



Berücksichtigung von Umweltkriterien in öffentlichen Ausschreibungen



XCarb®

Recycelt und
erneuerbar hergestellt

EcoSheetPile™ Plus

Die europäischen Länder haben sich für die nächsten Jahre und Jahrzehnte strenge Ziele zur Verringerung des CO₂-Fußabdrucks gesetzt. Die nationalen Ziele ändern sich regelmäßig, so dass jeder Prozentsatz, den wir hier nennen, in ein paar Monaten schon wieder veraltet sein könnte. Insgesamt liegt er in der Größenordnung von 50 % bis 2030. Es besteht kein Zweifel, dass massive Investitionen in der Bauindustrie erforderlich sind, um bis 2050 die Klimaneutralität zu erreichen. Die gute Nachricht ist jedoch, dass einfache Maßnahmen schnell zu greifbaren Ergebnissen führen können. Die Optimierung des Projektdesigns ist definitiv eine Möglichkeit, den Verbrauch natürlicher Ressourcen zu reduzieren und den ökologischen Fußabdruck neuer Projekte zu verringern. Dabei ist die Optimierung eine nie endende Herausforderung für Architekten, Ingenieure und Bauunternehmen. In dieser Broschüre soll jedoch eine weitere, ergänzende Strategie aufgezeigt werden. Wie können Behörden und private Investoren bereits heute einen Wandel herbeiführen? Es gibt einige Lösungen, und wir wollen eine davon anhand eines Produktes veranschaulichen, das weltweit in der Infrastruktur verwendet wird: Stahlspundbohlen.

Stahlspundbohlen werden hauptsächlich für **dauerhafte Anwendungen** im Bauwesen verwendet, besonders für Infrastrukturen und Gründungen, d.h. für den Bau von Kaimauern, Stützwänden, Tiefgaragen, Brückenwiderlagern usw. Außerdem werden Spundwände für **vorübergehende Anwendungen** eingesetzt, z. B. für wasserdichte Fangedämme im Wasser, tiefe Baugruben im städtischen Gebiet usw. Einer der Hauptvorteile, aus finanzieller und ökologischer Sicht, besteht darin, dass sie in den Boden gerammt, und nach ihrer Nutzungsdauer leicht wieder gezogen werden können. Somit hat man die Möglichkeit sie entweder **vor dem Recycling mehrmals wiederzuverwenden oder sie direkt zu recyceln**.

Wie kann man die umweltfreundlichste Lösung für ein Projekt auswählen? Man könnte es mit einer **Ökobilanz/Lebenszyklusanalyse (LCA)** versuchen. Beruhen Ökobilanzen auf wissenschaftlichen Fakten? Kann man ihnen vertrauen?

Im Prinzip ja, aber das hängt von der Art und Weise ab, wie die Ökobilanz durchgeführt wurde, sowie von der Relevanz und Zuverlässigkeit der in der Analyse verwendeten Daten.

+ Ökobilanz (LCA)

Beispiel 1. Eine von der Stadt Zürich (Schweiz) im Jahr 2014 durchgeführte Ökobilanz [1] kam zu dem Ergebnis, dass Stahlspundwände, die als temporäre Stützwände für städtische Baugruben verwendet werden, im Vergleich zu anderen Lösungen den CO₂-Fußabdruck dieser Strukturen drastisch reduziert (um mehr als das Dreifache), wenn die Spundbohlen mehrmals verwendet werden bevor man sie recycelt

Beispiel 2. ArcelorMittal führte eine Ökobilanz durch, in der die Umweltauswirkungen von zwei alternativen Kaimauer-Konstruktionsmethoden eines Kreuzfahrtterminals verglichen wurden [2]. Grundlage der Ökobilanz war ein detaillierter konzeptioneller Entwurf der Strukturen, der von einem renommierten belgischen Ingenieurbüro erstellt wurde. Die Ökobilanz ging von den gleichen Annahmen für die Alternativen aus und wurde von einem Gremium unabhängiger Experten begutachtet. Abb. 1 zeigt die Einsparung von 559 Tonnen CO₂-Äquivalent durch die Wahl der Alternative mit dem geringsten ökologischen Fußabdruck, was einer Differenz von 44 % entspricht.

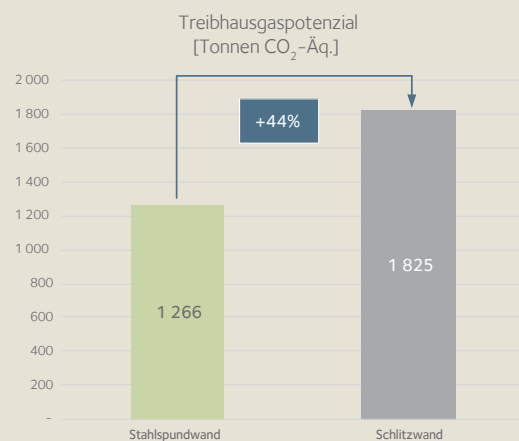


Abb. 1. Ökobilanz beim Bau einer Kaimauer – Treibhausgaspotenzial von zwei Alternativen [2].

Ökobilanzen (LCA) und Umweltproduktdeklarationen (EPD)

Für Laien ist der Unterschied zwischen einer LCA und einer EPD nicht immer offensichtlich. Vereinfacht ausgedrückt, analysiert eine Ökobilanz alle Umweltbelastungen eines Produktes (oder einer Dienstleistung, aber hier geht es nur um das Produkt) während seines Lebenszyklus. Sie umfasst die Gewinnung aller Rohstoffe und ihre Weiterverarbeitung, den Transport, die Herstellung des Produktes, alle weiteren Verarbeitungsschritte vor der Installation am Einsatzort, die Nutzungsphase, die Demontage und schließlich die Wiederverwendung oder das Recycling des Produktes. Eine Umweltproduktdeklaration ist ein gewichteter Durchschnitt des ökologischen Fußabdruckes eines Produktes auf der Grundlage seiner verschiedenen Anwendungen und sozusagen das Ergebnis mehrerer Ökobilanzen für ein einzelnes Produkt. Eine EPD deckt die Herstellung eines Produkts über einen bestimmten Zeitraum ab – in der Regel ein Jahr – während die LCA den Lebenszyklus des Produktes berücksichtigt, der je nach Anwendung von einem sehr kurzen Zeitraum bis zu vielen Jahren reichen kann.

Betrachten wir einmal die Stahlpundbohlen: Ihre globalen Umweltauswirkungen unterscheiden sich etwas von denen ähnlicher Stahlprodukte wie Träger und Stabstahl, was hauptsächlich auf die höhere Wiederverwendungsrate von Spundbohlen und den großen Anwendungsbereich zurückzuführen ist. Das ist einer der Gründe, warum ArcelorMittal EPDs für Spundbohlen, Träger, Stabstahl, Schienen usw. erstellt hat, auch wenn die Produkte im selben Stahlwerk und/oder Walzwerk hergestellt werden.

Es gibt zwei Arten von Stahlpundbohlen: warmgewalzte (HRSSP) und kaltgeformte (CFSSP). Beide Arten können aus Stahl der **Primärroute** (Hochofen/LD-Verfahren – BF/BOF – Umwandlung von Eisenerz in Stahl) als auch aus der **Sekundärroute** (Elektrolichtbogenofen – EAF – Recycling von Stahlschrott zu neuem Stahl) hergestellt werden. Der CO₂-Fußabdruck bei der Herstellung von Spundbohlen mit Stahl aus der EAF-Route, wie z. B. die **EcoSheetPile™**-Reihe – siehe [3] – ist viel niedriger als bei Spundbohlen aus der BF/BOF-Route, z. B. ArcelorMittals CFSSP, die aus warmgewalzten Coils hergestellt werden – siehe [4].

Umweltkriterien - Das niederländische Beispiel

Es gibt einige europäische Länder, die damit begonnen haben, Umweltkriterien in die öffentlichen Bauausschreibungsverfahren miteinzubeziehen, doch die Niederlande sind darin Vorreiter. Sie setzen systematisch **Umweltkriterien in einem Schema für öffentliche Ausschreibungen durch, die zur nachhaltigsten Lösung führt** auf Basis *des wirtschaftlich günstigsten Angebotes* [6]. Derzeit verwenden die öffentlichen Verwaltungen die **Monetarisierungsmethode**, welche auf einer Gewichtungsmethode basiert. Diese verwendet mehrere Umweltindikatoren, entweder aus nationalen EPDs oder aus generischen Daten in einer nationalen Datenbank [7], sodass sich ein einziger Umweltkostenindikator (ECI) für jedes Produkt ergibt. Der berechnete Gesamt-ECI umfasst die Mengen der Materialien, die eine große Auswirkung auf den ökologischen Fußabdruck des Projekts haben, und wird in eine finanzielle Gutschrift (*fiktiver Bonus*, siehe Abb.3) umgewandelt. Die Gutschrift wird in der Folge vom Gesamtpreis abgezogen. Der Auftrag wird also nicht unbedingt an den Auftragnehmer mit dem niedrigsten Angebot vergeben. Dieser Ansatz ist ein Anreiz für Auftragnehmer und Hersteller in Forschung und Entwicklung zu investieren und die Planung und Ausführung zu optimieren, um die Umweltauswirkungen der einzelnen Projekte zu verringern. Ein weiterer Vorteil dieser Methode besteht darin, dass der ECI die Auswirkungen mehrerer Umweltindikatoren und der Gesamtmenge der gelieferten Materialien berücksichtigt. Somit wird eine Verlagerung von einem Umweltindikator oder Produkt auf andere verhindert. Die Methode ist nicht nur auf den CO₂-Fußabdruck beschränkt!

Es handelt sich zweifellos um eine gute Initiative. Aber mit einem Nachteil für Hersteller, die auf mehreren europäischen Märkten tätig sind, da sie mehrere "nationale" EPDs benötigen. Die niederländische

+ Treibhausgaspotenzial (GWP)

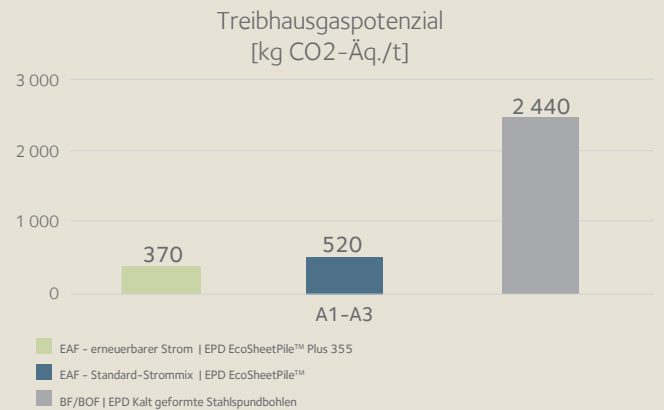


Abb. 2. Vergleich des Treibhausgaspotenzials (GWP) von verschiedenen Spundbohlen / Produktionsweisen – Module A1 – A3. [3], [4], [5].

Die neue Produktreihe **EcoSheetPile™ Plus** [5] ist Teil der **XCarb®**-Initiative von ArcelorMittal, die Produkte mit einem geringen CO₂-Fußabdruck umfasst und zu ArcelorMittals Übergang zur Klimaneutralität bis 2050 beiträgt. Die Reihe nutzt **100 % erneuerbaren Strom** in der EAF-Route, wodurch das Treibhausgaspotenzial im Vergleich zur EcoSheetPile-Produktreihe um weitere rund 30 % reduziert wird (siehe Abb. 2 – 370 vs. 520 kg CO₂-Äq/t).

+ Beispiel für einen fiktiven Bonus auf der Grundlage eines Umweltkostenindikators

Beispiel: Fiktiver Bonus für einen besseren ECI

Für den Ausbau einer Autobahn zwischen Schipol und Almere berechnete die Regierung ein Referenz-ECI von etwa 14 Mio. €. Im Rahmen des Ausschreibungsverfahrens wurde beschlossen, den fiktiven Bonus an Projekte zu verteilen, die einen ECI von weniger als 12 Mio. € erreichen. Der maximale Nachlass belief sich auf 10 Mio. € auf das gesamte Projektbudget. Der fiktive Bonus wurde zwischen Vorschlägen von 6 Mio. € und 12 Mio. € linear verteilt.

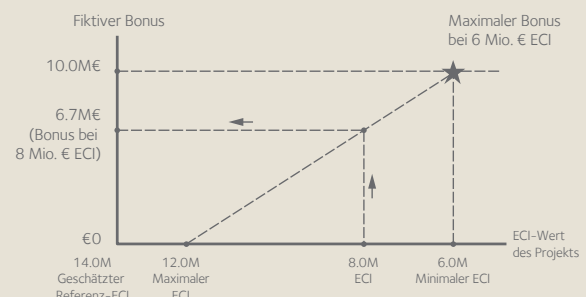


Abb. 3. Beispiel für einen fiktiven Bonus (Kredit), der dem Angebot eines Auftragnehmers auf der Grundlage von Umweltkriterien (ECI) in einer öffentlichen Ausschreibung in den Niederlanden gewährt wird [8].

Monetarisierungsmethode wird im **Bericht vom niederländischen Institut TNO** [8] erläutert, welcher für ArcelorMittal erstellt wurde. (der Bericht ist auf Anfrage erhältlich).

Gesamte Lebenszykluskosten

Da Spundbohlen mehrmals wiederverwendet und zu 100 % recycelt werden können, ist es wichtig die **Gesamtlebenszykluskosten** zu berücksichtigen, einschließlich der Umweltauswirkungen am Ende des Lebenszyklus (End-of-Life-Phase) und außerhalb der Systemgrenzen (Module C und D der europäischen Norm **EN 15804** [9]), d. h. Rückbau, Wiederverwendung und Recycling der Elemente. Für das Bauwesen ist eine Ökobilanz eine einigermaßen faire und transparente Methode, um verschiedene Lösungen und Anbieter zu vergleichen. Eine Ökobilanz ist genauer und realistischer, wenn sie spezifische EPDs der Hersteller, und keine kollektiven EPDs oder generischen Daten aus Datenbanken verwendet, was allerdings in den ISO- und EN-Normen nicht vorgeschrieben ist. Da einige Annahmen der EPDs nicht immer auf ein spezifisches Projekt zutreffen können, sollte der Experte über genügend Erfahrung und zuverlässige Daten des Herstellers verfügen, um die Ergebnisse der EPDs an die projektbezogene Ökobilanz anzupassen.

Beispiel: Bei einer Tiefgarage mit einer Nutzungsdauer von 100 Jahren ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Spundbohlen nach der Nutzungsdauer wiederverwendet werden, recht gering, aber das Recycling der Spundbohlen ist sehr wahrscheinlich. Da der Stahl in direktem Kontakt mit dem Boden steht, kann sich die Korrosion zudem auf die Menge des Stahls auswirken, die recycelt werden kann. Diese Parameter beeinflussen die Werte der Indikatoren der Module C und D und sollten in einer projektspezifischen LCA nicht vernachlässigt werden.

Bei Stahl und anderen Materialien kann das **Vernachlässigen der Module C und D zu einer Unterschätzung des CO₂-Fußabdrucks im Lebenszyklus führen**. Bei Stahl aus der EAF-Route ist der Wert von Modul D oft positiv und hängt im Wesentlichen von der Menge des Materials ab, die am Ende des Lebenszyklus für das Recycling zur Verfügung steht. Auf der Grundlage der Methodik, die von der *Worldsteel Association* vorgeschlagen wird, ist der Wert von Modul D bei Stahl aus der BF/BOF Route in der Regel negativ und verringert den CO₂-Fußabdruck über den gesamten Lebenszyklus erheblich. Aus Abb. 4 geht hervor, dass ein Vergleich der Werte der Module A1–A3 (links: 520 vs. 2 440 kg CO₂-Äq./t) der EPDs und der Gesamtauswirkungen der Module A1 bis D (rechts: 519 vs. 762 kg CO₂-Äq./t) zum gleichen Ergebnis führt, allerdings mit geringerem Unterschied. Es ist zu beachten, dass verschiedene EPDs nur dann miteinander verglichen werden können, wenn alle Annahmen identisch sind. Dies ist bei den drei EPDs in der Abbildung nicht der Fall: Die Wiederverwendungs- und Recyclingraten sind recht unterschiedlich, so dass Modul D stark von diesen Raten beeinflusst wird. Für einen sinnvollen Vergleich sollte eine Anpassung der EPD in Betracht gezogen werden. Wenn diese Berechnungsfunktion nicht in der EPD enthalten ist, kann man den Autor der EPD bitten, die angepassten Zahlen zur Verfügung zu stellen. Hier wurden jedoch nur die Werte aus der EPD überprüft und veröffentlicht.

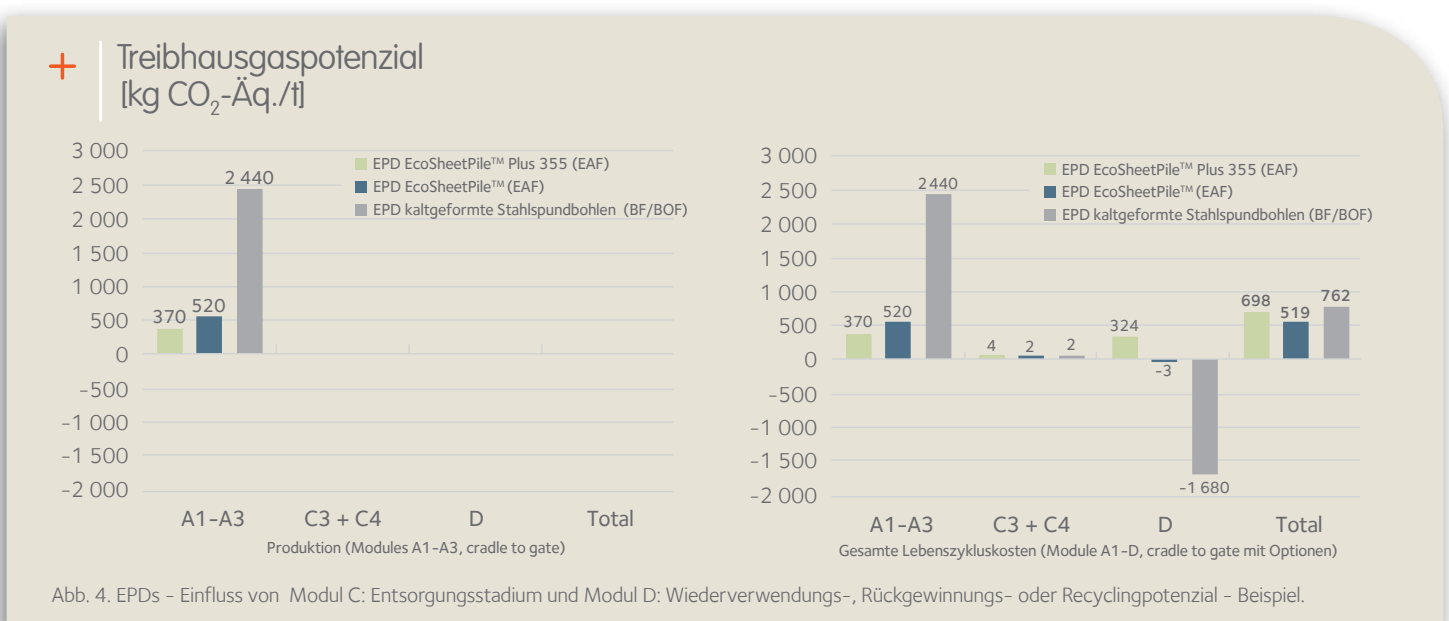
Alle weiteren Daten, die der Hersteller liefert, werden ohne Garantie aus der EPD abgeleitet, es sei denn, sie wurden mit einem *zertifizierten und überprüften EPD-Tool* berechnet.

Die Wiederverwendung der Spundbohlen kann den CO₂-Fußabdruck erheblich reduzieren, so dass ein Weglassen der Module C und D die CO₂-Bilanz für ein bestimmtes Projekt überbewerten würde (Korrosion ist für temporäre Anwendungen vernachlässigbar), und diese Lösung gegenüber anderen Lösungen benachteiligen werden würde (siehe Abb. 5).

Bei der Wahl einer geeigneten Lösung sind mehrere Schlüsselindikatoren zu berücksichtigen, wobei der Hauptindikator die Baukosten sind, die in einigen Ländern bei öffentlichen Bauvorhaben nur rund 50 % betragen können. Parameter, die einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben, sollten mit einer Sensitivitätsanalyse untersucht werden. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Schlussfolgerungen aus einer Ökobilanz nicht einfach auf andere Situationen, Standorte oder Länder übertragen werden können, ohne entsprechende Anpassungsfaktoren anzuwenden.

Wie bereits erwähnt, hängen die in einer EPD angegebenen Werte von verschiedenen Indikatoren und getroffenen Annahmen ab. Obwohl es seltsam erscheinen mag, hängen die Ergebnisse aber auch von der verwendeten Datenbank und Software sowie von der Version der Software ab. Daher wird empfohlen, bei der Verwendung oder dem Vergleich von Daten aus EPDs, solche desselben Programmbetreibers zu verwenden. Falls dies nicht möglich ist, sollte der Einfluss getroffener Annahmen und Berechnungsmethoden auf die Ergebnisse der EPDs analysiert werden. Um es für alle Beteiligten fairer und einfacher zu machen, akzeptieren einige Länder nur EPDs, die bei ihrem nationalen Programmbetreiber registriert wurden. In den Niederlanden können z. B. nur EPDs die beim MRPI [10] registriert sind für eine LCA verwendet werden.

Außerdem beruht eine projektspezifische LCA auf einem Projektentwurf. Änderungen am Entwurf oder an der Herstellung des Produktes können die Schlussfolgerungen einer Ökobilanz erheblich verändern. Der Entwurf von Bauwerken ist ein recht langwieriger und dynamischer Prozess mit eingeschränkter Zuverlässigkeit hinsichtlich Kosten und Techniken, da sich diese schnell ändern können. Daher sollte eine Ökobilanz in jeder Phase des Projektes und besonders bei der Auswahl des Auftragnehmers durchgeführt werden. Folglich ist es ebenso wichtig, während der Ausführungsphase und am Ende des Projektes den ökologischen Fußabdruck zu überwachen. Falls der Auftragnehmer seine Umweltziele nicht erreicht, muss er mit einer Geldstrafe rechnen, die proportional zu den festgestellten Abweichungen steht.



Vergleich des ökologischen Fußabdrucks mehrerer Varianten

Ein **fairer Vergleich** mehrerer Varianten ist nur möglich, wenn die **Funktionseinheit an die Konstruktion angepasst ist**. Dabei kann es sich um eine einfache Einheit handeln, z. B. einen Meter fertige Kaimauer, oder vorzugsweise um das gesamte zu vergleichende Element (d. h. 200 Meter fertige Kaimauer). Dieser Ansatz ermöglicht den Vergleich des fertigen Bauwerkes und verhindert eine Verlagerung einer Umweltbelastung von einem Teilbauwerk auf ein anderes. Wegen der Komplexität ist es jedoch nicht immer möglich, die zahlreichen Kombinationen des gesamten Systems während der verschiedenen Entwurfsphasen zu analysieren. Dann kann es sinnvoll sein, die Konstruktion in kleinere Strukturelemente zu unterteilen und für jede Teilstruktur eine funktionale Einheit zu definieren.

Beispiel: Wenn eine Stützwand einer Tiefgarage wasserdicht sein soll, muss der Vergleich der Varianten die zusätzlichen Abdichtungssysteme berücksichtigen. Es wäre ungerecht, nur die einzelnen Elemente der Stützwände zu vergleichen. Eine Tiefgarage besteht aus einer Vielzahl von Bauteilen, wie z. B. den äußeren Stützwänden, der Bodenplatte den Decken, den inneren Stützen usw.

Es ist sinnvoll, Teilstrukturen wie die Stützwände separat zu analysieren, außer bei sehr kleinen Gebäuden, da dies einen erheblichen Mehraufwand bedeuten würde.

Zu beachten ist außerdem, dass die Bauwerke für die gleiche Nutzung, das gleiche Sicherheitsniveau, nach den gleichen oder gleichwertigen Regeln und Vorschriften und für die gleiche Nutzungsdauer ausgelegt sein müssen.

Der ökologische Fußabdruck des Transports, von in Europa hergestellten und in Europa eingebauten Spundbohlen, ist im Vergleich zu den Auswirkungen der Produktion relativ gering, wenn man den gesamten Lebenszyklus eines dauerhaften Bauwerks betrachtet. Als Faustregel gilt, dass dieser Beitrag weniger als 10 % der Gesamtbelastung beträgt. In einigen speziellen Fällen sind die Auswirkungen des Transports jedoch nicht zu vernachlässigen: z. B. bei Stahlsplundbohlen, die mehrmals, aber auf verschiedenen Baustellen wiederverwendet werden, oder bei Spundbohlen, die über sehr weite Entfernungen, insbesondere per Lkw, oder aus anderen Kontinenten transportiert werden.

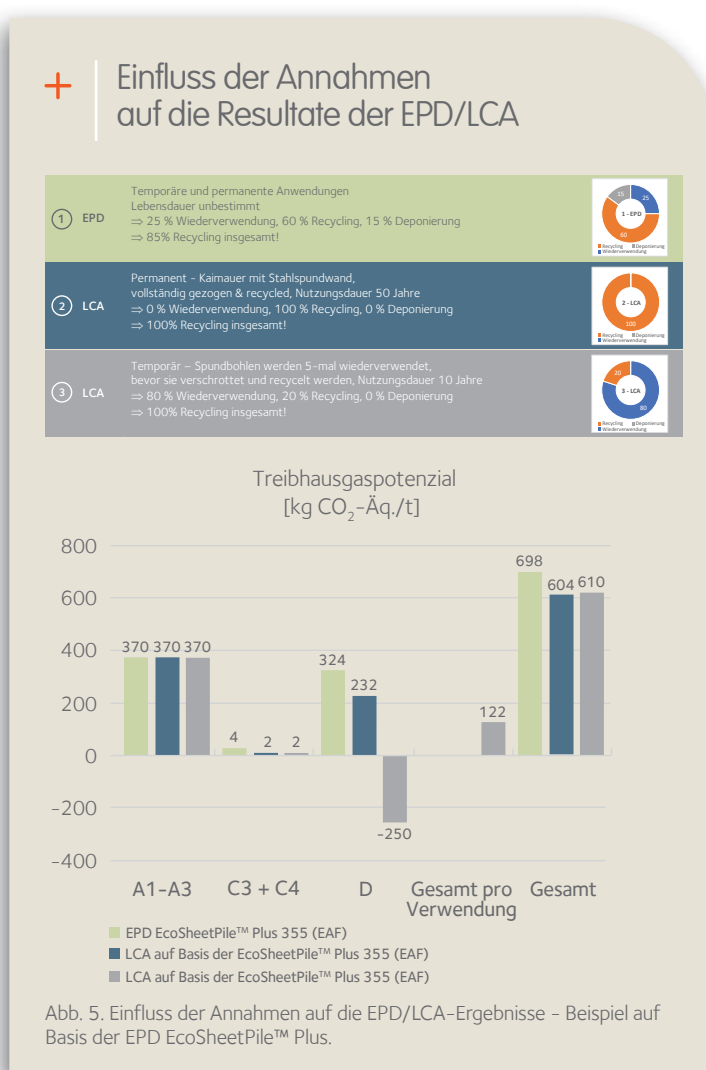
Praktiken am Ende des Lebenszyklus

Im Allgemeinen werden Stahlsplundbohlen nach einer temporären Nutzung bzw. nach der vorgesehenen Nutzungsdauer zurückgewonnen. Im Jahr 2016 ging ArcelorMittal für die erste EPD und für die EPD *EcoSheetPile™*, auf der Grundlage von Kundenfeedback und einer Marktumfrage, davon aus, dass 25 % wiederverwendet, 74 % recycelt und 1 % deponiert werden. Diese Daten sind repräsentativ für die gesamte Produktion und die Nutzung in Europa. Für die EPD *EcoSheetPile™ Plus* hat ArcelorMittal nach einer eingehenderen Analyse die Annahmen auf 15 % Deponierung (Korrosion, nicht gezogene Spundwände, ...) und 25 % Wiederverwendung geändert. Diese Werte sollten für jede projektspezifische Ökobilanz angepasst werden: Bei einigen Projekten entsteht kein Verlust, bei anderen können 100 % mehrmals wiederverwendet werden, usw.

Man sollte auch beachten, dass einige Auswirkungen auf die Gesellschaft nicht durch eine EPD oder eine LCA ausgedrückt werden können. Die Menge an Material, die zu einer Baustelle geliefert werden muss, hat direkte Umweltauswirkungen, die in einer Ökobilanz berechnet wird. Aber auch andere, indirekte und nicht-finanzielle Auswirkungen sollten berücksichtigt werden. Dazu zählt z. B. der Verkehr und die Staus in städtischen Gebieten aufgrund des Transportes der Bauelemente, aber auch der Lärm der Baustelle. Leider lassen sich die dadurch entstehenden finanziellen Auswirkungen und die Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Anwohner nur schwer abschätzen. Daher ist die Wahl von leichten und kompakten Fertigelementen, sowie von Konstruktionen die schneller fertiggestellt werden können, eine sinnvolle Entscheidung für die Umwelt.

Das Diagramm in Abb. 5 verdeutlicht die Ergebnisse, die sich aus unterschiedlichen Annahmen zwischen einer EPD (Gesamtauswirkungen der Spundbohlenproduktion) und projektspezifischen Ökobilanzen (Auswirkungen der Spundwand für ein bestimmtes Projekt) ergeben. Die Beispiele basieren auf der EPD *EcoSheetPile™ Plus* für 1 Tonne Spundbohlen am Werkstor des Herstellers (d.h. ohne Transport und Einbau).

Abb. 5 zeigt, wie wichtig es ist, den Einfluss der getroffenen Annahmen, vor allem die von Modul D, zu berücksichtigen. Die Verwendung der Werte aus der EPD ist in einem vorläufigen Projektstadium akzeptabel, wenn eine Gesamtanalyse mehrerer Konstruktionen durchgeführt wird. Für den weiteren Entwurf sollte jedoch eine projektspezifische LCA durchgeführt werden. Würde man darüber hinaus die Vorteile der Wiederverwendung von Spundbohlen in temporären Konstruktionen außer Acht lassen, würde dies die erste Verwendung drastisch benachteiligen: Insgesamt nur 122 kg CO₂-Äq./t pro Verwendung gegenüber insgesamt 698 kg CO₂-Äq./t bei nur einer Verwendung. Modul D kann positiv oder negativ



sein, je nach Produktionsroute und Recyclingrate des Stahls nach der Nutzungsdauer.

Zudem hat ein dauerhafter Materialverlust (Deponierung) einen negativen Einfluss auf Modul D.

Wenn bei einem Projekt keine Verluste zu erwarten sind, führt eine Änderung der Deponierate auf 0 % zu einer Verringerung des Treibhausgaspotenzials (GWP) von 698 auf 604 kg CO₂-Äq/t, was einer Verringerung um 15 % entspricht! Auf der anderen Seite führt eine Erhöhung der Deponierate in einer Ökobilanz zu einem über 15 % höheren Treibhausgaspotenzial, welche über dem Wert der EPD liegt.

Letztendlich kann es vorkommen, dass ein Mangel an zuverlässigen Daten und Informationen über einen bestimmten Gegenstand, den Experten dazu zwingt einige Phasen der Ökobilanz auszulassen. Dies ist akzeptabel, solange die Auswirkungen im Vergleich zum Gesamtergebnis gering ist.

Fallstricke

In der Vergangenheit fassten bereits mehrere Ausschreibungen Umweltkriterien mit ein, leider hatten einige einen negativen Einfluss auf die Wahl der umweltfreundlichsten Lösung. Nachstehend einige Beispiele:

- *Der Transport des Produktes als einziges Umweltkriterium.* Wie bereits erwähnt, hat der Transport von in Europa hergestellten und in Europa verwendeten Stahlspundbohlen im Vergleich zur Produktion nur einen geringen Anteil am CO₂-Fußabdruck, insbesondere bei Produkten aus der BOF-Route. Der Transport vom Hersteller zur Baustelle sollte auf jeden Fall berücksichtigt werden, aber als Ergänzung zur Produktion und anderen Elementen, die nicht vernachlässigt werden dürfen.
- *Der Transport wird nur vom Zwischenhändler oder Lagerplatz bis zur Baustelle berücksichtigt.* Auch hier hat der Transport einen geringen Anteil. Die gesamte Lieferkette sollte aber berücksichtigt werden, vom Hersteller bis zu einem Anarbeiter/Lager und von dort bis zur Baustelle.
- *Bearbeitung/ Herstellen von Spezialbohlen.* Bei fast jedem Spundwandprojekt gibt es einige Spezialbohlen und/oder besondere Anforderungen an die Endbearbeitung, wie z. B. Abzweigbohlen, beschichtete Bohlen, geschweißte Bohlen, Dichtungssysteme usw. Auch wenn ihr Beitrag meistens vernachlässigt werden kann, sollten sie Teil des Systems sein, das in der Ökobilanz analysiert wird, insbesondere wenn es sich um große Flächen mit Beschichtungen oder Feuerverzinkung handelt. Falls ein kathodischer Korrosionsschutz ein Beschichtungssystem ersetzt, sollte er Teil des Systems „Stützwand“ sein, um zu vermeiden, dass beim Vergleich von Alternativen eine Umweltauswirkung auf ein anderes Teilsystem verlagert wird.
- *Zuschnitt aus Lagermaterial.* Einige Projekte erfordern eine schnelle Materiallieferung. Dieser Service kann durch eine intelligente Lagerverwaltung von gebrauchtem und neuem Material, im Werk oder von einem örtlichen Lagerplatz, gewährleistet werden. Das Zuschneiden von Spundbohlen von Standardlängen auf projektspezifische Längen ist in der Regel mit finanziellen und ökologischen Auswirkungen verbunden. Wenn der verbleibende Abschnitt zu kurz wird, hat er im Allgemeinen keinen wirtschaftlichen Wert mehr und wird direkt recycelt. Eine projektspezifische LCA sollte diesen Materialverlust berücksichtigen. Daher sollte eine Analyse der Umweltauswirkungen bis zum Eingangstor der Baustelle untersucht werden und alle Verluste zwischen dem Werkstor und dem Endverbraucher miteinbezogen werden. Obwohl Lagermaterial für kleine, temporäre Konstruktionen unverzichtbar ist, sollten Lieferungen vom Lager mit projektspezifischen Walzmaterial vom Werk (Lieferung der optimalen Länge) auf einer fairen Basis verglichen werden.

Beispiel: Der Einbau von Stahlspundbohlen hängt in hohem Maße von dem verwendeten Equipment, sowie von den tatsächlichen Bodenverhältnissen ab. In der frühen Phase, z. B. während der Vorplanung, stehen diese Daten noch nicht zur Verfügung, oder die Annahmen wären zu ungenau. Die daraus resultierenden Auswirkungen können auf der Grundlage von vorherigen Erfahrungen vernachlässigt werden. In der späteren Angebotsphase sollte der Auftragnehmer diese Auswirkungen jedoch in seinem Angebot bewerten.

- *Wiederverwendeten und gebrauchten Spundbohlen wird kein ökologischer Fußabdruck zugewiesen (0 kg CO₂-Äquivalent):* Dies ist ein heikles Thema. Es scheint logisch, dass man die Umweltbelastung nur einmal einem Bauteil zuordnen sollte, so dass die Wiederverwendung keine Umweltauswirkungen hat. Die derzeit verwendete Methode kann jedoch die Wiederverwendung von Bauteilen berücksichtigen, und je häufiger ein Element wiederverwendet wird, desto geringer sind die Auswirkungen pro Verwendung. Es liegt auf der Hand, dass die Umweltauswirkung insgesamt (am Ende der Lebensdauer) die gleiche ist (ohne Transport und Verluste durch Beschädigungen), aber die Auswirkung jeder einzelnen Nutzungsphase verringert wird. Die Schwierigkeit besteht darin, von Anfang an die geeigneten Annahmen zu treffen, damit der ökologische Fußabdruck gleichmäßig über den gesamten Lebenszyklus verteilt werden kann. Im nächsten Kapitel finden Sie unsere Empfehlung zu diesem Thema.
- *Vergleich des CO₂-Fußabdruckes der Produktion von Rohstahl (Vormaterial).* Rohstahl ist nur ein Zwischenprodukt, das in einem Walzwerk weiterverarbeitet wird, entweder im selben Werk oder an einem anderen Standort. Für Material aus dem Elektrolichtbogenofen kann der Einfluss des Walzprozesses (Warmwalzen, Produktivität des Walzprozesses, ...) genauso groß sein wie die Produktion von Rohstahl. Der einzige Indikator, der verwendet werden sollte, ist die Umweltauswirkung des Endproduktes, die in den EPDs oder in einer allgemeinen renommierten Datenbank angegeben ist. Wenn vor der Auslieferung auf die Baustelle zusätzliche Bearbeitungsschritte durchgeführt werden, die nicht in der EPD enthalten sind (z. B. Schweißen, Beschichten, Schneiden usw.), sollten diese in der LCA-Berechnung berücksichtigt werden.

Empfehlungen zur Wiederverwendung und gebrauchten Spundbohlen

Werden neue Spundbohlen mehrmals für dasselbe Projekt wiederverwendet und anschließend recycelt, ist die Analyse einfach: Es wird einfach die Gesamtmenge an neuem Material berücksichtigt, das für das Projekt gekauft wurde. In den meisten Fällen kommen die Spundbohlen jedoch zu einem Lager zurück, werden gereinigt und/oder repariert und werden später für ein anderes Projekt wiederverwendet. Beschädigte Teile oder Bohlen werden verschrottet. Dem Kundenfeedback zufolge werden etwa 25 % der produzierten Bohlen mehrmals wiederverwendet. Für **temporäre Anwendungen kann man davon ausgehen, dass Stahlspundbohlen bei der Vermietung fünfmal wiederverwendet werden, wobei es während des gesamten Lebenszyklus zu geringen Verlusten** aufgrund von Schäden beim Einbau kommt.

Dieser Ansatz reduziert die Umweltauswirkungen für jede Nutzungsphase auf etwa 1/5 in der Gesamtauswirkung. Es ist zu beachten, dass der Lebenszyklus einer gebrauchten Bohle im Allgemeinen recht kurz ist (die Mietdauer kann von einigen Wochen bis zu zwei oder drei Jahren reichen) und beträgt selten mehr als fünf Jahre.

Anders verhält es sich bei gebrauchten Spundbohlen, die nach einer ersten Verwendung (als temporäre Spundwand) in eine dauerhafte Konstruktion eingebaut werden. Hier erscheint die Annahme einer einmaligen Wiederverwendung vernünftig. Die Spundbohlen werden also zweimal verwendet, bevor sie recycelt werden.

Fazit

Um falsche Annahmen zu vermeiden oder einige wichtige Prozesse nicht zu übersehen, sollten EPDs von Umweltexperten ausgearbeitet werden, die in der Branche und in deren Anwendungen spezialisiert sind, für welche die EPDs ausgearbeitet wurden. Kollektive EPDs oder allgemeine Daten aus öffentlichen Datenbanken sind ein gutes Instrument zum Vergleich von Varianten, zum Beispiel in einer Machbarkeitsstudie oder der Entwurfsphase. Wenn es jedoch um den Vergleich von Varianten in der Ausschreibungsphase geht, ist eine produktspezifische EPD vom Hersteller am besten geeignet und sollte angefragt werden.

Für jedes Projekt sollte in der Planungs- und Ausführungsphase eine spezifische Ökobilanz auf der Datengrundlage von produktspezifischen EPDs erarbeitet werden, die an das Projekt angepasst sind. Die Umweltkriterien sollten auf jeden Fall in das Planungs- und Beschaffungsverfahren integriert werden, zum

Beispiel durch Anwendung der in den Niederlanden eingeführten **Monetarisierungsmethode**. Ein Produkt, das einen großen Einfluss auf das LCA-Ergebnis hat, aber nicht durch eine spezifische EPD abgedeckt ist, sollte benachteiligt werden. Zum Beispiel durch einen Gewichtungsfaktor für seine Umweltindikatoren. Dieser Faktor sollte in Relation zu einer spezifischen EPD des Produktes stehen, das mit demselben Verfahren hergestellt wurde. Alternativ kann der Faktor relativ zum klassenbesten Produkt berechnet werden. Alle zusätzlichen Auswirkungen aufgrund von Transport, Fertigstellungsarbeiten, Korrosion usw. sollten objektiv berücksichtigt werden. **Ein fairer Vergleich verschiedener Konstruktionen kann nur durch die Wahl einer eindeutigen funktionalen Einheit und durch die Analyse des gesamten Lebenszyklus**, einschließlich des End-of-Life-Szenarios sowie der Wiederverwendung und des Recyclings, erreicht werden.

Referenzen

- [1] Stadt Zürich, "Ökobilanzen von Tiefbauten bei Hochbauten - Schlussbericht," Stadt Zürich, Zürich, 2014.
- [2] ArcelorMittal Commercial RPS, "Sustainable Ports - Life Cycle Assessment," ArcelorMittal Commercial RPS, Esch sur Alzette, 2021.
- [3] ArcelorMittal Commercial RPS, EPD. EcoSheetPiles™, IBU e.V., 2018.
- [4] ArcelorMittal Commercial RPS, EPD. Cold formed steel sheet piles, IBU e.V., 2019.
- [5] ArcelorMittal Commercial RPS, EPD. EcoSheetPile™ Plus, IBU e.V., 2021.
- [6] Stichting Bouwkwaliiteit, Determination Method - Environmental performance Buildings and civil engineering works, Rijswijk, 2019.
- [7] Nationale Milieu Database, 2021. [Online]. Available: <https://milieudatabase.nl/>. [Zugriff 01.2022].
- [8] TNO, "LCA guidelines for a sustainable tendering process in the Netherlands," TNO, Utrecht, 2021.
- [9] CEN, EN 15804:2012+A2:2019. Sustainability of construction works - Environmental product declarations Core rules for the product category of construction products, Brussels: CEN, 2019.
- [10] Stichting MRPI, Stichting MRPI, [Online]. Available: <https://www.mrpi.nl>. [Zugriff 01.2021].