

ANLEITUNG ZUM ERSTELLEN DES INVENTARS VON BAUMATERIALIEN BEIM GEBÄUDERÜCKBAU

GUIDE POUR L'ÉLABORATION DE L'INVENTAIRE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION LORS DE LA DÉCONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt

DÉCHETS ET RESSOURCES



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration de l'environnement

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



INHALT

TABLE DES MATIÈRES

Einleitung.....	4
Introduction.....	4
Verantwortung.....	5
Responsabilité.....	6
Kosten- und ressourcen-effizienter Gebäuderückbau	7
Démantèlement efficace des bâtiments en matière de coûts et de ressources.....	7
Generelle Handlungsempfehlungen.....	8
Recommandations d'ordre général.....	9
Beispiele aus Europa.....	11
Exemples à travers l'Europe.....	12
Erstellen eines Inventars.....	14
Élaboration d'un inventaire.....	14
Gebäude- und Nutzungsbeschreibung (1. Arbeitsblatt).....	17
Description du bâtiment et de son utilisation (1 ^{re} fiche de travail).....	17
Allgemeine Vorgehensweise und Anleitung zum Ausfüllen der Vorlage (1. Arbeitsblatt: Gebäudebeschreibung).....	18
Procédure et instructions pour remplir le modèle (1 ^{re} fiche de travail: Description du bâtiment).....	18
Materialinventar erstellen (2. Arbeitsblatt).....	20
Élaboration de l'inventaire des matériaux (2 ^e fiche de travail).....	21
Allgemeine Vorgehensweise (2. Arbeitsblatt: Materialinventar).....	22
Procédure générale (2 ^e fiche de travail: Inventaire des matériaux).....	23
Instructions pour remplir le modèle (2 ^e fiche de travail: Inventaire des matériaux).....	25
Dokumentation zur Schadstofferkundung (3. Arbeitsblatt).....	27
Documentation de l'étude sur les polluants (3 ^e fiche de travail).....	29
Allgemeine Vorgehensweise (3. Arbeitsblatt: Checkliste zu Schadstoffen).....	30
Procédure générale (3 ^e fiche de travail: Check-list polluants).....	31
Anleitung zum Ausfüllen der Vorlage (3. Arbeitsblatt: Checkliste zu Schadstoffen).....	32
Instructions pour remplir le modèle (3 ^e fiche de travail: Check-list polluants).....	33
Schlusswort und Ausblick.....	34
Conclusion et perspectives.....	34
Referenzen, Literaturhinweise und Datenbanken.....	36
Références, littérature spécialisée et banques de données.....	36
Kontakt.....	40
Contact.....	40

The background of the slide is a photograph of a large, disorganized pile of weathered wooden planks and beams. The wood is aged, with visible grain, knots, and some decay. The planks are stacked haphazardly, creating a complex pattern of lines and textures. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter. In the upper left quadrant, the words 'Einleitung' and 'Introduction' are written in a clean, white, sans-serif font, stacked vertically.

Einleitung Introduction

Bau- und Abbruchabfälle stellen zwischen 25 und 30% des gesamten Abfallvolumens in der Europäischen Union und damit den größten Abfallstrom dar.¹ Diese Situation trifft auch für Luxemburg zu, wo Anstrengungen unternommen werden, das Potential zu erhöhter **Ressourceneffizienz** der anfallenden Materialien aus dem Bau- und Abbruchwesen besser auszuschöpfen.

In diesem Sinne schreibt das modifizierte luxemburgische Gesetz vom 21. März 2012 zur Abfallwirtschaft vor, dass die **Vermeidung, Wiederverwendung und das Recycling von Bau- und Abbruchabfällen** gemäß der Abfallhierarchie gefördert werden soll. Eine möglichst **sortenreine Trennung und Sammlung** der verschiedenen Abfallfraktionen soll auf der Baustelle erreicht werden, um den Anforderungen der hochwertigen Verwertungsoptionen gerecht zu werden. Wenn diese Trennung nicht auf der Baustelle durchführbar ist, sollte sie nach der Sammlung von gemischten Abfällen erfolgen.

Laut Artikel 26 des obengenannten Gesetzes muss bei Abriss eines Gebäudes ein Inventar der anfallenden Baumaterialien erstellt und der Umweltverwaltung bei Anfrage vorgelegt werden. Bei diesem Inventar handelt es sich auch um ein nützliches **Planungsinstrument zum Ressourcen-Management**, sofern die Angaben während der Durchführung des Rückbaus aktualisiert werden. Insgesamt wird angestrebt, die getrennte Sammlung von Baumaterialien und deren ressourcen-effiziente Verwendung in Luxemburg weiter voranzubringen.

Die Vorlage zum Materialinventar und diese begleitende Anleitung haben zum Ziel, die an der Planung, **Durchführung und Dokumentation der Rückbauarbeiten** beteiligten Akteure beim Erstellen eines Inventars der anfallenden Materialien und Abfallarten zu unterstützen, damit die gesetzlichen Verpflichtungen möglichst effizient erfüllt werden können.

VERANTWORTUNG

Als Veranlasser der Rückbaumaßnahmen und Abfallverursacher trägt der **Bauherr** die Gesamtverantwortung für die Planung und Erstellung eines Materialinventars. Die verschiedenen Etappen, welche für das Erstellen eines Inventars erforderlich sind, erfordern ein ausgeprägtes Maß an Fachkunde. Daher ist **fachkundiges und unabhängiges Personal** vom Bauherrn mit der Planung und Durchführung eines Materialinventars zu beauftragen. Der Umfang und die Detailtiefe des zu erstellenden Materialinventars sind projektabhängig und sollten so früh wie möglich zwischen dem Bauherrn und dem beauftragten Unternehmen festgelegt werden.

¹ http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.html

Les déchets issus de la construction et de la démolition représentent entre 25 et 30 % du volume total des déchets survenant dans l'Union européenne et constituent ainsi le flux de déchets le plus important.² Nous retrouvons cette même situation au Luxembourg où des efforts sont entrepris pour **exploiter au mieux le potentiel des matériaux** provenant de la construction et de la démolition.

La loi luxembourgeoise modifiée du 21 mars 2012 relative aux déchets exige que **la prévention, la réutilisation et le recyclage des déchets issus de la construction et de la démolition** soient promus conformément à la hiérarchie des déchets. **Un tri et une collecte, aussi soigneux que possible**, des différentes catégories de déchets doivent être obtenus sur le chantier, afin de réaliser une valorisation de haute qualité. Si ce tri ne peut être effectué sur le chantier, il doit être réalisé après la collecte des déchets mixtes.

Conformément à l'article 26 de la loi susmentionnée, un inventaire des matériaux de construction présents doit être établi lors du démantèlement d'un bâtiment et présenté à l'Administration de l'Environnement (AEV) sur simple demande. Cet inventaire constitue également **un instrument de planification précieux pour la gestion des ressources**, à condition que les informations soient actualisées pendant le démantèlement. Ainsi l'objectif principal est de promouvoir la collecte séparée des matériaux de construction et leur utilisation efficace en tant que ressources au Luxembourg.

Le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), en collaboration avec l'AEV, a élaboré un modèle pour l'inventaire des matériaux ainsi qu'un guide associé pour aider les acteurs concernés par **la planification, l'exécution et la documentation des travaux de démantèlement** à élaborer un inventaire des matériaux et types de déchets présents, afin de pouvoir satisfaire, de manière aussi efficace que possible, leurs obligations légales.

RESPONSABILITÉ

En tant que donneur d'ordre des travaux de démantèlement et producteur de déchets, le **maître d'ouvrage** assume l'entière responsabilité pour la planification et l'établissement d'un inventaire de matériaux. Comme mentionné ci-dessus, les différentes étapes requises pour la mise en place d'un inventaire nécessitent des **connaissances approfondies et une expertise de haut niveau**. Par conséquent, du personnel spécialisé et indépendant doit être chargé par le maître d'ouvrage de la planification et de l'établissement d'un inventaire des matériaux. L'envergure et le niveau de détail dont doit faire preuve l'inventaire des matériaux dépendent du projet et doivent être déterminés le plus tôt possible entre le maître d'ouvrage et l'entreprise en charge.

² http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.html

KOSTEN- UND RESSOURCEN-EFFIZIENTER GEBÄUDERÜCKBAU

Wenn Baumaterialien nach dem Abriss in Gemischen anfallen, ist es zeitaufwendig und kostenintensiv, daraus wieder möglichst sortenreine Wertstoffe für einen Recyclingprozess zu gewinnen. Eine getrennte Erfassung der Materialarten in einem Gebäude vor dem Rückbau in Verbindung mit ihrer **getrennten Sammlung vor Ort** kann dagegen zu weitgehend **sortenreinen Fraktionen** führen und wird deswegen gegenüber der Erfassung von Materialgemischen mit anschließender Sortierung bevorzugt. Somit können die Bedingungen für ein hochwertiges Recycling und eine bessere Vermarktung der Materialfraktionen besser erfüllt werden. Der **selektive Gebäuderückbau** fördert somit hochwertiges Recycling. Die Identifizierung und getrennte Sammlung von schadstoffbelasteten Baumaterialien ist ebenfalls

notwendig, um die Kontamination unbelasteter Materialien zu verhindern und gefährliche Abfälle nach gesetzlichen Vorgaben zu entsorgen. Dieser Aspekt wurde daher auch mit in den Entwurf der Vorlage integriert (siehe Kapitel 2.3 Dokumentation zur Schadstoffuntersuchung).

Die folgenden Kapitel geben eine Übersicht, wie beim Erstellen eines Inventars vorgegangen wird und was bei der Identifizierung und **Mengenabschätzung** sowie der Schadstoffuntersuchung beim Gebäuderückbau zu beachten ist. Es wird im Folgenden auf Leitfäden und Fachliteratur verwiesen, wo weiterführende Informationen zu finden sind. Da die hier beschriebenen Aufgaben einen hohen Grad an **Fachkenntnissen** erfordern, ist es empfehlenswert, sachkundiges und erfahrenes Fachpersonal zu beauftragen.

DÉMANTÈLEMENT EFFICACE DES BÂTIMENTS EN MATIÈRE DE COÛTS ET DE RESSOURCES

Si les matériaux sont mélangés lors du démantèlement, il est laborieux et onéreux d'effectuer le tri, afin d'obtenir des matériaux qui conviennent au processus de recyclage. Il est important de souligner le fait qu'une identification séparée des types de matériau présents dans un bâtiment avant le démantèlement, combinée à une **collecte séparée sur place** est optimale. Elle doit être préférée à la collecte de matériaux mixtes suivie d'un tri. Les conditions pour un recyclage de qualité et une meilleure commercialisation des catégories de matériaux sont ainsi réunies. La déconstruction sélective des bâtiments favorise un recyclage de haute qualité.

L'identification et la collecte séparée des matériaux de construction pollués sont également nécessaires, afin d'empêcher la contamination des matériaux non pollués et d'assurer l'élimination des déchets dangereux en conformité avec les prescriptions légales. Cet aspect a donc également été intégré dans le projet de modèle (voir chapitre 2.3 Documentation de l'étude sur les polluants).

Les chapitres suivants ont pour objectif de donner une vue d'ensemble sur la manière de réaliser un inventaire, sur les points à respecter lors de l'identification et de **l'estimation des quantités** ainsi que l'étude des polluants lors de travaux de démantèlement. Vous trouverez par la suite des références à des guides et ouvrages spécialisés qui contiennent des informations complémentaires. Comme les tâches décrites ici nécessitent un **haut degré d'expertise**, il est recommandé de mandater, pour cela, du personnel professionnel et expérimenté.

GENERELLE HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Einleitend seien hier einige generelle Handlungsempfehlungen zum umweltgerechten und sicheren Rückbau gegeben, bevor die nachfolgenden Kapitel die konkrete Erstellung des Materialinventars behandeln.

- **Materialfraktionen** sind möglichst **sortenrein** zu **trennen**, um, wie oben erwähnt, ein hochwertiges Recycling zu erzielen. Wenn es die Abfallkategorie erfordert, muss eine sichere Verpackung gewährleistet sein. Das Personal auf der Abbruchstelle muss über die Trennung informiert und die Sammelbehälter für die verschiedenen Materialien müssen klar gekennzeichnet sein.
- Bei der Wahl des Verwertungs- oder Entsorgungsweges ist die **Abfallhierarchie** zu berücksichtigen, in der das oberste Ziel die **Abfallvermeidung** ist. Wenn dies nicht möglich ist, sollten Materialien wiederverwendet werden, d.h. für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren. Der Bauherr sollte sich daher zuerst Gedanken machen, ob Bauelemente oder ganze Struktureinheiten wiederverwendet werden können. Das **Recycling** steht an dritter Stelle der Abfallhierarchie. Dabei werden Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen aufbereitet, entweder um ihren ursprünglichen oder einen anderen Zweck zu erfüllen. Danach kommt die **Verwertung**, bei der Abfälle andere Materialien ersetzen oder Funktionen erfüllen. Dazu gehören auch die energetische Verwertung und die Aufbereitung von Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff vorgesehen sind. An letzter Stelle steht die **Beseitigung**, wobei überprüft werden muss, ob der Abfall vor seiner Beseitigung eventuell behandelt werden muss. Die Ermittlung von Wiederverwendungs- oder Verwertungsmöglichkeiten sowie von Entsorgungswegen muss unter Beachtung der geltenden Vorschriften zur Abfallverbringung stattfinden.
- Die Möglichkeit der Materialverwertung hängt unter anderem von der gewählten **Abbruchtechnik** ab. Ein Gebäuderückbaukonzept und die Wahl der anzuwendenden Techniken und Technologien sollten daher auch umweltrelevante Gesichtspunkte und Ressourceneffizienz berücksichtigen.
- Aus **arbeitsschutztechnischer Sicht** bergen Gebäuderückbaumaßnahmen Gefahren, da z.B. gesundheitsschädliche Stoffe wie Asbest in der Bausubstanz auftreten können. Geltende Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie Unfallverhütungsvorschriften müssen berücksichtigt werden, um Gefährdungen erkennen und vermeiden zu können. Die Inspection du Travail et des Mines (ITM) hat explizit zu diesen Themen die folgenden Standardbedingungen veröffentlicht:
 - ITM Chantiers de construction et de démolition - Prescriptions de sécurité types (ITM-1408.2)
 - ITM Travaux de démolition Prescriptions de sécurité types (ITM-CL-137-1)
 - ITM Koordinierter Text der abgeänderten großherzoglichen Verordnung vom 15. Juli 1988 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen eine Gefährdung durch Asbest am Arbeitsplatz (ITM-SST 7017).
- Im **Planungsprozess** und bei der Durchführung des Gebäuderückbaus sollte auch dem **Immissionsschutz** eine besondere Rolle zukommen, um durch Immissionen wie z.B. Lärm, Staub und Erschütterungen verursachte Belästigungen für Mensch und Umwelt zu vermeiden.
- Für den **Transport** müssen geltende Vorschriften nach der Großherzoglichen Verordnung vom 7. Dezember 2007 beachtet werden.

RECOMMANDATIONS D'ORDRE GÉNÉRAL

Quelques recommandations d'ordre général pour un démantèlement respectueux de l'environnement seront données en introduction, avant d'aborder, dans les chapitres suivants, l'élaboration concrète de l'inventaire des matériaux.

- **Les catégories de matériau doivent être séparées aussi soigneusement que possible**, afin d'obtenir, comme indiqué ci-dessus, un recyclage de haute qualité. Si la catégorie de déchet l'exige, un emballage sécurisé doit être assuré. Le personnel travaillant sur le chantier de démantèlement doit être informé de la séparation et les conteneurs de collecte pour les différents matériaux doivent être clairement identifiés.
- Lors de la sélection du mode de valorisation ou d'élimination, il convient de respecter impérativement la **hiérarchie des déchets** qui définit la **prévention** des déchets comme objectif premier. Si celle-ci n'est pas possible, les matériaux doivent être réemployés, ce qui signifie qu'ils doivent être employés en tant que tel. Le maître de l'ouvrage doit donc d'abord analyser si les éléments de construction ou unités structurelles peuvent être réemployés. **Le recyclage** occupe la troisième place dans la hiérarchie des déchets. Pour cela, les déchets sont traités de manière à obtenir pour créer de nouveaux produits, matériaux ou matières qui seront employés soit pour leur utilisation initiale, soit pour une nouvelle utilisation. Vient ensuite la **valorisation** où les déchets remplacent d'autres matériaux ou remplissent d'autres fonctions. Cette catégorie englobe aussi la valorisation énergétique et la préparation des matériaux en vue d'une utilisation en tant que combustible. La dernière place est occupée par l'**élimination**. Pour cela, il convient de vérifier si les déchets doivent éventuellement subir un traitement avant leur élimination. La détermination des possibilités de réutilisation ou de valorisation ainsi que du mode d'élimination doit être effectuée dans le respect des règles applicables en matière de transfert des déchets.
- La possibilité de valorisation des matériaux dépend entre autres de la **technique de démantèlement** choisie. Le concept de démantèlement du bâtiment ainsi que le choix des techniques et technologies à utiliser doivent prendre également en compte les aspects écologiques ainsi que le respect des ressources.
- Du point de vue de la **sécurité au travail**, les mesures de démantèlement du bâtiment recèlent des risques, car des matériaux nocifs pour la santé, comme l'amiante, peuvent être présents dans le bâtiment. Les règles de protection du travail et de la santé en vigueur ainsi que les règles de prévention des accidents doivent être appliquées, afin de détecter et de prévenir les sources de risque. L'Inspection du Travail et des Mines (ITM) a publié explicitement, sur ce thème, les conditions types suivantes :
 - ITM Chantiers de construction et de démolition - Prescriptions de sécurité types (ITM-1408.2)
 - ITM Travaux de démolition Prescriptions de sécurité types (ITM-CL-137-1)
 - ITM Texte coordonné du règlement grand-ducal modifié du 15 juillet 1988 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à une exposition à l'amiante pendant le travail (ITM-SST 7017).
- Au cours du **processus de planification** et lors de la réalisation du démantèlement du bâtiment, une grande importance doit être accordée à la **lutte contre les nuisances**, afin de prévenir celles liées aux émissions, comme le bruit, la poussière et les vibrations, pour l'homme et l'environnement.
- Concernant le **transport**, les prescriptions contenues dans le règlement grand-ducal du 7 décembre 2007 concernant le transfert des déchets doivent être respectées.



BEISPIELE AUS EUROPA

Die vorliegende Inventarvorlage und Anleitung sind unter Berücksichtigung bewährter **Verfahren, Leitfäden und Richtlinien zum Gebäuderückbau** und zur **Handhabung der anfallenden Materialfraktionen** entstanden. Die hauptsächlich aus dem deutschen und französischen Sprachraum stammende Dokumentation gibt detaillierte Auskunft zu den (im jeweiligen Land gültigen) Planungsaufgaben und Dokumentationspflichten der verantwortlichen Beteiligten und kann als Quelle für weitergehende Informationen dienen. In den folgenden Kapiteln wird des Weiteren auf spezifische Fachliteratur verwiesen, um ausführliche Informationen zu ausgewählten Themen zu geben.

- Richtlinie des Verbands Deutscher Ingenieure VDI 6210 Blatt 1 zum Abbruch von baulichen und technischen Anlagen: Es handelt sich um eine ausführliche Beschreibung der Verfahren zur Planung, Durchführung und Nachbereitung von Abbrucharbeiten im Einklang mit dem Stand der Technik (VDI, 2016).
- ÖNORM B 3151 (2014): Kompakter, österreichischer Standard zum Gebäuderückbau mit Angaben zum organisatorischen Ablauf des Rückbaus, zu trennenden Baumaterialien und Checklisten zur Schad- und Störstoffuntersuchung. Die Inventarvorlage als auch die hier gegebenen Informationen beruhen insbesondere auf den Angaben in diesem Standard.
- Das Protokoll der Europäischen Union zum Management von Bau- und Abbruchabfällen beschreibt Best Practices in der EU für die Identifizierung, Mengenerfassung, Trennung, Sammlung und Logistik von Bau- und Abbruchabfällen ebenso wie deren Wiederverwertung. Es wurde mit dem Ziel entwickelt, das Vertrauen in den Abfallmanagement-Prozess und die Qualität von Recyclingbaustoffen zu stärken (EC, 2016). Spezifische Empfehlungen für Audits im Rahmen von Gebäuderückbau-Projekten werden derzeit auf EU-Ebene und in Zusammenarbeit mit Interessensgruppen ausgearbeitet.

- Bei dem Fachbuch des Deutschen Abbruchverbandes „Abbrucharbeiten - Grundlagen, Planung“ handelt es sich um ein ausführliches Kompendium mit vielen praktischen Hinweisen zur fachgerechten Planung und Durchführung von Abbruch- und Rückbauarbeiten (Deutscher Abbruchverband, 2015).
- In Frankreich, wo ein Materialinventar bei Abrissarbeiten ab einer bestimmten Größe gesetzlich vorgeschrieben ist, macht der Ministerialerlass vom 19. Dezember 2011 allgemeine Angaben zur Vorgehensweise beim Erstellen eines vor Abriss anzufertigenden Materialinventars und legt dessen Inhalt fest. Das von der französische Umweltagentur ADEME finanzierte DEMOCLES-Projekt hat dazu beigetragen, auf der Grundlage von Pilotbaustellen operationelle Voraussetzungen und Empfehlungen zum selektiven Rückbau und der Materialtrennung auf der Baustelle zu entwickeln. Der ausführliche Abschlussbericht enthält zudem Hilfestellungen, die Wiederverwertung der anfallenden Materialien zu optimieren (Récyclum et al, 2016), allerdings werden keine Angaben zur Vorgehensweise bei der Materialerfassung und Quantifizierung gemacht. Die Online-Plattform der ADEME ermöglicht den Erfahrungsaustausch zwischen Kommunen und Unternehmen und dient der Verbreitung von Management-Tools im Bereich Abfallmanagement (<http://www.optigede.ademe.fr>). Für das Abfallmanagement von Bau- und Abbruchabfällen hat die ADEME Informationsblätter mit nützliche, häufig gestellten Fragen veröffentlicht (ADEME, 2016a, b). Speziell für das Material- und Abfallmanagement aus dem Gebäuderückbau wurde das kostenfrei herunterladbare Management-Tool SOGED (Schéma d'Organisation de Gestion et d'Élimination des Déchets) entwickelt (SOGED, online). Des Weiteren haben unter anderem CETE Lyon (Centres d'études techniques de l'Équipement) und die französische Vereinigung im Bauwesen (Fédération Française du Bâtiment, FFB) Leitfäden zum Thema Abfallwirtschaft beim Gebäuderückbau entwickelt (CETE, 2012; FFB, 2014).

- In der französischsprachigen Fachliteratur hat die Umweltverwaltung der Region Brüssel mehrere Hilfestellungen zum Materialinventar und Abfallmanagement beim Gebäuderückbau veröffentlicht:
 - Ein technischer Bericht mit Hinweisen zur Planung von Rückbauarbeiten und Materialinventaren (Bruxelles Environnement, 2011a).
 - Eine Webseite mit Anleitungen zum Rückbau verschiedener Bauelemente (z.B. Türen, Heizungen, Sanitäranlagen) und Materialien (z.B. Ziegelsteine, Fliesen) zum Zweck der Wiederverwertung (Bruxelles Environnement, online).
 - Ein Leitfaden zum Management von Bau- und Abbruchabfällen mit Hilfestellung zur Organisation auf der Baustelle (Bruxelles Environnement, 2009).
- Die gemeinnützige Stiftung BRE (Building Research Establishments) hat einen Leitfaden zur Material- und Ressourceneffizienz im Bauwesen entwickelt, der nützliche Informationen zu Themen wie Gebäuderückbau-Audits, in der englischsprachigen Literatur als „pre-demolition audit“ bezeichnet, und Abfallmanagement von Baumaterialien enthält (BRE, 2017).
- Der Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission hat bewährte Verfahren im Umweltmanagement im Bausektor dokumentiert, wobei sich ein Kapitel insbesondere der Vorgehensweise beim selektiven Gebäuderückbau und bewährten Methoden und Technologien widmet. Materialrecycling wird auch behandelt (JRC, 2012).

EXEMPLES A TRAVERS L'EUROPE

Le présent modèle d'inventaire et le guide correspondant ont été élaborés en tenant compte des **procédés, guides et directives éprouvés concernant le démantèlement** de bâtiments et la **gestion des catégories de matériaux produits**. La documentation, principalement allemande et française, donne des informations détaillées sur les activités de planification et obligations de documentation (en vigueur dans le pays correspondant) des responsables concernés, et peut être utilisée comme source pour des précisions complémentaires. Les chapitres suivants feront en outre référence à de la littérature spécialisée dans le domaine.

- Le protocole de l'Union européenne relatif à la gestion des déchets de construction et de démolition décrit les bonnes pratiques en vigueur pour l'identification, la saisie des quantités, la séparation, la collecte et la logistique des déchets de construction et de démolition ainsi que leur réutilisation. Celui-ci a été élaboré dans le but de renforcer la confiance dans le processus de gestion des déchets et la qualité des matériaux de construction recyclés (CE 2016). Des recommandations spécifiques pour les audits effectués dans le cadre des projets de démantèlement sont en cours d'élaboration au niveau de l'UE, en collaboration avec les différents groupes d'intérêt.
- Guide du Verband Deutscher Ingenieure VDI 6210, feuille 1 concernant la démolition d'installations structurelles et techniques: il s'agit d'une description détaillée des procédés utilisés pour la planification, l'exécution et le traitement ultérieur des travaux de démolition en conformité avec l'état actuel de la technique (VDI, 2016).
- ÖNORM B 3151 (2014): norme autrichienne compacte concernant le démantèlement de bâtiments avec indication de l'organisation du démantèlement, des matériaux de construction à trier et des listes de contrôle concernant l'étude des substances polluantes. Le modèle d'inventaire ainsi que les informations données ici reposent notamment sur les indications figurant dans ces normes.
- L'ouvrage spécialisé publié par l'Association allemande de démolition et intitulé « Abbrucharbeiten - Grundlagen, Planung » (Travaux de démolition - Bases, planification) est un recueil complet contenant de nombreuses remarques pratiques pour la planification et l'exécution des travaux de démolition et de démantèlement (Deutscher Abbruchverband, 2015).

- En France, la réalisation d'un inventaire des matériaux lors des travaux de démolition est légalement obligatoire à partir d'une certaine taille. L'arrêté du 19 décembre 2011 donne des informations générales sur la procédure à appliquer lors de l'élaboration d'un inventaire des matériaux avant le démantèlement et en définit le contenu. Le projet DEMOCLES financé par l'agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ADEME a contribué à identifier, sur la base d'un projet pilote, les conditions opérationnelles et à rédiger des recommandations pour le démantèlement sélectif et le tri des matériaux sur le chantier. Le rapport final contient en outre des aides permettant d'optimiser le recyclage des matériaux (Récyllum et al, 2016), cependant, il ne donne aucune information sur la procédure à suivre lors de la saisie des matériaux et de leur quantification. Une plateforme en ligne de l'ADEME, qui permet un échange d'expériences entre les collectivités et les entreprises, sert à diffuser des outils dans le domaine de la gestion des déchets (<http://www.optigede.ademe.fr>). Pour la gestion des déchets de construction et de démolition, l'ADEME publie des infiches ainsi qu'un catalogue des questions fréquemment posées (ADEME, 2016a, b). Téléchargeable gratuitement, l'outil de gestion SOGED (Schéma d'Organisation de Gestion et d'Élimination des Déchets) a été développé spécialement pour répondre aux besoins de la gestion des matériaux et des déchets issus du démantèlement de bâtiments (SOGED, en ligne). De plus, le Centre d'études techniques de l'Équipement (CETE Lyon) et la Fédération Française du Bâtiment (FFB) ont rédigé des guides sur le thème de la gestion des déchets lors du démantèlement de bâtiments (CETE, 2012 ; FFB, 2014).
- Dans la littérature spécialisée francophone, l'administration de l'environnement de la région de Bruxelles publie plusieurs aides pour l'élaboration d'un inventaire des matériaux et la gestion des déchets survenant lors du démantèlement de bâtiments :
 - Un rapport technique contenant des informations sur la planification des travaux de démantèlement et l'inventaire des matériaux (Bruxelles Environnement, 2011a).
 - Un site Internet comportant des instructions pour le démantèlement de certains éléments de construction (p. ex. des portes, chauffages, installations sanitaires) et matériaux (p. ex. briques, carrelages) en vue de leur recyclage (Bruxelles Environnement, en ligne).
 - Un guide de gestion des déchets de construction et de démolition avec une aide pour l'organisation sur le chantier (Bruxelles Environnement, 2009).
- La fondation BRE (Building Research Establishments) a développé un guide de l'efficacité des matériaux et des ressources dans le bâtiment qui contient des informations utiles sur des thèmes, comme les audits de démantèlement, appelés « pre-demolition audit » dans la littérature anglaise, et la gestion des déchets de construction (BRE, 2017).
- Le Centre commun de recherche de la Commission européenne, qui a documenté les procédures efficaces de gestion environnementale dans le secteur de la construction, consacre un chapitre notamment à la procédure de démantèlement sélectif et aux méthodes et technologies éprouvées. Le recyclage des matériaux y est également abordé (JRC, 2012).



Erstellen eines Inventars Élaboration d'un inventaire

Alle Abbruch-, Sanierungs- oder Bauvorhaben müssen sorgfältig geplant und durchgeführt werden, um Kosteneinsparungen zu realisieren und Umweltbelastungen zu minimisieren. **Planungsaufgaben** sind insbesondere für größere Gebäude von Bedeutung. Während der Planung werden Materialinventars generell als Teil der **technischen Dokumentation des Abrissverfahrens** erstellt, wobei das Hauptziel die Identifizierung und Mengenerfassung der anfallenden Materialien ist.

Um **Wiederverwendungs- und Wiederverwertungs-möglichkeiten** erkennen und umsetzen zu können, sollte das Materialinventar so früh wie möglich zu Beginn eines Abrissprojektes erstellt werden und im Laufe des Rückbauvorhabens aktualisiert werden. Ergebnisse aus den hier aufgeführten Arbeitsbereichen sind frühestmöglich in die Gesamtplanung des Gebäuderückbaus einzubeziehen, um alle Kostensenkungspotenziale nutzen zu können.

Die folgenden Aufgaben sind für die Ausarbeitung eines Inventars notwendig:

- Erfassung und Auswertung vorhandener **objektbezogener Informationen**, z.B. existierende Lagepläne, Zeichnungen und Erhebungen, Berichte zu Schadstoffuntersuchungen, etc.;
- **Standort- und Gebäudebesichtigung**, um weitere Informationen über Art und Zustand der vorhandenen Materialien zu sammeln und zu bewerten. Die Begehung dient auch dazu zu ermitteln, ob der Verdacht auf Schadstoffbelastungen besteht und dementsprechend weitere technische Untersuchungen wie zum Beispiel Laboranalysen der Bausubstanz zu veranlassen sind;
- **Mengenabschätzung** und Bewertung von Materialien;
- Beurteilung der **Materialqualität**, um die Eignung zur Wiederverwendung oder zum Recycling zu ermitteln und eine entsprechende getrennte Sammlung auf der Baustelle zu veranlassen.

In den folgenden drei Kapiteln wird erklärt, wie die entsprechenden Arbeitsblätter der Inventarvorlage auszufüllen sind. Es handelt sich bei den vorliegenden Dokumenten um eine Hilfestellung und es wird empfohlen, präzise und vollständige Angaben zu machen.

Tous planifiés et réalisés avec soin, afin d'économiser les frais et de minimiser les impacts sur l'environnement. Les **activités de planification** sont importantes, notamment pour les grands bâtiments. Pendant la planification, l'inventaire des matériaux est généralement considéré comme faisant partie de la **documentation** technique de la procédure de démantèlement, l'objectif majeur étant l'identification et la saisie quantitative des matériaux présents.

Pour détecter et exploiter **les possibilités de réutilisation et de recyclage**, l'inventaire des matériaux doit être élaboré le plus tôt possible, c'est-à-dire au début du projet de démantèlement, et actualisé tout au long du processus de démantèlement. Les résultats des domaines d'activité mentionnés ici doivent être intégrés rapidement à la planification totale du démantèlement, afin de pouvoir profiter pleinement du potentiel de baisse des coûts.

Les tâches suivantes sont nécessaires pour l'élaboration d'un inventaire :

- Saisie et analyse des **informations disponibles sur le bâtiment**, p. ex. plans du site, dessins et relevés existants, rapports sur les études de polluants, etc.;
- **Visite du site et du bâtiment**, afin de collecter des informations complémentaires sur le type et l'état des matériaux présents ainsi que leur analyse. La visite sert également à vérifier l'éventuel soupçon d'une contamination et à commanditer, si nécessaire, les études techniques correspondantes, comme des analyses de laboratoire du bâtiment;
- **Estimation des quantités** et évaluation des matériaux;
- Évaluation de la **qualité des matériaux**, afin de déterminer leur aptitude à la réutilisation ou au recyclage et de mettre en œuvre la collecte séparée correspondante sur le chantier.

Les trois chapitres suivants expliquent comment les différentes fiches de travail du modèle d'inventaire doivent être remplies. Les présents documents représentent une aide. Il est recommandé de donner des informations aussi précises que complètes.

GEBÄUDE- UND NUTZUNGSBESCHREIBUNG (1. ARBEITSBLATT)

Angaben zum Gebäude wie z.B. **Baujahr, Renovierungen und dessen Nutzung** gehören zu den grundlegenden Informationen, um den Gebäudeabbruch zu planen. Sie können Anhaltspunkte zu möglichen Schadstoffbelastungen geben und werden als **Teil der Schadstoffuntersuchung** durch Auswertung vorhandener Unterlagen gewonnen (siehe auch Kapitel 2.3 Schadstoffuntersuchung). Zum Beispiel war Asbest im Baubereich weitverbreitet, bevor 2001 ein generelles Verbot zur Asbestvermarktung in Luxemburg in Kraft trat. Bei Gebäuden, die vor diesem Zeitpunkt errichtet worden sind, besteht daher ein Verdacht auf das Vorkommen asbesthaltiger Erzeugnisse.

Informationen zur Art der Nutzung und eventuellen **Umbau- und Renovierungsarbeiten** sowie zu Nutzungen für **Industrie- oder Gewerbetätigkeiten** können weiteren Aufschluss über nutzungsbedingte Einträge von Schadstoffen geben. Die Beschreibung wird ergänzt durch Angaben zu Lagerung, Handhabung, Herstellung und/oder Weiterverarbeitung von umweltrelevanten Stoffen oder (Zwischen-)Produkten.

DESCRIPTION DU BÂTIMENT ET DE SON UTILISATION (1^{RE} FICHE DE TRAVAIL)

Les informations relatives au bâtiment, p. ex. **année de construction, rénovations et utilisation**, comptent parmi les informations fondamentales permettant de planifier le démantèlement du bâtiment. Elles sont collectées par analyse des documents disponibles (cf. chapitre 2.3 Documentation de l'étude sur les polluants) en tant que **partie de l'étude sur les polluants** et fournissent des renseignements importants concernant une éventuelle contamination. L'amiante, par ex., était très répandu dans le domaine de la construction jusqu'en 2001, date de l'entrée en vigueur de l'interdiction générale de la commercialisation de l'amiante au Luxembourg. Dans les bâtiments érigés avant cette date, des produits à base d'amiante peuvent être présents.

Les informations concernant le type d'utilisation et **les éventuelles transformations ou rénovations** ainsi que les utilisations pour **les activités industrielles et commerciales** peuvent donner des renseignements complémentaires sur les éventuels polluants liés à l'utilisation du bâtiment. La description est complétée par des indications relatives au stockage, à la manipulation, à la fabrication et/ou à la transformation de substances ou produits (intermédiaires) dangereux pour l'environnement.

Allgemeine Vorgehensweise und Anleitung zum Ausfüllen der Vorlage (1. Arbeitsblatt: Gebäudebeschreibung)

Zur **Bestandsaufnahme** und Bewertung des Gebäudes und dessen Nutzung werden **vorhandene Unterlagen** ausgewertet, wie z.B. Bau- und Bestandspläne, Bauunterlagen, Dokumente zu Umbau- und Renovierungsarbeiten, Firmenarchive, Unterlagen zur historischen Nutzung, bereits vorliegende Gutachten und Berichte zu Schadstoffuntersuchungen und eventuell vorhandene Gefährdungsbeurteilung(en) des Betriebs.

Die für das Erstellen des Materialinventars notwendige **Begehung** kann zusätzliche Informationen liefern, die in den vorhandenen Unterlagen fehlen.

Im **Luxemburger Altlasten- und Verdachtsflächenkataster** sind sämtliche landesweit bekannte Flächen dokumentiert, bei denen der Verdacht einer Boden- und/oder Grundwasserkontamination aufgrund der dort stattfindenden

oder stattgefundenen Aktivitäten nicht ausgeschlossen werden kann. Informationen über einen Standort können, unter Angabe des Lageplans, der Katasternummer oder Adresse, per Email bei der Umweltverwaltung unter caddech@aev.etat.lu erfragt werden.

Im Falle einer **Brandschadenssanierung** sind die Zusammensetzung des abgebrannten Gebäudes und die Bedingungen des Brandes (z.B. Vollbrand, sauerstoffreich oder Schwelbrand, sauerstoffarm) entscheidende Aspekte für die Art und Menge der gebildeten Brandfolgeprodukte. Daher ist zu ermitteln, welche Bau- und Betriebsstoffe vor dem Brand vorlagen und wie sie abgebrannt sind, und ob eventuell gefährliche Stoffe durch den Brand freigesetzt werden konnten.

Die Angaben zum Gebäude, dessen Standort und der historischen Nutzung werden so vollständig wie möglich im ersten Arbeitsblatt der Vorlage eingetragen.

Procédure et instructions pour remplir le modèle (1^{re} fiche de travail: Description du bâtiment)

Pour l'**inventaire et l'évaluation du bâtiment** et de son utilisation, **les documents disponibles** sont analysés, p. ex. plans de construction et de repérage, dossier de construction, documents relatifs aux mesures de transformation et de rénovation, archives de l'entreprise, documents concernant l'utilisation historique, expertises diverses, rapports de l'étude des polluants et évaluation(s) des risques de l'entreprise.

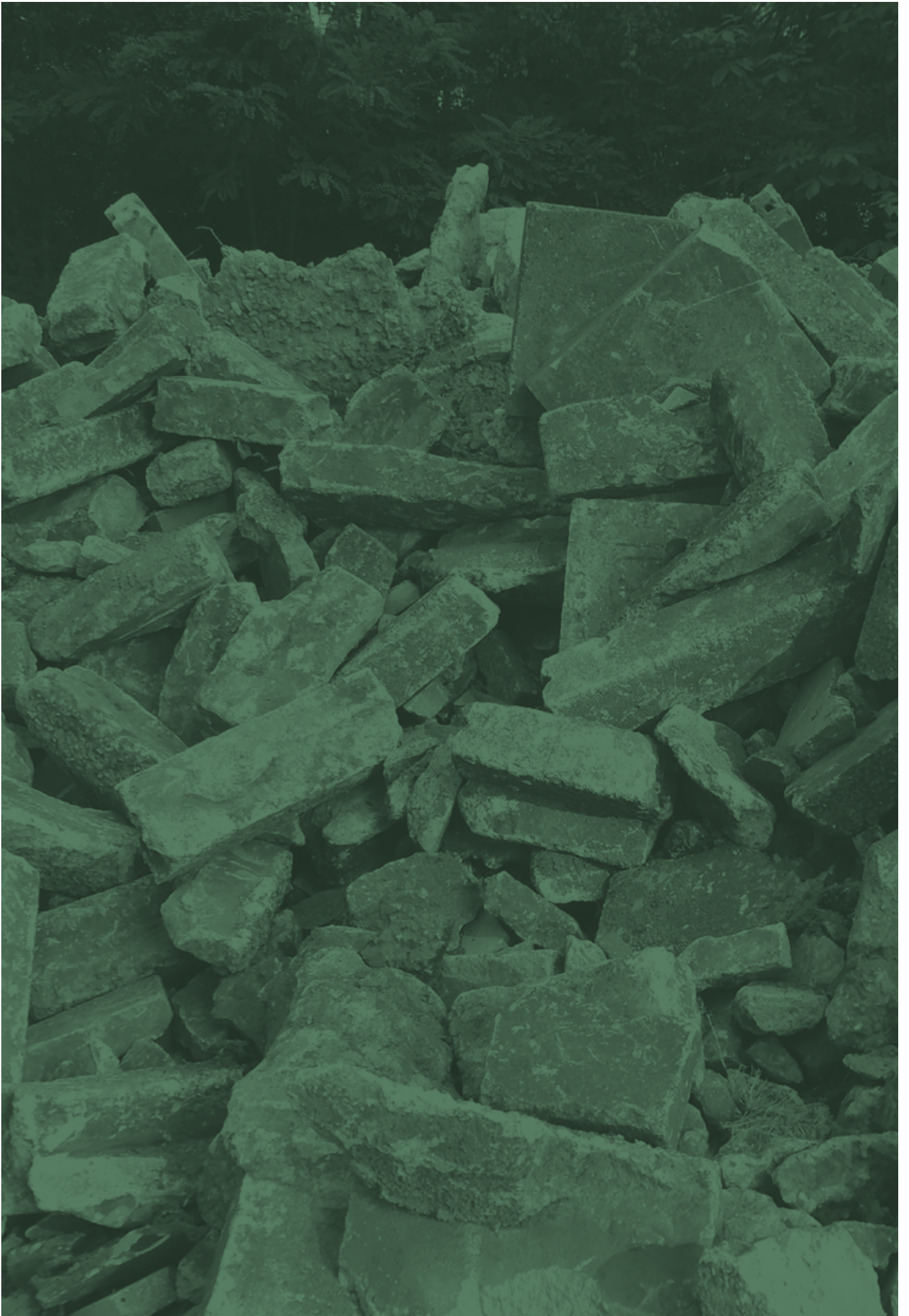
Les visites nécessaires à l'élaboration de l'inventaire des matériaux peuvent fournir des informations additionnelles qui manquent dans les documents disponibles.

Le cadastre luxembourgeois des anciennes décharges et sites contaminés est un inventaire de tous les sites du pays où une pollution des sols ou de l'eau souterraine sur la base des activités antérieures et actuelles ne peut être exclue. Les

informations concernant les sites peuvent être demandées auprès de l'Administration de l'environnement par e-mail à l'adresse caddech@aev.etat.lu en annexant un plan de situation, une référence cadastrale ou une adresse.

En cas d'**assainissement après un incendie**, la composition du bâtiment incendié ainsi que les conditions de l'incendie (p. ex. feu généralisé riche en oxygène ou feu couvrant pauvre en oxygène) sont des aspects déterminants pour la nature et la quantité des produits résultant de l'incendie. Il convient donc d'examiner les matériaux de construction et de consommation qui existaient avant l'incendie et la manière dont ils ont brûlé, afin de savoir si l'incendie a libéré des substances dangereuses.

Les informations concernant le bâtiment, son emplacement et son utilisation historique doivent être renseignées de manière aussi complète que possible dans la première fiche de travail.



MATERIALINVENTAR ERSTELLEN (2. ARBEITSBLATT)

Während die Materialvielfalt in einem Gebäude hoch ist, liegen viele dieser Materialien wahrscheinlich nur im Promillebereich und nicht im Prozentbereich vor. Zunächst sollen systematisch die Materialien identifiziert, mengenmäßig erfasst und getrennt werden, die in großen Mengen vorliegen und für die es wirtschaftliche Verwertungsmöglichkeiten in Luxemburg (oder eventuell in der Großregion) gibt. Dementsprechend sollte der **Schwerpunkt des Inventars auf die mengenmäßig größten Fraktionen** gelegt werden. Der Rückbau, die Trennung und die Verwertung der Materialien sollten erfolgen, nachdem eventuell vorhandene Schadstoffe erfasst und entfernt worden sind (siehe dazu Kapitel 2.3 Dokumentation zur Schadstoffuntersuchung).

Eine **eindeutige Identifizierung und Mengenabschätzung** von Baumaterialien sind Voraussetzungen für die getrennte Sammlung der Materialfraktionen, die wiederum deren **hochwertiges Recycling** bzw. **wirtschaftlich interessante Vermarktung** ermöglicht. Genaue Bezeichnungen der Materialfraktionen durch alle beteiligten Akteure bilden des Weiteren eine wichtige Grundlage, um Missverständnisse zu vermeiden.

Für die Erfassung der Materialien im Inventar wurden die relevanten Kategorien des **europäischen Abfallcodes** gewählt, da auf heutigen Abbruchbaustellen in der Regel eine Trennung dieser Materialfraktionen stattfindet und ihre getrennte Erfassung dem derzeitigen Stand der Technik im Bauwesen entspricht..

Die Auswahl der Kategorien begründet sich weiterhin damit, dass diese Materialien entweder nur als getrennt gehaltene Abfallfraktionen hochwertig verwertet werden können oder eine hochwertige Verwertung die gezielte, genau definierte Zugabe dieser Materialien als getrennte Fraktionen voraussetzt (z.B. Ziegelanteil in Recyclingbaustoffen). Die Vermischung einiger Fraktionen kann zudem deren Verwertbarkeit einschränken, wie zum Beispiel die Verunreinigung mineralischer Fraktionen mit Gips.

Ein Materialinventar sollte von einem **qualifizierten Fachmann** mit Kompetenzen und Kenntnissen in den Bereichen Baustoffen, Gebäude- und Abrisstechiken und Baugeschichte einerseits und Abfallbehandlung und -beseitigung andererseits durchgeführt werden. Er sollte auch mit lokalen Weiterverwertungsmöglichkeiten vertraut sein.

ÉLABORATION DE L'INVENTAIRE DES MATÉRIAUX (2^E FICHE DE TRAVAIL)

La diversité des matériaux utilisés dans un bâtiment est élevée. La quantité de ces matériaux est généralement de l'ordre du pour mille et non du pour cent. Il convient, dans un premier temps, d'identifier la nature et la quantité des matériaux qui surviennent en abondance et pour lesquels une possibilité de revalorisation économique existe au Luxembourg (ou éventuellement dans la Grande région).

La priorité de l'inventaire doit être de caractériser les catégories de matériaux les plus importantes au niveau quantitatif. Le démantèlement, le tri et le recyclage des matériaux doivent être effectués après le recensement et l'élimination des éventuels polluants (cf. chapitre 2.3 Documentation de l'étude sur les polluants).

L'identification et l'estimation quantitative univoques des matériaux de construction sont la condition essentielle à la collecte séparée des catégories de matériaux permettant un **recyclage de qualité** et une **commercialisation économique intéressante**. La désignation précise des catégories de matériaux par tous les acteurs concernés constitue une base importante pour éviter les malentendus.

Le recensement des matériaux dans l'inventaire s'effectue selon les catégories pertinentes du **code européen des déchets**, car sur les chantiers de démantèlement, le tri des matériaux est réalisé selon ces catégories et leur identification séparée correspond à l'état de l'art dans le domaine de la construction.

Le choix de ces catégories repose en outre sur le fait que ces matériaux ne peuvent être hautement valorisés que lorsqu'ils sont séparés soigneusement ou qu'un recyclage de haute qualité nécessite l'ajout ciblé de ces matériaux en tant que catégorie séparée (p. ex. part de briques dans les matériaux recyclés). Le mélange de certaines catégories peut de plus limiter leur aptitude au recyclage, p. ex. la contamination des catégories minérales par du plâtre.

L'inventaire des matériaux doit être effectué par un **expert qualifié** disposant des compétences et des connaissances nécessaires dans les domaines des matériaux de construction, des techniques de construction et de démantèlement du bâtiment et de l'historique de la construction, d'un côté, et du traitement et de l'élimination des déchets, de l'autre côté. Il doit également être familier avec les possibilités locales de recyclage.

Allgemeine Vorgehensweise (2. Arbeitsblatt: Materialinventar)

Informationen zu Baumaterialien, die während des Baus und eventueller Renovierungen eingesetzt wurden, können verfügbaren Unterlagen zum Gebäude entnommen werden, wie z.B. Bauplänen und Berichten zur Schadstofferkundung des Gebäudes. Die Schadstoffuntersuchung konzentriert sich in erster Linie auf Gefahrstoffe, weswegen die entsprechenden Berichte nur bedingt Informationen zu Baumaterialien liefern. Allerdings werden oft allgemeine Angaben zum Gebäude gemacht, die hilfreich für die Planung der **Vor-Ort-Begehung** sein können. Leistungserklärungen für Bauprodukte können auch eine nützliche Informationsquelle darstellen.

Bei der Mengenermittlung, kann zwischen **Einschätzung und Berechnung** unterschieden werden, wobei fallbezogen entschieden werden sollte, welche Methode angewandt wird.

Um Mengen abzuschätzen, werden Volumen von Wänden und Böden auf der Grundlage von Bauplänen bestimmt. Mit Hilfe dieser Informationen und unter Verwendung von Literaturangaben über Dichte und Zusammensetzung verschiedener Baustoffen (sogenannten Basis-, Richt- oder Kalkulationswerten, die der Konversion Volumen/Masse dienen) können die Massen der **Hauptbestandteile** (Beton, Stahlbeton, Ziegel, Holz, Stahl, etc.) abgeschätzt werden. Es können sich fallbezogen und bei speziellen Projekten Abweichungen von Basiswerten ergeben, weswegen diese (nur) als Anhaltspunkte zu betrachten sind. Eine Einschätzung beinhaltet das Risiko der Ungenauigkeit, wenn Abweichungen von Basiswerten nicht erkannt oder nicht berücksichtigt werden. Es können sich dementsprechend Unsicherheiten bei der **Preisbildung** ergeben.

Bei der genaueren Methode der Berechnung, werden meist Aufmaße und Bestandszeichnungen zu Grunde gelegt. Sie erfordert insgesamt einen höheren Aufwand und wird laut Fachliteratur für ein detailliertes Leistungsverzeichnis, eine präzise Preisbildung sowie bei Vorkommen schadstoffbelasteter Materialien als notwendig betrachtet, da die Entsorgung letzterer die **Rückbaukosten** beeinflusst.

In jedem Fall sind für die **Materialidentifizierung** und **Mengenermittlung** Begehungen, Messungen und eventuell auch Probenahmen und Laboranalysen notwendig (siehe Kapitel 2.3 Schadstoffuntersuchung), um Angaben in Bauplänen und diversen anderen Unterlagen zu überprüfen und um Materialien, die in kleineren Mengen vorkommen, wie z.B. verschiedene Metalle oder Plastik, zu identifizieren und zu quantifizieren.

Für einen selektiven Gebäuderückbau sind Informationen zum Standort und zur Montage der Baumaterialien wichtig, um die erforderlichen Ressourcen zur Wiedergewinnung bestimmter Materialien und die Recyclingfähigkeit abzuschätzen, wobei die **Trennbarkeit der Materialien** weitgehend bestimmt, welche Rückbautechniken eingesetzt werden müssen, um ein Recycling zu ermöglichen. Bei der Analyse der Unterlagen und der Begehung sollten diese Informationen daher notiert werden.

Während und nach der Rückbauphase können die Mengen der tatsächlich angefallenen Materialfraktionen mit Hilfe von Wiegescheinen aufgezeichnet werden.

Procédure générale (2^e fiche de travail : Inventaire des matériaux)

Les **informations concernant les matériaux** utilisés pendant la construction et les éventuelles rénovations peuvent être consultées dans les documents disponibles concernant le bâtiment, comme les plans de construction et les rapports issus de l'étude sur les polluants. Comme l'étude sur les polluants se concentre, en premier lieu, sur les substances dangereuses, elle ne contient que des informations limitées sur les matériaux de construction. Cependant, elle contient souvent des indications générales sur le bâtiment qui peuvent être utiles pour la planification de la visite sur site. Les déclarations de performance des produits de construction peuvent également représenter une source d'informations précieuse.

Pour la détermination des quantités, on distingue entre **estimation et calcul**, la méthode à utiliser étant sélectionnée en fonction du cas précis.

Pour estimer les quantités, le volume des murs et planchers est par exemple déterminé sur la base des plans de construction. Ces informations étayées par des références bibliographiques sur la densité et la composition des différents matériaux (valeurs de base, de référence ou de calcul qui servent à la conversion volume/masse) permettent d'estimer la masse des **composants principaux** (béton, béton armé, briques, bois, acier, etc.). Dans certains cas et dans des projets spéciaux, des divergences par rapport aux valeurs de base peuvent survenir, c'est pour cette raison que ces valeurs doivent être considérées (uniquement) comme des repères. Une estimation recèle le risque de l'imprécision quand les divergences par rapport aux valeurs de base ne sont pas reconnues, ni prises en compte. Ainsi des incertitudes peuvent survenir lors de la **détermination des prix**.

La méthode de calcul, plus précise, repose généralement sur les métrés et les plans conformes à l'exécution. Généralement plus laborieuse, cette méthode est considérée, selon la littérature spécialisée, comme nécessaire pour un cahier des charges détaillé, une fixation des prix précise et l'identification de matériaux contaminés, car l'élimination de ces derniers influence **les coûts du démantèlement**.

Dans tous les cas, **l'identification des matériaux et la détermination des quantités** requièrent des visites sur site, des mesures ainsi que la prise éventuelle d'échantillons et la réalisation d'analyses en laboratoire (cf. chapitre 2.3 Documentation de l'étude sur les polluants), afin de vérifier les informations figurant dans les plans de construction et autres documents ainsi que d'identifier et de quantifier les matériaux survenant en petites quantités (p. ex. certains métaux ou plastiques).

Pour un démantèlement sélectif d'un bâtiment, les informations sur le site et sur le montage des matériaux de construction sont importantes pour estimer les ressources nécessaires à la récupération de certains matériaux et leur aptitude au recyclage. Il convient ainsi de déterminer **la séparabilité des matériaux** et de choisir les techniques qui seront utilisées lors du démantèlement pour permettre le recyclage. Ces informations doivent ainsi être notées lors de l'analyse des documents et de la visite sur site.

Pendant et après la phase de démantèlement, les quantités des catégories de matériaux réellement survenues peuvent être enregistrées à l'aide de bons de pesée.

Anleitung zum Ausfüllen der Vorlage (2. Arbeitsblatt: Materialinventar)

Die **Identifizierung der Hauptbestandteile** erfolgt über eine Zuordnung zu der entsprechenden **Kategorie des europäischen Abfallcodes**. Die Vorlage enthält dazu die Auswahl der Kategorien zu Bau- und Abbruchabfällen (siehe Drop-down Menü in der ersten Spalte des zweiten Arbeitsblatts). Wie in der Einleitung erwähnt, soll auf der Baustelle eine möglichst sortenreine Trennung erreicht werden.

Mengenangaben sollten in Tonnen gemacht werden. Wenn Materialmengen in Volumen abgeschätzt werden, können zur Umrechnung, wie oben erwähnt, standardisierte Konversionsfaktoren für Materialarten angewandt werden (siehe Referenzen, Fachliteratur und Datenbanken).

In der Spalte „**Materialbeschreibung**“ können genauere Angaben zum Material gemacht werden, zum Beispiel um welchen Kunststofftyp (z.B. PVC) oder welches Dämmmaterial (z.B. Mineralwolle) es sich handelt und/oder in welcher Form das Material im Gebäude vorhanden ist (z.B. Stahlträger, Fenster, Türen).

Neben Angaben zu Bezeichnung, Menge und Standort im Gebäude des anfallenden Baumaterials gibt das Arbeitsblatt der Vorlage die Möglichkeit, weitere Informationen zu verwalten, wie zum Beispiel Angaben zur **Qualität** oder zu ermittelten **Wiederverwertungsmöglichkeiten** oder Entsorgungswegen. Sie müssen unter Beachtung der geltenden Vorschriften zur Abfallverbringung gemacht werden. Diese letzteren Angaben sind freiwillig, geben aber die Möglichkeit, diese Information zentral zu verwalten und eine Übersicht über alle gewählten Verwertungsoptionen zu bekommen.

Weiterführende Informationen zur Vorgehensweise und Mengenbestimmung befinden sich in der Fachliteratur (BRE Smart Waste, online; Bruxelles Environnement, 2011ab; Deutscher Abbruchverband, 2015; ENCORD, 2013; VDI, 2016).

Instructions pour remplir le modèle (2^e fiche de travail : Inventaire des matériaux)

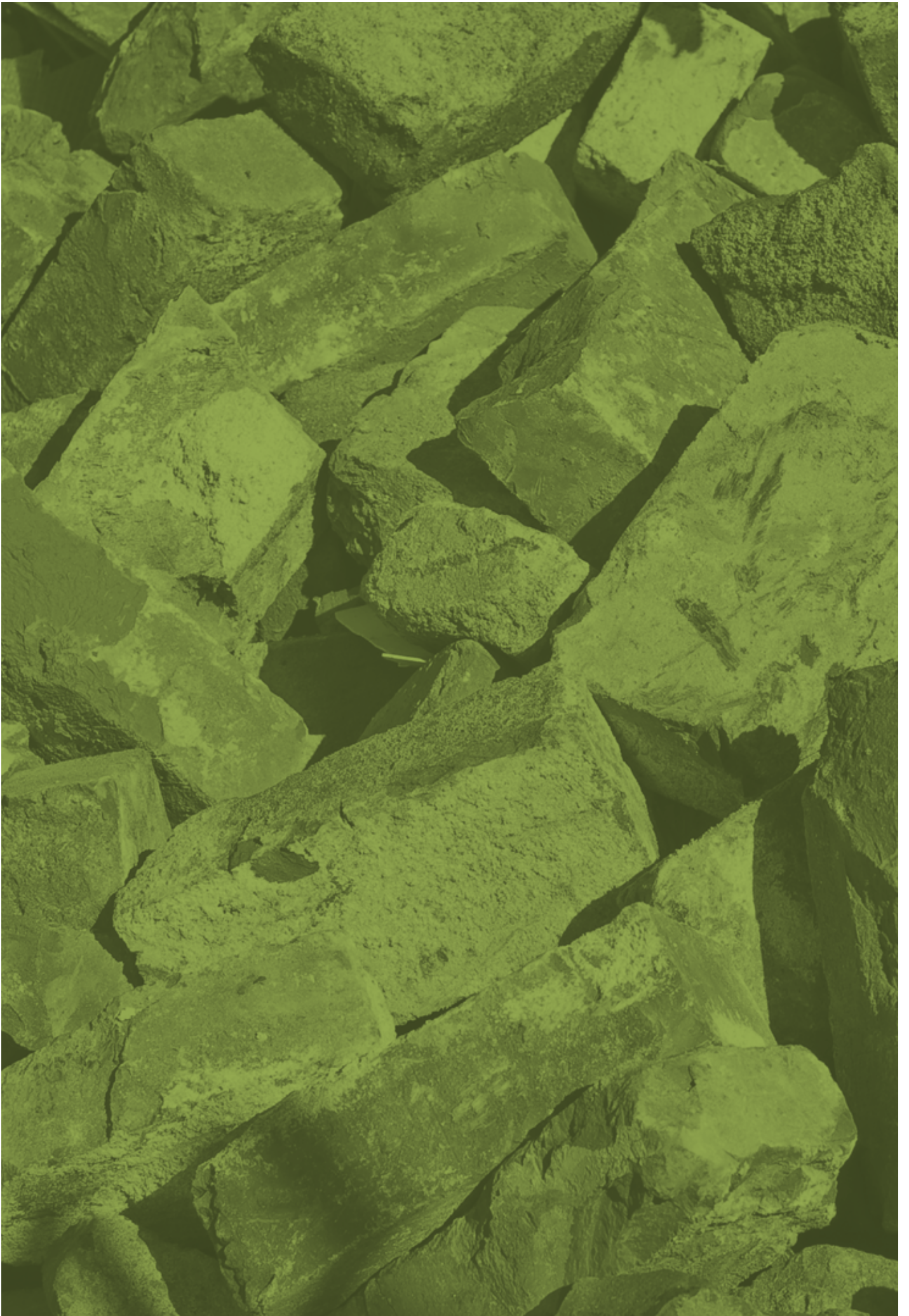
L'**identification des composants principaux** s'effectue par l'affectation à la catégorie correspondante du **code européen des déchets**. Le modèle contient, à cet effet, une sélection de catégories pour les déchets de construction et de démolition (cf. menu déroulant dans la première colonne de la deuxième fiche de travail). Comme mentionné en introduction, l'objectif est d'obtenir un tri aussi soigneux que possible sur le chantier.

Les **indications quantitatives** s'effectuent en tonnes. Si une quantité de matériau est estimée sous forme de volume, la conversion doit être effectuée, comme mentionné ci-dessus, à l'aide de facteurs de conversion standardisés pour le type de matériau concerné (cf. Références, littérature spécialisée et banques de données).

Dans la colonne « **Description du matériau** », des informations précises concernant le matériau peuvent être données, comme le type de plastique (p. ex. PVC) ou le type d'isolation (p. ex. laine minérale) ou encore la forme sous laquelle le matériau est présent dans le bâtiment (p. ex. structure métallique, fenêtres, portes).

La fiche de travail du modèle contient, outre les indications relatives à la désignation, à la quantité et au positionnement au sein du bâtiment, la possibilité de gérer des informations complémentaires comme des indications concernant **la qualité, les possibilités de recyclage** ou le mode d'élimination préconisé. Ces dernières doivent être signalées dans le respect des prescriptions sur le transfert des déchets en vigueur et donnent la possibilité de gérer les informations de manière centralisée et de fournir un aperçu sur les options de valorisation sélectionnées.

De plus amples informations relatives à la procédure et à la détermination des quantités peuvent être trouvées dans la littérature spécialisée (BRE Smart Waste, en ligne, Bruxelles Environnement, 2011ab, Deutscher Abbruchverband, 2015, ENCORD, 2013, VDI, 2016).



DOKUMENTATION ZUR SCHADSTOFFERKUNDUNG (3. ARBEITSBLATT)

Eines der Hauptziele des selektiven Rückbaus ist die Verwertung eines möglichst hohen Anteils der gewonnenen Baumaterialien, wobei **Umwelt- und Gesundheitsschutz** eine übergeordnete Rolle spielen. Heute bekannte Schadstoffe wurden in der Vergangenheit aufgrund ihrer besonderen technischen Eigenschaften vermehrt im Bauwesen eingesetzt, weswegen Maßnahmen der Schadstofferkundung oft mit der Durchführung von Abbrucharbeiten einhergehen. Da das Vorhandensein von Schadstoffen wesentlich die **abfalltechnische Qualität** der anfallenden Materialien beeinflusst, müssen schadstoffhaltige Materialien und gefährliche Abfälle identifiziert und getrennt werden, um eine **sortenreine Trennung** und die notwendige technische Qualität der unbelasteten Fraktionen für deren Wiederverwertung sicherzustellen. **Verunreinigte Fraktionen** müssen abfallrechtlichen Vorgaben entsprechend entsorgt werden. Außerdem ist zu betonen, dass das Wissen um Schadstoffbelastungen in der Bausubstanz bei jedem Abrissprojekt wichtig ist, um die geltenden Vorschriften zu identifizieren, **Sanierungs- und Entsorgungstätigkeiten** sorgfältig zu planen und entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zum Arbeitsschutz bei Abrissarbeiten, Trennung und Transport zu ergreifen.

Belastungen durch Schadstoffe können durch verschiedene Quellen verursacht werden, wobei zwischen primären (baustoffbedingten), sekundären und nutzungsbedingten Schadstoffbelastungen unterschieden wird (laut Richtlinie VDI 6202 Blatt 1):

- Zu den **primären Schadstoffen** gehören z.B. Asbest, Künstliche Mineralfasern (KMF), Schwermetalle, Polychlorierte Biphenyle (PCB), Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), halogenierte organische Verbindungen, flüchtige organische Verbindungen (Abk. VOC nach englisch Volatile Organic Carbons), organophosphorierte und polybromierte Flammschutzmittel, und biozide Wirkstoffe aus Holzschutzmitteln oder Mottenschutzmitteln.

- **Sekundäre Belastungen** entstehen durch die **Verunreinigung** nicht belasteter Baustoffe durch einen Schadstoff, der aus einer primären Quelle austritt, wie z.B. Austreten von PCB aus kontaminierten Fugenmassen, die die Raumluft belasten und damit langfristig zu einer Verunreinigung von Baumaterialien aus Holz oder Textilien führen;
- **Nutzungsbedingte Belastungen** können viele Ursachen haben, wie z.B. Verunreinigungen durch den Einsatz von Lösungs-, Reinigungs- oder Desinfektionsmitteln in Betriebsprozessen oder das nicht sachgerechte Lagern von Stoffen.

Die Schadstofferkundung von Bauwerken vor dem Abbruch erfüllt mehrere Ziele:

- den **Grad der Belastung** durch Schadstoffe (z.B. durch PCB, Asbest) zum Erkundungszeitpunkt zu bestimmen und gefährliche Abfälle zu identifizieren;
- die **notwendigen Trennungs- und Abbruchtechniken** zu planen (einschließlich Arbeitsschutzmaßnahmen);
- die **Entsorgungs- und Verwertungswege** der Baumaterialien festzulegen.

Diese Untersuchung liefert also eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Wiederverwertbarkeit der Baumaterialien sowie für die Planung, die Kostenberechnung und den Ablauf der verschiedenen Phasen des Rückbaus.

In der Fachliteratur und in den Leitfäden zur Schadstoffanalyse in Gebäuden wird nochmals betont, dass die Erkundung von **fachkundigem und unabhängigem Personal** durchzuführen ist (BayLfU, 2003; ISO 16000-32, 2014; ÖNORM 5730, 2009).



DOCUMENTATION DE L'ÉTUDE SUR LES POLLUANTS (3^E FICHE DE TRAVAIL)

L'un des objectifs principaux du démantèlement sélectif est la valorisation d'une partie élevée des matériaux de construction récupérés, **la protection de l'environnement et de la santé** jouant un rôle prépondérant dans ces mesures. Par le passé, des polluants aujourd'hui connus ont été utilisés en raison de leurs propriétés techniques particulières dans le domaine du bâtiment. C'est pour cette raison que les travaux de démantèlement sont de nos jours souvent combinés à une étude sur les polluants. Comme la présence de polluants influence considérablement **la qualité des déchets** de construction produits, les matériaux polluants et déchets dangereux doivent être identifiés et séparés afin de permettre **un tri soigneux** et garantir la qualité technique nécessaire des catégories de matériaux non pollués en vue de leur réutilisation. Les **matériaux contaminés** doivent être éliminés dans le respect des règles applicables aux déchets correspondants. Il convient de souligner ici que les connaissances relatives aux contaminations du bâtiment sont importantes pour chaque projet de démantèlement, afin d'identifier les prescriptions à appliquer, planifier minutieusement **les activités d'assainissement et d'élimination** et prendre les mesures de précaution nécessaires pour la protection du travail lors du démantèlement, du tri et du transport.

Les contaminations par polluants peuvent provenir de différentes sources. On distingue ainsi les contaminations primaires (liées au matériau lui-même), secondaires et liées à l'utilisation (d'après la directive VDI 6202 feuille 1).

- Parmi les **polluants primaires**, on trouve p. ex. l'amiante, les fibres minérales artificielles (FMA), les métaux lourds, les biphenyles polychlorés (PCB), les hydrocarbures polycycliques aromatisés (HAP), les composants organiques halogénés, les composants organiques volatiles (VOC, de l'anglais Volatile Organic Carbons), les retardateurs de flammes organophosphorés et polybromés ainsi que les agents biocides provenant des produits de préservation du bois et antimites.

- La **pollution secondaire** survient par **contamination des matériaux** non pollués par un polluant provenant d'une source primaire, comme les émanations de PCB contenues dans le mastic contaminé, qui polluent l'air ambiant et provoquent ainsi une pollution durable des matériaux de construction à base de bois et de textile.
- La **pollution liée à l'utilisation** peut avoir diverses causes, comme l'emploi de solvants, nettoyeurs et désinfectants dans les processus d'exploitation ou encore le stockage non correct de certaines substances.

L'étude sur les polluants réalisée dans les bâtiments avant leur démantèlement remplit différents objectifs :

- déterminer le **degré de contamination** par les polluants (p. ex. par des PCB ou de l'amiante) et identifier les différentes substances au moment de la visite ;
- planifier les **techniques de tri et de démantèlement** (y compris les mesures de protection du travail) ;
- déterminer les **modes d'élimination et de recyclage** des matériaux de construction.

Cette étude délivre ainsi des informations de base essentielles pour l'évaluation de la recyclabilité des matériaux de construction ainsi que pour la planification, le calcul des prix et le déroulement des différentes phases du démantèlement.

La littérature spécialisée et les guides pour l'analyse des polluants dans les bâtiments soulignent encore une fois que l'investigation doit impérativement être effectuée par du **personnel indépendant et qualifié** à cet effet (BayLfU, 2003 ; ISO 16000-32, 2014 ; ÖNORM 5730, 2009).

Allgemeine Vorgehensweise (3. Arbeitsblatt: Checkliste zu Schadstoffen)

Es soll an dieser Stelle keine ausführliche Anleitung zur Schadstofferkundung gegeben werden, sondern nur eine Zusammenfassung der Vorgehensweise bei einer Erkundung. Sie beruht auf Informationen der unten aufgeführten Fachliteratur, insbesondere auf der Richtlinie des Verbands Deutscher Ingenieure (VDI, 2013).

Der erste Schritt beinhaltet eine **Bestandsaufnahme** mit Hilfe einer Recherche zur Bau- und Nutzungsgeschichte des Objekts.

Die Recherche zur **Standort-, Bau- und Nutzungssituation des Gebäudes** ist eine wichtige Grundlage, insbesondere für sekundäre Schadstoffbelastungen, aus der sich erste Verdachtsmomente zu möglichen **Verunreinigungen der Baustoffe** ergeben können.

Informationsquellen für diese Recherche beinhalten:

- Bestandspläne, Katasterpläne, Bauunterlagen, Abrechnungsunterlagen;
- Unterlagen zu Umbau und Renovierungs-, Instandhaltungs- und Sanierungsarbeiten;
- Unterlagen zu vorherigen Nutzungen des Grundstücks, z.B. Luxemburger Altlasten- und Verdachtsflächenkataster;
- Eventuelle Gefährdungsbeurteilung(en) des Betriebs;
- Leistungserklärungen von Bauprodukten.

Im zweiten Schritt wird eine **Ortsbegehung** zur Bestätigung oder zum Ausschluss etwaiger Verdachtsmomente vorgenommen. Hierbei handelt es sich in erster Linie um eine visuelle Inspektion des Bauobjektes; bei Verdacht auf Schadstoffvorkommen können z.B. Wände oder Fußböden genauer untersucht werden, indem Öffnungen geschaffen werden. Wenn sich aus der Durchsicht der Dokumentation und der Ortsbegehung ein begründeter Verdacht auf Schadstoffbelastungen ergibt, wird eine **technische Schadstoffuntersuchung** notwendig.

Auf der Grundlage eines **Untersuchungsprogramms** und eines **Probenahmeplans** werden dazu Analysen durchgeführt und dokumentiert. Diese dienen zur Planung der **Sanierung und Entsorgung** der kontaminierten Materialien (Entsorgungskonzept).

Wenn vor Beginn der Abbrucharbeiten keine Informationen zu Schadstoffvorkommen vorliegen, sollten Untersuchungen bei berechtigtem Verdacht unmittelbar veranlasst werden.

Procédure générale (3^e fiche de travail: Check-list polluants)

Le présent chapitre n'a pas pour objectif de donner des instructions détaillées sur l'étude relative aux polluants, mais un bref récapitulatif de la procédure à appliquer lors de l'investigation. Celui-ci repose sur les informations figurant dans la littérature spécialisée, notamment sur la directive émise par l'Association des ingénieurs allemands (Verband Deutscher Ingenieure, VDI, 2013).

La première étape consiste à établir **un inventaire** en analysant l'histoire du bâtiment et son utilisation.

La recherche sur **la situation du site, du bâtiment et de l'utilisation** du bâtiment constitue une base importante, notamment pour les contaminations par polluants secondaires, car elle permet de confirmer les premiers soupçons sur **une éventuelle contamination des matériaux**.

Les sources d'informations pour ces recherches sont :

- Plans de situation, plans cadastraux, documents de construction, décomptes ;
- Documents sur les travaux de transformation, rénovation, maintenance et assainissement ;
- Documents relatifs aux utilisations du terrain, p. ex. dans le cadastre luxembourgeois des anciennes décharges et sites contaminés ;
- Éventuelles évaluations des risques de l'entreprise ;
- Déclaration de performance des matériaux de construction.

La deuxième étape consiste en **une visite sur site** permettant de confirmer ou d'exclure les soupçons survenus. Il s'agit ici, en première ligne, d'une inspection visuelle du bâtiment. Si la présence de polluants est soupçonnée, p. ex. au niveau des murs ou planchers, ceux-ci peuvent être examinés plus en profondeur par la réalisation d'ouvertures. Si l'analyse de la documentation et la visite sur site donnent lieu à un soupçon fondé relatif à la contamination par polluants, alors **une étude chimique sur les polluants** est nécessaire.

Des analyses sont alors effectuées et documentées sur la base d'un **programme de contrôle et d'échantillonnage**. Ce programme sert à planifier **l'assainissement et l'élimination** des matériaux contaminés (concept d'élimination).

Si aucune information concernant la présence de polluants n'est disponible avant le début du démantèlement, alors des examens doivent être mandatés immédiatement en cas de soupçon légitime.

Anleitung zum Ausfüllen der Vorlage (3. Arbeitsblatt: Checkliste zu Schadstoffen)

Da die Ermittlung von Schadstoffvorkommen in der **Bausubstanz** zentrales Thema beim Gebäuderückbau ist, welche auch die Zuordnung von Baumaterialien in gefährliche und nicht-gefährliche Abfälle beeinflusst, enthält die Inventarvorlage **wesentliche Aspekte zur Schadstofferhebung**, ohne jedoch eine komplette Dokumentation zu verlangen.

Ergebnisse der historischen Erhebung zur Standort-, Bau- und Nutzungssituation werden im ersten Arbeitsblatt dokumentiert.

Informationen zu schadstoffhaltigen Baustoffen und der bauwerksbezogenen Schadstofferkundung werden durch eine Checkliste erfasst, in der auch Hilfestellung zum **Vorkommen** der Schadstoffe und ihrer **Identifizierung** gegeben wird und auf relevante Fachliteratur verwiesen wird. Es soll eingetragen werden, welche schadstoffhaltigen Baumaterialien im Abrissobjekt vorhanden sind.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Liste möglicherweise vorhandener Schadstoffe lediglich eine Hilfestellung darstellt und nicht als Ersatz für eine angemessene Recherche zu verstehen ist. Sie entbindet die Akteure nicht von der selbstverantwortlichen und abschließenden Schadstofferkundung.

Ergänzende Informationen zur Planung und Vorgehensweise einer Schadstoffuntersuchung befinden sich in nationalen und internationalen Richtlinien und Leitfäden (BayLfU, 2003; ISO 16000-32, 2014, NF X46-020, 2008; SNED, online VDI, 2013). Spezialisierte Datenbanken geben über Schadstoffe in der Bausubstanz Auskunft (CRTE, 2010; ECHA, online; GESTIS-Stoffdatenbank, online; GISBau, online; Schadstoffberatung Tübingen, online).

Instructions pour remplir le modèle (3^e fiche de travail: Check-list polluants)

La détermination **des polluants dans le bâtiment** est un thème central lors du démantèlement d'un bâtiment, car elle influence l'affectation des matériaux de construction en déchets dangereux et non dangereux. C'est pour cette raison que le modèle d'inventaire contient **des aspects essentiels du recensement de polluants**, sans exiger cependant une documentation complète.

Les résultats des relevés historiques concernant le site, le bâtiment et l'utilisation sont généralement documentés dans la 1^{ère} fiche de travail.

Les informations relatives aux matériaux contaminés et l'étude sur les polluants du bâtiment sont saisies par le biais d'une liste de contrôle qui contient non seulement des aides **pour le recensement et l'identification des polluants**, mais également des références à la littérature spécialisée. Il convient ainsi d'indiquer ici les matériaux de construction du bâtiment à déconstruire qui contiennent des polluants.

Noter bien que la liste des polluants possibles n'est qu'une aide et qu'elle ne remplace en aucun cas une recherche adéquate et exhaustive. Elle ne délie pas les acteurs de l'élaboration complète et responsable d'une étude sur les polluants.

Des informations supplémentaires sur la planification et la procédure d'une étude diagnostique de contamination peuvent être consultées dans les lignes directrices nationales et internationales (BayLfU, 2003, ISO 16000-32, 2014, NF X46-020, 2008, SNED, en ligne, VDI, 2013). Des bases de données spécialisées fournissent des informations sur les contaminants potentiellement présents dans les matériaux de construction (CRTE, 2010, ECHA, en ligne, GESTIS Substance Database, en ligne, GISBau, en ligne, Schadstoffberatung Tübingen, en ligne).

Schlusswort
und Ausblick

Conclusion
et perspectives



Da der **Gebäuderückbau eine Schlüsselfunktion** hinsichtlich der Wiederverwendung und Verwertungsmöglichkeiten der Baumaterialien hat, sollen die an der Planung, Durchführung und Nachbereitung dieses Prozesses beteiligten Firmen mit Hilfe benutzerfreundlicher Tools unterstützt werden.

Diese Anleitung stellt keinen vollständigen Leitfaden zum Gebäuderückbau dar, sondern soll vielmehr dazu beitragen, dass die beschriebenen Aspekte der Planung des Gebäuderückbaus als Abfolge logischer Schritte betrachtet werden, in der das Materialinventar die Rolle eines **Planungsinstrumentes** wahrnehmen kann. Die Erstellung eines Inventars vor dem Gebäuderückbau kann die **sortenreine Trennung** der anfallenden Materialien verbessern sowie deren **ordnungsgemäße und umweltfreundliche Wiederverwendung** oder Recycling positiv beeinflussen und somit zur Entwicklung einer **Circular Economy** in Luxemburg beitragen.

Comme le **démantèlement du bâtiment** joue un rôle clé pour les possibilités de réutilisation et de recyclage des catégories de matériaux, les entreprises participant à la planification, à l'exécution et au traitement ultérieur de ces processus doivent être assistées à l'aide d'instruments conviviaux.

Les présentes instructions ne constituent pas un guide complet pour le démantèlement de bâtiments, or leur objectif est de considérer les aspects de la planification du démantèlement de bâtiments décrits comme une séquence d'étapes logiques dans laquelle l'inventaire des matériaux joue le rôle d'un **instrument de planification**. L'élaboration d'un inventaire avant le démantèlement du bâtiment permet non seulement d'améliorer le **tri des matériaux** produits, mais aussi d'influencer positivement leur **réutilisation** ou **recyclage écologique** et conforme aux prescriptions, afin de contribuer au développement d'une **économie circulaire** au Luxembourg.

Langfristiges Ziel ist die Erarbeitung eines Management-Tools, mit deren Hilfe für jede Materialart im Sinne der Abfallhierarchie die ressourcen-effizientesten Wege ermittelt werden können. Dies bedeutet auch, dass die vorhandene **Materialqualität** und technischen und qualitativen Anforderungen der Verwertungsoptionen an das Material berücksichtigt werden müssen.

À long terme, l'objectif consiste à élaborer un instrument de gestion qui permettra de déterminer, pour chaque type de matériau, le mode le plus efficace en termes de ressources pour la réutilisation, le recyclage ou l'élimination au sens d'une hiérarchie des déchets. Ceci signifie que la **qualité des matériaux** disponibles et les exigences techniques et qualitatives imposées au matériau par les options de valorisation doivent être prises en considération.

REFERENZEN, LITERATURHINWEISE UND DATENBANKEN

RÉFÉRENCES, LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE ET BANQUES DE DONNÉES

- **ADEME, 2016a.** Déchets de Bâtiment. Fiche Technique ADEME. Août 2016. <http://www.ademe.fr/mediatheque>
- **ADEME, 2016b.** Déchets des Travaux Publics. Fiche Technique ADEME. Août 2016. <http://www.ademe.fr/mediatheque>
- **Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (BayLfU), 2003.** Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau. Kontaminierte Bausubstanz, Erkundung, Bewertung, Entsorgung.
- **BRE, 2017.** Building Research Establishment. Material Resource Efficiency in Construction – Supporting a Circular Economy. IHS Global Ltd. www.bretrust.org.uk
- **BRE SMARTWaste**, online. <http://www.smartwaste.co.uk/>
- **Bruxelles Environnement**, 2009. Guide de Gestion des Déchets de construction et de Démolition. Chapitre 5: Chantiers de Bâtiments. Letzter Zugriff: 30/03/2017. http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Guide_Dejets_construction_FR.PDF
- **Bruxelles Environnement** (2011a). Architectes et professionnels du secteur de la construction. Fiche 4.3: La gestion des déchets du secteur de la Construction. Rapport technique - Bâtiments exemplaires. Letzter Zugriff: 30/03/2017. http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF%20BATEX%20Fiche4.3.%20Dejets%20FR.pdf
- **Bruxelles Environnement** (2011b). Infos Fiches – Inventaire Déchets. FR.DOC - 09/02/2011. Letzter Zugriff: 30/03/2017. http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_DECHETS_Inventaire_dejets_FR.PDF
- **Bruxelles Environnement**, online. Dossier | Réemploi-réutilisation des matériaux de construction. Dispositifs. Letzter Zugriff: 30/03/2017. <http://www.guidibatimentdurable.brussels/fr/dispositifs.html?IDC=8998>
- **CETE**, 2012. Centres d'études techniques de l'Équipement. Prévention et gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics. http://www.centre-est.cerema.fr/IMG/pdf/ct69_detc_dspes_guide_planification_BTP_cle03815a.pdf
- **CRTE**, 2010. Centre de Ressources des Technologies pour l'Environnement. Guide de la construction et de la rénovation durables. Letzter Zugriff: 27/02/2017. <http://www.crtib.lu/sites/crtib/files/inline-files/20101223-Leitfaden-FR-2.02.pdf>
- **Décret n° 2011-610 du 31 mai 2011** relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments) (Frankreich) <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2011/5/31/DEVL1032789D/jo>
- **Deutschen Abbruchverbandes**, 2015. „Abbrucharbeiten - Grundlagen, Planung“.
- **ECHA**, online. Europäische Chemikalienagentur. Informationen zu Gefährlichkeit und notwendigen Sicherheitsmaßnahmen für eine Vielzahl von Stoffen. <https://echa.europa.eu/de/advanced-search-for-chemicals>
- **ENCORD**, 2013. Construction Waste Management Protocol. <http://www.encord.org/wp-content/uploads/2013/06/2013-05-ENCORD-Waste-Measurement-Protocol-Issue-V1-Low-Res.pdf>

- **Europäische Kommission (EC)**, 2016. EU Construction & Demolition Waste Management Protocol.
http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8983
- **Entscheidung der Kommission 2000/532/EG vom 3. Mai 2000** zur Ersetzung der Entscheidung 94/3/EG über ein Abfallverzeichnis gemäß Artikel 1 Buchstabe a) der Richtlinie 75/442/EWG des Rates über Abfälle und der Entscheidung 94/904/EG des Rates über ein Verzeichnis gefährlicher Abfälle im Sinne von Artikel 1 Absatz 4 der Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle.
- **FFB**, 2014. Fédération Française du Bâtiment. Déchets de chantier. Les réponses aux questions que vous vous posez. Letzter Zugriff: 08/03/2017 http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/res/dechets_chantier/PDF/Dechets_QR_231014_V5protege.pdf
- **GESTIS-Stoffdatenbank**, online. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Letzter Zugriff: 28/02/2017: http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestisdeu:sdbdeu
- **GISBau-Datenbank**, online. Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Letzter Zugriff: 28/02/2017: <http://www.bgbau.de/gisbau>
- **ISO 16000-32:2014**. Innenraumluftverunreinigungen - Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe (ISO 16000-32:2014); Deutsche Fassung EN ISO 16000-32:2014
- **ITM**, 2014. Chantiers de construction et de démolition - Prescriptions de sécurité types (ITM-1408.2)
- **ITM**, 1995. Travaux de démolition - Prescriptions de sécurité types (ITM-CL-137-1)
- **ITM**, 2012. Koordinierter Text der abgeänderten großherzoglichen Verordnung vom 15. Juli 1988 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen eine Gefährdung durch Asbest am Arbeitsplatz (ITM-SST 7017) Gesetz vom 21. März 2012 zur Abfallwirtschaft. Memorial, Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg. Recueil de Législation A- N°60, 28 mars 2012.
- <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/memorial/2012/60>
- **Großherzogliche Verordnung vom 7. Dezember 2007** zur Verbringung von Abfällen. Memorial Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg. Nr. 223
- **JRC**, 2012. Joint Research Centre. Best Environmental Management Practice in the Building and Construction Sector. Letzter Zugriff: 08/03/2017. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/emas/documents/ConstructionSector.pdf>
- **Loi modifiée du 10 juin 1999** relative aux établissements classes. Memorial, Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg. Recueil de Législation A-N° 220, 31 octobre 2011.
http://www.environnement.public.lu/etablissements_classes/legislation/loi_modif_10_06_1999_f.pdf
- **LUBW**, online. Stoffkatalog – Umweltrelevante Baustoffe. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/49145/>
- **Luxemburger Altlasten- und Verdachtsflächenkataster**, online. Les sites contaminés, eingesehen am 28/02/2017.
http://www.environnement.public.lu/dechets/dossiers/sol/sites_contaminees/
- **Ministerialerlass vom 19. Dezember 2011**. Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments (Frankreich). <https://www.legifrance.gouv.fr//affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025145228>
- **NF X46-020 Décembre 2008**. Repérage amiante - Repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie
- **ÖNORM B 3151**, 2014. Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode. Austrian Standards Institute.
www.austrian-standards.at

- **ÖNORM S 5730:2009**. Erkundung von Bauwerken auf Schadstoffe und andere schädliche Faktoren.
https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/345244/OENORM_S_5730_2009_10_15
- **OPTIGEDE**, online. Erfahrungsaustausch zwischen Kommunen und Unternehmen.
<http://www.optigede.ademe.fr>
- **Récylum**, GTM Bâtiment, Nantet et Arès Associations, 2016. DEMOCLES – Les clés de la Démolition Durable.
www.ademe.fr/mediatheque
- **Schadstoffberatung Tübingen**, online. <http://www.schadstoffberatung.de>
- **SNED**, online. Diagnostic en matière de recherche de substances dangereuses:
http://www.sned.fr/mediatheque/05-FICHES-ESSENTIELLES-DIAGNOSTICS_V2.pdf
- **SOGED**, online. Schéma d’Organisation de Gestion et d’Élimination des Déchets.
- **VDI**, 2013. Richtlinie des Verbands Deutscher Ingenieure VDI/GVSS 6202, Blatt 1, Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen - Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten
- **VDI**, 2016. Richtlinie des Verbands Deutscher Ingenieure VDI 6210, Blatt 1 zum Abbruch von baulichen und technischen Anlagen.

Kontakt / Contact

Administration de l'environnement

Unité stratégies et concepts
1, avenue du Rock'n'Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette
www.emwelt.lu

Luxembourg Institute of Science and Technology

Environmental Research and Innovation Department (ERIN)
Environmental Policy Support
41, rue du Brill
L-4422 Belvaux
Tel.: 27 58 88-1 / Fax: 27 58 85
www.list.lu



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration de l'environnement

Administration de l'environnement, 2017.

Anleitung zum Erstellen des Inventars von Baumaterialien beim Gebäuderückbau.
Guide pour l'élaboration de l'inventaire des matériaux de construction lors de la déconstruction d'un bâtiment.