



**Stahlbau
Holzbau**

Leitfaden zur

Wiederverwendung tragender Bauteile



**Baden-Württemberg
Ministerium für Landesentwicklung
und Wohnen**

Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

die Wiederverwendung ganzer Bauteile kann erheblich zur Reduktion der CO₂-Emissionen und des Ressourcenverbrauchs beim Bauen beitragen. Darüber hinaus bin ich überzeugt davon, dass die Wiederverwendung von Bauteilen einen Beitrag für die Schaffung bezahlbaren Wohnraums und die Sicherung des sozialen Friedens leisten kann. Dennoch werden in der Praxis tragende Bauteile bislang kaum wiederverwendet. Dies liegt unter anderem daran, dass bislang normierte technische Grundlagen für die Wiederverwendung gebrauchter Bauteile fehlen.

Das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg hat daher ein Forschungsvorhaben zur Erarbeitung der technischen Grund-

lagen für die Wiederverwendung tragender Holz- und Stahlbauteile initiiert. Aus diesem Forschungsvorhaben heraus ist der hier vorliegende Praxisleitfaden zur „Wiederverwendung tragender Bauteile“ mit spezifischen Empfehlungen für Stahl- und Holzbauteile entstanden.

Im Bausektor liegt ein enormes Potenzial, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und die Treibhausgasemissionen zu senken. Genau hier setzt das zirkuläre Bauen an, denn ein wesentlicher Anteil der Emissionen in der Herstellungs- und Rückbauphase ist auf die Tragkonstruktion von Gebäuden zurückzuführen. Durch die Wiederverwendung von Bauteilen reduzieren wir den Ressourcenverbrauch und das Abfallaufkommen. Langfristig kann das ein Beitrag dazu sein, von Preis- und Verfügbarkeitschwankungen in globalen Produktions- und Lieferketten unabhängiger zu werden. Damit sichern wir auch unsere Wettbewerbsfähigkeit in Baden-Württemberg.

Alle am Bau Beteiligten übernehmen eine große Verantwortung für Gesellschaft und Umwelt. Es ist eine ambitionierte Aufgabe, die Zukunft des Bauens nachhaltig zu gestalten und die ökologische, wirtschaftliche und

soziale Dimension ganzheitlich zu vereinen. Das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, Nachhaltigkeitsaspekte – wie beispielsweise die Wiederverwendung von Bauteilen – zum selbstverständlichen Bestandteil der Planung und Realisierung von Neubauten und Modernisierungsmaßnahmen zu machen.

Mein herzliches Dankeschön für ihre wichtige und zukunftsweisende Arbeit gilt unserem Forschungsteam vom Karlsruher Institut für Technologie und von der Technischen Universität München sowie allen Beteiligten der Betreuungsgruppe. Denn: um die Wiederverwendung tragender Bauteile in die Breite zu bringen, müssen im ersten Schritt wissenschaftliche Grundlagen vorliegen. Dabei sind wir mit dem vorliegenden Leitfaden einen erheblichen Schritt weitergekommen.

Nun kommt es auf Planerinnen und Planer sowie Bauherrinnen und Bauherren an, die Bauteilwiederverwendung in der Praxis umzusetzen. Ich lade Sie ein, diesen Praxisleitfaden als Hilfestellung auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit am Bau zu nutzen und wünsche Ihnen bei Ihren Projekten viel Erfolg.

Nicole Razavi Mdl
Ministerin für Landesentwicklung und Wohnen
des Landes Baden-Württemberg

Inhalt

1 Allgemeine Anmerkungen	6
2 Bestandsanalyse	8
2.1 Allgemeine Anmerkungen	8
2.2 Erstprüfung	9
2.3 Detailprüfung	11
3 Rückbau	12
4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften	12
5 Aufbereitung	13
6 Bemessung	13
Anhang A Materialspezifische Festlegungen Stahlbau	15
A.1 Allgemeine Anmerkungen	15
A.2 Bestandsanalyse	15
A.3 Rückbau	16
A.4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften	18
A.5 Aufbereitung	27
A.6 Bemessung	27
Anhang B Materialspezifische Festlegungen Holzbau	29
B.1 Allgemeine Anmerkungen	29
B.2 Bestandsanalyse	29
B.3 Rückbau und Demontage	31
B.4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften	32
B.5 Aufbereitung	40
B.6 Entwurf und Bemessung	40
Impressum	42

1 Allgemeine Anmerkungen

Dieser Leitfaden illustriert eine strukturierte Vorgehensweise für die Wieder- und Weiterverwendung von tragenden Bauteilen im Anwendungsbereich des Hochbaus. Es handelt sich hierbei um eine rechtlich nicht verbindliche Empfehlung. Sie bietet für Entwurfsverfasser, Fachplaner, Gutachter, Prüferingenieure, Prüfämter und Behörden eine Hilfestellung bei der Antragsstellung/Erteilung eines Ver- bzw. Anwendbarkeitsnachweises für die Wiederverwendung gebrauchter Bauteile in Form einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) kombiniert mit einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBg).

Der Hauptteil dieses Leitfadens ist materialneutral aufgebaut und im Kern für alle konstruktiven Materialien des Bauwesens anwendbar und entsprechend erweiterbar. Materialspezifische Festlegungen sind in den Anhängen aufgeführt. Es gelten die Vorschriften der Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Vorschriften, wie die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB).

Im Sinne dieses Leitfadens bedeuten die Begriffe:

Aufbereitung

Jegliche Tätigkeit, die an einem gebrauchten Bauprodukt/Bauteil bzw. deren Bestandteilen vor dem Wiedereinbau durchgeführt wird, um spezifische Anforderungen wie Optik, Sicherheit, Dauerhaftigkeit zu erfüllen.

Objektbegehung

Begutachtung einer bestehenden baulichen Anlage vor Ort zur Feststellung wiederverwendbarer Bauprodukte/Bauteile und Klärung von Fragestellungen des selektiven Rückbaus.

Selektiver Rückbau

Vereinzelung einer baulichen Anlage zu Baugruppen, Bauteilen und/oder formlosen Stoffen durch selektives und zerstörungsarmes Trennen, ohne erheblichen Schaden zu verrichten.

Wiederverwendung¹

Erneute Nutzung von gebrauchten Bauteilen für denselben Verwendungszweck wie zuvor. Unter Verwendungszweck wird im Sinne dieses Leitfadens die tragende bzw. nicht-tragende Funktion eines Bauteils verstanden, nicht die Kategorisierung (Stütze, Träger, etc.). Der Begriff „Wiederverwendung“ umfasst hier somit z. B. die erneute Nutzung eines gebrauchten Deckenbauteils sowohl als Deckenbauteil, als auch als Wandbauteil. Die Anforderungen, welche die Bauteile für ihre erneute Nutzung erfüllen müssen, können dabei variieren. Somit ist auch der Aufwand für die Untersuchung, Reklassifikation, Ertüchtigung, etc. variabel.

Weiterverwendung¹

Erneute Nutzung von gebrauchten Bauteilen für einen anderen Verwendungszweck als zuvor. Unter Verwendungszweck wird im Sinne des Leitfadens die tragende bzw. nicht-tragende Funktion eines Bauteils verstanden, nicht die Kategorisierung (Stütze, Träger, etc.). Der Begriff „Weiterverwendung“ umfasst im Leitfaden somit die erneute Nutzung vormals tragender Bauteile als nicht-tragende Elemente, d. h. für eine sekundäre bzw. untergeordnete Verwendung. Die „Weiterverwendung“ beschreibt die Nachnutzung als Elemente mit geringeren Anforderungen und ermöglicht somit einen reduzierten Aufwand.

¹ Die Definitionen der Begriffe Wiederverwendung und Weiterverwendung sind offener formuliert als manche Definition in der Standardliteratur. Grund ist die Zielsetzung, eine Passfähigkeit zum Abfallrecht herzustellen.



Für eine bessere Lesbarkeit wird im Leitfaden nur der Begriff „Wiederverwendung“ verwendet, er schließt in diesem Sinne die „Weiterverwendung“ mit ein.

Die Qualifikation einer fachkundigen Person entspricht den Festlegungen des Dokuments „Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten“ der Bauministerkonferenz (ARGEBAU, www.bauministerkonferenz.de). Sofern eine fachkundige Person nicht selbst über ausreichende Erfahrung hinsichtlich der material-spezifischen Besonderheiten des Werkstoffes (z. B. bei Holz Schädigungen aufgrund Feuchte/Pilzen/Insekten und Sortierung) verfügt, ist eine weitere damit vertraute fachkundige Person hinzuzuziehen.

Die Systematik dieses Leitfadens nimmt in Teilen bestimmte Bau- bzw. Produktionszeiträume in Bezug. Diese Zeiträume wurden angemessen konservativ gewählt – eine inhärente Unsicherheit ist dennoch unvermeidlich. Dieser Aspekt sollte im Rahmen der Einzelfallbetrachtungen Berücksichtigung finden.

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des vom Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg geförderten Forschungsvorhabens „Vorbereitung der Wiederverwendung von bestimmten Bauprodukten des Holz- und Stahlbaus“ erarbeitet. Hintergrundinformationen zu den nachfolgenden Festlegungen können dem zugehörigen Forschungsbericht² entnommen werden.

² Dietsch, P., Müller, M., Frese, M., Ehrenlechner, C., Mensinger, M., Winter, S., Ummenhofer, T.: Vorbereitung der Wiederverwendung von bestimmten Bauprodukten des Holz- und Stahlbaus (Forschungsbericht), Karlsruher Institut für Technologie und Technische Universität München, 2025

2 Bestandsanalyse

2.1 Allgemeine Anmerkungen

Die Wiederverwendung von Bauteilen beginnt mit dem Nutzungsende einer baulichen Anlage oder eines Teiles einer baulichen Anlage.

Ziel der Bestandsanalyse ist es, aussagekräftige Daten zu wiederverwendbaren Bauteilen eines Bestandsbauwerkes zu gewinnen. Diese Daten können die Grundlage für die Planung und Ausführung des Rückbaus eines Bestandsbauwerkes

sowie die Prüfung und Aufbereitung wiederverwendbarer Bauteile bilden.

In Abbildung 1 sind die wesentlichen Schritte einer Bestandsanalyse dargestellt. Ergänzend dazu sind die „Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten“ der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) zu beachten.

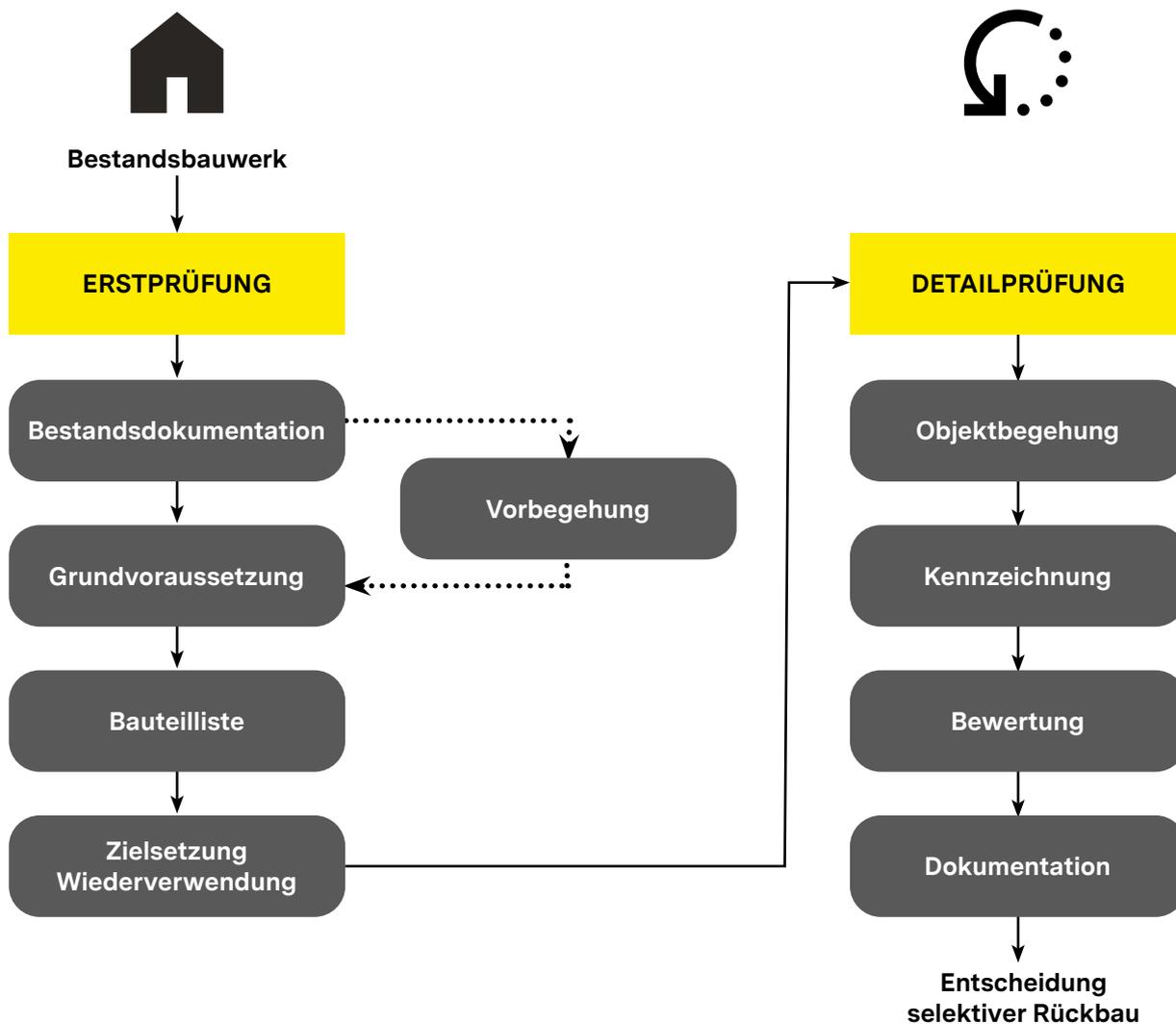


Abbildung 1: Ablauf der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse gliedert sich in Erstprüfung und Detailprüfung. Diese beinhalten folgende Punkte, die durch eine fachkundige Person auszuführen sind:

ERSTPRÜFUNG	DETAILPRÜFUNG
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammentragen und Sichten der Bestandsunterlagen, ggf. ergänzt durch eine Vorbegehung • Überprüfen der Grundvoraussetzungen zur Wiederverwendung • Anlegen einer Bauteilliste und Vereinbarung der Zielsetzung der Wiederverwendung mit dem Auftraggeber 	<ul style="list-style-type: none"> • Begutachtung wiederverwendbarer Bauteile im Rahmen einer Objektbegehung • Kennzeichnung und Bewertung der wiederverwendbaren Bauteile • Dokumentation der Daten für Rückbau, Bauteilprüfung, Aufbereitung und wieder Inverkehrbringen

2.2 Erstprüfung

Wesentliche Bestandsunterlagen sind:

- Bauvorlagen (Bauantragsdokumente),
- (geprüfte) bautechnische Nachweise (Konstruktionspläne und statische Berechnungen),
- Ausführungsunterlagen,
- Bauüberwachungsprotokolle,
- Bau- und Sachverständigengutachten,
- Prüfberichte und Abnahmeprotokolle,
- Prüfbescheinigungen
- Ü-Zeichen bzw. CE-Kennzeichen und Leistungserklärungen,
- bauaufsichtliche Ver- und Anwendbarkeitsnachweise,
- Unterlagen zu Umbauten und Nutzungsänderungen,
- Unterlagen zu Bauwerksprüfungen und Instandsetzungen.

In allen Verdachtsfällen ist eine Schadstoffanalyse im Hinblick auf die Wiederverwendung durch z. B. eine akkreditierte Prüfstelle für Schadstoffuntersuchungen durchzuführen. Werden dabei Schadstoffe festgestellt, die nicht herausgeschleust bzw. entfernt werden können, wird eine sonstige Verwertung oder Beseitigung empfohlen. Ansonsten ist die Wiederverwendung ursprünglich schadstoffbelasteter Bauteile grundsätzlich möglich, jedoch mit entsprechendem Aufwand für Dekontamination im Zusammenhang mit Rückbau, Transport und Bauteilprüfung sowie notwendigen Aufbereitungsmaßnahmen verbunden.

Zur Analyse der Bestandsunterlagen sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 relevante Daten zu Bauwerk und Bauteil aufgelistet. Die dort gelisteten Daten werden in den seltensten Fällen durchgängig vervollständigt werden können. Eine empfehlenswerte Ergänzung bilden eine Vorbegehung des Bestandsbauwerkes mit Fotodokumentation und Gespräche mit Orts- und Betriebskundigen.

Tabelle 1: Daten zum Bestandsbauwerk

Information	Beschreibung
Bauwerkstyp	• bspw. Wohngebäude, Bürogebäude, Halle
Bauweise	• Art der Baukonstruktion
Baujahr	• Jahresangabe
Standort	• Ortsangabe • Lage ü. NN • Topografie • vorherrschende Umgebungsbedingungen
Abmessungen	• Brutto-Grundfläche • Brutto-Rauminhalt • Bauwerkshöhe
Nutzung	• ursprüngliche und aktuelle Nutzung • Nutzungsänderungen mit Nutzungsdauern (vermutete und belegbare)
Umbau-/Erweiterungsmaßnahmen	• dokumentierte, realisierte Umbauten mit Datumsangabe • vermutete bzw. stattgefundene Umbauten mit Datumsangabe
Instandsetzungs-/ Sanierungsmaßnahmen	• Tragwerksprüfungen • Instandsetzungsmaßnahmen mit Datumsangabe

Tabelle 2: Daten für wiederverwendbare Bauteile

Kategorie	Information	Beschreibung
Kenn- zeichnung	Nummer	• Identifikationsnummer
	Position	• Angabe der genauen Lage innerhalb des Bauwerkes
	Bezeichnung	• Benennung des jeweiligen Konstruktionselementes (Funktion)
Spezifikationen	Hersteller	• Herstellerbezeichnung
	Herstelljahr	• Datumsangabe
	Technische Dokumentation	• zum Zeitpunkt der Erstellung gültige, zugehörige Normen • vorhandene technische Spezifikationen
	Materialkennwerte	• nachgewiesene Werte physikalischer und mechanischer Eigenschaften
	Ausführung	• Auflistung relevanter Eignungsnachweise, bspw. für Schweißen, Kleben
	Einbausituation	• Art der Verbindung • Einschätzung der Lösbarkeit der Verbindung • Bauteil voll / bedingt / nicht zugänglich
	Belastungssituation	• planmäßige Einwirkungen • vermutete nicht planmäßige Einwirkungen
Geometrie	Querschnittsabmessungen	• Maßangabe
	Querschnittsbezeichnung	• Standardquerschnitt oder Beschreibung der Querschnittsform
	Bauteillänge	• Maßangabe

Hinweis: Bestimmte Zustandsmerkmale können auf ein signifikantes Sicherheitsrisiko hinweisen. Daher wurden Grundvoraussetzungen für die Wiederverwendung unter vertretbarem Aufwand in Form von Kriterien festgelegt, die dem jeweiligen materialspezifischen Anhang zu entnehmen sind.



2.3 Detailprüfung

Die Detailprüfung sieht eine Objektbegehung durch eine fachkundige Person vor. Dabei sind alle potenziell wiederverwendbaren Bauteile miteinzubeziehen. Dies beinhaltet:

- stichprobenhafter Abgleich der Bestandsunterlagen/-daten mit der tatsächlichen Bauausführung,
- visuelle Zustandsfeststellung aller wiederverwendbaren Bauteile, nach Notwendigkeit ergänzt durch handnahe Überprüfungen und (stichprobenhafte) Materialanalyse.

Eine fachkundige Person sollte alle Zustandsmerkmale, die für das Tragverhalten, die Gebrauchstauglichkeit und die Funktionstüchtigkeit eines Bauteils wesentlich sind, mit geeigneten Methoden feststellen und ergänzend zu den Daten der Erstprüfung dokumentieren.

Im Zuge der Objektbegehung ist stets auch auf Anzeichen zu achten, die auf eine von der Planung abweichende oder in sonstiger Weise nicht ordnungsgemäße Ausführung bzw. auf eine unsachgemäße Nutzung hindeuten. In solchen Fällen sollte eine erweiterte Überprüfung/Analyse der Bauteil-

zustände, Materialeigenschaften, etc. durchgeführt werden.

Die an diesen Bearbeitungsschritt anschließende Beurteilung der grundsätzlichen Wiederverwendbarkeit eines Bauteils ist im Einzelfall - unter Berücksichtigung von Lösbarkeit, Alterung, Abnutzung und Schweregrad eines Defektes - von einer fachkundigen Person vorzunehmen.

Kann ein gebrauchtes Bauteil die grundlegenden Anforderungen entsprechend DIN EN 1990, inkl. Nationalem Anhang, in der jeweils aktuell bauaufsichtlich bekannt gemachten Fassung, aufgrund von offensichtlichen Mängeln und Schäden nicht mehr gewährleisten, ist eine Wiederverwendung zu verwerfen.

Hinweis: Angaben zu Begutachtungsmerkmalen und geeigneten Methoden für die Detailprüfung finden sich in den materialspezifischen Anhängen.

3 Rückbau

Mit dem Rückbau von Bestandsbauwerken und der Demontage von tragenden Bauteilen sollten erfahrene, qualifizierte Fachbetriebe beauftragt werden. Die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere das Bauordnungsrecht, Abfallrecht, Immissionsschutzrecht und Arbeitsschutzrecht sind zu beachten.

Die Grundlage für einen selektiven Rückbau bildet eine Rückbauplanung mit detaillierter Beschreibung des Demontagekonzepts. Bei komplexen

Konstruktionen kann eine statische Berechnung kritischer Demontagezustände erforderlich sein. Hinsichtlich der Wiederverwendung von Bauteilen, sollte deren Rückbau möglichst bauteilschonend erfolgen. Der dabei entstehende Demontageaufwand, sowie mögliche Verluste und Schäden an den Bauteilen, sind zu berücksichtigen.

Hinweis: Anmerkungen zum Rückbau finden sich in den materialspezifischen Anhängen.

4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Bauteile, die auf Basis der Bestandsanalyse als potenziell wiederverwendbar eingestuft wurden, müssen durch geeignete Verfahren nachgewiesen werden. Aufgrund der Einbaubedingungen, potenzieller Rückbauschäden und des Vorteils der vollständigen Zugänglichkeit wird die Bauteilüberprüfung nach dem Rückbau empfohlen.

Hinweis: Da sich Prüfumfang und Prüfprozedere für unterschiedliche Materialien stark unterscheiden, werden alle Festlegungen in den materialspezifischen Anhängen getroffen.





5 Aufbereitung

Die Aufbereitung gebrauchter Bauteile umfasst technisch erforderliche Maßnahmen und vorbereitende Maßnahmen, die für die weitere Nutzung gemäß den Grundanforderungen an die Sicherheit von Bauwerken erforderlich sind. Verfahren und Umfang der Bauteilauflbereitung sind in Abhängigkeit des Erhaltungszustandes im Einzelnen festzulegen.

Bei Vorhandensein von Schadstoffen sind vor einer Wiederverwendung stets geeignete Maßnahmen zur Schadstoffbeseitigung durchzuführen. Die

Schadstoffsanierung ist durch einen qualifizierten Fachbetrieb, z. B. einen vom Gesamtverband Schadstoffsanierung e. V. zertifizierten Sanierungsfachbetrieb, auszuführen.

Hinweis: Handlungsempfehlungen zur Aufbereitung finden sich in den materialspezifischen Anhängen.

6 Bemessung

Der Nachweis von Trag- und Bauwerken mit gebrauchten Bauteilen hat grundsätzlich wie für neue Bauteile, entsprechend den aktuell bauaufsichtlich bekannt gemachten Bemessungsvorschriften, zu erfolgen. Dabei sind die im Rahmen der Erst- und Detailprüfung sowie der Bauteilanalyse ermittelten technischen Bauteileigenschaften zu berücksichtigen.

Hinweis: Empfehlungen zur Bemessung finden sich in den materialspezifischen Anhängen.



Anhang A

Materialspezifische

Festlegungen Stahlbau

A.1 Allgemeine Anmerkungen

Dieser Anhang ist anwendbar auf Profilstähle und Bleche aus Baustahl, die nach 1945 in Westdeutschland eingebaut wurden.

A.2 Bestandsanalyse

A.2.1 Erstprüfung

Folgende Extremeinwirkungen schließen im Zusammenhang mit diesem Leitfaden eine Wiederverwendung von betroffenen Stahlbauteilen bzw. betroffenen Teilen davon aus:

- Schädigung verursacht durch Brandeinwirkung,
- Schädigung verursacht durch außergewöhnliche Einwirkungen, bspw. Erdbeben, Explosion, Anprall,
- unplanmäßige lokale plastische Verformungen.

A.2.2 Detailprüfung

In Tabelle A.1 sind für Stahlbauteile relevante Merkmale aufgelistet, die bei der Bewertung durch eine fachkundige Person berücksichtigt werden sollten.

Tabelle A.1: Begutachtungsmerkmale zur Wiederverwendung von Stahlbauteilen

Merkmal	Anzeichen
Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung • Verfärbung • Anstrich • Beschichtung • Rußablagerung
Korrosion	<ul style="list-style-type: none"> • örtlicher oder flächiger Materialabtrag
Verformung a) planmäßig b) unplanmäßig	zu a) <ul style="list-style-type: none"> • Überhöhung (global) zu b) <ul style="list-style-type: none"> • Durchbiegung (global) • Verdrehung (global) • Knicken/Beulen (global) • Schiefstellung (global) • Krümmung (global/lokal) • Deformation (lokal)
Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • örtlicher oder flächiger Materialabtrag
Riss	<ul style="list-style-type: none"> • Riss im Stahl (Grundwerkstoff) • Riss in der Schweißnaht • Riss in der Beschichtung
Querschnittsschwächung	<ul style="list-style-type: none"> • bspw. Bohrloch, Durchbruch, Ausnehmung
Defekt (Beschädigung)	<ul style="list-style-type: none"> • bspw. Gewaltbruch, Ermüdungsbruch
Schadstoffe	Im Verdachtsfall Analyse auf: <ul style="list-style-type: none"> • Arsen (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Kupfer (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Quecksilber (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Blei (Farbpigmente in Farben und Lacken, Bleimennige für Korrosionsschutzanstriche) • Cadmium (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Chrom (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Nickel (Farbpigmente in Farben und Lacken) • Zink (Farbpigmente in Farben und Lacken)

Die Prüfeinheitenbildung sollte vor dem Rückbau erfolgen (siehe A.4.1). Die abschließenden Abmessungen und eventuelle plastische Verformungen der Bauteile sind im ausgebauten Zustand zu ermitteln (siehe A.4.2).

A.3 Rückbau

Beim Rückbau sollte, soweit bekannt, das ursprüngliche bei der Errichtung des Trag- bzw. Bauwerks eingesetzte Montagekonzept berücksichtigt werden.

Geschraubte Verbindungen können aufgrund ihres Zustands – Korrosion, plastische Verformungen – nicht mehr lösbar sein. Daher ist beim Rückbau mit einem erhöhten Demontageaufwand zu rechnen. Beim Einsatz eines Schneidbrenners zum thermischen Trennen ist ein thermischer Einfluss (Aufhärtung) im Bereich der Schnittkante bei der Aufbereitung der Bauteile zu berücksichtigen, welcher mit der fünffachen Materialstärke angenommen werden darf.



A.4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften

Bei der Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Bauteilen ist das in Abbildung A.1 dargestellte Ablaufdiagramm zu befolgen.

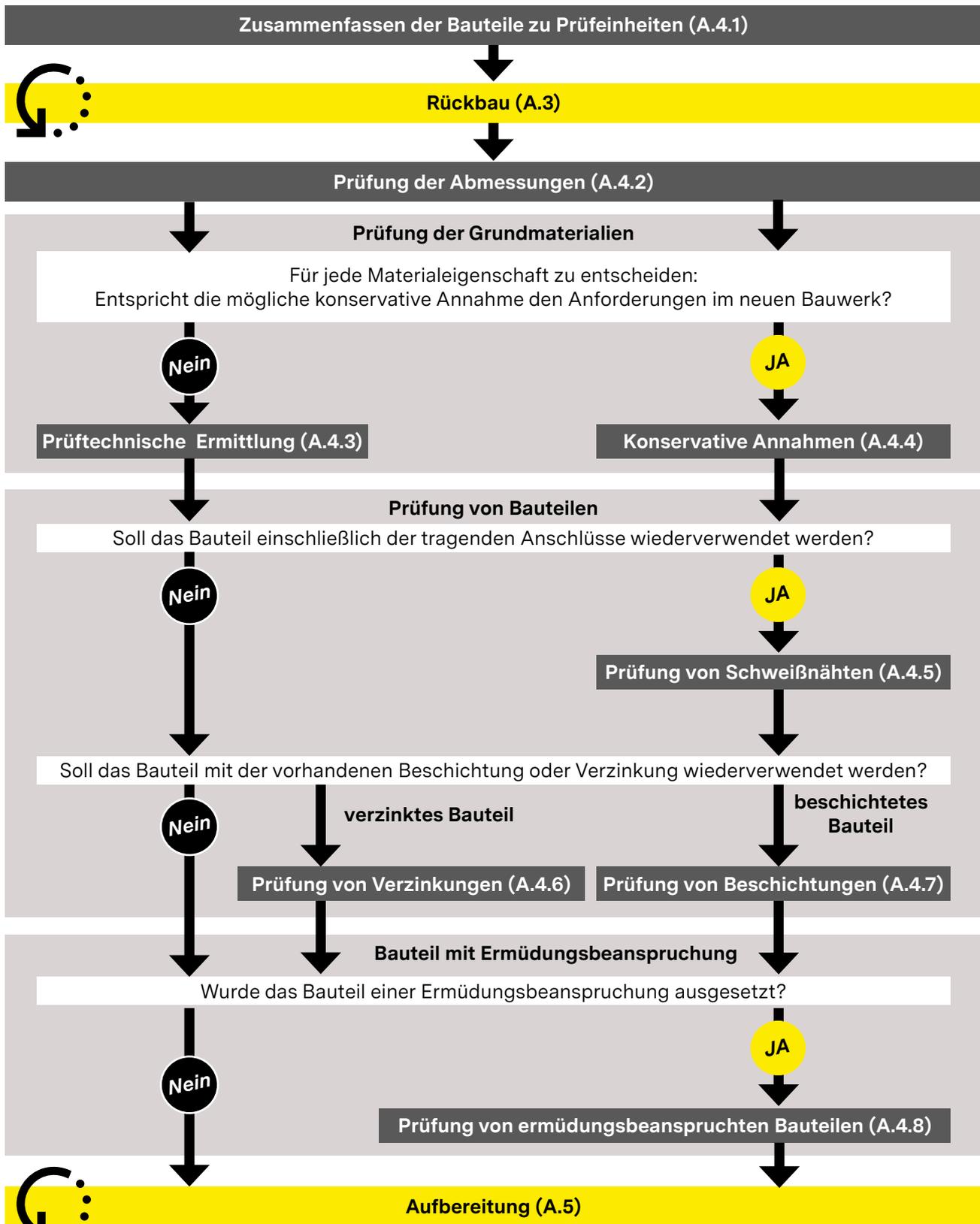


Abbildung A.1: Ablaufdiagramm zur Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von wiederzuverwendenden Bauteilen

A.4.1 Prüfeinheitenbildung

Für die prüftechnische Ermittlung von Werkstoffkennwerten dürfen Bauteile zu Prüfeinheiten zusammengefasst werden, wenn sie nachweislich folgende gemeinsame Eigenschaften aufweisen:

- sie stammen aus dem gleichen Bauwerk
- sie erfüllen die gleiche strukturelle Funktion (Pfette, Deckenträger, Stütze etc.)
- sie sind den gleichen nominellen Querschnittsabmessungen zuordenbar
- sie besitzen die gleiche Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Beschichtung, Verzinkung)

Es dürfen maximal 50 Bauteile mit einem Gesamtgewicht von 20 Tonnen zu einer Prüfeinheit zusammengefasst werden.

A.4.2 Abmessungen

An allen Bauteilen müssen im ausgebauten Zustand die realen Abmessungen nach dem Vorgehen aus Abbildung A.2 mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden

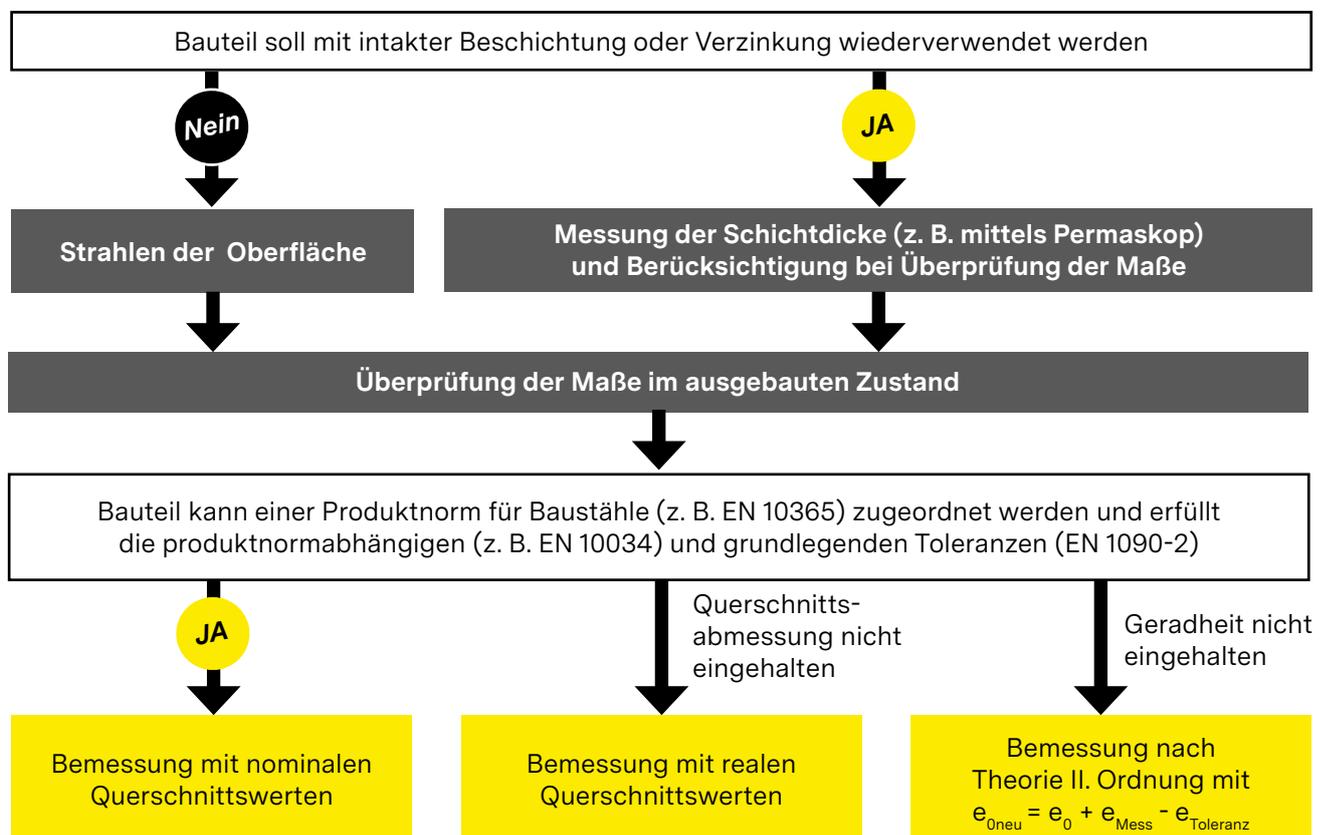


Abbildung A.2: Vorgehen bei der Bestimmung der Abmessungen und Umgang mit den Ergebnissen im Rahmen der Bemessung für die Wiederverwendung

A.4.3 Prüfung der Grundmaterialien

Der Prüfumfang für die mechanischen und technologischen Eigenschaften ist in Abhängigkeit der vorliegenden Informationen und der angestrebten Ausführungsklasse entsprechend Abbildung A.3 festgelegt. Die Prüfprotokolle verwenden eine Kombination aus zerstörenden Prüfungen (ZP) und zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP).

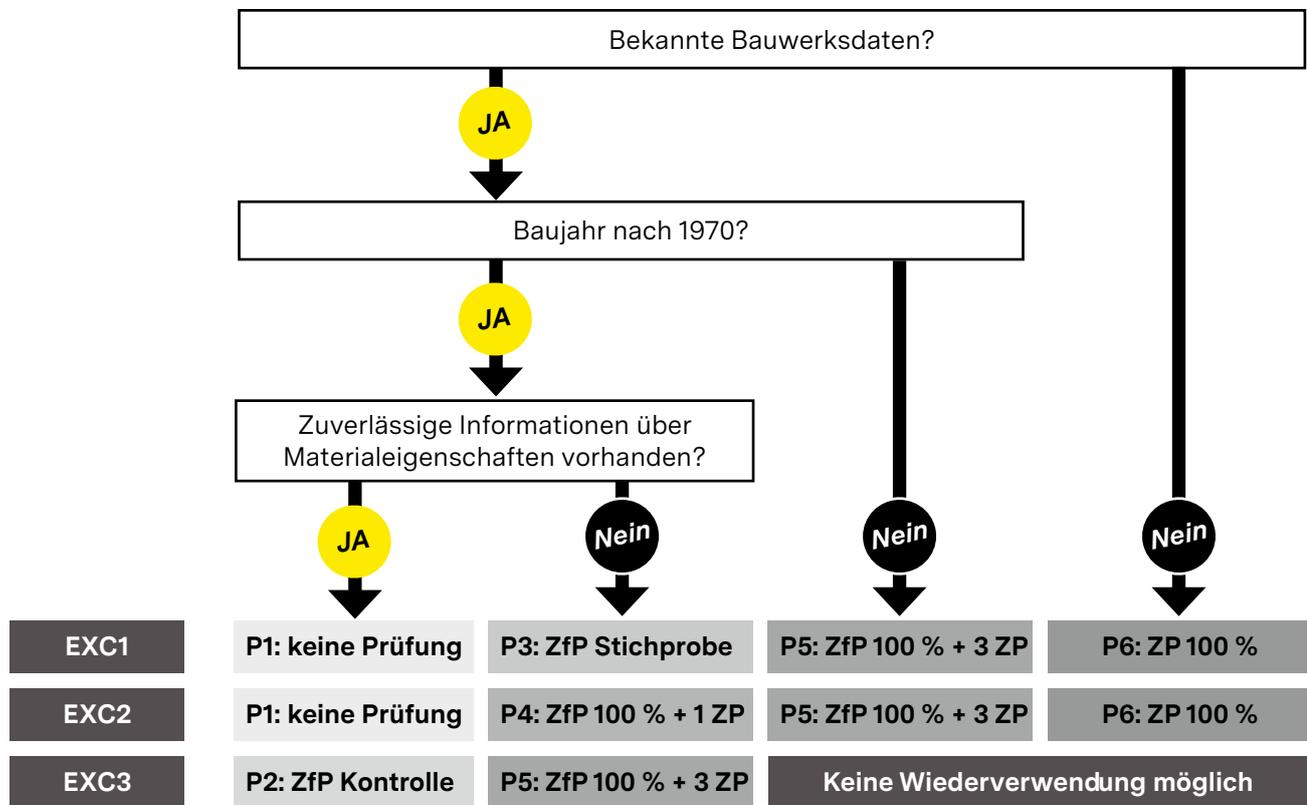


Abbildung A.3: Zu befolgendes Prüfprotokoll

Als zuverlässige Informationen über Materialeigenschaften gelten Zeichnungen mit eingetragenen Stahl-sorten bzw. -festigkeiten sowie den betroffenen Bauteilen zuordenbare Abnahmeprüfzeugnisse. Je nach Prüfprotokoll (P1 – P6) müssen die in Tabelle A.2 aufgeführten Prüfungen durchgeführt werden. Die gelb hinterlegten Prüfungen sind stets durchzuführen. Dunkelgrau hinterlegte Prüfungen sind nur dann durchzuführen, wenn die entsprechende Eigenschaft für das Bauteil im nächsten Lebenszyklus relevant ist.

Tabelle A.2: Durchzuführende Prüfungen gemäß Prüfprotokoll

Prüfungen	Eigenschaft	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Härteprüfung	Härte (Festigkeit)	keine	50 % mind. 5	50 % mind. 5	100 %	100 %	keine
Zugversuch	Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung	keine	keine	keine	1 Bauteil	3 Bauteile	100 %
chemische Analyse (C, Mn, N, P, Si)	Ausschluss von Puddelstahl	keine	keine	keine	keine	keine	100 %
chemische Analyse (N)	Reckalterungsanfälligkeit	keine	keine	keine	1 Bauteil*	3 Bauteile	100 %
chemische Analyse (P, S, Al, Si, CEV)	Schweiß-eignung	keine	keine	wenn geschweißt 1 Bauteil	wenn geschweißt 1 Bauteil	wenn geschweißt 3 Bauteile	wenn geschweißt 100 %
Ultraschallprüfung	Dopplungen	keine	keine	keine	keine	wenn geschweißt 3 Bauteile	wenn geschweißt 100 %
Kerbschlagbiegeversuch	Kerbschlagarbeit (Zähigkeit)	keine	keine	wenn erforderlich 1 Bauteil	wenn erforderlich 1 Bauteil	wenn erforderlich 3 Bauteile	wenn erforderlich 100 %
Zugversuch orthogonal zur Oberfläche	Z-Güte	keine	keine	wenn erforderlich 1 Bauteil	wenn erforderlich 1 Bauteil	wenn erforderlich 3 Bauteile	wenn erforderlich 100 %

* nur bis 1986

Prüfprotokoll P6:

Die in Tabelle A.2 aufgeführten Prüfungen müssen an allen Bauteilen durchgeführt werden. Die Akzeptanzkriterien der Prüfungen können Tabelle A.3 entnommen werden.

Tabelle A.3: Für P6 vorgeschriebene Prüfungen (gelb) und bei Bedarf durchzuführende zusätzliche Prüfungen (dunkelgrau)

Prüfungen	Eigenschaft	Norm	Akzeptanzkriterium
Zugversuch	Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung	ISO 6892-1	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2 (ohne statistische Auswertung)
chemische Analyse (C, Mn, N, P, Si)	Ausschluss von Puddelstahl	abhängig vom Verfahren	siehe Tabelle A.4
chemische Analyse (N)	Reckalterungsanfälligkeit	abhängig vom Verfahren	Stickstoffgehalt < 0,014 %
chemische Analyse (P, S, Al, Si, CEV)	Schweißbeignung	abhängig vom Verfahren	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2. Al > 0,02 % oder Si > 0,2 % → auch an Stegen und Ausrundungen schweißgeeignet
Ultraschallprüfung	Dopplungen	DIN EN 10160 DIN EN 10306	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)
Kerbschlagbiegeversuch	Kerbschlagarbeit (Zähigkeit)	DIN EN ISO 148-1	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)
Zugversuch orthogonal zur Oberfläche	Z-Güte	DIN EN 10164	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)

Tabelle A.4: Typische Massenanteile für Stahlbegleiter für verschiedene historische Stahlsorten nach DB Richtlinie Ril 805 (2021) „Tragsicherheit bestehender Brückenbauwerke“ im Vergleich zu den heutigen Grenzwerten

Element	Puddelstahl	Flussstahl mit Verfahren nach			Aktuelle Grenzwerte nach EN 10025-2 (2019) für S235 JR
		Bessemer	Thomas	Siemens-Martin	
C	≈ 0,11 %	≈ 0,02 – 0,2 %			0,23 % (> 40 mm)
Mn	0,19 %	0,19 %			1,5 %
N	≈ 0,04 %	0,008 %		0,008 %	0,0014 %
P	≈ 0,60 %	≈ 0,03 – 0,13 %			0,0045 %
Si	≈ 0,42 %	0,08 %	0,08 %	≈ 0,28 %	–

Prüfprotokoll P5:

An allen Bauteilen sind zerstörungsfreie Härteprüfungen durchzuführen, um die Annahme der Zugehörigkeit zur Prüfeinheit zu bestätigen. Die gemessenen Härtewerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert, gebildet aus allen Proben, abweichen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, ist die Prüfeinheit in kleinere Einheiten zu unterteilen.

Bei jeder Prüfeinheit sind die in Tabelle A.5 aufgeführten Prüfungen an drei repräsentativen Bauteilen durchzuführen, darunter das Bauteil mit dem niedrigsten Härtewert.

Tabelle A.5: Für P5 vorgeschriebene Prüfungen (gelb) und bei Bedarf durchzuführende Prüfungen (dunkelgrau)

Prüfungen	Eigenschaft	Norm	Akzeptanzkriterium
Zugversuch	Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung	ISO 6892-1	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2 (statistische Auswertung nach EN 1990)
chemische Analyse (N)	Reckalterungsanfälligkeit	abhängig vom Verfahren	Stickstoffgehalt < 0,014 %
chemische Analyse (P, S, Al, Si, CEV)	Schweißbeignung	abhängig vom Verfahren	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2. Al > 0,02 % oder Si > 0,2 % → auch an Stegen und Ausrundungen schweißgeeignet
Ultraschallprüfung	Dopplungen	DIN EN 10160 DIN EN 10306	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)
Kerbschlagbiegeversuch	Kerbschlagarbeit (Zähigkeit)	DIN EN ISO 148-1	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)
Zugversuch orthogonal zur Oberfläche	Z-Güte	DIN EN 10164	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)

Prüfprotokoll P4:

An allen Bauteilen sind zerstörungsfreie Härteprüfungen durchzuführen, um die Zugehörigkeit zur festgelegten Prüfeinheit zu bestätigen. Die gemessenen Härtewerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert, gebildet aus allen Proben der Prüfeinheit, abweichen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, ist die Prüfeinheit in kleinere Einheiten zu unterteilen.

Für jede Prüfeinheit sind die in Tabelle A.6 aufgeführten Prüfungen an einem repräsentativen Bauteil durchzuführen.

Tabelle A.6: Für P4 vorgeschriebene Prüfungen (gelb) und bei Bedarf durchzuführende Prüfungen (dunkelgrau)

Prüfungen	Eigenschaft	Norm	Akzeptanzkriterium
Zugversuch	Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung	ISO 6892-1	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2 (statistische Auswertung nach EN 1990 mit bekannten Variationskoeffizienten nach EN 1993-1-1)
chemische Analyse (N)*	Reckalterungsanfälligkeit	abhängig vom Verfahren	Stickstoffgehalt < 0,014 %
chemische Analyse (CEV, P, S, Al, Si)	Schweißbeignung	abhängig vom Verfahren	Vergleich der Prüfergebnisse mit einer Stahlgüte nach DIN EN 10025-2. Al > 0,02 % oder Si > 0,2 % → auch an Stegen und Ausrundungen schweißgeeignet
Kerbschlagbiegeversuch	Kerbschlagarbeit (Zähigkeit)	DIN EN ISO 148-1	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)
Zugversuch orthogonal zur Oberfläche	Z-Güte	DIN EN 10164	entsprechend Produktnorm (DIN EN 10025-2)

* nur bis 1986

Prüfprotokoll P3

An mindestens 50 % der Bauteile ist die Härte mit einem beliebigen zulässigen Verfahren zu bestimmen. Über DIN EN ISO 18265 (2003) kann der charakteristische Härtewert der Prüfeinheit einer Zugfestigkeit und damit einer Stahlsorte nach DIN EN 10025-2 zugeordnet werden. Für die bei Bedarf durchzuführenden Prüfungen gilt Tabelle A.6.

Prüfprotokoll P2 und P1

Liegen zuverlässige, zuordenbare Angaben aus Zeichnungen oder Prüfbescheinigungen vor, dürfen diese Eigenschaften angenommen werden und müssen nicht erneut nachgewiesen werden. Werden jedoch Eigenschaften gefordert, die nicht in der Prüfbescheinigung oder in der zugehörigen Zeichnung angegeben sind, oder bestehen Zweifel an der Zuverlässigkeit der Angaben, so ist für diese Eigenschaften je nach Ausführungsklasse das Prüfprotokoll 3, 4 oder 5 durchzuführen. Der Unterschied zwischen Prüfprotokoll 1 und 2 besteht darin, dass beim Prüfprotokoll 2 aufgrund der höheren Ausführungsklasse zur Verifizierung der Angaben an mindestens 50 % der Bauteile eine Härteprüfung durchzuführen ist, und die mit den Härtewerten berechneten Zugfestigkeiten mit den vorliegenden Angaben verglichen werden.

A.4.4 Konservative Annahmen

Für die Kerbschlagarbeit und die mechanischen Eigenschaften können in Abhängigkeit vom Baujahr bei einer Anwendung in EXC1 oder EXC2 die in Abbildung A.4 und Abbildung A.5 dargestellten konservativen Annahmen getroffen werden, ohne dass Prüfungen an den Bauteilen durchgeführt werden.

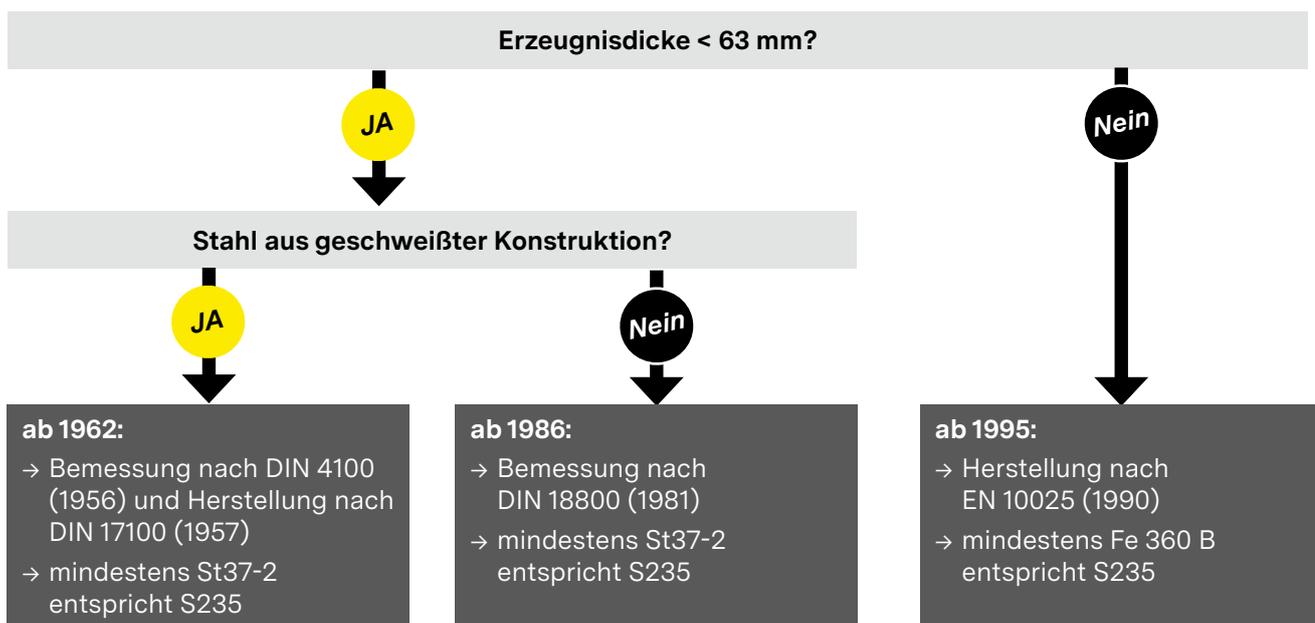


Abbildung A.4: Erlaubte konservative Annahmen für die mechanischen Eigenschaften

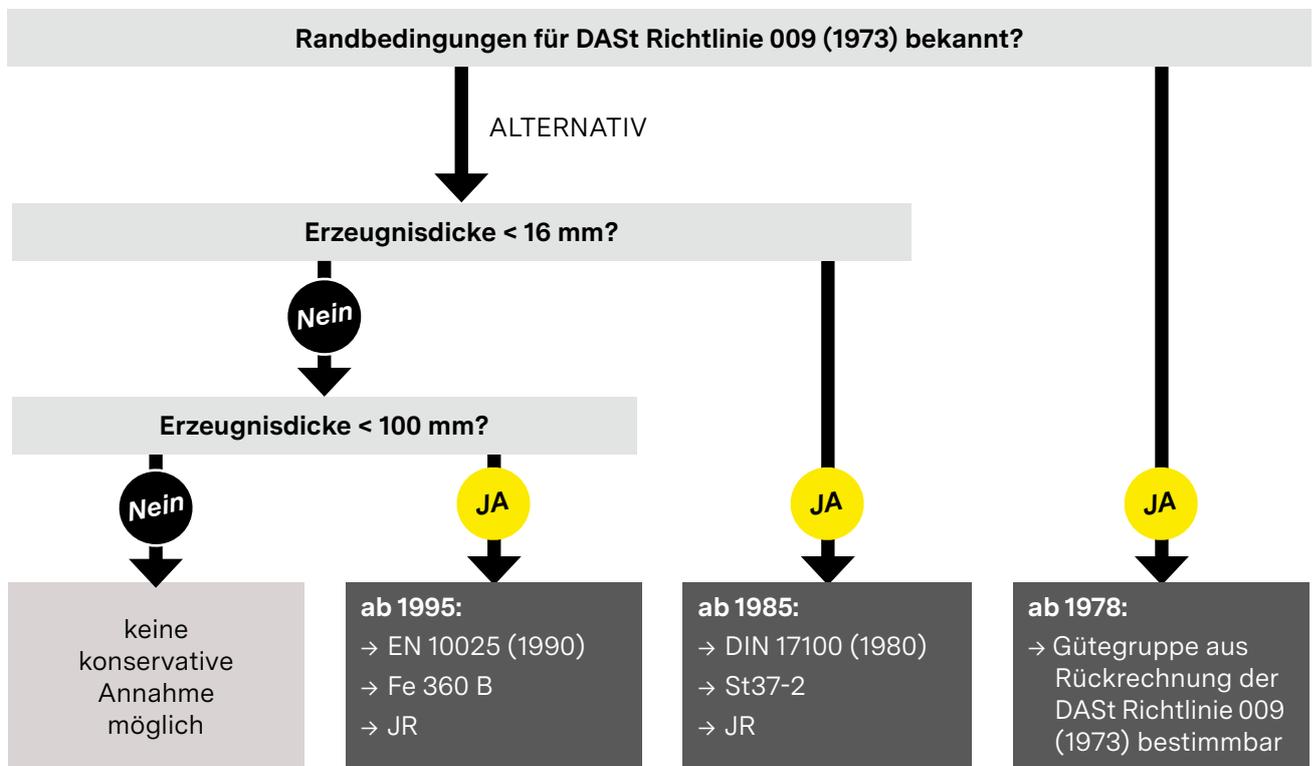


Abbildung A.5: Erlaubte konservative Annahmen für die Kerbschlagarbeit

Die Schweißbeignung kann anhand Abbildung A.6 abgeschätzt werden. Wenn die Schweißbeignung anhand der ursprünglich geschweißten Konstruktion beurteilt wird, sollten Probeschweißungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Schweißbeignung für heutige Schweißverfahren gilt.

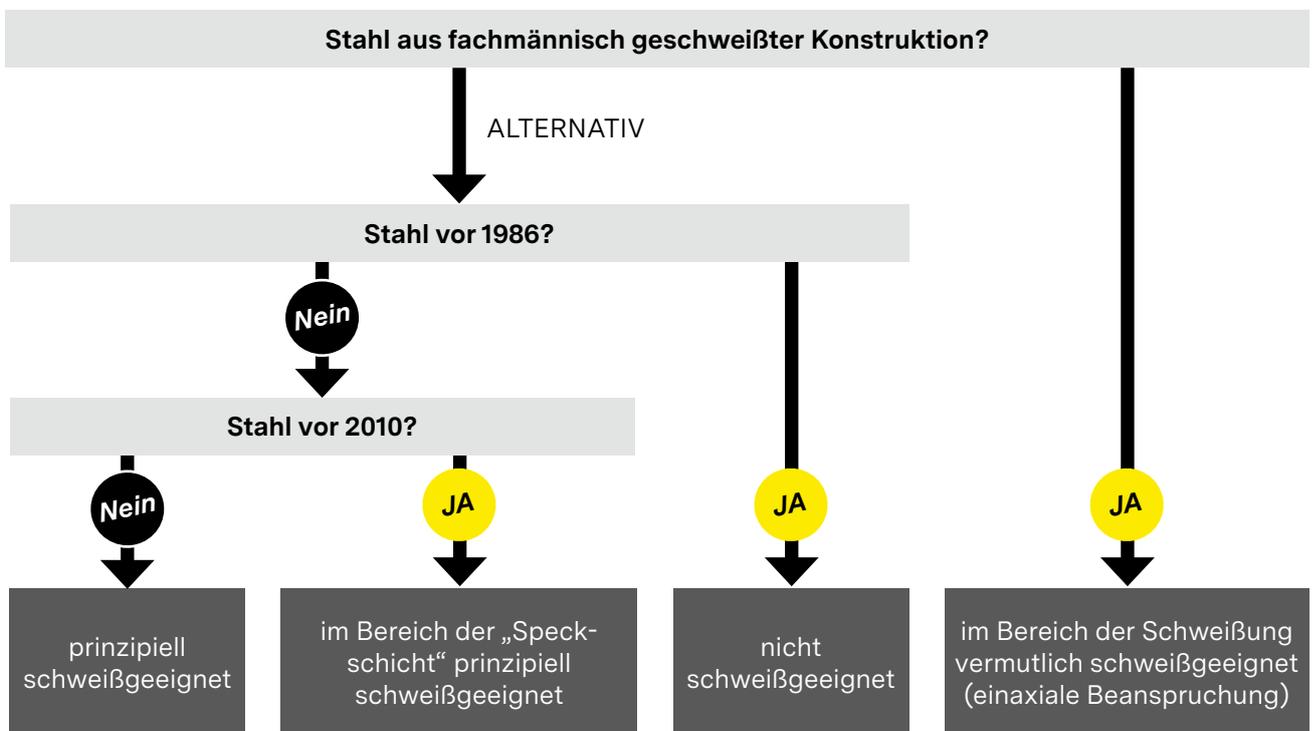


Abbildung A.6: Abschätzung der Schweißbeignung

A.4.5 Prüfung von Schweißnähten

Sollen Bauteile mit tragenden Schweißnähten wiederverwendet werden, sind folgende Schritte durchzuführen:

- 100 % Sichtprüfung mit Zuordnung entsprechend zu einer Bewertungsgruppe
- ZfP-Prüfung abhängig von der Ausführungsklasse (siehe EN1090-2 Tabelle 24)

Ist die Qualifikation des ursprünglichen Stahlbauunternehmens nicht bekannt, dürfen Bauteile aus Baujahren vor 2009, die der Klasse A nach DIN 18800-7 zugeordnet werden, nur in EXC 1 wiederverwendet werden. Bauteile wurden nach DIN 18800-7 der Klasse A zugeordnet, wenn folgende Bedingungen erfüllt waren:

- Werkstoffe: unlegierte Baustähle mit Festigkeiten bis S275
- Erzeugnisdicken ≤ 16 mm, bei anzuschweißenden Kopf- und Fußplatten $t \leq 30$ mm
- Bauteile (vorwiegend ruhend beansprucht) mit einfachen oder untergeordneten Schweißnähten, wie
 - Stützen mit Kopf- und Fußplatten aus Walzprofilen ohne Stöße und Einspannung
 - Treppen in Wohngebäuden bis 5 m Länge (in Lauflinie gemessen)
 - Geländer mit anzusetzender Horizontallast in Holmhöhe $\leq 0,5$ kN/m

Eine Wiederverwendung von Bauteilen mit tragenden Schweißnähten in EXC3 und unter Ermüdungsbeanspruchung in EXC2 ist durch diesen Leitfaden nicht abgedeckt und bedarf zusätzlicher Untersuchungen unter Beteiligung eines qualifizierten Sachverständigen.

A.4.6 Prüfung von verzinkten Bauteilen

Sollen verzinkte Bauteile wiederverwendet werden, sind an allen diesen Bauteilen die folgenden Schritte durchzuführen:

- Bestimmung der Schichtdicke mit magnetinduktiven Verfahren (ISO 2808)
- Vergleich realer mit erforderlicher Schichtdicke (abhängig von Exposition n. ISO 12944)

Wurden die Bauteile zwischen 2000 und 2009 verzinkt³, sind zusätzlich die Prüfungen nach DAST-Richtlinie 22 durchzuführen (Gefahr der flüssigmetallinduzierten Spannungsrisskorrosion).

A.4.7 Prüfung von beschichteten Bauteilen

Eine pauschale Aussage über die Restschutzdauer von organischen Korrosionsschutzsystemen und reaktiven Brandschutzbeschichtungen ist mit den zur Verfügung stehenden technischen Verfahren derzeit nicht möglich. Sollen beschichtete Bauteile wiederverwendet werden und deren Beschichtung definierte Anforderungen erfüllen, sind Untersuchungen unter Beteiligung eines qualifizierten Sachverständigen erforderlich.

A.4.8 Prüfung von ermüdungsbeanspruchten Bauteilen

Bauteile, die einer Ermüdungsbeanspruchung ausgesetzt waren, dürfen grundsätzlich keiner erneuten Ermüdungsbeanspruchung ausgesetzt werden. Für einen späteren Einsatz unter vorwiegend ruhender Beanspruchung ist eine Sichtprüfung auf erkennbare Risse am gesamten entschichteten Bauteil durchzuführen (100 % visuelle Prüfung, VT). Zusätzlich sind die Hotspots der maßgebenden Kerbdetails mit geeigneten zerstörungsfreien Prüfmethoden (Magnetpulver- oder Farbeindringprüfung) auf Risse zu untersuchen.

³ Siehe auch: Hinweise zur Einschätzung von Art und Umfang weiter zu untersuchender Stahlkonstruktionen hinsichtlich möglicher Schäden aus dem Feuerverzinkungsprozess und des Schadensfolgepotentials durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten, Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (ARGEBAU), Juni 2010



A.5 Aufbereitung

Handlungsempfehlungen zur Aufbereitung von Stahlbauteilen sind:

- Entfernen aller oberflächlichen Fremdmaterialien und Schadstoffe,
- Entfernen bestehender Anstriche und Beschichtungen, bspw. durch Reinigungsstrahlen mit Absauganlage,
- Nachschneiden der thermisch beanspruchten Schnittkanten nach Einsatz eines Schneidbrenners mit einer Metallsäge. Gemessen von der Schnittkante, sollte dabei mindestens eine Länge entsprechend der fünffachen Materialdicke abgeschnitten werden,
- Reinigen der Bauteiloberflächen,
- Prüfung der Verzinkung auf Beschädigungen nach dem Wiedereinbau.

A.6 Bemessung

Es wird empfohlen, für Stabilitätsnachweise im Vergleich zur Anwendung des Eurocode 3 nur einen reduzierten Grenzausnutzungsgrad von 90 % zuzulassen. Die Bemessung sollte elastisch-plastisch erfolgen. Bei Anwendung einer plastisch-plastischen Bemessung sollte die Bruchdehnung durch einen Zugversuch bestimmt und nicht durch konservative Annahmen festgelegt werden.



Anhang B

Materialspezifische

Festlegungen Holzbau

B.1 Allgemeine Anmerkungen

Der Anhang B dieses Leitfadens ist anwendbar auf folgende Bauteile aus Nadelholz:

- Schnittholz (ohne Keilzinkenverbindungen⁴)
- Brettschichtholz (ohne Universal-Keilzinkenverbindungen⁴) – davon ausgeschlossen ist Brettschichtholz, welches mit Harnstoffharz-(UF-)Klebstoff⁵ hergestellt wurde. Dieser Klebstoff kam in den Jahren 1950 bis 2007 zum Einsatz.
- Verbundbauteile aus Brettschichtholz (Ausschlusskriterium w. o.) und Schnittholz
- OSB-Platten

B.2 Bestandsanalyse

B.2.1 Erstprüfung

Folgende Extremeinwirkungen und Zustandsmerkmale schließen im Zusammenhang mit diesem Leitfaden eine Wiederverwendung von betroffenen Holzbauteilen bzw. betroffenen Teilen davon aus:

- Schädigung verursacht durch Brandeinwirkung – sofern eine Verkohlung von mehr als $d_{\text{char}} = 5 \text{ mm}$ vorliegt
- Schädigung verursacht durch außergewöhnliche Einwirkungen, bspw. Erdbeben, Explosion, Anprall
- großflächig zerstörte Holzstruktur, z. B. durch Insektenbefall oder Fäulnis
- Faserbruch
- Druckfalten
- geklebte Bauteile mit Klebstoffen des Klebstofftyp II nach DIN EN 301 (2023),
- Anzeichen für nicht ordnungsgemäße Verklebung (z. B. Fugendicken oberhalb der zulässigen Werte, nicht ordnungsgemäßes Keilzinkenbild in den Lamellen)

B.2.2 Detailprüfung

In Tabelle B.1 sind relevante Merkmale zur Begutachtung von Holzbauteilen aufgelistet, die bei der Bewertung durch eine fachkundige Person berücksichtigt werden sollten.

Die abschließenden Abmessungen und Verformungen der Bauteile sind im ausgebauten Zustand zu ermitteln.

Bei Konstruktionsvollholz (nicht keilgezinktes technisch getrocknetes Vollholz und keilgezinktes technisch getrocknetes Vollholz) für den nicht-sichtbaren Bereich sind häufig durchlaufende auf- oder eingedruckte Markierungen zu finden.

4 Bei keilgezinktem Vollholz und Brettschichtholz mit Universal-Keilzinkenverbindungen sind die Angaben dieses Anhangs um Festlegungen zur Bewertung der Keilzinkungen zu ergänzen.

5 Hinweise zur Einschätzung von Art und Umfang zu untersuchender harnstoffharz-verklebter Holzbauteile auf mögliche Schäden aus Feuchte- oder Temperatureinwirkungen durch den Eigentümer / Verfügungsberechtigten, Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (ARGEBAU), Juni 2010

Tabelle B.1: Begutachtungsmerkmale zur Wiederverwendung von Holzbauteilen

Merkmal	Anzeichen
Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung • Verfärbung, Vergrauung • Anstrich, Holzschutzmittel (HSM) • Feuchtestellen (aus vorhandener oder vergangener Durchfeuchtung) • Schimmelpilze, Algen • Rußablagerung, Brandflecken, Verkohlung
Fäulnis/Korrosion, Insektenbefall	<ul style="list-style-type: none"> • örtliche oder flächige Auflösung des Holzzellgefüges
Verformung a) planmäßig b) unplanmäßig	<p>zu a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überhöhung (global) <p>zu b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchbiegung (global) • Verdrehung (global) • Knicken/Beulen (global) • Schiefstellung (global) • Krümmung (global/lokal) • Deformation (lokal)
Riss	<p>detektierbar in</p> <ul style="list-style-type: none"> • Holz • Klebstoffuge
Klebstoff	<ul style="list-style-type: none"> • Klebstofftyp (i. A. Informationen zum Klebstoff, die Rückschlüsse auf eine mögliche Verklebung mit Kasein oder Harnstoffharzen zulassen)
Querschnittsschwächung	<ul style="list-style-type: none"> • bspw. Bohrloch, Durchbruch, Ausnehmung
Defekt (Beschädigung)	<ul style="list-style-type: none"> • bspw. Faserbruch, Druckfalten, z. B. aus Anprall
Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • örtlicher oder flächiger Materialabtrag
Schadstoffe/Holzschutzmittel (HSM)	<p>Im Verdachtsfall Analyse auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arsen (Wirkstoff in HSM) • Kupfer (Wirkstoff in HSM) • Quecksilber (Wirkstoff in HSM) • Blei (Farbpigmente in Farben) • Chrom (Farbpigmente in Farben, HSM) • Chlor (PCB) (Flammschutzmittel in Farben und Lacken, beachte PCB-Richtlinie) • Fluor (Wirkstoff in HSM) • PCP (Pentachlorphenol) (Wirkstoff in HSM, beachte PCP-Richtlinie) • Lindan (HCH) (Wirkstoff in HSM) • DDT (Wirkstoff in HSM) • Teeröl (PAK) (Wirkstoff in HSM)

Bei Brettschichtholz hat während der Herstellung eine Sortierung stattgefunden. Dauerhaft lesbare Kennzeichen an den Flanken von Brettschichtholz oder Dokumentation wie Lieferscheine oder Leimbuch ermöglichen idealerweise eine Aussage zur Festigkeitsklasse. Sofern auf den Bauteilen lesbare Übereinstimmungszeichen oder CE-Zeichen angebracht sind, ist darauf zu achten, dass diese bei der Demontage nicht entfernt oder zerstört werden, um eine Reklassifikation zu erleichtern.

Holz weist häufig oberflächliche Verwitterungs- und Gebrauchsspuren auf (unbedenkliche kleine Schwindrisse, Vergrauung, Auswaschung, Verschmutzung). Daher sollte das Aussehen nicht alleinige Entscheidungsgrundlage sein.

B.3 Rückbau und Demontage

Folgende Schritte sollten in der angegebenen Reihenfolge durch eine fachkundige Person durchgeführt bzw. begleitet werden, siehe auch Flussdiagramm in Abbildung B.1:

1. In Verdachtsfällen eine Baustoffanalyse (Schad- und Störstofferkundung) z. B. durch eine akkreditierte Prüfstelle in Abhängigkeit vom quantitativen und qualitativen Wiederverwendungspotenzial z. B. durch Beprobung im Labor auf Basis von Bohrkernen oder durch eine mobile Laboreinheit. Holzbauteile wurden vorwiegend bis zum Jahr 2000 mit Holzschutzmitteln behandelt.
2. Entscheidung für oder gegen eine schonende Demontage unter Berücksichtigung der Lösbarkeit von Verbindungsmitteln
 - a) Im Falle einer Entscheidung dagegen → selektiver Abbruch/Rückbau
 - b) Im Falle einer Entscheidung dafür → weiter mit Schritt 3
3. Massenermittlung, Holzqualität, verwendete Verbindungsmittel
4. Organisatorische, technische und handwerkliche Planung sowie Durchführung der Demontage. Die Holzbauteile sind durchgehend gegen Niederschlag zu schützen.
 - a) Abtransport in ein Sekundär-Rohstoff-Zentrum, zum Baustoffhändler, in ein überdachtes Zwischenlager o. Ä. zur weiteren Untersuchung und Aufbereitung
 - b) Direkter Transport zu einem Bauvorhaben nach in situ-Untersuchung und eventuell in situ-Aufbereitung.

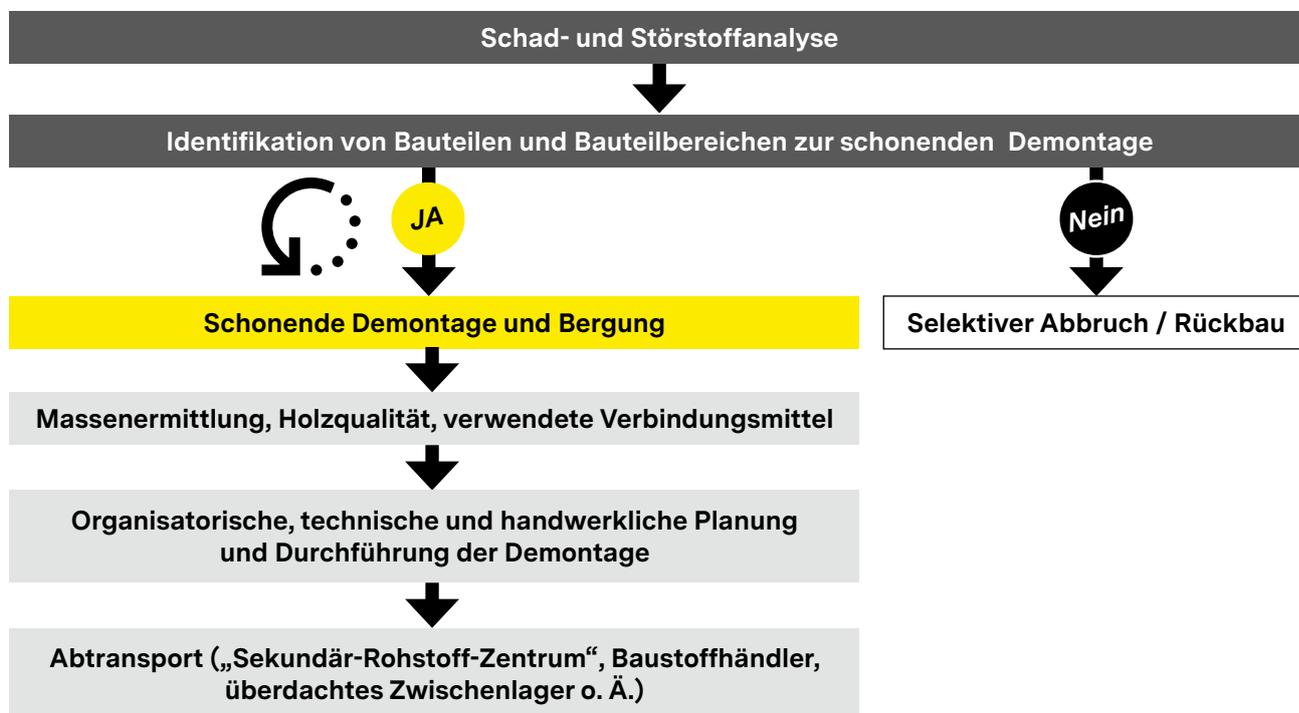


Abbildung B.1: Schritte einer schonenden Demontage und Bergung

B.4 Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften

B.4.1 Allgemeine Anmerkungen

Zur Quantifizierung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften können zerstörungsfreie bzw. -arme und zerstörende Prüfverfahren angewendet werden. Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfungen sind im Zusammenhang mit vier unterschiedlichen negativen Einflüssen auf die anfängliche technische Integrität zu sehen, siehe Abbildung B.2. Es sollten soweit möglich nur Verschlechterungen aufgrund von natürlicher Abnutzung mittels Prüfungen (zerstörungsfrei oder zerstörend) quantifiziert werden. Verschlechterungen aufgrund von nicht natürlicher Abnutzung, Demontage und Schwächungen aus der Erstverwendung sind jeweils gesondert zu berücksichtigen, siehe Ebene 2 bzw. 3 in Abbildung B.2.

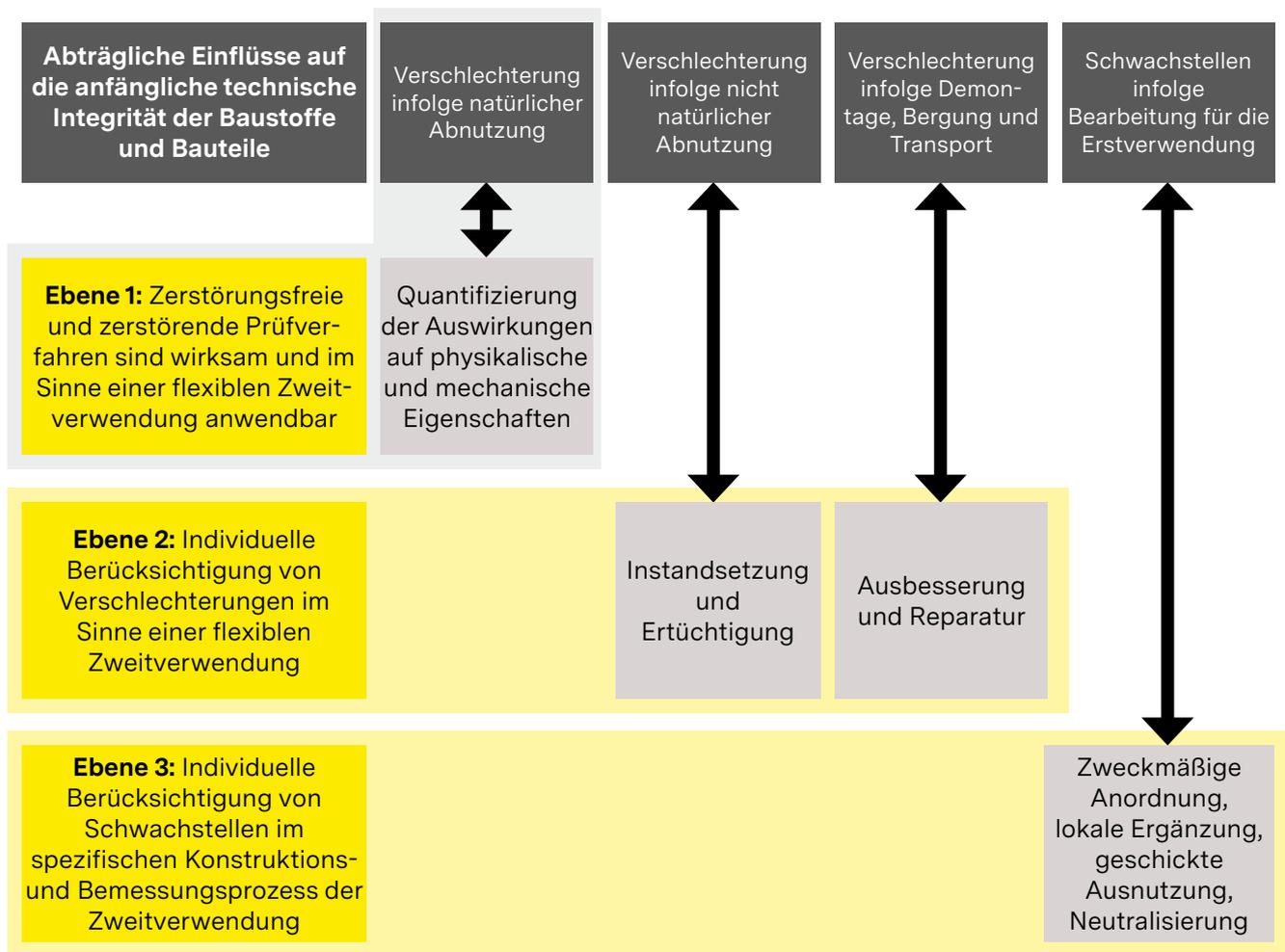


Abbildung B.2: Ebenen des technischen Umgangs mit wiederverwendenden Holzbaustoffen und Holzbauteilen

B.4.2 Zerstörende Prüfverfahren

Um möglichst viele Bauteile wiederverwenden zu können, sollten zerstörungsarme (Abschnitt B.4.3) oder bestenfalls zerstörungsfreie Prüfverfahren (Abschnitt B.4.4) zum Einsatz kommen.

In Ausnahmefällen können zerstörende Prüfverfahren in Frage kommen. Sie sind dann geeignet, wenn ausreichend viele gleichartige Bauteile geborgen werden (zahlenmäßig umfangreiches Kollektiv) und daher ein Teil davon zerstörend geprüft werden kann. Für die Bestimmung des lokalen Biege-Elastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit in Faserrichtung ist DIN EN 408:2012-10 anzuwenden. Die zu prüfenden Stücke sind so auszuwählen und die Prüfbereiche sind so festzulegen, dass sie jeweils für das geborgene Kollektiv repräsentativ sind. Es sollten mindestens 40 Prüfkörper für eine Stichprobe vorgesehen werden. Bei geringer Variabilität der Rohdichte, Festigkeit und des Elastizitätsmoduls kann die Stichprobe auf minimal 20 reduziert werden.

B.4.3 Zerstörungsarme Prüfverfahren – Bohrkerne

Zur Bestimmung von Angaben zu Holzart, lokaler Rohdichte, Klebstofftyp, Qualität von Klebstoffugen nach DIN EN 14080:2013-09 (Scherprüfungen, Delaminierungsprüfungen), Art von Oberflächenbehandlungen und eventuell zu mechanischen Eigenschaften von kleinen fehlerfreien Proben können Bohrkerne entnommen werden. Sie eignen sich auch (z. B. bei umfangreicheren Kollektiven), um an für das Gesamtbau teil repräsentativen Stellen den Allgemeinzustand des Holzes zu beurteilen. Dem Untersuchungszweck entsprechend können unterschiedliche Durchmesser zwischen 10 und 40 mm gewählt werden, wobei sich ein Durchmesser von 35 mm (Außendurchmesser Bohrkronen 50 mm) etabliert hat. Die Entnahme von Bohrkernen für die Prüfung darf das Bauteil, aus dem sie entnommen werden, nicht für eine Wieder- oder Weiterverwendung unbrauchbar machen.

Bei der Bohrkernentnahme sind in Abhängigkeit vom Ziel der Untersuchung zwei Bereiche zu unterscheiden:

1. Sollen gezielt Auswirkungen von Verschlechterungen infolge natürlicher Abnutzung oder aufgrund von hohen Beanspruchungen quantifiziert werden, sind Bohrkerne in entsprechenden Bereichen zu entnehmen. Nach der Bohrkernentnahme sind die Bohrlöcher mit passenden Holzzy lindern in Übereinstimmung mit der umgebenden Faserrichtung vollständig zu verschließen und fugenfüllend zu verkleben, so dass die Bohrkernentnahme keine zusätzliche Schwächung darstellt.
2. Sollen Angaben zur Holzart, Rohdichte, Klebstoffart, Qualität der Verklebung, Scherfestigkeit, Oberflächenbehandlung o. Ä. anhand von Bohrkernen ermittelt werden, sind Bohrkerne in nur gering schub-, querzug- und biegebeanspruchten Bauteilbereichen zu entnehmen, so dass das Bauteil durch die Entnahme keine nennenswerte zusätzliche Schwächung erfährt.

Für einige der mittels Bohrkernen zu bestimmenden Angaben (Klebstofftyp, Qualität der Klebstoffugen und Oberflächenbehandlung) ist die Hinzuziehung dafür anerkannter oder akkreditierter Prüfstellen erforderlich.

B.4.4 Zerstörungsfreie Prüfverfahren

B.4.4.1 Allgemeine Anmerkungen

Die Möglichkeiten der nachfolgend erläuterten visuellen Sortierung mit oder ohne zusätzlicher maschineller Unterstützung illustriert Abbildung B.3.

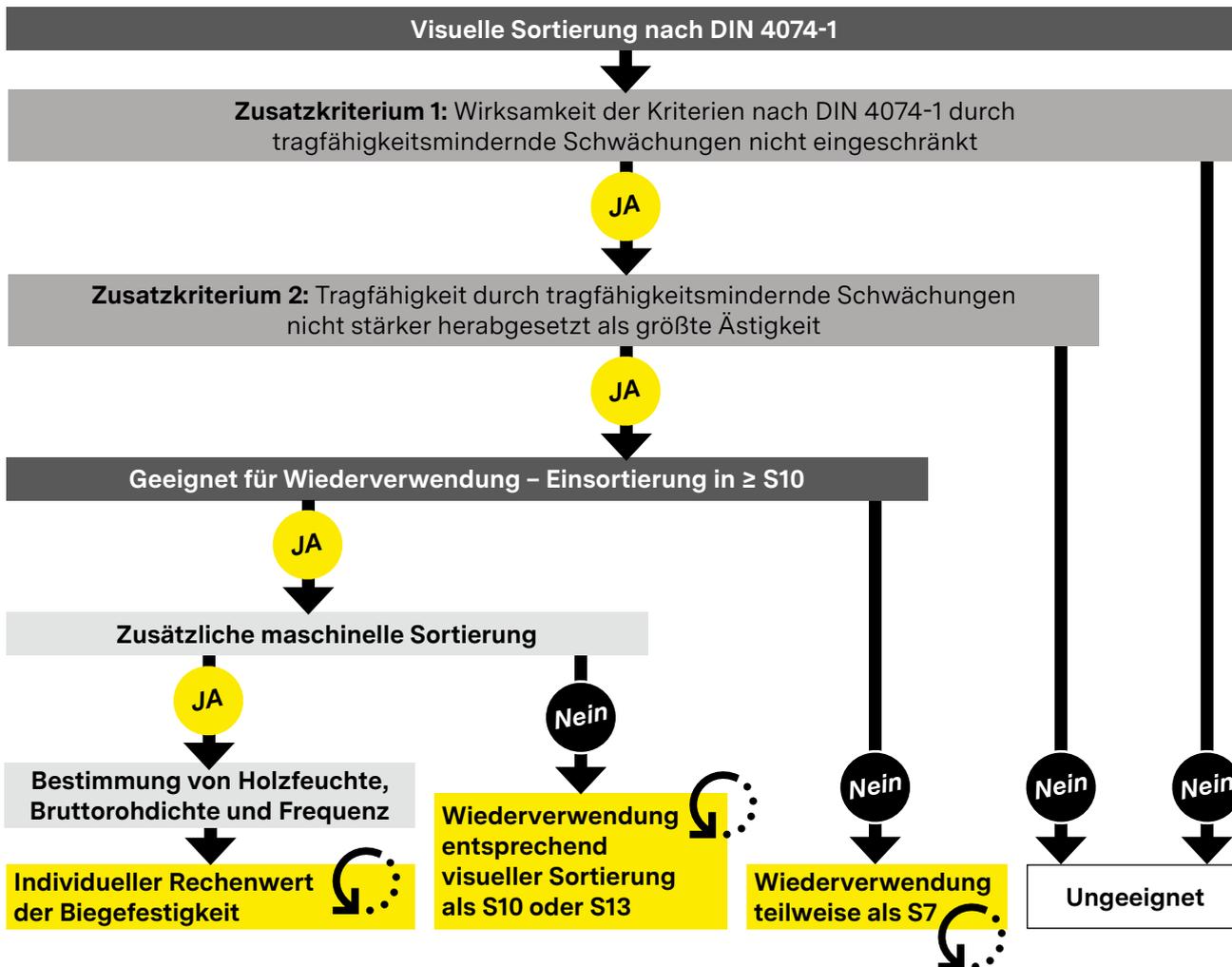


Abbildung B.3: Sortierung von Nadelschnittholz

Die beiden im Folgenden vorgestellten zerstörungsfreien Sortierverfahren sind auf jedes für eine Wiederverwendung in Betracht kommende Bauteil anzuwenden. Sie sind von einer fachkundigen Person durchzuführen.

B.4.4.2 Visuelle Sortierung von Nadelschnittholz

Für die visuelle Sortierung von Brettern und Bohlen ist DIN 4074-1:2012-06 anzuwenden. Bei bereits für tragende Zwecke verwendetem Nadelschnittholz sind zwei Zusatzkriterien zu beachten:

1. Es muss ausgeschlossen werden, dass in unmittelbarer Nähe zu Einzelästen oder Astansammlungen (siehe Abbildung B.4, links) weitere tragfähigkeitsmindernde Schwächungen durch Erstnutzung oder Demontageschäden – die allein durch Anwendung der Sortierkriterien bewertet werden sollen – vorliegen. Eine unmittelbare Nähe liegt in der Regel dann nicht vor, wenn die tragfähigkeitsmindernde Schwächung oder der Schaden weiter als das größere Querschnittsmaß vom Einzelast oder der Astansammlung entfernt ist.
2. Für Schwächungen und Demontageschäden – die allein durch Anwendung der Sortierkriterien bewertet werden sollen – gilt grundsätzlich, dass sie die Tragfähigkeit nicht stärker herabsetzen dürfen als die größte Ästigkeit. Hierzu können die für Äste geltenden Grenzwerte sinngemäß übertragen werden. Um dem unterschiedlichen Einfluss auf die Tragfähigkeit aus Ästen einerseits und Bohrungen andererseits Rechnung zu tragen, sollten Bohrungen im Randbereich eines Querschnitts mit dem doppelten Bohrlochdurchmesser bewertet werden. Für die Bewertung von faserparallelen Absplitterungen an den Querschnittskanten dürfen die für Baumkante geltenden Grenzwerte verwendet werden.

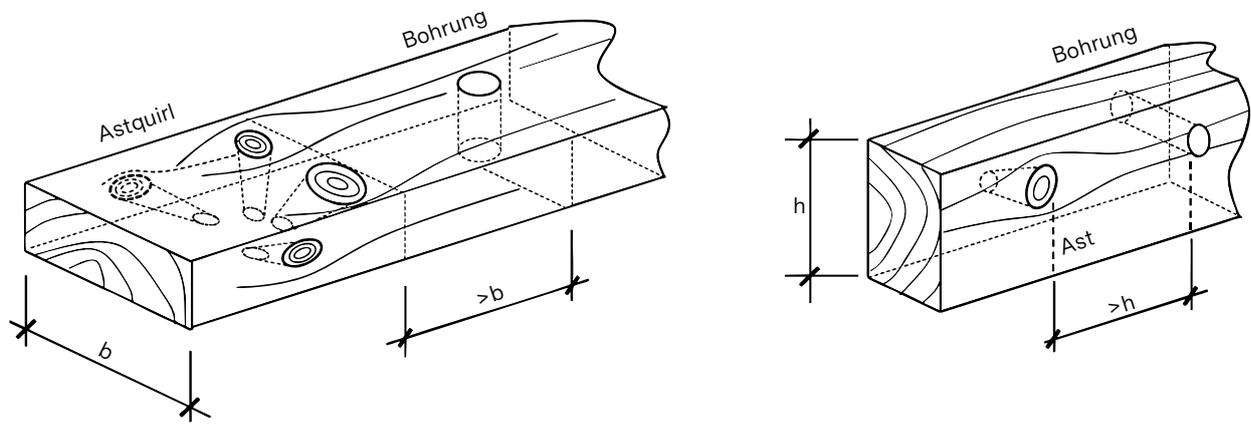


Abbildung B.4: Zusatzkriterium am Beispiel Brett oder Bohle mit Astansammlung und Bohrung (links) und Kantholz mit Ast und Bohrung (rechts)

Für vorwiegend hochkant beanspruchte Bretter und Bohlen sowie für Kantholz gelten bei einer rein visuellen Sortierung nach DIN 4074-1:2012-06 die vorgenannten zwei zusätzlichen Sortierkriterien sinngemäß, siehe Abbildung B.4, rechts.

Durch Kriechen verstärkte Längskrümmungen dürfen bei der Einstufung in eine Sortierklasse unberücksichtigt bleiben, wenn eine Verwendung für stabilitätsgefährdete Bauteile ausgeschlossen ist.

Die Angaben zur visuellen Sortierung können auf eine visuelle Sortierung mit maschineller Unterstützung (Sortiermaschinen) übertragen werden.

B.4.4.3 Kombinierte visuelle und maschinelle Sortierung von Nadelschnittholz

Zusätzlich besteht die Möglichkeit eine kombinierte visuelle und maschinelle Sortierung vorzunehmen. Ein entsprechendes Verfahren ist im Hauptteil des Forschungsberichtes² erläutert und wird im Folgenden dargestellt. Mit dem Verfahren kann ein Erwartungswert und ein statistisch abgesicherter Wert (z. B. ein 5%-Quantil) im Sinne eines individuellen Rechenwertes für die Biegefestigkeit berechnet bzw. abgeschätzt werden. Zur Berechnung des 5%-Quantils wird empfohlen, vom Erwartungswert den mit dem Faktor x multiplizierten Wert der Standardabweichung s_e der Fehlerterme der zugrundeliegenden Regressionsbeziehung, siehe Gleichung (1c) abzuziehen, so dass die „wahre“ unbekannte Biegefestigkeit eines Schnittholzes mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 % unter bzw. 95 % über dem individuellen Rechenwert liegt. In Abbildung B.5 ist die Vorgehensweise illustriert. Im Einzelnen ist folgendermaßen vorzugehen:

Das Nadelschnittholz ist so schonend wie möglich auszubauen, zu bergen und sofort unter Dach trocken zu lagern. Das weitere Verfahren ist für Holz geeignet, das gemäß DIN 4074-1:2012-06 in S10 und besser einsortiert wird. Die Holzfeuchte ist mittels elektrischer Widerstandsmessung zu ermitteln. Es werden Breite (b), Höhe/Dicke (h), Länge (ℓ), Masse (m) und die Frequenz einer Längsschwingung 1. Ordnung (f_0) gemessen.

Die Brutto Rohdichte ρ_{brutto} und der dynamische Elastizitätsmodul E_{dyn} sind nach Gleichung (1a) bzw. (1b) zu berechnen.

$$\rho_{\text{brutto}} = m / (b \cdot h \cdot \ell) \quad (1a)$$

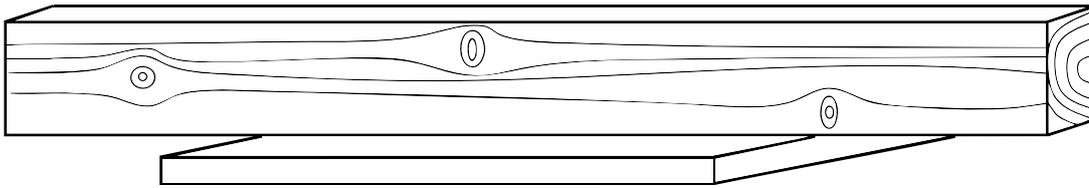
$$E_{\text{dyn}} = (2 \cdot f_0 \cdot \ell)^2 \cdot \rho_{\text{brutto}} \quad (1b)$$

In Gleichung (1c) wird von jedem Erwartungswert ein Vielfaches (x) der Standardabweichung s_e der Fehlerterme abgezogen, so dass die „wahre“ unbekannte Biegefestigkeit den individuellen Rechenwert ($f_{m,\text{in}}$ in N/mm²) mit einer festzulegenden geringen Wahrscheinlichkeit unterschreitet.

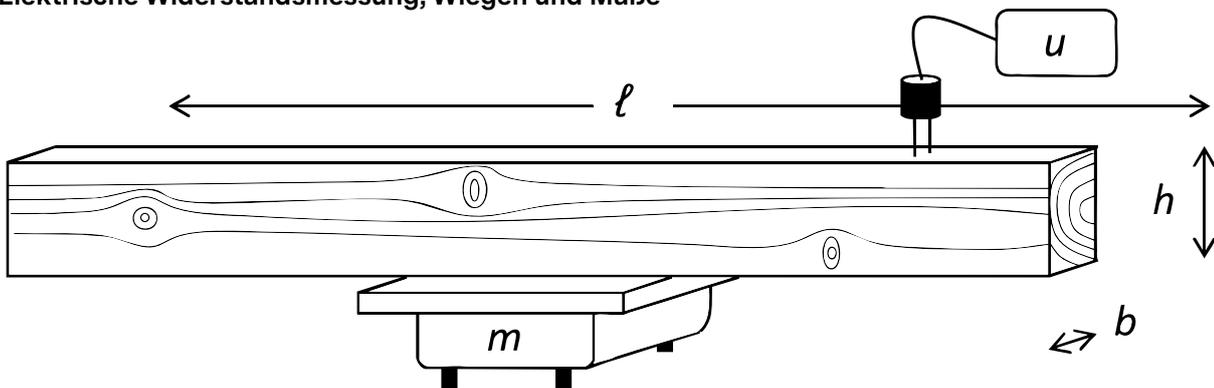
$$f_{m,\text{in}} = 13,4 - 0,0132 \cdot b - 0,0449 \cdot h - 0,0414 \cdot \rho_{\text{brutto}} + 0,00454 \cdot E_{\text{dyn}} - x \cdot s_e \quad (1c)$$

Mit der Empfehlung $x = 1,65$ als Faktor zur Berechnung charakteristischer Werte und der Standardabweichung $s_e = 9,32$ (siehe Forschungsbericht²) wird $x \cdot s_e = 1,65 \cdot 9,32 = 15,4$ N/mm². Die Unterschreitungswahrscheinlichkeit beträgt damit für jedes individuelle Stück nominell 5 %.

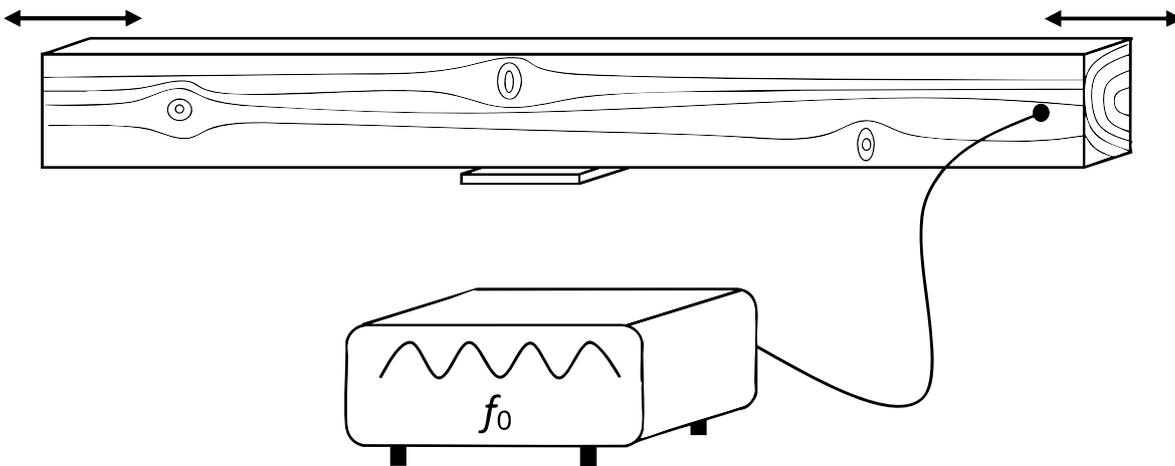
1. Visuelle Sortierung in S10 und besser



2. Elektrische Widerstandsmessung, Wiegen und Maße



3. Längsschwingung 1. Ordnung



4. Individuelle geometrische, physikalische und mechanische Eigenschaften

S10 und besser nach DIN 4074-1

Holzfeuchte, Masse, Länge, Breite, Dicke → Bruttorohichte

Frequenz → dynamischer Elastizitätsmodul ≈ 105 % des statischen Elastizitätsmoduls

→ Erwartungswert und Rechenwert der Biegefestigkeit in Übereinstimmung mit DIN EN 408

Abbildung B.5: Praktische Vorgehensweise der kombinierten visuellen und maschinellen Sortierung

B.4.4.4 Prüfungen an Brettschichtholz

B.4.4.4.1 Allgemeine Anmerkungen

Bretter für Brettschichtholz werden herstellungsbedingt visuell oder maschinell sortiert. Sofern die ursprüngliche Klassifizierung der Lamellen oder des Brettschichtholzes eindeutig feststellbar ist, sollte nach dem Ablauf in Abbildung B.6 verfahren werden.

Die Angaben zu Prüfungen an Brettschichtholz können auf die Prüfung von Balkenschichtholz übertragen werden.

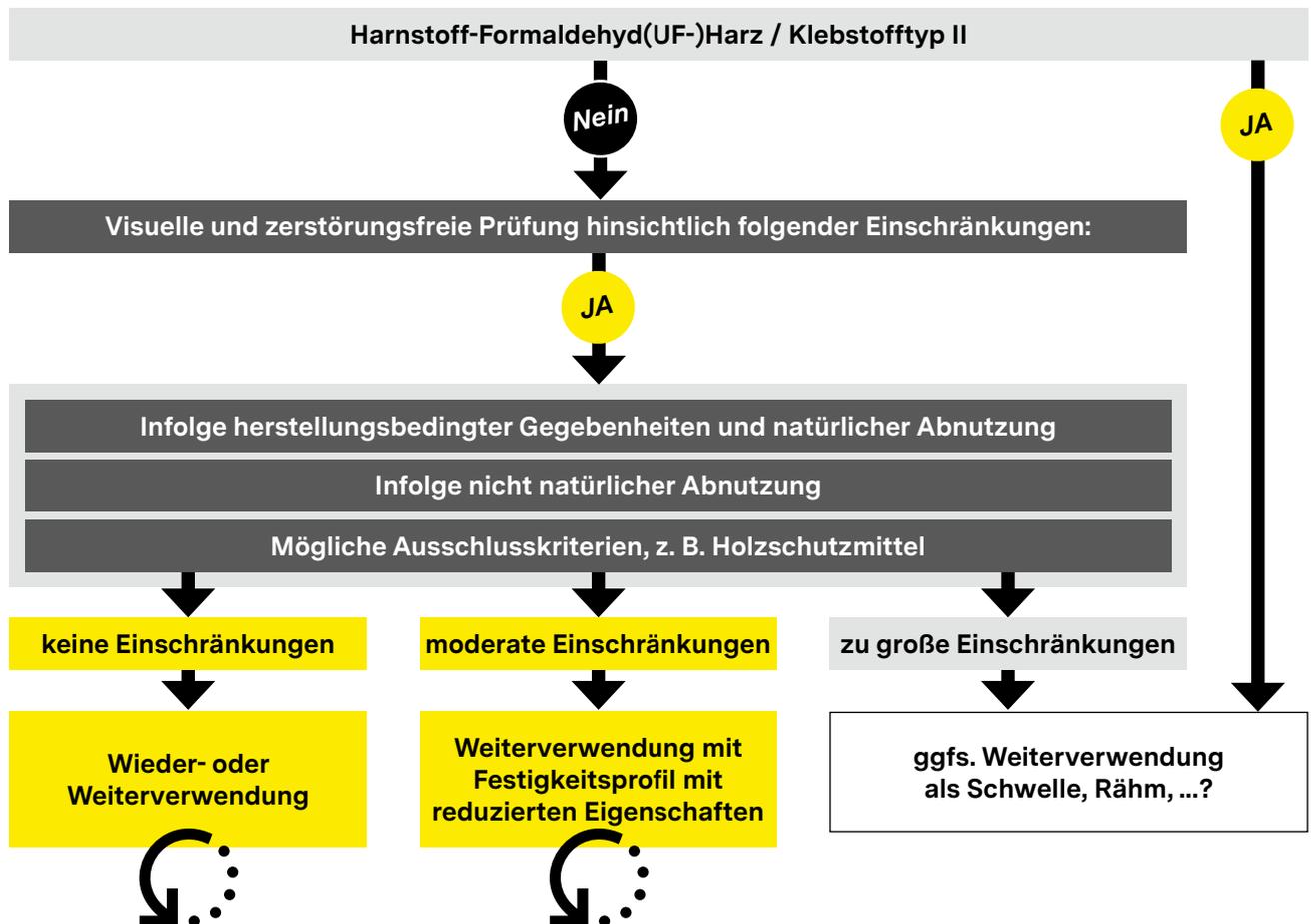


Abbildung B.6: Reklassifikation und Integritätsprüfung von Brettschichtholz

Zunächst liegt der Schwerpunkt zerstörungsfreier Verfahren auf der Feststellung einer möglichen Verschlechterung im Sinne einer natürlichen Abnutzung. Im Allgemeinen sind das:

- Verschlechterungen der Klebstoffugen (z. B. offene Fugen der Schichtverklebung und offene Keilzinken)
- von außen sichtbare Risse
- im Inneren vorhandene, nicht sichtbare (vermutete⁶, bzw. nur an den Hirnholzflächen sichtbare) Risse und Ringschäle
- Scherversagen

Auf Basis dieser Feststellungen sind Tragfähigkeitseinbußen zu quantifizieren.

⁶ Derartige Rissbildungen können z. B. unter folgenden Bedingungen auftreten: starke, schnelle Aufweitung (z. B. zwischen Herstellung und Nutzung oder zwischen Nutzung und Umnutzung). Auch starke, von außen sichtbare Rissbildung kann ein Indiz für im Inneren vorhandene Rissbildung sein. Zur Bewertung, siehe Abs. B.4.4.4.2.

B.4.4.4.2 Durchzuführende Prüfungen

Folgende Überprüfungen sind für die Beurteilung einer potenziellen Wieder- oder Weiterverwendung von Brettschichtholz durch eine fachkundige Person durchzuführen. Zwischen folgenden Einschränkungen (1 und 2) und Ausschlusskriterien (3a und 3b) ist zu unterscheiden:

1.) Einschränkungen infolge herstellungsbedingter Gegebenheiten und Verschlechterung infolge natürlicher Abnutzung

- im Vergleich zu Sortierkriterien außergewöhnlich große Ästigkeiten oder Häufungen von übereinanderliegenden Ästigkeiten in den ersten zwei zugbeanspruchten Randlamellen
- offene Keilzinkenverbindungen in den Randlamellen
- Schwindrisse und offene Klebstoffugen – Empfehlung: $t \leq b/8$ je Seite mit 0,1-mm-dicker Fühlerblattlehre gemessen (Abbildung B.7, links)
- im Inneren von BS-Holz vorhandene, nicht sichtbare (vermutete⁶ bzw. nur an den Hirnholzflächen sichtbare) Schwindrisse und Ringschäle – Empfehlung: $t \leq b/4$, (Abbildung B.7, rechts)
- Verformungen wie Krümmungen und Verdrehungen
- mechanischer Verschleiß, z. B. infolge Abrieb, Reinigung
- Verfärbung, darunter auch Feuchtespuren ohne weitere Feuchteanreicherung

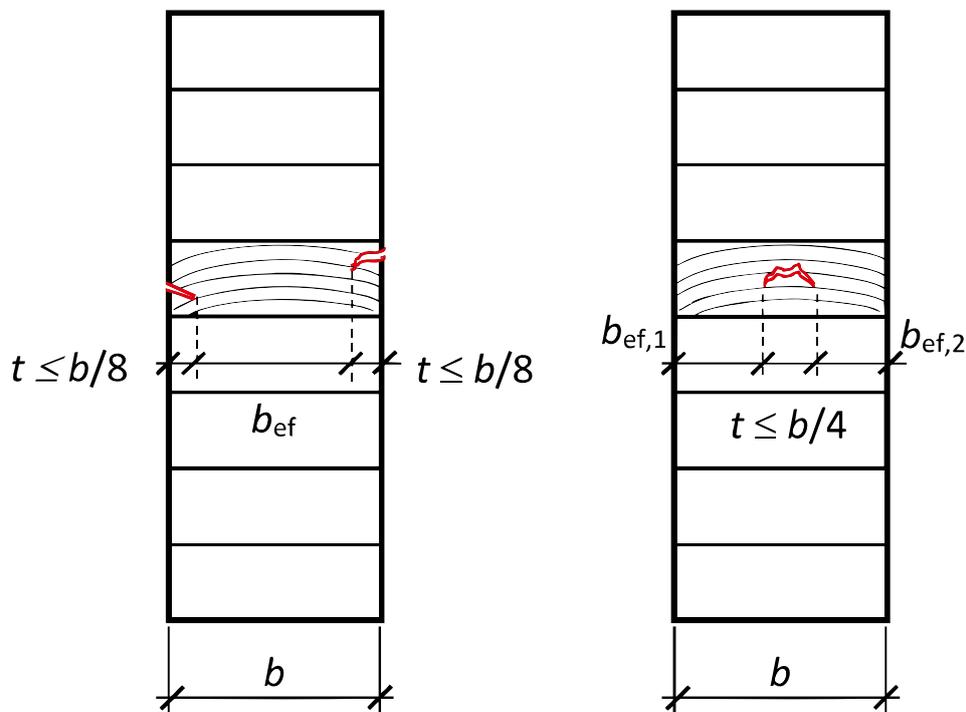


Abbildung B.7: Von außen messbare (links) und innere Schwindrisse (am Hirnholz feststellbar) (rechts) im Querschnitt von Brettschichtholz

2.) Einschränkungen infolge nicht natürlicher Abnutzung

- Anreicherung von Feuchte im Bauteil ($u > 20 \%$), z. B. infolge Dachundichtigkeiten oder unplanmäßigem Tauwasser
- Fäulnis bzw. Pilzbefall
- Insektenbefall
- Beeinträchtigungen infolge nicht bestimmungsgemäßer Nutzung (z. B. tragfähigkeitsmindernde Schäden infolge Stoß/Anprall)
- Beeinträchtigungen infolge unzureichender Instandhaltung (z. B. Undichtigkeiten, Feuchteanreicherung an Abflüssen, fehlende Verstöpselungen)
- Schäden infolge Vernachlässigung und Vandalismus (z. B. Kerben, Löcher)

3.a) Mögliche Ausschlusskriterien

- Holzschutzmittel und schadstoffbelastete Anstriche
- innenliegende Störstoffe, die beim Auftrennen zu kleineren Bauteilen und beim Hobeln besonders zu berücksichtigen sind, z. B. Nagelreste, Klammern, nicht lösbare Schrauben

3.b) Ausschlusskriterien

- Brettschichtholz mit Harnstoffharz-(UF-)Klebstoffen. Weiterführende Hinweise finden sich im Brettschichtholz-Merkblatt zur Bewertung von Klebstoffugen in Brettschichtholzbauteilen im Bestand (Studiengemeinschaft Holzleimbau 2021)

Einige im Rahmen einer Integritätsprüfung gesuchte Informationen können mittels der Untersuchung von aus Brettschichtholz entnommenen Bohrkernen ermittelt werden (zerstörungsarmes Prüfverfahren siehe Abs. B.4.3). Für manche der mithilfe von Bohrkernen zu bestimmenden Informationen (Klebstofftyp, Qualität der Klebstoffugen, Oberflächenbehandlung) ist die Hinzuziehung dafür anerkannter oder akkreditierter Prüfstellen erforderlich.

B.4.4.4.3 Bewertung der Ergebnisse

Die im Rahmen der Prüfungen erhaltenen Informationen sind durch eine fachkundige Person zu bewerten. Anschließend ist für jedes einzelne Brettschichtholzbauteil zu entscheiden, ob dieses mit einem vollständigen Festigkeitsprofil wiederverwendet werden darf, ob dieses mit einem Festigkeitsprofil mit reduzierten Werten einer Weiterverwendung zugeführt werden kann oder ob ohne Aufbereitung keine Weiterverwendung möglich ist. In Festigkeitsprofilen mit reduzierten Werten können bspw. verringerte Schubfestigkeiten ($f_{v,red}$) oder Querkzugfestigkeiten ($f_{t,90,red}$) angegeben werden, welche die Auswirkungen größerer (über die normativ abgedeckten Risskriterien hinausgehende) Risse und/oder die Möglichkeit des weiteren Wachstums vorhandener Risse im Rahmen der erneuten Nutzung miteinbeziehen (Abnutzungsvorrat).

B.4.4.5 Prüfungen an OSB-Platten

Ursprünglich geschraubte und sorgfältig von der Unterkonstruktion gelöste OSB-Platten sollten mit einfachen Sichtkontrollen und haptischen Tests geprüft werden. Sie dürfen nur bei technischer Integrität für eine Wiederverwendung in Betracht gezogen werden. Folgende Kriterien werden empfohlen, siehe auch Flussdiagramm in Abbildung B.8:

- Platten nicht rissig, nicht wellig und nicht verzerrt
- farblich und geruchlich ohne nennenswerte Einschränkung
- Schnittkanten mit einheitlicher Dicke, nicht ausgefranst oder aufgequollen
- Holzspäne unmittelbar an der Oberfläche fest mit unteren Lagen verbunden und nicht „schuppig“
- Löcher aus Erstverwendung nicht übermäßig aufgeweitet oder ausgebrochen



Abbildung B.8: Integritätsprüfung von OSB-Platten

B.5 Aufbereitung

Handlungsempfehlungen zur Aufbereitung von Holzbauteilen sind:

- Entfernen aller oberflächlichen Fremdmaterialien und Schadstoffe
- Entfernen verborgener Metallteile nach Lokalisierung mittels Metalldetektor
- ggf. Entfernen bestehender Anstriche, bspw. durch Sandstrahlen mit Absauganlage
- ggf. Besäumen, Abrichten oder Hobeln des Holzquerschnittes auf ein gängiges rechtwinkliges Querschnittsmaß
- Reinigen der Bauteiloberflächen

B.6 Entwurf und Bemessung

B.6.1 Allgemeine Anmerkungen

Eine Einstufung in eine Festigkeitsklasse im Zuge einer Reklassifikation ist getrennt von der Frage zu betrachten, wie lange ein wiederzuverwendendes Holzbauteil während der zweiten Nutzungsdauer seine tragende Funktion zuverlässig erfüllen muss. Das Bauteil hat während der ersten Nutzungsdauer eine Belastungshistorie aus ständigen und veränderlichen Lasten erfahren, die es nach der Demontage nicht „vergisst“. Für eine Wiederverwendung vorgesehene Bauteile dürfen daher nicht ohne Weiteres wie ein neues Bauteil bemessen werden.

Es ist nicht möglich, die Auswirkung der Belastungsgeschichte der ersten Nutzung auf die Tragfähigkeit während der zweiten Nutzungsdauer genau abzuschätzen. Daher wird ein Ansatz vorgeschlagen, bei dem mit pauschal reduzierten Modifikationsbeiwerten (k_{mod} -Werten) bemessen wird. Dieses Format setzt Sachkunde und einschlägige Erfahrung voraus.

B.6.3 Konservative Annahmen

Bestehen Zweifel am Ausmaß der abträglichen Einflüsse auf die technische Integrität der Baustoffe und Bauteile, ist die Hinzuziehung einer besonders fachkundigen Person anzuraten. Unabhängig davon können u. a. folgende planerische Maßnahmen, abhängig von der jeweiligen Situation des Einzelfalls, die Robustheit in den betroffenen Teilbereichen des Tragwerks aus wiederzuverwendendem Holz günstig beeinflussen:

- Verwendung in Konstruktionen mit Druckbeanspruchung in und quer zur Faserrichtung (z. B. gedrungene Stützen bzw. Schwellen)
- Entscheidung für Tragwerksentwürfe, deren globales Gleichgewicht insbesondere auf der Druck- und Biegetragfähigkeit in Faserrichtung beruht (günstige Wirkung der halbquadratischen Interaktion bei Druck und Biegung)
- Verzicht auf spaltgefährdete Verbindungen
- Vermeidung von last- und geometriebedingten Querkzugbeanspruchungen, z. B. keine Wiederverwendung von Satteldachträgern ohne Querkzugverstärkung im Firstbereich; Vermeidung von zugbeanspruchten angeschnittenen Rändern bei Brettschichtholz
- Angabe von Festigkeitsprofilen mit reduzierten Werten, z. B. reduzierte Schubfestigkeit oder zu null gesetzte Querkzugfestigkeit

B.6.4 Angepasste Modifikationsbeiwerte k_{mod}

Die den Modellen zur Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer zugrundeliegende Annahme einer linearen Schadensakkumulation ermöglicht es, bei gleichbleibender Nutzungsklasse, die Lasteinwirkungsdauer im maßgebenden Lastfall der ursprünglichen Nutzung und die maßgebende Lasteinwirkungsdauer der erneuten Nutzung eines wiederzuverwendenden Bauteils zu addieren. Unter Zugrundelegung des annähernd linearen Zusammenhangs zwischen Lasteinwirkungsdauer im logarithmischen Maßstab und Abminderung lassen sich mittels dieser (verlängerten) Lasteinwirkungsdauer $KLED_{\text{reuse}}$ auch Modifikationsbeiwerte $k_{\text{mod, reuse}}$ bestimmen (siehe Forschungsbericht²).

Diesem Ansatz folgend sind Modifikationsbeiwerte für eine Bemessung von wiederzuverwendenden Holzbauteilen, $k_{\text{mod, reuse}}$ nach Gleichung (2), mit dem Abminderungsbeiwert $k_{\text{red, reuse}}$ zu ermitteln. Die Beanspruchbarkeit des wiederzuverwendenden Holzbauteils wird mit diesem Ansatz entsprechend angepasst, so dass zeitlich uneingeschränkt für eine Nutzungsdauer von z. B. mindestens 50 Jahren ein weiteres Mal bemessen werden kann. Für die Bemessung ist k_{mod} unter Ansatz der ungünstigeren KLED aus bisheriger oder erneuter Nutzung zu verwenden.

$$k_{\text{mod, reuse}} = k_{\text{red, reuse}} \cdot k_{\text{mod}} \quad (2)$$

Dabei ist

$$k_{\text{red, reuse}} = 1,00 \text{ für KLED: (sehr) kurz, mittel in der bisherigen und/oder erneuten Nutzung}$$

$$k_{\text{red, reuse}} = 0,90 \text{ für KLED: ständig, lang in der bisherigen und erneuten Nutzung}$$

Es ist wichtig festzuhalten, dass eine ausschließliche Betrachtung der Nutzungsdauer bzw. Belastungsdauer bei der Bemessung von Holzbauteilen für die Wiederverwendung nicht ausreichend ist. Weitere Faktoren wie das bisherige und zukünftige Umgebungsklima und die bisherige und zukünftige Belastungsart sind mit in die Betrachtung einzubeziehen und durch eine fachkundige Person zu bewerten.



Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg,
Referat Bautechnik und Bauökologie, Theodor-Heuss-Straße 4, 70174 Stuttgart
Telefon: +49 (0)711 123-0, E-Mail: wiederverwendung@mlw.bwl.de

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Philipp Dietsch, Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer,
PD Dr.-Ing. Matthias Frese, Dr.-Ing. Matthias Müller
Karlsruher Institut für Technologie, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Prof. Dr.-Ing. Martin Mensinger,
M. Sc. Christoph Ehrenlechner
Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München

Gestaltung:

Dagmar Jerichow / P.ART Design, www.part-stuttgart.de

Bildnachweis:

Titelseite, links: Frank Middendorf (stock.adobe.com)
Titelseite, rechts: Achim Banck (stock.adobe.com)
S. 3, oben: herrmann+bosch architekten (herrmann-bosch.de)
S. 3, unten: Lena Lux Fotografie & Bildjournalismus
S. 7: jodoto (stock.adobe.com)
S. 11: ILEK, Universität Stuttgart, H. Schürmann, J. Hernandez Lopez
S. 12: Gina Sanders (stock.adobe.com)
S. 13: Nasnunt (stock.adobe.com)
S. 14: Sawaeng Wonglakorn (Pixabay)
S. 17: Johannes Streib MLW
S. 27: DigitalSpace (stock.adobe.com)
S. 28: Prapat (stock.adobe.com)
S. 42: Mr Twister (stock.adobe.com)

Alle sonstigen Abbildungen, Diagramme, etc. sind von den Autoren erstellt.

Druck:

RCDRUCK GmbH & Co. KG, Albstadt

1. Auflage 2025, 1.500 Stk.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urhebergesetzes ist ohne Zustimmung der Herausgeber sowie der Autoren unzulässig.

eBook – Download und Bezug als Druckwerk unter:
mlw.baden-wuerttemberg.de > Service > Publikationen
(mlw.baden-wuerttemberg.de/publikationen)

Verteilerhinweis:

Diese Informationsschrift wird von der Landesregierung Baden-Württemberg im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf während eines Wahlkampfes weder von Parteien noch von deren Kandidaten und Kandidatinnen oder Hilfskräften zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich sind insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers bzw. der Herausgeberin zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift verbreitet wurde. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

