

Anhang für die Schweiz zur Richtlinie VDI 4800 Blatt 1

1 Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 4800 beschreibt Methoden und Strategien für Ressourceneffizienz und -schonung und erlaubt damit eine systematische Vorgehensweise für entsprechende Massnahmen. Bei der Bewertung der Massnahmenwirkung mit Indikatoren gibt es Unterschiede zwischen Deutschland und der Schweiz aufgrund der unterschiedlichen Indikatorensysteme und Datengrundlagen in den beiden Ländern. Während in der VDI-Richtlinienreihe 4800 der kumulierte Rohstoffaufwand KRA und der kumulierte Energieaufwand KEA eine zentrale Rolle spielen, werden in der Schweizer KBOB-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich» die UBP (Umweltbelastungspunkte), der Primärenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen als Indikatoren verwendet. Die UBP werden in Ökobilanzen für die öffentliche Hand standardmässig eingesetzt. Als Hintergrunddatenbank für öffentliche Ökobilanzen wird in der Schweiz meistens die UVEK-Datenbank, welche auch der KBOB-Liste zu Grunde liegt, eingesetzt. In der Privatwirtschaft ist in der Schweiz die Anwendung der Ecoinvent-Datenbank weit verbreitet. Die berechneten Werte in der VDI-Richtlinie beruhen auf der Datenbank ProBas vom UBA (Umweltbundesamt).

Dieser Anhang erläutert, wie die Bewertung von Massnahmen im Ressourcenbereich auf die Schweiz angewendet werden kann. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Ressourcen «Energie» und «Rohstoffe». VDI beschreibt darüber hinaus Bewertungsmethoden für die weiteren natürlichen Ressourcen Wasser, Fläche/Boden und Ökosystemleistungen.

2 Datenbanken

ProBas

Wie erwähnt, verwendet die VDI-Richtlinie zur Berechnung von tabellierten Werten die ProBas-Datenbank. ProBas ist als öffentliche Bibliothek im Web verfügbar [1] und stellt eine grosse Zahl an Lebenszyklusdaten in Form von «Prozessorientierten Basisdaten» bereit. Die Datenbank nutzt verschiedene Datenquellen, daher kann keine einheitliche Bilanzgrenze garantiert werden. Die Hauptquellen sind Tremod für Verkehrsdaten und GEMIS für die restlichen Daten. Innerhalb einer Datenquelle kann jedoch von einer einheitlichen Bilanzgrenze ausgegangen werden. Ein Grossteil der Daten wurde zuletzt im Jahr 2013 aktualisiert (Stand Januar 2023) [2]. Die Daten sind zudem spezifisch für Deutschland (z.B. Deutscher Energie- und Strommix als Basis). In den Basisdaten sind keine Infrastrukturen (z.B. Produktionsgebäude, Bau von Verkehrswegen) berücksichtigt, dies lässt dem Anwender die Freiheit, solche Daten je nach Fragestellung zu ergänzen. Wie der Name ProBas sagt, handelt es sich um «Basisdaten». Mithilfe dieser Daten können unter anderem produktorientierte Bilanzen erstellt werden.

Hinweis: VDI 4800 Blatt 1 verwendet statt «Infrastruktur» den Begriff «Systemkomponenten». Je nach betrachtetem System sind gewisse Systemkomponenten vernachlässigbar oder nicht. Dies ist durch den Anwender einzustufen.

UVEK-Datenbank

Für Ökobilanzen in der Schweiz für die öffentliche Hand wird meistens der UVEK-Ökobilanzdatenbestand zu Grunde gelegt. Die UVEK-Datenbank (Stand 2018) beruht auf Ecoinvent v.2.2. Die Daten werden laufend erweitert und aktualisiert. Die Datenbank enthält Prozessdaten und zum Teil Daten für Produkte die relevant sind für die Wertschöpfungsketten von Produktion und Konsum in der Schweiz. Die Nutzung der UVEK-Daten bedingt eine aktuell gültige Lizenz für Ecoinvent v.2 [3].

KBOB-Liste

Die Schweizer KBOB-Liste für «Ökobilanzdaten im Baubereich» [4] basiert ebenfalls auf dem UVEK-Datensatz. Die KBOB-Liste enthält Ökobilanzdaten für die Produktion und Entsorgung von Baumaterialien und Gebäudetechnik sowie für die Energiebereitstellung und Transporte. Dabei wird die vorgelagerte Lieferkette bis zum Verlassen des Werktores beim Hersteller betrachtet. Die Entsorgung wird separat ausgewiesen. Gemäss den Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz [5] ist in der Produkt-Ökobilanz für Bauteile auch der Produktionsstandort zu berücksichtigen (z.B. beanspruchte Fläche, Gebäude...). Die in der KBOB-Liste tabellierten Werte berücksichtigen dementsprechend bereits die Bereitstellung und Entsorgung von Infrastruktur [6]. Die Daten werden laufend erweitert und aktualisiert.

3 Indikatoren

3.1 Überblick

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die in der VDI-Richtlinie 4800 Blatt 1 verwendeten Indikatoren und analogen in der Schweiz gebräuchlichen Indikatoren. Es handelt sich hierbei NICHT um eine Auflistung aller in der Ökobilanzierung und dem Umweltschutz relevanten Umweltaspekte.

Ressource	Indikator VDI 4800 Blatt 1	Indikatoren Schweiz
Energieaufwand	KEA	Primärenergie
Rohstoffaufwand	KRA	Materialaufwand aus Sachbilanz
Weitere Ressourcen gemäss VDI 4800 Blatt 1 und Treibhausgasemissionen	Neben Energie und Rohstoffen weitere Methoden zur Bewertung der natürlichen Ressourcen Wasser, Fläche/Boden und Ökosystemleistungen (nicht Bestandteil des vorliegenden Anhangs) Hinweis: Die Klimaerwärmung sowie die Biodiversität sind im Konzept der Ökosystemleistungen enthalten.	Weitere Indikatoren sind Bestandteil der Schweizer Umweltbelastungspunkte Betreffend Klimaerwärmung insbesondere Treibhausgasemissionen
Gesamtumweltbelastung	Verzicht auf einen aggregierenden Indikator	Umweltbelastungspunkte nach der Methode der ökologischen Knappheit

Tabelle 1: Indikatoren VDI 4800 Blatt 1 vs. Schweiz.

3.2 Energieaufwand

Die Richtlinie verwendet den Indikator «Kumulierter Energieaufwand, KEA», während in der Schweiz der Begriff «Primärenergie» gebräuchlich ist. Der KEA und die Schweizer Primärenergie sind identisch und beziehen sich auf den indirekten Energiebedarf entlang der Wertschöpfungskette.

KEA

Der KEA wird in VDI 4600 definiert und in VDI 4800 Blatt 1 nochmals erläutert: Der KEA «gibt die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands (in Energieeinheiten) an, der im Zusammenhang mit der Herstellung, Nutzung und Beseitigung eines Produkts oder einer Dienstleistung entsteht oder diesem ursächlich zugewiesen werden kann. Der KEA umfasst sowohl energetisch als auch nicht energetisch eingesetzte Energieträger.»

Der KEA wird in der deutschen Datenbank ProBas separat angegeben nach Energiequelle: erneuerbar, fossil, nuklear, sonstige sowie als Summe aller Energiequellen.

In den VDI-Richtlinien wird der KEA in der Einheit MJ/T angegeben.

Prinzipiell sieht die KEA-Methodik vor, sowohl direkte als auch indirekte Energieaufwände zu berücksichtigen. Es wird dem Nutzer der Richtlinie überlassen, inwieweit bestimmte indirekte Energieaufwände im betrachteten System als relevant zu erachten sind. In VDI 4600 Blatt 1 sind Anwendungsbeispiele enthalten.

Primärenergie

Die KBOB-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich 2009-1-2022» [4] verwendet folgende Definition der Primärenergie – erneuerbar - nicht erneuerbar - gesamt:

Primärenergie erneuerbar:

«Die erneuerbare Primärenergie quantifiziert den kumulierten Energieaufwand der erneuerbaren Energieträger. Die erneuerbaren Energieträger umfassen Wasserkraft, Holz / Biomasse (ohne Kahlschlag von Primärwäldern), Sonnen-, Wind-, geothermische Energie und Umgebungswärme.»

Mit «kumuliert» ist die Summe der Aufwände entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette gemeint. Hierbei ist zu beachten, dass auch die Produktion von erneuerbarer Energie (vorgelagerte Kette) nicht frei von Treibhausgasemissionen ist.

Primärenergie nicht erneuerbar:

«Die nicht erneuerbare Primärenergie (Graue Energie) quantifiziert den kumulierten Energieaufwand der fossilen und nuklearen Energieträger sowie Holz aus Kahlschlag von Primärwäldern.»

Primärenergie erneuerbar und nicht erneuerbar bilden addiert die Primärenergie gesamt.

Stofflich und energetisch genutzte Primärenergie werden separat ausgewiesen.

KBOB verwendet als Einheit für die Primärenergie kWh-öl-äquivalent.

3.3 Rohstoffaufwand

Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)

Der KRA wird ausführlich in VDI 4800 Blatt 2 eingeführt. Die in der VDI-Richtlinie 4800 Blatt 2 Anhang A tabellierten KRA-Werte stammen aus der deutschen Datenbank ProBas.

ProBas fasst den KRA wie folgt zusammen: «Der Kumulierte Rohstoffaufwand (KRA) ist die Summe aller Rohstoffaufwendungen entlang der Gewinnungsphase eines Rohstoffs pro funktionale Einheit, ausgedrückt in Tonnen pro Tonne. Beispielsweise wird bei Metallen das Erz als Ausgangsmaterial berücksichtigt, zudem werden alle mineralischen und energetischen Rohstoffe zur Gewinnung des reinen Metalls in gleicher Weise dem Ausgangsmaterial hinzugerechnet. Nicht wirtschaftlich verwendete Materialien (wie Abraum) bleiben unberücksichtigt.» [7]

In ProBas Datenbankeinträgen sind teilweise KRA-Werte angegeben. Wie in der Richtlinie empfohlen werden neben der Summe auch Werte separat nach Material aufgeführt: Biotisch, Energierohstoffe, Metallrohstoffe, sonstige mineralische Rohstoffe sowie Steine und Erden.

Der Begriff KRA wird bisher in der Schweiz nicht verwendet, die Schweizer Umweltbelastungspunkte beinhalten jedoch neben Energieressourcen auch mineralische Primärressourcen (Mineralien und Metalle sowie Sand und Kies) und biotische Ressourcen (Landnutzung, Wasser und Fischbestände).

Der KRA eignet sich gut, um primäre Rohstoffaufwände sichtbar zu machen und diese leicht verständlich zu kommunizieren. Der KRA lässt sich aus einer Sachbilanz berechnen. Regeln für die Erstellung der Sachbilanz und insbesondere die Herleitung des KRAs werden in VDI 4800 Blatt 2 beschrieben. Die VDI-Richtlinie 4800 Blatt 2 gibt vor, bei der Wiege (cradle) zu starten. Die Sachbilanz lässt sich mithilfe einer Ökobilanz-Datenbank relativ einfach erstellen. Wird eine andere Datenbank als ProBas verwendet, können andere KRA-Werte resultieren als die in der Richtlinie tabellierten. Für die Nachvollziehbarkeit ist es daher wichtig, die verwendete Datenbank zu rapportieren.

Einschränkungen bei der Anwendung des KRA (nicht abschliessend)

Der KRA ist ein einfacher Summenwert. Es ist nicht sinnvoll, KRA-Werte zweier Materialien je kg zu vergleichen, der Vergleich muss immer im Zusammenhang einer funktionellen Einheit stattfinden, wie in der Richtlinie beschrieben. Hier sei nochmals die VDI-Definition der Ressourceneffizienz erwähnt: «Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür nötigen Ressourceneinsatz». Bei grossen Unterschieden von Materialdichten kann zudem eine Normierung über die Dichte sinnvoll sein.

Für einen Vergleich der Ressourceneffizienz von sehr unterschiedlichen Produkten oder ganzer Systeme ist der Indikator als solches beschränkt geeignet. Es müsste eine geeignete Normierung stattfinden.

Wichtig zu beachten ist, dass ein Rohstoff mit einem höheren primären Rohstoffaufwand nicht zwingend eine höhere Umweltbelastung aufweist als ein Rohstoff mit einem geringeren primären Rohstoffaufwand. Für die Bewertung der Umweltbelastung muss neben den primären Rohstoffaufwänden auch die zugehörige Umweltbelastung in Bezug auf die funktionelle Einheit zugrunde gelegt werden. Auch sei hervorgehoben, dass der KRA die Verfügbarkeit / Knappheit der Ressourcen nicht berücksichtigt, dafür bietet VDI 4800 Blatt 2 separate Indikatoren (siehe nächster Titel).

Weitere VDI Rohstoff-Indikatoren

Darüber hinaus definiert VDI eine Methodik zur Ermittlung der **Rohstoff-Kritikalität** (Indikator Versorgungsrisiko und Indikator Vulnerabilität), siehe VDI 4800 Blatt 2. Die Methodik ist international anwendbar.

3.4 Weitere Ressourcen

Die Richtlinie VDI 4800 Blatt 1 nennt weitere Bewertungsmethoden für die **Ressourcen Wasser und Fläche**. Zudem wird auf Blatt 3 (im Feb. 2023 noch nicht veröffentlicht) verwiesen für die Bewertung der **Ökosystemleistungen**. Auf diese Ressourcen wird im vorliegenden Anhang nicht weiter eingegangen, da noch kein systematischer Vergleich mit Schweizer Methoden erfolgt ist.

3.5 Treibhausgasemissionen

Mit der Steigerung der Ressourceneffizienz gehen oft direkte oder indirekte Einsparungen an Energie und Treibhausgasemissionen einher. Durch die Substitution eines Rohstoffes hingegen können sich durchaus der Energieaufwand oder die Treibhausgasemissionen erhöhen (z.B. energieintensivere Rohstoffherstellung). Daher wird für Ressourceneffizienzmassnahmen empfohlen auch die Treibhausgasemissionen auszuweisen. Dabei ist besonders darauf zu achten alle relevanten Treibhausgase und Treibhausgasquellen (auch nicht-fossile) zu erfassen.

Treibhausgasemissionen in der VDI-Richtlinie

VDI 4800 Blatt 1 (Stand 2016) geht nicht auf die Treibhausgasemissionen ein. Es wird jedoch auf die Richtlinie VDI 4600 (Stand 2012) verwiesen, die den kumulierten Energieaufwand behandelt. In VDI 4600 Blatt 1 (Stand 2015) werden in den Beispieldaten zur Herstellung von Metallen, Baustoffen und Kunststoffen ergänzend zum KEA auch Luft-Emissionen tabelliert, darunter auch CO₂ und CH₄, nicht aber weitere Treibhausgase. Die Treibhausgasemissionen entlang der Ressourcen-Wertschöpfungskette werden voraussichtlich in der Aktualisierung von VDI 4800 Blatt 1 oder im neuen VDI 4800 Blatt 3 behandelt.

Treibhausgasemissionen in der Methode der ökologischen Knappheit

Die Methode der ökologischen Knappheit [8] bezieht sich für die Bewertung der relevanten Treibhausgase und deren Treibhausgaswirkung auf den aktuellen Stand des IPCC.

Werden Umweltbelastungspunkte in einer Ökobilanzierungssoftware berechnet, können die Treibhausgasemissionen ohne grossen Zusatzaufwand ebenfalls berechnet werden. In der KBOB-Liste werden Treibhausgasemissionen als CO₂-Äquivalente standardmässig ausgewiesen.

3.6 Gesamtumweltbelastung

Kein aggregierender Indikator in der VDI-Richtlinie

Die Richtlinie lässt dem Nutzer bewusst offen, mit welcher Ökobilanzierungsmethodik die Bewertung des Ressourceneinsatzes vorgenommen werden soll. Es stehe aufgrund fehlender Schutzziele für einzelne Ressourcen in absehbarer Zeit keine aggregierende Kenngrösse zur Verfügung. Es wird daher empfohlen, jede Ressource, d.h. Rohstoffe, Energie, Wasser, Luft, Fläche/Boden sowie Ökosystemleistungen separat zu bewerten. In der Schweiz hingegen haben sich als aggregierende Kenngrösse die Umweltbelastungspunkte nach der Methode der ökologischen Knappheit etabliert.

Umweltbelastungspunkte (UBP)

In der Schweiz werden die Umweltbelastungspunkte (UBP) in Ökobilanzen für die öffentliche Hand standardmässig eingesetzt. Der Indikator wird auch für Schweiz-spezifische Bilanzen von der Privatwirtschaft eingesetzt. In der KBOB-Liste sind UBP mit Relevanz im Baubereich vorberechnet. Die Verwendung von UBPs eignet sich für die Schweiz besonders gut, da sie die Ziele der Schweizer Umweltgesetzgebung berücksichtigen.

Die Umweltbelastungspunkte werden mit der Methode der ökologischen Knappheit unter Verwendung der jeweilig aktuellen Schweizer Ökofaktoren ermittelt. Zur Methodik und der Herleitung der Ökofaktoren liegt eine umfangreiche Dokumentation vor [8]. Die Ökofaktoren beziehen sich auf den Umweltzustand im Verhältnis zu den politischen Umweltzielen des jeweiligen Landes.

Prinzipiell ist es möglich Ökofaktoren länderspezifisch herzuleiten. Für Schweizer Ökobilanzen, die Produktion und Konsum der Schweiz abbilden werden für im Ausland anfallende Umweltbelastungen ebenfalls Schweizer Ökofaktoren angewendet, d.h. die Belastungen werden so bewertet, als wären sie in der Schweiz entstanden. Wo die Verwendung von Schweizer Ökofaktoren eine Unterbewertung verursacht, ist eine Regionalisierung angezeigt. So stehen insbesondere für Wasserverbrauch und Biodiversität regionalisierte Ökofaktoren zur Verfügung. Weitere Informationen hierzu können in [8] Kap 2.2.6 nachgelesen werden.

Es ist zu beachten, dass die Definition und Bewertung von «Ressourcen» innerhalb der Methode der Ökologischen Knappheit nicht identisch ist mit den «Ressourcen» in der VDI-Richtlinie.

4 Umgang mit Ökobilanzen und Umweltkennwerten

Ökobilanzen resp. die darin ermittelten Umweltkennwerte können die Umweltbelastungen von Unternehmen, Produkten und Prozessen aufzeigen. Zum Beispiel kann untersucht werden, in welchen Produkten oder Prozessen hohe Umweltbelastungen stecken und was die Ursache dafür ist.

Umweltkennwerte können bei der Optimierung bestehender oder der Entwicklung ähnlicher Produkte und Prozesse unterstützen. Liegt bereits ausreichend Erfahrung über die wesentlichen Umweltbelastungen eines Produkts oder Prozesses vor, ist bei Optimierungen keine vollständige Ökobilanz notwendig, es kann genügen spezifisch Umweltkennwerte zu vergleichen.

Bei der Verwendung von Ökobilanzen resp. den darin enthaltenen Umweltkennwerten ist ein besonderes Augenmerk auf die zugrundeliegenden Daten und Annahmen zu legen. Beispielsweise bei der Bilanzierung von Metallen wie Stahl oder Aluminium ist entscheidend, welcher Strommix und welcher Rezyklat-Anteil in der Herstellung verwendet wird.

Aspekte für den Umgang mit Ökobilanzen und Umweltkennwerten

Grundsätzlich ist wichtig zu verstehen, in welchem Zusammenhang die Umweltkennwerte ermittelt wurden und was Ziel und Untersuchungsrahmen einer bereits vorliegenden Ökobilanz waren. Folgende Punkte können helfen Ökobilanzen resp. darin enthaltene Umweltkennwerte einzuordnen und auf ihre Eignung zur eigenen Verwendung zu beurteilen.

- Bilanzgrenze. Welche Lebenszyklusphasen wurden betrachtet? Wie wurde das betrachtete System definiert?
- Betrachtete Zeiträume und Aktualität der verwendeten Daten?
- Regions- oder länderspezifische Eigenheiten und deren Abbildung in den Daten, z.B. welche Märkte sind in den Daten berücksichtigt? landesspezifische Emissionsfaktoren aufgrund des nationalen Energiemix, lokale Wasserknappheit, andere standortabhängige Umweltaspekte?
- Annahmen und Einschränkungen gemäss Ökobilanzierungsbericht?
- Ausschlüsse, was als nicht relevant betrachtet wurde?

In der obigen Liste wird bereits vorausgesetzt, dass die Daten grundsätzlich von guter Qualität sind und gemäss gängigen LCA-Standards und Methoden generiert wurden. Eine vollständige Erläuterung relevanter Aspekte von Ökobilanzen ist in den Standards ISO 14004/44 enthalten.

5 Fazit zu Datenbanken und Indikatoren für die Schweiz

Aufgrund von Unterschieden in den Datenbanken wird empfohlen, für die Bewertung in der Schweiz die in der Schweiz gebräuchlichen Datenbanken zu nutzen. Die in der VDI-Richtlinie 4800 Blatt 1 vorgestellten Indikatoren können auch in der Schweiz genutzt werden. Der Indikator KEA ist identisch mit der Primärenergie. Der Indikator KRA hat kein 1:1 analog in der Schweiz, er kann jedoch auch in der Schweiz eingesetzt werden für die Bewertung von Massnahmen der Ressourceneffizienz und -schonung. Nicht geeignete Einsatzbereiche des KRA werden im Anhang ebenfalls erwähnt.

6 Referenzen

- [1] ProBas Datenbank, <https://www.probas.umweltbundesamt.de>
- [2] Gemäss mündlicher Auskunft von UBA am 19. Januar 2023
- [3] Kommunikation KBOB-Ökobilanzdatenbestand 2016 und UVEK-Ökobilanzdatenbestand 2018, (07.11.2018), http://www.dflca.ch/inventories/Kommunikation_Oekobilanzdatenbestand_KBOB-2016_UVEK-2018.pdf
- [4] KBOB, ecobau und IPB, KBOB-Liste «Ökobilanzdaten im Baubereich 2009-1-2022», https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html
- [5] KBOB, ecobau und IPB, 2021, Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz, Version 5.0, Bern
- [6] KBOB, ecobau und IPB, Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich, 2009/1:2016 (verfügbarer Stand am 1. Feb. 2023)
- [7] ProBas, Begriff KRA, <https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/glossar.php?begriff=KRA#glossar>
- [8] BAFU, Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/publikationen-studien/publikationen/oekofaktoren-schweiz.html>

7 Korrigenda

Deutsche vs. französische Version

Die Korrekte Übersetzung ist wie folgt:

Dt. Ressourceneffizienz - Frz. Efficacité de l'utilisation des ressources