

Begleitschreiben zur Umweltmatrix der Stadt Uster

1. Ausgangslage

Die Stadt Uster hat seit der Revision des Beschaffungsgesetzes (Stichwort BöB und IVöB) im Jahr 2021 in ihrem öffentlich-rechtlichen Beschaffungswesen das Thema der Nachhaltigkeit in die Ausschreibungsunterlagen integriert. Ab Anfang 2022 wurde von den Bietern verlangt, eine Treibhausgas-Minderung zu berechnen und auszuweisen. Dabei wurde festgestellt, dass es für alle Beteiligte einfacher ist, wenn ein Referenzszenario als «Amtsvariante» vorgegeben wird und auch alle Bietenden die gleichen Datengrundlagen / Berechnungsgrundlagen für die Treibhausgas-Minderungen verwenden. Daher hat die Stadt Uster die Erstellung einer auf Excel-basierenden Umweltmatrix bei dem Ökobilanzbüro UTech AG in Auftrag gegeben. Zusätzlich werden neben den Treibhausgasemissionen (bewertungsrelevant) auch die Gesamtumweltbelastung «Umweltbelastungspunkte» informativ mitberechnet (nicht bewertungsrelevant).

2. Aufbau

In der Excel-basierten Umweltmatrix sind vier Tabellenblätter vorhanden. Das erste Tabellenblatt «Erklärung» zeigt dem Nutzer Schritt für Schritt das Vorgehen auf. Das zweite Tabellenblatt «Referenzdaten Bauherrschaft» enthält die von der Bauherrschaft vorgegebene Amtsvariante. Die ersten beiden Tabellenblätter sind für Eingabe und/oder Änderungen seitens Nutzer gesperrt. Dies soll sicherstellen, dass alle Nutzer zu jedem Zeitpunkt den gleichen Ausgangszustand bei den Erklärungen und auch beim Referenzszenario vorfinden.

Im Tabellenblatt «Referenzdaten Bauherrschaft» sieht der Nutzer, dass der Inhalt vier-geteilt ist: 1. Materialien Bauhauptgewerbe, 2. Baumaschinen und Baustellengeräte und 3. Baustellenexterne Gütertransporte und 4. Baustellenexterne Personentransporte. Die Baustelleninternen Transporte werden bei den Baumaschinen und Baustellengeräten eingegeben.

Das dritte Tabellenblatt «Eingabe Baumeister» enthält als Ausgangslage den exakt gleichen Inhalt wie das Tabellenblatt «Referenzdaten Bauherrschaft». In den Blau hinterlegten Feldern kann nun der Nutzer / Bieter Änderungen vornehmen. Zellen in denen gegenüber der «Referenzdaten Bauherrschaft» eine Änderung stattgefunden hat, werden durch die Farbe Orange hervorgehoben. Dies soll der besseren Übersichtlichkeit-, Nachvollzieh- und Kontrollierbarkeit dienen. Der Nutzer kann seine Eingaben entweder durch Anklicken und Auswählen über Drop-Down-Menüs machen oder direkt über die Eingabe von Zahlen. Die nicht Blau hinterlegten Zellen sind gesperrt.

Wichtig: Werden durch den Nutzer / Bieter Änderungen an den Materialmengen vorgenommen, so wird die Umweltmatrix als Unternehmervariante gewertet. Bei einer Unternehmervariante liegt das gesamte Risiko beim Unternehmer, sofern keine anderen schriftlichen Vereinbarungen vorliegen.

Das vierte und letzte Tabellenblatt «Dashboard» dient der vergleichenden Darstellung von Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkten der Eingaben des Baumeisters gegenüber der Amtsvariante der Stadt Uster «Referenzdaten Bauherrschaft».

3. Grundlagen

Die UTech AG erarbeitete für die Umweltmatrix der Stadt Uster eine Ökobilanz gemäss den KBOB Richtlinien v6.0 [1]. Das Vorgehen in der Ökobilanz orientierte sich an den ISO 14040:2006 [2] bzw. ISO 14044:2006 [3] Normen. Die Umweltmatrix verwendet, wie in den Regeln für die Ökobilanzierung der KBOB [1] beschrieben, die Prozesse der UVEK-Datenbank (Datenbestand DQRv2:2022) [4] als Hintergrunddaten. Zur Auswertung wurden zwei im Baubereich in der Schweiz übliche Wirkungsabschätzungsmodelle verwendet:

3.1 Treibhausgasemissionen (IPCC 2021, GWP 100a)

Dieses Wirkungsmodell beschreibt die kumulierten Wirkungen verschiedener Treibhausgase bezogen auf die Leitsubstanz CO₂. Die Treibhauswirkung wird auf Basis der Treibhauspotenziale des 6. Sachstandberichts des IPCC (2021) quantifiziert [5], [6]. Die Methode IPCC 2021 GWP 100a wurde für die Berechnungen verwendet.

3.2 Umweltbelastungspunkte (UBP 2021)

Mit der Methode der ökologischen Knappheit wird ein vollständiges Bild der Umweltauswirkungen aufgezeigt [7]. Sie basiert auf der schweizerischen Umweltpolitik. Die Umweltbelastungspunkte 2021 (UBP'21) quantifizieren die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energie- und stofflichen Ressourcen, von Land und Süsswasser, durch Emissionen in Luft, Gewässer und Boden, durch die Ablagerung von Rückständen aus der Abfallbehandlung sowie durch Verkehrslärm. Ein Vorteil dieser Methode liegt in der Erfassung des Effekts von Schadstoffemissionen in die Umwelt. In der Schweiz gilt die UBP-Methode als Standard bei Ökobilanzen [8], [9], [10]. Sie wurde im Auftrag des BAFU erarbeitet und gilt als besonders hilfreich für die Schaffung von Entscheidungsgrundlagen.

4. Systemgrenze

Wichtig zu erwähnen ist die in der vorliegenden Umweltmatrix gewählte Systemgrenze. Die Stadt Uster hat beschlossen, dass die Systemgrenze der Baustellen-Perimeter darstellt. Das heisst, eine Kompensation über CO₂-Zertifikate oder der Bau von PV-Anlagen werden nicht bzw. nur indirekt berücksichtigt (Vorkette, z.B. wenn ein Betonproduzent seinen Strom aus PV-Modulen gewinnt). Ansonsten gilt eine sehr lokale Fassung der Systemgrenze entlang des Baustellen-Perimeters inkl. Vorkette der Materialien, Baumaschinen und Transporte. Die Entsorgung wird gemäss den aktuellen KBOB Richtlinien für die Ökobilanzierung [1] direkt den zum Einsatz kommenden Materialien angerechnet. Das bedeutet für den Nutzer der Umweltmatrix, dass keine Angaben zur Verwertung und Entsorgung von Abfällen gemacht werden müssen. Die einzige Ausnahme bildet der Umgang mit Bodenmaterial und Aushub. Hier muss der Nutzer angeben, ob das Bodenmaterial und/oder der Aushub wiederverwendet oder deponiert werden. Die Systemgrenze enthält demnach die gemäss SN EN 15804 definierten Module A1-A3 (Herstellungsphase), A4-A5 (Errichtungsphase) und C1-C4 (Entsorgungsphase). Die Nutzungsphase mit den Modulen B1-B7 wird nicht berücksichtigt.



5. Inhalt und Verwendung der Umweltmatrix

Die Umweltmatrix wurde für die Strassen- und Werkleitungserneuerungsprojekte der Stadt Uster entwickelt. Das bedeutet, dass die in der Matrix enthaltenen Datensätze und Hintergrunddaten spezifisch für diese Tiefbaubereiche zusammengestellt wurden. Diese Umweltmatrix kann daher ohne weitere Adaption nicht auf andere Tiefbaubereiche (Brückenbau, Tunnelbau etc.) übertragen werden.

5.1 Materialien

Eingegeben werden können folgende Materialien:

- Beton (inkl. RC-Beton und Anpassung des Zementgehalts und Zementsorte möglich)
- Belag (Warmasphalt und Niedertemperaturasphalt mit unterschiedlichen RC-Gehälter)
- Gesteinskörnungen
- Natursteine: Wiederverwendung, Neuproduktion CH, Neuproduktion Ausland (Europa und China)
- Beton-Randabschlüsse
- Betonrohre
- Aushub (C-Horizont) und/oder Bodenmaterial (A- & B-Horizont)
- Spezialbaustoff Flüssigboden
- Kunststoffrohre

5.2 Abfälle

Wichtig zu erwähnen ist, dass die Abfallentsorgung nach Stand der Technik gemäss Schweizer Marktmix (Anteil Recycling, Verbrennung und Deponie) bereits bei den Materialien, die eingebaut werden, miteingerechnet wurden gemäss aktueller KBOB Richtlinie [1]. Einzig beim Aushub und Boden muss angegeben werden, wie damit umgegangen wird, siehe dazu auch das Kapitel 4 «Systemgrenze».

5.3 Baumaschinen & Baustellengeräte

Bei den Baumaschinen werden folgende Kategorien unterschieden:

- Diesel-betriebene Baumaschinen
- Elektro-betriebene Baumaschinen und Baustellengeräte
- Baustellengeräte mit Verbrennungsmotoren (Diesel, Benzin, Gerätebenzin)

Folgende Baumaschinen sind in der Umweltmatrix enthalten:

- Hydraulikbagger
- Radlader
- Walzen (Pneuradwalzen, Vibro-Glattwalzen, Vibro-Kombiwalzen, Walzenzüge)
- Schwarzdeckenfertiger
- Kaltfräsen
- Dumper

Bei den Baumaschinen müssen die technischen Spezifikationen ausgewählt werden. Um dem Baumeister eine gewisse Flexibilität bei der Wahl (zum Zeitpunkt der Offertstellung) zu lassen, wurden Leistungs- und/oder Einsatzgewichtsklassen gebildet, z.B. Hydraulikbagger 5-16 to

Einsatzgewicht und bis 80 kW Leistung. Neben der Wahl der technischen Spezifikationen muss bei den Treibstoff-betriebenen Baumaschinen angegeben werden, ob ihr Produktionsdatum älter oder neuer als das Jahr 2015 ist. Dies ist für die ökologische Bewertung wichtig, da neuere Baumaschinen spezifisch tiefere Emissionsfaktoren haben (z.B. aufgrund eines Partikelfilters). Im Hintergrund der Umweltmatrix wurden die Emissionsfaktoren der BAFU NON-Road-Datenbank [11] für Baumaschinen verwendet, um die ökologische Bewertung der Treibstoff-betriebenen Baumaschinen altersabhängig zu machen und Unternehmer mit einem modernen Fuhrpark mit emissionsärmeren Baumaschinen zu berücksichtigen.

5.4 Gütertransporte

Nach den Baumaschinen & Baustellengeräten folgen die Baustellenexternen Güter- und Personentransporte. Bei den Gütertransporten wird wie folgt vorgegangen: Der Nutzer wählt das Transportmittel, gibt an, was transportiert wird (der besseren Übersichtlichkeit geschuldet) und die transportierte Menge in Tonnen sowie die einfache Transportdistanz in Kilometern. Der Gütertransport wird in Tonnenkilometern gerechnet «tkm». Dabei ist wichtig, dass jeweils die gesamte transportierte Menge an Gütern angegeben wird, welche über eine Transportdistanz in Kilometern transportiert wird. Beispiel: 5'000 Tonnen Belag werden über 30 km Transportdistanz (ein Weg) transportiert = $5'000 \text{ t} \times 30 \text{ km} = 150'000 \text{ tkm}$ (Tonnenkilometer). Im Ökokennwert pro Tonnenkilometer ist bereits enthalten, dass ein LKW bei Materiallieferungen voll hin und leer zurück resp. bei Materialabfuhr leer hin und voll zurück fährt. Es wird dementsprechend so gerechnet, dass von einer mittleren Beladung ausgegangen wird und daher nur die einfache Transportdistanz für einen Weg angegeben werden muss, analog zum obigen Beispiel des Belagstransports von 30 km Transportdistanz (hin oder zurück). Hat ein Bieter ein optimiertes Logistikkonzept, bei dem Leerfahrten minimiert werden, so kann er bei der Eingabe die Transportdistanz halbieren, um eine volle Hin- und auch volle Rückfahrt abzubilden. Dies muss so eingegeben werden, da der Nutzer / Bieter keinen Zugriff auf die Änderung des Ökokennwertes hat. Der **Nachweis sowie die entsprechenden Kontrollmechanismen** müssen mit dem Angebot plausibel aufgezeigt werden. Bei fehlendem Nachweis / Plausibilität wird durch die auswertende Stelle die volle Distanz hochgerechnet.

Die Stadt Uster hat bei den Transportdistanzen als Referenzangabe 30 km Transportdistanz (bei den Güter- und bei den Personentransporte). Wichtig ist die Systemgrenze: Ab Regionallager / ab Werkhof / ab Lieferant bis zur Baustelle. Transporte in der Vorkette sind bereits den Materialien eingerechnet. Zum Beispiel beim Naturstein-Randabschluss aus der Schweiz ist der Transport vom Steinbruch und Steinmetz aus dem Kanton Graubünden zum Regionallager im Kanton Zürich bereits eingerechnet im Naturstein in der Prozess-Vorkette. Es muss nur noch die Transportdistanz vom Regionallager (Lieferantenlager) zur Baustelle eingetragen werden.

Hinweis: Die Baustelleninternen Transporte werden bei den Baumaschinen & Baustellengeräten abgebildet, z.B. mittels Radlader oder Dumper.

5.4 Personentransporte

Personentransporte werden in Fahrzeugkilometer ausgewertet. Diese berechnen sich wie folgt: Anzahl Fahrzeugkilometer x Ökokennwert pro Fahrzeugkilometer. Der Nutzer wählt die Art des

Transportmittels und gibt die Transportdistanz je Fahrt an und die Anzahl Fahrten. Daraus werden die Fahrzeugkilometer in der Matrix automatisch berechnet. Als Referenz Transportdistanz wurde ebenfalls 30 km angesetzt.

6. Ökologische Hebel des Baumeisters

Im folgenden Unterkapitel sollen Hebel mit grossem ökologischen Potenzial aufgezeigt werden. Wichtig zu erwähnen ist, dass bei der Abgabe einer Amtsvariante die Materialmengen durch den Baumeister nicht verändert werden dürfen. **Bei einer Änderung der Materialmengen, wird die Matrix als Unternehmervariante gewertet.** Projektspezifisch wird eine gesonderte Umweltmatrix jeweils für die Amtsvariante sowie für die Unternehmervariante durch die Stadt Uster zur Verfügung gestellt (mitpubliziert). Folgende ökologische Hebel bieten Potenzial für ein nachhaltigeres Strassen- und/oder Werkleitungserneuerungsprojekt:

6.1 Amtsvariante

1. Erhöhung des RC-Gehalts beim Asphalt (mit Lieferant klären, was technisch möglich ist)
2. Niedertemperaturasphalt (im Gegensatz zu Warmasphalt)
3. Beton wird nach Eigenschaft ausgeschrieben. Das heisst, es besteht die Möglichkeit mit einem Lieferanten einen nachhaltigeren Beton zu finden, der die ausgeschriebenen Eigenschaften dennoch erfüllt und dabei weniger CO₂ und/oder Umweltbelastungspunkte verursacht. Z.B. durch Nutzung von CO₂-reduzierten Zementsorten oder RC-Gesteinskörnung oder der Bindung / Einlagerung von CO₂ im Beton.
4. Randabschlüsse aufbereiten und wiederverwenden (z.B. durch einen lokalen Steinmetz)
5. Randabschlüsse aus CH-Produktion vs. aus dem Ausland (GR, TI vs. Europa oder China)
6. Baumaschinen & Baustellengeräte: Es gibt bei den Treibstoff-betriebenen Baumaschinen eine Unterscheidung nach Alter (jünger als 2015 und älter als 2015), wodurch im Hintergrund (bei den Ökokennwerten) unterschiedliche Emissionsfaktoren je Maschinenstunde berücksichtigt wurden, um auch für moderne und emissionsärmere Diesel- und Benzinbetriebene Maschinen einen Umweltvorteil zu vergeben. Noch grösser ist der ökologische Vorteil für elektrifizierte Baumaschinen. Diese werden kontinuierlich in der Umweltmatrix erweitert, sobald es am Markt neue elektrifizierte Baumaschinen gibt.
7. Transporte: Kurze Transportdistanzen und emissionsärmere Transportmittel (Elektro, Wasserstoff und/oder Gas-betriebene LKW und PKW)

6.2 Unternehmervariante

1. Siehe aufgeführte Punkte im Unterkapitel 6.1 Amtsvariante (oben)
2. Reduktion der Materialmengen (Beläge, Beton, Gesteinskörnung etc.) durch optimierte Material-, Aufbau und Konstruktionskonzepte
3. Reduktion Materialmengen durch Recyclingkonzept (Aufbereitung und Wiederverwendung Aushub, Gesteinskörnung vor Ort) zur Kreislaufschliessung

4. Alternative Baumaterialien: Flüssigboden, Bodenmörtel, Erdbeton, nachhaltigere Beläge und Betone: Es besteht in der Matrix die Möglichkeit der freien Eingabe eigener Produkte. Diese Zeilen sind jeweils im Tabellenblatt «Eingabe Baumeister» mit «Freie Eingabe» in der Spalte C gekennzeichnet. Die Ökokennwerte werden für die Angebotsauswertung von einem auf Ökobilanzen spezialisierten Unternehmen erhoben und in die Umweltmatrix eingetragen für die Auswertung.

7. Literaturverzeichnis

- [1] KBOB, ecobau, IPB, „Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz, Version 6.0,“ Plattform Ökobilanzdaten im Baubereich, Bern, 2023.
- [2] ISO 14040, „Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines,“ ISO, Geneva, 2006.
- [3] ISO 14044, „Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines,“ ISO, Geneva, 2006.
- [4] KBOB, eco-bau und IPB, „UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022; Grundlage für die KBOB-Empfehlung 2009/1:2022: Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand 2022,“ Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern, 2022.
- [5] IPCC 2021, „Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group + to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,“ Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom an New York USA, 2021.
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change, „Climate Change 2022: Synthesis Report,“ Genf, 2022.
- [7] R. Frischknecht, P. Gerber, N. Egli, A. Braunschweig und F. Dinkel, „Ökofaktoren Schweiz 2021 gmäss der Methode der ökologischen Knappheit - Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz,“ Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 2021.
- [8] A. Gautschi, „Green Economy - The Method of Ecological Scarcity in Policy Making, in Economics and Environmental Monitoring Division,“ *Bundesamt für Umwelt (BAFU)*, 2013.
- [9] Bundesamt für Umwelt BAFU, „Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit,“ Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 2021.
- [10] ETH Zürich, Prof. Dr. Stefanie Hellweg, „Vorlesung: Grundzüge “Ökologische Systemanalyse”,“ in *Methodik Ökobilanz Wirkungsbilanz*, Zürich, 2017.
- [11] Schweizerische Eidgenossenschaft, der Bundesrat, UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, „Emissionsfaktoren NON-Road Datebank,“ [Online]. Available: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html>. [Zugriff am 27 März 2023].