die Stützen übertragen. Die Rahmen können ein- oder mehrstöckig sein. Je nach der Anordnung der Rahmen in einem Gebäude sind zu unterscheiden:

- Längsrahmen: Die Träger sind parallel zur Längsachse des Gebäudes. Aufgrund der geringen Raumsteifigkeit wird dieses System hauptsächlich für Flachbauten eingesetzt. Aussteifungen dienen als Zwischenquerwände (z.B. Giebelwände) oder Querträger (Träger). Der Nachteil ist die Verschattung des Innenraums und die Einschränkung der Möglichkeiten der Fassadenveredelung. Ein Vorteil ist die freie Anordnung für die Längsverteilung.
- Querrahmen: Die Träger stehen senkrecht zur Längsachse des Gebäudes. Querrahmen sind gut beständig gegen horizontale Lasten und auch für größere Gebäude geeignet. Die Querrahmen ermöglichen ein variables Erscheinungsbild der Fassade und stören nicht das Innere des Gebäudes. Der Nachteil ist die kompliziertere Verwaltung von Längsanlagen.
- Bidirektionale Rahmen: Die Träger werden in Quer- und Längsrichtung positioniert. Bidirektionale Rahmen zeichnen sich durch hohe Steifigkeit aus und eignen sich für Hochhäuser oder für Gebäude in unterbauten oder seismisch instabilen Bereichen.

## Flachdecke mit Stützenkopf-Skelettbauweise

Eine Flachdecke mit Stützenkopf-Skelettbauweise überträgt die Last auf die Stützen durch die erweiterten Stützenköpfe. Der Stützenkopf schützt die Deckenplatte vor Durchdringungen und verkürzt ihre effektive Spannweite.

Flachdecken mit Skelettbauweise sind sehr preiswert und eignen sich für Objekte mit einer großen Belastung von Deckenkonstruktionen, insbesondere für Fertigungs- und Lagerhallen. Die Nachteile des Skeletts mit Stützenkopf sind der sichtbare Stützenkopf und die schwierigere Führung der vertikalen Installation.

## Flachdecken-Skelettsystem

Das Flachdecken-Skelett-System weist eine Deckenkonstruktion auf, die direkt von Säulen getragen wird. Bei dünnen Platten besteht die reale Gefahr, dass die Säule der Stichplatte beschädigt wird. Es besteht die Gefahr, dass die Platte durchbohrt wird. Das Durchstechen der Säule kann durch eine Erhöhung der Verstrebung über den Stützen verhindert werden. Die Verbindung von Flachdecken und Stützen kann entweder mit einem verdeckten Stützenkopf oder einem verdeckten Träger erfolgen.

Das Flachdecken-Skelett-System hat eine geringe räumliche Steifigkeit und muss durch Wand- oder Kernbefestigungen ergänzt werden. Diese Skelette werden in Gebäuden mit geringer Deckenbelastung eingesetzt, insbesondere in Zivil- und Wohngebäuden. Die Vorteile des Flachdecken-Skeletts liegen in der flachen Decke und der Möglichkeit der bidirektionalen Montageführung.

## 3.4. Kombinierte Bausysteme

Kombinierte Bausysteme basieren auf den Vorteilen einzelner Bausysteme. Die Kombination von tragenden Wänden und Stützen schafft vielfältige Raumformationen mit hoher Steifigkeit und minimalem Gewicht. Die Säulenkonstruktion ermöglicht freie Variabilität und Layoutmöglichkeiten. Stützen tragen die Last aus der Deckenkonstruktion und die Wände erfüllen die Versteifungsfunktionen und sorgen für räumliche Steifigkeit und Stabilität.

Kombinierte Bausysteme können in einer Vielzahl von Varianten realisiert werden:

- Kombination von Längswandsystem mit innerem Skelett
- Kombination von Querwandsystem mit innerem Skelett
- Kombination von Quer- und Längswänden mit innerem Skelett
- Kombination aus zweifachem (bidirektionalem) Säulensystem mit Innenkern

## 3.5. Kernbausystem

Das Kernbausystem überträgt die Last auf das Gebäudefundament mit einem mittig steifen Kern. Alle Funktionen und Operationen, die keine Beleuchtung und direkte Belüftung erfordern, sind kernspezifisch ausgelegt (Aufzüge, Treppenhäuser, Installations-schächte, etc.).

Die Konstruktion einzelner Etagen von Kernsystemen kann durchgeführt werden:

- Die primäre untere horizontale Tragkonstruktion ist aus dem Parterrekern, der die sekundären Stützen der oberen Stockwerke trägt, auskragend.
- Im Kernkopf angeordnete primäre obere Tragkonstruktion, an der die Decken der unteren Stockwerke aufgehängt sind.
- Decken, die einzeln aus dem Kern ausgeführt sind, in den alle Lasten direkt ein-geleitet werden.

Kernsysteme werden hauptsächlich für den Bau von Hochhäusern mit quadratischem oder rundem Grundriss eingesetzt. Ihr Vorteil ist die Freigabe des Erdgeschosses und die einfachere Einrichtung. Die Möglichkeit einer signifikanten architektonischen Gestaltung ist attraktiv für Architekten, auch wenn es sich um eine statisch und strukturell komplizierte Lösung handelt.

## 3.6. Superkonstruktion

Superkonstruktionen sind zweistufige Baukonstruktionen, die entstehen, indem Lasten in eine begrenzte Anzahl von massiven Elementen der Haupttragstruktur (primär) konzentriert werden, in die eine sekundäre (sekundäre) Struktur eingesetzt wird. Die Superkonstruktion wird vor allem für extrem hohe Gebäude über 50 Stockwerke eingesetzt. Die Primärstruktur wird mit einer langen Lebensdauer geplant, was die mögliche Änderung der Sekundärstruktur ermöglicht.

Die primäre Tragkonstruktion besteht typischerweise aus einem Superrahmen, bei dem jedes Stockwerk eine Höhe aufweist, die der Höhe mehrerer Stockwerke entspricht. Die Sekundärstruktur wird dann in den Superrahmenraum eingesetzt, und die Sekundärstruktur besteht aus feineren Elementen. Die Sekundärstruktur kann an der Superkonstruktion montiert oder aufgehängt werden. Zwischen Hänge- und Lagerboden kann eine freie offene Hallenfläche vorhanden sein.

# 4. KONSTRUKTIONSSYSTEME VON HALLEN- GEBÄUDEN

Schlüsselwörter: Halle, Platte (Platte), Fachwerkträger, Gewölbe, Rohbau, Faltdecke, Pneumatikkonstruktion

## 4.1. Bausysteme von Hallengebäuden

Hallengebäude ermöglichen die Schaffung von Freiräumen mit wenig oder gar keiner internen Unterstützung. Charakteristisch für Hallengebäude sind ein großer Grundriss und eine relativ geringe Höhe. Hallenobjekte werden vor allem für eingeschossige Gebäude eingesetzt. Im Gegensatz zu den Bausystemen von mehrgeschossigen Gebäuden zeichnen sich die Hallengebäude durch eine tragende Dachkonstruktion aus.

Das Hallenobjekt kann auch Inneneinbauböden mit unterschiedlichen Höhenanforderungen beinhalten:

- Zweigeschossige Hallen
- Großflächige Hallen
- Kombinierte Monoblöcke

Die Hallengebäude zeichnen sich durch eine extrem hohe Variabilität aus. Die Wiederholbarkeit der Arten von Innengebäuden ist im Vergleich zu mehrstöckigen Gebäuden deutlich geringer, sie sind weitaus mehr Einzelobjekte.

Hallenobjekte werden vor allem eingesetzt für:

- Kulturelle Zwecke (Theater, Kinos, Ausstellungspavillons, Versammlungen, etc.)
- Sportzwecke (Mehrzweck- und Sporthallen, Tribünen- und Stadionüberdachungen, Schwimmbäder usw.)
- Produktions- und Lagerzwecke (Produktionshallen, Lager, Märkte, etc.)
- Verkehrszwecke (Bahnhofshallen, Bahnsteige, Überdachungen, Auto- und Busgaragen, Service- und Reparaturhallen, Docks usw.)

In den meisten Fällen haben Hallenobjekte eine geteilte Stützfunktion und Verkleidung. Die Tragfunktion überträgt statische und dynamische Lasten auf die Fundamentstrukturen. Die Verkleidung liefert den gewünschten Zustand des Innenraums und besteht aus Dachverkleidung, Vorhangfassade und Unterkonstruktion.

Die Konstruktion muss in Abhängigkeit von ihrer räumlichen Steifigkeit gelöst werden, um die Horizontalkräfte in den geschobenen und gezogenen Systemen zu erfassen und

eine größere Verformbarkeit der Struktur (insbesondere bei gezogenen Systemen) zu ermöglichen. Das Zusammenspiel von Subsystem und Montage(Pack)strukturen und die Gesamtstabilisierung der Dachbahnen in den Zugsystemen sind von erheblicher Bedeutung.

Unter dem Gesichtspunkt der statischen Belastung können Hallenkonstruktionen unterteilt werden:

- Tragfähigkeit durch Biegung
- Tragfähigkeit unter Druck
- Tragfähigkeit unter Zug

### **Tragfähigkeit durch Biegung**

Grundelement ist ein gebogenes, einfach eingesetztes oder ineinandergreifendes Element, das primär vertikale Lasten überträgt. Die gesamte Belastung des einfach gelagerten Elements wird durch Biegespannung in der Mitte der Spannweite übertragen. Die Tragfähigkeit hängt dann vom Querschnittsmodul des Trägers und der zulässigen Materialspannung ab. Wird die Trägerkonstruktion in den Träger eingelassen (starre Struktur), entsteht im Tragbereich ein Biegemoment, das auch von der tragenden (vertikalen) Struktur des Rahmensystems übertragen wird. Durch das Zusammenspiel der Tragkonstruktion werden die Biegemomente im Rahmen reduziert. Da der Oberbalken des Balkens und der Rahmenbalken belastet sind, muss vor dem Wenden die Stabilität gewährleistet sein. Zu den hauptsächlich auf Biegen beanspruchten Konstruktionssystemen gehören Plattensysteme, Traversen und Rahmensysteme.

#### Plattensystem

Plattensysteme bestehen, wie bereits aus dem Titel ersichtlich, aus verschiedenen Arten von Platten (mit verstärkten Rippen, Kellern usw.). Sie sind für eine Länge von bis zu 24 Metern und Elementbreiten bis zu 3 Metern ausgelegt. Um die Steifigkeit zu gewährleisten, sind die Platten verriegelt.

Eine Plattenstruktur kann aus uni- oder bidirektional gespannten Strukturen gebildet werden, die Biegebeanspruchungen in beide Richtungen aufnehmen. Das System besteht aus Platten von planaren oder räumlichen Gitterbindern.

#### Traversensystem

Das Traversensystem besteht im Wesentlichen aus den auf den Stützen, Trägern oder Wänden abgelagerten Dachstühlen (Trägerelementen). Traversen können verschiedene Formen (gerader Kopf, Gestell, Sattel, Bogen usw.), verschiedene Konstruktionslösungen (Massivplatte, Gitter usw.) und verschiedene Materialausführungen (Stahlbeton, Stahl,



Holz usw.) aufweisen. Die Dachstühle werden in den Dachflächenelementen (Rippen- oder Kassettenplatten mit Leichtbauplatte) oder Dachpfetten mit der Dachhaut gelagert.

### Rahmensystem

Das Rahmensystem überträgt das Rahmenbiegemoment durch die starre Verbindung auf den Rahmenständer. Ein Nachteil der Biegespannung des Maschinenrahmens kann durch eine durchgehende Rahmenkonstruktion teilweise beseitigt werden. Der Verlauf der Biegespannung in der Struktur hängt von der Biegesteifigkeit des Gestells und des Steigleiters ab, und auch die Rampen sind betroffen. Das höhere Biegemoment wird dann an Stellen mit höherer Biegesteifigkeit konzentriert. Die Rahmenkonstruktion kann als Kragarmrahmen oder Zwei- oder Dreischarnierrahmen ausgeführt sein. Die Konstruktion kann aus Beton (Stahlbetonkonstruktionen, monolithisch oder vorgefertigt), Stahl (dünnwandige oder Ganzkörperprofile) oder Holz (Massiv oder Gitter, etc.) gelöst werden.

### **Tragfähigkeit durch Druck**

Wenn die Bogenform oder die flache Struktur in Form der Lastdruckleitung (resultierende Linie oder Fläche) ausgebildet ist, überträgt die Struktur Druckkräfte. Da die Form der Struktur stabil ist, die Belastung aber nicht notwendig ist, wird ein Teil der Belastung durch das Biegemoment übertragen. Die Konstruktion sollte so konzipiert sein, dass sie die Last von Eigengewicht und Schnee standhält. Dadurch entsteht eine parabolische Form der Druckstruktur. Die statische Wirkung der Druckstruktur kann erreicht werden, indem die Rahmenkonstruktion so geformt wird, dass die Biegefähigkeit des Rahmens Null ist. Das Trägersystem überträgt dann die vertikalen und horizontalen Reaktionen der gewölbten (komprimierten) Struktur. Zu den drucktragenden Konstruktionssystemen gehören Lichtbogensysteme, Flachdruckkonstruktionen (Gewölbe und Schalen), Stabkonstruktionen und Faltdeckenkonstruktionen.

### Lichtbogenstruktursysteme

Bogenkonstruktionen haben ein Stützsystem, das für den Knickdruck in Kombination mit einer Biegung ausgelegt ist. Die Steifigkeit der Profilstruktur verhindert ein Knicken in der Bogenebene. Die Steifigkeit der Deckenplatten und die eigene Biegesteifigkeit verhindern Abweichungen von der Bogenebene. Bögen können eingespannt, zwei- oder dreigliedrig gelenkig gelagert werden. Meistens wird Stahl oder Stahlbeton als Material verwendet. Die Konstruktion selbst kann ein Gitter oder ein Ganzkörper sein. Die Spannweiten dieser Konstruktionen können bis zu 100 m betragen.

### Flachdruck-Bausysteme – Gewölbe

Die Gewölbe sind mit Knickdruck und Biegung belastet. Die Spannungen werden durch Überspannung des Querschnitts aufgrund der vorherrschenden vertikalen Belastung

übertragen. Das Ergebnis der Konstruktion ist eine massive Gewölbekonstruktion und eine eingeschränkte Fähigkeit zur Übertragung von Punktlasten. Für eine korrekte Bemessung ist es wichtig, die Form der Ergebnislinie aus der Belastung durch das Gewicht der Struktur zu kennen. Das Material wird hauptsächlich aus Stein oder Ziegel verwendet. Für das einwandfreie Funktionieren des Gewölbes ist die Form der resultierenden Linie durch die Belastung durch das Gewicht der Struktur selbst signifikant. Die Druckleitungen müssen immer innerhalb des Querschnittskerns bleiben (beim Rechteck im inneren Drittel der Höhe).

### Flachdruck-Bausysteme – Rohbau

Die Schalen haben eine geringe Strukturdicke und die Biegekräfte werden nur begrenzt übertragen. Die Stabilität der drucktragenden Teile wird durch die Form einer Doppelkrümmungskonstruktion oder durch das Zusammenwirken mit Verstärkungsrippen und Mantelflächen gewährleistet.

### Stangenkonstruktionssystem

Stabbausysteme haben bis zu einem gewissen Grad ähnliche Auswirkungen wie eine flache Konstruktion gleicher Form. Das Prinzip einer Platten- oder Stabkonstruktion ist der Versuch, die statische Wirkung einer Flachkonstruktion durch Stäbe aus Stahlbeton, Stahl oder Holz zu ersetzen. Die zylindrische gewölbte Stabstruktur wirkt wie eine zylindrische Hülle, die in starre Vorderwände eingespannt ist.

### System für gefaltete Plattenkonstruktionen

Die gefaltete Deckenkonstruktion besteht aus flachen dreieckigen Elementen, die ein starres Raumsystem bilden. Die geeignete Wahl der Form der gefalteten Platte kann durch translatorische oder rotierende Oberflächen erreicht werden.

## **Tragfähigkeit durch Zug**

Das Zugkonstruktionssystem umfasst Aufhängungssysteme und Pneumatiksysteme.  
Aufhängungssysteme

Die Aufhängungssysteme können Fachwerk-, Platten-, Kabel- und Membrankonstruktionen sein. Die Elemente weisen keine Biegesteifigkeit auf und sind parallel oder radial in einer ein- oder mehrschichtigen Anordnung angeordnet. Die Lastabtragung erfolgt durch die Normalkraft im Profil und die Horizontalkomponente der abgestützten Reaktion. Diese Komponente hebt das Stützsystem hoch über das Gelände. Dies erfordert eine effiziente Konstruktion.

## Pneumatische Systeme

Pneumatische Systeme werden durch Überdruck der Innenluft getragen. Die Konstruktion besteht aus einer dünnen Membran, die mit einem inneren Überdruck vorgespannt ist. Bei Niederdruckkonstruktionen beträgt der Überdruck im gesamten Raum 100-300 Pa und wird durch große Spannweiten in Kombination mit Oberflächenversteifungsseilen stabilisiert. Bei Hochdruckstrukturen beträgt der Luftdruck 0,1-0,5 MPa und konzentriert sich im sogenannten Skelett des Objekts (Rippen, Kurven).

## Hängesysteme

Das Prinzip des aufgehängten Systems ist die Aufhängung des Dachträgers mittels Stangen, die an gepressten Piloten, Bögen oder Rahmen usw. verankert sind. Es handelt sich um ein mehrstufiges System, das an die so genannten Suprastrukturen in mehrgeschossigen Gebäuden erinnert. Sie gehört damit zu den leistungsfähigen Bedachungssystemen für große Spannweiten (150 m oder mehr).

# 5. DILATATION VON GEBÄUDEN

Schlüsselwörter: Arbeitsfugen, Dehnung, Dehnungsfuge, Erweiterungselement, Volumenänderungen, ungleichmäßige Absetzung, rheologische Veränderungen

## 5.1. Erweiterung von Gebäuden

Die Arbeitsfuge ist definiert als der Abstand zwischen den beiden Bausteinen. Diese Art der Verbindung hat keine Volumen- oder Formänderungen - der Spalt ist konstant.

Die Kompensatorverbindung ist eine Verbindung, die Gebäude oder deren Einzelteile in kleinere starre Einheiten unterteilt. Die Dehnung wird durchgeführt, um die Übertragung von kraftlosen Effekten von einem Teil der Struktur auf einen anderen zu verhindern, um die erforderlichen Funktionen nicht zu beeinträchtigen.

Die Dehnungsfuge wird in Bereichen durchgeführt, in denen extreme Belastungen, Verlust der Steifigkeit der Struktur, strukturelle Veränderungen, Änderungen des Konstruktionssystems und der Anordnung, an Orten der Höhenänderung einer Struktur oder eines Objekts, an Orten geologischer Brüche und Unregelmäßigkeiten vorhergesagt werden.

Zu den nicht erzwungenen Effekten gehören:

- Volumenänderungen durch Temperaturschwankungen
- Volumenänderungen durch Feuchtigkeit
- Rheologische Auswirkungen (Kriechen und Schwund)
- Formänderung der Fundamentfuge (Unterseite)

Unerzwungene Effekte verursachen mechanische Spannungen in Konstruktionen, die oft die Spannungen durch gemeinsame Krafteinwirkungen (Eigengewicht, Windlast, etc.) überschreiten.

Die Aufteilung der Struktur eines Gebäudes in einzelne Komponenten, die in ihrer Form und Setzung variieren, ist geeignet, um Druck abzubauen. Kompensatoren können als kleinere Teile der Struktur definiert werden, die durch Kompensatoren vom Ganzen getrennt sind.

Kompensatoren entfallen:

- Statische Effekte - Lautstärkeänderungen, ungleichmäßiges Absetzen
- Dynamische Effekte - Schocks
- Akustische Effekte - Geräuschübertragung von Strukturen und Vibrationen

- Wärmetechnische Effekte - Wärme- und Feuchtigkeitstransfer von Bauwerken

## 5.2. Volumenveränderungen

Jedes Material ändert seine Abmessungen mit einer Änderung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Volumenveränderungen können verursacht werden durch:

- Änderung der Temperatur der äußeren und inneren Umgebung (thermische Ausdehnung der Materialien) - jedes Material
- Veränderung der Feuchtigkeit der Materialien (Trocknung und Quellung)
- Rheologische Veränderungen der Materialien
  - Schrumpfung - Volumetrische Veränderungen durch Trocknung von Wasser aus der Struktur des erstarrenden und aushärtenden Betons, Schrumpfung ist abhängig von der Zusammensetzung der Betonmischung, deren Verarbeitung, Abmessungen und Bewehrung der Elemente.
  - Kriechen - volumetrische Änderungen durch die Lastgröße und die Zeit hängt von der Zusammensetzung der Betonmischung, ihrer Verarbeitung und den Abmessungen des Bewehrungselements, der Lastgröße, der Lastart (permanent, zufällig, dynamisch) und der Dauer der Last ab.
- Als Folge chemischer Prozesse in Materialien (z.B. Korrosion)

Spannungselemente aufgrund von Volumenänderungen können dazu führen:

- Elementbruch durch Zugrisse
- Ausfall des Druckelements
- Erweiternde Wirkung auf umgebende Strukturen
- Schaffung und Erweiterung von Verbindungen zwischen Element und umgebenden Strukturen
- Rheologische Veränderungen von Materialien
- Strukturprinzipien und Strukturlösungen

Dehnungsfugen durchziehen das gesamte Objekt mit Ausnahme der Fundamente. Im Gegenteil, die Fundamentstruktur ist verstärkt, um ungleichmäßige Ablagerungen zu vermeiden. Die Breite der Dehnungsfuge wird im Bereich von 10-30 mm vorgeschlagen. Die Anzahl der Kompensatoren kann durch geeignete architektonische und volumetrische Lösungen beeinflusst werden. Der Kompensator muss eine Bewegung in alle Richtungen ermöglichen.

Maximaler Abstand der Dehnungsfugen im Mauerwerk mit Kalkmörtel:

- gebrannte Ziegel 100 m
- Kalksandsteine 50 m
- Betonsteine 50 m
- Naturstein 60 m
- Stahlbeton 40 m

Bei glattem oder schwach armiertem Beton betragen die maximalen Längen der monolithischen Erweiterungseinheiten für die geschützte Struktur 30 Meter und für die ungeschützte Struktur 24 Meter. Die maximale Größe der Dehnungseinheiten der Stahlkonstruktion wird durch statische Berechnung bestimmt.

Konstruktionsplanung der Kompensatoren:

- Vervielfältigung von Tragwerken
- Einseitige Gleitpassung
- Freitragende Deckenkonstruktion
- Einbaufeld mit Gleitlager

### 5.3. Ungleichmäßige Besiedlung

- Unregelmäßigkeiten in der Unterkonstruktion des Objekts - unregelmäßige und schräge Belastung von Bodenschichten mit unterschiedlicher Kompressibilität, unterschiedlichen Grundwasserständen, untergrabenen Flächen, zusätzlichen Veränderungen des Untergrundes oder des Grundwasserspiegels.
- Unterschiedliche Lasten im Fußboden - unterschiedliche Höhe des Gebäudeteils, unterschiedliche Nutzlasten in verschiedenen Gebäudeteilen, unsachgemäße Gestaltung des Bereichs der einzelnen Flachgründungen
- Unterschiedliche Gründungsstrukturen von Gebäudeteilen - die Kombination von Flach- und Tiefgründungen
- Das Zeitintervall zwischen den Realisierungen der verschiedenen Einheiten des Gebäudes - der neue Teil folgt dem älteren, in dem die Abrechnung bereits stattgefunden hat.

## Strukturprinzipien und Strukturlösungen

Konstruktionsprinzipien für Kompensatoren:

- Kompensatoren müssen vertikale Verschiebungen zulassen.
- Dehnungsfugen durchziehen das gesamte Objekt, einschließlich der Fundamente.
- Fundamente dürfen keinen Einfluss aufeinander haben.
- Konstruktionslösungen für die Ausführung von Kompensatoren:
- Seitlich auskragende horizontale Konstruktionen
- Beidseitig freitragende horizontale Konstruktionen
- Felder eingefügt
- Anpassung der Modulation

# 6.UNTERGRUND UND ERDARBEITEN

Schlüsselwörter: Fundamente, Untergrund (Baugrund), Erdarbeiten, Fundamenttiefe, Aushub, Verbau, unterirdische Wände

## 6.I. Fundament und Untergrund

Der Spezialtiefbau beschäftigt sich mit der Gestaltung und der Art und Weise der Etablierung des Fundaments. Die Fundamente sind tragende Bauteile von Objekten, die die tragende Struktur in den Untergrund einbringen. Die Fundamente müssen so ausgelegt sein, dass sie alle Lasten sicher und verzugsarm und ohne Bruch des Untergrundes übertragen. Je nach Art der Lastabtragung werden Flachgründungen und Tiefgründungen unterschieden.

Der Untergrund ist ein funktionaler Teil des Gebäudes. Der Fußboden ist ein Bereich, in dem die Fundamente auf den Untergrund treffen.

Der Boden ist ungepflastertes oder leicht gehärtetes Gestein.

Gestein ist ein heterogenes Gemisch aus verschiedenen Mineralien, manchmal organischen Verbindungen, vulkanischem Glas oder einer Kombination dieser Komponenten. Der Oberboden ist die obere dünne Schicht (100-300 mm) mit pflanzlichen und tierischen Rückständen. Der Oberboden wird vor der Arbeit abgeharkt und später um das Gebäude herum zurückgeworfen.

Schlamm ist Tonboden, der mit einer beträchtlichen Menge an Quarzsand, Glimmer, Kalzium, Eisen und organischen Stoffen vermischt ist. Wenn es mehr als 40% Sand enthält, wird es als dünner Schlamm bezeichnet. Bei einem Sandgehalt unter 40% handelt es sich um einen fettigen Schlamm. Wenn wir fettigen Schlamm in der Hand halten, klebt er und hält zusammen, während der dünne Schlamm nicht klebt und zerfällt. Dazu gehören Ziegelton, feuerfester Schlamm und Kaolin.

Ton ist ein kieselhaltiges Sediment, das aus 25-30% tonhaltiger Erde und 65-70% mehr Siliziumdioxid besteht. Es ist sehr fein, ohne Sand oder gemischt mit feinem Sand, sehr kolloidal und wasserundurchlässig. Das Wasser gelangt auf das Volumen und schrumpft durch Trocknen. Eine besondere Art von Ton ist Bentonit, der sehr fein ist und daher Eigenschaften von kolloidalen Substanzen aufweist. Er erhält viel Wasser - bis zum Siebenfachen seines Eigengewichts.

Mergel oder Mergelstein ist Tonschlamm, der 25-60% Kalziumkarbonat und Magnesiumkarbonat enthält. Mergelböden neigen zum Verrutschen und sind daher sehr gefährlich.



Schmelzbarer Schlamm, der eine Mischung aus Aluminiumoxid oder Kalkton, Sand und Glimmer enthält. Enthält 10-40% Kalk. Er ist Wasserdicht, etwas weicher als Ton und hat in der Natur eine Schieferstruktur. Zu dieser Gruppe gehören auch Schiefer oder Tonstein, die oft Kohle enthalten.

Löss ist ein feiner, sandiger Staub durch den Wind zusammengetragen. Es besteht aus einem höheren Gehalt an Calciumverbindungen und bis zu 50% an Staub, meist Silica. Es hat eine geringere Duktilität als Ton und Mergel. Löss ist gelb bis hellbraun, wird also oft mit Schlamm verwechselt. Es fühlt sich feiner als Ton an, da es Sandkörner von weniger als 0,1 mm enthält. Es zieht Wasser an und seine Wasserdurchlässigkeit ist sehr hoch, da es von Haarkanälen durchdrungen wird. Die unangenehme Natur des Lösses ist seine große Kapillarwirkung: bis zu 5-6 m über dem Grundwasserspiegel. Wenn es jedoch gründlich und richtig getrocknet wird, ist es für das Wasser relativ schlecht durchdringbar.

Es gibt 3 Klassen nach der Bodenausbeutung:

- Die Klasse I wird durch den Abbau mit konventionellen Aushubmechanismen (Bulldozer, Bagger) oder von Hand definiert.
- Die Klasse II wird durch den Bergbau mit speziellen Mechanismen definiert - Ripper, Felslöffel, Hämmer.....
- Die Klasse III wird durch den Abbau im Sprengvortrieb definiert.

## 6.2. Fundamenttiefe

Die Tiefe des Fundaments beeinflusst die Größe der Setzung des Gebäudes. Eine größere Tiefe reduziert die gesamte Setzung. Die Fundamenttiefe ist die Differenz zwischen dem Niveau der Fundamentsohle und dem nächstgelegenen Geländepunkt. Die Gründungstiefe wird in Bezug auf Stabilität und Setzung, klimatische Bedingungen (Gefrieren, Austrocknen des Bodens) und geologisches und hydrogeologisches Bodenprofil bestimmt.

Die Mindesttiefe des Fundaments wird durch die klimatischen Bedingungen - Wintertemperatur und Bodenart - bestimmt. Im Falle des Einfrierens des Bodengrundes unter den Fundamenten besteht die reale Gefahr, dass das Bodenvolumen unter den Fundamenten vergrößert wird (Wasser verändert den Zustand des Eises, um sein Volumen zu vergrößern) und damit Spannungen und damit Störungen entstehen. Je nach Boden wählen wir die Fundamenttiefe:

- 500 mm für Gestein und schwache Gesteinsböden und unter den Innenwänden
- 800 mm vom Gelände entfernt (lockerer Boden außerhalb des Gebirges)
- 1000 mm vom Gelände entfernt (kohäsive Böden außerhalb der Berggebiete)

- 1200 mm in bindigen Böden mit einer Grundwassertiefe von weniger als 2 m Tiefe.

Die Gründungstiefe in Gebirgen hängt immer von den örtlichen klimatischen Bedingungen ab. Die Bodenart wird immer auf der Grundlage der Ergebnisse der Standorterhebung bestimmt. Bei ungeeigneten Bodenarten kann der Boden durch Austausch mit anderen Böden (Kissen), Verdichtung, Entwässerung, Bodenzusätzen (Mörtel, Kalk) oder durch Trocknung verbessert werden.

Auf bindigen Böden wird das Wasser aufgrund der Belastung aus den Poren ausgedrückt, verschlammt und verringert so teilweise das Fundament. Deshalb wird Rohsand oder Kies als Entwässerung unter dem Fundament verwendet. Die Höhe des Dammes muss die Isobare unter den Fundamenten so sichern, dass die Spannung geringer ist als die Tragfähigkeit des Baugrundes.

### 6.3. Erdwerke

Die Erdarbeiten im Tiefbau gliedern sich in vorbereitende Erdarbeiten, Haupt-Erdarbeiten und abschließende Erdarbeiten.

Die wichtigsten Arten von Erdarbeiten sind Abtragungen, Aufschüttungen und Hinterfüllungen. Abtragungen beseitigen Ungleichheiten im Gelände. Dazu gehört auch die Abtragung des Mutterbodens. Der Oberboden ist oberflächlicher organischer Boden mit einer Dicke von 150 bis 300 mm. Aufschüttungen sind aufgeschüttete Strukturen, die auf der Oberfläche des Geländes errichtet wurden. Aufschüttungen werden über dünne Schichten (150 - 700 mm) gebildet, die verdichtet werden. Hinterfüllungen sind aufgeschüttete Strukturen, die den Raum unterhalb des Geländes und um die Gebäudestruktur herum ausfüllen. Bei dem Schüttgut handelt es sich um frostfreie, stabile und leicht kompressible Materialien (z.B. Kies). Die Hinterfüllungen müssen verdichtet werden. Die wichtigsten Erdarbeiten sind Ausgrabungen.

### 6.4. Ausgrabungen

Die Ausgrabungen erfolgen durch Ausgrabungen im Untergrund. Der Bereich, in dem Ausgrabungen durchgeführt werden, wird als Ausgrabungsstätte bezeichnet. Erschöpfter Boden wird als Aushub bezeichnet.

Je nach Form und Abmessungen des Aushubs gibt es eine Grube, einen Graben und einen Schacht. Die Grube ist ein Aushub, dessen Länge und Breite mehr als 2 Meter beträgt. Die Furche hat ein vorherrschendes Längenmaß und eine maximale Breite von 2

Metern. Der Schacht hat eine vorherrschende Tiefenabmessung und eine maximale Grundfläche von 36 Quadratmetern.

Das Heben des Bodens erfolgt mit verschiedenen Arten von Erdbewegungsmaschinen. Handabgrabungen beschränken sich auf Räumungsarbeiten. Die Art des Aushubs wird je nach Volumen und Gesteinsart gewählt.

Der Boden des Fundaments darf bei Ausgrabungen nicht gebrochen werden. Es muss auch vor klimatischen Einflüssen (Regen, Überschwemmung, Trocknung und Frost) geschützt werden. Die Bodenschicht (ca. 200 - 500 mm) wird am Boden des Aushubs als Schutzschicht gehalten, die kurz vor der Realisierung der Fundamente entfernt wird.

## 6.5. Sicherstellung der Strukturellen Stabilität von Baugruben

Grabungswände müssen gegen Erdrutsche gesichert werden. Die Wahl des Verfahrens hängt von der Aushubtiefe, den physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Bodens, der Belastung der Aushubkanten und der Offenhaltezeit ab.

Vertikale Wände können in bindigen Böden mit einer Tiefe von nicht mehr als 1,5 Metern ausgehoben werden. In anderen Fällen müssen die Aushubwände mit einer der folgenden Optionen versehen werden:

- Schräge Wände von Ausgrabungen: Die Neigung der Aushubwände sollte so steil wie möglich sein, da die Würfel der Erdarbeiten und die Aushubfläche zunehmen. Gleichzeitig sollte die minimale Neigung eingehalten werden, die in erster Linie durch den Winkel der inneren Bodenreibung und den Kohäsionskoeffizienten des Bodens definiert ist (z.B. sandiger Kies 1:1, lehmiger Sand 1:0,50, Staub 1:0,25). Bei Ausgrabungen, die tiefer als 3 Meter sind, werden die Hänge durch Feldbänke mit einer Mindestbreite von 500 mm unterbrochen.
- Verankerung von Aushubwänden: Der Verbau ist ein temporäres Bauwerk, das schräge Wände vor Erdrutschen bei Aushubarbeiten schützt. Die Zimmerung muss direkt mit den Ausgrabungen durchgeführt werden. Das Zimmern besteht aus einem Verschlag und Aussteifungen. Die Verkleidung ist ein flacher Teil des Verbaues, der in direktem Kontakt mit dem Boden steht. Die Verkleidung besteht aus Holz- oder Stahlbohlen, die vertikal, horizontal oder schräg verlegt werden. Der auf die Folie wirkende Bodendruck wird durch horizontale und diagonale Streben aufgefangen. Abhängig von der Konstruktion und der Art der Umsetzung unterscheiden wir:

- Traggerüst mit angehängter Verkleidung: Die Verkleidung wird in bindigen und inkohärenten Böden eingesetzt. Je nach Bodenbeschaffenheit werden die Streben entweder in einer Sitzung oder mit Zwischenräumen, horizontal oder vertikal, verlegt.
  - Pfahlabstützung: Der Pfahlverbau besteht aus einer in den Untergrund gerammten Pfahlplatte. Horizontale Bleche werden zwischen den Pfählen ausgelöst. Die Verspannung durch einen Pfahl bewirkt eine hohe Festigkeit des Blechs. Dieses Verfahren kann in breiten Baugruben und bis zu 20 m Tiefe eingesetzt werden. In Geröllböden, in denen die Mängel nicht in die erforderliche Tiefe oder den erforderlichen Abstand gezogen werden können, kann kein Pfahlverbau hergestellt werden.
  - Verbau auf Zug: Der Verbau auf Zug wird in Baugruben und Rillen eingesetzt. Es kann vertikal oder schräg sein.
  - Angetriebenes Traggerüst: Der Treibverbau wird in bindigen und inkohärenten Böden durchgeführt, wo wir einen sicheren geschlossenen Raum erhalten, in dem wir arbeiten können. Es ist der kostspieligste und härteste Weg der Verankerung.
  - Ausgelöstes Traggerüst: Der getriebene Verbau wird in weniger kohäsiven Böden mit einer Aushubtiefe von bis zu 6 m eingesetzt. Der geschnitzte Rahmen besteht aus Rundhölzern, Säulen, Vertikalschulter und Keil.
- Unterirdische Wände: Unterirdische Wände werden verwendet, um die Wände von tiefen Ausgrabungen zu sichern, im Leerraum oder bei hoher Belastung an den Rändern von Ausgrabungen. Je nach verwendetem Baumaterial unterscheiden wir die unterirdischen Wände aus Ton, Tonzement und Beton. Unterirdische Wände können nicht nur die Funktion der Panzerung und Abdichtung erfüllen, sondern auch die Funktion der Konstruktion und des Fundaments für das umlaufende Tragmauerwerk. Die Milanischen Untergrundwände bestehen aus einer durchgehenden Rille mit einer Tiefe von bis zu 40 Metern, in die vorgefertigte Betonplatten eingebracht oder in einer Breite von 0,6 - 1,0 m betoniert werden und die gleichzeitig als tragende Wand des unterirdischen Teils des Gebäudes dient.
  - Pfahlwände: Pfahlwände können in Böden und Felsen mit geringer Festigkeit eingesetzt werden. Unterhalb des Grundwasserspiegels überlappen sich die einzelnen Pfähle und über dem Grundwasserspiegel berühren sich einfach und der Achsabstand beträgt weniger als 2 m. Nicht verankerte Pfähle werden bis zu 6 m eingesetzt, wenn die Spannweite größer ist werden sie verankert oder verspannt.

- Spundwände: Spundwände werden im Verbund mit festen und nicht kohäsiven Böden (außerhalb der Blöcke) eingesetzt. Sie können unterhalb des Grundwasserspiegels eingesetzt werden. Die Schlösser sind miteinander verbunden, um die Wasserdichtigkeit zu gewährleisten. Der bekannteste Typ ist die Larssen-Spundwand, die bis zu einer Tiefe von 20 m eingesetzt werden kann. Nach Abschluss der Arbeiten ist es möglich, sie herauszuziehen und wieder zu verwenden.

## 7.LITERATUR

MATOUŠOVÁ, D., SOLAŘ, J., Pozemní stavitelství I. 1. vyd. Ostrava: VŠB TU, 2005. ISBN 80-248-0830-7. [in Czech]

LORENZ, K. Nosné konstrukce I. Základy navrhování nosných konstrukcí. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03168-3. [in Czech]

NESTLE, H. a kol. Moderní stavitelství pro školu i praxi. Praha: Sobotáles, Praha, 2005. ISBN:80-86706-11-7. [in Czech]

HANÁK, M. Pozemní stavitelství: cvičení I. 6. přeprac. vyd. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03267-1 [in Czech]

HÁJEK, P. a kol. Konstrukce pozemních staveb 1. Nosné konstrukce I. 3. vyd. Praha: ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03589-4. [in Czech]