

Diplomarbeit

# Analyse gängiger Abbruchverfahren im Hinblick auf Arbeitsschutz und Möglichkeiten zur Aufwertung der schriftlichen Abbrucharweisung

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads

Diplom-Ingenieur

eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

---

Diploma Thesis

## Analysis of common demolition procedures with regard to occupational safety and possibilities for upgrading written demolition instructions

submitted in satisfaction of the requirements for the degree

Diplom-Ingenieur

of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

**Mario Angerer, BSc**

Matr.Nr.: 01526646

Betreuung: Univ.Prof. Dr.-Ing. **Frank Lulei**  
Univ.-Ass Dipl.-Ing. **Alexander Bender**, BSc  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/E235, 1040 Wien, Österreich

Wien, im März 2024

---



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Kurzfassung

Schlagwörter: Arbeitnehmer:innenschutz, Abbruchverfahren und Baustoffrecycling, Schutzziele

Gegenständliche Diplomarbeit analysiert Abbruchverfahren hinsichtlich des Arbeitnehmer:innenschutzes. Ebenfalls werden Möglichkeiten des Baustoffrecyclings beschrieben. Einblick in die Thematik des Gebäudeabbruchs liefert eine umfassende Literaturrecherche. Ergänzt wird diese durch Fachgespräche mit Experten im Bereich der Arbeitssicherheit.

Den Anfang der Diplomarbeit bildet die Beschreibung von gesetzlichen Grundlagen. Dabei werden sowohl Gesetze im Zusammenhang mit dem Arbeitsschutz als auch der Verwertung der im Zuge des Rückbaus anfallenden Materialien analysiert. Die Ausführungen im Bezug auf das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) sowie die Bauarbeiterschutzverordnung (BauV) werden ausgehend von der Erstausgabe mit der heute gültigen Fassung verglichen.

Im Anschluss folgt die Betrachtung gängiger Abbruchmethoden. Auf Möglichkeiten der Aufbereitung sowie des Recyclings von Abbruchmaterial wird gesondert Bezug genommen. Dabei werden Verbindungen zu den beschriebenen gesetzlichen Grundlagen hergestellt.

Im weiteren Verlauf der Diplomarbeit wird die Wechselwirkung von gesetzlichen und normativen Bestimmungen betrachtet. Darüber hinaus werden aktuell gültige Sicherheitsabstände im Rahmen des maschinellen Rückbaus hinterfragt und Vergleiche mit internationalen Festlegungen gezogen.

Die dabei festgestellten Defizite betreffen Verfahrensdefinitionen sowie Bezugsgrößen zur Bestimmung von Sicherheitsabständen. Hierfür werden entsprechende Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Zusätzlich folgt die Betrachtung von allgemein gültigen Schutzziele sowie Möglichkeiten zur Aufwertung der schriftlichen Abbrucharweisung.

Den Abschluss bildet die Ausarbeitung von Sicherheitsmaßnahmen im Rahmen eines Beispielprojekts. Für die Bearbeitung der Maßnahmen wurde ein Wohngebäude im innerstädtischen Bereich herangezogen. Anhand des Beispielprojekts wird eine mögliche Herangehensweise zur Erreichung der zuvor definierten Schutzziele erarbeitet und konkrete Schutzmaßnahmen aufgezeigt.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Abstract

Keywords: worker protection, demolition processes and building material recycling, protection goals

This diploma thesis analyzes demolition procedures with regard to worker protection. Possibilities for recycling building materials are also described. A comprehensive literature review provides insight into the topic of building demolition. This is supplemented by technical discussions with experts in the field of occupational safety.

The thesis begins with a description of the legal basis. Both laws relating to occupational health and safety and the recycling of materials generated during demolition are analyzed. The explanations relating to the ASchG and the BauV are compared with the current version based on the first edition.

This is followed by an examination of common demolition methods. Separate reference is made to the possibilities of processing and recycling demolition material. Links are made to the legal principles described.

In the further course of the thesis, the interaction of legal and normative provisions is considered. In addition, currently valid safety distances in the context of mechanical dismantling are scrutinized and comparisons are made with international specifications.

The deficits identified relate to process definitions and reference values for determining safety distances. Corresponding recommendations for action are presented. In addition, generally applicable safety objectives and options for upgrading written demolition instructions are considered.

Finally, safety measures are developed as part of an example project. A residential building in an inner-city area was used to work on the measures. Based on the example project, a possible approach to achieving the previously defined protection goals is developed and specific protection measures are presented.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1	Motivation . . . . .	10
1.2	Forschungsfragen . . . . .	11
1.3	Forschungsmethodik . . . . .	11
1.4	Begriffsbestimmungen . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Entwicklung des gesetzlichen Arbeits- und Umweltschutzes</b>	<b>14</b>
2.1	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz–ASchG . . . . .	15
2.2	Bauarbeiterschutzverordnung – BauV . . . . .	19
2.3	Bauarbeitenkoordinationsgesetz – BauKG . . . . .	27
2.4	Baustoffrecyclingverordnung RBV . . . . .	32
2.5	Zusammenfassung . . . . .	41
<b>3</b>	<b>Rückbaumethoden und Möglichkeiten der Aufbereitung von Rückbaumaterialien</b>	<b>43</b>
3.1	Abbruch- und Rückbauverfahren . . . . .	43
3.1.1	Vorbereitende Maßnahmen und allgemeine Sicherungsmaßnahmen . . . . .	43
3.1.2	Abbruch durch Abtragen . . . . .	45
3.1.3	Abbruch durch Abgreifen . . . . .	45
3.1.4	Abbruch durch Eindrücken . . . . .	48
3.1.5	Abbruch durch Einreißen . . . . .	49
3.1.6	Abbruch durch Einschlagen . . . . .	50
3.1.7	Abbruch durch Demontage . . . . .	51
3.2	Baustoffrecyclings und Aufbereitung von Bau- und Rückbauabfällen . . . . .	52
3.2.1	Zerkleinerung mittels Brechern . . . . .	55
3.2.2	Siebklassierung . . . . .	58
3.2.3	Sortierung . . . . .	61
3.3	Zusammenfassung . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Wechselwirkung gesetzlicher und normativer Bestimmungen</b>	<b>68</b>
4.1	Abbruchmethode Abgreifen . . . . .	68
4.2	Abbruchmethoden Eindrücken und Einreißen . . . . .	70
4.3	Abbruchmethode Einschlagen . . . . .	73
4.4	Allgemein gültige Schutzziele und Sicherheitsabstände bei Rückbauvorhaben . . . . .	74
4.4.1	Sicherstellung der Standfestigkeit . . . . .	74
4.4.2	Staubminderung . . . . .	76
4.4.3	Gesundheitsschädliche Vibrationsemissionen . . . . .	78
4.4.4	Empfohlene Sicherheitsabstände . . . . .	82
4.5	Abbruchkonzept und Abbrucharweisung . . . . .	84
4.5.1	Abbruchkonzept . . . . .	84
4.5.2	Schriftliche Abbrucharweisung . . . . .	86
4.6	Aufwertung der schriftlichen Abbrucharweisung . . . . .	87
4.7	Zusammenfassung . . . . .	88

<b>5</b>	<b>Ausarbeitung von Sicherheitskonzepten zur Erreichung des Schutzziels anhand eines Beispielprojekts</b>	<b>90</b>
5.1	Allgemeine Projekttrandbedingungen . . . . .	90
5.2	Arbeitsablauf und Evaluierung der Gefährdungspotenziale . . . . .	90
5.3	Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels . . . . .	92
5.4	Zusammenfassung der Maßnahmen im Rahmen des Beispielprojekts . . . . .	100
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>103</b>
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen . . . . .	103
6.2	Ausblick . . . . .	108

# Abkürzungen

**AG** Auftraggeber

**ASchG** ArbeitnehmerInnenschutzgesetz

**AUVA** Allgemeine Unfallversicherungsanstalt

**AWG** Abfallwirtschaftsgesetz

**BauKG** Bauarbeitenkoordinationsgesetz

**BauV** Bauarbeiterschutzverordnung

**BGF** Bruttogeschoßfläche

**bzw.** beziehungsweise

**DGUV** Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

**EWR** Europäischer Wirtschaftsraum

**FBOK** Fußbodenoberkante

**FGPS** Front Guard Protective Structure

**FOPS** Falling Objects Protective Structure

**GKV** Grenzwerteverordnung

**IFA** Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

**KennV** Kennzeichnungsverordnung

**MAK** Maximale Arbeitsplatz-Konzentration

**PSA** Persönliche Schutzausrüstung

**PSA-V** Verordnung persönliche Schutzausrüstung

**RBV** Recycling-Baustoffverordnung

**SiGe-Plan** Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan

**TRK** Technische Richtkonzentration

**VOLV** Verordnung Lärm und Vibrationen

# Kapitel 1

## Einleitung

Der Rückbau von Gebäuden ist ein bedeutender Aspekt im Bereich des Bauwesens, der sowohl ökonomische als auch ökologische Auswirkungen mit sich bringt. Die ordnungsgemäße Durchführung von Rückbau- bzw. Abbruchvorhaben erfordert nicht nur technisches Wissen, sondern auch eine sorgfältige Betrachtung gesetzlicher Vorgaben und Sicherheitsmaßnahmen, mit dem Ziel Gefahren für Arbeitnehmer:innen zu minimieren und die Umweltbelastung zu reduzieren.

In der vorliegenden Diplomarbeit werden zunächst die gängigen gesetzlichen Bestimmungen im Zusammenhang mit der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen<sup>1</sup> betrachtet und Verbindungen zum Rückbau von Gebäuden hergestellt. Dabei werden in weiterer Folge gesetzliche Bestimmungen im Bereich des Recyclings von Abbruch- bzw. Rückbaumaterial analysiert. Anschließend an die Betrachtung der gesetzlichen Bestimmungen, werden verschiedene Abbruchverfahren im Sinne der BauV betrachtet. Ferner wird auf Möglichkeiten der Aufbereitung des im Zuge von Abbrucharbeiten anfallenden Materials, sowie die Herstellung von Recycling-Baustoffen eingegangen.

Im weiteren Verlauf der Diplomarbeit werden Vorschläge zur Schaffung eines allgemein gültigen Rahmens für die Ausarbeitung von Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen gemacht. Dieser Rahmen beinhaltet Schutzziele, welche für jedes Rückbauvorhaben, unabhängig von der gewählten Abbruchmethode, betrachtet werden müssen. Abschließend folgt die Ausarbeitung von konkreten Schutzmaßnahmen im Rahmen eines Beispielprojekts, um die praktische Relevanz zu verdeutlichen.

### 1.1 Motivation

Die Motivation sich mit dem Thema des Rückbaus von Gebäuden auseinanderzusetzen liegt in der Notwendigkeit, die Bauindustrie auf nachhaltige und verantwortungsvolle Weise zu gestalten. Die Analyse und Optimierung von Abbruchprozessen birgt neben dem effizienten Umgang mit Ressourcen ebenfalls die Möglichkeit, Maßnahmen zum Zweck der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer:innen zu verbessern und Umweltauswirkungen zu minimieren. Die steigende Nachfrage von Rückbauarbeiten, sei es im Rahmen von Sanierungs-, Stadtentwicklungs-, oder Infrastrukturprojekten, unterstreicht dabei die zunehmende Bedeutung dieses Themas.

In Anbetracht der Herausforderungen und Chancen im Bereich des Gebäuderückbaus, ist es von entscheidender Bedeutung ein grundlegendes Verständnis für die Prozesse zu entwickeln und innovative Ansätze zur Verbesserung der gängigen Praxis zu erforschen.

Vorliegende Diplomarbeit zielt darauf ab, hierfür einen Beitrag zu leisten, indem sie einen Überblick über rechtliche, technologische und sicherheitsrelevante Aspekte des Rückbaus von Gebäuden bietet und Handlungsempfehlungen für die Praxis formuliert.

---

<sup>1</sup>Bei der Erstellung der Diplomarbeit wurde darauf geachtet, eine geschlechtergerechte Sprache zu verwenden. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in einigen Fällen entweder die männliche oder weibliche Form gewählt. Diese Entscheidung bedeutet keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter.

## 1.2 Forschungsfragen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit gilt es, die vier nachfolgenden Forschungsfragen zu beantworten.

1. Welche Anforderungen an die Arbeitssicherheit gibt es im Bezug auf Abbruchverfahren? Welche Folgen ergeben sich daraus für deren Anwendung?
2. Welche Schutzmaßnahmen im Rahmen der Durchführung von Rückbauvorhaben ergeben sich aus Vorgaben der Arbeitssicherheit?
3. Ist das Erfassen von bautechnischen Arbeitsvorgängen in Gesetzestexten zeitgemäß? Wie sieht eine zeitgemäße Alternative aus?
4. Welche Anforderungen hinsichtlich Recycling und Trennung von Rückbaumaterial gibt es?

## 1.3 Forschungsmethodik

Zur Beantwortung der in Abschnitt 1.2 formulierten Forschungsfragen wurden zwei unterschiedliche Methoden eingesetzt. Die Betrachtung der gesetzlichen Grundlagen sowie die Analyse der gängigen Abbruchverfahren und Möglichkeiten des Baustoffrecyclings wurden anhand einer gründlichen Literaturrecherche durchgeführt. Diese bildete die Basis für das Verständnis der theoretischen Rahmenbedingungen und aktuell verwendeten Arbeitsverfahren auf dem Gebiet des Gebäudeabbruchs.

Im Rahmen der Bearbeitung der nachfolgenden Kapitel, insbesondere jener, die sich mit der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen befassen, wurden aufbauend auf die Literaturrecherche Gespräche mit Fachleuten aus der Praxis geführt. Durch diese direkten Interaktionen konnten wertvolle Einblicke in die praktischen Herausforderungen und bewährten Methoden im Bereich des Rückbaus von Gebäuden gewonnen werden.

Zusätzlich zu den Expertengesprächen wurden relevante Literaturquellen und Praxisbeispiele herangezogen, die von den Fachpersonen zur Verfügung gestellt wurden. Diese Unterlagen ergänzen die Gespräche und liefern weitere Einblicke in die konkrete Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen und Arbeitsschutzrichtlinien auf Abbruchbaustellen. Die Kombination aus Literaturrecherche und Expertengesprächen ermöglicht eine umfassende und praxisnahe Untersuchung der Themen im Zusammenhang mit dem Rückbau von Gebäuden und der Arbeitssicherheit in diesem Bereich.

## 1.4 Begriffsbestimmungen

Im nachfolgenden Abschnitt werden im Rahmen der Diplomarbeit verwendete Begriffe erläutert. Die Begriffsbestimmung verfolgt das Ziel, eine einheitliche Verwendung der Begriffe sicherzustellen.

**Abbruch:** Beinhaltet jede Abbruchtätigkeit, bei der Bau- oder Abbruchabfälle anfallen.<sup>2</sup> In der vorliegenden Diplomarbeit werden die Begriffe Abbruch und Rückbau synonym verwendet.

**Alveolgängige Stäube:** Dringen aufgrund der Partikelgröße bis in die tieferen respiratorischen Lungenbereiche vor.

**Arbeitgeber:in:** Ist eine natürliche oder juristische Person, welche Verantwortung für das Unternehmen oder den Betrieb trägt.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 1

<sup>3</sup>Vgl. [12] ASchG §2 Abs. 1

**Arbeitnehmer:in:** Ist jede Person, welche im Rahmen eines Beschäftigungs- oder Ausbildungsverhältnisses tätig ist.<sup>3</sup>

**Arbeitsplatz:** Ist der Bereich, in dem sich Arbeitnehmer:innen im Zuge der auszuführenden Tätigkeit aufhalten.<sup>4</sup>

**Arbeitsmittel:** Sind alle Maschinen, Werkzeuge, Geräte und Anlagen die zur Benutzung durch die Arbeitnehmer:innen vorgesehen sind.<sup>5</sup>

**Arbeitsstoffe:** Sind alle Stoffe, Gemische und dergleichen, welche bei der Arbeit verwendet werden. Als verwenden gilt auch das Erzeugen von Recycling-Baustoffen.<sup>6</sup>

**Asphaltmischgut:** Mischung aus dem Bindemittel Bitumen und Gesteinskörnungen.<sup>7</sup>

**Auftraggeber:in** Ist eine natürliche oder juristische Person in deren Auftrag Bau- oder Abbruchtätigkeiten durchgeführt werden.

**Gefahrenverhütung:** Darunter sind sämtliche Vorschriften und Maßnahmen zu verstehen, die zur Beseitigung oder Reduzierung von arbeitsbedingten Gefahren vorgesehen sind.<sup>8</sup>

**Stand der Technik:** Entspricht Verfahren, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.

**Fachkundige Person:** Ist eine Person, welche die erforderlichen fachlichen Kenntnisse und Berufserfahrung besitzt. Als fachkundige Person im Sinne der BauV gelten fachkundige Organe von Anstalten des Bundes oder eines Bundeslandes, Organe staatlich autorisierter Anstalten sowie Ziviltechniker oder Gewerbetreibende im Rahmen ihrer Befugnisse.<sup>9</sup>

**Hauptbestandteil:** Ist ein Material oder Materialverbund, welches mit mehr als fünf Volumsprozent, bezogen auf das Gesamtvolumen im zum Abbruch vorgesehenen Bauwerk oder Bauwerksteil vorhanden ist.<sup>10</sup>

**Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Werte):** Wird für gesunde Personen im erwerbsfähigen Alter festgelegt. Bei Einhaltung der Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)-Werte wird die Gesundheit der Arbeitnehmer:innen in der Regel nicht beeinträchtigt.<sup>11</sup>

**Recycelte Gesteinskörnung:** Beschreibt eine Gesteinskörnung, welche durch Aufbereitung anorganischer Materialien, die zuvor als Baustoff eingesetzt waren, hergestellt wurde.<sup>12</sup>

**Recycling-Baustoff:** Ist eine aus Abfällen hergestellte natürliche, industriell oder recycelte Gesteinskörnung, die gemäß EU-Bauprodukte-Verordnung als Baustoff eingesetzt werden darf.<sup>13</sup>

**Rückbaukundige Person:** Ist eine Person mit bautechnischer oder chemischer Ausbildung und weist Kenntnisse über Abbrucharbeiten, Abfall- und Bauchemie sowie abfallrechtliche Bestimmungen auf.<sup>14</sup>

<sup>4</sup>Vgl. [12] AschG §2 Abs. 2

<sup>5</sup>Vgl. [12] AschG §2 Abs. 5

<sup>6</sup>Vgl. [12] AschG §2 Abs. 6

<sup>7</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 2

<sup>8</sup>Vgl. [12] AschG §2 Abs. 7

<sup>9</sup>Vgl. [51] BauV §2 Abs. 2

<sup>10</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 9

<sup>11</sup>Vgl. [48] GKV § 2 Abs. 2

<sup>12</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 15

<sup>13</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 16

<sup>14</sup>Vgl. [53] RBV § 3 Abs. 19

**Schadstoffe:** Sind Stoffe die entweder selbst, im Zusammenwirken mit anderen Stoffen oder durch ihre Abbauprodukte schädlich oder beeinträchtigend auf Mensch oder Umwelt wirken.<sup>15</sup>

**Staub** Ist eine disperse Verteilung von Feststoffen in der Luft. Staub entsteht durch mechanische Prozesse oder Aufwirbelung.<sup>16</sup>

**Störstoffe:** Sind Stoffe, welche die vorgesehene Behandlung der Bau- und Abbruchabfälle verhindern oder erschweren.<sup>15</sup>

**Technische Richtkonzentration (TRK-Werte):** Die Einhaltung der TRK-Werte vermindert das Risiko einer Beeinträchtigung der Arbeitnehmer:innen, schließt diese jedoch nicht vollständig aus. TRK-Werte werden für Arbeitsstoffe angegeben, für welche keine unbedenkliche Konzentration angegeben werden kann.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup>Vgl. [38] ÖNORM B 3151 S. 5

<sup>16</sup>Vgl. [48] GKV §1 Abs. 2

<sup>17</sup>Vgl. [48] GKV § 3 Abs. 2

## Kapitel 2

# Entwicklung des gesetzlichen Arbeits- und Umweltschutzes

Im folgenden Kapitel werden zunächst die gesetzlichen Festlegungen betreffend Arbeitnehmer:innenschutz sowie Arbeitssicherheit in Österreich betrachtet. Beginnend mit gesetzlichen Anforderungen an Bauvorhaben jeglicher Art folgt darauf die Analyse der in den Regelwerken, Gesetzen und Verordnungen genannten Abbruchverfahren. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Betrachtung der aktuell angewendeten Methoden zur Aufbereitung der im Rahmen des Rückbaus anfallenden Materialien. Die Begriffe Abbruch und Rückbau werden im Zuge dieser Diplomarbeit synonym verwendet.

Der Arbeitsschutz auf Baustellen in Österreich hat sich seit der Einführung erster Maßnahmen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts stetig weiterentwickelt. Die frühen Ansätze zur Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer:innen waren im Gegensatz zu den modernen Standards sehr begrenzt. Eine der ersten Maßnahmen war beispielsweise die Schaffung einer gesetzlichen Arbeitsunfallversicherung im Jahr 1887. Die zur Durchführung der Versicherung gegründete Arbeiterunfallversicherungsanstalt ist neben der Entschädigung von Arbeitsunfällen auch für die Prävention zuständig.<sup>18</sup> Es ist davon auszugehen, dass die systematische Erfassung von Arbeitsunfällen erst ab den 1980er-Jahren flächendeckend erfolgt ist. Die Rate der Arbeitsunfälle konnte durch die stetige Weiterentwicklung des Arbeitnehmer:innenschutzes in Österreich seit der Einführung des ersten Arbeitnehmer:innenschutzgesetzes im Jahr 1973 um mehr als die Hälfte verringert werden.<sup>19</sup>

Der Umweltschutz auf Baustellen in Österreich hat sich im Laufe der Zeit entwickelt, um die negativen Auswirkungen der Bauaktivitäten auf die Umwelt zu minimieren. Zu den wichtigsten Faktoren, welche den Umweltschutz auf Baustellen beeinflussen, gehören gesetzliche und normative Vorschriften, technologische Innovationen und wirtschaftliche Anreize. Die erste Vorschrift bezüglich des Umweltschutzes auf Baustellen in Österreich ist schwer zu bestimmen. Allerdings lässt sich sagen, dass die Belange des Umweltschutzes auf Baustellen spätestens seit den 1970er Jahren verstärkt berücksichtigt werden. Beispielsweise ist im Jahr 1976 das Bundesgesetz über die Abfallwirtschaft erlassen worden, welches die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen regelt. Dieses und andere Gesetze wurden in den folgenden Jahren mehrmals novelliert und an die jeweils aktuellen Anforderungen an den Umweltschutz angepasst.

Die im folgenden Abschnitt durchgeführte Betrachtung der Gesetze, Verordnungen und Richtlinien erfolgt ausgehend von der jeweiligen Erstausgabe um die Unterschiede zum heutigen Stand der Technik abzubilden. Da eine vollständige Wiedergabe der geltenden Bestimmungen für Bauarbeiten jeglicher Art für den Gegenstand dieser Arbeit nicht zielführend wäre, beschränkt sich die nachstehende Analyse auf allgemein gültige sowie thematisch zuträgliche Inhalte.

<sup>18</sup>Vgl. [3] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2021

<sup>19</sup>Vgl. [7] Beate, 2020

## 2.1 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz–ASchG

Der Beitritt Österreichs zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) und die damit verbundene Ratifizierung des EWR-Vertrags hatte die Angleichung der nationalen Arbeitsschutzgesetze an europäisches Recht zur Folge. Die Umsetzung erfolgte durch das ASchG [13]. Das ASchG [13] enthält eine Vielzahl von Regelungen, deren vollständige Angabe den Umfang sowie das Ziel dieser Arbeit überschreiten würde. Daher beschränken sich die nachfolgenden Ausführungen auf die „*Allgemeinen Bestimmungen*“ des ASchG.

Das ASchG gilt für die Beschäftigung von Arbeitnehmer:innen. Als Arbeitnehmer:innen im Sinne des ASchG gelten sämtliche Personen, welche mit Arbeitgeber:innen in einem Beschäftigungs- oder Ausbildungsverhältnis stehen. Die Tätigkeit der Arbeitnehmer:innen wird im Umfeld der Arbeitsstätte ausgeführt. Als Arbeitsstätten gemäß ASchG gelten sowohl Arbeitsstätten in Gebäuden als auch im Freien. Baustellen fallen ebenfalls unter den Begriff der Arbeitsstätte. Baustellen sind zeitlich oder örtlich veränderliche Arbeitsstellen, an denen Bauarbeiten durchgeführt werden. Unter dem Begriff Bauarbeiten sind im Besonderen Aushub- und Erdarbeiten, Umbau, Renovierung, Abbrucharbeiten und andere vereint. Als Arbeitsplatz im Sinne des ASchG gilt dabei der räumliche Bereich, in dem sich Arbeitnehmer:innen während der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeit aufhalten.<sup>20</sup>

Die Beschäftigung von Arbeitnehmer:innen birgt die Pflicht der Arbeitgeber:innen, für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen im Bezug auf alle mit der Arbeit verbundenen Aspekte Sorge zu tragen. Dabei entstehende Kosten dürfen den Arbeitnehmer:innen nicht angelastet werden. Um ihre Fürsorgepflicht zu erfüllen, sind Arbeitgeber:innen verpflichtet durch Anweisungen und geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass Arbeitnehmer:innen bei unmittelbaren Gefahren in der Lage sind, eigenständig die erforderlichen Schritte zur Beseitigung oder Minderung dieser einzuleiten. Sind Arbeitgeber:innen nicht selbst auf der Baustelle anwesend, ist eine geeignete Person mit der Durchführung und Einhaltung der erforderlichen Schutzmaßnahmen zu betrauen.<sup>21</sup>

Da nur Gefährdungspotenziale, welche zuvor erkannt wurden bekämpft oder vermindert werden können, zählt die Ermittlung und Beurteilung der Gefahren und die daraus folgende Festlegung von Maßnahmen zu den wichtigsten Aufgaben der Arbeitgeber:innen im Bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen. Bei der Evaluierung von am Arbeitsplatz auftretenden Gefahren ist insbesondere auf besonders gefährdete oder schutzbedürftige Arbeitnehmer:innen Rücksicht zu nehmen. Grundsätzlich sind die folgenden Punkte zu beachten:<sup>22</sup>

- Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätte und Arbeitsplätze
- Gestaltung und Einsatz von Arbeitsmitteln
- Verwendung von Arbeitsstoffen
- Gestaltung der Arbeitsverfahren und Arbeitsvorgänge sowie deren Wechselwirkung
- Gestaltung der Arbeitsaufträge, Arbeitsumgebung sowie der Arbeitsorganisation
- Ausbildungs- und Unterweisungsstand der Arbeitnehmer:innen

Die Evaluierung und Beurteilung von Gefährdungspotenzialen ist erforderlichenfalls zu überprüfen und an veränderte Randbedingungen anzupassen. Dies hat beispielsweise nach Arbeitsunfällen, Auftreten von arbeitsbedingten Erkrankungen, Einführung neuer Arbeitsmittel und

<sup>20</sup>Vgl. [13] ASchG § 2

<sup>21</sup>Vgl. [13] ASchG § 3

<sup>22</sup>Vgl. [13] ASchG § 4

Arbeitsverfahren oder auf begründetes Verlangen des Arbeitsinspektorats zu erfolgen. Verfügt der Arbeitgeber nicht über die erforderlichen Kenntnisse kann, die Ermittlung und Beurteilung der Gefahren durch geeignete Fachleute erfolgen. Alternativ können auch die Sicherheitsfachkräfte und Arbeitsmediziner:innen mit dieser Aufgabe beauftragt werden.<sup>22</sup>

In weiterer Folge besteht die Pflicht der Arbeitgeber:innen, bei der Gestaltung der Arbeitsstätten, Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge sowie der Wahl von Arbeitsstoffen und Festlegung von Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen die „*Grundsätze der Gefahrenverhütung*“ zu beachten. Diese allgemeingültigen Grundsätze beinhalten insbesondere die folgenden Schritte:<sup>23</sup>

1. Vermeidung von Risiken
2. Abschätzen von nicht vermeidbaren Risiken
3. Bekämpfung der Gefahren an der Quelle
4. Berücksichtigung des Faktors „Mensch“ bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen sowie bei der Auswahl von Arbeitsmitteln und Arbeitsverfahren
5. Berücksichtigung des Standes der Technik
6. Beseitigung oder Minderung von Gefahrenmomenten
7. Planung der Gefahrenverhütung mit dem Ziel einer Verknüpfung von Technik, Tätigkeiten, Arbeitsorganisation, Arbeitsabläufen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz
8. Vorrang des kollektiven vor individuellem Gefahrenschutz
9. Erteilung geeigneter Anweisungen an die Arbeitnehmer:innen

Sind auf einer Baustelle mehrere Arbeitnehmer:innen von verschiedenen Arbeitgeber:innen tätig, haben die Arbeitgeber:innen die Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen untereinander zu koordinieren und ihre Arbeitnehmer:innen über auf der Baustelle auftretende Gefahren zu informieren.<sup>24</sup>

Arbeitgeber:innen haben, abhängig von der Betriebsgröße, Sicherheitsvertrauenspersonen zu bestellen. Die Anzahl der Sicherheitsvertrauenspersonen wird anhand der Zahl der beschäftigten Arbeitnehmer:innen sowie der auf der Baustelle vorherrschenden Sicherheits- und Gesundheitsgefahren festgelegt. Sicherheitsvertrauenspersonen sind zu ernennen, wenn regelmäßig mehr als Zehn Arbeitnehmer:innen auf der Baustelle tätig sind. Dabei sind sämtliche Arbeitnehmer:innen über die beabsichtigte Bestellung schriftlich zu informieren. Meldet mehr als ein Drittel der Beschäftigten innerhalb von vier Wochen Einwände gegen die vorgesehene Sicherheitsvertrauensperson an, ist eine andere Person mit den entsprechenden Voraussetzungen zu bestellen. Nach der Ernennung haben die Arbeitgeber:innen sicherzustellen, dass für die Ausübung der Aufgaben genügend Zeit zur Verfügung steht und sämtliche notwendigen Behelfe vorliegen. Die Aufgaben der Sicherheitsvertrauensperson umfassen alle Fragen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes.<sup>25</sup>

1. Arbeitnehmer:innen sowie Belegschaftsorgane zu informieren, zu beraten und zu unterstützen
2. Interessen der Arbeitnehmer:innen gegenüber den Arbeitgeber:innen, zuständigen Behörden und sonstigen Stellen in Abstimmung mit den Belegschaftsorganen zu vertreten

<sup>23</sup>Vgl. [13] ASchG § 7

<sup>24</sup>Vgl. [13] ASchG § 8

<sup>25</sup>Vgl. [13] ASchG § 10–11

3. Arbeitgeber:innen bei der Durchführung des Arbeitnehmer:innenschutzes zu unterstützen
4. Auf Vorhandensein von erforderlichen Einrichtungen und Maßnahmen zu achten und die Arbeitgeber:innen auf Mängel hinzuweisen
5. Anwendung der notwendigen Schutzmaßnahmen zu prüfen
6. Zusammenarbeit mit Sicherheitsfachkräften und Arbeitsmediziner:innen

Die Sicherheitsvertrauenspersonen sind in der Ausübung der genannten Aufgaben an keinerlei Weisung gebunden. In weiterer Folge haben sie das Recht, Einsicht in Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente sowie Aufzeichnungen und Berichten zu Arbeitsunfällen zu nehmen. Selbiges gilt für die Ergebnisse von Messungen betreffend gefährlicher Arbeitsstoffe, Lärm sowie sonstiger Untersuchungen, die mit dem Arbeitnehmer:innenschutz in Verbindung stehen. Werden Grenzwerte überschritten, sind die Sicherheitsvertrauenspersonen unverzüglich zu informieren und getroffene Maßnahmen sowie Ursache der Grenzwertüberschreitung bekannt zu geben.<sup>25</sup>

Um die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Sicherheits- und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen zu begünstigen, sind Arbeitgeber:innen gemäß ASchG [13] verpflichtet, ausreichende Informationen zur Verfügung zu stellen. Diese haben verständliche Angaben über die Maßnahmen zur Gefahrenverhütung und erforderlichenfalls zusätzliche Unterlagen wie Bedienungsanleitungen betreffend Arbeitsmittel, Beipackzettel und Gebrauchsanweisungen zu beinhalten. Die Information erfolgt vor Beginn der Arbeitstätigkeiten und ist regelmäßig zu wiederholen. Dabei auftretende Fragen der Arbeitnehmer:innen sind von den Arbeitgeber:innen anzuhören und zu beantworten.<sup>26</sup>

Zusätzlich zur Information sind die Arbeitgeber:innen verpflichtet, eine ausreichende Unterweisung der Arbeitnehmer:innen über Themen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes sicherzustellen. Die Unterweisung muss nachweislich vor Aufnahme der Tätigkeit durchgeführt und in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal pro Kalenderjahr, wiederholt werden. Eine neuerliche Unterweisung der Arbeitnehmer:innen auf Baustellen ist ferner aus den folgenden Gründen erforderlich:<sup>27</sup>

- Veränderung des Aufgabenbereichs
- Einführung oder Änderung von Arbeitsmitteln, Arbeitsstoffen oder Arbeitsverfahren
- Arbeitsunfälle oder Ereignisse die beinahe zu einem Unfall geführt hätten

Der Inhalt der Unterweisung muss an den Arbeitsplatz sowie den Aufgabenbereich ausgerichtet sein. Dabei muss dieser laufend an die Entwicklungen der vorherrschenden Gefahren und an die Entstehung neuer Risiken angepasst werden. Überdies ist bei der Unterweisung der Wissensstand der Arbeitnehmer:innen zu berücksichtigen und sie muss in verständlicher Form erfolgen.<sup>27</sup>

Bisher wurden ausschließlich Pflichten der Arbeitgeber:innen beschrieben, das ASchG [13] nimmt jedoch ebenfalls Bezug auf die Pflichten der Arbeitnehmer:innen. Dazu zählt vornehmlich die Einhaltung der im Zusammenhang mit Sicherheit und Gesundheitsschutz getroffenen Bestimmungen der gültigen Verordnungen, behördlichen Vorschriften und Gesetzen. Weiter sind sie verpflichtet, sich gemäß ihrer Unterweisung durch die Arbeitgeber:innen zu verhalten und eine Gefährdung soweit als möglich zu vermeiden. Daraus folgt die verbindliche Nutzung der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) sowie sämtlicher zur Verfügung gestellter Schutzvorrichtungen. Jeder Arbeitsunfall sowie jedes Ereignis, welches beinahe zu einem Arbeitsunfall geführt hätte,

<sup>26</sup>Vgl. [13] ASchG § 12–13

<sup>27</sup>Vgl. [13] ASchG § 14

ist unverzüglich den zuständigen Personen zu melden. Selbiges gilt für festgestellte Gefahren für Sicherheit und Gesundheit sowie Mängel an den verwendeten Schutzsystemen. Die Pflichten der Arbeitnehmer:innen beeinflussen die Verantwortlichkeit der Arbeitgeber:innen im Bezug auf Themen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes nicht.<sup>28</sup>

Neben den allgemeinen Pflichten enthält das ASchG [13] eine Vielzahl an Bestimmungen mit dem Ziel, den Arbeitnehmer:innenschutz sicherzustellen. Die folgende Aufzählung gibt einen Überblick der geregelten Themen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, wieder:<sup>29</sup>

- **2. Abschnitt–Arbeitsstätten und Baustellen:** Anwendungsbereich, Bestimmungen über Arbeitsstätten und Baustellen, Brand- und Explosionsschutz, Erste Hilfe, sanitäre Einrichtungen, Sozialeinrichtungen, Nichtraucherchutz
- **3. Abschnitt–Arbeitsmittel:** Allgemeine Bestimmungen über Arbeitsmittel, Aufstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln, gefährliche Arbeitsmittel, Prüfung sowie Wartung von Arbeitsmitteln
- **4. Abschnitt–Arbeitsstoffe:** Gefährliche Arbeitsstoffe, Ermittlung und Beurteilung der Arbeitsstoffe, Maßnahmen zur Gefahrenverhütung, Grenzwerte, Messungen
- **5. Abschnitt–Gesundheitsüberwachung:** Eignungs- und Folgeuntersuchungen, Untersuchungen bei Lärmentwicklung
- **6. Abschnitt–Arbeitsvorgänge und Arbeitsplätze:** Allgemeine Bestimmungen über Arbeitsvorgänge, Nachweis von Fachkenntnissen, Handhabung von Lasten, Lärm, Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Arbeitskleidung
- **7. Abschnitt–Präventivdienste:** Bestellung von Sicherheitsfachkräften, Fachkenntnisse der Sicherheitsfachkraft, Aufgaben der Sicherheitsfachkraft

Das ASchG wurde seit Inkrafttreten mehrmals novelliert, um es an das EU-Recht sowie aktuelle Anforderungen anzupassen. Die letzten Novellierungen des ASchG erfolgten in den Jahren 2017 und 2022. Die novellierten Bereiche betreffen Ergänzungen zur Rolle der Arbeitsmediziner:innen. In den folgenden Absätzen wird auf Unterschiede der zuvor behandelten Aspekte des ASchG [13] gegenüber der zum Zeitpunkt des Verfassens der Diplomarbeit gültigen Fassung eingegangen.

Die Begriffsbestimmungen werden um die Definition der Arbeitgeber:innen erweitert. Diese sind demnach natürliche oder juristische Personen welche Verantwortung für das Unternehmen oder den Betrieb tragen. Weiter sind arbeitsbedingte physische und psychische Belastungen unter den zu verhütenden Gefahren angeführt und der Gesundheitsbegriff um die psychische Gesundheit erweitert.<sup>30</sup>

Die Evaluierung der Gefahren und die Festlegung von Maßnahmen stellt auch nach heutigem Stand eine zentrale Pflicht der Arbeitgeber:innen dar. Bei der Ermittlung sind daher zusätzlich zur Gestaltung der Arbeitsverfahren auch die Gestaltung der Arbeitsaufgaben, Arbeitsumgebung, Arbeitsabläufe sowie die Arbeitsorganisation zu berücksichtigen. Diese Formulierung wird in weiterer Folge zu einem Grundsatz der Gefahrenverhütung gemäß ASchG [12].<sup>31</sup>

Die übrigen behandelten Inhalte des ASchG [13] finden sich auch in der zum Zeitpunkt des Verfassens der Diplomarbeit gültigen Fassung wieder. Um eine Verbindung von Grundsätzen des Arbeitnehmer:innenschutzes mit den im Rahmen dieser Arbeit behandelten Abbrucharbeiten

<sup>28</sup>Vgl. [13] ASchG § 15

<sup>29</sup>Vgl. [13] ASchG i.d.F. vom 17. Juni 1994

<sup>30</sup>Vgl. [12] ASchG § 2

<sup>31</sup>Vgl. [12] ASchG §§ 4, 7

herzustellen, wird im folgenden Abschnitt auf die Inhalte und Festlegungen der BauV [49] eingegangen.

## 2.2 Bauarbeiterschutzverordnung – BauV

Die BauV [49] des *Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz* aus dem Jahr 1994 ist eine Verordnung zum 2. Abschnitt des ASchG [13] mit dem Ziel die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz auf Baustellen und Arbeitsstellen außerhalb der Betriebe zu erhöhen. Sie enthält neben allgemeinen Anforderungen und Regelungen auch spezielle Maßnahmen für die verschiedenen Arten von Bauarbeiten. Abbruch- und Rückbauarbeiten werden darunter explizit genannt. Seit dem Inkrafttreten der BauV wurden diese mehrmals novelliert. Um dies zu verdeutlichen wird im folgenden Abschnitt die Fassung aus dem Jahr 1994 betrachtet und mit der heute gültigen Fassung verglichen.

Die BauV ist in, die nachfolgend aufgezählten, sechs Hauptstücke gegliedert:<sup>32</sup>

- *I. Hauptstück: Allgemeine Anforderungen und Maßnahmen*
- *II. Hauptstück: Besondere Anforderungen und Maßnahmen*
- *III. Hauptstück: Instandhaltung, Prüfung, Reinigung und Unterweisung*
- *IV. Hauptstück: Durchführung des Arbeitnehmerschutzes*
- *V. Hauptstück: Behördliche Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer, Ausnahmen und Abweichung*
- *VI. Hauptstück: Schluss- und Übergangsbestimmungen*

Diese sechs Hauptstücke beinhalten insgesamt 20 Abschnitte mit einer Anzahl von 164 Paragraphen. Jene Abschnitte, welche dem Gegenstand der vorliegenden Arbeit zuträglich sind, werden im folgenden aufgelistet und anschließend näher ausgeführt:<sup>32</sup>

- *Aufsicht, Koordination und Eignung der Arbeitnehmer*
- *Absturzgefahr und Absturzsicherungen*
- *Schutzeinrichtungen*
- *Arbeitsvorgänge und Arbeitsverfahren*
- *Persönliche Schutzausrüstung*
- *Abbrucharbeiten*
- *Besondere Bauarbeiten*
- *Arbeiten mit Fahrzeugen, Maschinen und Geräten*
- *Durchführung des Arbeitnehmerschutzes*
- *Behördliche Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer, Ausnahmen, Abweichungen*

---

<sup>32</sup>Vgl. [49] BauV i. d. F. vom 05.05.1994

Der Geltungsbereich der Verordnung bezieht sich auf die Beschäftigung von Arbeitnehmer:innen zur Ausführung von Bauarbeiten aller Art. Als Bauarbeiten definiert die BauV „Arbeiten zur Herstellung, Instandhaltung, Sanierung, Reparatur und Beseitigung baulicher Anlagen aller Art, einschließlich der hierfür erforderlichen Vorbereitungs- und Abschlussarbeiten“ [49, § 1 Abs. 2]. Die Verordnung gilt jedoch nicht für Arbeitsräume auf Baustellen wie beispielsweise Baustellenbüros, Werkstätten und Lagerräume.<sup>33</sup>

Der Geltungsbereich der heute gültigen BauV [51] bleibt unverändert, wird jedoch durch einen Verweis auf §2 Abs. 3 des ASchG [12] definiert. Eine wesentliche Neuerung stellt die *Anwendung der Grundsätze der Gefahrenverhütung auf Baustellen* dar. Die Arbeitgeber:innen haben dafür Sorge zu tragen, dass die im Abschnitt 2.1 definierten Grundsätze beachtet werden. Insbesondere ist dabei auf die folgenden Punkte zu achten:<sup>34</sup>

1. Ordnung und Sauberkeit auf der Baustelle
2. Berücksichtigung der Zugangsbedingungen bei der Standortwahl der Arbeitsplätze
3. Handhabung der verschiedenen Materialien
4. Instandhaltung, Kontrolle vor Inbetriebnahme und periodische Kontrolle der Anlagen und Einrichtungen
5. Einrichtung und Abgrenzung von Lagerplätzen für gefährliche/ungefährliche Baustoffe
6. Bedingungen für den Umgang mit gefährlichen Materialien
7. Lagerung und Transport von Bauabfällen
8. Anpassung der Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung der Arbeiten auf der Baustelle
9. Zusammenarbeit zwischen Arbeitgeber:innen und Selbstständigen
10. Einfluss von betrieblichen Tätigkeiten im Umfeld der Baustelle

Bauarbeiten gemäß BauV sind in der Regel meldepflichtig, diese Meldung hat spätestens eine Woche vor Arbeitsbeginn von jener Arbeitgeberin zu erfolgen, welche als erstes auf der Baustelle tätig ist. Bei nicht aufschiebbaren Arbeiten sowie in Katastrophenfällen sind die Arbeiten spätestens am Tag des Arbeitsbeginns anzumelden.<sup>35</sup> Bauarbeiten dürfen ausschließlich unter Aufsicht einer qualifizierten Aufsichtsperson mit dem erforderlichen fachlichen Wissen und der nötigen praktischen Erfahrung ausgeführt werden. Geeignet ist nach BauV eine Person, welche über die in Abhängigkeit der durchzuführenden Arbeiten erforderlichen theoretischen und praktischen Kenntnisse verfügt. Zusätzlich muss sie in der Lage sein, Zusammenhänge mit den Standpunkten der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes zu erkennen.<sup>36</sup> Die fachkundige Aufsichtsperson muss außerdem Kenntnisse über die gültigen Arbeitnehmerschutzvorschriften aufweisen und hat die übertragenen Aufgaben gewissenhaft zu erfüllen.<sup>36</sup>

Neben der Eignung der Aufsichtsperson wird ebenfalls die Eignung der Arbeitnehmer:innen in der BauV geregelt. Beispielsweise wird im Besonderen festgelegt, dass Arbeitnehmer:innen welche sich offensichtlich unter dem Einfluss von Alkohol, Arzneimitteln oder sonstigen Substanzen befinden, nicht auf der Baustelle beschäftigt werden dürfen.<sup>37</sup>

<sup>33</sup>Vgl. [49] BauV § 1

<sup>34</sup>Vgl. [51] BauV § 3a

<sup>35</sup>Vgl. [49] BauV § 2

<sup>36</sup>Vgl. [49] BauV § 4

<sup>37</sup>Vgl. [49] BauV § 5

Manche Tätigkeiten auf Baustellen sind durch besondere Gefahren gekennzeichnet. Mit der Ausführung solcher Arbeiten dürfen ausschließlich Arbeitnehmer:innen betraut werden, die entsprechend unterwiesen und körperlich sowie fachlich geeignet sind.<sup>37</sup> Werden Bauarbeiten, die mit besonderen Gefahren verbunden sind, von einem/einer Arbeitnehmer:in alleine durchgeführt, schreibt die BauV eine wirksame Beaufsichtigung vor. Darunter werden insbesondere Abbrucharbeiten, für die eine schriftliche Abbrucharweisung erforderlich ist, genannt.<sup>37</sup> Zweck und Inhalt der schriftlichen Abbrucharweisung wird zu einem späteren Zeitpunkt erläutert.

Ein auf Abbruchbaustellen in der Regel anzutreffendes Sicherheitsrisiko ist die Absturzgefahr. Gemäß BauV liegt diese bei Öffnungen und Vertiefungen im Boden vor. Darunter werden beispielsweise Schächte, Künetten, Gruben, Öffnungen in Geschossdecken und Dächer verstanden. In weiterer Folge sind auch Standflächen zur Bedienung oder Wartung von Maschinen mit einer Absturzhöhe von mehr als 1,00 m und sonstige Arbeitsplätze, Standplätze sowie Verkehrswege mit einer Absturzhöhe von mehr als 2,00 m als Bereiche mit erhöhtem Absturzrisiko anzusehen.<sup>38</sup> Ausnahmen werden lediglich für die Herstellung von Stockwerksdecken sowie zur Herstellung von Wänden ausgehend von der Geschossdecke getroffen. Hier legt die BauV fest, dass für die Herstellung von Giebelwänden oder Mauerwerksbänken bis zu einer Absturzhöhe von 7,00 m sowie bei sonstigen Arbeiten mit Blick zur Absturzkante und einer maximalen Höhe von 5,00 m die Absturzsicherung entfallen kann.<sup>38</sup> Für alle übrigen Arbeiten sind geeignete Absturzsicherungen zu treffen. Diese bestehen aus Brust-, Mittel- und Fußwehren.<sup>39</sup> Die Wehre sind aus widerstandsfähigem Material zu fertigen und gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern. Die Brustwehre müssen mindestens 1,00 m über der Arbeitsebene angebracht und auf eine an der ungünstigsten Stelle horizontal einwirkende Kraft von 300 N bemessen werden. Die Fußwehre sind gemäß BauV mit einer Mindesthöhe von 12 cm auszuführen. Zusätzlich sind Mittelwehre in einem Abstand von maximal 47 cm zwischen dem Brust- und Fußwehr anzuordnen.<sup>39</sup> Als einzige Ausnahme kennt die BauV die Herstellung von Fensteröffnungen. Hier ist eine Parapethöhe von 85 cm als Absturzsicherung ausreichend.<sup>39</sup>

Bei Vergleich der BauV aus dem Jahr 1994 mit der heute gültigen Fassung der BauV [51] fällt auf, dass die Bemessungsgrundlagen für Wehre adaptiert wurden. Brust- und Mittelwehre sind mit einem Mindestquerschnitt von 15 x 2,4 cm auszuführen und werden auf eine waagrecht oder senkrecht nach oben gerichtete Kraft von 0,30 kN bemessen. Zusätzlich ist eine vertikal angreifende Kraft von mindestens 1,25 kN, als außerordentlichen Lastfall anzusetzen. Die Oberkante der Fußwehre muss dabei mindestens 15 cm über der Standfläche liegen und auf eine horizontal gerichtete Kraft von mindestens 0,15 kN bemessen werden. Die Nachweise sind dabei an der ungünstigsten Stelle zu führen.<sup>40</sup>

Alternativ zur beschriebenen Absturzsicherung kann auf Ebenen mit einer Neigung von bis zu 20 Grad eine stabile Abgrenzung aus Holz, Metallrohren oder gespannten Seilen bzw. Ketten in einem Abstand von 2,00 m zur Absturzkante ausgeführt werden.<sup>41</sup> Zusätzlich zur vorgeschriebenen Mindesthöhe des Brustwehres von 1,00 m ist bei Abgrenzungen die maximale Höhe mit 1,20 m über der Arbeitsebene festgelegt.<sup>41</sup> Sollte es in der praktischen Umsetzung von Bau- bzw. Abbruchvorhaben aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich sein Absturzsicherungen oder Abgrenzungen einzusetzen, müssen gemäß BauV Schutzeinrichtung mit dem Zweck abstürzende Personen oder Materialien aufzufangen ausgeführt werden. Als Beispiele für Schutzeinrichtungen werden Fanggerüste oder Auffangnetze genannt. Diese Netze müssen an tragfähigen Konstruktionen befestigt sein und dürfen eine Maschenweite von 10 cm nicht überschreiten. Die Auffangnetze sollen möglichst nah, jedoch mit einer maximalen Distanz von 6,00 m unter Arbeitsebene ange-

<sup>38</sup>Vgl. [49] BauV § 7

<sup>39</sup>Vgl. [49] BauV § 8

<sup>40</sup>Vgl. [51] BauV § 8

<sup>41</sup>Vgl. [49] BauV § 9

bracht werden. Die Breite beträgt zwei Drittel des vertikalen Abstands zur Arbeitsebene und mindestens 1,50 m.<sup>42</sup>

Der zweite Abschnitt der BauV befasst sich mit Regelungen zu *Arbeitsvorgängen und Arbeitsverfahren*, die erhebliche Einwirkungen auf die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen mit sich bringen.<sup>43</sup>

Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes beginnen mit einer umfassenden Vorbereitung der Arbeiten. Diese hat in der Art zu erfolgen, sodass Arbeitsbedingungen geschaffen werden, welche ein möglichst sicheres Arbeitsumfeld fördern. Im Rahmen der Vorbereitung sind gemäß BauV insbesondere die folgenden Punkte zu beachten:<sup>43</sup>

- Stand der Technik
- Arbeitshygiene
- Arbeitsphysiologie
- Arbeitspsychologie
- Ergonomische Erkenntnisse

Ergänzend zu den Vorgaben der BauV aus dem Jahr 1994 finden sich in der heute gültigen Fassung zusätzliche allgemeine Vorgaben bei bestimmten Arbeitsvorgängen. Diese stehen mit erheblichen Beeinträchtigungen der Arbeitnehmer:innen durch Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe in Verbindung. In Bereichen mit erhöhtem Gefahrenpotential hinsichtlich der Atemluft dürfen Arbeitnehmer:innen nur unter ständiger Überwachung alleine beschäftigt werden. Vorkehrungen zur Gewährleistung umfassender Hilfeleistungen sind bereits im Vorfeld sicherzustellen. Dabei sind zusätzlich die Bestimmungen der Verordnung persönliche Schutzausrüstung (PSA-V) [50] zu beachten.<sup>44</sup>

Eine vollständige Arbeitsvorbereitung nach BauV umfasst die Planung aller für die Ausführung erforderlichen Schutzvorrichtungen und Schutzmaßnahmen. Diese müssen, wie bereits in einem früheren Absatz erwähnt, von den Arbeitgeber:innen zur Verfügung gestellt werden.<sup>43</sup> Die erste Ausgabe der BauV enthält einige konkrete Grenzwerte für Einwirkungen beispielsweise durch Lärm, Erschütterung oder gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen:<sup>45</sup>

**Lärm:** Lärmemissionen sind durch geeignete organisatorische und technische Maßnahmen möglichst gering zu halten. Zusätzlich darf der Beurteilungspegel von 85 dB sowie der nicht bewertete momentane Schalldruck von 200 Pa nicht überschritten werden.

**Erschütterung:** Die negative Auswirkung von Erschütterungen auf Arbeitnehmer war den Verfasser:innen der BauV bereits im Jahr 1994 bekannt, dennoch werden hier neben der Forderung diese möglichst gering zu halten, keine verpflichtenden Grenzwerte festgelegt.

**Gesundheitsgefährdende Arbeitsstoffe:** Der Umgang mit gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen bzw. die Vorbereitung und Durchführung der mit gesundheitsgefährdenden Stoffen verbundenen Tätigkeiten hat gemäß BauV stets so zu erfolgen, dass die Entstehung von gefährlichen Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen in einer für die Gesundheit der Arbeitnehmer:innen nachteiligen Konzentration möglichst verhindert wird. Eine für die Gesundheit

<sup>42</sup>Vgl. [49] BauV § 10

<sup>43</sup>Vgl. [49] BauV § 17

<sup>44</sup>Vgl. [51] BauV § 17

<sup>45</sup>Vgl. [49] BauV §§ 18-21

der Arbeitnehmer:innen nachteilige Konzentration liegt vor, wenn die MAK-Werte oder die Technische Richtkonzentration (TRK) überschritten werden. Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen wie beispielsweise leistungsfähige Absaugungen oder künstliche bzw. natürliche Raumlüftung müssen stets sicherstellen, dass die TRK-Werte möglichst deutlich unterschritten und die MAK-Werte nicht überschritten werden. Die hier anzuwendenden Grenzwerte für TRK- und MAK-Werte sind für die BauV [49] in den Amtlichen Nachrichten Arbeit-Gesundheit-Soziales veröffentlicht. Für die heutzutage gültige Version der BauV [51] werden die Grenzwerte in der Grenzwertverordnung (GKV) [48] festgehalten. Arbeitnehmer:innen mit Erkrankungen oder Verletzungen der Haut, über jene die Aufnahme von gesundheitsgefährdenden Stoffe begünstigt werden, dürfen zur Erledigung der Arbeiten nicht herangezogen werden.

Die BauV [51] in der derzeit gültigen Fassung enthält keine Grenzwerte bezüglich Lärmemissionen und Erschütterungen. Diese wurden entfernt und sind nun in der gesonderten Verordnung Lärm und Vibrationen (VOLV) [54] zu finden. Die aktuellen Auslösewerte sind in der nachfolgenden Aufzählung zusammengefasst:<sup>46</sup>

- Hand-Arm-Vibrationen:  $a_{hw,8h} = 2,5 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper-Vibrationen:  $a_{w,8h} = 0,5 \text{ m/s}^2$
- Lärm:  $L_{A,EX,8h} = 80 \text{ dB}$  bzw.  $p_{\text{peak}} = 112 \text{ Pa}$

Die zugehörigen Expositionsgrenzwerte werden gesondert angegeben:<sup>46</sup>

- Hand-Arm-Vibrationen:  $a_{hw,8h} = 5,0 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper-Vibrationen:  $a_{w,8h} = 1,15 \text{ m/s}^2$
- Lärm:  $L_{A,EX,8h} = 85 \text{ dB}$  bzw.  $p_{\text{peak}} = 140 \text{ Pa}$

Bei Vergleich der Grenzwerte für Lärmemissionen fällt auf, dass zusätzlich zum Expositionsgrenzwert ein Auslösewert, ab dem jedenfalls Maßnahmen zur Reduktion der Belastung erforderlich sind, zu berücksichtigen ist. Zudem wird der nicht zu überschreitende Schalldruck auf 140 Pa verringert.

Im dritten Abschnitt der BauV aus dem Jahr 1994 wird die PSA als wesentlicher Aspekt der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes beschrieben. Sollte der Schutz der Arbeitnehmer:innen nicht durch entsprechende technische und organisatorischen Maßnahmen sichergestellt werden, muss die PSA kostenlos von der Arbeitgeberin zur Verfügung gestellt werden. Die ordnungsgemäße Verwendung und Nutzung ist zu überwachen.<sup>47</sup> Sollte aus dem gleichzeitigen Vorhandensein von mehreren Gefahren unterschiedliche persönliche Schutzausrüstungen erforderlich sein, sind diese aufeinander abzustimmen ohne die Schutzwirkung für jedes der vorliegenden Risiken zu mindern. Jedem Arbeitnehmer muss grundsätzlich seine eigene PSA zur Verfügung stehen. Wird die PSA von unterschiedlichen Arbeitnehmer:innen benutzt, dürfen daraus keine Hygieneprobleme für die übrigen Benutzer:innen entstehen.<sup>47</sup> Im Folgenden werden nun die Bestandteile der PSA gemäß BauV [49] aufgezählt und die zugehörigen Vorgaben erläutert.<sup>48</sup>

<sup>46</sup>Vgl. [54] VOLV § 4

<sup>47</sup>Vgl. [49] BauV §§ 22

<sup>48</sup>Vgl. [49] BauV §§ 23-30

**Schutz der Augen und des Gesichts:** Arbeitsvorgänge wie beispielsweise Schleif-, Strahl-, Trenn-, Stemm- und Meißelarbeiten bringen eine Gefährdung der Augen oder des Gesichts durch Staub, Splitter, Späne oder Verätzung mit sich. Zur Erfüllung dieser Tätigkeiten sind alle damit betrauten Arbeitnehmer:innen mit geeignetem Augenschutz auszustatten.

**Schutz des Gehörs:** Sobald nicht garantiert werden kann, dass der Grenzwert des A-bewerteten Schalldruckpegels von 85 dB bzw. 200 Pa nicht überschritten bzw. erreicht wird, ist ein geeigneter Gehörschutz zur Verfügung zu stellen. Als Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen gegen schädliche Lärmexposition können Gehörschutzstöpsel, Bügelstöpsel, Schallschutzhelme oder spezielle Gehörschützer eingesetzt werden, welche den Anforderungen der auszuführenden Arbeiten entsprechen müssen. Im Unterschied zu den Ausführungen der BauV aus dem Jahr 1994 sind heutzutage bereits ab einem Auslösewert von 80 dB bzw. 112 Pa geeignete Mittel zum Zweck des Gehörschutzes zur Verfügung zu stellen.

**Schutz der Atmungsorgane:** Bei Einwirkungen von gesundheitsgefährdenden Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen in einer schädlichen Konzentration sind alle dieser Einwirkung ausgesetzten Arbeitnehmer:innen mit einem geeigneten Atemschutzgerät auszustatten. Sollte der Sauerstoffanteil am Arbeitsort zu gering sein, ist ein Atemschutz einzusetzen der ohne Umgebungsluft auskommt. Die Arbeitnehmer:innen müssen in der Benutzung der Schutzeinrichtungen entsprechend unterwiesen sein und es sind weiter für alle Mitarbeiter:innen, die Atemschutzgeräte nur unregelmäßig benutzen, vierteljährliche Übungen vorzusehen.

**Schutz des Kopfes:** Wenn auf Baustellen die Gefahr besteht, dass Arbeitnehmer:innen durch herabfallende, umfallende oder fortgeschleuderte Materialien und Gegenstände oder schwebende Lasten Kopfverletzungen erleiden. Ist ein geeigneter Schutzhelm zur Verfügung zu stellen. Dieser ist von den Arbeitnehmer:innen verpflichtend zu tragen. Dies gilt insbesondere für Arbeiten im Umfeld von Gerüsten bzw. auf hoch gelegenen Arbeitsplätzen sowie bei Gruben, Künetten, Schächte, Stollen und Arbeiten im Bereich von Aufzügen oder Hubeinrichtungen. Auf den in dieser Arbeit behandelten Abbruchbaustellen wird das Erfordernis von Schutzhelmen für die Arbeitnehmer:innen von der BauV [49] besonders hervorgehoben. Die zur Verfügung gestellten Schutzhelme müssen beschädigungsfrei sein und dürfen nur innerhalb des vom Hersteller vorgegebenen Nutzungszeitraumes verwendet werden.

**Schutz der Beine:** Um das Risiko von Fußverletzungen durch herabfallende oder umfallende Gegenstände sowie durch Treten auf spitze oder scharfe Gegenstände zu minimieren, müssen den Arbeitnehmer:innen geeignete Sicherheitsschuhe zur Verfügung stehen. Für Abbrucharbeiten werden in §28 Absatz 2 Zeile 1 BauV Schutzschuhe mit einer durchtrittsicheren Sohle und einer Zehenschutzkappe vorgeschrieben.

**Schutz des Körpers und der Arme:** Besteht die Gefahr von Verletzungen der Haut, den Körper oder der Arme insbesondere durch mechanische, thermische oder reizende Einwirkungen, ist eine zweckentsprechende Schutzkleidung zur Verfügung zu stellen. Diese Schutzausrüstung kann aus geeigneten Schutzhandschuhen oder Schutzanzügen bestehen. Handschuhe sind für Arbeiten mit scharfkantigen Materialien erforderlich. Schutzanzügen müssen aus einem Material gefertigt werden, welches gegen mechanische, thermische oder reizende Einwirkungen schützt.

**Schutz gegen Absturz:** Sofern bei Arbeiten an absturzgefährlichen Stellen durch technische Schutzmaßnahmen ein ausreichender Schutz nicht erreicht wird, sind den Arbeitnehmern Sicherheitsgeschirre oder Sicherheitsgürtel einschließlich der dazugehörigen Ausrüstungen,

wie Sicherheitsseile, Karabinerhaken, Falldämpfer, Seilkürzer und Höhensicherungsgeräte zur Verfügung zu stellen. Sicherheitsseile müssen immer in Kombination mit Sicherheitsgeschirren oder Sicherheitsgurten verwendet werden.

Analog zu den Grenzwerten bezüglich Lärm- und Vibrationsemissionen wird auch der Abschnitt *Persönliche Schutzausrüstung* in der zum Zeitpunkt des Verfassens der Diplomarbeit gültigen BauV [51] nicht mehr behandelt. Die BauV [51] schreibt lediglich vor, die zweckmäßige Verwendung der PSA zu überwachen. Besondere Bestimmungen und Bestandteile werden in der PSA-V [50] geregelt.

Nach Erläuterung der PSA wird nun auf die in dieser Arbeit näher Betrachteten Abbrucharbeiten eingegangen. Der 16. Abschnitt bzw. die §§ 110–119 der BauV regeln die für den Arbeits- und Gesundheitsschutz relevanten Vorgaben bei der Durchführung von Abbrucharbeiten. Gestaltet man den Ablauf der Arbeiten gemäß BauV, beginnt jedes Abbruchvorhaben mit den vorbereitenden Maßnahmen. Im Zuge der vorbereitenden Maßnahmen muss der Zustand des abzubrechenden Bauwerks sowie der benachbarten Bauwerke von einer fachkundigen Person untersucht werden. Bei der Untersuchung ist insbesondere auf die vorliegenden konstruktiven und statischen Gegebenheiten, die Art der verbauten Materialien sowie auf die Art und Lage etwaiger Einbauten zu achten.<sup>49</sup> Die mit der Untersuchung betraute Person muss über die jeweiligen erforderlichen theoretischen Kenntnisse verfügen sowie die entsprechende praktische Erfahrung aufweisen.

Gesundheitsgefährdende, leicht entzündliche oder explosionsgefährliche Arbeitsstoffe müssen laut BauV vor Beginn der Arbeiten aus dem Abbruchobjekt entfernt werden, selbiges gilt für asbesthaltige Baustoffe.<sup>50</sup> Während der Arbeiten am Abbruchobjekt ist die Standfestigkeit des abzubrechenden Bauwerks stetig zu beobachten und sicherzustellen, dass alle erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten werden.<sup>51</sup> Da in weiterer Folge noch ausführlich auf Arbeitsweisen und Sicherungsmaßnahmen auf Abbruchbaustellen eingegangen wird, beschränkt sich dieser Abschnitt auf allgemeine Informationen zu diesem Thema.

Zu den *Besonderen Bauarbeiten* welche im 18. Abschnitt der BauV [49] geregelt werden, zählen neben Arbeiten mit Asbest auch Tätigkeiten im Bereich von Deponien welche unter dem umliegende Geländeniveau zu liegen kommen.<sup>52</sup> Als Schutzmaßnahmen schreibt die BauV optische und akustische Warneinrichtungen vor. Diese geben ein Warnsignal ab, wenn der Sauerstoffgehalt unter 17 % fällt oder die Konzentration von explosionsgefährlichen Gasen 50 % der unteren Explosionsgrenze erreicht.<sup>52</sup> Des weiteren darf mit Arbeiten auf Deponien unter Geländeniveau nur jene Anzahl an Arbeitnehmern eingesetzt werden, welche für die jeweilige Tätigkeit unbedingt erforderlich sind. Es dürfen jedoch keine Arbeiten auf Baustellen dieser Art von einem Arbeitnehmer allein durchgeführt werden und sämtliche eingesetzte Arbeitnehmer:innen müssen mit Atemschutzgeräten zur Selbstrettung ausgestattet werden.<sup>52</sup>

Bereits in der Erstausgabe der BauV [49] sind Arbeiten mit Asbest gesondert geregelt. So wird festgelegt, dass beim Abtrag von Bauteilen mit schwach gebundenen Asbestprodukten wie beispielsweise Spritzasbest vorab ein schriftlicher Arbeitsplan durch eine fachkundige Person zu erstellen ist.<sup>53</sup> Dieser Arbeitsplan legt den Arbeitsablauf, die Einrichtung der Baustelle und die erforderlichen Schutzmaßnahmen fest. Eine dieser Maßnahmen ist beispielsweise die Durchfeuchtung von asbestbeschichteten Bauteilen mit Wasser und das Feuchthalten während der Arbeiten.<sup>53</sup> Weiter ist der Staub möglichst an der Entstehungsstelle abzusaugen und zu

<sup>49</sup>Vgl. [49] BauV §§ 110

<sup>50</sup>Vgl. [49] BauV § 110 und § 124

<sup>51</sup>Vgl. [49] BauV §§ 111

<sup>52</sup>Vgl. [49] BauV §§ 123

<sup>53</sup>Vgl. [49] BauV §§ 124

filtern, sowie einen Unterdruck von mindestens 20 Pa im Arbeitsraum zu erzeugen. Bauteile aus Asbestzement sind nach Möglichkeit in einem Stück abzutragen, das Schneiden mittels Trennscheibe wird durch die BauV ausdrücklich untersagt.<sup>53</sup> Bei heutzutage durchgeführten Arbeiten in Verbindung mit asbesthaltigen Bauteilen ist zwingend der 4. Abschnitt der GKV [48] einzuhalten.

Die abschließenden Paragraphen der BauV behandeln die *Durchführung des Arbeitnehmerschutzes* und die damit verbundenen *Besonderen Pflichten der Arbeitgeber:innen* und *Besonderen Pflichten der Arbeitnehmer:innen* sowie zulässige *Ausnahmen, Abweichungen* zu den behördlichen Vorgaben zum Schutz der Arbeitnehmer.<sup>32</sup> Die Arbeitgeber:innen haben stets dafür zu sorgen, dass die Bestimmungen der BauV und sämtlicher aufgrund dieser Bestimmungen von der zuständigen Behörde vorgeschriebenen Maßnahmen bei jeglichen Arbeiten auf der Baustelle eingehalten werden.<sup>54</sup> Des weiteren hat der Arbeitgeber sicherzustellen, dass Betriebseinrichtungen, Betriebsmittel, Baumaschinen, Aufenthaltsräume sowie sanitäre Einrichtungen und die Bestandteile der persönlichen Schutzausrüstung den Vorgaben der BauV entsprechen und auch in diesem Zustand erhalten werden. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Pflicht der Arbeitgeber:innen, das Interesse der Arbeitnehmer:innen für Themen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu fördern und auch sein eigenes Verhalten danach zu richten.<sup>54</sup>

Demgegenüber stehen die Pflichten der Arbeitnehmer:innen, welche im Wesentlichen die Einhaltung und Anwendung aller von der BauV vorgesehenen Schutzmaßnahmen und in diesem Zusammenhang erteilten Weisungen umfassen. Ferner wird die ordnungsgemäße Benutzung aller Einrichtungen und Vorrichtungen mit dem Zweck, den Schutz des Lebens und der Gesundheit der Arbeitnehmer:innen zu erhöhen, vorgeschrieben.<sup>55</sup> In weiterer Folge sind Arbeitnehmer:innen, soweit dies auf Basis ihrer Qualifikationen und Erfahrung verlangt werden kann, verpflichtet vor Aufnahme der Arbeiten die Betriebseinrichtungen, Betriebsmittel, Baumaschinen sowie die Bestandteile der PSA auf offenkundige Mängel zu untersuchen. Erkannte Mängel und andere Auffälligkeiten sind umgehend den Arbeitgeber:innen oder der zuständigen Aufsichtsperson zu melden.<sup>55</sup>

Eine umgehende Mitteilung beim Arbeitgeber oder der Aufsichtsperson hat ebenfalls zu erfolgen, falls Arbeitnehmer:innen unter Schwächen und Gebrechen leiden, aus gesundheitlichen Gründen die PSA nicht verwenden können oder ihre Lenkfähigkeit infrage gestellt wird.<sup>55</sup> Befinden sich Arbeitnehmer:innen in einem durch Alkohol, Arzneimittel oder sonstigen Substanzen beeinflussten Zustand, ist diesen Arbeitnehmer:innen der Zutritt zur Baustelle zu untersagen. Alkohol wird von der BauV in der Arbeitszeit grundsätzlich untersagt und es wird insbesondere festgehalten, dass während den Ruhepausen nur Getränke konsumiert werden dürfen, welche die Arbeitnehmer:innen nicht in einen Zustand versetzen, der sie selbst oder andere auf der Baustelle tätigen Personen gefährdet.<sup>55</sup>

Da in der praktischen Durchführung von Bauvorhaben immer wieder besondere Verhältnisse auftreten, welche Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen erfordern, die über die Festlegungen dieser Verordnung hinaus gehen, hat die Behörde auf Antrag des Arbeitsinspektoriats weiterführende Schutzmaßnahmen vorzuschreiben. Es besteht die Möglichkeit, dass die Behörde nach Anhörung des Arbeitsinspektorates zu dieser Verordnung abweichende Maßnahmen bewilligt, sofern diese ein gleichwertiges Sicherheitsniveau gewährleisten.<sup>56</sup>

<sup>54</sup>Vgl. [49] BauV §§ 155

<sup>55</sup>Vgl. [49] BauV §§ 156

<sup>56</sup>Vgl. [49] BauV § 157

## 2.3 Bauarbeitenkoordinationsgesetz – BauKG

Der Arbeitsschutz auf Baustellen in Österreich hat sich seit den 1990er Jahren durch die Umsetzung der europäischen Baustellenrichtlinie 92/57/EWG [44] entscheidend verbessert. Diese Richtlinie wurde in Österreich mit dem Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG) [11] und dem ASchG [12] in nationales Recht umgesetzt. Das BauKG ist seit dem 1. Juli 1999 in Kraft und damit für alle zeitlich begrenzten oder ortsveränderlichen Baustellen uneingeschränkt anzuwenden. Es gilt zu erwähnen, dass laut Petri und Steinmaurer [43] keinerlei über die Baustellen-Richtlinie hinausgehenden strengeren Bestimmungen festgelegt wurden, obwohl dies gemäß Artikel 118a des EWR-Vertrags [24] möglich gewesen wäre.<sup>57</sup> Die erste Novellierung des BauKG erfolgte durch das mit 1. Jänner 2001 gültige Arbeitnehmerschutz-Reformgesetz-ANS-RG, BGBl. I Nr. 159/2001 [14]. Die Notwendigkeit dieser Novellierung ergab sich aus der, zwar den Mindestanforderungen der EU Richtlinie entsprechende, jedoch missverständlichen, Formulierung des BauKG. Das BauKG wurde in den darauf folgenden Jahren nur formal umgesetzt. Die geforderten Unterlagen wie beispielsweise der Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) wurden zwar erstellt, waren jedoch in der Praxis teilweise nicht zu gebrauchen.<sup>57</sup> Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das BauKG [11] in der Fassung des Arbeitnehmerschutz-Reformgesetzes – ANS-RG, BGBl. I Nr. 159/2001 [14] – und unter Berücksichtigung des 2. Euro-Umstellungsgesetzes – Bund, BGBl. I Nr. 136/2001 [10]. Das BauKG umfasst die folgenden Paragraphen:

- §1. Geltungsbereich
- §2. Begriffsbestimmungen
- §3. Bestellung von Koordinatoren für Sicherheit und Gesundheitsschutz
- §4. Vorbereitung des Bauprojekts
- §5. Ausführung des Bauwerks
- §6. Vorankündigung
- §7. Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
- §8. Unterlage für spätere Arbeiten
- §9. Übertragung von Pflichten des Bauherrn
- §10. Strafbestimmungen
- §11. Inkrafttreten
- §12. Vollziehung

Ziel dieses Bundesgesetzes ist die Schaffung von Koordinationspflichten des Bauherrn. Dadurch soll eine Reduktion des auf Baustellen bestehenden Risikos der Beeinträchtigung von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen erreicht werden. Das BauKG gilt für Baustellen sowohl von öffentlichen als auch privaten Bauherren sofern Arbeitnehmer:innen beschäftigt werden.<sup>58</sup> Durch die vom BauKG zusätzlich vorgeschriebenen Verpflichtungen für Bauherren, Projektleiter und Koordinatoren bleiben die Bestimmungen des ASchG unbeeinflusst.<sup>58</sup> Wie von Petri und Steinmaurer [42] beschrieben, sind die Arbeitgeber:innen aufgrund ihrer Fürsorgepflicht für

<sup>57</sup>Vgl. [43] Petri und Steinmaurer, S. 7

<sup>58</sup>Vgl. [11] BauKG § 1

den entsprechenden Sicherheits- und Gesundheitsschutz der bei ihnen beschäftigten Arbeitnehmer:innen verantwortlich.<sup>59</sup> Zusätzliche Verpflichtungen ergeben sich aus den Besonderheiten der vorliegenden Baustelle. Es ist daher notwendig, dass bereits in der Planungsphase wesentliche Entscheidungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes getroffen werden.<sup>59</sup> Zunächst werden die im BauKG verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen behandelt. Die genannten Bezeichnungen wie Bauherr, Projektleiter oder Koordinator gelten dabei für sämtliche Geschlechter.<sup>60</sup> Bauherr im Sinne des BauKG ist eine natürliche oder juristische Person, in deren Auftrag die Bautätigkeit ausgeführt wird.<sup>60</sup> Es ist dabei nicht entscheidend für die Bauherreneigenschaft, wer das finanzielle Risiko trägt.<sup>59</sup>

Eine weitere Schlüsselposition stellt der bereits erwähnte Projektleiter dar. Diese Position kann von einer natürlichen oder juristischen Person besetzt sein, welche vom Bauherrn mit Planung, Ausführung oder Überwachung der Ausführung des Bauwerks beauftragt ist.<sup>60</sup> Sinn dieser Bestimmung ist, dass die Bauherren, welche üblicherweise nicht über die notwendigen bautechnischen Kenntnisse verfügen, sich ihrer Pflichten dadurch entledigen können, indem sie als Projektleiter eine fachkundige Person ihres Vertrauens bestellen und diese mit der Wahrnehmung sämtlicher Bauherrenpflichten vom Planungsbeginn bis zum Bauende beauftragt.<sup>61</sup> Grundsätzlich sollte nur ein Projektleiter mit den erforderlichen bautechnischen Kenntnissen pro Bauvorhaben eingesetzt werden.<sup>61</sup>

Um die *Begriffsbestimmungen* des BauKG abzuschließen folgen nun die Definitionen der Koordinatoren. Diese sind durch natürliche oder juristische Personen zu besetzen.<sup>60</sup> Das BauKG sieht für die Vorbereitungsphase, welche den Zeitraum vom Beginn der Planung bis zur Auftragsvergabe beschreibt, einen Planungs Koordinator vor. Der Koordinator wird vom Bauherrn mit der Durchführung der nach BauKG vorgeschriebenen Aufgaben betraut.<sup>60</sup> Selbiges gilt für die Ausführungsphase, welche sich über den Zeitraum von der Auftragsvergabe bis zum Bauende erstreckt. In dieser Phase wird der Baustellenkoordinator vom Bauherrn oder dem Projektleiter mit der Durchführung der nach BauKG geforderten Aufgaben betraut.<sup>60</sup> Die Bestellung eines Planungs- und Baustellenkoordinators hat jedenfalls zu erfolgen, wenn auf einer Baustelle gleichzeitig oder aufeinanderfolgend Arbeitnehmer:innen von zwei oder mehr unterschiedlichen Arbeitgeber:innen tätig sind.<sup>62</sup> Dies gilt auch bei der Beauftragung eines Generalunternehmers. Die Auftraggeber:innen haben Koordinatoren zu bestellen, sobald für sie absehbar ist, dass nicht sämtliche Arbeiten vom Generalunternehmer ausgeführt und Subunternehmer eingesetzt werden.<sup>63</sup> Die Bestellung von Koordinatoren für Sicherheit und Gesundheitsschutz ist ein essentieller Bestandteil der EWG-Richtlinie [44] und ist zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des BauKG gänzlich neu für das österreichische Arbeitsschutzrecht. Einzig im ASchG wurde den verschiedenen Arbeitgeber:innen die Koordination der von ihnen ausgeführten Tätigkeiten mit dem Ziel der Gefahrenverhütung vorgeschrieben.<sup>64</sup> <sup>65</sup> Es ist gemäß BauKG zulässig, dass der Auftraggeber (AG) selbst oder auch der Projektleiter die Position des Koordinators einnehmen kann.<sup>62</sup> Des Weiteren ist es möglich Personen, welche mit der Planung, mit der Ausführung oder mit der Aufsicht über die Ausführung betraut sind, mit der Koordination zu beauftragen.<sup>64</sup> Vom Bauherrn beauftragte Baumeister, Ziviltechniker oder technische Büros sind, gemäß allgemeiner Rechtsgrundsätze, verpflichtet den Bauherrn auf die Notwendigkeit der Bestellung von Koordinatoren hinzuweisen.<sup>64</sup>

<sup>59</sup> Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 14

<sup>60</sup> Vgl. [11] BauKG § 2

<sup>61</sup> Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 15

<sup>62</sup> Vgl. [11] BauKG § 3

<sup>63</sup> Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 19

<sup>64</sup> Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 18,

<sup>65</sup> Vgl. [12] ASchG § 8

Ein grundlegender Bestandteil des BauKG ist die Vorbereitung des Bauprojekts. Der AG hat dafür zu sorgen, dass die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung gemäß ASchG in sämtlichen Phasen des Bauprojekts berücksichtigt werden, dies gilt auch für die im BauKG explizit erwähnte Abschätzung der voraussichtlichen Bauzeit durch den AG.<sup>66</sup> Für die beauftragten Planer:innen bedeutet dies, dass für die Ausführung der Arbeiten erforderliche Schutzmaßnahmen bereits in der Planung zu berücksichtigen sind. Im Rahmen der Planung werden die Planer:innen vom Planungs Koordinator dabei unterstützt.<sup>64</sup> Die folgende Auflistung gibt die Aufgaben des Planungs Koordinators gemäß BauKG wieder:<sup>66</sup>

1. Koordination der Umsetzung von allgemeinen Grundsätzen der Gefahrenverhütung nach § 7 ASchG bei Entwurf, Ausführungsplanung und Vorbereitung des Bauprojekts.
2. Ausarbeitung eines SiGe-Plans.
3. Sicherstellung, dass AG sowie Projektleiter den SiGe-Plan berücksichtigen.
4. Erstellung einer Unterlage für spätere Erhaltungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten während der Nutzungsphase sowie Abbrucharbeiten am Ende der Lebensdauer des Bauwerks.<sup>67</sup> Darin sind für spätere Arbeiten relevante Einrichtungen wie beispielsweise Verankerungspunkte oder Zugänge zu Arbeitsplätzen auf Dächern festzulegen.<sup>68</sup>
5. Sicherstellung, dass AG sowie Projektleiter die Unterlage für spätere Arbeiten berücksichtigen.

Ähnliches gilt für die Ausführung des Bauwerks. Zunächst werden die Koordinationspflichten des Baukoordinators gemäß BauKG, welche den in der EWG-Richtlinie [44] genannten Aufgaben entsprechen, aufgezählt:<sup>69</sup>

1. Koordination der Umsetzung der allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung gemäß § 7 ASchG bei der technischen und organisatorischen Planung. Koordination bei der Einteilung der Arbeiten welche gleichzeitig oder aufeinanderfolgend ausgeführt werden. Koordination bei der Abschätzung der voraussichtlichen Bauzeit sowie bei der eigentlichen Durchführung der Arbeiten.
2. Sicherstellung der Einhaltung der für die betreffende Baustelle geltenden Bestimmungen mit dem Ziel Sicherheit und Gesundheitsschutz während der Arbeitstätigkeit zu erhöhen.
3. Überwachung der fachgerechten Ausführung der Arbeitsverfahren.

Der erste Unterpunkt hat zum Ziel, dass der Baustellenkoordinator bereits vor Baubeginn die ausführenden Unternehmen bei der Arbeitsvorbereitung, der Ausführungsplanung und der Evaluierung der vorgesehenen Maßnahmen unterstützt.<sup>68</sup> Dazu gehört auch die Koordination der verschiedenen Arbeitsabläufe der einzelnen Auftragnehmer gemäß dem SiGe-Plan. Dabei soll neben der Phase der Arbeitsvorbereitung besonderes Augenmerk auf die Bauphase gelegt werden.

Weitere Aufgaben sowie Pflichten des Baustellenkoordinators gemäß BauKG sind die Sicherstellung der Berücksichtigung des SiGe-Plan sowie die Anwendung der allgemeinen Grundsätze

<sup>66</sup>Vgl. [11] BauKG § 4

<sup>67</sup>Vgl. [11] BauKG § 8

<sup>68</sup>Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 25

<sup>69</sup>Vgl. [11] BauKG § 5

der Gefahrenverhütung gemäß ASchG [12].<sup>69</sup> Stellt der Baustellenkoordinator fest, dass Arbeitnehmerschutzvorschriften oder über den SiGe-Plan vereinbarte Schutzmaßnahmen nicht eingehalten werden, so hat er die betroffenen Arbeitgeber:innen darauf hinzuweisen.<sup>69</sup> Die Arbeitgeber sind verpflichtet auf die Hinweise des Baustellenkoordinators einzugehen.<sup>70</sup> Da sich die Randbedingung des SiGe-Plan während der Ausführung durchaus ändern können, hat der Baustellenkoordinator unter Berücksichtigung der eingetretenen Änderungen sowie des Fortschritts der Arbeiten, den SiGe-Plan entsprechend anzupassen.<sup>69</sup> Das BauKG ist ein Gesetz zum Schutz der Arbeitnehmer:innen und regelt nicht den Schutz von unbeteiligten Passanten. Es verpflichtet den Baustellenkoordinator jedoch zur Veranlassung entsprechender Maßnahmen um ungefugte Personen von der Baustelle fernzuhalten.<sup>71</sup>

### Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan

Da der Begriff des SiGe-Plan bereits des Öfteren verwendet wurde, wird im Folgenden näher auf dessen Spezifikationen und Inhalte eingegangen. Der SiGe-Plan wird im Regelfall vom Planungs- oder Baustellenkoordinator ausgearbeitet bzw. vom Baustellenkoordinator bei etwaigen Änderungen während der Bauphase angepasst. Der SiGe-Plan ist für alle Baustellen, welche einer Vorankündigung nach BauKG bedürfen und mit besonderen Gefahren für Sicherheit- und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen verbunden ist, erforderlich.<sup>72</sup>

Eine Vorankündigung der Arbeiten muss spätestens zwei Wochen vor Baubeginn an das zuständige Arbeitsinspektorat übermittelt werden und ist zu erstellen wenn:<sup>73</sup>

- Die Dauer der Arbeiten mehr als 30 Arbeitstage beträgt und mehr als 20 Arbeitnehmer:innen gleichzeitig beschäftigt werden.
- Der Umfang der Baustelle 500 Personentage übersteigt.

Zu Arbeiten, welche mit besonderen Gefahren für Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen verbunden sind zählen unter anderem:<sup>72</sup>

- Arbeiten, bei welchen Absturzgefahr, Verschüttungsgefahr oder Versinkungsgefahr besteht und diese Gefahr durch die Art der Tätigkeit, angewendeten Arbeitsverfahren oder äußere Umgebungseinflüsse erhöht wird.
- Kontakt der Arbeitnehmer:innen mit gefährlichen Arbeitsstoffen.
- Arbeiten in der Nähe von Hochspannungsleitungen.
- Arbeiten unter Einsatz von Sprengstoff.

Entsprechend der vorliegenden Risiken muss der SiGe-Plan Informationen zur gegenständlichen Baustelle liefern und gemäß BauKG die folgenden Informationen beinhalten:<sup>72</sup>

1. Erforderliche Angaben zur Festsetzung von Schutzmaßnahmen, das Baugelände sowie das Umfeld der Arbeiten betreffend. Insbesondere über mögliche Gefahren im Bereich des Baugrundes.
2. Auflistung der geplanten Arbeiten unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs.

<sup>70</sup>Vgl. [12] BauKG § 8

<sup>71</sup>Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 29

<sup>72</sup>Vgl. [11] BauKG § 7

<sup>73</sup>Vgl. [11] BauKG § 6

3. Festgelegte Schutzmaßnahmen sowie Besonderheiten die sich aus dem zeitlichen Ablauf der Tätigkeiten und dem Fortschritt der Arbeiten ergeben.
4. Notwendige Koordinierungsmaßnahmen, Schutzmaßnahmen sowie Schutzeinrichtungen um die gegenseitige Gefährdung der Arbeitnehmer:innen der verschiedenen Arbeitgeber:innen zu minimieren.
5. Schutzeinrichtungen sowie sonstige Einrichtungen welche für die gemeinsame Nutzung vorgesehen sind. Dazu zählen Einrichtungen wie die Baustromversorgung oder Sanitäreanlagen aber auch gemeinsam genutzte Gerüste, Fanggerüste usw.
6. Schutzmaßnahmen bezüglich der Arbeiten, welche ein besonderes Risiko für die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer mit sich bringen.
7. Festlegung wer für die Durchführung der genannten Schutzmaßnahmen auf der Baustelle zuständig ist.

### Unterlage für spätere Arbeiten

Neben dem SiGe-Plan ist in der Vorbereitungsphase die Unterlage für spätere Arbeiten zu erstellen. Dies erfolgt im Regelfall durch den Planungs Koordinator. Die Unterlage für spätere Arbeiten muss alle erforderlichen Angaben zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen bei späteren Arbeiten enthalten.<sup>67</sup> Unter dem Begriff Merkmale des Bauwerks werden im BauKG Zugänge, Anschlagpunkte für Sicherungsmaßnahmen, Gerüstverankerungspunkte sowie eventuelle Einbauten verstanden.<sup>74</sup> Ähnlich den Vorgaben bezüglich des SiGe-Plan ist die Unterlage für spätere Arbeiten in der Vorbereitungs- und Ausführungsphase zu berücksichtigen und entsprechend dem Fortschritt der Arbeiten oder möglichen Änderungen anzupassen.<sup>67</sup> Der Bauherr hat sicherzustellen, dass die Unterlage für spätere Arbeiten über den Zeitraum des Bestehens des Bauwerks ordnungsgemäß aufbewahrt wird. Bei einer Übergabe des Bauwerks an eine andere natürliche oder juristische Person geht die Pflicht zur Aufbewahrung auf diese über.<sup>67</sup>

Für die Vollziehung des BauKG ist die jeweils zuständige Arbeitsinspektion verantwortlich.<sup>75</sup> Die Arbeitsinspektoren haben somit die Pflicht den Bauherrn, den Projektleiter sowie die eingesetzten Koordinatoren zu unterstützen, zu beraten und zur Erfüllung der festgelegten Pflichten zu bewegen.<sup>75</sup> In weiterer Folge sind Bauherr, Projektleiter und Koordinatoren dazu verpflichtet auf Anfrage des Arbeitsinspektoriats Einsicht in alle Unterlagen, die mit dem Arbeitsschutz in Verbindung stehen, zu gewähren.<sup>76</sup> Stellt der Arbeitsinspektor eine Übertretung oder Nichteinhaltung festgelegter Sicherheitsmaßnahmen fest, wird er den Bauherrn bzw. Projektleiter und die Koordinatoren schriftlich auffordern in einer festgelegten Frist die Missstände zu beseitigen. Wird dieser Aufforderung nicht nachgekommen so wird der Arbeitsinspektor Anzeige gegen den Bauherrn bzw. den Projektleiter und/oder gegen die Koordinatoren bei der zuständigen Verwaltungsbehörde erstatten.<sup>76</sup>

Um dem eigentlichen Ziel des BauKG gerecht zu werden und die Arbeitssicherheit als gleichberechtigtes Thema in der Planung zu etablieren, wurde mit 1. Jänner 2007 die B 2107 [40] in Kraft gesetzt. In der ÖNORM finden sich die erforderlichen Ergänzungen zu den Festlegungen des BauKG um aus Sicht der Autoren eine praxisorientierte Anwendung zu ermöglichen.<sup>77</sup>

<sup>74</sup>Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 38

<sup>75</sup>Vgl. [11] BauKG § 12

<sup>76</sup>Vgl. [42] Petri und Steinmaurer, S. 43

<sup>77</sup>Vgl. [43] Petri und Steinmaurer, S. 9 f.

## 2.4 Baustoffrecyclingverordnung RBV

Die Recycling-Baustoffverordnung (RBV) [52] wurde am 29. Juni 2015 im BGBl II Nr. 181/2015 kundgemacht und ist mit 1. Jänner 2016 zu Gänze in Kraft getreten. Als Konsequenz wurde die Verordnung *Trennung von bei Baumaßnahmen anfallenden Materialien* [55] außer Kraft gesetzt. Ziel der RBV ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz, insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauteilen und die Sicherstellung der Qualität von Recycling-Baustoffen.<sup>78</sup> Die RBV umfasst unter anderem die im Folgenden angeführten Bereiche, welche im Zuge dieses Kapitels näher betrachtet werden:<sup>79</sup>

- Verpflichtende Durchführung einer Schad- und Störstofferkundung bei Bau- und Abbruchtätigkeiten
- Geordneter und verwertungsorientierter Rückbau von Bauwerken und die Trennung von anfallenden Abfällen
- Herstellung und Verwendung von Recycling-Baustoffen sowie Festlegung der zulässigen Ausgangsmaterialien und die Anforderungen an die Qualität der Baustoffe
- Sonderregelungen für die Verwertung von mineralischen Abfällen aus einem Abbruch ohne vorherige analytische Untersuchung
- Vorzeitiger Verlust der Abfalleigenschaft für Recycling-Baustoffe höherer Qualität unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen

Der Geltungsbereich der RBV umfasst vor allem den Umgang mit aus Bau- und Abbruchtätigkeiten resultierenden Abfällen. In weiterer Folge werden Herstellung und Einsatz von Recycling-Baustoffen als natürliche, recycelte oder industriell hergestellte Gesteinskörnungen geregelt.<sup>80</sup> Ferner umfasst der Geltungsbereich bestimmte Recycling-Baustoffe, bei welchen die Klassifizierung als Abfall gemäß Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) [15] aufgehoben wird.<sup>81</sup> Als Abbruch im Sinne der RBV wird jede Abbruchtätigkeit verstanden, bei der Bau- und Abbruchabfälle anfallen. Inbegriffen sind Renovierungs-, Sanierungs-, Reparatur- und Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten.<sup>82</sup>

Der zweite Abschnitt der RBV [52] widmet sich den wahrzunehmenden Pflichten bei der Durchführung von Bau- und Abbruchtätigkeiten. Vor dem eigentlichen Ausführungsbeginn bestimmter Abbruch- bzw. Rückbauarbeiten muss eine Schad- und Störstofferkundung durchgeführt werden.<sup>83</sup> Diese Erkundung ist im Rahmen eines Bauvorhabens verpflichtend, bei dem während der Durchführung insgesamt mehr als 750 t Bau- und Abbruchabfälle anfallen. Bodenaushubmaterial bleibt dabei unberücksichtigt.<sup>83</sup>

Die Schad- und Störstofferkundung ist gemäß *ÖNORM B 3151 „Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode“* [38] durch eine *rückbaukundige Person* durchzuführen. Die dafür erforderlichen Qualifikationen umfassen eine bautechnische oder chemische Ausbildung, Kenntnisse über Abbrucharbeiten, Abfall- und Bauchemiekenntnisse sowie Kenntnisse über geltende Bestimmungen des Abfallrechts.<sup>84</sup> Weiter schreibt die *ÖNORM B 3151* [38] eine verpflichtende

<sup>78</sup>Vgl. [52] RBV § 1

<sup>79</sup>Vgl. [52] RBV i. d. F. vom 12.02.2023

<sup>80</sup>Vgl. [52] RBV § 2

<sup>81</sup>Vgl. [15] AWG § 5

<sup>82</sup>Vgl. [52] RBV § 3

<sup>83</sup>Vgl. [52] RBV § 4

<sup>84</sup>Vgl. [38] *ÖNORM B 3151* S. 4

Durchführung der Schad- und Störstofferkundung bei einem geplanten Rückbau von mehr als 3500 m<sup>3</sup> umbauten Raum vor. Davon wiederum ausgenommen ist das Volumen des anfallenden Aushubmaterials.<sup>85</sup> Als *Schadstoff* wird ein Stoff der entweder selbst, im Zusammenwirken mit anderen Stoffen oder durch seine Abbauprodukte schädlich oder beeinträchtigend auf Mensch oder Umwelt wirkt, bezeichnet. *Schadstoffe* haben darüber hinaus eine wertmindernde bzw. nutzungseinschränkende Wirkung auf Bauwerke.<sup>85</sup> Als *Störstoffe* auf der anderen Seite werden Materialien, welche die vorgesehene Behandlung der Bau- und Abbruchabfälle verhindern oder erschweren bezeichnet.<sup>85</sup>

Wird keine umfassende Schad- und Störstofferkundung durchgeführt, schreibt die ÖNORM B 3151 [38] eine orientierende Schad- und Störstofferkundung durch eine *rückbaukundige Person* im Auftrag des Bauherren vor. Dabei sind folgenden Punkte zu beachten:<sup>85</sup>

- In der Recherchephase sind Unterlagen und/oder Informationen zum Bauwerk, dessen Standort und bisherige Nutzung zu erheben.
- Eine Begehung des Bauwerkes ist durchzuführen.
- Bei Verdacht auf Schad- oder Störstoffe, die einer Verwertung der mineralischen Baurestmassen entgegenstehen, sind Untersuchungen mit analytischen Methoden zweckmäßig.
- Die Ergebnisse der Recherche und Begehung sind in einem Formular gemäß Anhang A der ÖNORM B 3151 [38] zu dokumentieren.<sup>86</sup>

Abweichend von den angeführten Regelungen ist beim Rückbau von Linienbauwerken oder befestigten Flächen keine Schadstofferkundung erforderlich. Der Forderung nach einer orientierenden Schad- und Störstofferkundung wird durch eine chemisch-analytischen Voruntersuchung nachgekommen. Die Schad- und Störstofferkundung ist gemäß EN ISO 1600-32 [19] durch eine externe Fachperson oder Fachanstalt durchzuführen. Die erkannten Stoffe sind vor dem eigentlichen Beginn der Arbeiten zu entfernen. Beispiele für zu entfernende Schad- und Störstoffen werden in ÖNORM B 3151 [38] genannt und in der folgenden Auflistung exemplarisch wiedergegeben.<sup>87</sup>

- Zu entfernende Schadstoffe:
  - künstliche Mineralfasern
  - mineralöhlhaltige Bauteile (z.B. Tanks)
  - radioaktive Rauchmelder
  - Industriekamine und -schlote
  - FCKW-haltige Dämmstoffe oder Bauteile (z.B. Sandwich-Elemente)
  - Schlacken, welche beispielsweise in Zwischenböden eingebaut sind
  - Isolierungen mit PCB
  - schadstoffhaltige elektrische Bestandteile und Betriebsmittel
  - asbesthaltige Materialien
- Zu entfernende Störstoffe:
  - stationäre Maschinen

<sup>85</sup>Vgl. [38] ÖNORM B 3151 S. 5

<sup>86</sup>Vgl. [38] ÖNORM B 3151 S. 9

<sup>87</sup>Vgl. [38] ÖNORM B 3151 S. 7 f.

- Fußbodenaufbauten, Doppelbodenkonstruktionen
- abgehängte Decken
- Abdichtungen wie Bitumenpappe oder Kunststofffolien
- lose verbaute Mineralwolle, Glaswolle oder sonstige Dämmstoffe mit Ausnahme der Trittschalldämmung

Der Abbruch eines Bauwerks muss stets als Rückbau gemäß *ÖNORM B 3151 „Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode“* [38] durchgeführt werden. Dabei ist nach RBV sicherzustellen, dass die Wiederverwendung der entsprechenden Baustoffe vorbereitet wird und Bauteile, für welche Kaufinteresse von Dritten besteht so ausgebaut werden, dass der erneute Einsatz nicht erschwert oder gänzlich verhindert wird.<sup>88</sup> *Schadstoffe*, jedoch insbesondere gefährliche Abfälle wie beispielsweise Asbestzement, teerhaltige Abfälle, (H)FCKW-haltige Dämmstoffe und Bauteile welche das Recycling beeinträchtigen sind zu entfernen. Selbiges gilt für *Störstoffe* wie zum Beispiel gipshaltige Abfälle. Die entfernten Stoffe sind vor Ort zu trennen und einer ordnungsgemäßen Abfallbehandlung zuzuführen. Der beschriebene Ausbau von wiederverwendbaren Bauteilen und die Entfernung der anfallenden Schad- und Störstoffe sind zwingend vor einem vorgesehenen maschinellen Rückbau durchzuführen.<sup>88</sup>

Vor Beginn der Abbruchtätigkeiten und während der Dauer ihrer Durchführung hat eine Dokumentation des Rückbaus auf der Baustelle aufzuliegen. Die Verantwortlichkeit der Dokumentation liegt sowohl bei den Bauunternehmer:innen als auch in der Verantwortungssphäre des Bauherrn. Die Dokumentation ist der Behörde auf Verlangen vorzulegen.<sup>88</sup> Werden mineralische Abfälle oder Holzabfällen an Dritte übergeben, hat der Bauherr und jeder weitere Übernehmer bei der Übergabe an eine dritte Person eine Kopie der Dokumentation des Rückbaus zu übergeben. In weiterer Folge hat der Bauherr die Dokumentation mindestens sieben Jahre nach dem Abschluss des Bauvorhabens aufzubewahren.<sup>88</sup>

Ein weiterer wesentlicher Punkt in der Umsetzung der Ziele der RBV [52] stellt die Trennpflicht der beim Rückbau anfallenden Abfälle dar.<sup>89</sup> Die abgebrochenen Bauteile müssen direkt vor Ort auf der Baustelle in die zuvor festgelegten *Hauptbestandteile* getrennt werden. Diese Regelung gilt, sofern die Trennung am Anfallsort technisch möglich und nicht mit unzumutbar hohen Kosten verbunden ist. In diesem Fall sind die Abfälle in einer geeigneten Behandlungsanlage zu trennen.<sup>89</sup> *Hauptbestandteil* ist nach Definition der RBV ein Material oder Materialverbund, welcher mit mehr als fünf Volumsprozent, bezogen auf das Gesamtvolumen sämtlicher vorhandener Materialien im abzubrechenden Bauwerk bzw. Bauwerksteil anzutreffen ist.<sup>82</sup> Die Festlegung der Hauptbestandteile eines Bauwerks erfolgt im Zuge der Ausarbeitung des Rückbaukonzepts gemäß *ÖNORM B 3151* [38].<sup>90</sup>

Bei Neubauten sind ab einem Brutto-Rauminhalt von 3500 m<sup>3</sup> die Stoffgruppen Holzabfälle, Metallabfälle, mineralische Abfälle, Baustellenabfälle sowie sonstige Abfälle wie Kunststoffabfälle oder biogene Abfälle zu trennen. Dies erfolgt möglichst vor Ort oder in geeigneten Behandlungsanlagen.<sup>89</sup> Ausgenommen von der Trennpflicht sind jene Hauptbestandteile, deren Behandlung für die Herstellung bestimmter Recycling-Baustoffe gemeinsam erfolgt. Die Trennung der Abfälle liegt gemäß RBV im Verantwortungsbereich der Bauunternehmer sowie des Bauherrn, wobei dieser für die Bereitstellung der erforderlichen Flächen und Einrichtung verantwortlich ist.<sup>89</sup>

Abschnitt 3 der RBV widmet sich der Herstellung und Verwendung von Recycling-Baustoffen. Begonnen wird mit der Festlegung der zulässigen Eingangsmaterialien. Die nachstehende Abb. 2.1 bildet zulässige Abfallarten für die Herstellung von Recycling Baustoffen ab. Recycelte Baustoffe

<sup>88</sup>Vgl. [52] RBV § 5

<sup>89</sup>Vgl. [52] RBV § 6

<sup>90</sup>Vgl. [21] Erläuterungen zur RBV S. 4 f.

Abfallbezeichnung	Spezifizierung
Konverterschlacke	
Keramik <sup>1)</sup>	
Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	
Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	nur Mischungen aus ausgewählten Abfällen aus Bau- und Abrissmaßnahmen
Straßenaufbruch	
Bodenaushub <sup>2)</sup>	Bodenaushubmaterial mit Hintergrundbelastung
Bodenaushub <sup>2)</sup>	Klasse A1
Bodenaushub <sup>2)</sup>	Klasse A2
Bodenaushub <sup>2)</sup>	Klasse A2G
Bodenaushub <sup>3)</sup>	Inertabfallqualität
Bodenaushub	Technisches Schüttmaterial, das weniger als 5 Vol-% bodenfremde Bestandteile enthält
Bodenaushub	Technisches Schüttmaterial, ab 5 Vol-% bodenfremder Bestandteile
Betonabbruch <sup>4)</sup>	
Betonabbruch	nur ausgewählte Abfälle aus Bau- und Abrissmaßnahmen
Gleisschotter	
schlackenhaltiger Ausbauasphalt	
schlackenhaltiges technisches Schüttmaterial	
Bitumen, Asphalt	
Straßenkehrriecht	nur Einkehrsplitt als natürliche Gesteinskörnung

**Abb. 2.1:** Zulässige Abfallarten für die Herstellung von Recycling Baustoffen gemäß RBV [52, S. 10]

im Sinne der RBV dürfen lediglich aus den aufgelisteten Abfallarten hergestellt werden. Für Bodenaushub gilt die Ergänzung, dass dieser ausschließlich mit Charakterisierung gemäß DVO 2008 auf Basis einer analytischen Untersuchung und unter Einhaltung der Grenzwerte für die Herstellung von Recycling-Baustoffen eingesetzt werden darf. Bodenaushub wird in untergeordneten Mengen als Mischkomponente zur Verbesserung technischer Eigenschaften, insbesondere zur Ergänzung der Sieblinie herangezogen. Für Abfälle aus Keramik und Betonabbruch gilt die Ergänzung, dass diese auch aus der Produktion stammen dürfen.<sup>91</sup>

Verunreinigungen der für die Herstellung von Recycling-Baustoffen zulässigen Abfallarten sind möglichst zu vermeiden. Abfälle aus offensichtlich kontaminierten Bereichen dürfen nicht für die Herstellung von Recycling-Baustoffen verwendet werden. Im Folgenden sind mögliche Kontaminationen aufgelistet, welchen in der RBV besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird:<sup>92</sup>

- Asbest
- künstliche Mineralfasern
- (H)FCKW z.B. in extrudiertem Polystyrol oder Polyurethan
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

<sup>91</sup>Vgl. [52] RBV S. 10

<sup>92</sup>Vgl. [52] RBV § 7

- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Phenole
- Mineralöl
- Gips
- Magnesit- und zementgebundene Holzwolledämmbauplatten
- Zementgebundener Holzspanbeton
- Brandschutzplatten
- Kunstmarmor

Hersteller von Recycling-Baustoffen sind gemäß RBV dazu verpflichtet die eingehenden, für die Produktion vorgesehenen Abfälle bei der Übernahme visuell zu prüfen und die Eignung für die Herstellung von Recycling-Baustoffen zu bestimmen.<sup>93</sup> Insbesondere ist bei der Eingangskontrolle auf die bereits aufgezählten Verunreinigungen zu achten. Weiter ist zu prüfen ob die vorgeschriebene Dokumentation des Rückbaus vollständig und plausibel ist. Die Dokumentation muss mit den übergebenen Abfällen übereinstimmen.<sup>93</sup>

Die Qualitätsanforderungen an Recycling-Baustoffe wie Qualitätsklassen, Parameter und Grenzwerte werden im Anhang 2 der RBV festgehalten sowie in der nachfolgenden Abb. 2.2 abgebildet.<sup>94</sup> Die Abb. 2.2 bis Abb. 2.5 beschreiben Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen mit unterschiedlichen Einsatzgebieten wie die Herstellung von hydraulisch oder bituminös gebundenen Baustoffen, die Verwendung im Trapez des Gleiskörpers oder in Verkehrsflächen, die Herstellung von Beton, die Herstellung von Asphaltmischgut oder die Herstellung von ungebundenen oberen Tragschichten. Anhand dieser festgelegten Grenzwerte wird die Einteilung der Recycling-Baustoffe in Qualitätsklassen vorgenommen.<sup>94</sup>

Die hergestellten Recycling-Baustoffe müssen den bautechnischen Anforderungen gemäß dem Stand der Technik entsprechen und die gängigen Richtlinien und Vorgaben zur Weiterverwendung erfüllen. Um dies dauerhaft zu gewährleisten werden in der RBV Maßnahmen mit dem Ziel der Qualitätssicherung formuliert.<sup>95</sup> Dabei ist die Einhaltung der Grenzwerte mittels eines vorgegebenen Untersuchungssystems nachzuweisen und zu dokumentieren. Die Umweltverträglichkeit der Recycling-Baustoffe wird dabei durch eine analytische Untersuchung nachgewiesen. Bis zum positiven Abschluss dieser Untersuchungen müssen die produzierten Baustoffe zwischengelagert und dürfen nicht in Verwendung gebracht werden.<sup>96</sup> Das in der RBV beschriebene *Standardverfahren zur Qualitätssicherung von Recycling-Baustoffen* setzt sich aus einer *Deklarationsprüfung* durch eine externe Fachperson oder Fachanstalt und einer *werkseigenen Produktionskontrolle* zusammen.<sup>96</sup>

Dabei wird in der RBV festgehalten, dass die Chargen getrennt von einander untersucht und beurteilt werden müssen. Die Größe einer Charge wird mit der Menge, welche innerhalb von 50 Produktionsstunden hergestellt werden kann begrenzt. Die Mindestmenge einer Charge wird mit 200 t festgelegt.<sup>96</sup>

Für die Deklarationsprüfung werden durch eine externe Fachperson oder Fachanstalt, Proben aus der ersten Charge eines produzierten Recycling-Baustoffes entnommen und anschließend

<sup>93</sup>Vgl. [52] RBV § 8

<sup>94</sup>Vgl. [52] RBV § 9

<sup>95</sup>Vgl. [52] RBV § 10

<sup>96</sup>Vgl. [52] RBV S. 16 f.

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse	
		U-A	U-B
Eluat bei L/S 10			
pH-Wert		7,5 <sup>1)</sup> bis 12,5 <sup>2)</sup>	
el. Leitfähigkeit	mS/m	150 <sup>2)</sup> 3)	150 <sup>2)</sup> 3)
Chrom ges.	mg/kg TM	0,30	1,0
Kupfer	mg/kg TM	0,60	2,0
Nickel	mg/kg TM	0,40	0,60
Vanadium	mg/kg TM	0,50	0,50
Ammonium-N	mg/kg TM	4,0	8,0
Chlorid	mg/kg TM	800	800
Nitrat-N	mg/kg TM	100	130
Nitrit-N	mg/kg TM	1,0	2,0
Sulfat	mg/kg TM	2 500	4 000
TOC	mg/kg TM	100	200
<b>Gesamtgehalt</b>			
Blei	mg/kg TM	100	100 <sup>4)</sup>
Chrom ges.	mg/kg TM	90	90 <sup>4)</sup>
Kupfer	mg/kg TM	90	90 <sup>4)</sup>
Nickel	mg/kg TM	60	60 <sup>4)</sup>
Quecksilber <sup>5)</sup>	mg/kg TM	0,70	0,70
Zink	mg/kg TM	450	450
KW-Index <sup>6)</sup>	mg/kg TM	100	200
∑16PAK (EPA)	mg/kg TM	12,0	20
<b>Verunreinigung</b>			
FL <sup>7)</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	≤ 3	≤ 5
Rg+X <sup>8)</sup>	M-%	≤ 1	≤ 1

**Abb. 2.2:** Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen für den Einsatz in ungebundener sowie hydraulisch oder bituminöser Form (Quelle: RBV [52, S. 12])

chemisch-analytisch untersucht. Diese Prüfung ist für jeden im Werk hergestellten Recycling-Baustoff mindestens einmal in jedem folgenden Produktionsjahr zu wiederholen.<sup>96</sup> Die Probenentnahme erfolgt so, dass aus der zu beprobenden Charge je zehn gleichmäßig verteilte Stichproben zu ziehen sind. Diese werden zu einer qualifizierten Stichprobe beziehungsweise (bzw.) Feldprobe zusammengeführt. Bei der darauf folgenden Untersuchung der Feldprobe sind gemäß RBV die nachfolgenden Punkte zu beachten<sup>96</sup>:

- Gesteinskörnungen für den Einsatz in ungebundener, hydraulisch gebundener oder bituminös gebundener Form sind auf alle Parameter gemäß Abb. 2.1 analytisch zu untersuchen.
- Gesteinskörnungen zur Verwendung im Trapez des Gleiskörpers oder in Verkehrsflächen gemäß §13 Z 4 sind auf alle Parameter gemäß Abb. 2.3 analytisch zu prüfen.
- Gesteinskörnungen zur Herstellung von Beton ab Festigkeitsklasse C 12/15 oder für die Herstellung von Beton der Festigkeitsklasse C 8/10 ab der Expositionsklasse XC1 gemäß ÖNORM B 4710-1 sind auf alle Parameter gemäß Abb. 2.4 zu analysieren.
- Gesteinskörnungen zur ausschließlichen Herstellung von Asphaltmischgut oder zur Herstellung einer ungebundenen oberen Tragschicht gemäß §13 Z 9 sind auf alle Parameter gemäß Abb. 2.5 analytisch zu untersuchen.

Nach Abschluss der analytischen Untersuchungen folgt die Einteilung der beprobten Charge in eine entsprechende Qualitätsklasse auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse. Werden bei Wiederholung der Deklarationsprüfung ein oder mehrere Grenzwerte überschritten, ist die betreffende Charge nach Entfernung der Schad- oder Störstoffe erneut zu untersuchen oder der Recycling-Baustoff in eine andere zutreffende Qualitätsklasse einzuordnen. Eine weitere gemäß RBV zulässige Maßnahme ist, die verunreinigte Charge aus der Produktion zu entfernen.

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse U-E
Eluat bei L/S 10		
pH-Wert		7,5 <sup>1)</sup> bis 12,5 <sup>2)</sup>
el. Leitfähigkeit	mS/m	150 <sup>2)</sup> 3)
Aluminium	mg/kg TM	zu bestimmen und zu bewerten
Antimon	mg/kg TM	0,060
Arsen	mg/kg TM	0,30
Barium	mg/kg TM	20
Blei	mg/kg TM	0,30
Cadmium	mg/kg TM	0,040
Chrom ges.	mg/kg TM	0,30
Cobalt	mg/kg TM	1,0
Eisen	mg/kg TM	zu bestimmen und zu bewerten
Kupfer	mg/kg TM	0,60
Molybdän	mg/kg TM	0,50
Nickel	mg/kg TM	0,40
Quecksilber	mg/kg TM	0,010
Selen	mg/kg TM	0,10
Silber	mg/kg TM	0,20
Vanadium	mg/kg TM	0,50
Zink	mg/kg TM	4,0
Zinn	mg/kg TM	2,0
Ammonium-N	mg/kg TM	4,0
Chlorid	mg/kg TM	800
Cyanide leicht freisetzbar	mg/kg TM	0,20
Fluorid	mg/kg TM	10
Nitrat-N	mg/kg TM	100
Nitrit-N	mg/kg TM	1,0
Phosphat-P	mg/kg TM	5,0
Sulfat	mg/kg TM	2 500
TOC	mg/kg TM	100
KW-Index	mg/kg TM	5,0
EOX	mg/kg TM	0,30 <sup>9)</sup>
anionenak. Tenside – MBAS <sup>10)</sup>	mg/kg TM	1,0
Phenolindex	mg/kg TM	1,0
Gesamtgehalt		
Arsen	mg/kg TM	50/200 <sup>11)</sup>
Blei	mg/kg TM	150/500 <sup>11)</sup>
Cadmium	mg/kg TM	2,0/4,0 <sup>11)</sup>
Chrom ges.	mg/kg TM	300/500 <sup>11)</sup>
Cobalt	mg/kg TM	50/geogen nicht begrenzt
Kupfer	mg/kg TM	100/500 <sup>11)</sup>
Nickel	mg/kg TM	100/geogen nicht begrenzt
Quecksilber <sup>5)</sup>	mg/kg TM	1,0/2,0 <sup>11)</sup>
Zink	mg/kg TM	500/1000 <sup>11)</sup>
TOC	mg/kg TM	30 000
Qualitätsklasse		
Parameter	Einheit	U-E
KW-Index <sup>6)</sup>	mg/kg TM	100
∑16PAK (EPA)	mg/kg TM	12,0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,40
PCB (7 Verbindungen) <sup>10)</sup>	mg/kg TM	0,10
BTEX <sup>10)</sup>	mg/kg TM	6,0
Verunreinigung		
FL <sup>7)</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	≤ 5
Rg+X <sup>8)</sup>	M-%	≤ 1

Abb. 2.3: Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen zur Verwendung im Trapez des Gleiskörpers oder in Verkehrsflächen (Quelle: RBV [52, S. 13, 14])

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse
		H-B
Eluat bei L/S 10		
pH-Wert	mg/kg TM	bis 12,5 <sup>2)</sup>
Chrom ges.	mg/kg TM	1,0
Kupfer	mg/kg TM	2,0
Nickel	mg/kg TM	0,60
Vanadium	mg/kg TM	0,50
Ammonium-N	mg/kg TM	8,0
Chlorid	mg/kg TM	800
Sulfat	mg/kg TM	4 000
TOC	mg/kg TM	200
Gesamtgehalt		
Blei	mg/kg TM	100 <sup>4)</sup>
Chrom ges.	mg/kg TM	90 <sup>4)</sup>
Kupfer	mg/kg TM	90 <sup>4)</sup>
Nickel	mg/kg TM	60 <sup>12)</sup>
Quecksilber	mg/kg TM	0,70
Zink	mg/kg TM	450
KW-Index <sup>6)</sup>	mg/kg TM	200
∑16PAK (EPA)	mg/kg TM	20
Verunreinigung		
FL <sup>7)</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	≤ 5
Rg+X <sup>8)</sup>	M-%	≤ 1

**Abb. 2.4:** Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen, welche ausschließlich zur Betonherstellung ab C 12/15 oder C 8/10 ab Expositionsklasse XC1 verwendet werden (Quelle: RBV [52, S. 14])

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse		
		B-B	B-C	B-D
Eluat bei L/S 10				
pH-Wert		7,5 <sup>1)</sup> bis 12,5 <sup>2)</sup>		bis 12,5 <sup>2)</sup>
el. Leitfähigkeit	mS/m	150 <sup>2)</sup> 3)	150 <sup>2)</sup> 3)	150 <sup>2)</sup> 3)
Chrom ges.	mg/kg TM	1,0	1,0	1,0
Kupfer	mg/kg TM	2,0	2,0	2,0
Nickel	mg/kg TM	0,60	0,60	0,60
Molybdän	mg/kg TM			0,50
Vanadium	mg/kg TM	0,50	0,50	1,0
Ammonium-N <sup>5)</sup>	mg/kg TM	8,0	8,0	8,0
Gesamtgehalt				
Blei	mg/kg TM	100 <sup>4)</sup>	100 <sup>4)</sup>	500
Chrom ges.	mg/kg TM	90 <sup>4)</sup>	90 <sup>4)</sup>	2 500
Kupfer	mg/kg TM	90 <sup>4)</sup>	90 <sup>4)</sup>	500
Nickel	mg/kg TM	60 <sup>12)</sup>	60 <sup>12)</sup>	500 <sup>12)</sup>
Quecksilber <sup>5)</sup>	mg/kg TM	0,70	0,70	0,70
Zink	mg/kg TM	450	450	450
KW-Index <sup>6)</sup> 13)	mg/kg TM	200	200	200
∑16PAK (EPA)	mg/kg TM	20	300 <sup>14)</sup>	20/300 <sup>14)</sup>
Verunreinigung				
FL <sup>7)</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Rg+X <sup>8)</sup>	M-%	≤ 1	≤ 1	≤ 1

**Abb. 2.5:** Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen die ausschließlich zur Herstellung von Asphaltmischgut oder ungebundenen oberen Tragschichten eingesetzt werden (Quelle: RBV [52, S. 14, 15])

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse
Eluat bei L/S 10		
pH-Wert		bis 12,5
Barium	mg/kg TM	20
Cadmium	mg/kg TM	0,040
Chrom gesamt	mg/kg TM	0,30
Cobalt	mg/kg TM	1,0
Molybdän	mg/kg TM	0,50
Thallium	mg/kg TM	0,10
Vanadium	mg/kg TM	1,0
Wolfram	mg/kg TM	1,50
Fluorid	mg/kg TM	10,0
<b>Gesamtgehalt</b>		
Cadmium	mg/kg TM	1,10
Chrom gesamt	mg/kg TM	2 500
Molybdän	mg/kg TM	50
Thallium	mg/kg TM	50
Wolfram	mg/kg TM	450

**Abb. 2.6:** Parameter und Grenzwerte für Gesteinskörnungen aus Stahlwerkschlacken zur Herstellung von Asphaltmischgut (Quelle: RBV [52, S. 15])

Ergänzend ist unabhängig von der gewählten Vorgangsweise unmittelbar zumindest eine weitere Charge des geprüften Recycling-Baustoffes zu untersuchen.<sup>96</sup>

Die Durchführung der Deklarationsprüfung ist in einem Beurteilungsnachweis zu dokumentieren. Die Dokumentation hat gemäß RBV zumindest die folgenden Punkte zu enthalten:<sup>96</sup>

1. Eindeutige Kennung des Beurteilungsnachweises und der beurteilten Charge
2. Name, Anschrift und die Global Location Number (GLN) der externen befugten Fachperson oder Fachanstalt
3. Ausstellungsdatum, Stempel und Unterschrift
4. Die Herstellerbezeichnung hat dem Stand der Technik zu entsprechen und muss die Qualitätsklasse gemäß RBV enthalten<sup>97</sup>
5. Masse der beurteilten Charge in Tonnen
6. Name, Anschrift und Global Location Number (GLN) des Herstellers der Recycling-Baustoffe
7. Aussagekräftige Fotos des Materials und des Ortes an dem die Probe gezogen wurde
8. Probenahmeprotokoll
9. Analyseberichte für die begrenzten Parameter gemäß Anhang 2 [52, S. 12 ff.] inklusive der angewandten Probenaufbereitungs-, Aufschluss-, Auslaug- und Bestimmungsmethoden
10. Nachvollziehbare Darstellung aller Beurteilungswerte, die Gegenüberstellung mit den relevanten Grenzwerten und die Beurteilung der Grenzwerteinhaltung
11. Zugeordnete Qualitätsklasse für die beurteilte Charge sowie Einsatzbereiche und Verwendungsverbote aufgrund der vorliegenden Qualitätsklasse

<sup>97</sup>Vgl. [52] RBV § 11

Die neben der *Deklarationsprüfung* genannte *werkseigene Produktionskontrolle* stellt den Nachweis der Umweltverträglichkeit des Recycling-Baustoffes im Produktionsrahmen dar. Dabei werden sämtliche Chargen, deren Ausmaß wiederum mit der Menge von 50 Produktionsstunden begrenzt ist, analytisch untersucht. Davon ausgenommen sind jene Chargen die bereits im Rahmen der Deklarationsprüfung beprobt wurden. Die weitere Vorgangsweise hinsichtlich der Probenahme, Untersuchung der Probe, Beurteilung der Probe und die Dokumentation der *werkseigenen Produktionskontrolle* entspricht jener der Deklarationsprüfung.<sup>98</sup>

Abschnitt 4 der RBV behandelt das Abfallende von Recycling-Baustoffen. Es werden nur Abfälle, welche eine ähnliche Qualität zum erzeugten Produkt aufweisen bzw. die kein höheres Umweltrisiko darstellen, vorzeitig aus dem Abfallregime entlassen.<sup>99</sup>

Das Abfallende eines Recycling-Baustoffes der *Qualitätsklasse U-A* gemäß Anhang 2 [52, S. 12 ff.], erfolgt mit der Übergabe des Baustoffes an eine dritte Person. Die Übergabe durch den Hersteller ist wiederum gemäß Anhang 5 [52, S. 24 ff.] zu dokumentieren.<sup>100</sup> Um das Ende der Abfalleigenschaft zu erreichen, muss vom Hersteller eine Konformitätserklärung über die Durchführung der Qualitätssicherung gemäß RBV sowie über die Einhaltung der Grenzwerte der *Qualitätsklasse U-A* ausgestellt werden. Die Konformitätserklärung ist dem Übernehmer in kopierter Form auszuhändigen und sowohl vom Übergeber als auch vom Übernehmer mindestens sieben Jahre lang aufzubewahren.<sup>101</sup>

## 2.5 Zusammenfassung

Der Beitritt Österreichs zum EWR hatte die Angleichung der nationalen Arbeitsschutzgesetze an europäische Recht zur Folge. Dies erfolgte anhand des ASchG. Das ASchG ist im Zusammenhang mit der Beschäftigung von Arbeitnehmer:innen anzuwenden. Im Rahmen des Beschäftigungsverhältnisses gilt die Fürsorgepflicht der Arbeitgeber:innen gegenüber den Arbeitnehmer:innen. Die Fürsorgepflicht umfasst Maßnahmen um die Sicherheit der Arbeitnehmer:innen im Arbeitsumfeld zu gewährleisten. Die auftretenden Gefährdungspotenziale sind durch die Arbeitgeber:innen zu evaluieren. In weiterer Folge haben sie die Grundsätze der Gefahrenverhütung anzuwenden.

Die Pflichten der Arbeitnehmer:innen umfassen im Wesentlichen die Einhaltung sämtlicher Gesetze und Verordnungen. Überdies sind sie verpflichtet die getroffenen Schutzmaßnahmen und Schutzausrüstungen entsprechend ihrer Unterweisung anzuwenden. Seit der Einführung des ASchG im Jahr 1994 wurde das Gesetz mehrmals novelliert und an neue Erkenntnisse angepasst.

Die BauV stellt eine Verordnung zum 2. Abschnitt des ASchG dar. Sie verfolgt das Ziel die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz der beschäftigten Arbeitnehmer:innen sicherzustellen. Der Geltungsbereich umfasst die Beschäftigung von Arbeitnehmer:innen zur Ausführung von Bauarbeiten aller Art. Bauarbeiten im Sinne der BauV sind in der Regel meldepflichtig und werden unter Aufsicht von fachkundigen Personen durchgeführt.

Abbrucharbeiten, welche eine schriftliche Abbrucharweisung bedürfen, sind gemäß BauV mit besonderen Gefahren verbunden. Daraus folgt, dass Abbrucharbeiten ausschließlich von dafür körperlich und fachlich geeigneten Arbeitnehmer:innen durchgeführt werden dürfen.

Auf Baustellen treten verschiedene Risiken für die Arbeitnehmer:innen auf. Die Arbeitgeber:innen haben Schutzmaßnahmen zur Verringerung dieser Risiken zur Verfügung zu stellen. Beispiele dafür sind Absturzsicherungen, Maßnahmen zum Schutz von Dritten, PSA sowie Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß VOLV und GKV.

<sup>98</sup> Vgl. [52] RBV S. 18

<sup>99</sup> Vgl. [21] Erläuterungen zur RBV S. 21

<sup>100</sup> Vgl. [52] RBV § 14

<sup>101</sup> Vgl. [52] RBV § 15

Abbrucharbeiten wird in der BauV ein eigener Abschnitt gewidmet. Beginnend mit den Vorbereitenden Maßnahmen werden Angaben zu verschiedenen Abbruchverfahren gemacht. Die Beschreibung der jeweiligen Verfahren findet sich in Abschnitt 3.1 wieder. Weitere Themengebiete der BauV betreffen besondere Bauarbeiten wie Arbeiten mit gefährlichen Arbeitsstoffen oder in Bereichen von Deponien.

Treten während der Durchführung von Bau- und Abbruchvorhaben Verhältnisse auf, welche über die Bestimmungen der BauV hinausgehen, sind weiterführende Maßnahmen durch die Behörde anzuordnen.

Weitere Verbesserungen des Arbeitnehmer:innenschutzes folgen aus der Einführung des BauKG. Ziel des BauKG ist die Schaffung von Koordinationspflichten des Bauherrn. Das BauKG gilt für Baustellen sofern Arbeitnehmer:innen beschäftigt werden. Aus den Regelungen des BauKG ergibt sich die Pflicht, Belange des Arbeitsschutzes bereits in der Planungsphase von Bauvorhaben zu berücksichtigen. Um dies zu erreichen werden Planungskoordinatoren eingesetzt, welche die Planer bei Themen des Arbeitsschutzes unterstützen.

In der Ausführungsphase werden die Koordinationspflichten durch den Baustellenkoordinator wahrgenommen. Dieser unterstützt die ausführenden Unternehmen bei der Planung und Evaluierung von entsprechenden Maßnahmen.

Eine wesentliche Aufgabe der Koordinatoren ist die Erstellung des SiGe-Plans. Dieser muss für sämtliche meldepflichtigen Bauvorhaben erstellt werden. Neben dem SiGe-Plan ist eine Unterlage für spätere Arbeiten zu erstellen. Diese umfasst erforderliche Angaben zum Schutz der Sicherheit der Arbeitnehmer:innen, bei späteren Arbeiten.

Da im Zuge von Bau- und Abbrucharbeiten zwangsläufig Abfälle und Abbruchmaterial anfallen, wird abschließend die RBV betrachtet. Ziel der RBV ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft und Wiederverwertung von Materialien. Der Geltungsbereich umfasst dabei die aus Bau- und Abbruchtätigkeiten resultierenden Abfälle.

Gemäß RBV sind vor Ausführungsbeginn Schad- und Störstofferkundungen durchzuführen. Die vorgefundenen Schad- und Störstoffe sind vor den eigentlichen Abbrucharbeiten aus dem Objekt zu entfernen. Im weiteren Verlauf der Arbeiten ist es zwingend erforderlich das Abbruchmaterial in seine Hauptbestandteile zu trennen.

Aus den getrennten Materialien erfolgt anschließend die Herstellung von Recycling-Baustoffen. Nach eingehender Untersuchung werden die Recycling-Baustoffe anhand von Grenzwerten und Parametern in Qualitätsklassen eingeteilt. Zulässige Einsatzgebiete für Recycling-Baustoffe werden anhand der Qualitätsklassen festgelegt und sind im Anhang der RBV festgehalten.

Nachdem die gesetzlichen Grundlagen des Arbeitnehmer:innenschutzes sowie des Baustoffrecyclings eingehend untersucht wurden, richtet sich der Fokus nun auf die eigentlichen Abbruchverfahren. Diese bilden einen zentralen Bestandteil des Rückbauprozesses und haben direkte Auswirkungen auf die Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen sowie auf die Belastung der Umwelt.

## Kapitel 3

# Rückbaumethoden und Möglichkeiten der Aufbereitung von Rückbaumaterialien

In der dynamischen Welt des Bauwesens ist der gezielte Rückbau von Gebäuden ein unverzichtbarer Prozess mit weitreichenden Auswirkung im Bezug auf Sicherheit und Gesundheit der beschäftigten Arbeitnehmer:innen, sowie der effizienten Nutzung von Ressourcen. Die Notwendigkeit des Gebäuderückbaus ergibt sich aus einer Vielzahl von Gründen welche städtebaulichen, ökonomische, ökologische und technologische Aspekte umfasst. Im Fokus dieser Diplomarbeit steht die eingehende Analyse der gemäß BauV vorgesehenen Rückbaumethoden und der nachfolgenden Aufbereitung von Bau- und Rückbauabfällen.

### 3.1 Abbruch- und Rückbauverfahren

Die BauV [51] teilt Abbruchverfahren in die Kategorien vorbereitende Maßnahmen, Abtragen, Abgreifen, Eindrücken, Einreisen, Einschlagen und Demontage ein. Auf die genannten Abbruch- bzw. Rückbauverfahren sowie die gültigen Vorgaben auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit, wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

#### 3.1.1 Vorbereitende Maßnahmen und allgemeine Sicherungsmaßnahmen

Vor der Durchführung von Abbrucharbeiten ist es nach BauV [51] von essentieller Bedeutung, dass der Bauzustand des abzutragenden Bauwerks sowie der benachbarten Gebäude von einer sach- und fachkundigen Person untersucht wird. Dabei ist insbesondere auf die Standfestigkeit des abzubrechenden Gebäudes, die konstruktiven Gegebenheiten, den Zustand der jeweiligen Bauteile und Baustoffe sowie die Lage von Einbauten jeglicher Art zu achten. Sind im abzubrechenden Objekt gesundheitsgefährdende, leicht entzündliche oder explosive Arbeitsstoffe anzutreffen, sind diese vor Beginn der Abbruch- bzw. Rückbauarbeiten sachgemäß aus dem Objekt zu entfernen.<sup>102</sup> Eine weitere nicht zu vernachlässigende Aufgabe der fachkundigen Person ist die Erstellung einer schriftlichen Abbrucharweisung. Diese hat dabei laut BauV insbesondere die nachstehenden Erläuterungen zu enthalten:<sup>102</sup>

1. Umfang, Reihenfolge und Art der Abbrucharbeiten und der dabei erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen
2. Art der benötigten Gerüste und Aufstiege
3. Definition des Abbruchniveaus
4. Mögliche Gefährdung von angrenzenden Bauwerken und daraus resultierende erforderliche Sicherheitsmaßnahmen

---

<sup>102</sup>Vgl. [51] BauV § 110

5. Unerlässliche Sicherheitsmaßnahmen für den Abbruch von Fertigteil-, Stahlbeton-, Metall oder Holzbauten, welche sich aus der jeweiligen Eigenart der Konstruktion ergeben
6. Erläuterung der gesundheitsgefährdenden Einwirkungen durch im Abbruch- bzw. Rückbauobjekt verwendete Stoffe. Darunter werden beispielsweise asbesthaltige Baustoffe oder bleihaltige Anstriche und die hierfür geeigneten Schutzmaßnahmen zusammengefasst. Zu den gesundheitsgefährdenden Einwirkungen zählen neben den Baustoffen mit Gefahrenpotential auch die, insbesondere beim maschinellen Abbruch, entstehenden Abgase und der daraus resultierende Sauerstoffmangel. Somit sind auch im Bezug auf diese Einwirkungen geeignete Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen vorzusehen.

Gemäß BauV ist es jedenfalls erforderlich, das Verhalten des Abbruch- bzw. Rückbauobjekts und der angrenzenden Bauwerke, während der gesamten Dauer der Arbeiten zu beobachten und zu dokumentieren. Es ist dabei besonders darauf zu achten, dass die in der Abbrucharweisung angeordneten Arbeitsanweisungen und Sicherheitsmaßnahmen befolgt werden. Wird während der Durchführung der Arbeiten eine Beeinträchtigung der Standsicherheit des Objekts festgestellt, ist eine Unterbrechung der Arbeiten anzuordnen und eine auf dem Gebiet der Statik fach- und sachkundige Person zu konsultieren. Die Wiederaufnahme der Abbrucharbeiten darf erst erfolgen, nachdem entsprechende ergänzende Maßnahmen von der fachkundigen Person in die Abbrucharweisung eingetragen wurden und diese Maßnahmen auch tatsächlich auf der Baustelle umgesetzt werden.<sup>103</sup>

Ferner dürfen einwirkende Umwelteinflüsse nicht außer Acht gelassen werden. Nach starkem oder länger andauerndem Regen, Starkwindereignissen sowie Erschütterungen durch Erdbeben oder in der Nähe vorgenommenen Sprengungen, sind die abzubrechenden Objekte hinsichtlich ihrer Standsicherheit erneut zu beurteilen.<sup>103</sup>

Der Arbeitsschutz bei Abbrucharbeiten erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen an allen Orten, an denen sich Beschäftigte während der Arbeiten aufhalten. Darunter werden auch die Zugänge zu den Arbeitsplätzen verstanden, welche eine entsprechende Sicherung erfordern. Neben dem Schutz der Beschäftigten sind auch unbeteiligte Personen vor Gefahren durch herabfallende Gegenstände und dergleichen zu schützen. Dies wird durch Absperrungen oder geeignete Schutzdächer erreicht. Die Anordnung von Schutzmaßnahmen ist insbesondere in Bereichen, in denen Abbruchmaterialien abgeworfen werden oder Bauteile abstürzen können vorzusehen.<sup>103</sup>

Um bereits vor Beginn der Arbeiten einsturzgefährdete bauliche Anlagen und Bauteile sicher abzubrechen, müssen die Arbeitsplätze gefahrlos erreichbar sein. In weiterer Folge muss ein gefahrloser Aufenthalt der Arbeitnehmer:innen an den jeweiligen Arbeitsplätzen gewährleistet sein. Dafür sind geeignete Einrichtungen wie Gerüste, Leitern, Arbeitskörbe oder Hubarbeitsbühnen zu verwenden. Bei der Verankerung von Gerüsten und Leitern ist gemäß BauV [51] unbedingt darauf zu achten, dass diese nur an ausreichend standfesten Bauteilen erfolgt. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Vermeidung der Überlastung von Geschößdecken und anderen Bauteilen durch Schutt oder Baumaterialien. Eine punktuelle Akkumulation von Abbruchmaterialien ist aus diesem Grund zwingend zu vermeiden. Die Materialräumung darf jedoch erst nach der Festlegung von entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen beginnen.<sup>103</sup>

Die Arbeitsbereiche, welche für die gemäß RBV [53] vorgeschriebene Trennung der Abbruchmaterialien vorgesehen sind, müssen außerhalb des Gefahrenbereichs zu liegen kommen. Geruchsbelästigende oder ekelerregende Abfallstoffe sind unverzüglich aus dem Baustellenbereich abzutransportieren.<sup>103</sup>

<sup>103</sup>Vgl. [51] BauV § 111

### 3.1.2 Abbruch durch Abtragen

Nach BauV [51] versteht man unter Abbruch durch Abtragen das schichtenweise Abbrechen von Bauwerken. Der Arbeitsvorgang kann händisch mittels Handwerkzeugen oder unter Zuhilfenahme von Druckluftgeräten erfolgen. Der Abbruch durch Abtragen ist somit den manuellen Abbruchverfahren zuzuordnen.<sup>104</sup>

In der praktischen Umsetzung erfolgt der manuelle Abbruch in der Regel unter Zuhilfenahme einer Vielzahl von Werkzeugen. Einzelne Bestandteile des abzubrechenden Bauwerks wie Mauerwerksziegel, Natursteine oder Betonteile werden mit Hilfe von tragbaren Geräten wie Abbruchhämmern, händische Abbruchzangen und weiteren gelöst. Sofern kein technisch oder konstruktiver Durchbruch hergestellt wird, erfolgt der Abtrag in umgekehrter Reihenfolge der Herstellung des Bauwerks. Das Trennen von Bewehrungsstählen erfolgt mittels Bolzenschneider, Eisensäge oder Schneidbrenner. In weitere Folge können Stahlbleche bis zu 3,5 mm Dicke mittels Druckluft oder hydraulisch betriebenen Blechscheren getrennt werden.<sup>105</sup>

Die gelösten Materialien bzw. Bauteile sind dem Arbeitsfortschritt folgend zur Grundebene zu transportieren, um eine Überlastung von Geschoßdecken zu vermeiden. Der Transport des Abbruchmaterials kann, unter Berücksichtigung der Fallhöhe, innerhalb des Gebäudes oder außerhalb des Bauwerks erfolgen. Dabei kommen Schuttrinnen, Förderkübel oder krangeführten Container zum Einsatz. Beim Transport bzw. beim Abwerfen des Abbruchmaterials ist der Gefahrenbereich abzusperren oder ein Sicherungsposten aufzustellen. Ist ein Transport des Materials innerhalb des Gebäudes durch Abwerfen vorgesehen, sind ausreichend große Durchbrüche in den Geschossdecken anzuordnen. Ein Aufschlagen in den Zwischengeschossen ist dabei zu vermeiden. Ferner sind Wandöffnungen in den Fallbereichen zu verschließen. Dadurch wird verhindert, dass aufschlagendes Abbruchmaterial außerhalb des Gebäudes gelangt.<sup>105</sup>

Der konventionelle manuelle Abbruch ist ein Verfahren mit geringer Abbruchleistung, hoher physischer Belastung für die Arbeitnehmer:innen und hohem Unfallrisiko. Aufgrund der technischen Geräteentwicklung werden anstatt des manuellen Abtragens meist Kleingeräte wie Minibagger, Kompaktlader aber auch ferngesteuerte Abbruchmaschinen mit einer Vielzahl von Werkzeugen und Anbaugeräten eingesetzt. Der händische Abbruch beschränkt sich in den meisten Fällen auf begleitende Arbeiten oder um Anschlüsse für angrenzende Bauwerke besonders sorgfältig und schonend herzustellen.<sup>106</sup>

### 3.1.3 Abbruch durch Abgreifen

Abbruch durch Abgreifen wird als das maschinelle Greifen und Lösen von Bauteilen aus ihrer Verankerung beschrieben. Dieser Vorgang erfolgt in der Praxis meist unter Verwendung eines Abbruch- und Sortiergreifers, welcher an einem Abbruchhydraulikbagger oder dafür geeigneten Kleingeräten montiert wird.<sup>107</sup>

Gemäß den Vorgaben der BauV muss das zum Abgreifen von Bauteilen eingesetzte Baugerät in der Lage sein, dass abzubrechende Bauteil in einer Höhe von mindestens 50 cm frei zu überschwenken.<sup>108</sup> Zusätzlich ist ein horizontaler Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten.<sup>109</sup>

Der Rückbau durch Abgreifen ist nur zulässig, sofern keine Einsturzgefahr des betroffenen Objekts besteht. Dieser Umstand muss während des gesamten Rückbauvorgangs gegeben sein. Im

<sup>104</sup>Vgl. [51] BauV § 114

<sup>105</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 235 f.

<sup>106</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 241

<sup>107</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 250

<sup>108</sup>Vgl. [51] BauV § 115

<sup>109</sup>Vgl. [51] BauV § 113



**Abb. 3.1:** Mechanisch starrer Abbruchgreifer (Quelle: Machineseeker [32])

Zuge des Abgreifvorganges muss sichergestellt sein, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich befinden.<sup>108</sup>

Die Entwicklung des Abbruch- und Sortiergreifers erfolgte aufgrund der steigenden Anforderung an die Sortierung des Abbruchmaterials und der Notwendigkeit Abbrucharbeiten präzise durchzuführen. Der Greifer verfügt über eine fixierte und eine bewegliche Seite. Weiter besteht die Möglichkeit der Rotation des Greifers über einen Drehkranz. Die Bewegungsmöglichkeiten des Greifers ähneln somit jenen einer Hand. Je nach Hersteller sind Abbruch- und Sortiergreifer in unterschiedlichen Größen, Formen und Ausbildungen erhältlich. Eine Kategorisierung erfolgt in mechanische starre Abbruchgreifer, hydraulische drehbare Abbruchgreifer, hydraulische drehbare Mehrschalengreifer und Stahl-/Schrottscheren. Auf die genannten Kategorien wird in der nachfolgenden Aufzählung näher eingegangen:<sup>110</sup>

- **Mechanische starre Abbruchgreifer:** Diese Art der Greifer wird meist für Abbrucharbeiten an Holzbauwerken oder Bauwerken in Mischbauweise eingesetzt. Weitere gängige Einsatzgebiete sind damit in Verbindung stehende Verlade- oder Sortierarbeiten. Der starre Abbruchgreifer wird gekennzeichnet durch mehrere Greifzinken, welche jeweils über einen starren unteren Greifarm und einen beweglichen oberen Greifarm verfügen. Der bewegliche Greifarm ist über eine Druckstange mit dem Löffelstiel des Baggers verbunden. Die Vorteile dieser Greifer liegen in der äußerst robusten Konstruktion, des geringen Eigengewichts und der Anbringung an sämtlichen Standardbaggern. Als Nachteil wird exemplarisch die Schwierigkeit der genauen Positionierung über dem zu greifenden Objekt hervorgehoben. In Abb. 3.1 ist ein mechanisch starrer Abbruchgreifer, welcher über zwei Greiferschalen verfügt, dargestellt.
- **Hydraulisch drehbarer Abbruchgreifer:** Dieser Greifer wird vorrangig für den Abbruch von Bauwerken in Ziegelbauweise und den dabei anfallenden Holzbauteilen eingesetzt. Der Abbruchgreifer verfügt über zwei hydraulisch bewegbare Greiferschalen und eine hydraulische Drehvorrichtung welche mit Kugeldrehverbindungen ausgestattet ist. Somit

<sup>110</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 316-326

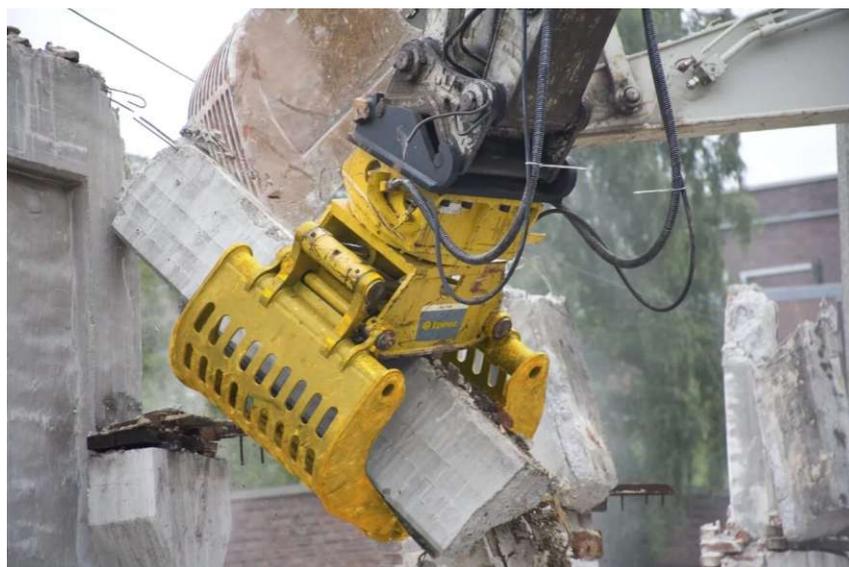


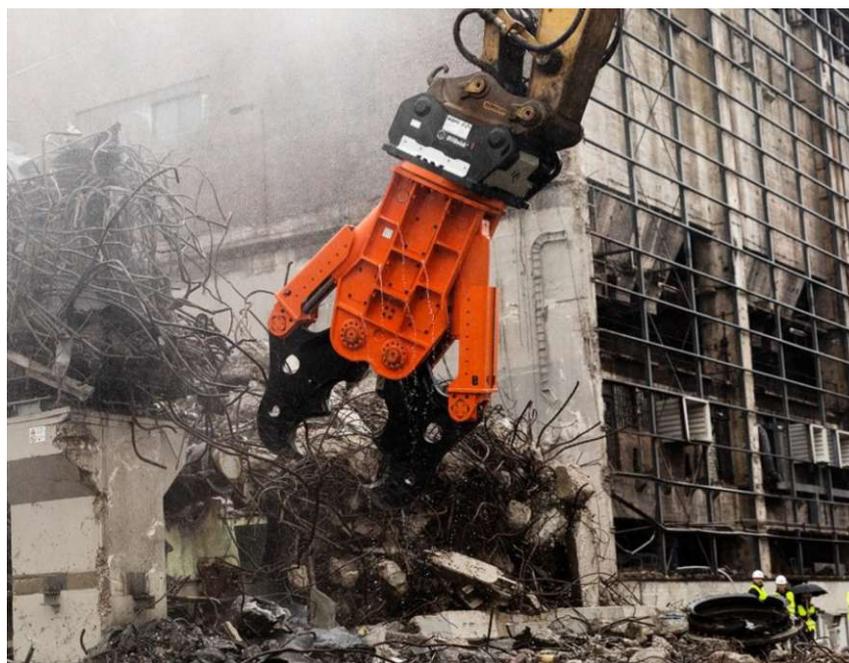
Abb. 3.2: Hydraulisch drehbarer Abbruchgreifer (Quelle: Müller [35])



Abb. 3.3: Hydraulisch drehbarer Mehrschalengreifer (Quelle: Liebherr [30])

findet der hydraulisch drehbare Greifer bei den Arbeitsvorgängen Abbrechen, Sortieren, Zerkleinern und Verladen seine Anwendung. In der Praxis sind verschiedene Varianten von auswechselbaren Greiferschalen in Verwendung. Die Wahl der geeigneten Greiferschalen folgt anhand des abzubrechenden Baustoffes. In Abb. 3.2 ist ein Beispiel für einen hydraulisch drehbaren Abbruchgreifer mit zwei Greiferschalen dargestellt.

- **Hydraulisch drehbarer Mehrschalengreifer:** Im Gegensatz zum hydraulisch drehbaren Abbruchgreifer verfügt der hydraulisch drehbare Mehrschalengreifer über drei bis fünf Greiferschalen. Die Funktions- und Arbeitsweise der Mehrschalengreifer gleicht jener der zweisechaligen Greifer. Das typische Einsatzgebiet liegt jedoch bevorzugt bei der Verladung von großformatigen Abbruchteilen. In Abb. 3.3 ist ein hydraulisch drehbarer Mehrschalengreifer der Firma Liebherr mit fünf Greiferschalen beispielhaft dargestellt.



**Abb. 3.4:** Stahl- und Schrottschere (Quelle: Allgemeine Bauzeitung [1])

- **Stahl- und Schrottscheren:** Der Abbruch von Stahlkonstruktionen erfolgt durch eine Trennung der konstruktiven Bauteile aus dem Gefüge. Das Wirkungsprinzip der dafür eingesetzten Abbruchwerkzeuge entspricht jenem einer Schere. Laut Schröder et al. [46] liegt die Hauptaufgabe dieser Werkzeuge in der Aufbringung von hohen Schließkräften bei geringem Eigengewicht. In der Praxis werden sowohl mechanische als auch hydraulisch betriebene Stahlscheren eingesetzt. In Abb. 3.4 ist eine Stahlschere bei der Durchtrennung des Bewehrungsstahls eines Stahlbetonbauwerks dargestellt.

### 3.1.4 Abbruch durch Eindrücken

Als Eindrücken wird das Niederbringen, Umlegen oder Kippen von Bauwerken oder Bauwerksteile durch Aufbringen von Druckkräften bezeichnet.<sup>111</sup> Gemäß BauV ist der Abbruch durch Eindrücken nicht zulässig, wenn mit den abzubrechenden Bauteilen verbundene Bauwerksteile bestehen bleiben. Für den Vorgang des Eindrückens dürfen ausschließlich hydraulisch betriebene Geräte eingesetzt werden. Eindrücken von Bauteilen mit dem Ausleger eines Seilbaggers oder die Verwendung von Zahnstangenwinden stellt keine zulässige Form des Abbruchs dar. Des weiteren muss der Abbruchvorgang möglichst so erfolgen, dass die abgebrochenen Bauteile ins innere des Abbruchobjekts fallen. Die anschließende Beseitigung des Abbruchmaterials ist ohne Betretung des Objekts, nur mit dem verwendeten Baugerät, durchzuführen.<sup>112</sup> Des weiteren ist ein waagrechter Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten.<sup>109</sup>

Das Eindrücken kann sowohl manuell mithilfe von Hydraulikpressen, als auch maschinell mittels Hydraulikbaggern erfolgen. Die Abbruchbagger werden, je nach den örtlichen Gegebenheiten, mit Abbruchlöffeln oder Abbruchgreifern ausgestattet. Da im vorherigen Unterkapitel bereits auf Abbruch- und Sortiergreifer eingegangen wurde, wird im folgenden lediglich der Abbruchlöffel näher beschrieben.

<sup>111</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 250

<sup>112</sup>Vgl. [51] BauV § 116



**Abb. 3.5:** Abbruchlöffel mit Niederhalter Quelle: Mörtelbauer [34]

Der Abbruchlöffel wird insbesondere für den Abbruch von Bauwerken in Ziegelbauweise eingesetzt. Es handelt sich dabei um Baggerlöffel, welche durch einen Klappmechanismus oder mechanische bzw. hydraulische Niederhalterarme gekennzeichnet sind. Der eingesetzte Löffel entwickelt eine vergleichsweise geringe Brechkraft. Diese ist jedoch für die Zerstörung von Mauerwerken ausreichend. Mit Hilfe der Niederhalterarme werden Balken, Stahlträger oder Rohre gefasst und auf geeignete Transportmittel verladen.<sup>113</sup>

Abbruchlöffel sind in der Praxis in mechanischer als auch in hydraulischer Form erhältlich. Mechanische Abbruchlöffel werden direkt am Baggerstiel befestigt. Hydraulische Systeme hingegen benötigen zusätzlich einen Hydraulikzylinder und eine entsprechende Hydraulikanlage. Ein Beispiel für einen hydraulischen Abbruchlöffel mit Niederhalter ist in Abb. 3.5 ersichtlich. Hydraulische Systeme sind hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten deutlich flexibler gegenüber mechanischen Systemen. Die Niederhalterarme sind teilweise, gemäß den vorgefundenen Einsatzbedingungen, austauschbar.<sup>113</sup>

Eine Weiterentwicklung der Abbruchlöffel stellen die sogenannten Brecherlöffel dar. Dabei werden robuste Backenbrecher in die Abbruchlöffel integriert. Das zu brechende Material, welches meist aus Ziegel oder Beton besteht, wird mit dem Löffel aufgenommen und anschließend im hinteren Teil des Löffels zerkleinert. Das gebrochene Material tritt anschließend im hinteren Teil des Löffels wieder aus. Mit Brecherlöffeln werden Recycling-Baustoffe mit Korngrößen von 0–80 mm hergestellt. Der Einsatz bringt den Vorteil mit sich, dass keine zusätzlich Brechanlagen erforderlich sind. Einige Modelle verfügen darüber hinaus über einen leistungsstarken Elektromagneten, um bei der Zerkleinerung von Stahlbetonbauteilen die mit dem Beton verbundenen Bewehrungsstähle abzutrennen. Das Einsatzgebiet von Brecherlöffeln beschränkt sich jedoch auf vergleichsweise kleinere Abbruch- bzw. Rückbauvorhaben mit mittleren Materialfestigkeiten.<sup>113</sup>

### 3.1.5 Abbruch durch Einreißen

Die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) beschreibt in ihrem Merkblatt zur Arbeitssicherheit auf Abbruchbaustellen [2] den Abbruch durch Einreißen analog zur BauV [51] als das Abbrechen von Bauwerken durch die Aufbringung von Zugkräften. Dies erfolgt durch geeignete

<sup>113</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 331

Einrichtungen wie Seilwinden, Flaschen- oder Greifzüge, Bagger oder Zugmaschinen. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass Anschlagmittel wie beispielsweise Seile oder Ketten kraftschlüssig mit dem Zugseil verbunden sind. Das Zugseil muss eine solche Länge aufweisen, dass sich die Vorrichtung zum Aufbringen der Zugkraft gänzlich außerhalb des durch herabstürzende Bauteile gefährdeten Bereichs befindet. Als weitere Vorgabe der BauV muss die eingesetzte Zugvorrichtung derart aufgestellt werden, dass die Neigung des Zugseils  $45^\circ$  nicht überschreitet.<sup>114</sup> Zusätzlich ist ein waagrechtlicher Sicherheitsabstand von mindestens der dreifachen Geschoßhöhe einzuhalten.<sup>109</sup>

Die eingesetzten Winden, Flaschen- und Hubzüge sowie Umlenkrollen sind derart zu verankern, dass die 1,5-fache zu erwartende Zugkraft aufgenommen werden kann.<sup>114</sup>

Im weiteren Verlauf ist besonderes Augenmerk auf die mit dem einzureißenden Bauwerksteil verbundenen Bauteile zu legen. Dies gilt insbesondere sofern diese stehen bleiben sollen. Das Abbruchverfahren Einreißen eignet sich daher hauptsächlich für einzelne und allein stehende Bauteile sowie frei stehende turmartige Bauwerke. Während des Einreißen durch maschinelle Einrichtungen dürfen gemäß BauV nur jene Mitarbeiter:innen im Gefahrenbereich anwesend sein, welche für die Bedienung der Zugeinrichtung erforderlich sind.<sup>114</sup>

Die Vorteile des Abbruchs durch Einreißen liegen, insbesondere bei kleineren Bauwerken, vorrangig in den geringen Kosten. Bei kleineren Bauwerken ist zudem ein, im Vergleich zu anderen Methoden, schnellerer Arbeitsfortschritt zu beobachten. Dem gegenüber stehen die teilweise starke Erschütterung, Lärmintensität und die Staubentwicklung welche diese Abbruchmethoden mit sich bringt. Ferner ist der gesamte Ablauf nur begrenzt zu kontrollieren.<sup>115</sup>

### 3.1.6 Abbruch durch Einschlagen

Der Abbruch durch Einschlagen wird als „Zerstörung in einem schlagenden Vorgang“ [46, S. 250] bezeichnet. Dieser Vorgang kann manuell durch den Einsatz von Hämmern bzw. Vorschlagshämmern oder maschinell mittels Seilbaggern erfolgen.<sup>116</sup>

Die BauV stellt weitere Anforderungen an die eingesetzten Geräte. Die Auslegerspitze des zum Einschlagen verwendeten Gerätes hat bis mindestens 1,50 m über die höchsten Schlagpunkte zu reichen. Zudem dürfen nur Geräte eingesetzt werden, welche gemäß Herstellervorgabe für das Zerstören von Bauteilen mittels stählernen Fallbirnen oder Schlagkugeln geeignet sind.<sup>117</sup> Der horizontale Sicherheitsabstand, welcher zwischen Trägergerät und Abbruchobjekt eingehalten werden muss, beträgt mindestens die 1,5-fache Geschoßhöhe.

Während das Einschlagen von Decken und Gewölben durch einen senkrechten Fall der Fallbirne realisiert wird, erfolgt der Abbruch der vertikal aufgehenden Bauteile durch Ausschwingen der Schlagkugel. Das Erreichen der erforderlichen Schwingbewegung durch wippen mit dem Ausleger ist dabei nicht zulässig. Weiter ist die Schlagbewegung derart zu führen, dass die durch den Schlagvorgang zerstörten Bauteile in das Innere des Bauwerks fallen. Das Unterhöhen sowie Einschlagen von Bauwerken durch Zerstörung von Wänden und Pfeilern in horizontaler Richtung ist untersagt.<sup>117</sup>

Die tragenden Bauteile des abzubrechenden Bauwerks sind so einzuschlagen, dass kein unkontrollierter Einsturz gefördert wird. Dies gilt insbesondere für Objekte, welche nicht zur Gänze durch Einschlagen abgebrochen werden können. Bevor der Abbruch mit Hilfe einer anderen Abbruchmethode fortgesetzt wird, muss der stehengebliebene Gebäudeteil von einer fachkundigen Person untersucht und beurteilt werden. Die aufgrund dieser Untersuchung resultierenden zusätzlich

<sup>114</sup> Vgl. [51] BauV § 117

<sup>115</sup> Vgl. [2] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, S. 14

<sup>116</sup> Vgl. [46] Schröder et al., S. 250

<sup>117</sup> Vgl. [51] BauV § 118



**Abb. 3.6:** Abbruch durch Einschlagen unter Verwendung eines Seilbaggers (Quelle: Kühn [29])

erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen sind in der Abbrucharweisung einzutragen. Grundsätzlich gilt wiederum, dass der Gefahrenbereich beim Einsatz von maschinellen Einrichtungen nur von den für die Bedienung der Einrichtung notwendigen Arbeitnehmer:innen betreten werden darf. Alle übrigen Arbeitnehmer:innen haben sich außerhalb des Gefahrenbereichs aufzuhalten.<sup>117</sup>

Die Fallbirne selbst muss mit dem Hubseil fachgerecht verbunden sein. Die Aufhängung ist je nach Beanspruchung, jedoch mindestens einmal täglich, zu prüfen. Selbiges gilt für das Leitseil, sofern ein solches verwendet wird.<sup>117</sup> In Abb. 3.6 ist das Einschlagen von vertikal aufgehenden Bauwerksteilen durch einen Seilbagger mit einer schwingenden Stahlmasse dargestellt.

### 3.1.7 Abbruch durch Demontage

Die Demontage wird als „zerstörungsfreie Trennung bzw. das Lösen von Bauteilen“ [46, S. 253] bezeichnet. Diese Trennung kann durch das Lösen von Schraubverbindungen, Auftrennen von Schweißnähten bei Stahlteilen oder Trennung von sonstigen Verbindungsmitteln wie Nägel, Zapfen und Dübel erfolgen. Die Methode der Demontage wird insbesondere bei einer vorgesehenen Wiederverwendung oder erforderlichen Trennung von kontaminierten Bauteilen in der Sanierung angewendet.<sup>118</sup> Die zu demontierenden Bauwerksteile müssen gemäß BauV [51] so fixiert oder an Hebezeugen mit Anschlagmitteln gesichert werden, dass ein Abstürzen oder Ausschwingen nach dem Lösen der Verbindung verhindert wird.<sup>119</sup> Die Demontage zur Wiederverwendung erfolgt in der Regel in umgekehrter Reihenfolge der ursprünglichen Montage.<sup>120</sup>

<sup>118</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 253

<sup>119</sup>Vgl. [51] BauV § 119

<sup>120</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 247



**Abb. 3.7:** Thermisches Trennen mittels Schneidbrenner (Quelle: Helge [25])

Besondere Anforderungen an den Arbeitsschutz bestehen laut BauV beim thermischen Trennen. Die zur Verfügung gestellte PSA der Arbeitnehmer:innen hat dabei mindestens die folgenden Bestandteile zu enthalten:<sup>119</sup>

1. Fuß- und Beinschutz
2. Schutzkleidung aus schwer entflammarem Material sowie Lederschürzen im Falle von beengten Platzverhältnissen
3. Schutzhandschuhe mit Stulpen aus schwer entflammaren Materialien
4. Kopf- und Nackenschutz sowie Augen- und Gesichtsschutz

In weiterer Folge ist beim thermischen Trennen darauf zu achten, dass alle brennbaren Baustoffen aus dem Arbeitsbereich entfernt werden. Zusätzlich ist eine ausreichende Anzahl von Löschmitteln bereitzustellen sowie eine Brandwache einzurichten.<sup>119</sup>

Bei Anwendung von thermischen Trennverfahren in geschlossenen Räumen sind gesonderte Maßnahmen zu treffen um eine gesundheitsgefährdende Konzentration von Gasen und Dämpfen im Arbeitsbereich zu verhindern.<sup>119</sup> In Abb. 3.7 ist der thermische Trennvorgang der Verbindung eines Stahlträgers mittels Schneidbrenner beispielhaft dargestellt.

Da es immer wichtiger wird mit Ressourcen verantwortungsvoll umzugehen und Rohstoffe sparsam einzusetzen, gewinnt die Wiederverwertung von abgebrochenen Baumaterialien stetig an Einfluss. Die Möglichkeiten eines effizienten Arbeitsstoffrecyclings wird im folgenden Kapitel näher beleuchtet.

### 3.2 Baustoffrecyclings und Aufbereitung von Bau- und Rückbauabfällen

Recycling ist ein zentraler Aspekt des nachhaltigen Bauens, der darauf abzielt, die bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfälle zu reduzieren und zu verwerten. Recycling-Baustoffe sind

Baustoffe, welche aus den Sekundärrohstoffen Bau- und Abbruchabfällen durch Aufbereitung hergestellt werden. Sie können sowohl im Hochbau als auch im Tiefbau eingesetzt werden. Die Anforderungen an Herstellung und Verwendung von Recycling-Baustoffen wurden bereits im Zuge der Betrachtung der RBV [52] erläutert. Im nachfolgenden Kapitel sollen Recycling-Baustoffe und deren konkrete Herstellung näher betrachtet und erläutert werden.

Gemäß Müller [36] hat die Aufbereitung die Aufgabe, aus dem Sekundärrohstoff Bauabfall einen Recycling-Baustoff mit klar festgelegten Eigenschaften herzustellen. Diese Eigenschaften betreffen die, je nach Einsatzgebiet unterschiedlichen, Anforderungen an die Größe der Partikel sowie die geforderten physikalischen Merkmale. Dies gilt insbesondere für Recycling-Gesteinskörnungen welche im klassifizierten Straßenoberbau oder im Betonbau eingesetzt werden.<sup>121</sup>

Wie bereits im Abschnitt 2.4 erwähnt, ist die Qualität der erzeugten Recycling-Baustoffe von den jeweiligen Ausgangsmaterialien sowie deren Zusammensetzung abhängig. Der technologische Aufwand zur Erzeugung von qualitativ hochwertigen Recycling-Baustoffen ist bei homogenen Ausgangsmaterialien wesentlich geringer, als bei stark heterogen ausgeprägten Materialien. Somit wird die zu wählende Technologie für die Aufbereitung der Bau- bzw. Abbruchabfälle durch die Eigenschaften des Ausgangsmaterials und der angestrebten Qualität des Recycling-Baustoffes beeinflusst.<sup>121</sup>

Die Grundoperationen der Aufbereitung von Bau- und Abbruchabfällen sind in Tab. 3.1 zusammengefasst. Die Aufbereitung kann in mobilen oder stationären Aufbereitungsanlagen erfolgen. Technisch einfachste Variante, welche in mobilen Aufbereitungs- bzw. Brechanlagen angewendet wird, ist die Vorsiebung und Trennung in Grobgut und Vorsiebmaterial. Das Grobgut wird der Brechanalge zugeführt um anschließend etwaige metallische Bestandteile mit einem Überbandmagnet zu entfernen. Aus dem gebrochenen Grobgut entsteht somit der eigentliche Recycling-Baustoff. Dieser setzt sich im wesentlichen aus den groben Bestandteilen des Ausgangsmaterials zusammen. Das Vorsiebmaterial enthält jene Bestandteile des Ausgangsmaterials, welche eine geringe Festigkeit (Bauabfälle, Bodenpartikeln, usw.) aufweisen und wird für Hinterfüllungen und andere untergeordnete Anwendungen eingesetzt.<sup>122</sup> Ein Ablaufpiktogramm des beschriebenen Aufbereitungsprozesses in einer mobilen bzw. stationären Aufbereitungsanlage ist Abb. 3.8 zu entnehmen.

Zusätzliche Aufbereitungsschritte sowie anspruchsvollere Aufbereitungstechnologien von Bau- und Abbruchabfällen sind nach Müller [36] ausschließlich in stationären Aufbereitungsanlagen möglich. Mögliche zusätzliche Aufbereitungsschritte sind:

- Zweistufige Zerkleinerung: Prallbrecher im Anschluss an einen Backenbrecher
- Aussortieren von Störstoffen am Sortierband
- Herstellung von Korngruppen mittels Vibrationssiebung
- Abtrennung von Störstoffen mittels Windsichtung

Zusätzlich zur angeführten händischen Sortierung und der Abtrennung von Störstoffen durch die Windsichtung, können in stationären Aufbereitungsanlagen flüssigkeitsbasierte Sortierprozesse in den Verfahrensablauf integriert werden. Diese Art der Sortierung ermöglicht die Trennung der Bau- und Abbruchabfälle entsprechend der Dichte ihrer Bestandteile.<sup>123</sup>

Die derzeit erhältlichen Recycling-Baustoffe umfassen nach Partikelgröße eingeteilte Recycling-Gesteinskörnungen. In der Praxis werden diese als Recycling-Gemische bzw. RC-Gemische

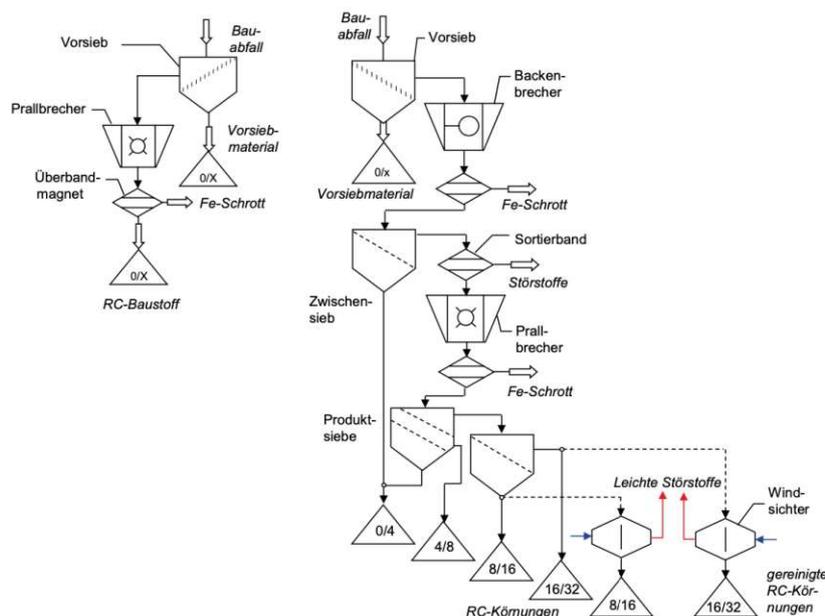
<sup>121</sup>Vgl. [36] Müller, S. 61

<sup>122</sup>Vgl. [36] Müller, S. 61 f.

<sup>123</sup>Vgl. [36] Müller, S. 62 f.

**Tab. 3.1:** Grundoperationen bei der Bauabfallaufbereitung und deren Ziele (Quelle: Müller [36, S. 62])

Grundoperation	Ziele
Zerkleinern	Herabsetzung der oberen Korngröße
Zerteilen eines Festkörpers durch Einwirken mechanischer Kräfte bis zum Bruch	Erzeugung polydispenser Partikelgemische und Aufschließen von „Verwachsungen“, d.h. Freilegen der Einzelkomponenten aus dem Stoffverbund
Klassieren	Begrenzung der oberen Korngröße
Trennung eines körnigen Haufwerks nach geometrischen Abmessungen in Kornfraktionen	Erzeugung bestimmter Korngrößenverteilungen für die nachgelagerte Verwertung  Abtrennen von Feianteilen zur Entlastung von Zerkleinerungsanlagen, zum Schutz vor Verschleiß und Vermeiden von Verstopfungen  Vorbereitung der Sortierung, wenn diese nur bei engem Kornband möglich ist  Ggf. Sortierung selbst, wenn in bestimmten Kornfraktionen, bestimmte Stoffe angereichert sind
Sortieren	Entfernung von Schad- und Störstoffen
Trennen eines Materialgemisches nach Stoffarten unter Nutzung physikalischer Merkmale	Trennung von gemischten Bauabfällen in ihre mineralischen Bestandteile



**Abb. 3.8:** Vereinfachte Verfahrensfliessbilder einer mobilen Aufbereitungsanlage für mineralische Bauabfälle (links) und einer stationären Aufbereitungsanlage (rechts) (Quelle: Müller [36, S. 63])

bezeichnet. Für RC-Gemische gelten die selben Sieblinien wie für natürlich gewonnene Gesteinskörnungen. Anwendungsbeispiele für Recycling-Gesteinskörnungen sind in Tab. 3.2 abgebildet.

### 3.2.1 Zerkleinerung mittels Brechern

Der Zerkleinerungsprozess ist definiert als „die Zerlegung eines Festkörpers in Bruchstücke durch das Einwirken von mechanischen Kräften“ [36, S. 64]. Diese müssen groß genug sein um die inneren Bindungskräfte zu überwinden. Ergebnis des Zerkleinerungsprozesses ist ein Anstieg der Partikelanzahl sowie der spezifischen Oberfläche bei gleichzeitiger Reduktion der Partikelgröße.

Die Zerkleinerung ist ein fundamentaler Bestandteil der Aufbereitung von Bauabfällen und übernimmt mehrere Aufgaben im Aufbereitungsprozess. Einerseits werden durch Zerkleinerung der Bau- und Abbruchabfälle die nach Größe abgestuften Korngemische erzeugt. Diese werden für die Herstellung von Tragschichten im Straßenbau oder als Gesteinskörnung für die Betonherstellung eingesetzt. Andererseits dient die Zerkleinerung der Trennung von Verbundmaterialien, um die zerkleinerten Partikel anschließend einer Sortierung zuzuführen.<sup>124</sup>

Im Rahmen des Zerkleinerungsprozesses kommen in der Regel Backen- und Prallbrecher zum Einsatz. Die Unterscheidung folgt aus der Beanspruchung von Bauabfällen durch Druck oder Prall. Die Beschickung der Brecher mit dem Ausgangsmaterial erfolgt dabei mittels Rollenrost oder Plattenband. Beide Brechertypen sind grundsätzlich als einstufige oder zweistufige Zerkleinerung geeignet.<sup>124</sup>

Bei der zweistufigen Zerkleinerung werden in der Regel beide Brechertypen in Serie eingesetzt. Backenbrecher werden dabei als Vorbrecher eingesetzt, da diese in der Lage sind große Ausgangspartikel zu einem groben Brechprodukt zu verarbeiten. Anschließend werden die grob zerkleinerten Bau- und Abbruchabfälle einem Prallbrecher zugeführt und in feinere Brechprodukte

<sup>124</sup>Vgl. [36] Müller, S. 73 f.

**Tab. 3.2:** Einteilung von rezyklierten Gesteinskörnungen nach der Partikelgröße (Quelle: Müller [36, S. 64])

	Definition	Beispiele für Korngruppen
Feine Gesteinskörnungen	$D \leq 4mm$	0/1 mm 0/2 mm 0/4 mm
Grobe Gesteinskörnungen	$d \geq 2mm$ $D \geq 4mm$	2/8 mm enggestuft 4/8 mm enggestuft 8/16 mm enggestuft 8/22 mm weitgestuft 4/32 mm weitgestuft 16/32 mm enggestuft
Korngemische	$d = 0$ $D \leq 45mm$	0/22 mm

D: Maximaler Partikeldurchmesser  
d: Minimaler Partikeldurchmesser

zerkleinert. Als weitere gängige Brechertypen werden Schlagwalzenbrecher, Kegelbrecher und Fräsbrecher genannt. Im Folgenden wird jedoch lediglich auf die primär eingesetzten Brecher Bezug genommen.<sup>124</sup>

**Backenbrecher:** Die Funktionsweise ist mit dem Prinzip eines Nussknackers zu vergleichen. Das zu zerkleinernde Material wird über die Aufgabeöffnung zugeführt und anschließend zwischen einer festen und einer beweglichen Backe zerkleinert, siehe Abb. 3.9. Durch das Schließen der beweglichen Backe wird das Brechgut zerdrückt. Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis das zerkleinerte Brechgut durch den Austragsspalt fällt. Da Backenbrecher für die grobe Zerkleinerung von Gesteinen mit hoher Druckfestigkeit entwickelt wurden, stellt die Zerkleinerung von Beton- und Mauerwerksbruch keine große Herausforderung dar.<sup>124</sup>

Für die Zerkleinerung von Stahlbeton ist eine Trennung von Bewehrungsstahl und Beton vor der Behandlung in einem Brecher jedoch grundsätzlich anzuraten, um eine Störung des Materialflusses im Brecher zu vermeiden.<sup>124</sup>

**Prallbrecher:** Bestehen aus einem Gehäuse welches mit Prallplatten und einem Rotor mit Schlagleisten versehen ist. Die Zerkleinerung des Ausgangsmaterials erfolgt in mehreren Teilprozessen, wie gemäß Abb. 3.10 veranschaulicht wird. Zum einen erfolgt die Zerkleinerung durch Auftreffen auf die am Rotor befestigten Schlagleisten. Daraufhin erfährt das Brechgut eine Beschleunigung und wird durch den Aufprall auf den im Gehäuse verbauten Prallplatten weiter zerkleinert. Zum anderen wird die Brechleistung durch die Beanspruchung bzw. Reibung der Partikel untereinander begünstigt. Die Beanspruchung

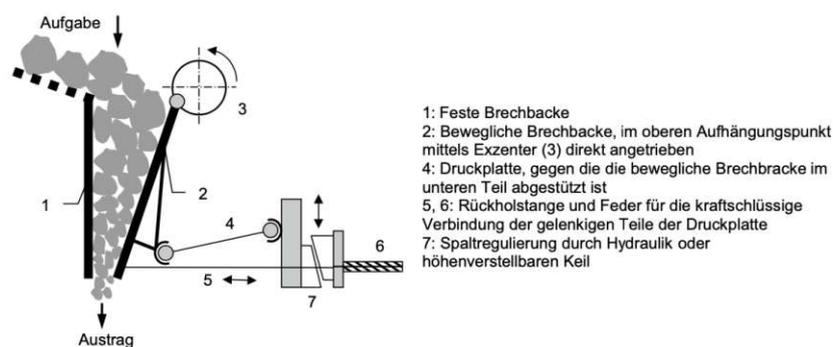


Abb. 3.9: Prinzipskizze eines Einschwingenbackenbrechers (Quelle: Müller [36, S. 74])

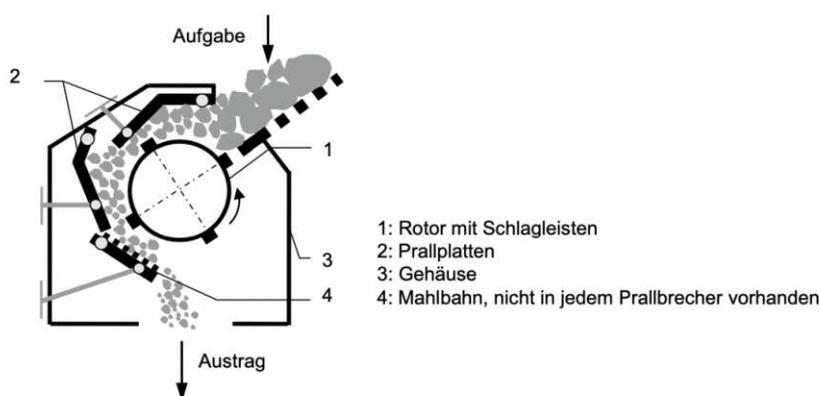


Abb. 3.10: Prinzipskizze eines Prallbrechers (Quelle: Müller [36, S. 74])

des Materials wird solange fortgesetzt bis das Brechprodukt durch den Austragsspalt zwischen der unteren Prallplatte und der Schlagleiste des Rotors fällt.<sup>125</sup>

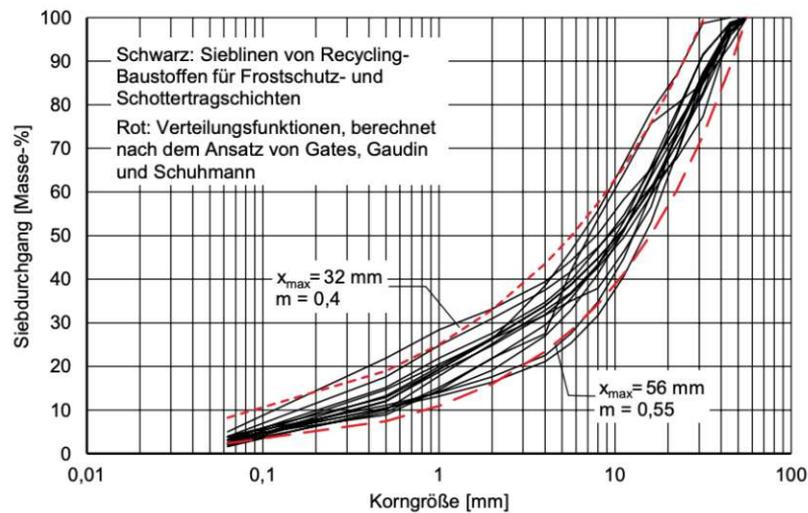
Prallbrecher wurden für die Zerkleinerung von Natursteinen mit mittleren Festigkeitswerten entwickelt und finden im Recycling von Bau- und Abbruchabfällen ihre breite Anwendung. Bei diesem Typ von Brechern ist ein vergleichsweise hoher Verschleiß zu beobachten, davon sind insbesondere die hochbeanspruchten Kanten der Schlagleisten betroffen. Sämtliche Brechertypen werden in unterschiedlichen Baugrößen hergestellt, die Auswahl des geeigneten Brechers erfolgt anhand der Größe des zu brechenden Ausgangsmaterials und der erforderlichen Partikelgröße des Endprodukts.<sup>125</sup>

Das auffälligste Ergebnis der Zerkleinerung ist die geänderte Korngröße bzw. Kornform gegenüber dem zugeführten Ausgangsmaterial. Die Änderung des Aufschlussgrades ist von dabei untergeordneter Bedeutung, solange sich der zu produzierende Recycling-Baustoff hauptsächlich über seine Kornverteilung definiert. In der gängigen praktischen Umsetzung wird lediglich mit dem Separieren der Bewehrung während der Aufbereitung ein Aufschluss hergestellt.

Typische Sieblinien von aus Betonbruch hergestellten Recycling-Baustoffen werden in Abb. 3.11 abgebildet. Die dargestellten Sieblinien zeigen Auswertungen aus verschiedenen Aufbereitungsanlagen. Da die betrachteten Anlagen hauptsächlich Beton und Naturstein aufbereiten, ergibt sich eine geringe Streubreite der Korngrößenverteilung.<sup>126</sup>

<sup>125</sup>Vgl. [36] Müller, S. 74 f.

<sup>126</sup>Vgl. [36] Müller, S. 81 f.



**Abb. 3.11:** Sieblinien Recycling-Baustoffen und berechnete Korngrößenverteilungen (Quelle: Müller [36, S. 81])

Neben der Wahl des Brechertyps haben die Materialrohichte und die Materialart einen maßgeblichen Einfluss auf die Korngrößenverteilung des Recycling-Baustoffes. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Korngrößenverteilung mit abnehmender Rohdichte des Ausgangsmaterials in den feineren Bereich der Skala verschiebt. Diese Annahmen genügen jedoch nur bei Verwendung von Ausgangsmaterialien, welche im wesentlichen nur aus einer Baustoffart bestehen. Aus dieser Beobachtung folgt, dass sich Baustoffe mit einem vergleichsweise geringem spezifischen Gewicht stärker zerkleinern lassen als schwerere.<sup>127</sup>

Die erhaltene Kornform hängt insbesondere von den geometrischen Parametern sowie der Textur des Aufgabematerials ab. Bei plattigen Ausgangsmaterialien wie beispielsweise Faserzementplatten, Dachziegel oder Fliesen aber auch bei Wandbaustoffen mit charakteristischem Lochbild wie Hochlochziegeln entstehen kubische Körnungen erst unterhalb einer Grenzkorngröße, welche sich aus der Wandstärke bzw. Stegstärke zwischen den Hohlkammern ergibt. Dieser Umstand ist zu beachten um zu hohe Anteile von ungünstig geformten Körnern in bestimmten Kornfraktionen, aufgrund der verwendeten Ausgangsmaterialien zu vermeiden.<sup>126</sup>

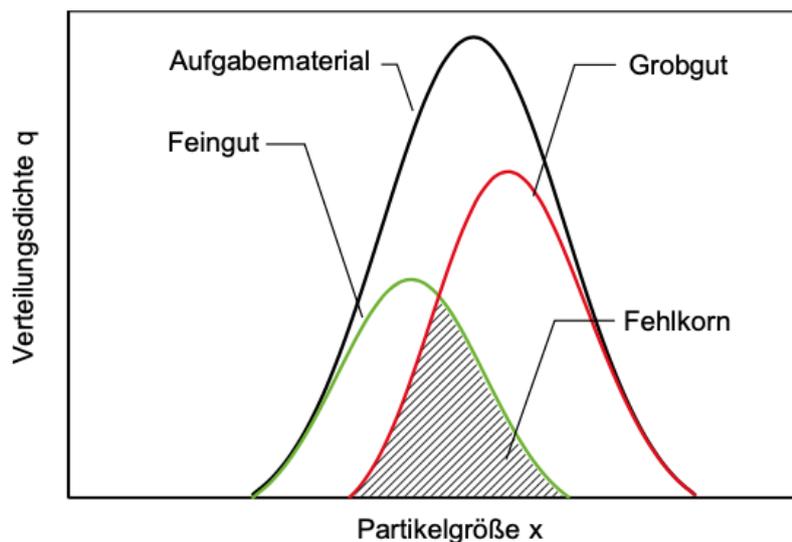
### 3.2.2 Siebklassierung

Anschließend an die beschriebene Zerkleinerung der Bau- und Abbruchabfälle folgt in der Regel die Klassierung des Brecheguts mit Hilfe der Siebklassierung. Unter der Siebklassierung wird die Einteilung von polydispersen Partikelgemischen in Kornfraktionen anhand von geometrischen Abmessungen verstanden. Die Trennung der Partikelgemische erfolgt über einen Siebboden auf welchem sich geometrisch gleiche Öffnungen befinden. Die Abmessungen der Sieböffnungen geben dabei die Korngröße vor. Das Korngemisch wird in den sogenannten Siebdurchgang und Siebrückstand eingeteilt.<sup>128</sup>

Die Auswertung der technischen Siebungen erfolgt auf Grundlage von Massenbilanzen, diese gelten sowohl für den Materialstrom insgesamt als auch für die einzelnen Kornfraktionen aus welchen sich diese Materialströme zusammensetzen. Im Zuge von technische Siebungen wird

<sup>127</sup>Vgl. [36] Müller, S. 82

<sup>128</sup>Vgl. [36] Müller, S. 89 ff.



**Abb. 3.12:** Verteilungsdichtekurven einer technischen Siebung (Quelle: Müller [36, S. 90])

keine ideale Trennung ohne Überschneidung der Sieblinien von Siebdurchgang und Siebrückstand erreicht.<sup>128</sup>

Der in Abb. 3.12 als schraffiert dargestellte Überschneidungsbereich spiegelt die Massenanteile des Fehlkorns in beiden Siebprodukten wieder. Der Trennerfolg der Siebung kann über den Siebgütegrad beschrieben werden. Der mittels Gl. 3.1 berechnete Siebgütegrad spiegelt das Verhältnis der Feinkornanteile im Siebdurchgang zu den Feinkornanteilen im Aufgabematerial wieder:<sup>128</sup>

$$\text{Siebgütegrad} = \frac{\text{Feinkornanteil im Siebdurchgang}}{\text{Feinkornanteil im Aufgabematerial}} [-] \quad (3.1)$$

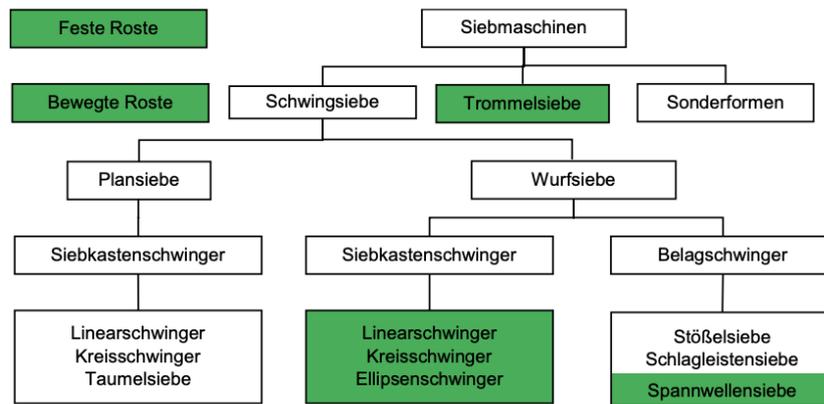
Der Siebgütegrad bewegt sich im Regelfall zwischen 0,70 und 0,95 und ist davon abhängig ob das Feingut, durch Bewegung und/oder Neigung des Siebbodens, ausreichend Gelegenheit hat die Trennfläche zu passieren. Um die Fehlkornanteile möglichst gering zu halten ist eine gleichmäßige Materialzufuhr und eine ausreichende Verweilzeit im Sieb erforderlich.<sup>128</sup>

Die Wahl der geeigneten Siebmaschine ist insbesondere von der angestrebten Feinheit und der erforderlichen Trenngüte des zu trennenden Siebgutes abhängig. Andere Faktoren wie die Massenanteile von Körnern im Bereich der Siebmaschenweite (Grenzkorngehalte) sowie die Oberflächenfeuchte und die Schüttdichte, beeinflussen die Qualität der Siebung zusätzlich. Ausgangsmaterialien mit hohen Massenanteilen im Bereich der Siebmaschenweite, ungünstig geformte, plattige oder stängelige Körnern mit einer hohen Oberflächenfeuchtigkeit und geringer Schüttdichte sind als siebschwieriges Material einzuordnen.<sup>128</sup>

In Recyclinganlagen für Bau- und Abbruchabfälle können Siebe vor oder nach der Zerkleinerung im Ablauf der Bauabfallaufbereitung angeordnet werden und übernehmen folgende Aufgabe:<sup>129</sup>

- Abtrennen von Grobanteilen zum Schutz der nachfolgenden Brecher vor Überlastung und Beschädigung

<sup>129</sup>Vgl. [36] Müller, S. 91 ff.



**Abb. 3.13:** Überblick zu Bauformen von Siebmaschinen (Quelle: Müller [36, S. 91])

- Abtrennen von Feinanteilen um Zerkleinerungsanlagen vor Verstopfung und übermäßigem Verschleiß zu schützen
- Begrenzung der oberen Korngröße oder der Erzeugung bestimmter Kornfraktionen für die nachfolgende Verwendung beispielsweise als Tragschichtmaterial 0/32 mm oder als Recycling-Gesteinskörnung 8/16 mm
- Vorbereitung der Sortierung wenn diese nur bei einem engen Kornband möglich ist
- Gegebenenfalls kann die Siebung auch die Sortierung übernehmen

In Abhängig von den Anforderungen an das Ergebnis der Siebung, werden in der Praxis unterschiedliche Bauformen von Siebmaschinen eingesetzt. Die Abb. 3.13 liefert einen Überblick zu den verschiedenen Bauformen von Siebmaschinen. Die im Rahmen der Bau- und Abbruchfallaufbereitung eingesetzten Siebmaschinen sind in Abb. 3.13 grün hinterlegt.<sup>129</sup>

Siebe mit Rosten werden in der Regel für die Vorsiebung, vor der Beschickung des Brechers mit dem Siebmaterial eingesetzt. Schwingsiebe und Trommelsiebe auf der anderen Seite werden üblicherweise nach dem Zerkleinerungsprozess in den Aufbereitungsablauf eingegliedert.<sup>129</sup>

Die Auswahl zwischen Siebmaschinen mit Rosten, Trommelsiebe und Wurfsieben richtet sich nach den Materialparametern des Ausgangsmaterials und den Anforderungen an das Siebgut. Relevante Parameter des Ausgangsmaterials sind:<sup>130</sup>

- Größtkorn
- Korngrößenverteilung
- Grenzkornanteil
- Kornform
- Oberflächenfeuchte
- Schüttdichte

Anforderungen an das Endprodukt sind:<sup>130</sup>

<sup>130</sup>Vgl. [36] Müller, S. 95 ff.

- geforderte Partikelgröße
- tolerierbarer Fehlkornanteil

In weiterer Folge spielen technische Anforderungen wie Durchsatz, Anzahl der Fraktionen, Einbindung in den Prozessablauf, Art der Beschickung, benötigter Flächenbedarf und Bauhöhe sowie der Aufstellungsort eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der geeigneten Siebmaschine.<sup>131</sup> In der nachstehenden Tab. 3.3 wird eine Übersicht der Kriterien für die Auswahl von Siebmaschinen gegeben.

### 3.2.3 Sortierung

Abschließend zu den Ausführungen zur Bau- und Abbruchabfallaufbereitung wird nun auf die Sortierung von Materialgemischen eingegangen. Unter Sortierung wird „die Trennung eines Materialgemisches nach Stoffarten unter Berücksichtigung typischer Stoffmerkmale“ [36, S. 97] verstanden.

Das Schüttgut, welches aus mehreren Komponenten besteht, wird in das Sortieraggregat eingebracht und durch die Schwerkraft oder durch Konstruktionselemente der Maschine zum Austrag gefördert. Während dem Durchlaufen des Sortieraggregates, muss eine ausreichende Zerteilung des zugeführten Materials erfolgen, damit die gesuchten Merkmale der einzelnen Partikel erkannt werden können. Die Komponenten mit den zutreffenden Merkmalen werden abgetrennt und ausgetragen. In Recyclinganlagen übernimmt die Sortierung die Aufgabe der Entfernung von Störstoffen oder der Trennung der Bestandteile von Bauabfällen. Grundvoraussetzungen für die Sortierung sind, dass die Bestandteile des Ausgangsmaterials nicht miteinander verbunden sind und die Komponenten sich zumindest in einem technisch messbaren Merkmal unterscheiden.<sup>132</sup>

Die Sortierung hat einen wesentlichen Einfluss auf die erreichbare Qualität der Recycling-Baustoffe. Auch bei partiellen Rückbauvorhaben bleiben Störstoffe im Abbruchmaterial zurück. Diese Störstoffe können entweder aufgrund ihrer Größe nicht durch die eingesetzten Abbruchwerkzeuge erfasst werden oder sind fest mit den rückgebauten Bauteilen verbunden. Der Aufwand der Sortierung wird daher maßgeblich durch die Art des Abbruchmaterials und die zu erreichende Qualität des Recycling-Baustoffes beeinflusst.<sup>132</sup>

Wie bereits erwähnt ist es für die Sortierung erforderlich, dass sich die Materialeigenschaften der Bestandteile der Rückbauabfälle unterscheiden. Diese Materialeigenschaften, welche in einem technischen Sortierprozess registriert werden können, werden als Sortiermerkmale bezeichnet. Die Sortierung erfolgt einerseits durch die Massenstromsortierung, hier werden die Partikelgemische anhand von übereinstimmenden physikalischen Parametern sortiert. Andererseits durch die Einzelkornsortierung, welche auf der Erfassung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der einzelnen Partikel beruht.<sup>132</sup>

Das wichtigste Sortiermerkmal für die Separierung von nichtmetallischen Bestandteilen aus den Bau- und Rückbauabfällen ist die Rohdichte. Diese bewegt sich laut Müller [36] zwischen 30 kg/m<sup>3</sup> für Dämmstoffe und 3000 kg/m<sup>3</sup> für einige Natursteine. Dies setzt einen trockenen Zustand der Materialien voraus, welcher jedoch nur in der sogenannten Trockensortierung vorliegt.<sup>132</sup>

Als trockene Sortierverfahren gelten beispielsweise die händische Sortierung und die Windsichtung. Im Zuge der händischen Sortierung werden im ersten Arbeitsschritt die feinen Körnungen (< 45 mm) ausgesiebt und anschließend die größeren Bestandteile auf einem Sortierband zugeführt. Auf diesem wird das Partikelgemisch händisch in seine einzelnen Bestandteile getrennt. Die Störstoffe werden dabei aus dem Partikelgemisch entfernt und in eigens dafür vorgesehene Behältern gelagert.<sup>133</sup>

<sup>131</sup>Vgl. [36] Müller, S. 95 ff.

<sup>132</sup>Vgl. [36] Müller, S. 97 ff.

**Tab. 3.3:** Kriterien für die Auswahl von Siebmaschinen (Quelle: Müller [36, S. 96])

<b>Eigenschaften des Siebgutes</b>	<b>Auswahl der Siebmaschine</b>
Obere Aufgabekorngröße	Bauschutt/Straßenaufbruch im Ausgangszustand: Roste Bauschutt/Straßenaufbruch nach der Zerkleinerung: Wurfsiebmaschinen
Hoher Grenzkornanteil	Wurfsiebmaschinen besser geeignet als Trommelsiebe
Oberflächenfeuchte	Bei hoher Oberflächenfeuchte: Belagschwinger, insbesondere Spannwellensiebmaschinen, Erblindungsgefahr bei Trommelsieben im Bezug auf Arbeitssicherheit beachten
Kornform	Kubische Partikel: alle Typen Plattige, flächige Partikel: Trommelsiebe
Schüttdichte	Im Bereich mineralischer Bestandteile von 600 bis 1.600 kg/m <sup>3</sup> sind alle Typen einsetzbar Im Bereich von Leichtstoffen sind Trommelsiebe am Besten geeignet
<b>Eigenschaften des erzeugten Produktes</b>	<b>Auswahl der Siebmaschine</b>
<b>Partikelgröße</b>	
<4 mm	Wurfsiebmaschinen
3–10 mm	Wurfsiebmaschinen, Trommelsiebe, Vibrationsroste
30–80 mm	Wurfsiebmaschinen, Trommelsiebe, Vibrationsroste, Stufenspaltrose und Rüttelroste
>80 mm	Trommelsiebe, Roste
Angestrebte Trenngüte	Hoch: Wurfsiebmaschinen, Roste Umgekehrt proportional zum Durchsatz

Als Weiterentwicklung der händischen Sortierung wurden bereits in den 1990er-Jahren Sortierroboter entwickelt. Heute werden sensorgesteuerte Roboter bereits in der Trennung von Kunststoff- und Papierabfällen eingesetzt und befinden sich in der Erprobung für die Sortierung von Bau- und Abbruchabfällen.<sup>133</sup>

Bei der Sortierung mittels Windsichtung erfolgt die Dichtesortierung unter der Nutzung von Luft als fluides Medium. Je nach Strömungsrichtung der sogenannten Sichtluft wird zwischen Aufstrom-, Querstrom und Zick-Zack-Sichtern unterschieden. Bei den für die Sortierung von Bauabfällen häufig eingesetzten Querstromsichtern durchströmt die Sichtluft den zugeführten Bauabfall senkrecht und transportiert dabei leichtere Partikel nach oben ab. Schwerere Bestandteile fallen währenddessen in entgegengesetzter Richtung des Sichtluftstroms nach unten. Um zufriedenstellende Sortierergebnisse zu erhalten muss das Ausgangsmaterial in ausreichend engen Kornfraktionen vorliegen und zumindest zum Zeitpunkt des Auftreffens des Sichtluftstroms auf den Bauabfallstrom vereinzelt sein.<sup>133</sup>

Zwei Beispiele für die unterschiedlichen Bauformen im Bezug auf die Art der Materialzuführung, werden in Abb. 3.14 schematisch dargestellt. Die Zuführung des Bauabfallstroms erfolgt über das Beschleunigungsband, welches über den Gurtförderer beschickt wird. Das Beschleunigungsband schickt die Partikel möglichst einzeln über die Abwurfkante. Daraufhin werden diese von einem gerichteten Sichtluftstrom, der aus einer Schlitzdüse strömt, erfasst. Leichtere Bestandteile des Bauabfallstroms werden von der Sichtluft abgeführt und entweder pneumatisch abtransportiert und mittels Zirkulation aus dem Luftstrom abgetrennt oder in einem nachgeschalteten Expansionsraum zur Absetzung gebracht. Schwerere Partikel fallen, vom Sichtluftstrom unbeeinflusst, auf das Austragsband und werden abtransportiert. Ergebnis der Windsichtung sind überwiegend aus mineralischen Bestandteilen zusammengesetzte Rezyklate. Ausgenommen sind mögliche Rückstände von spanförmigen Holzpartikeln im Schwergut.<sup>133</sup>

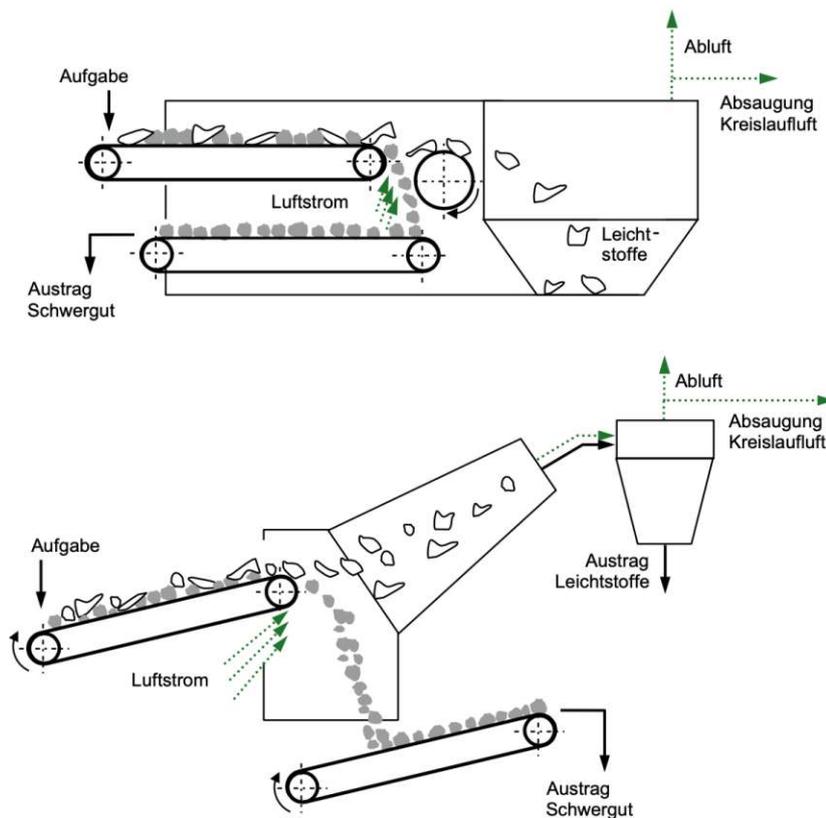
Windsichter werden sowohl in stationären als auch in mobilen Bauabfallaufbreitungsanlagen eingesetzt. Sie können in mobilen Anlagen als eine autarke Einheit installiert sein oder alternativ auch direkt unter einem Siebaustragsband zuliegen kommen. Für die Vereinzelung der Partikel muss in diesem Fall gemäß ein Beschleunigungsband mit reduzierter Länge ausreichen.<sup>133</sup>

Neben den trockenen Sortierverfahren kommen auch nasse Sortierverfahren zum Einsatz. Bei der Schwimm-Sink-Sortierung in ruhenden Flüssigkeiten wirken lediglich Schwerkraft und Auftriebskraft auf die Partikel ein. Das Sortierkriterium ist hier das Verhältnis zwischen Flüssigkeitsdichte zu wirksamer Materialdichten. Bei strömenden Flüssigkeiten liegt zusätzlich eine Widerstandskraft vor und das vorherrschende Sortierkriterium ist die Sinkgeschwindigkeit. Aufgrund der Vielzahl an Bauformen von nassen Dichtesortierverfahren wird im Folgenden wiederum lediglich auf zwei verschiedene Verfahren näher eingegangen.<sup>134</sup>

Bei der Schwimm-Sink-Sortierung wird das zu trennende Gemisch in eine Trennflüssigkeit gegeben. In der Aufbereitung von Bauabfällen wird in der Regel Wasser als Trennflüssigkeit eingesetzt. Spezifisch leichtere Partikel schwimmen auf, während sich schwerere absetzen. Die Kornform und Korngröße sind dabei nicht von Bedeutung. Zur technischen Umsetzung der Schwimm-Sink-Sortierung kommen Schrägradscheider oder Leichtstoffabscheider zum Einsatz. Das aufschwimmende Leichtgut wird, wie in Abb. 3.15 ersichtlich, am Überlauf mithilfe eines rotierenden Stabkorbs ausgetragen. Die im Vergleich zur Trennflüssigkeit spezifisch schwereren Partikel setzten sich am Beckenboden ab und werden durch das, ebenfalls in Abb. 3.15 ersichtliche, umlaufende Schrägrad abtransportiert.<sup>134</sup>

<sup>133</sup>[36] Müller, S. 107 ff.

<sup>134</sup>Vgl. [36] Müller, S. 111 ff.



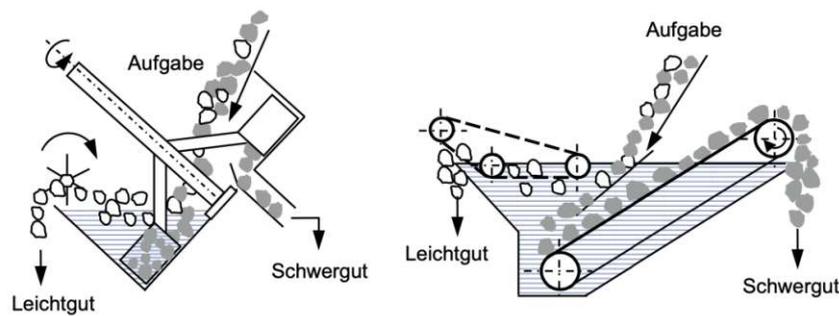
**Abb. 3.14:** Prinzipskizzen von Windsichtern unterschiedlicher Bauart (Quelle: Müller [36, S. 109])

Die Arbeitsweise des Leichtstoffabscheiders ist in Abb. 3.16 ersichtlich. Sie unterscheidet sich darin, dass aufschwimmende Partikel mittels Bürstenband und das abgesetzte Schwergut am Boden des Behälters durch ein Förderband oder eine Förderschnecke ausgetragen werden.<sup>134</sup>

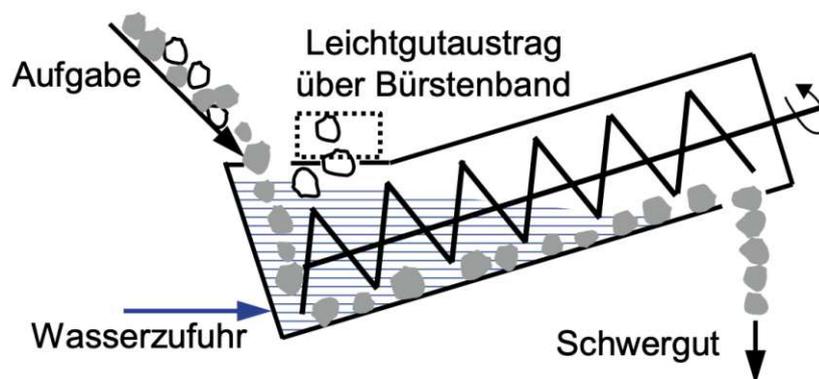
Als weiteres Verfahren wird auf die Filmschichtsortierung verwiesen. Auf dem Prinzip dieses Verfahrens beruht der seit den 1980er Jahren, unter der Bezeichnung „Aquamator“, in der Aufbereitung von Bauabfällen eingesetzte Hydrobandabscheider. Dieser besteht aus einem muldenförmigen Förderband, welches durch seitliche Wellenkantenbegrenzungen eingefasst wird und dadurch ein Waschbett bildet. Die zu sortierenden Bau- und Rückbauabfälle werden zusammen mit Wasser dem Waschbett zugeführt. Wasser strömt in Richtung des Gefälles des Waschbetts und führt dabei die leichten Bestandteile ab. Dieser Prozess wird durch die kontinuierliche Washwasserzufuhr durch Brauserohre unterstützt. Die spezifisch schwereren Bestandteile setzen sich auf der Unterlage ab und werden entgegen der Strömungsrichtung des Wassers über die Antriebstrommel ausgetragen.<sup>135</sup>

Bezüglich der Bauform wird in Hydroabscheidern für die Sortierung von feinen und die Sortierung von groben Gesteinskörnungen unterschieden. Die Verweildauer in den Anlagen beträgt nur wenige Sekunden. Dies bringt den Vorteil, dass die Veränderung der Dichte infolge der Wasseraufnahme gering bleibt und die Aufbereitung des Bauabfalls nicht negativ beeinflusst wird. In der praktischen Anwendung wird diese Sortiermethode für die Separation sowohl von organischen Bestandteilen als auch von mineralischen Bestandteilen wie Porenbeton, Bims

<sup>135</sup>Vgl. [36] Müller, S. 115



**Abb. 3.15:** Prinzipskizzen eines Schrägradscheiders (links) und eines Leichtstoffabscheiders mit Schwergutförderband (rechts) (Quelle: Müller [36, S. 112])



**Abb. 3.16:** Prinzipskizzen eines Leichtstoffabscheiders mit Schneckenaustrag (Quelle: Müller [36, S. 112])

oder Leichtbeton eingesetzt.<sup>135</sup> In den Abbildungen 3.17 und 3.18 sind das Arbeitsprinzip des Hydroabscheiders und ein Ausführungsbeispiel grafisch dargestellt.

### 3.3 Zusammenfassung

Abbruchverfahren werden gemäß BauV in die Kategorien vorbereitende Maßnahmen, Abtragen, Abgreifen, Eindrücken, Einreisen und Demontage eingeteilt.

Vorbereitende Maßnahmen betreffen die Bewertung des Bauzustands von rückzubauenden sowie benachbarter Gebäude. In weiterer Folge ist eine schriftliche Abbruchanweisung durch eine fachkundige Person zu erstellen.

Abbruch durch Abtragen beschreibt das schichtweise Abbrechen von Bauwerken. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme von handgeführten Werkzeugen. Die Methode des Abtragens ist somit dem händischen Abbruch zuzuordnen.

Abgreifen stellt ein maschinelles Rückbauverfahren dar. Das Lösen der Bauteile erfolgt durch eine greifende Bewegung. In der Praxis wird dieser Vorgang durch unterschiedliche Formen von Greifern, in Kombination mit einem Hydraulikbagger durchgeführt. Die BauV sieht dabei vor, dass ein Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe eingehalten wird.

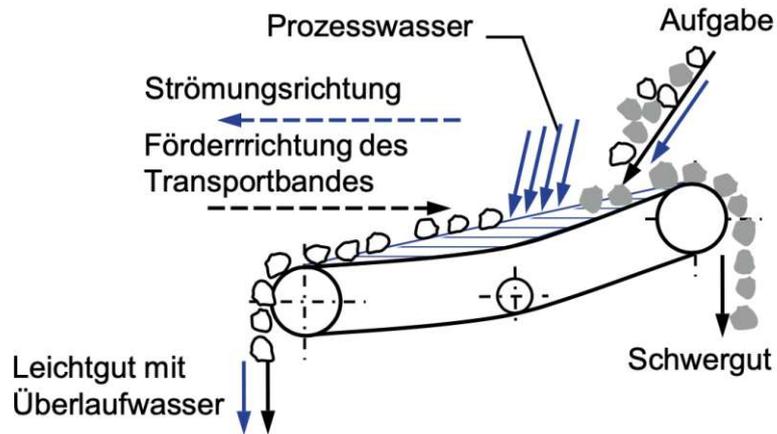


Abb. 3.17: Prinzipskizzen eines Hydroabscheiders (Quelle: Müller [36, S. 115])



Abb. 3.18: Ausführungsbeispiel eines Hydroabscheiders. (Quelle: Müller [36, S. 115])

Als Abbruch durch Eindrücken wird das Niederbringen von Bauwerken durch Druckkräfte bezeichnet. Der Vorgang erfolgt ebenfalls mittels Hydraulikbaggern welche in der Regel mit Abbruchlöffel ausgestattet sind. Abbruchlöffel sind wiederum in verschiedenen Bauarten erhältlich. Im Rahmen des Eindrückens ist gemäß RBV ein waagrechter Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten.

Einreißen beschreibt den Abbruchvorgang durch das Aufbringen von Zugkräften. Dies erfolgt durch verschiedene Zugeinrichtungen. Das Zugseil darf dabei eine Neigung von 45° nicht überschreiten. Zusätzlich ist ein waagrechter Sicherheitsabstand im Umfang der dreifachen Geschoßhöhe einzuhalten.

Der Abbruch durch Einschlagen sieht eine Zerstörung des Bauwerks mittels einer schlagenden Bewegung vor. Für den Vorgang des Einschlagens werden in der Regel Seilbagger in Verbindung mit Fallbirnen oder Schlagkugeln eingesetzt. Im Zuge des Einschlagens ist ein horizontaler Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe vorgeschrieben.

Die Demontage wird insbesondere bei geplanter Wiederverwendung von Bauteilen eingesetzt. Der Arbeitsablauf folgt dabei der umgekehrten Reihenfolge der Herstellung. Im Zuge der Demontage werden Verbindungen der Bauteile anhand von mechanischen und thermischen Methoden getrennt.

Aus dem Anfall von Rückbauabfällen im Rahmen der beschriebenen Rückbauverfahren, folgt die Notwendigkeit der Aufbereitung und Verwertung dieser Abfälle. Die Aufbereitung hat die Aufgabe aus dem Sekundärrohstoff einen Recycling-Baustoff herzustellen. Dafür sind die Vorgänge Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung erforderlich

Die Zerkleinerung des Materials erfolgt in der Regel mittels Brechern in mobilen oder stationären Anlagen. Die im Zuge der Zerkleinerung zumeist eingesetzten Brechertypen sind Backenbrecher und Prallbrecher. Ergebnis der Zerkleinerung ist ein Anstieg der Partikelanzahl sowie der spezifischen Oberfläche bei gleichzeitiger Reduktion der Partikelgröße.

Auf die Zerkleinerung folgt die Siebklassierung. Die Trennung der Kornfraktionen wird dabei über Siebe, auf welchen sich geometrisch gleiche Öffnungen befinden, erreicht. Die Auswertung der Siebungen erfolgt anhand der Massenbilanz. Die eingesetzten Siebmaschinen sind in unterschiedlichen Bauformen auf dem Markt erhältlich.

Die abschließend behandelte Sortierung beschreibt die Trennung nach Stoffarten anhand typischer Stoffmerkmale. Die Sortierung übernimmt in Recycling-Anlagen die Aufgabe Störstoffe zu entfernen. Der Sortierprozess kann sowohl trocken als auch nass erfolgen.

Als trockene Sortierverfahren werden die händische Sortierung sowie die Windsichtung genannt. Die Sortiermerkmale betreffen dabei die Partikelgröße und die Rohdichte. Windsichter werden in der Praxis in unterschiedlichen Bauformen eingesetzt.

Im Rahmen von nassen Sortierverfahren wirkt das Verhältnis zwischen Flüssigkeitsdichte zur Materialdichte als Sortierkriterium. In der Diplomarbeit werden die Verfahren Schwimm-Sink-Sortierung und die Filmschichtsortierung behandelt.

Die Analyse der Rückbauverfahren und der anschließenden Materialaufbereitung in diesem Kapitel verdeutlicht, dass bei der praktischen Umsetzung eine Vielzahl gesetzlicher Vorschriften zu berücksichtigen sind. Diese werden durch entsprechende Normen ergänzt. Das nächste Kapitel widmet sich einer genaueren Untersuchung der Interaktionen zwischen diesen gesetzlichen und normativen Bestimmungen.

## Kapitel 4

# Wechselwirkung gesetzlicher und normativer Bestimmungen

Das Tätigkeitsfeld Abbruch und Rückbau ist gekennzeichnet durch kurze Einsatzzeiten an örtlich wechselnden Baustellen. Daher ist es erforderlich die Maßnahmen für Sicherheit- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten ständig an die vorliegenden Randbedingungen anzupassen. Das erfordert eine umfassende Arbeitsvorbereitung und die Anwendung geeigneter Abbruchmethoden.<sup>136</sup> Um einen Rahmen für die Arbeitsvorbereitung zu etablieren, ist ein Zusammenspiel zwischen gesetzlichen Vorschriften und normativen Bestimmungen erforderlich. Im gegenständlichen Kapitel wird die Interaktion zwischen der BauV [51] und der ÖNORM B 3151 [39] betrachtet. Dabei werden bestehende Festlegungen bezüglich Sicherheitsabstände erörtert und mit internationalen Standards verglichen. Ziel der Ausarbeitung ist es festzustellen, ob die Integration von bautechnischen Verfahren in Gesetzestexten die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen fördert oder aber die praktische Anwendbarkeit einschränkt und innovative Ansätze behindert.

Die folgende Aufzählung fasst die betrachteten maschinellen Abbruchmethoden gemäß BauV [51] sowie Abschnitt 3.1 zusammen:

- **Abgreifen:** Maschinelles Greifen und Lösen von Bauteilen aus dem Verbund mit Hilfe eines Abbruch- oder Sortiergreifers
- **Eindrücken:** Niederbringen, Umlegen oder Kippen von Bauwerken durch Aufbringen von Druckkräften
- **Einreißen:** Niederbringen, Umlegen oder Kippen von Bauwerken durch Aufbringen von Zugkräften
- **Einschlagen:** Zerstörung eines Bauwerks durch einen Schlagenden Vorgang

Im Zuge des vorliegenden Kapitels werden die aufgezählten maschinelle Abbruchverfahren hinsichtlich der Wechselwirkung von gesetzlichen und normativen Bestimmungen betrachtet. Dabei werden Überschneidungen, Gemeinsamkeiten sowie mögliche Verbesserungspotenziale untersucht.

### 4.1 Abbruchmethode Abgreifen

Begonnen wird mit der Betrachtung der Methode des Abgreifens. Aus Gesprächen mit Experten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit geht hervor, dass dieses Verfahren bei strenger Auslegung der Definition nach BauV [51] in der heutigen Zeit vermindert zur Anwendung kommt. Dies gründet auf der Tatsache, dass sich Beton in den letzten Jahrzehnten zu einem der wichtigsten Baustoffe entwickelt hat. Daraus folgt, dass Betonbauwerke verstärkt das Ende ihrer Lebensdauer

<sup>136</sup>Vgl. [17] DGUV Regel 101-603, S. 10



**Abb. 4.1:** Hydraulische Betonzange (Quelle: WSM Abbruchtechnik *DS Abbruchzangen* [57])

erreichen. Somit gewinnt deren Rückbau zunehmend an praktischer Relevanz.<sup>137</sup> Hier liegt die potenzielle Schwäche der gemäß ÖNORM B 3151 [39] sowie BauV [51] sinngemäß ident definierten Abbruchmethode. Anstelle des klassischen Abgreifens mittels Abbruch- oder Sortiergreifen, kommen Abbruchbagger welche mit hydraulischen Betonzangen ausgerüstet sind zum Einsatz.

Der Abbruch erfolgt erschütterungsarm und mit erhöhter Genauigkeit, da die Betonzange am Standartausleger eines Abbruchbaggers als auch an speziellen Longfrontauslegern präzise geführt werden kann. Die Vorteile dieser Abbruchmethode liegen in der erreichbaren Reichweite und dem geringen Personaleinsatz. Demgegenüber stehen die erhöhte Lärmentwicklung sowie hohe Anschaffungskosten.

Die hydraulische Betonzange kommt in der Regel beim Rückbau von Beton- bzw. Stahlbetonbauten, sowie zur Zerkleinerung und Sortierung von Abbruchmaterial nach Sprengungen zum Einsatz. Es gelten die selben Randbedingungen wie beim Abgreifen gemäß BauV [51]. Es darf keine Einsturzgefahr der abzubrechenden Bauwerke vorliegen und der Gefahrenbereich muss von Personen stets freigehalten werden.<sup>138</sup> Ein Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Betonzange wird als Ergänzung gegenüber den im Abschnitt 3.1 behandelten Greifern in Abb. 4.1 dargestellt.

Die Durchführung der Arbeiten erfolgt von oben nach unten und entspricht somit der Arbeitsweise des Abgreifens gemäß ÖNORM B 3151 [39]. Daher findet die Anforderung der BauV [51] an das Trägergerät, die abzubrechenden Bauteile in einer Höhe von mindestens 50 cm zu überschwenken, auch beim Einsatz von hydraulischen Betonzangen ihre Anwendung.

Im Zuge des Abgreifens fordert die BauV [51] sowie die Mappe Sicherheit am Bau [5], einen waagrechten Sicherheitsabstand des Trägergeräts zum Abbruchobjekt von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe. Erläuterungen oder Verweise auf die Definition der Geschoßhöhe bzw. deren Ermittlung, werden dabei nicht angeführt.<sup>139</sup>

Betrachtet man die Ausführungen des Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), reduziert sich der erforderliche Horizontaltabstand auf mindestens  $0,5 \cdot H$ . Die Bezugshöhe  $H$  wird dabei gemäß Abb. 4.2 bestimmt. Im Unterschied zu den Ausführungen der BauV [51] wird der

<sup>137</sup>Vgl. [20] EPIROC Deutschland GmbH, *Abbruchanwendungen*, 2023

<sup>138</sup>Vgl. [2] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, S. 15

<sup>139</sup>Vgl. [51] BauV § 113

Sicherheitsabstand dabei auf die Differenz zwischen der Absoluthöhe der Bauteiloberkante und der Unterkante der Kabine des Abbruchgeräts bezogen.

Basierend auf der Festlegung der DGUV ergibt sich ein horizontaler Sicherheitsabstand, welcher mit zunehmender Bauwerkshöhe ansteigt. In der praktischen Umsetzung führt dies insbesondere in innerstädtischen Gebieten, sowie bei begrenzten Platzverhältnissen zu Einschränkungen. Daher werden nachfolgend Voraussetzungen festgelegt, deren Erfüllung es ermöglicht den horizontalen Sicherheitsabstand zu unterschreiten:<sup>140</sup>

- Keine größeren Bauteile können in Richtung des Abbruchgeräts fallen
- Arbeitshöhe des verwendeten Auslegers ist so zu wählen, dass ein Abgreifen von oben oder seitlich erfolgen kann und ein Unterhöhlen und abrutschen von Abbruchmaterial über den Ausleger verhindert wird
- Untersuchung des Abbruchobjekts hingehend des plötzlichen Lösens von Bauteilen
- Ausstattung der Fahrerkabine des Trägergeräts mittels Falling Objects Protective Structure (FOPS) und Front Guard Protective Structure (FGPS) der Stufe II oder höher
- Abbruchunternehmer:in erstellt eine spezifische Gefährdungsbeurteilung
- Unterweisung der Fahrer:in unter Berücksichtigung der Gefahrenbeurteilung
- Unterschreitung des Sicherheitsabstands von  $0,25 \cdot H$  ist nicht zulässig
- Unmittelbare Einstellung der Arbeiten bei unerwarteten Gefahrensituationen

Trotz identischer Randbedingung und der ähnlichen Arbeitsweise kann der Abbruch mittels Betonzange strenggenommen nicht dem Abgreifen nach BauV zugeordnet werden. Der Unterschied der beiden Abbruchmethoden liegt im Besonderen in der Definition des Abreifvorgangs gemäß ÖNORM B 3151 [39]. Beim Abbruch mittels Betonzange werden Teile des Betonbauteils aus dem Verbund gelöst. Gemäß ÖNORM B 3151 [39] wird als Abgreifen jedoch das Lösen des gesamten Bauteils aus der Verankerung durch einen Hydraulikbagger mittels Greifer sowie anschließender Zerkleinerung verstanden.

Um den Einsatz hydraulischer Betonzangen in die Methode des Abreifens gemäß ÖNORM B 3151 [39] einzubeziehen, bedarf es geringfügiger Erweiterungen der bestehenden Verfahrensdefinition. Dies umfasst zum einen die explizite Erwähnung von Betonzangen neben Greifern in der Definition. Zum anderen wird die Spezifizierung, dass Bauteile und Materialien nicht ausschließlich aus deren Verankerung, sondern auch aus dem Verbund gelöst und gleichzeitig zerkleinert werden, empfohlen.

## 4.2 Abbruchmethoden Eindrücken und Einreißen

Aufgrund der Verletzungsgefahr durch herabstürzende Bauteile für Arbeitnehmer:innen sowie Anrainer:innen werden die Rückbauverfahren Eindrücken und Einreißen in der Praxis vorwiegend für den Abbruch von Kellern oder Bauwerken unter der Geländeoberkante empfohlen.<sup>141</sup> Ein weiteres Anwendungsgebiet ist der Rückbau von Mauerwerkskonstruktionen welche zuvor von den übrigen Bauteilen getrennt wurden und sich nicht im Nahbereich zu verbleibenden Bauwerksteilen befinden.

<sup>140</sup>Vgl. [17] DGUV Regel 101-603, S. 107

<sup>141</sup>Vgl. [33] Mayer und CO GmbH 2024

Bei Betrachtung der Festlegungen gemäß BauV [51] sowie der Definition gemäß ÖNORM B 3151 [39] wird ersichtlich, dass Überschneidungen vorliegen. Dies bedeutet eine Vermischung von technischen Anforderungen mit Aspekten der Arbeitssicherheit.

Die der Bauverfahrenstechnik zuzuordnende Forderung des Einsatzes von hydraulisch betriebenen Geräten für das Eindrücken von Bauwerksteilen findet sich sowohl in der BauV [51] als auch ÖNORM B 3151 [39] wieder. Auffällig ist dabei, dass die BauV [51] trotz Eingriffen in das Gebiet der Bauverfahrenstechnik, im Gegensatz zur ÖNORM B 3151 [39] keinerlei Aussagen bezüglich der erforderlichen vertikalen Reichweite des Abbruchgeräts sowie zum Angriffspunkt der Druckkräfte liefert. Die normativen Bestimmungen beschränken sich auf die Anforderung, dass die Druckkräfte in einer Höhe aufgebracht werden müssen, die ein gefahrloses Umstürzen der Bauwerksteile zur Folge haben.<sup>142</sup>

Darüber hinaus ist gemäß BauV [51] der Grundsatz zu verfolgen, eingedrückte Bauteile nach Möglichkeit in das Innere des Bauwerks fallen zu lassen und ausschließlich maschinell von außen zu räumen. Der dabei einzuhaltende waagrechte Sicherheitsabstand des Trägergeräts, entspricht der 1,5-fachen Geschoßhöhe  $h$  des rückzubauenden Objekts.<sup>139</sup> Dieses Mindestmaß deckt sich mit den Ausführungen der Baumappe [5]. Die Höhe  $h$  wird dabei gemäß Abb. 4.2 (links) festgelegt. Abb. 4.2 liefert jedoch analog zur BauV [51] keine eindeutigen Angaben oder Verweise wie  $h$  zu ermitteln ist.

Demgegenüber steht der eindeutig definierte Sicherheitsabstand gemäß DGUV Regel 101-603 [17]. Dieser wird mit mindestens  $0,5 \cdot H$  angegeben. Die Höhe  $H$  wird, wie in Abb. 4.2 (rechts) ersichtlich, als Differenz zwischen der Absoluthöhe des abzubrechenden Bauteils und der Kabinenunterkante des Abbruchgeräts definiert. Als Referenzpunkt für die Messung des horizontalen Sicherheitsabstandes wird die Vorderkante der Baggerkabine angegeben.<sup>143</sup>

Durch Vergleich des Sicherheitsabstandes gemäß BauV [51] mit jenem der DGUV Regel 101-603 [17] wird ersichtlich, dass der horizontale Sicherheitsabstand gemäß DGUV mit zunehmender Gebäudehöhe ansteigt. Der Sicherheitsabstand gemäß BauV [51] bleibt von der Gebäudehöhe unbeeinflusst.

Anders als beim Eindrücken stürzen die abzubrechenden Bauteile bei der Rückbaumethode Einreißen in Richtung des Abbruchgeräts. Dies bringt ein erhöhtes Gefahrenpotenzial durch herab fallende Bauteile bzw. Streuflug nach dem Aufprall mit sich. Bei Betrachtung österreichischer Regelwerke und Merkblätter wird ersichtlich, dass stets davon ausgegangen wird das Einreißen mittels einem Zugseil in Kombination mit einer Zugvorrichtung ausgeführt wird. Die BauV [51] beschränkt die maximale Neigung des Zugseils mit  $45^\circ$ , gemessen aus der Horizontalen.<sup>114</sup> Diese Festlegung wird durch die Forderung eines horizontalen Mindestabstandes in Höhe der dreifachen Geschoßhöhe ergänzt.<sup>139</sup> Die Geschoßhöhe  $h$  wird dabei wiederum gemäß Abb. 4.3 (links) ohne weitere Verweise bzw. Definitionen festgelegt.

Im Gegensatz zur BauV [51] trifft die DGUV Regel 101-603 [17] keinerlei Aussagen zur Neigung der Zugvorrichtung. Es wird davon ausgegangen, dass der maschinelle Abbruch unter Verwendung eines Abbruchbaggers durchgeführt wird.

Der in Abb. 4.3 (rechts) dargestellte Sicherheitsabstand von mindestens  $1,5 \cdot H$  wird wiederum auf Basis des Höhenunterschieds zwischen der Oberkante des abzubrechenden Bauteils und der Kabinenunterkante des Abbruchbaggers errechnet.<sup>143</sup> Damit wird bei Festlegung des Sicherheitsabstandes gemäß DGUV Regel mit zunehmender Gebäudehöhe und somit größerer Fallhöhe, ein erhöhtes Schutzniveau im Verlauf des begrenzt zu kontrollierenden Vorgangs erreicht.

Neben den beim Aufprall erzeugten Erschütterungen und der daraus resultierenden Staubentwicklung, schränken die Auswirkungen der Bewegungsrichtung der Bauwerksteile die Anwen-

<sup>142</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 13

<sup>143</sup>Vgl. [17] DGUV Regel 101-603 S. 83

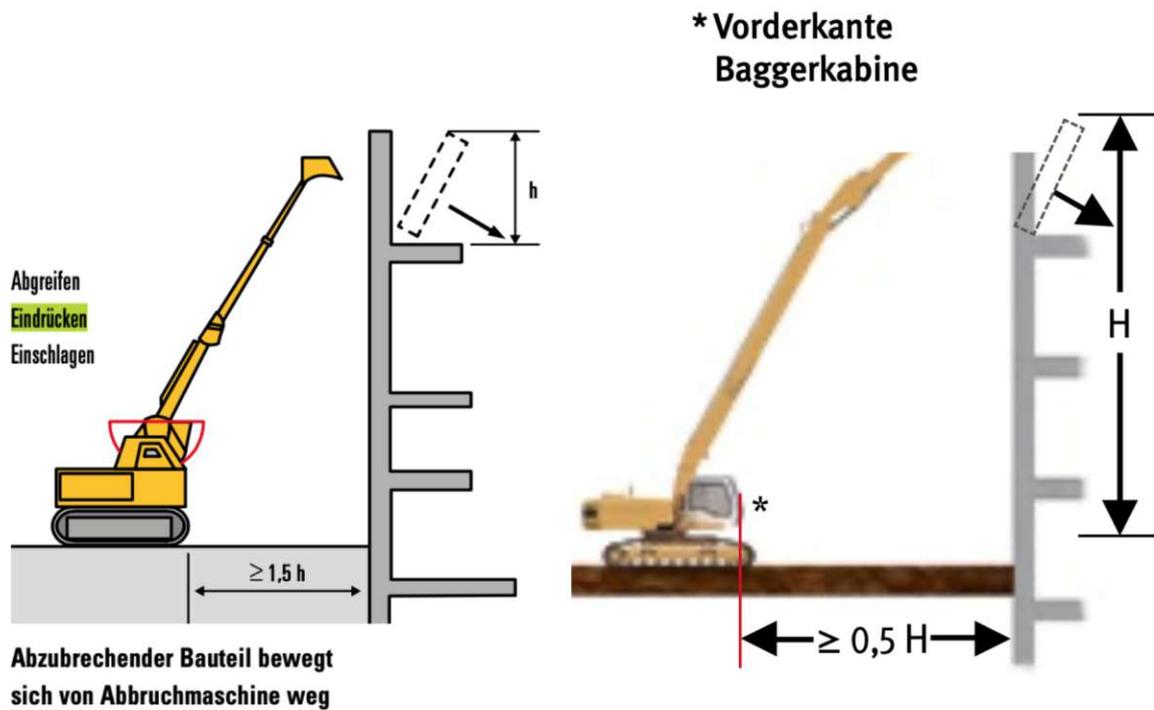


Abb. 4.2: Sicherheitsabstände bei Abbruch durch Eindringen (Quelle: *Sicherheit am Bau* 2023 [5, S. D15.1] und DGUV Regel 101-603 [17, S. 83])

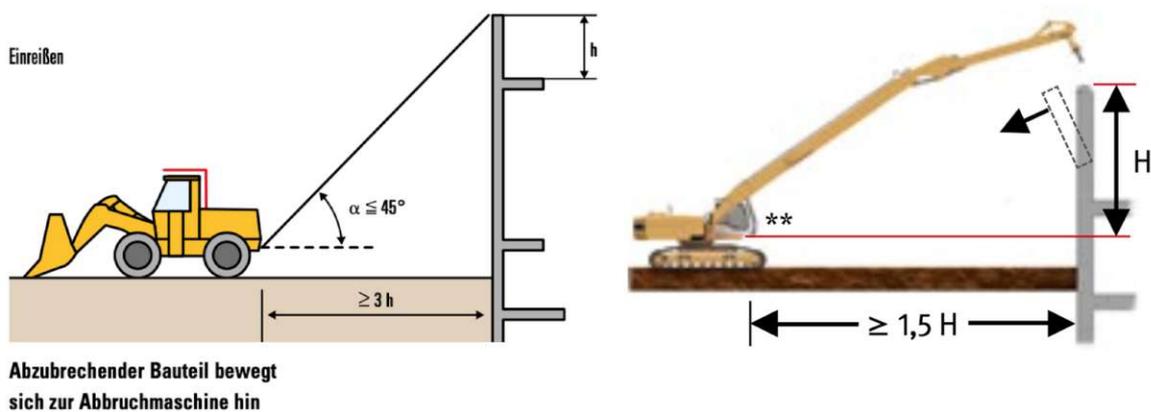
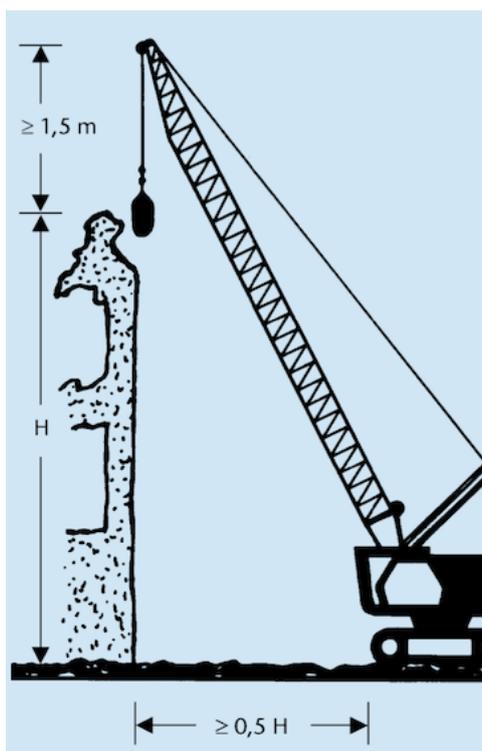


Abb. 4.3: Sicherheitsabstände bei Abbruch durch Einreißen (Quelle: *Sicherheit am Bau* 2023 [5, S. D15.1] und DGUV Regel 101-603 [17, S. 83])



**Abb. 4.4:** Sicherheitsabstände bei Abbruch durch Einschlagen (Quelle: Gabriel et al. [23, S. 21])

dungsbereiche der Rückbaumethode ein. Dieser Umstand ist einerseits auf den Platzbedarf, der sich aus dem erforderlichen horizontalen Sicherheitsabstand ergibt, und andererseits auf daraus resultierende technische und wirtschaftliche Einschränkungen bei der Wahl des Abbruchgeräts zurückzuführen. Dementsprechend liegen die Einsatzgebiete dieses Verfahrens insbesondere in rural geprägten Gebieten sowie einzelnen oder freistehenden Bauwerken mit geringerer Höhe.

### 4.3 Abbruchmethode Einschlagen

Der Abbruch durch Einschlagen ist eine in der Praxis selten angewendete Methode. Da eine Zerstörung der Bauteile durch den Einschlag der Fallbirne bzw. Schlagkugel unvermeidlich ist, wird diese Abbruchmethode der Demolierung gemäß ÖNORM B 3151 [39] zugeordnet. Die Demolierung ist ausschließlich bei Gefahr in Verzug zulässig und stellt keine zulässige Rückbaumethode dar.

Die von der Fallbirne oder Schlagkugel getroffenen Bauteile fallen dabei möglichst in das innere des Rückbauobjektes. Sie bewegen sich vom Trägergerät weg. Die geringe praktische Relevanz liegt unter anderem an den dabei erzeugten Erschütterungen sowie der erhöhten Staubentwicklung. Zudem ergeben sich aufgrund des erforderlichen Arbeitsraums Einschränkungen der Anwendbarkeit. Dies gilt insbesondere im innerstädtischen Bereich. Gemäß BauV [51] ist der Gefahrenbereich während des Einschlagens freizuhalten, wie dieser anzusetzen ist wird nicht definiert. Weiter wird in in der BauV [51] ein erforderlicher horizontaler Sicherheitsabstand des Trägergeräts von lediglich mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe festgelegt. Die Gebäudehöhe des zu demolierenden Bauwerks bleibt bei der Ermittlung des waagrechten Sicherheitsabstandes gänzlich unberücksichtigt.

Vergleicht man die nationalen Vorgaben mit jenen der Bundesrepublik Deutschland findet sich die Anforderung der BauV [51], dass die Auslegerspitze das Trägergerät mindestens 1,50 m über die höchsten Schlagpunkte ragt, wieder. Ferner wird wie bei sämtlichen Abbruchverfahren mit Fallrichtung der abgebrochenen Bauteile vom Baugerät weg ein Horizontalabstand zum Bauwerk von mindestens  $0,5 \cdot H$  festgelegt. Die Höhe  $H$  entspricht dabei, wie in Abb. 4.4 ersichtlich, der Differenz der Absoluthöhen von Bauwerksoberkante und der Aufstandsfläche des Trägergeräts.<sup>144</sup>

## 4.4 Allgemein gültige Schutzziele und Sicherheitsabstände bei Rückbauvorhaben

Basierend auf Gesprächen mit Experten im Bereich der Arbeitssicherheit auf Baustellen wird deutlich, dass zur Förderung des Zusammenspiels von gesetzlichen und normativen Bestimmungen die Definition von Schutzziele zweckdienlich ist. Diese sind dabei unabhängig von der angewendeten Abbruchmethode gültig. Der empfohlene Ansatz begünstigt die Trennung von gesetzlichen Bestimmungen im Bezug auf Sicherheit- und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen und die Regelung von bautechnischen Arbeitsverfahren durch Normenwerke.

Die Formulierung von allgemein gültigen Schutzziele wird durch das Auftreten von ähnlichen Gefährdungspotenzialen bei sämtlichen in Abschnitt 4.1 bis Abschnitt 4.3 betrachteten, maschinellen Abbruch- bzw. Rückbaumethoden begünstigt. Darunter befinden sich insbesondere die nachfolgend aufgezählten Gefährdungspotenziale:<sup>145</sup>

- unkontrolliert sowie unvorhergesehen herabfallende oder umstürzende Bauteile
- Streuflug von Trümmerpartikeln
- Gefährdung der Standsicherheit des Abbruchgerätes aufgrund eines gering tragfähigen bzw. unterhöhlten Arbeitsplanums
- Staubemissionen
- Lärmemissionen
- gesundheitsgefährdende Vibrationen
- Gefährdung durch ungesicherte Einbauten

In den folgenden Unterkapiteln werden auf Basis der genannten Gefährdungspotenziale geeignete Schutzziele definiert. Weiter wird auf Herangehensweisen, um ein Erreichen der genannten Schutzziele zu gewährleisten, eingegangen. Ferner werden entsprechende Maßnahmen exemplarisch hervorgehoben.

### 4.4.1 Sicherstellung der Standfestigkeit

Neben der Notwendigkeit vorab Art, Zustand und Lage vorhandener Einbauten festzustellen sowie diese zu sichern oder zu entfernen, ist die statische Untersuchung einer der wesentlichsten Vorgänge zur Reduzierung des Gefahrenpotenzials. Dabei ist der bauliche Zustand der abzubrechenden Bauteile sowie angrenzender Bauteile und Bauwerke zu betrachten und zu bewerten. Zur Entscheidungsfindung ob eine Abbruchstatik in Form einer rechnerischen Nachweisführung

<sup>144</sup>Vgl. [23] Gabriel et al., S. 21

<sup>145</sup>Vgl. [17] DGUV Regel 101-603, S. 82

erforderlich ist, oder ob die Berücksichtigung von statischen Randbedingungen bei der Erstellung der Abbruchanweisung ausreichend ist, können die folgenden Ausführungen herangezogen werden.

Als Abbruchstatik werden rechnerische Nachweise, mit dem Ziel ein unkontrolliertes Versagen des abzubrechenden Bauwerks sowie von Bauwerksteilen zu verhindern, bezeichnet. Abbruchstatiker:innen sind Tragwerksplaner mit abgeschlossenem Hochschulstudium und mindestens drei Jahren Berufserfahrung in der Planung von Abbruch- bzw. Rückbauvorhaben. Die Beauftragung erfolgt durch den Bauherrn.

Die im Rahmen der Erstellung einer Abbruchstatik zu führenden Nachweise sind nachfolgend festgehalten:<sup>146</sup>

- **Nachweis der Tragfähigkeit:** Der Grenzzustand der Tragfähigkeit ist für das Rückbauobjekt bis zum Zeitpunkt des kontrollierten Einsturzes nachzuweisen. Selbiges gilt für Decken oder Bodenplatten über Hohlräumen. Insbesondere wenn diese von Baugeräten durch befahren oder als Aufstandsfläche belastet werden. Darüber hinaus ist der Tragfähigkeitsnachweis für benachbarte sowie angrenzende Objekte zu führen.
- **Nachweis der Gebrauchstauglichkeit:** Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist für benachbarte sowie angrenzende Objekte, sofern diese während der Arbeiten genutzt werden, zu führen.
- **Nachweis der Einsturzsicherheit:** Dabei wird nachgewiesen, dass das abzubrechende Objekt zu einem bestimmten Zeitpunkt statisch sicher versagt. Ein Anwendungsbeispiel ist die Sprengung von Objekten.

Die Frage ob eine Abbruchstatik in Form von rechnerischen Nachweisen erforderlich ist, muss bereits in der Planungsphase betrachtet werden. Häufig ist es ausreichend, rückzubauende Bauwerke augenscheinlich hinsichtlich statischer Gesichtspunkte zu beurteilen. Die aus der Bewertung der statischen Eigenschaften resultierende Vorgangsweisen ist in der schriftlichen Abbruchanweisung festzuhalten. Beispiele für Abbruchobjekte, die im Regelfall keiner Abbruchstatik bedürfen, sind eingeschossige Bauwerke, welche nicht mit anderen baulichen Anlagen kraftschlüssig verbunden sind. Selbiges gilt für freistehende Objekte, wenn eine Beeinträchtigung benachbarter Gebäude durch den Rückbau ausgeschlossen werden kann.<sup>147</sup>

Hingegen zwingend erforderlich ist eine Abbruchstatik für Totalabbrüche deren Abbruchniveau bis unter das Gründungsniveau von angrenzenden Bauwerken reicht. Dadurch sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen wie Abstützung, Unterfangungen oder ähnliches unerlässlich. Weitere Randbedingung welche eine Abbruchstatik erfordert, sind die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs durch die Entfernung von Auflasten und Rückbauarbeiten welche die Stabilität benachbarter oder angrenzender Bauwerke gefährden. Für Teilabbrüche ist eine Abbruchstatik lediglich erforderlich, wenn einzelne Felder aus Durchlaufträgern oder Kragarmen entfernt werden. Dies gilt darüber hinaus wenn das statische System verändert wird.<sup>148</sup>

Die Abbruchstatik unterscheidet sich insbesondere durch die anzusetzenden Lastfälle von statischen Berechnungen für Neubauten. Abbruchstatiker:innen haben dabei besonders auf über die Jahre veränderte Bemessungsgrundlagen zu achten, um die statischen Verhältnisse bestehender Gebäude beurteilen zu können. Abbruchstatiker:innen müssen daher anhand den Vorgaben der zum Zeitpunkt der Bauherstellung gültigen Normenwerke und Richtlinien erstellt werden. Dabei ist zu beachten, dass statische Berechnungen nicht ausschließlich auf Basis von Unterlagen aus der Bauzeit erstellt werden dürfen.

<sup>146</sup>Vgl. [6] Arbeitskreis Abbruchstatik im Fachausschuss Abbruchtechnik, S. 1–3

<sup>147</sup>Vgl. [6] Arbeitskreis Abbruchstatik im Fachausschuss Abbruchtechnik, S. 4, 8

<sup>148</sup>Vgl. [6] Arbeitskreis Abbruchstatik im Fachausschuss Abbruchtechnik, S. 8

Dies hat den Hintergrund das die Möglichkeit besteht, dass sich Materialkennwerte während der Nutzungsdauer verändern. Es empfiehlt sich daher durch die Entnahme von Materialproben und deren Prüfung die angesetzten Materialeigenschaften zu plausibilisieren.<sup>149</sup>

Die Beschreibung der statischen Systeme des abzubrechenden Bauwerks sowie die, zuvor aufgelisteten, rechnerischen Nachweise bilden die Grundlage der Arbeitsvorbereitung für die Abbruchunternehmer:in. Es ist jedoch erforderlich vor Beginn der Arbeiten die Plausibilität der getroffenen Annahmen zu prüfen. Ferner liegt es in der Verantwortung der Abbruchunternehmer:innen unkontrollierte Einstürze während der Durchführung der Arbeiten auszuschließen. Dies umfasst die Garantie der Standsicherheit des Bauwerks in allen Phasen des Rückbauvorhabens.<sup>149</sup>

Es wird allen Projektbeteiligten empfohlen sich bereits vor der Planungsphase des Rückbauvorhabens mit der Thematik der Abbruchstatik auseinanderzusetzen. Falls erforderlich ist diese während der Ausführung laufend gemeinsam zu evaluieren. Diese Vorgangsweise stellt ein zeitgerechtes Reagieren durch die Anordnung von weiteren Sicherungsmaßnahmen sicher.

#### 4.4.2 Staubminderung

Gesundheitsgefährdende Stäube können bei Anwendung sämtlicher im Zuge dieser Arbeit beschriebenen Abbruch- bzw. Rückbaumethoden entstehen. Diese Schwebstäube können von Arbeitnehmer:innen eingeatmet werden und je nach Partikelgröße bis in die Alveolen gelangen. Dort verharren sie Monate bis Jahre. Alveolengängige Staubteilchen weisen einen Durchmesser von  $10^{-3}$  mm auf und benötigen rund sieben Stunden um einen Meter abzusinken. Somit wird durch aufwirbeln von Staubpartikeln die Baustelle über mehrere Stunden hinweg belastet.<sup>150</sup>

Beim Abbruch von Bauteilen, welche aus mineralischen Baustoffen hergestellt wurden, entstehen in der Regel quarzhaltige Feinstäube. Diese sind als krebserregend einzustufen und stellen daher eine erhebliche Gesundheitsgefahr für die beschäftigten Arbeitnehmer:innen dar. Dies ruft die allgemein gültige Notwendigkeit einer Gefahrenbeurteilung durch eine fachkundige Person sowie zielgerichtete Maßnahmen zur Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte hervor.<sup>151</sup>

Im folgenden werden Arbeitsvorgänge, welche eine Belastung durch mineralische Stäube mit sich bringen, aufgelistet:<sup>151</sup>

- Bohren, Stemmen oder Fräsen
- Rückbau von mit Schlacke gefüllten Zwischendecken sowie Dachkiesschüttungen
- Räumen und Transportieren von Schutt
- Maschinelle Rückbauverfahren
- Sortieren von Abbruchmaterial
- Aufbereiten von abgebrochenem Material

Die Bildung von Schwebstäuben ist bei der Durchführung von Abbruch- bzw. Rückbauarbeiten nur eingeschränkt vermeidbar. Daher ist es zwingend erforderlich geeignete Maßnahmen zu treffen um sicherzustellen, dass die MAK-Werte unterschritten werden. Um das Risiko durch Stäube möglichst zu minimieren, wird empfohlen Maßnahmen zu treffen welche das Unterschreiten der TRK-Werte zur Folge haben. Die entsprechenden Grenzwerte sind der GKV [48] zu entnehmen.

<sup>149</sup>Vgl. [6] Arbeitskreis Abbruchstatik im Fachausschuss Abbruchtechnik, S. 5 f.

<sup>150</sup>Vgl. [45] Rühl und Walter, S. 2

<sup>151</sup>Vgl. [9] Handlungsanleitung „Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“, S. 3 f.



**Abb. 4.5:** Sicherheitssauger der Staubklasse M (Quelle: Collomix GmbH [16])

Zwangsläufig gesondert zu betrachten sind Arbeiten, welche eine Exposition der Arbeitnehmer:innen gegenüber asbesthaltigen Baustoffen mit sich bringen. Dabei ist sowohl im Rahmen der Arbeitsvorbereitung als auch Durchführung auf die Anwendung der in Abschnitt 4 der GKV [48] festgelegten Bestimmungen für Arbeiten mit Asbest zu achten.

Da Abbrucharbeiten meist in mehreren Phasen durchgeführt werden, wird in Maßnahmen zur Staubminderung bei Arbeiten innerhalb und außerhalb geschlossener Räume unterschieden.<sup>152</sup>

#### **Abbrucharbeiten innerhalb geschlossener Räume**

Für Arbeiten in Innenräumen werden technische Schutzmaßnahmen wie Absaugungen oder Luftfilter angewendet. Zusätzlich ist bei Arbeiten, welche nicht staubarm durchgeführt werden können, die Bindung des Staubs mit Hilfe von Wasser erforderlich. Besonders zu beachten sind die bei Abbrucharbeiten in Innenräumen auftretenden Sekundäremissionen aus herabfallenden Bauteilen. Diese verursachen durch den Aufprall erhebliche Staubexpositionen. Das Auftreten von Sekundäremissionen impliziert in der Regel die Aufstellung von Luftfiltern, da eine Querlüftung ohne technische Lüftung nicht ausreichend ist.<sup>152</sup>

Da Trockenkehren zu Staubaufwirbelungen und damit langfristiger Kontamination der Baustelle führt, wird der Einsatz von geeigneten Entstaubern, wie in Abb. 4.5 zu Veranschaulichungszwecken abgebildet, empfohlen. Als Entstauber werden mobile Sicherheitssauger bezeichnet, welche sowohl trockene als auch nasse Staubpartikel aufnehmen. Für Arbeiten mit Feinstäuben wie Quarzstaub ist mindestens ein Entstauber der Staubklasse M erforderlich. Sicherheitssauger werden auch zur Absaugung direkt an den eingesetzten Maschinen genutzt und führen zu einer erheblichen Reduktion der Staubbelastung.<sup>152</sup>

Die für den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen förderlichste Maßnahme ist der Einsatz von ferngesteuerten Abbruchmaschinen für staubintensive Arbeiten. Dabei befindet sich der Maschinenführer außerhalb des geschlossenen Raums oder in einem staubgeschützten Bereich.<sup>153</sup>

Im Verlauf händischer Rückbauarbeiten ist es unerlässlich, Abbruchmaterial aus dem Objekt abzutransportieren. Dabei gilt der Grundsatz staubarm zu arbeiten. Eine empfohlene Methode,

<sup>152</sup>Vgl. [9] *Handlungsanleitung „Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“*, S. 7 f.

<sup>153</sup>Vgl. [9] *Handlungsanleitung „Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“*, S. 11

um Material aus dem Inneren des Objekts abzuführen, ist die Nutzung von Schuttrutschen. Diese sind direkt mit Materialcontainern verbunden. Durch eine Abdeckung des Containers mit staubdichten Vliesmaterialien wird zudem die Freisetzung von Staub in die Umgebungsluft reduziert. Diese Vorgehensweise trägt darüber hinaus dazu bei, die Verschmutzung der Umgebung zu reduzieren.<sup>152</sup>

### Abbrucharbeiten außerhalb geschlossener Räume

Abbrucharbeiten außerhalb von geschlossenen Räumen werden in der Regel maschinell durchgeführt. Die dabei eingesetzten Maschinen sind in staubbelasteten Bereichen mit Kabinen-Zuluftfiltern auszustatten. Die zwangsläufig entstehenden Stäube sind mittels Wasser möglichst gering zu halten.

Dieser Vorgang kann über Düsen, welche am Ausleger des Abbruchbaggers montiert sind oder über eine manuelle Führung des Wasserschlauches erfolgen. Wird manuell befeuchtet, ist darauf zu achten, dass sich keine Arbeitnehmer:innen im Gefahrenbereich des Abbruchgeräts befinden. Weiter ist sicherzustellen, dass sich Beschäftigte außerhalb des von der Staubeentwicklung beeinträchtigten Bereichs aufhalten. Anderenfalls sind die Arbeitnehmer:innen mit Atemschutzgeräten auszustatten.<sup>153</sup>

Insbesondere bei maschinellen Abbrucharbeiten können zum zusätzlichen Schutz des Baustellenumsfelds vor Staub Abbruchvorhänge eingesetzt werden. Abbruchvorhänge, wie in Abb. 4.6 dargestellt, bestehen aus reißfesten, witterungbeständigen Materialien mit einer glatten homogenen Oberfläche. Sie können aus mehreren Vorhangelementen bestehen, welche an einem ausreichend tragfähigen horizontalen Tragbalken befestigt werden. Der Abbruchvorhang wird mit Hilfe eines Krans aufgezogen und am entsprechenden Einsatzort platziert. Dabei ist auf, aus einwirkenden Windlasten resultierende, Bewegungen zu achten und sicherzustellen, dass sich keine Personen im Schwenkbereich aufhalten.<sup>154</sup>

### 4.4.3 Gesundheitsschädliche Vibrationsemissionen

Die Evaluierung der Belastung von Arbeitnehmer:innen durch Vibrationseinwirkungen stellt einen nicht zu vernachlässigenden Bestandteil der Gefahrenbeurteilung dar. Basierend auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen erfolgt die Ausarbeitung von Maßnahmen zur Reduktion der Belastung. Die auftretenden Vibrationen werden in Hand-Arm-Vibrationen sowie Ganzkörper-Vibrationen unterschieden.

Im Rahmen der Arbeitsvorbereitung bzw. Planung des Rückbaus sind die folgenden Grundsätze zu beachten:<sup>155</sup>

- Evaluation wo eine potenzielle Gefährdung der Arbeitnehmer:innen durch Hand-Arm-Vibrationen oder Ganzkörper-Vibrationen vorliegt
- Ermittlung der Exposition der Arbeitnehmer:innen und Vergleich mit den Grenzwerten der VOLV [54]
- Maßnahmen zur Reduktion der Exposition

### Hand-Arm-Vibrationen

Hand-Arm-Vibrationen werden über die Handinnenflächen und Finger in Hände und Arme übertragen. Diese Form von Vibrationen treten in der Regel im Rahmen von händischen Abbrucharbeiten mit handgeführten Maschinen auf. Das Risiko der Arbeitnehmer:innen vibrationsinduzierte Schädigungen des Hand- und Armgewebes zu erleiden, steigt mit der Dauer der Exposition.<sup>156</sup>

<sup>154</sup>Vgl. [18] Deutscher Abbruchverband, S. 1

<sup>155</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 15

<sup>156</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 11



**Abb. 4.6:** Einsatz eines Abbruchvorhangs bei Abbrucharbeiten außerhalb geschlossener Räume  
(Quelle: Wendel [56])

Zur Bewertung der Gefährdung der Arbeitnehmer:innen durch Hand-Arm-Vibrationen wird der Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$  herangezogen. Dieser errechnet sich aus der Wurzel der Summe der Quadrate der frequenzbewerteten Beschleunigungen in drei aufeinander orthogonale Richtungen x,y und z.<sup>157</sup>

Um die Tages-Vibrationsexposition zu ermitteln ist es erforderlich im Vorfeld die tägliche Expositionsdauer der Arbeitnehmer:innen zu bestimmen. Dies erfolgt durch die individuelle Analyse von Arbeitsvorgängen hinsichtlich der Dauer, während jener die Arbeitnehmer:innen Vibrationen ausgesetzt sind. Aus der ermittelten Expositionsdauer wird gemeinsam mit dem Schwingungsgesamtwert die Tages-Vibrationsexposition berechnet.<sup>158</sup>

Die auf Grundlage der Expositionsdauer berechnete Tages-Vibrationsexposition wird mit den Grenzwerten der VOLV [54] verglichen. Bei Überschreitung der Grenzwerte werden in weiterer Folge geeignete Maßnahmen erarbeitet. Möglichkeiten um Hand-Arm-Vibrationen zu beseitigen oder zu reduzieren werden in der nachfolgenden Aufzählung zusammengefasst:<sup>159</sup>

1. Wahl alternativer Arbeitsmethoden: Im Zuge der Arbeitsvorbereitung ist zu untersuchen, ob vibrationsintensive Arbeitsvorgänge durch Alternativen substituiert werden können. Exemplarisch dafür ist der Einsatz von vibrationsreduzierten Maschinen oder die Automatisierung von Arbeitsprozessen.
2. Wahl der Arbeitsmittel: Vor Ausführungsbeginn empfiehlt es sich sicherzustellen, dass sämtliche für die Durchführung der Arbeiten gewählten Arbeitsmittel geeignet sind und dem Stand der Technik entsprechen. Als geeignet im Kontext der Reduktion von Vibrationen werden effiziente Maschinen angesehen, welche die Expositionsdauer der Arbeitnehmer:innen nicht durch unzureichende Kapazitäten erhöhen. Weiter sind bei der Auswahl von Arbeitsmitteln die folgenden Faktoren zu beachten:
  - Gewicht des Werkzeugs
  - Gestaltung der Griffe und Griffkomfort
  - Erforderliche Griffkräfte
  - Temperatur von Greifflächen bzw. der Abluft aus pneumatischen Werkzeugen

Grundsätzlich sind bei Neuanschaffung von Arbeitsmitteln die vorliegen Vibrationsemissionen zu berücksichtigen. Dies folgt aus dem Ziel, die Exposition der Arbeitnehmer:innen auf ein Minimum zu reduzieren.

3. Persönliche Schutzausrüstung: Die PSA stellt das letzte Mittel in der Kette von möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von gesundheitsschädlichen Vibrationen dar. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich auf dem Markt befindliche Vibrationsschutzhandschuhe bei Frequenzen unterhalb von 150Hz keine deutliche Risikoverringerung mit sich bringen. Bei Arbeitsvorgängen, welche Vibrationen in höheren Frequenzen hervorrufen ist eine gewisse Reduktion der Vibrationen festzustellen. Da sich die Verringerung des Risikos jedoch nicht eindeutig quantifizieren lässt, wird davon abgeraten sich auf die Beseitigung von Hand-Arm-Vibrationen infolge der Verwendung von Vibrationsschutzhandschuhen zu verlassen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt bei der Beurteilung von Gefährdungen durch Hand-Arm-Vibrationen ist die Körpertemperatur der Arbeitnehmer:innen. Niedrige Körpertemperaturen fördern das Risiko für Gesundheitsschäden durch Vibrationen. Arbeiten im freien

<sup>157</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 19

<sup>158</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 18, 22

<sup>159</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 25-28



**Abb. 4.7:** Bewertungsrichtungen der frequenzbewerteten Beschleunigungswerte für stehende (links) sowie sitzende (rechts) Tätigkeiten (Quelle: Europäische Kommission [22, S. 68])

sollten daher bei kalter Witterung möglichst vermieden werden. Arbeiten in Innenräumen sollten bei mindestens 16°C durchgeführt werden.

### Ganzkörper-Vibrationen

Ganzkörper-Vibrationen werden durch Maschinen und Fahrzeuge erzeugt und über den Sitz oder die Füße der Arbeitnehmer:innen in den Körper eingeleitet. Expositionen gegenüber Ganzkörper-Vibrationen gefährden die Sicherheit- und Gesundheit der Arbeitnehmer:innen und führen insbesondere zu Rückenbeschwerden. Analog zu den Hand-Arm-Vibrationen steigt das Risiko mit der Intensität sowie der Dauer der Vibrationseinwirkung.<sup>160</sup>

Die Bewertung basiert auf dem frequenzbewerteten maximalen Beschleunigungswert von drei aufeinander orthogonalen Richtungen x,y und z. Die Richtungen der relevanten frequenzbewerteten Beschleunigungswerte, werden gemäß Abb. 4.7 verdeutlicht. Als Eingangswerte für die Berechnung der Tages-Vibrationsexposition werden in der Regel Emissionsdaten der jeweiligen Maschinenhersteller herangezogen.<sup>161</sup> Die konkrete Ermittlung der Tages-Vibrationswerte erfolgt über entsprechende Berechnungstools.

Die Tages-Vibrationswerte werden, analog zur im Rahmen der Hand-Arm-Vibrationen beschriebenen Vorgangsweise, mit den Grenzwerten der VOLV [54] verglichen. Die ermittelten Tages-Vibrationswerte bilden die Grundlage für die Planung der Maßnahmen zur Reduktion von Vibrationsemissionen. Auf entsprechende Grundsätze der Maßnahmenplanung wird nachfolgend Bezug genommen:<sup>162</sup>

1. Alternative Gestaltung der Arbeitsvorgänge: Nach Möglichkeit werden vibrationsintensive Arbeitsvorgänge substituiert. Ein konkretes Beispiel stellt der Transport von Rückbaumaterial mittels Förderbändern anstatt von beweglichen Maschinen dar.
2. Wahl der Arbeitsmittel: Analog zu den Maßnahmen zur Bekämpfung von Hand-Arm-Vibrationen stellt die Wahl von geeigneten Baumaschinen eine Zentrale Maßnahme zur

<sup>160</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 59

<sup>161</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 68

<sup>162</sup>Vgl. [22] Europäische Kommission, S. 73–77

Reduktion von Vibrationseinwirkungen dar. Dabei ist auf eine ausreichende Kapazität sowie auf möglichst geringe Beschleunigungswerte zu achten.

3. Gestaltung der Arbeitsprozesse: Es wird empfohlen die Prozesse in der Art zu gestalten, dass die Tagesexpositionsdauer möglichst gering gehalten wird. Weiter gilt das Ziel die Intensität der Vibrationen auf ein Minimum zu beschränken. Geeignete Maßnahmen um dies zu erreichen sind beispielsweise die Reduktion der Fahrstrecken, Beschränkung der Geschwindigkeit, Verbesserung der Oberfläche der Verkehrsflächen oder die Bereitstellung eines geeigneten Schwingsitzes.

#### 4.4.4 Empfohlene Sicherheitsabstände

Die Einhaltung von horizontalen Sicherheitsabständen zwischen Baugeräten und den abzubrechenden Bauteilen ist für die sichere Durchführung von Rückbauarbeiten unerlässlich. Der erforderliche Sicherheitsabstand sowie der zur Verfügung stehende Arbeitsraum sind wesentliche Entscheidungskriterien bei der Wahl einer geeigneten Arbeitsmethode sowie bei der Erstellung eines Rückbaukonzepts. Um die Entwicklung hin zur Vorgabe von Schutzziele auf dem Bereich der Arbeitssicherheit voranzutreiben und innovative Ansätze der Abbruchunternehmer:innen zu fördern, wird empfohlen den erforderlichen Sicherheitsabstand anhand der Bewegungsrichtung der abgebrochenen Bauteile festzulegen. Zusätzlich wird dabei die Arbeitsweise des Abbruchgeräts berücksichtigt.

##### **Abzubrechender Bau- bzw. Bauwerksteil bewegt sich zum Baugerät hin**

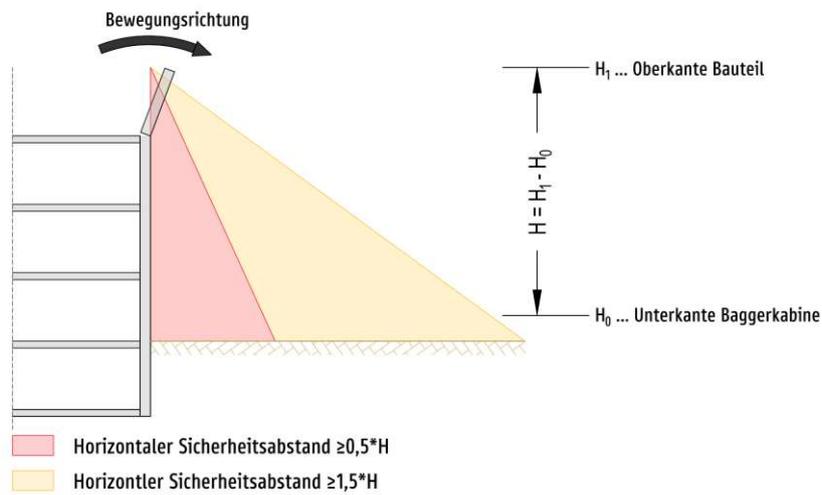
Liegt eine voraussichtliche bzw. geplante Bewegungsrichtung des abgebrochenen Bauteils zum verwendeten Abbruchgerät hin vor, wird abhängig von der gewählten Methode ein horizontaler Mindestabstand von  $0,5 \cdot H$  bis  $1,5 \cdot H$  empfohlen. Die Unterscheidung erfolgt einerseits anhand der zum Zweck des Abbruchs aufgebrauchten Kräfte, andererseits anhand der Arbeitsweise der im Rahmen des maschinellen Rückbaus eingesetzten Geräten. Die Ermittlung der Bezugshöhe  $H$  erfolgt gemäß Abb. 4.8. Die nachstehende Aufzählung fasst die empfohlenen Sicherheitsabstände zusammen:

- Weist die Wirkungsrichtung der aufgebrauchten Kraft zum Abbruchgerät hin, wird ein horizontaler Sicherheitsabstand von mindestens  $1,5 \cdot H$  empfohlen.
- Bei maschinellen Rückbauarbeiten welche durch einen von oben greifenden Vorgang erfolgen, wird ein horizontaler Sicherheitsabstand von mindestens  $0,5 \cdot H$  empfohlen. Die Bau- oder Bauwerksteile werden dabei vorab oder im Zuge der Greifbewegung aus dem Verbund bzw. der Verankerung gelöst. Ferner gelten die im Abschnitt 4.1 formulierten Voraussetzungen zur Reduktion des waagrechten Sicherheitsabstands.

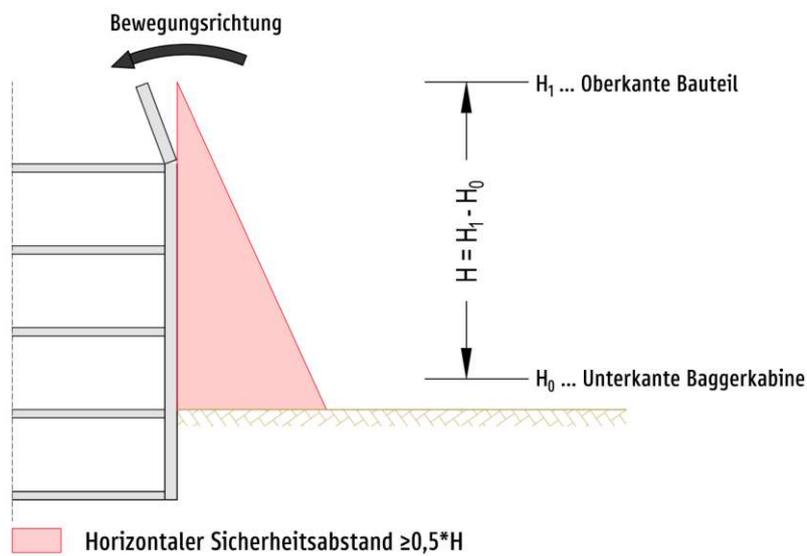
##### **Abzubrechender Bau- bzw. Bauwerksteil bewegt sich vom Baugerät weg**

Bei einer vorgesehenen Bewegungsrichtung der abgebrochenen Objekte vom eingesetzten Abbruchgerät weg, wird unabhängig vom angewendeten Abbruchverfahren ein Sicherheitsabstand von mindestens  $0,5 \cdot H$  empfohlen. Die Vorgangsweise zur Ermittlung der Bezugshöhe  $H$  ist Abb. 4.9 zu entnehmen.

Die in österreichischen Regelwerken, siehe Abschnitt 4.1 bis Abschnitt 4.3, formulierten Abstandsregeln beziehen sich stets auf eine nicht näher definierte Geschoßhöhe  $h$ . In weiterer Folge bleibt die Absoluthöhe des abzubrechenden Bauteils bzw. der Höhenunterschied zwischen Aufstandsfläche des Abbruchgerätes und dessen Oberkante bei der Ermittlung des Sicherheitsabstands unberücksichtigt. Um diese Unklarheit in der Festlegung des Sicherheitsabstandes zu beseitigen



**Abb. 4.8:** Empfohlener Sicherheitsabstand bei Abbrüchen, wo sich das Bauteil zum Abbruchgerät bewegt



**Abb. 4.9:** Empfohlener Sicherheitsabstand bei Abbrüchen, wo sich das Bauteil vom Abbruchgerät weg bewegt

und die Höhe des Rückbauobjekts in die Überlegung einfließen zu lassen, wird die Verwendung der Bezugsgröße  $H$  empfohlen.  $H$  entspricht dabei der Differenz der Absoluthöhen der Oberkante des abzubrechenden Bauteils und der Unterkante der Kabine des eingesetzten Abbruchgeräts. Als Referenzpunkt für die Messung des horizontalen Sicherheitsabstandes wird die Vorderkante der Kabine des Abbruchgeräts empfohlen.

Neben dem horizontalen wird auch ein vertikaler Abstand zu den abzubrechenden Bauteilen empfohlen. Dieser wird in Abhängigkeit des verwendeten Abbruchgeräts festgelegt. Bei Verwendung eines Abbruchbaggers oder vergleichbaren Baugeräten mit Ausleger, wird empfohlen, dass dieser in der Lage ist, das Bauteil in einem Abstand von mindestens 0,5 m zu überschwenken. Erfolgt der Abbruch mithilfe einer schlagenden Bewegung, wird empfohlen, dass der Niveauunterschied der Auslegerspitze des eingesetzten Baugeräts und der Oberkante des rückzubauenden Objekts mindestens 1,5 m beträgt.

Die dargelegten Vorschläge zur Festlegung von Sicherheitsabständen sind im Rahmen der praktischen Umsetzung zu evaluieren und erforderlichenfalls anzupassen.

## 4.5 Abbruchkonzept und Abbrucharweisung

Nach der Untersuchung allgemein gültiger Schutzziele und möglicher Ansätze zu ihrer Umsetzung konzentrieren sich die folgenden Abschnitte auf den Aufbau und den Inhalt der vorhandenen Unterlagen *Abbruchkonzept* und *Abbrucharweisung*. Dabei werden potenzielle Schwachstellen identifiziert sowie Möglichkeiten erörtert, wie die Erkenntnisse, die im Rahmen der Abschnitte 4.1 bis 4.3 gewonnen wurden, integriert werden können.

Das Abbruchkonzept und die schriftliche Abbrucharweisung sind wesentliche Bestandteile der Planung und Durchführung von Rückbauarbeiten. Sie verfolgen das Ziel, den Sicherheits- und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen sowie den Umweltschutz zu erhöhen. Insbesondere das gemäß ÖNORM B 3151 [39] vorgeschriebene Abbruchkonzept zielt auf die ressourcenschonende und ökonomische Verwertung von Rückbauabfällen ab.

Der gemäß BauV [51] gesetzlich vorgeschriebene Inhalt der Abbrucharweisung wird in Abschnitt 3.1.1 erläutert. Im Folgenden liegt der Fokus primär auf der praktischen Auslegung des Abbruchkonzepts nach ÖNORM B 3151 [39] sowie der Abbrucharweisung gemäß ÖNORM B 2251 [37].

### 4.5.1 Abbruchkonzept

Das Rückbaukonzept gemäß ÖNORM B 3151 [39] beschreibt die Art, den Umfang und die Organisation des Rückbauvorhabens. Eigentliches Ziel des Rückbaukonzepts ist sicherzustellen, dass die Trennpflicht gemäß RBV [53] berücksichtigt wird. Durch die Trennung werden Kosten sowie Aufwand für die Aufbereitung und Verwertung von Rückbauabfällen reduziert. Zudem findet durch die Einbindung von rückbaukundigen Personen eine technische und ökologische Optimierung des Abbruchvorgangs statt.

Erforderlich ist ein Rückbaukonzept für alle Rückbauvorhaben, welche mehr als 750 t Abbruchabfälle produzieren. Bodenaushubmaterial bleibt dabei unberücksichtigt. Ausgenommen von dieser Pflicht sind Linienbauwerke und Verkehrsflächen. Es wird jedoch empfohlen, auch hier Rückbaukonzepte zu erstellen, um die Einhaltung der Trennpflicht gemäß RBV [53] zu erleichtern.<sup>163</sup> In der Praxis werden Rückbaukonzepte meist anhand des *Formblatt: Rückbaukonzept*, welches Anhang C der ÖNORM B 3151 [39] zu entnehmen ist, erstellt. Dieses ist in die folgenden Abschnitte gegliedert.<sup>164</sup>

<sup>163</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 9 f.

<sup>164</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 24-26

1. **Allgemeines:** Der Abschnitt Allgemeines enthält Angaben zum Standort und Brutto-Rauminhalt des Rückbauvorhabens sowie den beteiligten Personen. Diese sind der Bauherr in dessen Namen das Abbruchvorhaben durchgeführt wird oder die rückbaukundige Person welche die Schad- und Störstofferkundung gemäß Abschnitt 2.4 durchführt.
2. **Erkundung der Schad- und Störstoffe:** Hier wird die Art der durchgeführten Schad- und Störstofferkundung festgehalten. Dabei stehen gemäß Abschnitt 2.4 die folgenden Möglichkeiten zur Auswahl:
  - Umfassende Schad- und Störstofferkundung gemäß EN ISO 1600-32 [19]
  - Orientierende Schad- und Störstofferkundung gemäß ÖNORM B 3151 [39]
  - keine Schad- und Störstofferkundung erforderlich (Bau- oder Abbruchabfälle < 750 t)
3. **Entfernung der Schad- und Störstoffe:** Die Entfernung der infolge der Schad- und Störstofferkundung festgestellten Stoffe erfolgt vor der Durchführung des maschinellen Rückbaus. Im dritten Abschnitt des Rückbaukonzepts sind daher Angaben zur Entfernung dieser Schad- und Störstoffe und zum damit beauftragten Unternehmen zu treffen.
4. **Wiederverwendung von Bauteilen:** Dieser Abschnitt enthält eine Aufzählung von Bauteilen, welche explizit zur Wiederverwendung vorgesehen sind. Weiter sind Angaben zur ordnungsgemäßen Demontage erforderlich.
5. **Maschinellem Rückbau:** Angaben zum ausführenden Unternehmen sowie zur Trennung der Hauptbestandteile des Rückbaumaterials. Die Trennung kann direkt auf der Baustelle im Zuge des Rückbaus oder durch eine nachgeschaltete Sortieranlage erfolgen. Erfolgt die Trennung des Abbruchmaterials nicht vor Ort ist Name, Anschrift und Art der Sortieranlage bekanntzugeben.
6. **Zusätzliche Dokumente:** Dem *Formblatt: Abbruchkonzept* sind zusätzlich die Objektbeschreibung gemäß ÖNORM B 3151 [39], die Dokumentation der Schad- und Störstofferkundung sowie falls vorhanden der Baustelleneinrichtungsplan beizulegen.

Die bereits erwähnte Objektbeschreibung verfolgt das Ziel die Planung und Durchführung des Rückbaus zu erleichtern sowie alle Projektbeteiligten auf den selben Informationsstand zu bringen. Die zur sicheren Abwicklung eines Rückbauvorhabens zwingend zu beachtenden Bestandteile der Objektbeschreibung werden nachfolgend zusammengefasst:<sup>165</sup>

1. **Objektdaten:** Neben allgemeinen Daten des rückzubauenden Bauwerks wie Brutto-Rauminhalt und Bauwerksalter, ist die Anzahl der Geschoße sowie die Geschoßhöhe, definiert als Höhenunterschied von Fußbodenoberkante (FBOK) bis FBOK, zu dokumentieren. Weiters sind sämtliche, der Auftraggeberin bekannte, frühere Nutzungsarten und Umbaumaßnahmen bekanntzugeben.
2. **Materialien des Objekts:** Die tragenden- und nichttragenden Bauteile, Fassade, Deckenkonstruktion, Dachkonstruktion und Dacheindeckung sind hinsichtlich der verbauten Materialien zu untersuchen und die Ergebnisse geschoßweise zu dokumentieren.
3. **Massenabschätzung:** Die Massen der Hauptbestandteile des abzubrechenden Bauwerks sind schätzungsweise zu ermitteln und nachvollziehbar aufzuschlüsseln. Diese Massenabschätzung bildet die Entscheidungsgrundlage für die Art der Schad- und Störstofferkundung.

<sup>165</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 15-19

4. **Besonders zu berücksichtigende Randbedingungen:** Dieser Abschnitt der Objektbeschreibung umfasst Vorgaben und Informationen zu:
- Lärm, Staub, Erschütterungen
  - Infrastrukturelle Schnittstellen
  - Verkehrsanbindung
  - Einschränkungen durch angrenzende Objekte sowie Maßnahmen zum Schutz Dritter
  - Umweltschutzmaßnahmen

#### 4.5.2 Schriftliche Abbrucharweisung

Eine schriftliche Abbrucharweisung ist für alle Rückbauvorhaben zu erstellen, welche besondere Sicherungsmaßnahmen oder Anweisungen erfordern. Die Erstellung erfolgt durch eine fachkundige Person gemäß ÖNORM B 2251 [37]. Die schriftliche Abbrucharweisung stellt ein zentrales Dokument des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer:innen im Verlauf des Rückbauvorhabens dar. Insbesondere im Zuge der Unterweisung der Arbeitnehmer:innen ist die Abbrucharweisung zur Hilfe zu nehmen.

Im Rahmen der praktischen Anwendung erfolgt die Erstellung der schriftliche Abbrucharweisung gemäß BauV [51] in der Regel anhand eines Formblattes der ÖNORM B 2251 [37]. Der Inhalt dieses Formblattes wird in der folgenden Aufzählung zusammengefasst:<sup>166</sup>

1. **Rückbauvorhaben:** Bezeichnung, Anschrift und Grundstücksnummer des rückzubauenden Objekts
2. **Bauherr:** Name und Anschrift der Person, in dessen Namen der Rückbau erfolgt
3. **Angaben zum Unternehmen:** Name, Anschrift, Kontaktinformation sowie Bekanntgabe der Aufsichtsperson und deren Stellvertreter:in
4. **Durchführung der Abbrucharbeiten:** Hier werden Angaben zur Art des Abbruchvorhabens (Rückbau, Demontage oder Demolierung) sowie das Abbruchniveau und die festgelegte Reihenfolge der Abbrucharbeiten dokumentiert
5. **Berücksichtigung der Standsicherheit vor Beginn der Arbeiten:** Maßnahmen zur Sicherstellung der Standsicherheit des Rückbauobjekts und der angrenzenden Bauwerke vor Beginn der Abbrucharbeiten
6. **Berücksichtigung der Standsicherheit während der Arbeiten:** Maßnahmen zur Sicherstellung der Standsicherheit des Rückbauobjekts und der angrenzenden Bauwerke während der geplanten Abbrucharbeiten
7. **Schutzmaßnahmen gegen herabfallende Materialien:** Gemäß ÖNORM B 2251 [37] Anhang A stehend die folgenden Maßnahmen zur Verfügung:
  - Fanggerüste
  - Dachschutzblenden
  - Schutzdächer
  - Fassadengerüste
  - Wehre

<sup>166</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 9-10

- Abdeckungen
  - Sonstige Absturzsicherungen
  - Gefahrenbereich freihalten
8. **Sicherung exponierter Arbeitsstellen und Zugänge:** Dokumentation der Aufstiege und Zugänge zu exponierten Arbeitsstellen und der dafür erforderlichen Arbeitsmittel wie Gerüste, Hubarbeitsbühnen und ähnliche
  9. **Schutzmaßnahmen bei gefährlichen Arbeitsstoffen:** Erforderliche Schutzmaßnahmen sofern im Zuge der Schad- und Störstofferkundung gesundheitsgefährdende Arbeitsstoffe festgestellt wurden
  10. **Schutzmaßnahmen bei Einbauten sowie Freileitungen:** Dokumentation der erforderlichen Maßnahmen bei vorhandenen Einbauten

Nach der Betrachtung der derzeit vorgesehene Inhalte des Abbruchkonzepts und der schriftlichen Abbrucharweisung, wird nun auf Vorschläge eingegangen, welche diese Unterlagen an die in der praktischen Durchführung von Rückbauvorhaben auftretenden Herausforderungen anpassen. Dies bedeutet insbesondere die empfohlene Adaptierung der BauV im Sinne des *New Approach* der europäischen Union.

## 4.6 Aufwertung der schriftlichen Abbrucharweisung

Das Konzept des *New Approach* basiert auf dem Grundsatz einen Rahmen bzw. grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen festzulegen. Technische Vorgaben zu den im Rahmen der Sicherheitsgrundsätze angewendeten bautechnischen Arbeitsverfahren werden dabei von den Normungsinstituten erarbeitet.<sup>167</sup> Dementsprechend werden in der Baustellen-Richtlinie [44] keine Abbruchverfahren explizit vorgegeben sondern lediglich ein Schutzziel. Neben den auf sämtlichen Baustellen gültigen Grundsätzen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes (Fürsorgepflicht, Absturzsicherung, Maßnahmen gegen herabfallende Bauteile/Werkzeuge und dergleichen) sind dafür die im Abschnitt 4.4 festgelegten allgemein gültigen Schutzziele in der BauV festzuhalten. Da jedes Rückbauvorhaben durch unterschiedliche Rand- und Rahmenbedingungen charakterisiert wird, sind die erforderlichen Maßnahmen um die geforderten Schutzziele zu erreichen für jedes Rückbauvorhaben individuell festzulegen und im Zuge der praktischen Umsetzung zu evaluieren.

Die Erstellung der Abbrucharweisung bzw. des Sicherheitskonzepts erfolgt im Rahmen der Arbeitsvorbereitung durch eine fachkundige Person im Auftrag der Auftraggeber:innen. Für die Festlegung von wirksamen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen ist eine Identifizierung der objektspezifisch auftretenden Gefährdungspotenziale unerlässlich, daher stellt die objektbezogene Gefährdungsbeurteilung den ersten Handlungsschritt dar. Bei der Gefährdungsbeurteilung sind gemäß DGUV Regel 101-603 die folgenden Grundsätze bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen, in aufsteigender Reihenfolge, zu berücksichtigen:<sup>168</sup>

1. Maßnahmen zur Substitution
2. Technische Maßnahmen
3. organisatorische Maßnahmen

<sup>167</sup>Vgl. [47] Beuth Verlag 2023

<sup>168</sup>Vgl. DGUV Regel 101-603 S. 7

#### 4. personenbezogene Maßnahmen

Da die Abbruchanweisung oder alternativ Demontageanweisung in direkter Verbindung mit dem Abbruchkonzept steht, liegt eine Vereinigung dieser Unterlagen nahe. Die Gliederung, inklusive der Objektsbeschreibung, wird dabei gemäß Abschnitt 4.5.1 übernommen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Punkt *Wiederverwendung von Bauteilen* zu widmen. Dieser wird dahingehend ergänzt, dass auch die Wiederverwendung des Abbruchmaterials als Recycling-Baustoff mit berücksichtigt wird. Daher ist bei der Auswahl der Abbruchmethode zu beachten, dass die nachfolgende Aufbereitung nicht negativ beeinflusst wird. Folglich sind Angaben zur vorgesehenen Trennung der Materialien im Zuge des Rückbaus zu treffen. Eine weitere Ergänzung betrifft die Festlegung der geplanten Arbeitsabfolgen sowie die Beschreibung der dabei zum Einsatz kommenden Abbruchverfahren. Dies umfasst ebenfalls Angaben zu den eingesetzten Baumaschinen und Geräten sowie dem erforderlichen Abbruchniveau.

In weiterer Folge wird die Gliederung der Abbruchanweisung gemäß Abschnitt 4.5.2 ebenfalls teilweise übernommen, jedoch inhaltlich in einigen Punkten abgeändert. Diese Ergänzungen betreffen insbesondere die Beschreibung der vorgesehenen Maßnahmen um die in Abschnitt 4.4 behandelten Schutzziele zu erreichen. Die zusätzlichen Punkte der Gliederung wurden unter Zuhilfenahme der DGUV Regel 101-603 [17] festgelegt und in der folgenden Aufzählung zusammengefasst:

- Prüfung ob eine Abbruchstatik erforderlich ist und Bekanntgabe der verantwortlichen Tragwerksplaner:innen
- Stützmaßnahmen am Rückbauobjekt
- Detaillierte Beschreibung der geplanten Maßnahmen zur Gewährleistung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie des Umweltschutzes und der Entsorgungsvorschriften
- Festlegung der Sicherheitsabstände
- Erforderliche persönliche Schutzausrüstung
- Wegschaffen und Entsorgen von gefährlichen/ungefährlichen Abfällen

Die Abbruchanweisung stellt somit ein Konvolut von Unterlagen dar, welche die geplanten Rückbautätigkeiten gegenüber den Auftraggeber:innen, Fachplaner:innen, Koordinator:innen im Sinne des BauKG sowie den Behörden dokumentieren. Weiter wird die Einhaltung der Rahmenbedingungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie Berücksichtigung des Umweltschutzes sichergestellt. Zusätzlich stellen die ausgearbeiteten Unterlagen die Grundlage für die Unterweisung der Arbeitnehmer:innen dar.

Ferner ist es möglich die Dokumentation der Sicherheitsmaßnahmen im Zuge des Rückbaus als Grundlage bzw. Rahmen für die Kontrolle der ordnungsgemäßen Anwendung der Maßnahmen durch die Arbeitsinspektion heranzuziehen.

### 4.7 Zusammenfassung

Im Rahmen der Betrachtung der Wechselwirkung von BauV und ÖNORM B 3151 werden Vorgaben im Bezug auf die Sicherheit der Arbeitnehmer:innen sowie auf die technische Ausführung von maschinellen Abbruchverfahren analysiert. Zusätzlich werden in der BauV geforderte Sicherheitsabstände mit internationalen Vorgaben verglichen.

Bei strenger Auslegung der Definition gemäß BauV ist im Abbruchverfahren Abgreifen, der Einsatz von hydraulischen Betonzangen nicht eingeschlossen. Es wird empfohlen die Definition dahingehend zu ergänzen. Im Zuge der Ermittlung des erforderlichen Sicherheitsabstandes fällt auf, dass die Geschoßhöhe sowie Bezugspunkte nicht eindeutig definiert sind. Dieser Umstand betrifft sämtliche behandelte maschinelle Abbruchverfahren. Um dies zu beheben wird empfohlen auf die Definitionen der Bezugspunkte gemäß DGUV zurückzugreifen.

Eindrücken und Einreißen bringen Gefahren durch herabstürzende Bauteile mit sich. Bei näherer Betrachtung fällt eine Vermischung von bautechnischen Anforderungen mit Themen der Arbeitssicherheit auf. Dies betrifft insbesondere Vorgaben bezüglich der verwendeten Abbruchgeräte. Für die Vorgänge des Einreißen und Eindrücken werden Sicherheitsabstände anhand der Bewegungsrichtung der Bauteile festgelegt.

Einschlagen stellt aufgrund der zwangsläufigen Zerstörung von Bauteilen keine zulässige Rückbaumethode gemäß ÖNORM B 3151 dar. Neben dem erforderlichen Arbeitsraum werden die erzeugten Erschütterungen und die hohe Staubeentwicklung als Gründe für die untergeordnete Anwendung dieses Verfahrens identifiziert. Ferner darf Einschlagen im Zuge des Rückbaus nur bei Gefahr in Verzug erfolgen.

Im Zuge der Diplomarbeit werden allgemein gültige Schutzziele definiert und mögliche Schutzmaßnahmen betrachtet. Diese betreffen insbesondere die Sicherstellung der Standfestigkeit, Minderung der Staubbelastung, gesundheitsschädliche Vibrationen sowie Empfehlungen für die Festlegung von Sicherheitsabständen. Empfohlene Sicherheitsabstände werden anhand der Bewegungsrichtung der rückzubauenden Bauteile sowie der Arbeitsweise der Abbruchgeräte festgelegt.

Anschließend an die Untersuchung allgemein gültiger Schutzziele folgt die Analyse des derzeitigen Inhalts von Abbruchkonzept und Abbruchanweisung. Darauf aufbauend werden Möglichkeiten der Aufwertung dieser Unterlagen vorgestellt. Ziel der Adaptierung ist eine Entwicklung der bestehenden Gesetze im Sinne des New Approach der EU zu fördern. Die Aufwertung der Abbruchanweisung hat zur Folge, dass die Maßnahmen zur Erreichung der festgelegten Schutzziele durch eine fachkundige Person detailliert erläutert werden müssen.

## Kapitel 5

# Ausarbeitung von Sicherheitskonzepten zur Erreichung des Schutzziels anhand eines Beispielprojekts

Um die im Rahmen der Diplomarbeit empfohlene Vorgangsweise zu verdeutlichen, folgt abschließend die Ausarbeitung von spezifischen Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels anhand eines Beispielprojekts. Begonnen wird mit der Definition von allgemeinen Projektrandbedingungen. Darauf aufbauend werden Gefährdungspotenziale identifiziert und mögliche Sicherheitsmaßnahmen erarbeitet.

### 5.1 Allgemeine Projektrandbedingungen

Bei dem gewählten Beispielprojekt handelt es sich um ein ehemaliges Schulgebäude, welches im 20. Jahrhundert errichtet wurde. Das im gegenständlichen Beispielprojekt abzubrechende Objekt wird beidseitig durch bestehende Gebäude begrenzt. Die Lage des Abbruchobjekts wird dabei im innerstädtischen Bereich angenommen.

Das rückzubauende Gebäude wurde in Betonbauweise mit einem Holzdachstuhl errichtet und weist fünf Geschoße sowie einen Keller auf. Die Bruttogeschoßfläche (BGF) eines Regelgeschoßes beträgt rund 800 m<sup>2</sup> bei einer Geschoßhöhe von 4,0 m. Die Raumhöhe des Kellergeschoßes weist lediglich 2,0 m auf. Hervorzuheben ist, dass im Zuge der durchgeführten Schad- und Störstofferkundung festgestellt wurde, dass die Dachhaut mit Wellplatten aus Asbestzement versehen ist. Das Gebäude durchlief seit der Errichtung mehrere Nutzungsphasen und wurde zuletzt als Wohngebäude genutzt.

Der Rückbau erfolgt aufgrund der geplanten Errichtung einer unterkellerten Wohnhausanlage mit rund 70 Wohneinheiten. Um dem Anspruch das Bauvorhaben möglichst nachhaltig zu gestalten gerecht zu werden, ist eine Aufbereitung und anschließende Verwertung des Abbruchmaterials vorgesehen. Die Verwertung folgt im Zuge des Neubaus.

### 5.2 Arbeitsablauf und Evaluierung der Gefährdungspotenziale

Der Abbruch des Objekts erfolgt als Rückbau gemäß ÖNORM B 3151 [39] und wird in die folgenden Bauphasen gegliedert:

**Phase 0:** Im Zuge der Vorbereitungsphase für die eigentliche Durchführung der Rückbauarbeiten erfolgt die Trennung der Versorgungsleitungen für die Strom-, Gas- und Wasserzufuhr sowie weiterer im Vorfeld erhobener Einbauten. Die Entrümpelung des Objekts ist kein Bestandteil des Rückbaus und ist daher durch den AG durchzuführen.<sup>169</sup>

---

<sup>169</sup>Vgl. [39] ÖNORM B 3151 S. 9

Die Zwischenlagerung des Abbruchmaterials erfolgt auf den an die Baustelle angrenzenden öffentlichen Verkehrsflächen. In weiterer Folge wird das zwischengelagerte Material auf einen Lagerplatz im Umfeld der Baustelle verführt und mit Hilfe einer mobilen Aufbereitungsanlage aufbereitet.

**Phase 1:** Auf die Vorbereitungsphase folgt die händische Entkernung des Rückbauobjekts mit Hilfe von Handwerkzeugen. Dabei sind insbesondere Kamine, Fassadenkonstruktionen, Verkleidungen und abgehängte Decken aus Gipskartonplatten, Türen und Fenster sowie Zwischenwände zu entfernen. Dies erfolgt mit Hilfe von Werkzeugen wie Vorschlagshämmern, Meißeln und Brechstangen sowie unter Verwendung von elektrisch betriebenen Meißelhämmern und Putzfräsen. Falls erforderlich kommen ferner druckluftbetriebene Abbruchhämmer zum Einsatz.

Neben der Entkernung wird in der Phase des händischen Rückbaus die bestehende Dachkonstruktion rückgebaut. Zusätzliche zum Einsatz der zuvor erwähnten Handwerkzeuge erfolgt dieser Arbeitsschritt unter Zuhilfenahme eines Krans.

**Phase 2:** Nachdem das Bauwerk im Zuge der Entkernung in Phase 1 in den Rohbauzustand zurückversetzt wurde, folgt der maschinelle Rückbau der tragenden Bauteile. Dafür wird ein Hydraulikbagger, welcher insbesondere für Abbrucharbeiten geeignet ist, eingesetzt. Aufgrund der Bauwerkshöhe ist dieser mit einem Longfrontausleger auszustatten. Da die tragenden Bauteile in Betonbauweise hergestellt wurden, wird als Abbruchwerkzeug eine hydraulische Betonzange vorgesehen.

Als Aufstellfläche dient der in Abb. 5.1 ersichtliche Innenhof. Die Zufahrt erfolgt über die öffentliche Verkehrsfläche im Süden des Grundstücks.

Der Rückbau des Objekts erfolgt Geschoßweise von oben nach unten. Das erforderliche Abbruchniveau stellt die FBOK des erdfeuchten Kellergeschoßes dar.

In der Phase des maschinellen Abbruchs ist die gemäß RBV [53] vorgeschriebene Trennung der Materialien zu beachten. Die anfallenden Bau- und Rückbauabfälle sind jedenfalls in ihre Hauptbestandteile zu trennen. Unabhängig von den definierten Hauptbestandteilen sind asbesthaltige Bauteile sowie Baustoffe gesondert abzutrennen und zu lagern.

**Phase 3:** Nach der Durchführung des maschinellen Abbruchs folgen die abschließenden Arbeiten. Darunter wird die Begradigung der Geländeoberfläche nach Abschluss der Abbrucharbeiten sowie die Sicherung der zurückbleibenden Baugrube zusammengefasst.

Auf Basis der definierten Arbeitsschritte werden nun die auftretenden Gefährdungspotenziale analysiert. Neben der stets zu berücksichtigenden Gefahren gesundheitsschädlicher Lärmemissionen, Vibrationen und Stäuben ist insbesondere auf den Umgang mit asbesthaltigen Baustoffen zu achten. Aufgrund der krebserregenden Eigenschaften stellen diese ein schwerwiegendes Risiko für die eingesetzten Arbeitnehmer:innen dar.

Weiter geht aus der Beschreibung des Arbeitsablaufes hervor, dass sich Arbeitnehmer:innen zur Durchführung von Arbeiten auf dem Dach aufhalten werden. Aufgrund der Nähe zu den angrenzenden Bauwerken ist dabei neben der Absturzgefahr ebenfalls die Gefahr von Verletzungen durch herabfallende Bauteile sowie Arbeitsmittel gegeben. Selbiges gilt für unkontrolliert fallende Bauwerksteile während des maschinellen Abbruchs. Wie im speziellen mit den auftretenden Gefährdungspotenzialen umgegangen wird ist Gegenstand des nachfolgenden Unterkapitels.

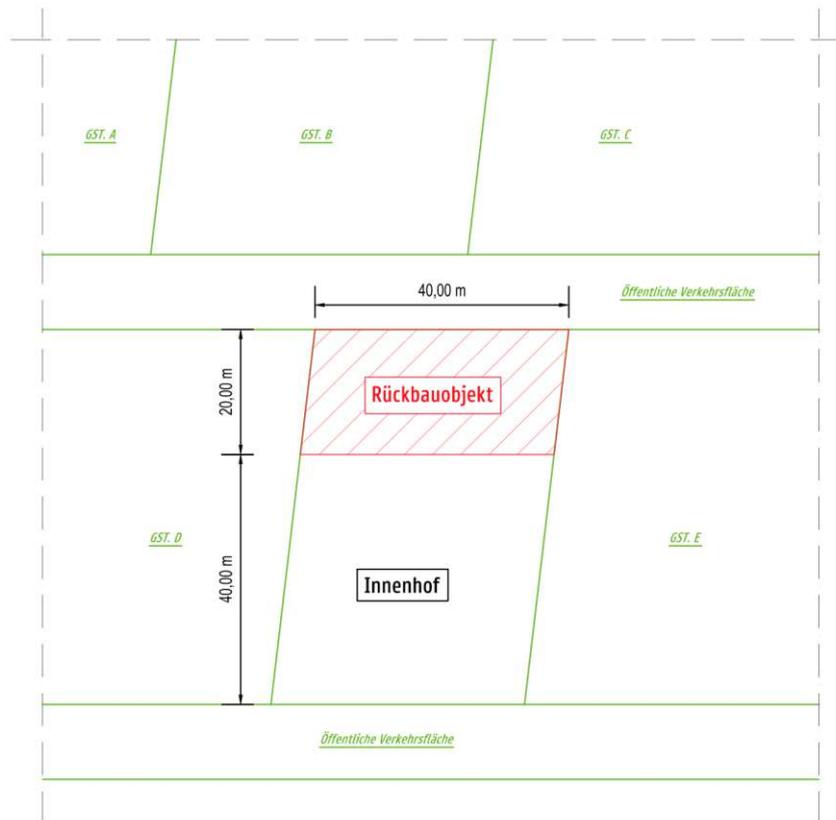


Abb. 5.1: Übersichtslageplan Rückbauobjekt

### 5.3 Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels

Vor der Aufnahme der Arbeiten sind sämtliche auf der Baustelle beschäftigte Arbeitnehmer:innen zu unterweisen. Die Unterweisung hat dabei auf Grundlage der im Folgenden erarbeiteten Maßnahmen zu erfolgen. Die Behandlung der konkreten Maßnahmen orientiert sich am Ablauf der Rückbauarbeiten gemäß Abschnitt 5.2.

#### Erforderliche Persönliche Schutzausrüstung

Begonnen wird mit der Festlegung der PSA-Bestandteile. Diese erfolgt gemäß PSA-V [50]. Die Ausrüstungselemente umfassen im Speziellen:<sup>170</sup>

- Fuß- und Beinschutz: Für ein Betreten des Baustellenbereichs sind Sicherheitsschuhe der Kategorie S3 gemäß ÖNORM EN ISO 20345 [41] erforderlich.
- Kopf- und Nackenschutz: Verwendung von Schutzhelmen auf sämtlichen Bereichen der Baustelle. Für Arbeiten auf dem Dach sind darüberhinaus für Höhenarbeiten geeignete Schutzhelme zu verwenden.
- Augenschutz: Einsatz von geeigneten Schutzbrillen im Zuge des händischen Rückbaus.
- Gehörschutz
- Handschutz: Einsatz von Handschuhen welche das notwendige Tastgefühl und Greifvermögen sicherstellen.

<sup>170</sup>Vgl. [50] PSA-V §§8-16



#### 1. Kennzeichnung asbesthaltiger Abfälle

**Abb. 5.2:** Geschlossener Container zur Zwischenlagerung von Asbestprodukten (Quelle: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft [8, S. 82])

- Hautschutz: Es sind Möglichkeiten zur Hautreinigung vorzusehen. Dabei sind Produkte für die Pflege und den Schutz der Haut zur Verfügung zu stellen.
- Atemschutz: Im Zuge des Rückbaus der Dachhaut sowie der Entkernung des Objekts ist ein Atemschutz mit mindestens Partikelfilter P2 oder eine Halbmaske der Kategorie FFP2 zu verwenden.<sup>171</sup>
- Schutzkleidung: Bei Kontakt mit asbesthaltigen Baustoffen sind partikeldichte Einweg-Schutzanzüge mit Kapuze in Kombination mit dem Atemschutz zu tragen.<sup>171</sup>
- Sicherheitsgeschirr: Im Rahmen der Arbeiten auf dem Dach ist ein Sicherheitsgeschirr bestehend aus Auffanggurt und Falldämpfer erforderlich

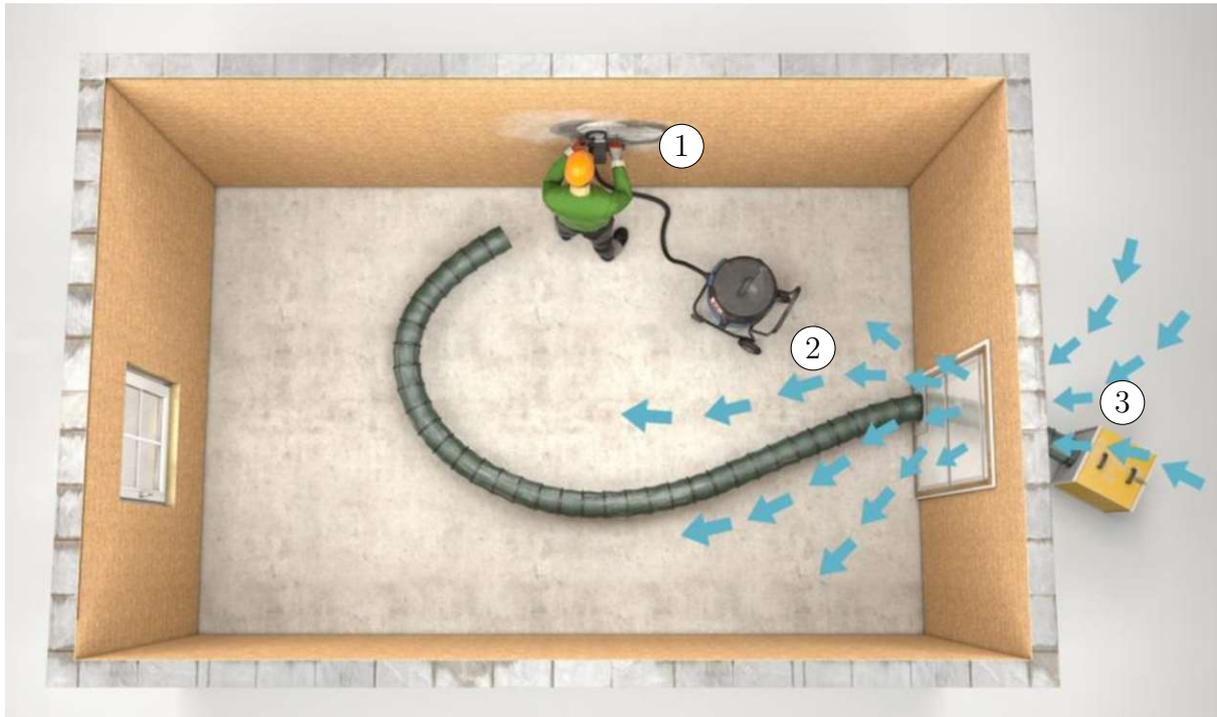
#### Umgang mit asbesthaltigen Bauteilen und gesundheitsgefährdenden Stäuben

Da die Asbestfasern in den Wellplatten der Dachhaut in gebundener Form vorliegen, geht im zerstörungsfreien Zustand in der Regel keine akute Gefahr von ihnen aus. Während der Durchführung der Arbeiten ist daher insbesondere darauf zu achten die Wellplatten nicht zu beschädigen. Eine Beschädigung führt zur Freisetzung von Fasern.

Asbestzementprodukte sind für den Recycling Prozess ungeeignet und müssen daher gesondert behandelt werden. Die Lagerung der asbestzementhaltigen Wellplatten erfolgt vertikal gestapelt in mit einer Innenauskleidung versehenen geschlossenen Containern. Diese sind zu kennzeichnen und um unbefugtes Öffnen zu vermeiden verschlossen zu halten. Die Kennzeichnung des Containers erfolgt gemäß Kennzeichnungsverordnung (KennV). Ein gekennzeichnete, geschlossene Container ist in Abb. 5.2 beispielhaft dargestellt.

Im Zuge der erforderlichen händischen Arbeiten in der Entkernungsphase, sind die Arbeitnehmer:innen mineralischen Stäuben ausgesetzt. Um die Staubentwicklung möglichst gering zu halten erfolgt die Entfernung des Innenputz sowie sämtliche übrigen Stemmarbeiten in Verbindung mit einer Absaugung durch einen Sicherheitsauger der Staubklasse M. Um die Beanspruchung der Arbeitnehmer:innen durch, von herabfallenden Materialien aufgewirbelten, Staubpartikeln zu

<sup>171</sup>Vgl. [8] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, S. 82



1. Putzfräse/Meißelhammer mit Absaugung
2. Sicherheitssauger Staubklasse M
3. Luftreiniger

**Abb. 5.3:** Maßnahmen zur Staubminderung am Arbeitsplatz (Quelle: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft et al. [9, S. 9])

minimieren werden zusätzlich Luftreiniger eingesetzt. Zur Veranschaulichung der Maßnahmen zur Staubminderung dient Abb. 5.3.

Darüber hinaus gilt es die Aufwirbelung von Staubpartikeln generell zu verhindern. Trockenkehren als Reinigungsmaßnahme ist daher nicht zulässig. Staubablagerungen im Bereich von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen sind durch regelmäßiges Reinigen mit Hilfe eines Sicherheitssaugers zu entfernen.<sup>172</sup> Im Rahmen der Arbeiten sind die Grenzwerte der GKV [48] zu beachten und deren Einhaltung zu überwachen.

#### **Absturzsicherung von Arbeitnehmer:innen, Arbeitsmitteln und Materialien**

Sämtliche Arbeitsplätze und Verkehrswege mit einer potenziellen Fallhöhe von größer 2 m sind durch geeignete Maßnahmen abzusichern. Da die Arbeitnehmer:innen im Zuge der Rückbauarbeiten im Bereich des Daches erheblicher Absturzgefahr ausgesetzt sind, ist eine Sicherung mittels PSA gegen Absturz, bestehend aus Auffanggurt sowie Falldämpfer, zwingend erforderlich. Nachfolgende Abb. 5.4 dient der bildlichen verdeutlichung des Sicherheitsgeschirrs. Einerseits wird der Auffanggurt (links) sowie andererseits der Falldämpfer (rechts) dargestellt. Der Falldämpfer sorgt für eine Reduktion der Energieeinleitung in den Körper im Falle eines Sturzes. Die Verbindung zu den gewählten Anschlagpunkten erfolgt mittels geeigneter Verbindungsmittel. Die Anschlagpunkte sind im Zuge der Unterweisung der Arbeitnehmer:innen zu kommunizieren und auf der Baustelle eindeutig zu kennzeichnen.

<sup>172</sup>Vgl. [9] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft et al., S. 8



**Abb. 5.4:** Darstellung eines Auffanggurts und Falldämpfers (Quelle: Kratos Safety [28], [27])

Während der Rückbauarbeiten am Dachstuhl, bei denen ebenfalls die Gefahr von herabfallenden Materialien und Werkzeugen besteht, wird zur zusätzlichen Sicherung der Arbeitnehmer:innen eine Randsicherung, bestehend aus Sicherungspfosten und Ausfachung mittels Schutznetz, angeordnet. Die Pfosten sind in einem maximalen Abstand von 10,0 m anzuordnen und müssen die Absturzkante in vertikaler Richtung um mindestens 1,50 m überragen.<sup>173</sup> Um ein möglichst hohes Schutzniveau zu erreichen, wird die Maschenweite des Schutznetzes auf 5,0 cm begrenzt. Zusätzlich wird im Bereich des Gehsteigs der nördlichen Verkehrsfläche ein Schutzgerüst angeordnet.

Sämtliche übrige Absturzsicherungen sind gemäß den Vorgaben der BauV [51], bestehend aus Brust-, Mittel- und Fußwehr, herzustellen und zu bemessen.

#### Vermeidung von gesundheitsschädlichen Vibrationen und Lärmemissionen

Um die Beeinträchtigung der Arbeitnehmer:innen durch Vibrationen und Lärm während der Durchführung von händischen Arbeiten zu minimieren, sind die Auslösewerte gemäß VOLV [54] zu unterschreiten. Die einzuhaltenden Werte sind in der nachfolgenden Aufzählung zusammengefasst:<sup>174</sup>

- Hand-Arm-Vibrationen:  $a_{hw,8h} = 2,5 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper-Vibrationen:  $a_{w,8h} = 0,5 \text{ m/s}^2$
- Lärm:  $L_{A,EX,8h} = 80 \text{ dB}$  bzw.  $p_{peak} = 112 \text{ Pa}$

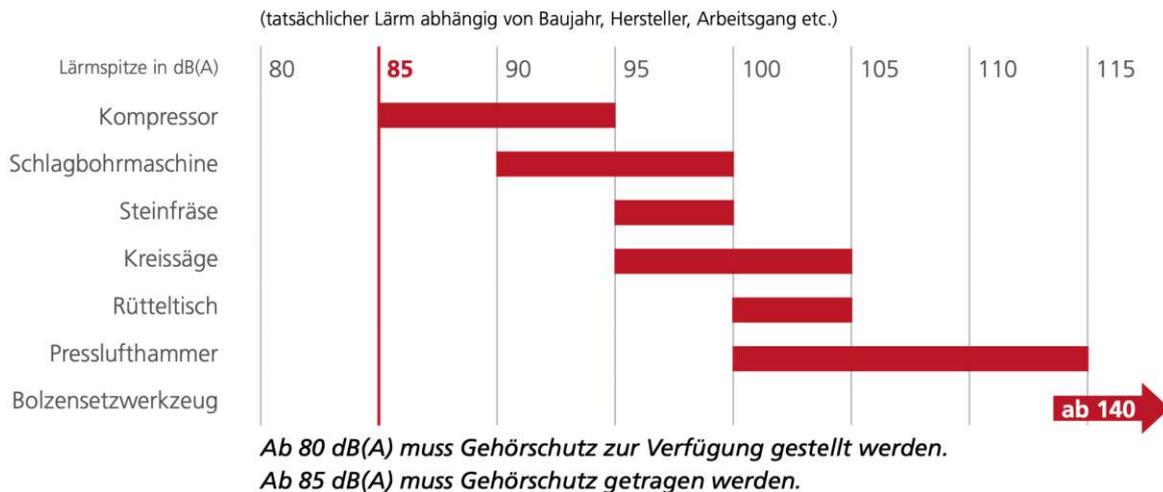
Wie in Abb. 5.5 ersichtlich, wird der Auslösewert für Lärm bereits bei Einsatz von Schlagbohrmaschinen überschritten. Somit gilt selbiges für elektrisch betriebene Meißel und Fräsen. Daraus folgt, dass Maßnahmen zum Schutz des Gehörs wie Kapselgehörschützer, Dehnschaumstöpsel oder Gehörschutzbügel im Anlassfall anzuwenden sind.

Im vorliegenden Beispielprojekt werden Arbeitnehmer:innen im Verlauf der händischen Abbrucharbeiten Vibrationen ausgesetzt, welche aus der Übertragung von mechanischen Schwingungen auf das Hand-Arm-System resultieren.<sup>175</sup> Um die Einhaltung der Grenzwerte sowie einen

<sup>173</sup>Vgl. [8] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, S. 19

<sup>174</sup>Vgl. [54] VOLV § 4

<sup>175</sup>Vgl. [54] VOLV § 2



**Abb. 5.5:** Lärmentwicklung unterschiedlicher Arbeitsvorgänge (Quelle: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt [4, S. 6])

effizienten Ablauf der Rückbauarbeiten zu gewährleisten, erfolgt die Auswahl der verwendeten Geräte unter Berücksichtigung der auftretenden Vibrationen. Die Kennwerte der Hand-Arm-Vibrationen wurden mit Hilfe des Kennwertrechners des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) ermittelt und sind Abb. 5.6 zu entnehmen. Um die Relevanz der Gerätewahl zu verdeutlichen wurde die Berechnung anhand von drei unterschiedlichen, in ihrer Schlagenergie vergleichbaren, elektrisch betriebenen Meißelhämmern durchgeführt. Die Eingangswerte wurden anhand der entsprechenden Herstellerangaben gewählt.

Abb. 5.6 verdeutlicht, dass der Auslösewert in der praktischen Umsetzung zwangsläufig überschritten wird. Die Expositionsgrenzwerte werden in der nachfolgenden Aufzählung zusammengefasst:<sup>176</sup>

- Hand-Arm-Vibrationen:  $a_{hw,8h} = 5,0 \text{ m/s}^2$
- Ganzkörper-Vibrationen:  $a_{w,8h} = 1,15 \text{ m/s}^2$
- Lärm:  $L_{A,EX,8h} = 85 \text{ dB}$  bzw.  $p_{peak} = 140 \text{ Pa}$

Um ein Einhalten der Expositionsgrenzwerte gemäß VOLV sicherzustellen, ist die tägliche Expositionsdauer zu beschränken. Bei Einsatz von Meißelhämmern gemäß den Angaben des Herstellers C, darf die Expositionsdauer maximal 4 Stunden und 27 Minuten betragen.

### Maßnahmen zur Sicherstellung der Standfestigkeit des Objekts

Im Vorfeld der Rückbauarbeiten wurde das Objekt durch eine auf dem Gebiet der Statik kundigen Person begutachtet. In Folge der Beurteilung wurde festgelegt, dass das abzubrechende Gebäude nicht mit den angrenzenden Gebäuden verbunden ist oder diese abstützt. Zusätzlich reicht das definierte Abbruchniveau nicht bis unter die Fundamentunterkante der Nachbarbauwerke.

Da keine Beeinträchtigung der Standfestigkeit vorliegt, wird auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet. Dies setzt voraus, dass der Rückbau ausschließlich geschobweise von oben nach unten erfolgt. Darüber hinaus ist während der händischen Abbrucharbeiten das Rückbaumaterial

<sup>176</sup>Vgl. [54] VOLV § 4

Bemerkungen		Beispielprojekt					
		Hand-Arm-Vibration bei Arbeiten mit Meißelhämmern (MH)					
Werkzeug oder Arbeitsprozess	Schwingungsgesamtwert $a_{hv}$ in $m/s^2$	(Risiko-) Punktwerte pro Stunde	Zeit bis zum Auslösewert $A(8) = 2,5 m/s^2$		Zeit bis zum Expositionsgrenzwert $A(8) = 5 m/s^2$		
			Stunden	Minuten	Stunden	Minuten	
MH 21 Joule Hersteller A	9	162		37	2	28	
MH 19 Joule Hersteller B	10,8	233		26	1	43	
MH 26 Joule Hersteller C	6,7	90	1	7	4	27	

**Abb. 5.6:** Ermittlung der Hand-Arm-Vibration bei Meißelarbeiten (Quelle: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) [26])

kontinuierlich abzuführen, um ein Überlasten der Geschoßdecken zu vermeiden. Dafür hergestellte Deckendurchbrüche sind mittels Wehren abzusichern.

Treten während der Durchführung der Rückbauarbeiten unvorhergesehene Veränderungen an der Tragstruktur auf, sind die Arbeiten umgehend zu unterbrechen und erst nach Begutachtung und Festlegung von Maßnahmen durch Statiker:innen fortzusetzen.

### Maßnahmen im Zuge des maschinellen Rückbaus

Der maschinelle Rückbau erfolgt durch den Einsatz eines Abbruchbaggers, welcher mit einem Longfrontausleger sowie einer hydraulischen Betonzange ausgerüstet ist. In Anbetracht der begrenzten Raumverhältnisse sowie der Lage des vorgesehenen Arbeitsbereichs für das Abbruchgerät folgt, dass die gelösten Bauteile in den Bereich des Innenhofs abgeleitet werden. Aus der daraus resultierenden Bewegungsrichtung des Bauteils zum Baugerät hin, ergibt sich gemäß Abschnitt 4.4.4 ein horizontaler Mindestabstand von  $0,5 \cdot H$ . Gemäß der Definition von  $H$  variiert der erforderliche Sicherheitsabstand mit dem Fortschreiten der maschinellen Rückbauarbeiten. Dieser Umstand wird durch Tab. 5.1 verdeutlicht. Der vertikale Abstand zwischen Aufstellfläche des Abbruchgeräts und der Unterkante der Baggerkabine wird dabei mit 1,5 m angesetzt. Tab. 5.1 verdeutlicht, dass der erforderliche Sicherheitsabstand mit dem Fortschreiten der Arbeiten zusammen mit der Bauwerkshöhe kontinuierlich abnimmt.

Der einzuhaltende horizontale Sicherheitsabstand beeinflusst die Wahl des einzusetzenden Abbruchbaggers unmittelbar. Die Bedeutung des horizontalen Sicherheitsabstands bei der Auswahl der Ausrüstung für den Abbruchbagger wird durch Abb. 5.7 veranschaulicht. Um die erforderliche Arbeitshöhe von 20,00 m über der Standfläche des Abbruchbaggers zu erreichen und gleichzeitig den Sicherheitsabstand von 9,25 m einzuhalten, ist ein Ausleger erforderlich, der eine maximale Arbeitshöhe von 28,50 m erreicht.

Infolge des maschinellen Rückbaus, ist eine erhebliche Staubentwicklung zu erwarten. Somit sind einerseits direkt am Abbruchwerkzeug des Baggers sowie andererseits an der Aufprallstelle des gelösten Materials Maßnahmen erforderlich. Dies wird durch den Einsatz von Wassersprührichtungen realisiert. Um die Staubbinderungsrate am Angriffsort des Abbruchbaggers zu erhöhen, jedoch gleichzeitig den Wasserverbrauch zu reduzieren, werden Wasservernebelungsanlagen einge-

**Tab. 5.1:** Ermittlung der erforderlichen Sicherheitsabstände in Abhängigkeit des Arbeitsfortschritts

Bauwerkshöhe [m]	H [m]	Horizontaler Sicherheitsabstand [m]
20,00	18,50	9,25
16,00	14,50	7,25
12,00	10,50	5,25
8,00	6,50	3,25
4,00	2,50	1,25

setzt. Dies erfolgt in Kombination mit einer elektromagnetischen Steuerung welche die Betätigung der Vernebelungsanlage mit dem Lösevorgang der hydraulischen Betonzange synchronisiert.<sup>177</sup>

Besonderes Augenmerk gilt dem Rückbau der westseitigen Außenwand, welche an die vorgelegerten Verkehrswege angrenzt. Zur Minimierung potenzieller Gefahren durch herabfallende sowie weggeschleuderte Bauteile für die angrenzenden bzw. gegenüberliegenden Gebäude, ist die Verwendung eines Abbruchvorhangs vorzusehen. Eine beispielhafte Darstellung ist Abb. 4.6 zu entnehmen.

#### **Aufbereitung und Wiederverwendung von Abbruchmaterial**

Die im Zuge des händischen sowie maschinellen Rückbaus anfallenden Materialien sind gemäß ÖNORM B 3151 [38] in ihre Hauptbestandteile zu trennen. Um die Aufbereitung der Rückbauabfälle nicht negativ zu beeinflussen ist ein Vermischen der Stoffgruppen zu verhindern sowie ferner ein Austreten von Schadstoffen auszuschließen. Die im gegenständlichen Rückbauobjekt vorherrschenden Hauptbestandteile sind in der nachfolgenden Aufzählung zusammengefasst:

- Mineralische Bauteile insbesondere Beton
- Metalle
- Holz
- Gips

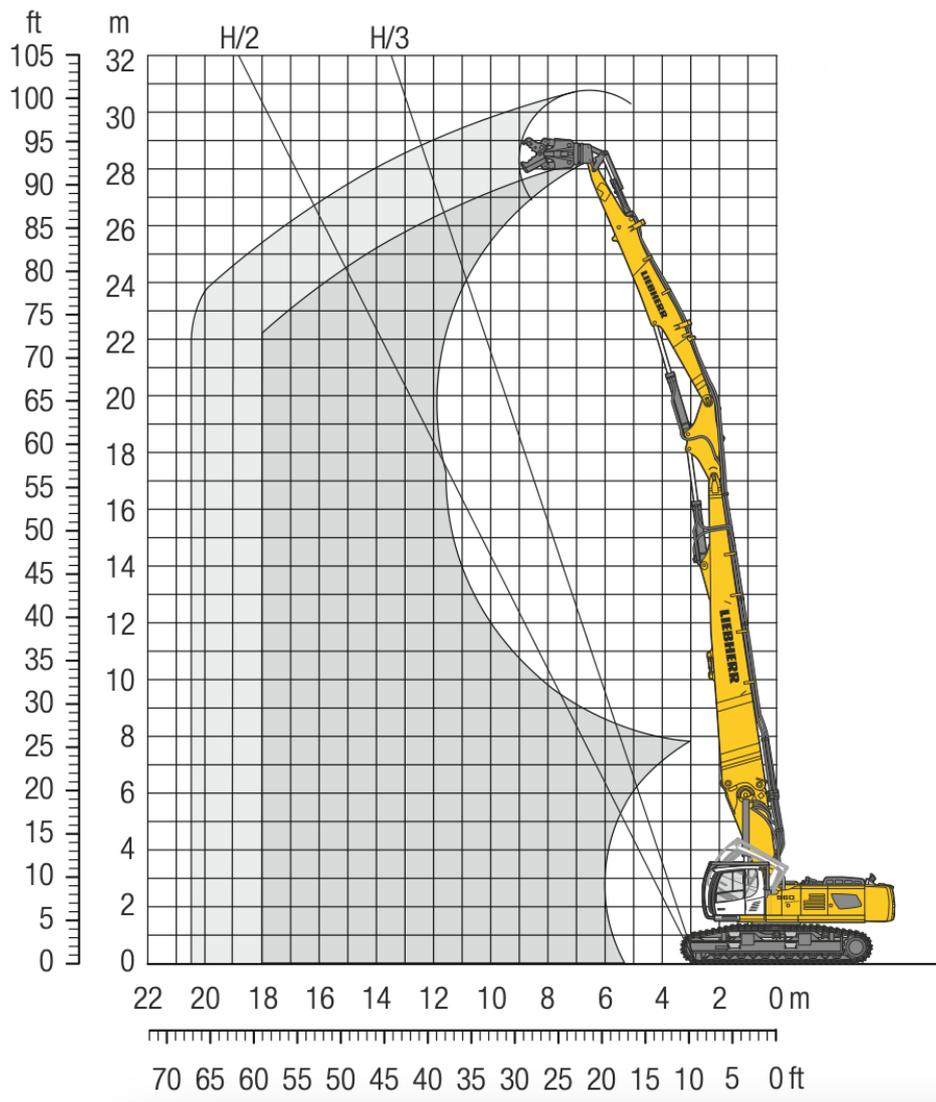
Darüber hinaus sind die nachfolgenden Materialien getrennt zu lagern:

- Verbundmaterialien
- Glas
- Kunststoffe

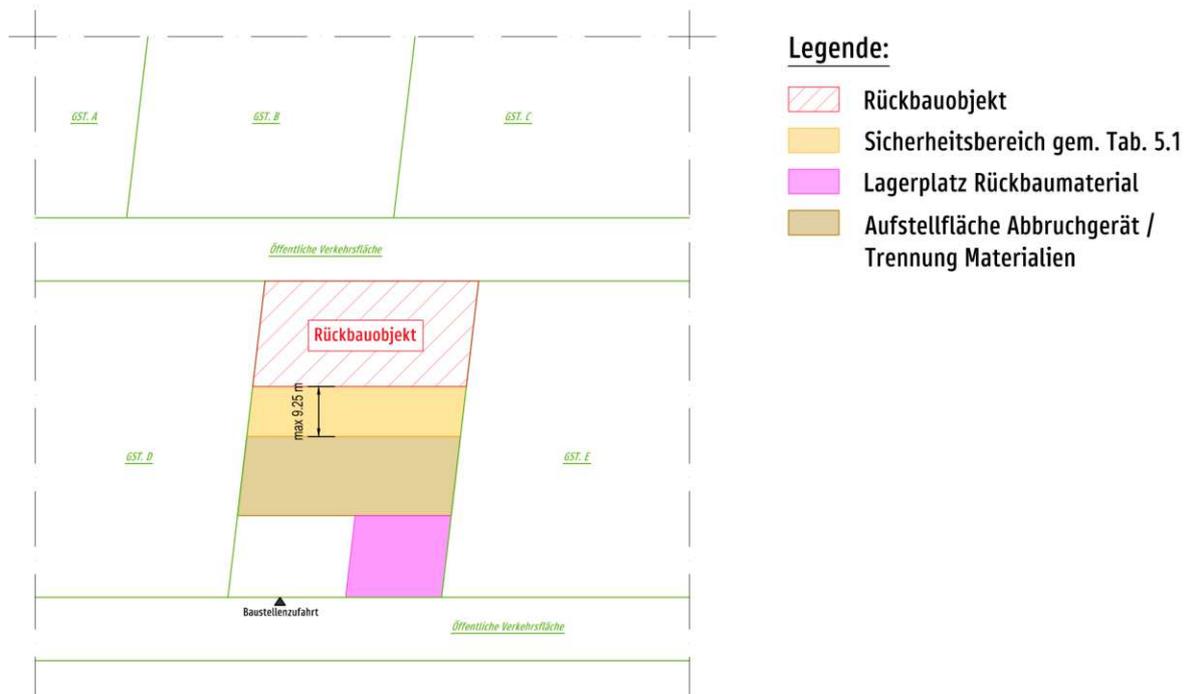
Die Trennung des anfallenden Rückbaumaterials in die Hauptbestandteile folgt direkt auf der Baustelle im Anschluss an den Lösevorgang. Der dafür vorgesehene Bereich ist gemäß Abb. 5.8 festgelegt.

<sup>177</sup>Vgl. [46] Schröder et al., S. 261

## 24,50 m bei H/2



**Abb. 5.7:** Reichweite eines hydraulischen Abbruchbaggers mit Longfrontausleger (Quelle: Liebherr-International Deutschland GmbH [31, S. 8])



**Abb. 5.8:** Flächenbedarf im Rahmen des Rückbauvorhabens

Die Lagerung der Rückbauabfälle auf der Baustelle erfolgt ausschließlich auf den in Abb. 5.8 ersichtlichen Flächen. Die Materialien werden in separaten Mulden gelagert. Im Verlauf der Rückbauarbeiten werden sämtliche Abfälle, außer dem Betonbruch, an für die jeweilige Abfallart berechnete Sammler oder Behandler übergeben. Diese sind in weiterer Folge mit der umweltgerechten Verwertung oder Beseitigung der Abfälle zu beauftragen.

Um eine höchstmögliche Effizienz bei der nachgelagerten Aufbereitung der während des Rückbaus angefallenen Betonabfälle durch eine mobile Aufbereitungsanlage zu erreichen, ist es erforderlich die Betonfragmente vor Ort nach Möglichkeit unmittelbar von den Bewehrungsstählen zu trennen. Dabei sind die Bruchstücke durch den Abbruchbagger so zu zerkleinern, dass keine Abmessung 1,00 m überschreitet.

Das Ziel der Aufbereitung besteht darin, den dabei erzeugten Recycling-Baustoff als Unterbau unter dem Fundament des anschließend zu errichtenden Neubaus zu verwenden. In weiterer Folge wird der erzeugte Baustoff in rezyklierten Gesteinskörnungen zur Betonherstellung verwendet.<sup>178</sup> Auf diese Weise werden Transportwege verkürzt und folglich Kosten und Emissionen reduziert.

## 5.4 Zusammenfassung der Maßnahmen im Rahmen des Beispielprojekts

Abschließend werden die im Rahmen des Beispielprojekts festgelegten Maßnahmen zusammengefasst. Die Ergebnisse sind der nachfolgenden Aufzählung zu entnehmen.

### Objektdaten

- Bruttogeschoßfläche: 800 m<sup>2</sup>
- Geschoßhöhe: 4,00 m

<sup>178</sup>Vgl. [36] Müller, S. 203 ff.

- Materialien: Stahlbeton (Tragende Bauteile, Geschoßdecken), Wellplatten aus Asbestzement, Gipskarton, Glas, Kunststoff, Holz, mineralische Baustoffe

### Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels

- Persönliche Schutzausrüstung:
  - Sicherheitsschuhe der Kategorie S3
  - Schutzhelme in sämtlichen Bereichen, Schutzhelme für Höhenarbeiten bei Arbeiten am Dach
  - Gehörschutz
  - Handschuhe
  - Atemschutz mit Partikelfilter P2 bei Rückbau der Dachhaut, FFP2 Maske beim händischen Rückbau
  - Partikeldichte Einwegschutzanzüge bei Rückbau der Dachhaut
  - Auffanggurte mit Falldämpfer
- Umgang mit Asbest und Staub:
  - Asbeshaltige Wellplatten sind zerstörungsfrei abzutragen
  - Lagerung in ausgekleideten, verschlossenen und gekennzeichneten Containern
  - Bei händischen Arbeiten werden Meißelhämmer mit Absaugung eingesetzt
  - Absaugung erfolgt mittels Sicherheitssauger (Entstauber) in Kombination mit Luftreinigern
  - Kein Trockenkehren
- Absturz von Arbeitnehmer:innen und Arbeitsmitteln:
  - Fallschutzeinrichtungen: Auffanggurt mit Falldämpfer
  - Absturzsicherungen (Fuß-, Mittel- und Brustwehre)
  - Randsicherung bei Arbeiten am Dach (Sicherungspfoste und Ausfachung mittels Schutznetz mit Maschenweite 5,0 cm)
- Lärm:
  - Kapselgehörschützer
  - Dehnschaumstöpsel
  - Gehörschutzbügel
- Vibrationen:
  - vibrationsreduzierten Maschinen
  - begrenzen der Expositionszeit durch organisatorische Maßnahmen
- Sicherstellung der Standfestigkeit:
  - Begutachtung durch Statiker im Vorfeld
  - Rückbau ausschließlich Geschoßweise von oben nach unten
- Maschineller Rückbau:
  - Sicherheitsabstand  $0,5 \cdot H$

- Befeuchtung durch Düse am Ausleger
- Befeuchtung an der Aufprallstelle

#### **Wiederverwendung von Rückbaumaterial**

- Trennung des Materials in seine Hauptbestandteile
- Lagerung im vorgesehenen Bereich in separaten Containern
- Aufbereitung Betonbruch in mobiler Aufbereitungsanlage mit dem Ziel zur Wiederverwendung als Unterbau sowie zur Betonherstellung
- Sonstige Abfälle werden an befugte Übernehmer übergeben

Die Ausarbeitung des Beispielprojekts zeigt, dass die individuelle Betrachtung von Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels zu treffsicheren Konzepten im Bereich des Arbeitnehmer:innenschutzes führt. Diese individuelle Betrachtung von Rückbauvorhaben und die detaillierte Beschreibung von Schutzmaßnahmen durch fachkundige Personen führt zu einer Aufwertung der schriftlichen Abbruchanweisung. Um einen klar definierten Rahmen für die Ausarbeitung von Schutzmaßnahmen sicherzustellen, wird empfohlen allgemein gültige Schutzziele in der BauV festzuhalten. Ergänzt werden diese gesetzlichen Vorgaben durch entsprechende Normen, welche die technische Ausführung der Arbeitsverfahren regeln. Nachdem mit dem vorliegenden Kapitel der Einfluss der schriftlichen Abbruchanweisung auf den Arbeitnehmer:innenschutz aufgezeigt wurde, folgt abschließend die Betrachtung der Ergebnisse.

# Kapitel 6

## Fazit und Ausblick

Den Abschluss der Diplomarbeit bildet die Betrachtung der erarbeiteten Ergebnisse. In einem ersten Schritt erfolgt die Beantwortung der einleitend aufgeworfenen Forschungsfragen anhand der gegenständlichen Arbeit. Darauf folgt ein Ausblick in die Zukunft der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Durchführung von Rückbauvorhaben.

### 6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Im Rahmen der Beantwortung der Forschungsfragen werden einleitend die in Abschnitt 1.2 formulierten Forschungsfragen wiederholt und im Anschluss anhand der Ergebnisse der Diplomarbeit beantwortet.

#### **Forschungsfrage 1: Welche Anforderungen an die Arbeitssicherheit gibt es im Bezug auf Abbruchverfahren?**

In Österreich gibt es eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen welche die Arbeitssicherheit betreffen. Das ASchG [12] beinhaltet allgemeine Regelungen bezüglich der Pflichten der Arbeitgeber:innen sowie der Arbeitnehmer:innen, welche gemäß des Gültigkeitsbereichs für die Durchführung von Rückbauvorhaben anzuwenden sind. Im Besonderen findet sich darunter die Pflicht der Arbeitgeber:innen die Grundsätze der Gefahrenverhütung zu beachten. Weiter sind die im Rahmen der Durchführung von Rückbauarbeiten auftretenden Gefahrenpotenziale zu evaluieren. Auf dieser Basis sind Maßnahmen zur Reduktion der Gefahrenmomente zu treffen. Die dabei entstehenden Kosten dürfen nicht den Arbeitnehmer:innen angelastet werden.

Spezifischere Anforderungen im Bezug auf Abbrucharbeiten liefert der 16. Abschnitt der BauV [51]. Vor Aufnahme der Arbeiten durch die Arbeitnehmer:innen ist der Bauzustand des betroffenen Objekts durch eine fachkundige Person zu untersuchen.

Gesundheitsgefährdende, leicht entzündliche sowie explosive Arbeitsstoffe sind vorab zu entfernen um die Arbeitnehmer:innen nicht zu gefährden. Eine entsprechende schriftliche Abbruchanweisung, die Sicherheitsmaßnahmen betreffend, muss erstellt werden. Diese umfasst zudem nicht auf die Durchführung von Abbruchvorhaben beschränkte Schutzmaßnahmen wie den Schutz der Arbeitnehmer:innen vor Absturz sowie Staub-, Lärm- und Vibrationsemissionen. Entsprechende Grenzwerte sind dabei der VOLV [54] und der GKV [48] zu entnehmen. Weitere Anforderungen an Abbruchverfahren die Arbeitssicherheit betreffend werden in Abschnitt 3.1 behandelt.

- **Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen und Grundsätze:** Während der Ausführung sind die gemäß Abbruchanweisung festgelegten Arbeitsweisen und Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer:innen einzuhalten. Bei Beeinträchtigung der Standsicherheit oder Auftreten sonstiger Gefahren für die Arbeitnehmer:innen sind die Arbeiten umgehend zu unterbrechen.

Besteht eine Gefährdung durch herabfallende Bauteile- bzw. Bauwerksteile, sind im Rahmen des maschinellen Abbruchs ausschließlich Baugeräte welche mit Schutzdach sowie einem Schutzgitter vor der Frontscheibe ausgerüstet sind einzusetzen.

- **Abtragen:** Durch die Arbeitnehmer:innen manuell durchgeführte Abtragsarbeiten sind nur zulässig, wenn maschinelle Methoden aufgrund der vorliegenden Randbedingungen nicht zur Anwendung gebracht werden können. Der Abbruch durch Abtragen erfolgt dabei in gegensätzlicher Reihenfolge zur Herstellung. Im Zuge der Abbrucharbeiten müssen stets sichere Standplätze für die Arbeitnehmer:innen geschaffen werden.
- **Abgreifen:** Darf nur ausgeführt werden sofern keine Einsturzgefahr des abzubrechenden Objekts vorherrscht. Das eingesetzte Abbruchgerät hat einen horizontalen Sicherheitsabstand im Ausmaß der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten. Gleichzeitig muss das Baugerät der Anforderung das rückzubauende Objekt mit dem Greifer in einer Höhe von mindestens 50 cm zu überschwenken genügen.
- **Eindrücken:** Zum Eindrücken werden hydraulisch betriebene Geräte verwendet. Im Rahmen der Ausführung ist ein horizontaler Sicherheitsabstand von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten. Der Eindrückvorgang muss in der Art erfolgen, dass die Abbruchmaterialien ins das Bauwerksinnere fallen. Die anschließende Räumung des Materials erfolgt ausschließlich maschinell, die Arbeitnehmer:innen dürfen das Objekt nicht betreten.
- **Einreißen:** Die eingesetzte Zugvorrichtung muss, um den Schutz der Arbeitnehmer:innen zu gewährleisten, einen horizontalen Sicherheitsabstand in der Höhe von mindestens der dreifachen Geschoßhöhe aufweisen. Die Ausbildung der Zugeinrichtung muss in der Art erfolgen, dass Arbeitnehmer:innen bei Versagen der Zugeinrichtung nicht gefährdet werden. Im Rahmen des Abbruchs durch Einreißen dürfen sich nur die für die Bedienung der Zugeinrichtung erforderlichen Arbeitnehmer:innen im Gefahrenbereich aufhalten.
- **Einschlagen:** Die Auslegerspitze des für das Zerstören des Bauwerks Trägergeräts muss in der Lage sein, den höchsten Schlagpunkt um mindestens 1,50 m zu überragen. Gleichzeitig ist ein waagrechtlicher Sicherheitsabstand des Trägergeräts zum Abbruchobjekt von mindestens der 1,5-fachen Geschoßhöhe einzuhalten. Im Rahmen des Einschlagens von Bauwerksteilen dürfen keine labilen Zustände hervorgerufen werden. Während der Ausführung ist es ausschließlich den für die Bedienung des Trägergeräts erforderlichen Arbeitnehmer:innen gestattet sich im Gefahrenbereich aufzuhalten.
- **Demontage:** Die in umgekehrter Reihenfolge zur Herstellung durchgeführte Demontage von Bauteilen muss in der Art erfolgen, dass Arbeitnehmer:innen nach dem Trennen der Verbindungen nicht durch abstürzende oder ausschwingende Teile gefährdet werden. Erfolgt das Trennen der Verbindungen mittels thermischer Trennung muss Fuß- und Beinschutz, geeignete schwer entflammbare Schutzkleidung sowie Kopf-, Nacken-, Auge- und Gesichtsschutz zur Verfügung gestellt werden.

### **Forschungsfrage 2: Welche Folgen oder mögliche Schutzmaßnahmen im Rahmen der Durchführung von Rückbauvorhaben ergeben sich aus Vorgaben hinsichtlich der Arbeitssicherheit?**

Aus den Anforderungen des ASchG [12], der BauV [51], der PSA-V [50] sowie den gemäß VOLV [54] und GKV [48] festgelegten Grenzwerte ergeben sich eine Reihe von Folgen und Schutzmaßnahmen im Rahmen der Durchführung von Rückbauvorhaben. Die Tab. 6.1 liefert einen Überblick über mögliche Schutzmaßnahmen.

In weiterer Folge ergeben sich aus den Vorgaben im Bezug auf die Sicherheit der Arbeitnehmer:innen Randbedingungen hinsichtlich der Gerätewahl sowie der Wahl einer geeigneten Abbruchmethode. Aufgrund der geforderten horizontalen Sicherheitsabstände ist es zwingend

**Tab. 6.1:** Mögliche Schutzmaßnahmen im Rahmen der Durchführung von Rückbauvorhaben

Gefährdungspotenziale	Schutzmaßnahmen
Unkontrollierter Einsturz des Objekts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung des Erfordernisses einer Abbruchstatik</li> <li>• Festlegung der Reihenfolge bzw. des Arbeitsablaufes des Rückbaus</li> </ul>
Herabfallende oder weggeschleuderte Bau- und Bauwerksteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung der erforderlichen horizontalen Sicherheitsabstände</li> <li>• Einsatz von Abbruchvorhängen</li> </ul>
Absturz von Arbeitnehmer:innen sowie herabfallende Arbeitsmittel und Bauwerksteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absturzsicherung in Form von Brust-, Mittel- und Fußwehren</li> <li>• Gerüste</li> <li>• Fanggerüste</li> <li>• Seilsicherung</li> <li>• Fangnetze</li> <li>• Schutzdächer</li> </ul>
Lärmemissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapselgehörschützer</li> <li>• Dehnschaumstöpsel</li> <li>• Gehörschutzbügel</li> </ul>
Staubemissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handgeführte Maschinen mit Absaugung</li> <li>• Einsatz von Sicherheitssaugern und Luftreinigern</li> <li>• Befeuchtung des Materials im Zuge des maschinellen Rückbaus</li> </ul>
Vibrationsemissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahrenbeurteilung im Rahmen der Arbeitsvorbereitung</li> <li>• Einsatz vibrationsreduzierter Maschinen und Geräte</li> <li>• Begrenzung der Expositionszeit und Verringerung der Intensität der Vibrationen</li> </ul>

**Tab. 6.2:** Empfohlene Sicherheitsabstände bei der Durchführung von Rückbauarbeiten

Bewegungsrichtung des Bauteils	Horizontaler Sicherheitsabstand
Bauteil bewegt sich in Richtung des Abbruchgeräts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsrichtung der aufgebracht Kraft weist zum Abbruchgerät: <math>1,5 \cdot H</math></li> <li>• Rückbau erfolgt mittel greifender Bewegung von oben: <math>0,5 \cdot H</math></li> </ul>
Bauteil bewegt sich vom Abbruchgerät weg	Verfahrensunabhängig: $0,5 \cdot H$

erforderlich, diese bei der Wahl der geeigneten Ausrüstung des Abbruchgeräts zu berücksichtigen. Das gewählte Gerät muss in der Lage sein den notwendigen waagrechten Sicherheitsabstand einzuhalten und gleichzeitig die erforderliche Arbeitshöhe zu erreichen. Eine weitere daraus folgende Randbedingung sind die örtlich zu Verfügung stehenden Platzverhältnisse. Durch die Begrenzung des verfügbaren Arbeitsraumes ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der Anwendbarkeit der behandelten Abbruchverfahren. Dies gilt insbesondere für den innerstädtischen Bereich.

### **Forschungsfrage 3: Ist das Erfassen von bautechnischen Arbeitsvorgängen in Gesetzestexten zeitgemäß? Welche Folgen ergeben sich daraus?**

Durch die Inkludierung von Vorgaben im Zusammenhang mit bautechnischen Verfahren im Rahmen des Abschnitts *Abbrucharbeiten* der BauV [51] erfolgt eine Vermischung von Themen der Arbeitssicherheit und der bautechnischen Umsetzung von Abbruchverfahren. Dieser Umstand ist historisch gewachsen und stammt aus einer Zeit, als fachspezifische Normen nicht vorhanden waren oder zumindest nicht dem heutigen Entwicklungsstand entsprachen.

Durch das explizite Erfassen von Abbruchmethoden in der BauV [51] ergeben sich Einschränkungen hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit sowie der Relevanz der genannten Verfahren. Insbesondere bei Betrachtung der gemäß BauV geforderten Sicherheitsabstände wird ersichtlich, dass der Bezug auf die Geschoßhöhe Unregelmäßigkeiten aufweist. Zum Einen wird kein Verweis auf eine eindeutige Definition der Geschoßhöhe geliefert und keine konkreten Bezugspunkte für die Messung des horizontalen Sicherheitsabstands angegeben. Zum anderen wird bei der Ermittlung des Sicherheitsabstands die Gebäudehöhe bzw. der Höhenunterschied zwischen der Oberkante des abzubrechenden Bauteils und der Aufstandsfläche des Abbruchgeräts außer acht gelassen.

Zur eindeutigen Definition der Bezugsgröße wird die Höhendifferenz  $H$  eingeführt. Diese beschreibt die Differenz der Absoluthöhe der Oberkante des abzubrechenden Bauteils und der Unterkante der Kabine des eingesetzten Abbruchgeräts. Der im Bezug auf die Höhendifferenz  $H$  ermittelte horizontale Sicherheitsabstand ist zwischen abzubrechenden Bauwerksteil sowie der Vorderkante der Kabine des eingesetzten Geräts anzusetzen.

Die im Zuge der Diplomarbeit vorgeschlagenen Sicherheitsabstände werden anhand der Arbeitsweise des verwendeten Abbruchgeräts sowie der vorgesehenen Fall- oder Bewegungsrichtung des abgebrochenen Bauteils festgelegt. Tab. 6.2 liefert eine Zusammenfassung der empfohlenen Sicherheitsabstände.

Um einen zeitgemäßen Ansatz zu verfolgen wird empfohlen, die BauV gemäß dem Konzept des *New Approach* der europäischen Union zu adaptieren. Dieser beruht auf dem Grundsatz einen gesetzlichen Rahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen zu schaffen. Technische Vorgaben bzw. Ergänzungen zum gesetzlichen Rahmen werden dabei

anhand von Normenwerken getroffen. Dementsprechend wird empfohlen Schutzziele zu definieren, welche für sämtliche Abbruchvorhaben gültig sind.

Die für die Erreichung der festgelegten Schutzziele erforderlichen Maßnahmen im Zuge des Rückbauvorhabens sind dabei von einer fachkundigen Person im Rahmen der Abbrucharweisung auszuarbeiten und zu dokumentieren. Die vorgeschlagenen Schutzziele werden in nachfolgender Auflistung wiedergegeben:

- Unkontrolliert bzw. unvorhergesehen herabfallende oder umstürzende Bauteile, Streuflug von Trümmerpartikeln insbesondere bei nicht ordnungsgemäß durchgeführten Abbrucharbeiten
- Gefährdung der Standsicherheit des Abbruchgerätes aufgrund eines gering tragfähigen bzw. unterhöhlten Arbeitsplanums
- Staubemissionen
- Lärmemissionen
- Gesundheitsgefährdende Vibrationen
- Gefährdung durch ungesicherte Einbauten

Durch die Adaptierung der BauV im Sinne des *New Approach* in Kombination mit der, gemäß der gegenständlichen Diplomarbeit vorgeschlagenen, Aufwertung der schriftlichen Abbrucharweisung wird das Zusammenspiel der BauV mit der ÖNORM B 3151 [39] verbessert. Ferner werden Innovative Ansätze und Konzepte auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer:innen gefördert.

#### **Forschungsfrage 4: Welche Anforderungen hinsichtlich Recycling und Trennung von Rückbaumaterial gibt es?**

Anforderungen bezüglich des Recyclings und der Trennung von Rückbaumaterialien liefert in Österreich die RBV [53]. Die im Rahmen des Rückbaus anfallenden Abfälle müssen, sofern dies nicht mit unzumutbar hohen Kosten verbunden ist, direkt vor Ort auf der Baustelle getrennt werden. Die Trennung erfolgt in die im Zuge der Arbeitsvorbereitung festgelegten Hauptbestandteile.

Hauptbestandteil im Sinne der RBV sind jene Materialien, welche mit mehr als fünf Volumsprozent, bezogen auf das Gesamtvolumen, im rückzubauenden Objekt anzutreffen sind. Die Festlegung der Hauptbestandteile erfolgt im Verlauf der Erstellung des Rückbaukonzepts. Ausgenommen von der Trennpflicht sind Hauptbestandteile deren Aufbereitung im Zuge der Herstellung von bestimmten Recycling-Baustoffen gemeinsam erfolgt. Die ordnungsgemäße Trennung der anfallenden Rückbaumaterialien liegt im Verantwortungsbereich der Auftragnehmer:innen sowie des Bauherrn.

Qualitätsanforderungen an Recycling-Baustoffe wie Qualitätsklassen, Parameter und Grenzwerte sind Anhang 2 der RBV [53] zu entnehmen. Dieser liefert, in Abhängigkeit von der vorgesehenen Verwendung der erzeugten Recyclingbaustoffe, spezifische Grenzwerte deren Einhaltung durch entsprechende Untersuchungssysteme nachgewiesen werden muss. Bis zum Vorliegen der Untersuchungsergebnisse müssen die produzierten Recycling-Baustoffe zwischengelagert und dürfen nicht zum Einsatz gebracht werden. Anschließend sind die erzeugten Baustoffe in entsprechende Qualitätsklassen und folglich zulässige Verwendungsbereiche einzuteilen.

## 6.2 Ausblick

Die Betrachtung der derzeit gültigen gesetzlichen Bestimmung sowie der verwendeten Rückbauverfahren haben das Optimierungspotenzial auf dem Gebiet des Arbeitnehmer:innenschutzes aufgezeigt. Aufgrund der steigenden Relevanz von Abbrüchen sowie den Herausforderungen im Bereich des Arbeitsschutzes sowie des Umweltschutzes sind die Zukunftsaussichten für Abbruchvorhaben zunehmend von Innovation und technischem Fortschritt geprägt.

Es ist davon auszugehen, dass in näherer Zukunft die Grenzwerte für die Gefährdung der Arbeitnehmer:innen weiter gesenkt werden. Ein vielversprechender Ansatz mit sinkenden Grenzwerten, beispielsweise für Asbestfasern, umzugehen ist die verstärkte Förderung von automatisierten Arbeitsverfahren im Rückbauprozess. Die zunehmende Automatisierung von Rückbauverfahren bietet die Möglichkeit, Arbeiten präzise und kontrolliert durchzuführen sowie den Schutz der Arbeitnehmer:innen bedeutend zu erhöhen. Dies wird vor allem dadurch erreicht, dass sich Arbeitnehmer:innen nicht mehr unmittelbar im Gefahrenbereich aufhalten und somit die Exposition gegenüber sämtlicher gesundheitsschädlicher Einwirkungen erheblich vermindert wird.

Darüber hinaus ist es entscheidend, Nachhaltigkeitsaspekte und den Recyclinggedanken verstärkt in den Abbruchprozess zu integrieren. Durch die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren zur Aufbereitung und Wiederverwertung von Abbruchmaterialien können wertvolle Ressourcen zurückgewonnen und die Umweltauswirkungen der Bauindustrie reduziert werden.

Es ist unerlässlich, dass die Baubranche proaktiv auf neue regulatorische Anforderungen und sich verändernde Bedingungen reagiert, um den Schutz der Arbeitnehmer:innen weiter zu verbessern. Ausschließlich durch eine ganzheitliche und vorausschauende Herangehensweise kann sichergestellt werden, dass Rückbauvorhaben auch in Zukunft sicher, effizient und nachhaltig durchgeführt werden.

# Literatur

- [1] Allgemeine Bauzeitung. *Stahl- und Schrottschere*. 2020. URL: <https://allgemeinebauzeitung.de/abz/zwoelf-tonnen-abbruchzange-fuer-extreme-herausforderungen-neuer-gigant-im-sortiment-38174> (Zugriff am 20.09.2023).
- [2] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt. *Abbrucharbeiten, M.plus 225*. Merkblatt. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2019. 20 S.
- [3] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt. *Chronik*. 2021. URL: <https://www.auva.at/cdscontent/?contentid=10007.670956&portal=auvaportal> (Zugriff am 25.10.2023).
- [4] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt. *Sicheres Arbeiten auf Baustellen*. Merkblatt. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2023. 23 S.
- [5] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, WKO und BUAK. *Sicherheit am Bau*. Leitfaden. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2023. 414 S.
- [6] Arbeitskreis Abbruchstatik im Fachausschuss Abbruchtechnik. *Hilfestellung Abbruchstatik des Deutschen Abbruchverbandes*. Merkblatt. Deutscher Abbruchverband e. V., 2021. 8 S.
- [7] M. Beate. *Arbeitsunfallstatistik – ein Überblick von 1980 bis heute*. 2020. URL: <https://www.sicherearbeit.at/ausgaben/2020/ausgabe-3/arbeitsunfallstatistik-ein-ueberblick-von-1980-bis-heute> (Zugriff am 30.10.2023).
- [8] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. *Abruf-Nr. 402: Abbruch und Rückbau*. Baustein-Merkheft. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, 2021. 61 S.
- [9] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Deutscher Abbruchverband, Die deutsche Bauindustrie, Das deutsche Baugewerbe und Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt. *Handlungsanleitung „Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“*. Merkblatt. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, 2017. 18 S.
- [10] *BGBI. Nr. 136/2001 2. Euro-Umstellungsgesetz-Bund*. Deutsch. Wien, Nov. 2001.
- [11] *Bundesgesetz über die Koordination bei Bauarbeiten (Bauarbeitenkoordinationsgesetz-BauKG)*. Deutsch. Wien, Mai 2001.
- [12] *Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeiterInnenschutzgesetz-ASchG)*. Deutsch. Wien, März 2023.
- [13] *Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz-ASchG)*. Deutsch. Wien, Juni 1994.
- [14] *Bundesgesetz, mit dem das Arbeitsinspektionsgesetz 1993, das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz und das Bauarbeitenkoordinationsgesetz geändert werden (Arbeitnehmerschutz-Reformgesetz-ANS-RG)*. Deutsch. Wien, Dez. 2001.
- [15] *Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002-AWG 2002) erlassen und das Kraftfahrzeuggesetz 1967 und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden*. Juli 2002.
- [16] Collomix GmbH. *VAC 35 M*. 2024. URL: <https://www.collomix.com/de-de/produkte/workflowtools/staubsauger> (Zugriff am 13.01.2024).

- [17] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. *DGUV Regel 101-603–Branche Abbruch und Rückbau*. Leitfaden DGUV Regel 101-603. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., 2019. 132 S.
- [18] Deutscher Abbruchverband. *Bedienungsanleitung–Abbruchvorhang für maschinelle Abbrucharbeiten*. Bedienungsanleitung. Deutscher Abbruchverband, 2020. 4 S.
- [19] *EN ISO 16000-32 „Innenraumluftverunreinigungen, Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe“*. Deutsch. Wien, Okt. 2014.
- [20] EPIROC Deutschland GmbH. *Abbrucharwendungen*. 2023. URL: <https://www.epiroc.com/de-de/applications/demolition-recycling/demolition#:~:text=F%C3%BCr%20Fundamente%20und%20Betonbauwerke%20kann,und%20f%C3%BCr%20die%20Energieerzeugung%20verwendet>. (Zugriff am 03.01.2024).
- [21] *Erläuterungen zur Recycling-Baustoffverordnung*. Deutsch. Wien, März 2018.
- [22] Europäische Kommission. *Nicht verbindlicher Leitfaden für bewährte Verfahren zur Durchführung der Richtlinie 2002/44/EG (Vibrationen am Arbeitsplatz)*. Leitfaden. Europäische Kommission, 2007. 120 S.
- [23] S. Gabriel, R. Hofert und V. Steinborn. *Arbeitsschutz bei Abbrucharbeiten*. Merkblatt. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2010. 39 S.
- [24] *Hauptabkommen über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR–Abkommen) samt Beilagen*. Deutsch. Brüssel: Rat der Europäischen Union, Nov. 2023.
- [25] S. Helge. *Thermisches Trennen*. 2009. URL: [https://www.brand-feuer.de/index.php/Thermisches\\_Trennen](https://www.brand-feuer.de/index.php/Thermisches_Trennen) (Zugriff am 29.11.2023).
- [26] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). *Einfache Ermittlung von Hand-Arm-Vibrationsbelastungen*. 2018. URL: <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pra/softwa/kennwertrechner/hav2018-ifa-v1.xlsm> (Zugriff am 11.02.2024).
- [27] Kratos Safety. *Curiosity–Bandfalldämpfer*. 2024. URL: <https://kratossafety.com/de/verbindungsmitel-mit-falldaempfer/130-curiosity-bandfalldaempfer-aus-45-mm-breitem-gurtband.html> (Zugriff am 20.02.2024).
- [28] Kratos Safety. *REVOLTA Auffanggurt*. 2024. URL: <https://kratossafety.com/de/auffanggurte-und-haltegurte/445-revolta-auffanggurt-mit-polsterung-an-den-oberschenkelgurten-s-1.html> (Zugriff am 20.02.2024).
- [29] S. Kühn. *Abrissbirne beim Abbruch des Mühlenspeichers in Dresden-Plauen*. 2010. URL: <https://www.wikiwand.com/de/Abrissbirne#Media/Datei:Abrissbirne.jpg> (Zugriff am 20.09.2023).
- [30] Liebherr. *Hydraulisch drehbarer Mehrschalengreifer*. 2022. URL: <https://www.liebherr.com/de/aut/aktuelles/news-pressemitteilungen/detail/perfekt-in-schale-geschmissen-liebherr-praesentiert-neuen-mehrschalengreifer.html> (Zugriff am 20.09.2023).
- [31] Liebherr-International Deutschland GmbH. *Ausrüstungsrinformation Abbruchbagger R 960 Litronic*. 2024. URL: <https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/87f22c8e-b93d-43e0-bf56-5f7b7f00328b/R960-Abbruch-StageV-IV-0-DE-AI-2019-07.pdf> (Zugriff am 18.02.2024).
- [32] Machineseeker. *Mechanisch starrer Abbruchgreifer*. 2023. URL: <https://www.maschinensucher.de/mss/abbruch> (Zugriff am 20.09.2023).

- [33] Mayer und CO GmbH. *Abbruch*. 2024. URL: <https://www.mayer-abbruch.at/leistungen/abbruch> (Zugriff am 06. 01. 2024).
- [34] B. Mörtelbauer. *Abbruch- und Sortierlöffel mit Niederhalter*. 2023. URL: <https://moertlbauer-baumaschinen.com/produkt/abbruch-und-sortierloeffel/> (Zugriff am 20. 09. 2023).
- [35] Müller. *Hydraulisch drehbarer Abbruchgreifer*. 2023. URL: <https://muellerhandel.de/abbruchgreifer> (Zugriff am 20. 09. 2023).
- [36] A. Müller. *Baustoffrecycling – Entstehung - Aufbereitung - Verwertung*. 1. Aufl. Weimar: Springer Vieweg, 2018. ISBN: 978-3-658-22987-0.
- [37] *ÖNORM B 2251 „Abbrucharbeiten“*. Deutsch. Wien, Sep. 2020.
- [38] *ÖNORM B 3151 „Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode“*. Deutsch. Wien, Dez. 2014.
- [39] *ÖNORM B 3151 „Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode“*. Deutsch. Wien, Mai 2022.
- [40] *ÖNORM B 3151 „Umsetzung des Bauarbeitenkoordinationsgesetzes (BauKG)“*. Deutsch. Wien, Jan. 2007.
- [41] *ÖNORM EN ISO 20345 „Persönliche Schutzausrüstung–Sicherheitsschuhe“*. Deutsch. Wien, Juli 2022.
- [42] P. Petri und R. Steinmaurer. *Baukoordination*. 1. Aufl. Wien: Österreichischer Wirtschaftsverlag GmbH, 2002. ISBN: 3-85212-115-9.
- [43] P. Petri und R. Steinmaurer. *Baukoordination*. 1. Aufl. Wien: Österreichischer Wirtschaftsverlag GmbH, 2007. ISBN: 978-3-85212-126-0.
- [44] *Richtlinie 92/57/EWG des Rates vom 24. Juni 1992 über die auf zeitlich begrenzte oder ortsveränderliche Baustellen anzuwendenden Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz*. Deutsch. Brüssel: Rat der Europäischen Union, Juni 2007.
- [45] R. Rühl und G. Walter. *Bau-Entstauber – der Schlüssel zur staubarmen Baustelle*. Merkblatt. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, 2013. 9 S.
- [46] M. Schröder, A. Pocha, J. Lippok und D. Korth. *Abbrucharbeiten–Grundlagen, Planung, Durchführung*. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Köln: Deutscher Abbruchverband e. V., 2015. ISBN: 978-3-481-03096-4.
- [47] B. Verlag. *EU–Richtlinien und „neue Konzeption“*. 2023. URL: <https://www.eu-richtlinien-online.de/de/informationen/eu-richtlinien-und-neue-konzeption-> (Zugriff am 17. 12. 2023).
- [48] *Verordnung des Bundesministers für Arbeit über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2021–GKV*. Feb. 2024.
- [49] *Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über Vorschriften zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeitnehmer bei Ausführung von Bauarbeiten*. Mai 1994.
- [50] *Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über den Schutz der Arbeitnehmer:innen durch persönliche Schutzausrüstung (Verordnung Persönliche Schutzausrüstung–PSA–V)*. Jan. 2024.

- [51] *Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen und auf auswertigen Arbeitsstellen.* Mai 2023.
- [52] *Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung).* Deutsch. Wien, Juni 2015.
- [53] *Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung).* Deutsch. Wien, Jan. 2024.
- [54] *Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer:innen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen.* Jan. 2024.
- [55] *Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien.* Juni 1991.
- [56] M. Wendel. *Abriss hinterm Vorhang.* 2020. URL: <https://www.badische-zeitung.de/abriss-hinterm-vorhang> (Zugriff am 13.01.2024).
- [57] WSM Abbruchtechnik. *DS Abbruchzangen.* 2024. URL: <https://wsm-abbruchtechnik.at/abbruchgeraete/ds-abbruchzangen/#> (Zugriff am 03.01.2024).