



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Kapitel 2

VERMINDERUNG DER BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Version 2.0

20. August 2002



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

2	VERMINDERUNG DER BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT	113
	Einleitung	113
2.1	Atmosphärische Emissionen	113
2.1.1	Beitrag zur Verminderung des Treibhauseffekts	121
2.2	Abfallvermeidung	136
2.2.1	Minimierung des Baustellenabfalls	136
2.2.2	Abfallvermeidung während der Nutzung	151
2.3	Abwasser	154
2.3.1	Schmutzwasserentsorgung	154
2.3.2	Versickerung des Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen	155
2.4	Reduktion des motorisierten Individualverkehrs	158
2.4.1	Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept	158
2.4.2	Fahrradabstellplätze	161
2.5	Belastungen durch Baustoffe	162
2.5.1	Vermeidung von Polyvinylchlorid (PVC)	165
2.5.2	Vermeidung von <u>PUR</u> und <u>PIR</u> in Schäumen, Dichtungen und Dämmungen	168
2.5.3	Vermeidung von chemischem Holzschutz	169
2.5.4	Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe	172
2.6	Vermeidung von Radon	173
2.7	Elektrobiologische Hausinstallation Vermeidung von Elektrosmog	180
2.8	Vermeidung von Schimmel	184



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

2 VERMINDERUNG DER BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Einleitung

Belastungen für Mensch und Umwelt müssen über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes hinweg so weit als möglich reduziert werden.

Dies betrifft:

- die Reduktion von atmosphärischen Emissionen und Belastungen aus der Produktion, Nutzung und Entsorgung von Baustoffen;
- die Reduktion von atmosphärischen Emissionen aus der Bereitstellung und Nutzung von Energieträgern;
- die Reduktion von Abfällen bei Errichtung und Entsorgung des Gebäudes sowie während der Nutzungsphase;
- die Reduktion von Abwasser während der Nutzung;
- die Reduktion von Belastungen, die durch Verkehr während Errichtung, Gebäudenutzung sowie Abbruch / Entsorgung entstehen.

2.1 Atmosphärische Emissionen

Einleitung

Emissionen in Luft belasten regional (z.B. Schwefeldioxid, Staub) und global (z.B. Kohlendioxid). Die Reduktion von Emissionen bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Baustoffen und Haustechniksystemen ist ein wesentliches Kriterium für die ökologische Qualität von Produkten.

Die ökologische Qualität vieler Baustoffe und Haustechniksysteme ebenso wie von Brennstoffen und elektrischer Energie ist durch Ökobilanzen in recht weitgehendem Maß erfasst. Seit 1997 sind die grundlegenden Regeln für die Erstellung von Produkt-Ökobilanzen in der Normenreihe ISO 14040ff festgelegt. Der Nachweis der Normerfüllung ist daher für alle seither erstellten Ökobilanzen grundlegend. Neben der generellen Forderung nach Transparenz und Nachvollziehbarkeit ist festgelegt, dass Ökobilanzen, deren Resultate die Interessen Dritter berühren (z.B. Produktvergleich), grundsätzlich von unabhängigen Experten evaluiert werden müssen. Für die Art der ökologischen Bewertung wird in der Norm auf „wissenschaftlich anerkannte Verfahren“ verwiesen; ein bestimmtes Bewertungsverfahren wird aber nicht vorgegeben. Die Abbildung der Umweltauswirkungen auf eine einzige Kennzahl wird nach dem derzeitigen Stand des Wissens ausdrücklich als nicht zulässig bezeichnet.

Umwelteffekte / Ökopotenziale

Da jedoch viele einschneidende Umweltschadenswirkungen auf die Emission von (Schad)Stoffen in die Atmosphäre zurückzuführen sind, werden in der Regel diese Stoffe zur Bewertung der Schadenswirkung herangezogen. Die Bewertung erfolgt dabei in der Weise, dass alle einen



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

bestimmten Effekt verursachenden Emissionen auf einen Referenzstoff „umgerechnet“ werden. Als Maßeinheit wird die Äquivalenzmasse einer Referenzsubstanz herangezogen; z.B. bedeutet die Angabe eines bestimmten Massen-CO₂-Äquivalents, dass während der gesamten Lebensdauer des betrachteten Produkts (im Fall von Heizöl bedeutet das alle Stufen von der Rohölgewinnung bis einschließlich der Verbrennung im Heizkessel) eine Vielzahl von Treibhausgasen emittiert wird, deren summierte Wirkung der angegebenen Masse CO₂ entspricht.

Bewertet werden im konkreten meist folgende Umwelteffekte:

Tabelle 2.1: Umwelteffekte und ihr Ökopotenzial

Effekt	Ökopotenzial (=Maßzahl)	Einheit
Beitrag zum Treibhauseffekt	GWP (Global Warming Potential)	kg CO ₂ -equiv./kg Produkt
Beitrag zur Zerstörung des stratosphärischen Ozons	ODP (Ozone Depletion Potential)	kg CFC-R11-equiv./kg Produkt
Beitrag zur Bildung von bodennahem Ozon	POCP (Photochemical Ozone Creation Potential)	kg C ₂ H ₄ -equiv./kg Produkt
Beitrag zur Bodenversauerung	AP (Acidification Potential)	kg SO ₂ -equiv./kg Produkt
Beitrag zur Überdüngung	NP (Nitrification Potential)	kg PO ₄ ³⁻ -equiv./kg Produkt

Eine nähere Beschreibung dieser Umwelteffekte ist in der Toolbox, Seite 119, enthalten.

Weitere Effekte, die bewertet werden können, sind Ökotoxizität und Humantoxizität. Diese beiden Kategorien sind wichtig, da sie neben der Erfassung von Belastungen während der Herstellung und Entsorgung indirekt auch die Qualität der Raumluft bzw. des Innenraumklimas beschreiben. Die Art und Weise der Ermittlung der Toxizität ist jedoch wissenschaftlich noch nicht ausgereift.

Aus diesem Grund wird dieser Effekt vorerst durch eine Liste zu vermeidender (weil kritischer) Werkstoffe berücksichtigt (vergl. Kapitel „Belastungen durch Baustoffe“ und durch die Forderung nach einem Konzept zur Vermeidung von Luftschadstoffen (vergl. Kapitel „Qualität der Innenraumluft“).

Umwelteffekte von Baustoffen

Die in oben stehender Tabelle angeführten Umwelteffekte „Treibhauseffekt“, „Versauerung“ und „Zerstörung des stratosphärischen Ozons“ können für die Errichtung und Nutzung von Gebäuden zumindest grob ermittelt werden: liegen keine produktspezifischen Ökobilanzen vor, so kann für die Berechnung der Umwelteffekte jene Baustoff-Datenbank verwendet werden, die auf der Publikation „**Baustoffdaten – Ökoinventare**“ beruht (siehe Toolbox dieses Kapitels) [Hg. v. Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe; Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie, Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB) Weimar; Institut für Energietechnik (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich; M. Holliger, Holliger Energie Bern: Karlsruhe/ Weimar/Zürich, 1995].

Diese Datenbank wurde im Rahmen einer deutsch-schweizerischen Kooperation nach einheitlichen Kriterien erstellt und im Jahre 1995 veröffentlicht, die Werte sind im Vergleich zu neueren Publikationen tendenziell hoch (worst case), werden aber je nach Datenverfügbarkeit laufend angepasst.



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Umwelteffekte von Transportmitteln und Energieträgern

Umwelteffekte von Transportmitteln und Energieträgern werden hier mit GEMIS modelliert. Zur Beschreibung von GEMIS, siehe Seite 50.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Ermittlung der Ökopotenziele als Grundlage für die Erarbeitung von Varianten: <ul style="list-style-type: none"> • für die Baustoffbeschaffung • für den Transport der Baustoffe die Errichtung • für die Wärmeversorgung Verminderung der Ökopotenziele	Berechnung der Ökopotenziele für Errichtung und Betrieb anhand anerkannter Datenbanken, Software (vergl. Toolbox) oder einsehbaren Ökobilanzen nach ISO 14040 ff.

TOOLBOX

Beschreibung der Umwelteffekte sowie der zugehörigen Ökopotenziele

Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt wird im wesentlichen durch die Anreicherung von CO₂-Kristallen und H₂O-Molekülen in der oberen Schicht der Atmosphäre und die dadurch verbesserte "Wärmedämmung" der Erde verursacht. Je besser die Erde zum Weltraum hin gedämmt ist, desto höher ist die (mittlere) Temperatur der (bodennahen) Lufthülle.

Für einige häufig vorkommende Substanzen (Methan, Distickstoffoxid, die technisch wichtigsten FCKWs und einige persistente CKWs), die zur Erhöhung des Treibhauseffekts beitragen, wurden Parameter in der Form des **GWP (Global Warming Potenzial)** entwickelt. Mit Hilfe dieses Parameters kann der direkte Einfluss auf den Treibhauseffekt zu einer Wirkungskennzahl zusammengefasst werden.

Das GWP (global warming potential) beschreibt den Beitrag eines Spurengases zum Treibhauseffekt, jedoch nicht als Absolutgröße, sondern relativ zu CO₂, der Substanz, die einerseits einen großen Beitrag zum lebenswichtigen, natürlichen Treibhauseffekt, jedoch auch - aus fossiler Verbrennung im Industriezeitalter vermehrt freigesetzt - einen signifikanten Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt leistet. Vereinfacht gesagt, wird jeder in Frage kommende Stoff auf Äquivalenzmengen (kg) CO₂ umgerechnet; der zur Anwendung gebrachte Faktor, mit dem die emittierten Schadstoffmengen multipliziert werden, ist somit das auf CO₂ normierte GWP.

**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Das GWP_i eines Gases i wird, auf Basis der diskutierten Parameter, wie folgt berechnet:

$$GWP_i = \frac{\int_0^T a_i \cdot c_i(t) \cdot dt}{\int_0^T a_{CO_2} \cdot c_{CO_2}(t) \cdot dt}$$

- a_i Wärmestrahlungsabsorption pro Einheitskonzentrationsanstieg eines Treibhausgases i
- $c_i(t)$ Konzentration eines Treibhausgases i zur Zeit nach Austritt
- T Anzahl der Jahre, über die integriert wurde

Nachstehend sind von ausgewählten Stoffen die entsprechenden Erwärmungspotenziale GWP_i - bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren nach IPCC - aufgelistet:

Tabelle 2.2: Erwärmungspotenziale ausgewählter Stoffe (Quelle: HEIJUNGS, R. et al., Environmental Life Cycle Assessment of Products - Guide [CML Centre of Environmental Science, Universität Leiden, <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/introcml.htm>, 2001])

Stoff	GWP_i [kg CO ₂ -equiv./kg]	Stoff	GWP_i [kg CO ₂ -equiv./kg]
CO ₂	1	CF ₄	6.500
CH ₄	21	C ₂ F ₆	9.200
N ₂ O	310	FCKW 13	11.700
FCKW 11	4.000	CCL ₄	1.400
FCKW 12	8.500		

Die Berechnung des Treibhauseffektes eines Gases i (in Äquivalenten kg CO₂) mittels der GWP_i -Faktoren wird wie folgt durchgeführt (m_i : emittierte Menge des Gases i):

Treibhauseffekt [kg CO₂-equiv.] = GWP_i [kg CO₂-equiv./ kgGas] · m_i kgGas

Abbau der stratosphärischen Ozonschicht

In der Stratosphäre wird durch das dort vorhandene Ozon ein großer Teil der harten UV-Strahlung der Sonne absorbiert. In Abhängigkeit von bestimmten klimatischen Bedingungen wird durch die Katalysatorwirkung von FCKW-Verbindungen Ozon zu Sauerstoff abgebaut. Einige dieser Gase zerstören wegen ihrer langen Verweildauer in der Stratosphäre noch Jahrzehnte nach ihrer Emission Ozonmoleküle. Die abgeschwächte Ozonkonzentration (das "Ozonloch") führt zu einer stärkeren Transmission der Sonnenstrahlung im UV-Bereich; negative Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und Menschen sind die Folge (z.B. Erhöhung des Hautkrebsrisikos, Schädigung der DNA, usw.).

Zur Abschätzung dieses Effektes wird das **Ozone Depletion Potential (ODP)** definiert, indem der durch eine Einheit des Gases *i* verursachte Ozonabbau auf den durch die Leitsubstanz Trichlorfluormethan (CCl₃F = FCKW-11) verursachten Ozonabbau normiert wird:

$$ODP_i = \frac{\delta[O_3]_i}{\delta[O_3]_{FCKW-11}}$$

Globaler Ozonabbau verursacht durch eine Einheit Gas *i*
Globaler Ozonabbau verursacht durch eine Einheit FCKW-11

Nachstehend ist für ausgewählte Stoffe das Ozonabbaupotenzial aufgelistet:

Tabelle 2.3: ausgewählte Stoffe und ihr Ozonabbaupotenzial (Quelle: HEIJUNGS, R. et al., Environmental Life Cycle Assessment of Products - Guide (CML Centre of Environmental Science, Universität Leiden, <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/introcml.htm>, 2001)

Stoff	ODP _i [kg FCKW-11-equiv./kg]	Stoff	ODP _i [kg FCKW-11-equiv./kg]
CCl ₃ F (FCKW 11)	1,0	HClFC ₂ (HFCKW 22)	0,04
CCl ₂ F ₂ (FCKW 12)	0,82	CH ₃ CCl ₃ (HC 140a)	0,12
C ₂ Cl ₃ F ₃ (FCKW 113)	0,9	CF ₃ Br (Halon 1301)	12
C ₂ F ₄ Cl ₂ (FCKW 114)	0,85	CF ₂ BrCl (Halon 1211)	5,1
C ₂ ClF ₅ (FCKW 115)	0,4	CCl ₄ (Tetrachlormethan)	1,2

Der Abbau der Ozonschicht (in Äquivalenten kg FCKW-11) ergibt sich dann aus der Multiplikation der emittierten Masse eines Gases *m_i* in kg mit dem ODP-Faktor:

$$\text{Ozonabbau [kg FCKW-11-equiv.]} = ODP_i \text{ [kg FCKW-11-equiv./kg]} \cdot m_i \text{ [kg]}$$



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

ODP-Faktoren wurden bislang nur für FCKWs abgeleitet, obwohl andere Elemente sowohl direkt durch chemische Reaktionen (NO_2 und N_2O) als auch indirekt durch den Treibhauseffekt (CH_4 und CO_2) am Ozonabbau beteiligt sind. Eine Quantifizierung dieser Beiträge ist wegen der komplizierten Vorgänge in der Stratosphäre sehr schwierig. Auch Synergieeffekte, beispielsweise wirken FCKW-Teile katalytisch auf die Abbaureaktion anderer FCKWs, sind im Modell nicht enthalten. Darüber hinaus ist die zeitlich sehr unterschiedliche Abbauintensität der Gase nur im Mittel enthalten, d.h. ein sehr reaktives und kurzlebige Gas kann denselben ODP-Faktor haben wie ein langlebige, aber nur schwach reaktives Element.

Versauerung

Abgabe saurer Gase an die Luft oder deren Bildung aus anderen vorerst nicht aciden Emissionskomponenten führt durch Niederschlag ("saurer Regen") zum Säureeintrag in Pflanzen und Boden und Oberflächengewässern. Einerseits resultieren daraus Blattschäden an Pflanzen, andererseits eine Übersäuerung der Böden. Letzteres verändert die Löslichkeit und somit die Pflanzenverfügbarkeit von Nähr- und Spurenelementen, wodurch z.B. die Aufnahme von Schwermetallen gesteigert oder aber die Aufnahme gewisser Nährstoffe durch die Pflanze behindert und somit deren Wachstum negativ beeinflusst wird.

Die **Säurebildungspotenziale (AP = Acidification Potential)** sind ein Maß für die Tendenz einer Masseneinheit einer Komponente i , Protonen H^+ , normiert auf das H^+ -Potential der Leitsubstanz SO_2 , freizusetzen;

$$AP_i = \frac{\frac{V_i}{M_i}}{\frac{V_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_2}}}$$

wobei

V_i Säurepotential für die Komponenten i

M_i Masseneinheit des Stoffes i

analoges gilt für SO_2

Nachstehend sind die Säurebildungspotenziale ausgewählter Stoffe aufgelistet:

Tabelle 2.4: Säurebildungspotenziale ausgewählter Stoffe (Quelle: HEIJUNGS, R. et al., Environmental Life Cycle Assessment of Products - Guide (CML Centre of Environmental Science, Universität Leiden, <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/introcm1.htm>, 2001)

Stoff	AP_i [kg SO_2 -equiv./kg]
SO_2	1,2
NH_3	1,6
NO_x	0,5



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Die Berechnung der Säurebildung in kg-SO₂-Äquivalenten für m_i kg einer relevanten Komponente i verläuft wiederum in Analogie zu den Schadstoffpotenzialen:

$$\text{Säurebildung [kg SO}_2\text{-equiv.]} = AP_i \text{ [kg SO}_2\text{-equiv./kg]} \cdot m_i \text{ [kg]}$$

Photochemische Oxidantienbildung (Photosmog: Bildung von bodennahem Ozon)

Die photochemische Oxidation, die oft als Sommersmog bezeichnet wird, beruht auf Reaktionen zwischen Stickstoffoxiden (NO_x) und organischen, flüchtigen Komponenten (VOC = Volatile Organic Compound) unter UV-Bestrahlung. Die POCP-Faktoren (Photochemical Ozone Creation Potenzial) sind für einzelne VOC's wieder auf eine Leitsubstanz normiert, in diesem Fall das Olefin Ethylen (H₂C=CH₂), d.h. die Substanzen i werden über das Oxidationspotenzial von C₂H₄ beschrieben.

$$POCP_i = \frac{\frac{a_i}{b_i(t)}}{\frac{a_{C_2H_4}}{b_{C_2H_4}(t)}}$$

wobei

- a_i Ozonabbau in Abhängigkeit von der Emission des VOC-Gas i
- b_i(t) die Emission des VOC Gases i bis zum Zeitpunkt (t)integriert.

Nachstehend ist für ausgewählte Stoffe das photochemische Photooxidantienbildungspotenzial als Ethenäquivalente aufgelistet:

Tabelle 2.5: Photooxidantienbildungspotenzial ausgewählter Stoffe (Quelle: HEIJUNGS, R. et al., Environmental Life Cycle Assessment of Products - Guide (CML Centre of Environmental Science, Universität Leiden, <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/introcml.htm>, 2001)

Stoff	POCP _i [kg C ₂ H ₄ -equiv./kg]	Stoff	POCP _i [kg C ₂ H ₄ -equiv./kg]
<i>Alkane</i>		<i>Alkohole</i>	
Methan	0,006	Methanol	0,14
Ethan	0,123	Ethanol	0,399
Propan	0,176	<i>Aldehyde</i>	
<i>Olefine</i>		Formaldehyd	0,519
Ethen	1,00	Acetaldehyd	0,641
Propen	1,12	<i>Ketone</i>	
<i>Alkine</i>		Aceton	0,094
Acetylen	0,085		



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Stoff	POCP _i [kg C ₂ H ₄ -equiv./kg]	Stoff	POCP _i [kg C ₂ H ₄ -equiv./kg]
Aromaten			
Benzol	0,218		
Toluol	0,637		
o-Xylol	1,05		

Die Berechnung der photochemischen Oxidantienbildung für m_i kg einer VOC-Komponente i verläuft wiederum in Analogie zu den Schadstoffpotenzialen:

$$\text{Bildung von Oxidantien [kg C}_2\text{H}_4\text{-equiv.]} = \text{POCP}_i \text{ [kg C}_2\text{H}_4\text{-equiv./kg]} \cdot m_i \text{ [kg]}$$

Eutrophierung (Überdüngung)

Beim Düngen werden zusätzliche Nährstoffe in den Boden und in das Wasser eingebracht, um die landwirtschaftliche Produktion zu erhöhen. Zu starke Düngung kann unterschiedlichste Folgen haben. Grundsätzlich wird die Anzahl der vorkommenden Lebewesen und Pflanzen, d.h. die Diversität reduziert (z.B. spärliche Blumendiversität auf überdüngten Wiesen, übermäßiges Algenwachstum).

Die Berechnung ist derzeit auf Substanzen beschränkt, die entweder Stickstoff oder Phosphor enthalten. Der potentielle Beitrag einer Substanz zur Produktion von Biomasse, die im Modell als Algen modelliert wird, wird aus den Mengenanteilen Algenäquivalent dividiert durch die Molekularmasse der betrachteten Substanz berechnet, wobei dieser Wert auf die Leitsubstanz PO₄³⁻ normiert wird. Das **Nutrition Potential NP** ergibt sich aus:

$$NP_i = \frac{\frac{\gamma_i}{M_i}}{\frac{\gamma_{PO_4^{3-}}}{M_{PO_4^{3-}}}}$$

γ_i stöchiometrischer Koeffizient einer Substanz i oder von PO₄³⁻

M_i molekulare Masse einer Substanz i oder von PO₄³⁻

Für einige ausgewählte Stoffe wird das Eutrophierungspotenzial (NP_i) nachstehend aufgelistet: (dieses Potenzial in Phosphatäquivalenten basiert auf einer durchschnittlichen Biomassezusammensetzung von C₁₀₆H₂₆₃O₁₁₀N₁₆P)



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Tabelle 2.6: Eutrophierungspotenzial einiger ausgewählter Stoffe (Quelle: HEIJUNGS, R. et al., *Environmental Life Cycle Assessment of Products - Guide* (CML Centre of Environmental Science, Universität Leiden, <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/introcml.htm>, 2001))

Emission	Formel	NP _i [kg PO ₄ ³⁻ -equiv./kg]
Stickstoffmonoxid	NO	0,20
Stickstoffdioxid	NO ₂	0,13
Stickoxide	NO _x	0,13
Ammonium	NH ₄ ⁺	0,33
Stickstoff	N	0,42
Phosphat	PO ₄ ³⁻	1,00
Phosphor	P	3,06

Multipliziert mit der Masse der emittierten Substanz m_i in kg ergibt sich die Überdüngung (in Äquivalenten kg PO₄³⁻):

$$\text{Überdüngung [kg PO}_4^{3-}\text{-equiv.]} = \text{NP}_i \text{ [kg PO}_4^{3-}\text{-equiv./kg]} \cdot m_i \text{ [kg]}$$

Durch Überdüngung ins Grundwasser gelangte Nitrate werden durch diese Definition der Überdüngung nicht berücksichtigt.

2.1.1 Beitrag zur Verminderung des Treibhauseffekts

Einleitung

Treibhausgase entstehen bei der Produktion der Baustoffe, beim Transport, bei der Errichtung des Gebäudes und beim Betrieb. Treibhausgase können eingespart werden durch:

- die entsprechende Auswahl von Baukörper, Baustoffen und Haustechnikkonzept (beispielsweise günstiges Oberflächen / Volumsverhältnis des Baukörpers, Bevorzugung von Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen, Verwendung erneuerbarer Energieträger);
- die Wahl des richtigen Transportmittels und die Planung kurzer Wege für den Transport;
- eine optimierte Baustellenlogistik;
- entsprechend energiesparendes Nutzerverhalten im Gebäudebetrieb.

Derzeit wird es zusehends zum Standard, bei der ökologischen Bewertung von Bauprojekten zumindest den Beitrag zum Treibhauseffekt in Form eines GWP-Wertes anzugeben, der sich auf den Gebäudebetrieb bezieht.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Ermittlung des Beitrags zum Treibhauseffekt als Grundlage für die Erarbeitung von Varianten: <ul style="list-style-type: none"> • für die Baustoffbeschaffung • für den Transport der Baustoffe und die Errichtung • für die Energieversorgung während der Nutzung 	Berechnung des Treibhausgaspotenzials für Errichtung und Betrieb anhand anerkannter Datenbanken, Software (vergl. Toolbox) oder einsehbaren Ökobilanzen nach ISO 14040 ff.
Verminderung der Treibhausgasemissionen	

Von den genannten Ökopotenzen wird vorläufig nur der Beitrag zur Treibhauseffekt aus der Gebäudenutzung bewertet. „Versauerung“ und „Zerstörung des stratosphärischen Ozons“ werden als Information angegeben, ebenso die Wirkungspotenziale aus der Baustoffherstellung und aus dem Transport der Baustoffe.

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird das jährliche Treibhausgaspotenzial aus der Gebäudenutzung bezogen auf die beheizte Bruttogeschossfläche nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

	Einheit	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
GWP < 5	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	5
5 ≤ GWP < 10	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	4
10 ≤ GWP < 16	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	3
16 ≤ GWP < 21	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	2
21 ≤ GWP < 26	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	1
26 ≤ GWP < 31	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	0
31 ≤ GWP ≤ 35	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	-1
GWP > 35	kg CO ₂ -equiv./m ² _{BGF,a}	-2



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Sanierung: CO₂-Emissionsklassen von Gebäuden als Grundlage der Bewertung

An der TU Wien¹ wurde ein Verfahren erarbeitet, das eine Bewertung von Gebäuden nach CO₂-Emissionsklassen erlaubt (siehe Toolbox in diesem Kapitel).

Dies ist vor allem für die Bewertung von Sanierungsvorhaben von Bedeutung. Die Mengen an CO₂-Emissionen hängen über den Heizenergiebedarf auch von der Geometrie des Gebäudes ($l_c = V_B / A_B$) ab. Bei einer Sanierung ist die Geometrie jedoch ein Faktum und meist nicht veränderbar. Eine Beurteilung der CO₂-Emission mit der geschossflächenbezogenen Emissionsmenge allein wäre nicht problemgerecht, da kein Handlungsspielraum in Bezug auf die Geometrie besteht. Bewertet werden sollte aber, inwieweit ein vorhandener Handlungsspielraum ausgenutzt wird. Genau das erlaubt die Zuordnung von l_c -Werten und CO₂-Emissionen in Emissionsklassen.

Zielwert für den Gebäudebetrieb ist eine CO₂-Emissionsklasse ≥ 7 .

TOOLBOX

Ermittlung der Treibhausgase im TQ-Tool

Treibhausgase aus der Baustoffherstellung

Mit den Baustoffmassen, die in das Unterformular „Rohbau-Baustoffe“ eingegeben werden, werden automatisch die Emissionswerte einer Datenbank (vergl. Seite 132) aktiviert und in die entsprechende Stelle im Hauptformular eingelesen.

Alternativ ist die Eingabe von berechneten (überprüfbaren) Emissionswerten möglich, die dann ebenfalls in das Hauptformular eingelesen werden.

Mit diesem Kriterium müssen erst Erfahrungen gesammelt werden; aus diesem Grund wird vorerst keine Bewertung vorgenommen. Die eingelesenen Werte liegen als Information vor.

Treibhausgase aus dem Transport der Baustoffe

Das Formular „Rohbau-Baustoffe“ enthält auch die Möglichkeit, Transportentfernungen und Transportmittel einzugeben. Werden Entfernungen eingegeben und wird ein Transportmittel aktiviert, so werden im Hintergrund die mittels GEMIS modellierten Emissionen aktiviert und in die entsprechende Stelle im Hauptformular eingelesen.

Mit diesem Kriterium müssen erst Erfahrungen gesammelt werden; aus diesem Grund wird vorerst keine Bewertung vorgenommen. Die eingelesenen Werte liegen als Information vor.

Treibhausgase aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung

Mit den kWh Nutzenergie, die in das Hauptformular eingegeben werden, sowie mit der Aktivierung einer Energiebereitstellungsoption im Unterformular „Heizsysteme“ werden automatisch die Emissionswerte des mittels GEMIS (siehe Seite 50) modellierten Heizsystems aktiviert und in die entsprechende Stelle im Hauptformular eingelesen.

¹ Fantl/Panzhauser/Wunderer, Der österreichische Gebäudeenergieausweis: Energiepaß (Wohnhabitat 8: Aktuelle Probleme aus dem humanökologischen Teilbereich „Wohnhabitat“, Wien: TU Wien; Institut für Hochbau für Architekten, 1996)

TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Alternativ ist die Eingabe von berechneten (überprüfbar) Emissionswerten möglich, die dann ebenfalls in das Hauptformular eingelesen werden.

Dieses Kriterium wird bereits länger diskutiert und wird darum bewertet.

Die Angaben zu den Ökopotenzen „Versauerung“ und „Zerstörung von stratosphärischem Ozon“ werden ebenfalls automatisch aus der Datenbank eingelesen und liegen als Information vor. Auch mit diesen Kriterien müssen erst Erfahrungen gesammelt werden; aus diesem Grund wird vorerst keine Bewertung vorgenommen.

Richtwerte und Kennwerte für die Planung

Folgende Abbildungen geben einen Überblick über die Anteile der **Baustellenprozesse sowie der Baustoffherstellung** am Treibhausgaspotenzial (GWP), dem Versauerungspotenzial (AP) und dem Eutrophierungspotenzial (NP). Gegenstand der Untersuchung waren der Bau einer Kinderklinik in Tübingen sowie der Erweiterungsbau einer Fachhochschule in Stuttgart, in beiden Fällen handelte es sich also um Großbaustellen².

Abbildung 2.1: Anteile Baustelle und Baustoffe an GWP, AP und NP (Kinderklinik)

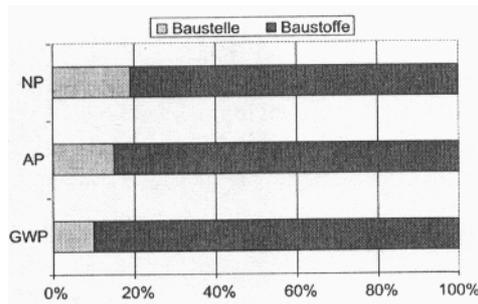
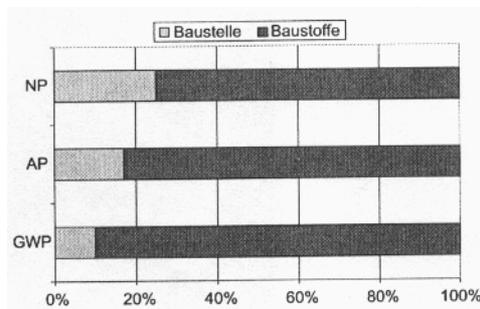


Abbildung 2.2: Anteile Baustelle und Baustoffe an GWP, AP und NP (Fachhochschule)



² Eyerer, P.; Reinhardt, H. W.; Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden, Birkhäuser Verlag: Basel, 2000, ISBN 3-7643-6207-3



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Die wichtigsten Einflussfaktoren bei den Baustellenprozessen bildeten die Transporte der Baustoffe zur Baustelle sowie der Transport des Aushubs. Der Stromverbrauch stand mit dem Kran als Hauptverursacher an zweiter Stelle.

Publikationen

Baustoffdaten – Ökoinventare, Hg. v. Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe; Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie, Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB) Weimar; Institut für Energietechnik (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich; M. Holliger, Holliger Energie Bern: Karlsruhe/ Weimar/Zürich, 1995

Heijungs, R. et al, Environmental Life Cycle Assessment of Products – Guide, Ed. CML (Centre of Environmental Science), Universität Leiden: <http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml>, Leiden 2001

Heijungs, R. et al, Environmental Life Cycle Assessment of Products – Backgrounds, Ed. CML (Centre of Environmental Science), Leiden, 1992

Baurelevante Ökobilanzdaten werden laufend ergänzt bzw. aktualisiert. Zu den neuesten Publikationen zählen:

Adensam, H.; Bruck, M.; Fellner, F.; Geissler, S.; Externe Kosten: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Band V, Mai 2002, Anhang 1: Ökopotenzial-Datenbank. (Aktualisierung der Datenbank durch das österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie; Stand: Okt. 2001)

Ökologischer Bauteilkatalog: Gängige Konstruktionen ökologisch bewertet (Hg. v. Österreichischem Institut für Baubiologie und -ökologie, Wien; Zentrum für Bauen und Umwelt, Donauuniversität Krems, Verlag Springer, 1999, ISBN 3-211-83370-6 (enthält nur Primärenergie- und GWP-Werte von ausgewählten Baustoffen und Bauteilen)

Ökologie der Dämmstoffe; Herausgegeben vom Österreichischem Institut für Baubiologie und -ökologie, Wien; Zentrum für Bauen und Umwelt, Donauuniversität Krems, Verlag Springer, 2000

Eyerer, P.; Reinhardt, H.W.; Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden; Birkhäuser Verlag: Basel, 2000, ISBN 3-7643-6207-3

Normen

ISO 14040 (1997): Environmental management -- Life Cycle Assessment -- Principles and framework

ISO 14041 (1998) Environmental management -- Life cycle assessment -- Goal and scope definition and inventory analysis

ISO/TR 14049 (2000): Environmental management -- Life cycle assessment -- Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis

ISO 14043 (2000): Environmental management -- Life cycle assessment -- Life cycle interpretation

Die Normen sind beziehbar unter <http://www.iso.ch>.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Software

[LEGOE](#)

Siehe Kapitel 1.1.1 „Primärenergie für die Errichtung“

[GaBi3](#):

Siehe Kapitel 1.1.1 „Primärenergie für die Errichtung“

[Ecotech](#)

Siehe Kapitel 1.1.1 „Primärenergie für die Errichtung“

GEMIS

Siehe Kapitel 1.1.1 „Primärenergie für die Errichtung“

Berechnung der CO₂-Emissionsklassen von Gebäuden

An der TU Wien wurde ein Verfahren erarbeitet, das eine Bewertung von Gebäuden nach CO₂-Emissionsklassen erlaubt.

Die jährliche CO₂ - Emission wird wie folgt berechnet:

$$HEB \times E_f \text{ [kg CO}_2 \text{]}$$

HEB... thermischer Heizenergiebedarf [kWh/a], Berechnung siehe Kap. 1.1. Energie

E_f..... Emissionsfaktor [kg CO₂ /kWh]

Tabelle 2.7: Emissionsfaktoren fossiler Brennstoffe (Quelle: Fantl, Panzhauser, Wunderer; Der österreichische Gebäudeenergieausweis: Energiepass; Wohnhabitat 8: Aktuelle Probleme aus dem humanökologischen Teilbereich „Wohnhabitat“, Wien: TU Wien; Institut für Hochbau für Architekten, 1996)

Emissionsfaktoren fossiler Brennstoffe	
Energieträger	E _f [kg CO ₂ /kWh]
Fernwärme	0,13
Erdgas	0,19
Heizöl	0,28
Elektr. Strom	0,44...0,55...0,66

Die Mengen an CO₂ - Emissionen hängen über den Heizenergiebedarf auch von der Geometrie des Gebäudes ($l_c = V_B / A_B$) ab, sodass eine problemgerechte Beurteilung der CO₂ - Emission mit der geschossflächenbezogenen Emissionsmenge allein nicht mehr möglich ist. Eine aussagekräftige Einzahl-Angabe ist möglich durch die heizenergiebedarfsgemäße Festlegung von CO₂ -

TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

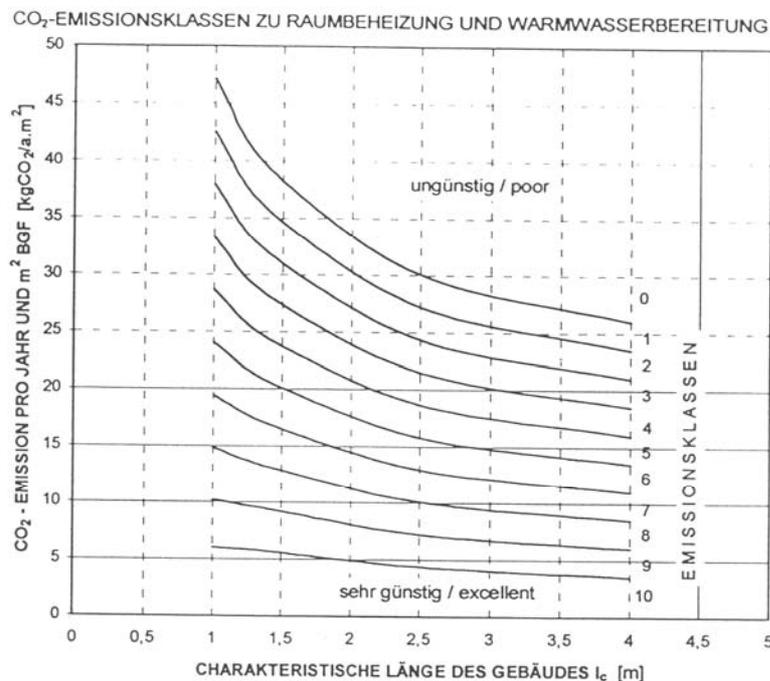
Emissionsklassen und die Zuordnung der flächenbezogenen CO₂ - Emissionen zur entsprechenden Emissionsklasse. Die CO₂-Emissionen werden hier lediglich bezogen auf den Heizenergiebedarf dargestellt.

Da GEMIS (siehe Seite 50) alle vorgelagerten Emissionen sowohl für die Bereitstellung der Energieträger als auch für die Produktion der Energiebereitstellungsanlagen berücksichtigt, sind die oben genannten Emissionsfaktoren kleiner als jene in GEMIS, die sich auf die Primärenergie beziehen. Nachdem das Schema der TU auf Heizenergie bezogen vorliegt und Erfahrungswerte bezogen auf Primärenergie noch fehlen, werden die CO₂-Klassen vorerst nach dem Schema der TU Wien berechnet.

Tabelle 2.8: CO₂ - Emissions-Klassen als Funktion von l_c

CO ₂ - Emissions-Klassen als Funktion von l _c				
Emissionsklassen	Flächenbezogene CO ₂ - Emission in Abh. von l _c in kg CO ₂			
	l _c =1,0	l _c =1,4	l _c =2,5	l _c =4,0
1	47,20	39,40	30,10	26,00
2	42,62	35,63	27,24	23,50
3	38,04	31,87	24,39	21,00
4	33,47	28,10	21,53	18,50
5	28,89	24,33	18,68	16,00
6	24,31	20,57	15,82	13,50
7	19,73	16,80	12,97	11,00
8	15,61	13,03	10,11	8,50
9	10,58	9,27	7,26	6,00
10	6,0	5,5	4,40	3,50

Abbildung 2.3: CO₂-Emissionsklassen zu Raumbeheizung und Warmwasserbereitung





**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Datenbank

Die Datenbank, aus der ein Auszug im folgenden geliefert wird, beruht auf einer Datenbank, die im Rahmen einer deutsch-schweizerischen Kooperation nach einheitlichen Kriterien erstellt und im Jahre 1995 veröffentlicht wurde. Im Vergleich zu neueren Publikationen sind diese Werte tendenziell hoch (worst case), werden jedoch je nach Datenverfügbarkeit laufend aktualisiert. Quelle der Datenbank: Baustoffdaten – Ökoinventare, Hg. v. Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe; Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie, Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB) Weimar; Institut für Energietechnik (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich; M. Holliger, Holliger Energie Bern: Karlsruhe/ Weimar/Zürich, 1995.

Die Daten alternativer Dämmstoffprodukte wurden auszugsweise aus der Publikation Ökologie der Dämmstoffe (Hg. v. Österreichischem Institut für Baubiologie und -ökologie, Wien; Zentrum für Bauen und Umwelt, Donauuniversität Krems, Verlag Springer, 2000) herangezogen. Die Werte der Baustofftabelle wurden anhand der Angaben des Instituts für Baubiologie korrigiert und wurden mit den Werten, die das Institut für Baubiologie in seinen Projekten verwendet und ebenso mit der im Programm ECOTECH verwendeten Datenbank abgestimmt. Die neuen Module zur Berechnung der Ökopoteniale sollen noch 2002 auf den Markt kommen. Die Baustoff-Tabelle ist die Grundlage für das Formular Rohbau-Baustoffe im TQ-Tool. Die Energie- und Transportdatenbank wurde nicht für TQ herangezogen, für diese Bereiche wurden die Emissionswerte mit GEMIS berechnet. GEMIS beruht auf einem für Österreich adaptierten Datensatz. Zum Vergleich sind im folgenden beide Datengrundlagen angeführt.

Tabelle 2.9: Baustoffe

BAUSTOFFE	Einheit	Bedarf erneuerbare energetische Ressourcen	Bedarf nicht erneuerbare energetische Ressourcen	Greenhouse effect 100 a	Ozone depletion	Acidification	Photosmog	Nutrication
		MJ	MJ	kg CO ₂ -Equiv.	kg R11-Equiv.	in kg SO ₂ -Equiv.	in kg Ethylen-Equiv.	in kg (PO ₄) ³⁻ -Equiv.
Aluminium (50% Recycl.)	kg	1,95E+01	9,65E+01	7,18E+00	3,49E-06	4,21E-02	2,75E-04	1,59E-03
Aluminium eloxiert	kg	1,95E+01	9,75E+01	7,25E+00	3,56E-06	4,30E-02	2,80E-04	1,61E-03
Aluminium Fassadenplatten	kg	8,04E+01	2,68E+02	1,22E+01	7,65E-06	7,67E-02	4,79E-04	2,76E-03
Aluminium pulverbeschichtet (50% Recycl.)	kg	1,95E+01	9,77E+01	7,25E+00	3,56E-06	4,24E-02	2,80E-04	1,61E-03
Armierungstahl (Betonstahl)	kg	5,26E-01	1,28E+01	7,08E-01	2,00E-07	3,66E-03	9,77E-05	1,93E-04
Asphalt, Deckschicht, Strassenbau	kg	2,05E-02	4,08E+00	8,60E-02	3,72E-07	4,83E-04	2,08E-05	4,44E-05
Asphalttragschicht, Tiefgarage	kg	1,81E-02	3,01E+00	7,55E-02	2,72E-07	4,01E-04	1,72E-05	3,98E-05
Basaltbrechsand	kg	9,01E-04	3,56E-02	2,12E-03	2,10E-09	1,87E-05	3,40E-07	2,64E-06
Baumwolle	kg	1,36E+01	1,89E+01	3,80E-01	6,15E-07	9,99E-03	1,42E-04	5,92E-04
Baustahl	kg	7,67E-01	3,44E+01	1,94E+00	4,95E-07	7,73E-03	9,02E-04	4,92E-04
Beton - Hohldiele, Verbundbeton	kg	1,79E-02	7,97E-01	1,32E-01	3,24E-08	4,14E-04	8,11E-06	4,60E-05
Beton PC 100	kg	9,58E-03	3,93E-01	5,28E-02	1,87E-08	1,92E-04	4,13E-06	2,25E-05



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Beton PC 150	kg	1,18E-02	5,00E-01	7,37E-02	2,23E-08	2,50E-04	5,18E-06	2,87E-05
Beton PC 300	kg	1,79E-02	7,97E-01	1,32E-01	3,24E-08	4,14E-04	8,11E-06	4,60E-05
Beton PC 600	kg	1,79E-02	7,97E-01	1,32E-01	3,24E-08	4,14E-04	8,11E-06	4,60E-05
Betondachstein	kg	4,89E-02	2,19E+00	2,78E-01	6,98E-08	9,68E-04	2,47E-05	1,01E-04
Betonfertigteil (Wandplatte)	kg	1,50E-01	2,13E+00	2,60E-01	5,60E-08	9,36E-04	2,17E-04	4,47E-05
Beton-Hohlsteinträger	kg	9,49E-02	2,64E+00	2,19E-01	5,60E-08	9,03E-04	2,19E-05	6,78E-05
Betonpflasterstein	kg	2,34E-02	9,40E-01	1,27E-01	1,99E-08	4,28E-04	1,20E-04	2,26E-05
Betonschalstein	kg	2,06E-02	8,74E-01	1,35E-01	3,12E-08	4,28E-04	8,85E-06	4,62E-05
Betonstahlmatte	kg	1,11E+00	3,99E+01	2,29E+00	6,47E-07	9,60E-03	1,07E-03	5,89E-04
Bims	kg	6,87E-05	2,14E-02	1,44E-03	1,91E-09	1,08E-05	2,53E-07	2,16E-06
Bims-Hohlblockstein HBL 20 DF (Bimsleichtbeton)	kg	1,62E-02	7,61E-01	1,06E-01	1,78E-08	3,52E-04	1,01E-04	2,05E-05
Bitumen, (Elastomer-, Plastomer-)	kg	8,11E-02	5,35E+01	5,30E-01	5,00E-06	4,12E-03	1,79E-04	2,70E-04
Blähperlit 0-1mm	kg	1,84E-01	1,11E+01	6,02E-01	2,49E-07	3,56E-03	5,60E-05	2,74E-04
Blähperlit 0-3mm	kg	1,55E-01	9,45E+00	5,14E-01	2,37E-07	3,34E-03	5,12E-05	2,56E-04
Blähschiefersand nach DIN 4226/2	kg	6,68E-02	4,87E+00	4,22E-01	3,27E-08	5,14E-03	9,67E-04	7,77E-05
Blähton	kg	1,92E+00	2,45E+00	3,33E-01	1,70E-07	2,15E-03	4,16E-05	8,78E-05
Blähton-Leichtbeton (Lecatton)	kg	1,60E+00	3,60E+00	3,84E-01	1,88E-07	2,66E-03	4,35E-05	1,35E-04
Blähvermiculit 0-2mm	kg	1,63E-01	6,08E+00	3,42E-01	2,63E-07	5,21E-03	2,56E-05	2,71E-04
Bordenschiefer	kg	2,14E-03	8,17E-02	4,87E-03	5,03E-09	3,90E-05	6,97E-07	5,71E-06
Bruch-Schotter / Kies (Bruch-)	kg	5,15E-03	3,44E-01	2,04E-02	2,71E-08	1,50E-04	6,45E-06	2,42E-05
Estrich (armiert)	kg	3,10E-02	1,25E+00	1,56E-01	3,68E-08	5,15E-04	1,92E-05	5,13E-05
Expandierte Perlite	kg	2,01E-01	1,37E+01	7,13E-01	6,75E-07	3,58E-03	2,32E-04	4,96E-04
Expandierte Perlite Europert	kg	1,89E-01	6,80E+00	3,33E-01	1,65E-07	1,14E-03	5,41E-05	9,55E-05
Faserzement (Eternit)/Schieferplatte klein	kg	1,68E+00	1,32E+01	1,32E+00	6,40E-07	5,55E-03	1,73E-04	4,28E-04
Faserzement (Eternit)/Wellplatte groß	kg	1,69E+00	9,80E+00	8,55E-01	4,81E-07	4,03E-03	1,25E-04	3,01E-04
Flachs	kg	8,22E-01	2,22E+01	-7,06E-01	2,70E-07	5,05E-03	5,05E-05	2,41E-04
Flachs mit Polyesterfaser	kg	1,06E+00	3,18E+01	2,99E+00	9,14E-07	2,98E-02	7,70E-04	1,15E-03
Flachs mit Stärke	kg	1,73E+01	3,32E+01	2,20E-01	1,01E-06	7,64E-03	2,65E-04	7,09E-04
Gips(faser)platte	kg	1,43E-01	5,52E+00	3,68E-01	3,72E-07	1,78E-03	8,18E-05	1,68E-04
Gipsrohstein	kg	1,34E-03	8,82E-02	5,56E-03	6,48E-09	4,49E-05	9,22E-07	7,59E-06
Gitterträger (Ziegel-Hohlkörperdecke)	kg	1,14E-01	3,47E+00	2,68E-01	7,55E-08	1,17E-03	2,45E-05	8,17E-05
Glas: Hoch Isolations Technologie (HIT)-Glas	m ²	7,30E+00	6,03E+02	3,74E+01	1,45E-05	1,12E-01	6,59E-03	8,38E-03
Glas: Isoliervglas 2 fach (1.3 W/m ² K) 4/8/4	m ²	2,98E+00	3,08E+02	2,10E+01	4,27E-06	5,01E-02	2,21E-03	4,45E-03
Glas: Isoliervglas 2 fach (3.0 W/m ² K) 4/16/4	m ²	3,21E+00	3,25E+02	2,18E+01	5,20E-06	5,44E-02	2,48E-03	4,67E-03
Glas: Verbund-Sicherheits-Glas (VSG)	m ²	5,01E+00	4,47E+02	2,81E+01	1,02E-05	7,74E-02	3,12E-03	6,15E-03
Glas: Wärmeschutzglas 2fach Argon (1.1 W/m ² K) 4/16/4	m ²	4,03E+00	3,38E+02	2,23E+01	5,44E-06	5,89E-02	2,50E-03	4,81E-03
Glas: Wärmeschutzglas 3fach Krypton (0.4W/m ² K)4/16/2.7/16/4	m ²	5,72E+00	4,74E+02	3,09E+01	8,52E-06	8,46E-02	3,72E-03	6,73E-03
Glaswolle	kg	1,39E+00	3,47E+01	1,70E+00	6,14E-07	1,01E-02	1,25E-04	7,64E-04
Hanf	kg	2,04E+01	7,88E+00	-1,08E+00	2,70E-07	3,19E-03	6,90E-05	1,27E-03
Hartfaserplatte	kg	5,59E+01	2,46E+01	-2,68E+00	1,59E-06	2,00E-02	2,71E-04	6,39E-04



**TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Holzbaustoffe	kg	3,81E+01	1,05E+01	-1,80E+00	4,55E-07	3,83E-03	2,79E-04	3,74E-04
Brettschichtholz								
Holzbaustoffe	kg	2,45E+01	3,62E+00	-1,47E+00	1,25E-07	1,70E-03	1,47E-04	1,74E-04
Brettschichttholz								
Holzbaustoffe	kg	2,21E+01	2,06E+00	-1,56E+00	6,92E-08	8,35E-04	7,43E-05	9,41E-05
Industrierestholz								
Holzbaustoffe	kg	2,42E+01	4,69E+00	-1,42E+00	1,45E-07	2,05E-03	1,40E-04	1,77E-04
Kantschichttholz								
Holzbaustoffe Nadelrundholz	kg	2,03E+01	1,36E+00	-1,58E+00	3,48E-08	5,55E-04	2,06E-05	4,58E-05
Holzbaustoffe Waldrestholz	kg	2,03E+01	7,03E-01	-1,69E+00	1,79E-08	2,86E-04	1,05E-05	2,35E-05
Holzwohle	kg	2,32E+01	2,43E+00	-1,75E+00	7,26E-08	9,65E-04	2,95E-05	7,72E-05
Holzwohleleichtbauplatte magnesitgeb.	Kg	1,04E+01	4,33E+00	-2,86E-01	1,05E-07	1,50E-03	2,07E-05	7,66E-05
Holzwohleleichtbauplatte zementgeb.	Kg	5,20E+00	3,22E+00	7,59E-02	6,40E-08	1,58E-03	2,34E-05	1,51E-04
Holzwohleleichtbauplatte, Porenverschlusßpl.EPV	kg	5,21E+00	3,22E+00	7,59E-02	6,40E-08	1,58E-03	2,34E-05	1,51E-04
Hydraulischer Kalk (Jurazement)	kg	1,49E-01	3,72E+00	6,43E-01	6,47E-08	1,08E-03	8,03E-04	9,90E-05
Jute (Kokos)	kg	2,16E+01	9,32E+00	-1,22E+00	6,18E-07	7,49E-03	1,14E-04	5,71E-04
Kalk für Zement	kg	1,93E-03	4,42E-02	2,37E-03	1,72E-09	2,11E-05	2,86E-07	2,10E-06
Kalk, gebrannter Kalk (CaO gemahlen)	kg	1,54E-01	7,45E+00	1,26E+00	5,70E-07	1,71E-03	1,20E-04	1,73E-04
Kalk, gebrannter Kalk (CaO stückig)	kg	1,40E-01	7,24E+00	1,25E+00	5,66E-07	1,63E-03	1,19E-04	1,70E-04
Kalk, gebrannter Kalk, Feinkalk (nat. Rohstoffe, Schachtofen)	kg	6,41E-02	6,18E+00	1,08E+00	3,84E-08	6,46E-04	1,92E-05	7,10E-05
Kalk, gelöschter Kalk, Weisskalk (Ca(OH)2)	kg	1,31E-01	6,69E+00	8,07E-01	1,04E-07	2,61E-03	3,83E-05	1,46E-04
Kalk, Naturkalk, gebrochen	kg	2,38E-03	7,12E-02	4,07E-03	3,74E-09	3,40E-05	5,46E-07	4,33E-06
Kalk, Naturkalk, gebrochen, gewaschen	kg	3,12E-03	8,24E-02	4,60E-03	3,96E-09	3,81E-05	5,64E-07	4,45E-06
Kalkhydrat (aus natürlichen Rohstoffen)	kg	3,49E-02	4,51E+00	6,70E-01	2,52E-08	4,17E-04	1,44E-05	5,19E-05
Kalkmaschinenputz f. innen u. aussen	kg	2,80E-02	1,47E+00	1,67E-01	5,34E-08	5,78E-04	1,10E-04	5,26E-05
Kalkmergel (feinschlackig, hoher Silikatanteil)	kg	9,24E-04	4,46E-02	2,74E-03	3,10E-09	2,07E-05	3,97E-07	3,38E-06
Kalksandstein (Kalkmörtel/Sand + gelöschter Kalk)	kg	5,67E-02	1,37E+00	1,02E-01	7,13E-08	3,97E-04	8,27E-06	2,58E-05
Kalksteinfüller 0-0,09mm	kg	2,10E-02	3,54E-01	1,74E-02	9,27E-09	1,36E-04	9,80E-07	7,53E-06
Kalksteinsande nach DIN 4226	kg	3,56E-03	1,47E-01	8,71E-03	8,44E-09	6,63E-05	1,21E-06	9,71E-06
Kies	kg	1,49E-03	2,26E-02	1,06E-03	4,42E-10	8,18E-06	3,47E-08	2,56E-07
Klinker PZ	kg	9,57E-02	5,54E+00	9,74E-01	3,94E-08	2,68E-03	1,04E-03	8,43E-05
Kork	kg	2,33E+01	7,19E+00	-1,46E+00	3,19E-07	2,90E-03	1,03E-04	2,45E-04
Kork (bituminiert)	kg	1,17E-01	1,37E+01	-1,08E+00	1,19E-06	4,01E-03	1,89E-04	6,24E-04
Kupfer	kg	3,68E+00	9,95E+01	5,48E+00	3,47E-06	1,68E-01	3,16E-04	1,19E-03
Lecalose	kg	2,10E+00	3,29E+00	2,08E-01	2,21E-07	2,71E-03	4,45E-05	9,17E-05
Lecalose ohne Reststoffe	kg	1,70E-02	3,16E+00	2,01E-01	2,12E-07	2,51E-03	1,32E-05	5,53E-05
Lehmmörtelpulver	kg	3,80E-03	1,72E-01	9,93E-03	1,21E-08	7,28E-05	2,70E-06	1,08E-05
Lehmputz/Mörtel vor Ort	kg	8,70E-03	6,21E-01	3,68E-02	4,99E-08	2,68E-04	1,21E-05	4,39E-05
Lehmvollstein	kg	2,10E-02	1,91E+00	1,25E-01	1,61E-07	1,83E-03	1,02E-05	4,70E-05
Leichtlehmausfachung	kg	1,60E-03	5,13E-02	2,89E-03	3,04E-09	2,16E-05	5,59E-07	2,82E-06
Leichtlehmstein	kg	2,45E-02	3,31E+00	-8,32E-02	9,16E-08	5,68E-04	2,50E-05	8,86E-05
Naturanhydrit	kg	1,01E-01	1,63E+00	8,50E-02	8,70E-08	6,64E-04	1,86E-05	7,04E-05



**TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Naturgips	kg	6,52E-04	2,89E-02	1,73E-03	1,65E-09	1,72E-05	3,26E-07	2,38E-06
Phonolithbrechsand	kg	9,01E-04	3,56E-02	2,12E-03	2,10E-09	1,87E-05	3,40E-07	2,64E-06
Polystyrol EPS	kg	1,50E+00	1,19E+02	4,01E+00	9,62E-06	3,51E-02	8,36E-03	1,44E-03
Polyurethan PUR	kg	4,36E+00	1,02E+02	1,37E+01	4,45E-06	6,68E-02	4,78E-04	1,60E-03
Porenbeton (Ytong)	kg	8,91E-02	4,24E+00	4,75E-01	1,65E-07	1,41E-03	3,47E-05	1,23E-04
Porentonleichtbeton (Liapor-Mauerblock RA 12 DF)	kg	7,95E-02	4,72E+00	4,43E-01	2,70E-07	3,72E-03	2,68E-04	1,05E-04
Portland-Flugasche-Hüttenzement, FAHZ 35 F	kg	9,80E-02	4,37E+00	7,05E-01	3,82E-08	2,05E-03	7,27E-04	6,55E-05
Portlandzement PZ 35 F	kg	1,23E-01	5,75E+00	9,48E-01	4,73E-08	2,72E-03	9,87E-04	8,60E-05
Portlandzement PZ 45 F	kg	1,29E-01	5,86E+00	9,53E-01	4,93E-08	2,76E-03	9,87E-04	8,71E-05
Portlandzement PZ 55	kg	1,32E-01	5,90E+00	9,55E-01	5,01E-08	2,78E-03	9,87E-04	8,76E-05
Recyclingstoff Nasse Aufbereitung	kg	1,21E-02	6,97E-03	5,81E-04	6,85E-11	3,02E-06	1,87E-08	1,79E-08
Recyclingstoff Trockene Aufbereitung	kg	2,37E-02	7,56E-04	1,53E-03	1,59E-09	1,88E-05	3,55E-06	3,09E-06
Rohperlit	kg	4,15E-02	6,29E-01	2,95E-02	1,23E-08	2,27E-04	9,64E-07	7,12E-06
Rohvermiculit	kg	4,48E-02	6,79E-01	3,19E-02	1,33E-08	2,45E-04	1,04E-06	7,68E-06
Sand	kg	1,49E-03	2,26E-02	1,06E-03	4,42E-10	8,18E-06	3,47E-08	2,56E-07
Schafwolle	kg	8,13E-01	1,95E+01	-8,53E-01	2,61E-07	4,87E-03	4,17E-05	2,13E-04
Schafwolle gewaschen	kg	1,85E+01	3,27E-01	-6,80E-01	5,76E-09	1,16E-04	2,73E-04	7,29E-06
Schafwolle Heraklith	kg	2,12E+01	3,73E+01	4,71E+00	1,62E-06	3,74E-02	1,37E-03	1,79E-03
Schaumglas (Foamglas)	kg	1,96E+00	6,69E+01	3,51E+00	8,67E-07	2,58E-02	2,82E-04	9,16E-04
Schieferton	kg	8,34E-05	2,61E-02	1,75E-03	2,32E-09	1,31E-05	3,07E-07	2,63E-06
Schieferton, gebläht F3, 4-8mm	kg	7,03E-02	5,26E+00	3,40E-01	4,26E-07	5,38E-03	2,18E-05	1,07E-04
Schilf	kg	1,55E-01	2,14E+00	-1,54E+00	9,17E-08	8,08E-04	1,27E-05	7,86E-05
Schilfrohrplatte	kg	1,92E-01	3,90E+00	-1,45E+00	1,27E-07	1,33E-03	5,54E-05	1,08E-04
Schotter	kg	1,42E-03	1,04E-01	6,62E-03	7,78E-09	5,40E-05	1,13E-06	9,24E-06
Schotter (Alluvial-)/ Kies (Fluss-)	kg	2,66E-03	9,08E-02	5,37E-03	5,59E-09	3,75E-05	6,40E-07	5,12E-06
Spanplatte	kg	3,38E+01	6,68E+00	-1,86E+00	2,21E-07	2,95E-03	1,82E-04	2,76E-04
Spanplatte, zementgebunden	kg	3,03E+01	6,50E+00	-1,57E+00	2,09E-07	2,93E-03	1,68E-04	2,77E-04
Speichermatte	kg	4,36E+00	1,02E+02	1,37E+01	4,45E-06	6,68E-02	4,78E-04	1,60E-03
Splitt	kg	2,17E-03	1,16E-01	7,15E-03	8,00E-09	5,81E-05	1,14E-06	9,37E-06
Stahlblech (verzinkt)	kg	1,06E+00	5,37E+01	3,16E+00	1,07E-06	1,58E-02	1,33E-03	8,86E-04
Steinzeug	kg	9,54E-02	7,00E+00	4,06E-01	3,69E-04	1,00E-03	8,3E-5	1,14E-04
Stroh	kg	6,28E-05	1,96E-02	-1,65E+00	1,75E-09	9,90E-06	2,31E-07	1,98E-06
Transportbeton B25	kg	1,89E-02	8,54E-01	1,31E-01	1,18E-08	3,96E-04	1,33E-04	1,54E-05
Waschkies, -sand	kg	1,23E-03	1,87E-02	8,77E-04	3,65E-10	6,75E-06	2,86E-08	2,11E-07
Weichfaserplatte	kg	3,20E+01	1,37E+01	-9,40E-01	2,73E-07	4,74E-03	2,60E-04	3,92E-04
Weichfaserplatte bituminiert	kg	1,72E+01	1,70E+01	-5,24E-01	5,21E-07	3,46E-03	1,02E-04	2,39E-04
Zellulose	kg	8,40E-01	9,31E+00	5,02E-01	6,86E-07	5,36E-03	4,59E-04	2,78E-04
Zement	kg	1,09E-01	5,25E+00	1,02E+00	1,82E-07	2,88E-03	5,16E-05	3,07E-04
Zement-Maschinenputz P3	kg	5,38E-02	2,37E+00	2,45E-01	7,45E-08	9,38E-04	1,93E-04	7,06E-05
Zementmauermörtel MG3	kg	3,73E-02	1,79E+00	2,27E-01	5,54E-08	8,16E-04	2,08E-04	5,77E-05
Ziegel (Dachziegel)	kg	1,01E-01	5,69E+00	2,00E-01	3,82E-04	1,45E-03	1,67E-05	8,40E-05
Ziegel (Mauerziegel)	kg	2,81E-01	2,50E+00	1,90E-01	1,73E-04	5,41E-04	2,27E-04	4,76E-05
Ziegel-Hohlkörperdecke (Einhängeziegel)	kg	4,83E-02	2,75E+00	2,50E-01	7,74E-08	1,04E-03	1,19E-05	7,91E-05
Zink (Titan-)	kg	3,40E+00	8,11E+01	4,93E+00	1,66E-06	4,35E-02	3,48E-04	2,01E-03

**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Tabelle 2.10: Energieträger

ENERGIETRÄGER UND -SYSTEME		Bedarf erneuerb. energet. Ressourcen	Bedarf nicht erneuerb. energet. Ressourcen	Greenhouse effect 100a	Ozone depletion	Photosmog	Acidificatio n	Nutrificatio n
		MJ	MJ	kg CO ₂ - equiv.	kg R11- equiv.	kg Ethylen- equiv.	kg SO _x - equiv.	kg PO ₄ ³⁻ - equiv.
Heizöl EL ab Regionallager Euro	t	1,20E+02	5,40E+04	5,70E+02	4,20E-03	3,70E+00	5,00E+00	4,20E-01
Heizöl EL 2000 ab Regionallager Euro	t	1,50E+02	5,70E+04	8,10E+02	4,50E-03	3,90E+00	6,80E+00	4,90E-01
Heizöl EL in Heizung 100 kW	TJ	1,70E+04	1,30E+06	8,70E+04	9,80E-02	9,00E+01	2,00E+02	1,30E+01
Heizöl S ab Regionallager Euro	t	1,60E+02	5,60E+04	7,00E+02	4,30E-03	3,80E+00	6,00E+00	4,30E-01
Erdgas HD- Abnehmer Euro	TJ	4,90E+02	1,20E+06	1,00E+04	2,90E-03	5,90E+00	4,30E+01	2,90E+00
Erdgas in Heizung atm., Brenner <100	TJ	1,90E+04	1,30E+06	7,30E+04	3,50E-03	1,40E+01	8,90E+01	1,10E+01
Strom Mittelspannung -	TJ	2,10E+05	3,10E+06	1,50E+05	3,20E-02	3,30E+01	9,10E+02	4,20E+01
Strom Niederspannung -	TJ	8,70E+05	1,90E+06	8,40E+03	5,90E-03	6,00E+00	7,30E+01	2,90E+00
Strom Niederspannung -	TJ	2,70E+05	3,50E+06	1,60E+05	3,70E-02	3,80E+01	1,10E+03	4,70E+01
Strom ab Wasserkraft UCPTE	TJ	1,30E+06	1,40E+04	1,20E+03	3,00E-04	4,70E-01	6,10E+00	5,90E-01
Strom ab Steinkohlekraftwer	TJ	4,30E+04	3,50E+06	3,00E+05	1,00E-02	2,50E+01	1,70E+03	1,10E+02
Holzschnitzel Fichte in Feuerung	TJ	1,30E+06	6,90E+04	4,00E+03	3,00E-03	2,20E+01	1,50E+02	2,20E+01
Stückholz in Feuerung 30kW	TJ	1,40E+06	5,70E+04	4,70E+03	2,00E-03	9,50E+01	1,20E+02	1,80E+01
Steinkohle aus Untertagebau ab	t	5,00E+02	3,40E+04	3,90E+02	1,60E-05	1,20E-01	4,60E-01	1,90E-01

**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Tabelle 2.11: Heizsysteme, modelliert mit GEMIS

HEIZSYSTEM (MODELLIERT MIT GEMIS)	KEA (kumulierter Energieaufwand) in kWh	kg CO ₂ -Equiv. pro kWh	kg SO ₂ -Equiv. pro kWh
Fernwärme aus Biomasse 1000 kW	1,32	4,75E-02	5,10E-04
Fernwärme, vor allem fossil, Mix Österreich	1,13	1,23E-01	1,50E-04
Gas-Brennwertkessel, 15 kW	1,32	2,97E-01	1,80E-04
Gas-Brennwertkessel, 50 kW	1,27	2,87E-01	1,80E-04
Gas-Brennwertkessel, 100 kW	1,32	2,97E-01	1,80E-04
Gas-Zentralheizung, 70 kW	1,39	3,15E-01	1,60E-04
Gas-Therme, Etagenheizung	1,36	3,09E-01	2,10E-04
Holz-Hackschnitzel, 15 kW	1,7	6,74E-02	6,80E-04
Holz-Hackschnitzel, 90 kW	1,7	6,74E-02	6,80E-04
Holzpellets, 15 kW	1,67	6,77E-02	1,14E-03
Nachtspeicherheizung	2,35	6,24E-01	2,97E-03
Ölheizung, 20 kW	1,48	3,97E-01	6,10E-04
Ölheizung, 45 kW	1,31	3,51E-01	5,40E-04
Ölheizung, 90 kW	1,31	3,51E-01	5,40E-04
Solaranlage	1,078	2,01E-02	5,00E-05
Wärmepumpe Sole/Wasser	0,68	1,48E-01	6,20E-04
Wärmepumpe Luft/Wasser	0,78	1,70E-01	7,20E-04

**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Tabelle 2.12: Transportdienstleistungen

TRANSPORTDIENST- LEISTUNGEN		Bedarf erneuerb. energet. Ressourcen	Bedarf nicht erneuerb. energet. Ressourcen	Greenhouse effect 100a	Ozone depletion	Photosmog	Acidificatio n	Nutrificatio n
		MJ	MJ	kg CO ₂ - Equiv.	kg R11- Equiv.	kg Ethylen- Equiv.	kg SO _x - Equiv.	kg (PO ₄) ³⁻ - Equiv.
Transport Frachter	tkm	5,50E-03	9,20E-01	6,40E-02	6,60E-08	1,10E-04	5,30E-04	6,90E-05
Transport Frachter	tkm	5,60E-04	1,30E-01	8,90E-03	9,80E-09	9,40E-06	2,40E-04	1,30E-05
Transport Lieferwagen <3,5	tkm	1,00E-01	1,10E+01	7,00E-01	7,50E-07	1,80E-03	5,80E-03	7,50E-04
Transport LKW 16 t	tkm	6,70E-02	5,10E+00	3,30E-01	3,60E-07	7,60E-04	3,80E-03	5,80E-04
Transport LKW 28 t	tkm	5,60E-02	3,50E+00	2,30E-01	2,40E-07	4,90E-04	2,60E-03	4,00E-04
Transport LKW 40 t	tkm	4,30E-02	2,50E+00	1,50E-01	1,60E-07	3,50E-04	1,70E-03	2,50E-04
Transport PKW Westeuropa	km	5,20E-02	5,10E+00	3,30E-01	3,50E-07	6,20E-04	2,10E-03	1,70E-04
Transport Schiene	tkm	9,80E-02	1,40E+00	8,40E-02	4,00E-08	5,50E-05	5,60E-04	5,60E-05

**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Tabelle 2.13: Transportdienstleistungen in GEMIS

Gemis-Auswahl	Primär- energie Erneuer- bare	Primär- energie nicht Erneuer- bare	Greenhouse effect 100 a	Ozone depletion	Acidificat- ion	Photo- smog	Nutricat- ion
	MJ pro tkm	MJ pro tkm	kg CO ₂ -Equiv pro tkm	kg R11- Equiv. pro tkm	kg SO ₂ - Equiv. pro tkm	kg Ethylen- Equiv. pro tkm	kg (PO ₄) ³ - Equiv. pro tkm
Transport LKW 16 t	6,70E-02	5,10E+00	3,30E-01	3,60E-07	3,80E-03	7,60E-04	5,80E-04
Transport Schiene	9,80E-02	1,40E+00	8,40E-02	4,00E-08	5,60E-04	5,50E-05	5,60E-05
Transport Frachter Übersee	5,60E-04	1,30E-01	8,90E-03	9,80E-09	2,40E-04	9,40E-06	1,30E-05
Transport PKW Westeuropa	5,20E-02	5,10E+00	3,30E-01	3,50E-07	2,10E-03	6,20E-04	1,70E-04



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

2.2 Abfallvermeidung

Einleitung

Abfall ist nicht nur ein Umweltbelastungsfaktor. Abfall ist ungenutzter Rohstoff, für den doppelt bezahlt wird: zuerst beim Einkauf und dann bei der Entsorgung.

Prinzipiell ist zwischen Abfällen, die während der Bauerrichtungs(bzw.-abbruch)phase und während der Nutzung des Bauobjekts (als Haushaltsmüll) anfallen, zu unterscheiden.

Der Anfall von Abfällen aus Baurestmassen und Baustellenabfällen belief sich nach Angaben des Bundesabfallberichts 1998 auf 6,4 Mio. t (das sind 13,8 Massen% des Gesamtabfallaufkommens). Das Vermeidungspotenzial wird mit mind. 5 %, max. 10 % angegeben, das Potenzial zur Verwertung mit 80-90 %. Aus diesen Zahlen wird die Dringlichkeit einer Wiedereinbringung der umgesetzten Massen in einen Verwertungskreislauf ersichtlich.

Die Menge der Haushaltsabfälle ist dagegen vergleichsweise gering: 2,8 Mio. t (das sind ca. 6 % des Gesamtabfallaufkommens), davon sind 24.000 t gefährliche Abfälle. Das Verwertungspotenzial beträgt max. 60 %. Die Abfallmenge nimmt jedoch stetig zu. Aufwändige Verpackungen und steigender Konsum von kurzlebigen Wegwerfgütern haben die Zusammensetzung des Hausmülls grundlegend verändert. Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung der Bevölkerung hinsichtlich Abfallvermeidung sind daher ein wichtiger Baustein bei der Umsetzung der Ziele der österreichischen Abfallwirtschaft: Vermeiden vor Verwerten vor Entsorgen.

2.2.1 Minimierung des Baustellenabfalls

Einleitung

Bei der Gebäudeerrichtung gibt es Einspar- und Verwertungspotenziale (vergl. Toolbox in diesem Kapitel), die Gebäudeerrichter und Planer unmittelbar beeinflussen können. Materialeinsparungen können durch die Wahl verschnittfrei einbaubarer Materialien oder durch die Zusammenarbeit mit Lieferanten, welche die Rücknahme von Transportverpackungen und Reststoffen gewährleisten, realisiert werden.

Hinsichtlich der Nutzung von Verwertungspotenzialen gilt in Österreich die Verpflichtung zur Trennung der Baurestmassen und zur Nachweisführung ab einer festgelegten Menge. Demnach hat die Trennung so zu erfolgen, dass eine Verwertung der einzelnen Stoffgruppen möglich ist. Die Verwertung wird jedoch nur eingefordert, wenn eine entsprechende Verwertung im Umkreis von 50 km (tatsächlich zu fahrenden Straßenkilometer) ab Abfallort existiert, und die Kosten der ordnungsgemäßen Verwertung im Vergleich mit einer ortsüblichen Deponierung in genehmigten Anlagen 25 % nicht überschreiten. Bis zu Mehrkosten von 25 % ergibt sich dadurch die Verpflichtung zur Verwertung von Baurestmassen anstelle einer Deponierung. Wenn unter diesen Gesichtspunkten keine Verwertung möglich ist, sind die Materialien je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische oder chemisch-physikalische Verfahren zu behandeln oder möglichst reaktionsarm, konditioniert und geordnet abzulagern.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Die festgelegten Mengenschwellen für die Trennung und Nachweisführung sind jedoch so hoch angesetzt (durchwegs im Bereich von Tonnen, nähere Informationen siehe Toolbox in diesem Kapitel), dass sie für die TQ-Bewertung nicht herangezogen werden.

Planungsziele

Erreicht werden soll, dass Abfälle durch vorausschauende Maßnahmen wie z.B. durch eine entsprechende Materialauswahl und Beschaffung sowie durch die Art der Baustellenabwicklung („cleaner production“) weitgehend vermieden werden. Was nicht vermieden werden kann, soll unabhängig von den Mengenschwellen der Baurestmassentrennverordnung (vergl. Toolbox in diesem Kapitel) getrennt und einer Verwertung zugeführt werden.

Ziel	Nachweis
Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzepts für Errichtung und zukünftigen Rückbau / Abriss	Abfallwirtschaftskonzept für Errichtung und zukünftigen Rückbau / Abriss Baustelleneinrichtungsplan
Ermittlung von Verwertungsmöglichkeiten und Einsparungspotenzial für voraussichtlich anfallende Baustellenabfälle als Teil des Abfallwirtschaftskonzepts	Baurestmassennachweis Errichtung Verwertungsnachweis Errichtung (Verträge mit Verwertungs- bzw. Versorgungseinrichtungen)



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Verwertung getrennt gesammelter Fraktionen bei der Errichtung nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala). Je nachdem ob ein Abfallkonzept inklusive Vermeidungskonzept für Bautätigkeiten und den späteren Rückbau bzw. Abbruch vorliegt wird unterschiedlich bewertet:

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)		
Abfallkonzept inklusive Vermeidungskonzept für Bautätigkeit und späteren Rückbau / Abbruch liegt vor	Abfallkonzept inklusive Vermeidungskonzept für Bautätigkeit und späteren Rückbau / Abbruch liegt nicht vor	
Überwiegende Verwertung der ausgewiesenen Fraktionen		5
Teilweise Verwertung der ausgewiesenen Fraktionen		4
Alle Fraktionen bei der Errichtung erhoben		3
Trennung gemäß Baurestmassenverordnung, Verwertung teilweise gewährleistet	Überwiegende Verwertung der ausgewiesenen Fraktionen	2
Trennung gemäß Baurestmassenverordnung, keine Verwertung gewährleistet	Teilweise Verwertung der ausgewiesenen Fraktionen	1
	Alle Fraktionen bei der Errichtung erhoben	0
	Trennung gemäß Baurestmassenverordnung, Verwertung teilweise gewährleistet	-1
	Trennung gemäß Baurestmassenverordnung, keine Verwertung gewährleistet	-2

TOOLBOX

Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Bei folgenden Abfallkategorien gibt es Einspar- und Verwertungspotenziale:

Baustellenabfälle

Baureststoffe, die bei Lagerung, Transport und Verarbeitung als Verschnitt, Bruch, Splitter oder überschüssiges Rohmaterial anfallen



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Reste von Bauhilfsstoffen, die nicht mehr einsetzbar sind, wie z.B. Schalungs- und Gerüstmaterial
Verpackungsmaterial von Baustoffen und Baukomponenten, das dem Schutz vor Schäden bei
Transport, Zwischenlagerung und teilweise auch bei der Montage dient

Baurestmassen und Bodenaushub

Abbruchmaterialien, die bei Umbau- und Sanierungsmaßnahmen bzw. Abriss eines Gebäudes anfallen
Bodenaushub

Gemäß dem Prinzip „Vermeiden vor Verwerten“ folgt eine Kurzbeschreibung des
Vermeidungspotenzials bei Baustellenabfällen und Baurestmassen



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Vermeidung von Baustellenabfällen durch entsprechende Materialwahl und Baustelleneinrichtungen

Wichtig ist die Auswahl der Baustoffe im Hinblick auf abfallfrei ohne Verschnitt einbaubare Materialien und materialeffiziente Konstruktionen. Dazu gehören z.B. gegossene Bodenbeläge anstelle von Bodenplatten (Terrazzo), eingeschüttete oder eingeblassene Dämmstoffe anstelle von Dämmplatten. Bei späterem Umbau-/Rückbau können diese Hohraumfüllungen wieder zurückgewonnen und eventuell erneut verwendet werden.

Die Architektur eines Gebäudes beeinflusst die Menge an Schalungsresten, die beim Gießen von Betonbauteilen anfallen. Bei nicht rechtwinkligen oder anderweitig ausgefallenen Bauteilformen ist der Anfall von Schalungsresten erheblich höher als bei konventionellen Bauteilformen. Wenn möglich sollte man auf Fertigmontageteile oder Halbfertigbauteile, die selbst die Schalung für den Aufbeton bilden, zurückgreifen, um Schalungsabfälle zu vermeiden. Beigestellte Verlegepläne reduzieren den Materialeinsatz bzw. den Verschnitt auf der Baustelle.

Sorgfältig durchdachte Baustelleneinrichtungspläne mit entsprechender Standortauswahl für die Restmassencontainer unterstützen die materialgerechte Entsorgung und reduzieren das Verkehrsaufkommen auf der Baustelle. Im Baustelleneinrichtungsplan müssen die zu erwartenden Materialflüsse, Zwischenlagermengen und -plätze eingetragen werden. Dabei sollte beachtet werden, dass zur Erleichterung der Verwertung der mineralischen Reststoffe für eine konsequent getrennte Zwischenlagerung gesorgt werden muss. Die Lagerplätze sind deutlich zu kennzeichnen. Die Zuordnung der Plätze mit Reststoffaufkommen (z.B. Schalungszuschnitt, Mauersteine, Restbeton, Mineralisches, Schrott, Holz, Folien, Verpackungen und Sonderabfälle) sollte an den Baustraßen und den Kranschwenkbereichen liegen, um zusätzliche Horizontaltransporte zu vermeiden. Wichtig bei dieser Sortierung ist die Vermeidung von unzulässigen Vermischungen der ökologisch weniger problematischen Abfälle mit Sonderabfällen, die absolute Trennung lösungsmittelhaltiger und ölhaltiger Reststoffe und Leergebinde sowie eine kontinuierliche Entsorgung. Die Fremdnutzung der Container durch Personen, die auf einfache Weise ihren Müll entsorgen wollen, muss durch einen entsprechenden Verschluss der Baustelle, der Container oder der Container-Stellplätze vermieden werden. Ein Beispiel zur Verringerung der Baustellenabfälle ist die Verwendung von wieder auffüllbaren Behältern für Bauchemikalien wie Farbe, Klebstoffe und Beize. Diese Behälter sollten an großen, auf der Baustelle platzierten Containern aufgefüllt werden können. Dadurch könnten die Kosten für die Materialbeschaffung sowie für die Materialbeseitigung bei Behältnissen verringert werden. Wichtig ist auch eine frühzeitige Abstimmung mit Recycling-Anlagen, Sortieranlagen oder Deponien im Einzugsbereich über die Anlieferungsmodalitäten und die entstehenden Kosten.

Bei den Materiallieferanten sollte bezüglich recyclingfähiger Verpackungsmaterialien und Rücknahmepflichten angefragt werden.³

Abbruch/Rückbauarbeiten: Demontagestufen als Voraussetzung für die Verwertung von Baurestmassen durch Baustoffrecycling

Um möglichst hochwertige Recyclingmaterialien herstellen zu können, ist eine höchstmögliche Sortenreinheit des Eingangsmaterials, das zur Aufbereitungsanlage angeliefert wird, notwendig. Der

³ Hufmann, Karl, Gebäuderecycling unter Berücksichtigung einer ökonomischen und ökologischen Kreislaufwirtschaft: Diplomarbeit an der Fakultät 17 Geowissenschaften der Ruhr-Universität Bochum. 1997; <http://www.home.t-online.de/home/karl.hufmann/seiten/gebrec.htm>



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

kontrollierte (recyclinggerechte) Rückbau muss daher vorsehen, dass alle demontierbaren, wiederverwertbaren Stoffe, alle kontaminierten Massen, aber auch Sperrmüll, Bodenbeläge aus PVC oder anderen Kunststoffen, Holz usw. vor dem eigentlichen Abbruch der Wände und Geschosdecken entfernt werden.

Das führt zum **Rückbau von Gebäuden in Demontagestufen**. Moderne Abbruchgeräte erledigen Techniken wie das Abgreifen, Abtragen und Demontieren.

Demontagestufe 1: Entfernung der technischen Gebäudeausrüstung (z.B. Heizkörper, technische Geräte)

Demontagestufe 2: nichtkonstruktive Bauelemente (z.B. Türen, Fenster, Rollläden, Dachdeckung, Fassadenverkleidung)

Demontagestufe 3: konstruktive Bauelemente (z.B. Träger, Unterzüge, Dachstuhl)

Demontagestufe 4: verbleibende Rohbaukonstruktion (z.B. Beton, Stahl)

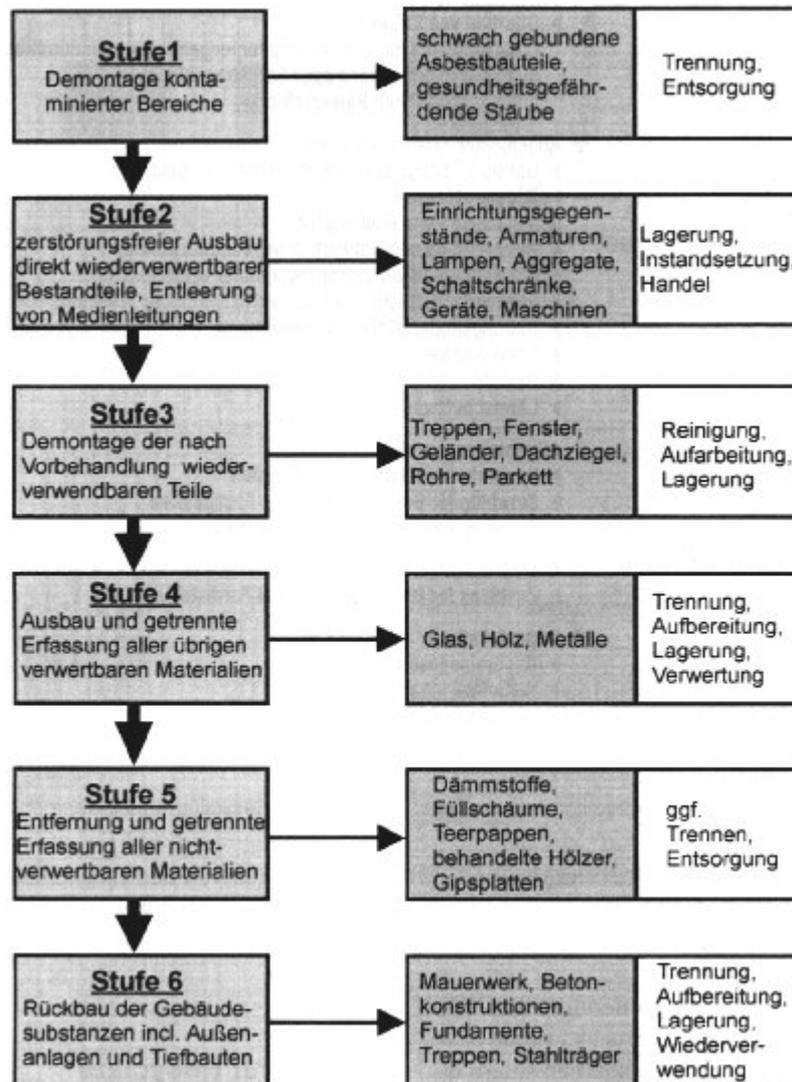
Bei Rückbauplanungen ist besonders wichtig, ob mit gefährlichen Schadstoffen zu rechnen ist. In diesem Fall ist ein entsprechendes Konzept zur Entsorgung erforderlich.

In der folgenden Abbildung sind die einzelnen Demontagestufen veranschaulicht. Die dargestellten Möglichkeiten zur Trennung, Aufbereitung, Verwertung und Entsorgung der einzelnen Materialien sind als Beispiele zu verstehen und nicht allgemein gültig. Je nach Material und Art des Einbaus können beispielsweise Dämmstoffe getrennt, aufbereitet und wiederverwendet werden, während in anderen Fällen nur die Entsorgung möglich ist. Angaben zur Trennbarkeit von Bauteilkonstruktionen macht der IBO-Bauteilkatalog⁴.

⁴ Waltjen, Tobias: Ökologischer Bauteilkatalog: Bewertung gängiger Konstruktionen; Mötzl, Hildegund; Mück, Wolfgang; Institut für Baubiologie – IBO (Hrsg.); Springer, Wien 1999

TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Abbildung 2.4: Demontagestufen (Quelle: Kohler, G. (Hrsg.), Recyclingpraxis Baustoffe – Der Abfallberater für Industrie, Handel und Kommunen – 3. Aktualisierte Auflage, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1997)



Die wichtigsten Ansätze für **recycling-gerechte Abbrucharbeiten** sind⁵

abfalltechnische *Abnahme* von Abbrucharbeiten, Identifikation etwaiger Altlasten

Entfernung von Inneneinrichtungen, Sperrmüll, Abfällen und leicht demontierbaren Metall-, Holz- und Kunststoffbauteilen vor den Abbrucharbeiten

Abstimmung mit der Recyclinganlage, z.B. durch gemeinsame Ortsbegehung vor Abbruchbeginn

⁵ Bredenbais, B.; Willkomm, W., Kontaminierte Bauteile im Hochbau – Vermeidung, Erkennung, Behandlung, Rationalisierungs-Gemeinschaft Bauwesen im RKW, 1993



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

differenzierter Geräte- und Maschineneinsatz zur separaten Demontage recyclingfähiger Bauteile und -stoffe

Sortierung der demontierten bzw. abgebrochenen Materialien mindestens separiert nach mineralischen Stoffen, Holz, Metallschrott, brennbaren Reststoffen, Sonderabfälle

nachträgliche Sortierung der oben genannten Stoffe auf der Abbruchbaustelle bzw. im Entsorgungsbetrieb, sofern eine Sortierung im Abbruchprozess unterbleiben muss

sorgfältige Trennung der Abbruchmaterialien von den Baustellenabfällen bei Teilabbrüchen mit Umbau-, Modernisierungs- oder Neubaumaßnahmen

Ihrer Priorität nach werden die Stufen des Baustoffrecyclings folgendermaßen gereiht:

1) Bauteilrecycling

Wiederverwendung von Produkten für den gleichen Zweck bzw. Weiterverwendung für einen anderen Zweck (z.B. Dach-, Mauerziegel, Konstruktionshölzer, Holztüren,..)

Es ist darauf zu achten, dass der Wiedereinsatz von Bauteilen nicht zu einem verlängerten Kreislauf von Schadstoffen führt. Ein Beispiel ist die Verwendung von Althölzern, die mit bereits verbotenen Holzschutzmitteln behandelt worden waren.

2) Baustoffrecycling

Wiederverwertung der Grundstoffe für den gleichen Zweck: Bauteil wird mit Energieaufwand in seine Grundstoffe zerlegt (gebrochen, zerfasert, zerspannt, geschmolzen)

3) Downcycling

Recyclingkaskade: Verwendung nur mehr als geringwertiger Grundstoff (Verfüllmaterial, etc.)

4) naturreintegrierbare Baustoffe

Mineralische Baustoffe als Füllmaterial für Kiesgruben, unbehandeltes Holz

Verpflichtung zur Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien

In Österreich gilt seit 1.1.1993 die **Verordnung zur Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien 1991 – BGBl. 259/1991** und verpflichtet den Auftraggeber (Bauherren), die Baurestmassen ab einer festgelegten Menge in gewisse Stoffgruppen zu trennen bzw. über den Verbleib im Baurestmassennachweis-Formular Rechenschaft abzulegen. Die Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien ist mit 1.1.1993 in Kraft getreten und schreibt vor, die anfallenden Materialien im Rahmen eines Bauvorhabens in 8 Stoffgruppen zu trennen, sofern bestimmte Mengenschwellen überschritten werden:



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Table 2.14: 8 Stoffgruppen mit Mengenschwellen, ab denen die Stoffe getrennt zu erfassen sind (Quelle: BauschuttVO 1993)

Stoffgruppen	Mengenschwelle in t
Bodenaushub	20
Betonabbruch	20
Asphaltaufruch	5
Holzabfälle	5
Metallabfälle	2
Kunststoffabfälle	2
Baustellenabfälle	10
mineralischer Bauschutt	20

Erstellen eines Baurestmassennachweises

Der Anfall der Abfälle ist anhand von Aufzeichnungen, entsprechend der Abfallnachweisverordnung BGBl. 65/1991, nachzuweisen. Die Nachweispflicht trifft den Auftraggeber, wobei hier die Aufzeichnungen des Auftragnehmers im Sinne der Abfallnachweisverordnung herangezogen werden können.

Bei Überschreiten der in Tabelle 1.12 angegebenen Schwellenwerte ist ein Baurestmassennachweis zu erbringen, der folgende Kategorien erfasst:

- Bodenaushub (normal, ölverunreinigt, sonstig verunreinigt)
- Betonabbruch
- Asphaltabbruch
- Holz (Bau- und Abbruchholz, salzprägniert, ölprägniert, Spanplattenabfälle)
- Metalle (Eisen und Stahlabfälle verunreinigt, Blei, Aluminium, Kupfer, Kabel, Nicht-Eisen-Metallschrott)
- Kunststoffe (ausgehärtete Kunststoffabfälle)
- Baustellenabfälle (Altacke/Altfarbe ausgehärtet, Leim- und Klebmittelabfälle ausgehärtet, Altpapier/Pappe unbeschichtet, Hausmüll oder hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Verpackungsmaterial und Kartonagen, biogene Abfallstoffe)
- Bauschutt (Bauschutt/Brandschutt – keine Baustellenabfälle, Asbestzement)
- Gefährliche Abfälle sind prinzipiell unabhängig von der Stoffmenge zu erfassen und an entsprechenden Entsorgungsstellen abzugeben. Dazu zählen Altöle, Asbest, Altacke und Farben, Lösungsmittel, Harze, Kleber, Kühlschränke, ölverunreinigte Böden, Batterien, Leuchtstoffröhren

Die Trennung hat so zu erfolgen, dass eine Verwertung der einzelnen Stoffgruppen möglich ist.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Eine Liste von Verwertungs- und Sortieranlagen für die Wiederverwertung von Baurestmassen ist beim [Österreichischem Baustoff-Recycling-Verband](#) erhältlich. Eine Verwertung ist dann verpflichtend, wenn im Umkreis von 50 km ab Anfallort eine Verwertungsanlage angefahren werden kann und die Verwertungskosten (dazu zählen Trennung, Sortierung, Verwertung) im Vergleich zu einer Deponierung 25 % der Entsorgungskosten nicht überschreiten.

Bauaushub oder -restmassen können auch über sog. [Recyclingbörsen](#) gehandelt werden und damit einer Wiederverwendung/Verwertung zugeführt werden.

Wirtschaftliche Zumutbarkeit der Trennung und Verwertung von Baurestmassen

Wenn die erfassten Materialien keiner Verwertung zugeführt werden können oder eine Verwertung durch den erforderlichen Transport unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen würde, sind sie je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische oder chemisch-physikalische Verfahren zu behandeln oder möglichst reaktionsarm, konditioniert und geordnet abzulagern.

Im Erlass des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 29.7.1993 Zl.083504/494-V/4/93-FÜ zur BauschuttVO wird u.a. die wirtschaftliche Zumutbarkeit der Trennung und Verwertung von Baurestmassen geregelt. Demnach ist eine Verhältnismäßigkeit dann gegeben, wenn eine entsprechende Verwertung im Umkreis von 50 km (tatsächlich zu fahrenden Straßenkilometer) ab Abfallort existiert, und die Kosten der ordnungsgemäßen Verwertung im Vergleich mit einer ortsüblichen Deponierung in genehmigten Anlagen 25% nicht überschreiten. Bis zu Mehrkosten von 25% ergibt sich dadurch die Verpflichtung zur Verwertung von Baurestmassen anstelle einer Deponierung.

Ökologische Bewertung des Baustoffrecyclings

Die Aufbereitung von Recyclingbaustoffen erfordert den Einsatz von Aufbereitungstechnologien die selbst wieder Energie- und Transportdienstleistungen benötigen. Sofern einerseits ausreichend nutzbare geologische Reserven an Primärrohstoffen für den Einsatz im Hochbau und andererseits Deponievolumen für Baurestmassen vorhanden sind, d.h. grundsätzlich die Wahl zwischen Neuprodukten und Sekundärrohstoffen gegeben ist, stellt sich die Frage in welcher Variante die geringeren Umweltbelastungen auftreten.

In einer Studie der Salzburger Landesregierung (Bach, Heinz; Bruck, Manfred; Fellner, Maria; Vogel, Gerhard; Die Entwicklung und Demonstrationsanwendung eines Modells für die ökologische Bewertung des Baustoffrecyclings (Land Salzburg, Abteilung 16 Umweltschutz, Juni 1999) wurde für die den Primärrohstoffen (Neustoffen) Sand und Schotter funktionell gleichwertigen Recyclingstoffe nachgewiesen, dass deren Primärenergiebedarf und Ökopoteniale (GWP, ODP, POCP, AP, NP) nur dann den der Neustoffe entsprechen, wenn die Transportentfernungen (Abbruch – Recyclinganlage – Baustelle) in derselben Größenordnung liegen wie bei Neustoffen.

Der entscheidende Punkt ist somit die flächendeckende Versorgung mit Aufbereitungsanlagen.



TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Normen und gesetzliche Bestimmungen

ÖN B 2251 (1996-04): Abbrucharbeiten: Werkvertragsnorm

VDI 2074 (2000-03 en): Recycling in der Technischen Gebäudeausrüstung

Beziehbar am [Österr. Normungsinstitut](http://www.on-norm.at), Email: sales@on-norm.at

Bundesabfallwirtschaftsgesetz (AWG; BGBl. 325/1990 idF BGBl. I Nr. 90/2000): formuliert ein Verwertungsgebot (§17 Abs. 2) beim Abbruch von Baulichkeiten

Verordnungen zum Abfallwirtschaftsgesetz (AWG)

Abfallnachweisverordnung BGBl. 654/91: besagt, dass der Abfallbesitzer für jedes Kalenderjahr Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib des Abfalls zu führen hat.

Verordnung zur Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien 1991 – BGBl. 259/1991 (siehe oben)

Erlass des BMU zur Baurestmassen-Trennungsverordnung 1993: der Auftraggeber ist verpflichtet, selbst bei Mehrkosten im Ausmaß von 25 % der Verwertung gegenüber einer Deponierung den Vorrang zu geben.

Freiwillige Vereinbarung über die Heranziehung von Recycling-Materialien: Diese wurde im Herbst 1990 zwischen den Fachorganisationen der Bauwirtschaft und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten mit dem Ziel abgeschlossen, die Recyclingquoten jährlich um bestimmte Prozentsätze anzuheben. Die freiwillige Vereinbarung führte zur Baurestmassentrennungsverordnung

Altlastensanierungsgesetz (BGBl.299/1989): Das ALSAG schreibt Altlastenbeiträge für jede Form des langfristigen Ablagerns von Abfällen (Deponieren), das Verfüllen von Geländeunebenheiten, das Lagern von Abfällen und das Befördern von Abfällen zur langfristigen Ablagerung außerhalb Österreichs fest. Bei einer Abgabe von Baurestmassen bei Aufbereitungsanlagen fallen keine Altlastenbeiträge an, da Baurestmassen dadurch einer Wiederverwertung zugeführt werden.

Deponieverordnung (BGBl.164/1996): Die Deponieverordnung legt den neuen Stand der Technik fest. Sie gilt für große neu genehmigte Deponien. Durch die Wasserrechtsgesetznovelle müssen alle bestehenden Deponien binnen kurzer Zeit an diesen Stand der Technik angepasst werden. Baurestmassendeponien waren jedenfalls bis 1. Juli 1999 umzustellen.

Die 4 neuen Deponietypen:

Bodenaushubdeponie: für unbelasteten Bodenaushub

Baurestmassendeponie: für mineralische Baurestmassen, verunreinigte Böden

Reststoffdeponie: im Baubereich nur in Ausnahmefällen

Massenabfalldeponie: für Baumischabfälle, stark belastete Böden



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Als mineralische Baurestmassen gemäß Deponieverordnung gelten: Beton, Silikatbeton, Gasbeton, Ziegel, Klinker, Mauersteine auf Gipsbasis, Mörtel und Verputze, Stukkaturmaterial, Kaninesteine und Schamotte aus privaten Haushalten, Kies, Sand, Kalksandstein, Asphalt, Bitumen, Glas, Faserzement, Asbestzement, Fliesen, Natursteine, gebrochen natürliche Materialien, Porzellan.

In mineralischen Baurestmassen dürfen Bauwerksbestandteile aus Metall, Kunststoff, Holz oder andere organische Materialien wie Papier, Kork in einem Ausmaß von insgesamt höchstens 10 Volumsprozent enthalten sein. Baustellenabfälle dürfen nicht enthalten sein!

Publikationen

Beim [Fachverband der Bauindustrie der Wirtschaftskammer](#) können folgende Broschüren zur Baurestmassentrennung auf der Baustelle bezogen werden:

Leitfaden „Baurestmassentrennung auf der Baustelle“

„Baurestmassentrennung auf der Baustelle“ – Plakate in verschiedenen Sprachen (deutsch, serbisch/kroatisch, türkisch)

Merkblatt „Verwendung von Böden als Schüttung“, Empfehlung des Bundesministeriums

Baustellen-Merkblatt „Bodenaushub Vereinfachte Anwendung“

„Abfallbehandler und Deponien in Österreich 2000“

„Baurestmassennachweis für nicht gefährliche Abfälle“: steht zum Download zur Verfügung

Arbeitshilfen Recycling, Mit zahlreichen Checklisten, spiegeln die deutsche Rechtslage wider! Nähere Infos über Inhalt unter: <http://www.bauherr.baunetz.de/bmvbw/publik/ahilfen>

Bredenbals, Barbara; Willkomm, Wolfgang; Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude (Bauforschung für die Praxis Band 22, 1996. 110 S., ISBN: 3-8167-4221-, [Fraunhofer IRB Verlag](#))

Bredenbals, Barbara; Willkomm, Wolfgang; Recyclinggerechte Bauweisen im Innenausbau. Abschlußbericht (1992; 144 S.; Best.-Nr. F 2212 (Kopie des Manuskripts) [Fraunhofer IRB Verlag](#))

Bredenbals, Barbara; Willkomm, Wolfgang; Recycling bei Sanierungsmaßnahmen. Abschlußbericht (1994. 208 S; Best.-Nr. F 2250 (Kopie des Manuskripts), [Fraunhofer IRB Verlag](#))

Bredenbals, Barbara; Willkomm, Wolfgang; Rationelle Selbsthilfe und Recycling. Rationeller Materialeinsatz, Abfallvermeidung und Baustoffrecycling bei Selbsthilfemaßnahmen im Wohnungsbau. Abschlußbericht (1995. 137 S.; Best.-Nr. F 2270 (Kopie des Manuskripts) [Fraunhofer IRB Verlag](#))



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Lippe, Heiner; Recyclingbaustoffe im Wohnungsbau. Ermittlung ihrer Verwendungsmöglichkeiten, Gesundheitsverträglichkeit und Kostendämpfung (Forschungsbericht - Institut für Bauforschung e.V. F 757; 1995. 91 S.; ISBN: 3-8167-4777-9; Best.-Nr. F 2292 (Kopie des Manuskripts) [Fraunhofer IRB Verlag](#))

Links

<http://www.brv.at/>

Österreichischer Baustoff-Recycling-Verband: Erhältlich ist eine Liste von Verwertungs- und Sortieranlagen für die Wiederverwertung von Baurestmassen

<http://www.recyclers-info.de/de/default.htm>

Auflistung von Recyclingbetrieben in Deutschland, Österreich, Schweiz, Niederlande

<http://recycling.or.at>

Die österreichische Recycling-Börse informiert über Angebot und Nachfrage von Baurestmassen.

<http://www.recy.ihk.de>

Homepage der IHK Recyclingbörse Deutschland

http://www.bmu.gv.at/admin_umwelt/admin_u_abfall/u_abfall_inhalt.htm

Informationen des Umweltministeriums über alle Belange der Abfallwirtschaft: der österreichische Abfallwirtschaftsplan, Abfallrecht, Abfallbehandlungsanlagen in Österreich, Informationen zur Verpackungsverordnung, Trennungs- und Entsorgungstipps, Leitfaden zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes

Checkliste verwertungsorientierter Rückbau

Checkliste für Auftraggeber und Auftragnehmer⁶

Auftraggeber

Auftragnehmer

1. Vorbereitende Arbeiten

- Zusammenstellung aller Planunterlagen
- Sammlung aller verfügbarer Informationen zum Abbruchobjekt (Nutzung, baul. Änderungen,...)
- Einschränkungen durch Nachbarobjekte
- Objektbeschreibung
- Beistellen von Unterlagen zur Ermittlung voraussichtl. Mengen
- Prüfung und Angabe mögl. Kontaminierungen, gefährlicher Abfälle und Lagergüter
- Begehung des Abbruchobjekts (Prüfung der Planunterlagen, Feststell. gefährl. Abfälle)
- Prüfung der Wiederverwendungsmögl. von Abbruchmaterial auf demselben Gelände bei geplantem Neubau
- Prüfung der Verwendbarkeit ganzer Bauteile
- Erstellung eines Entsorgungs- und Verwertungskonzepts (wenn vorgeschrieben)
- Räumung des Objekts bzw. Festlegung des Übergabezustands
- Beschreibung des Endzustands des Rückbaus
- Beweissicherung bei Gefährdung von Nachbarobjekten vor Beginn der Abbrucharbeiten und nach Abschluss

Erwirken der Abbruchbewilligung

⁶ „Verwertungsorientierter Rückbau: Ein Leitfaden für Bauherren und Ausführende zur ÖN B 2251 Abbrucharbeiten“ (Hg. v. Österreichischem Baustoff Recycling Verband, Österr. Normungsinstitut, Ausgabe März 1996)

2. Ausschreibung

- Angaben über Veranlassungen bei unerwartetem Auftreten gefährlicher Abfälle
- Einzukalkulierende Nebenleistungen
- Regelungen über Eigentumsübergang des anfallenden Materials
- Maßnahmen an Ver- und Entsorgungsleitungen
- Maßnahmen bezüglich der Fundierung und der Kellerwände
- Anforderungen an das Verfüllmaterial und and den Einbau

→

3. Anbotslegung

- Besichtigung des Objekts
- Prüfung der Platzverhältnisse, der Zugänglichkeit, der Zwischenlagerungsmöglichkeiten sowie der Möglichkeit der Aufstellung einer mobilen Recycling-Anlage
- Prüfung der Mengenangaben des AG
- Wahl des Abbruchverfahrens
- Mögl. und Übernahmebedingungen von Aufbereitungsanlagen und Deponien prüfen (was wird genommen, Tarife, Transportwege)
- Erstellung eines Entsorgungs- und Verwertungskonzeptes
- Angaben über Veranlassungen bei unerwartetem Auftreten von gefährl. Abfällen
- Einzukalkulierende Nebenleistungen
- Angaben zur Wasser- und Energieversorgung
- Besonderheiten des Objekts (z.B. Verbindungen zu Nachbargebäuden)
- Prüfung der behördlichen Auflagen
- Sicherungs- und Unterfangungsmaßnahmen
- Maßnahmen an Ver- und Entsorgungsleitungen
- Maßnahmen bezüglich der Fundierung (Belassen, vollständiges Entfernen, etc.)
- Erforderliche Erkundungsmaßnahmen, Materialprüfungen, etc.)
- Besondere Emissionsschutzmaßnahmen

Vergabe

4. Vorbereit. nach Auftragserteilung

- Beweissicherung bei Gefährdung von Nachbarobjekten
- Erstellung eines Baustelleneinrichtungsplans



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

6. Durchführ. d. Rückbauvorhabens

- Prüfung der vom Auftragnehmer im Baurestmassenformular gemachten Angaben
- Beweissicherung nach Bauende (sofern nicht dem AN überbunden)

- Erstellung eines Ablaufplans des Rückbauvorhabens
- Bauführerbekanntgabe
- Baubeginnsanzeige
- Trennung der Anschlüsse (Abspannungen, Versorgungsleitungen, etc.)

5. Durchführ. des Rückbauvorhabens

- Durchführung entsprechend Ablaufplan
- Verwertung und Entsorgung der Baurestmassen gemäß Konzept
- Einhaltung des Dienstnehmerschutzes (Arbeitssicherheit)
- Ausfüllen der Baurestmassennachweisformulare und Übergabe von Kopien an den Auftraggeber
- Führen der Bautagesberichte
- Bekanntgabe des Bauendes
- Beweissicherung nach Bauende

2.2.2 Abfallvermeidung während der Nutzung

Einleitung

Trotzdem die Verpackungsverordnung von 1996 zu einer Abnahme der Restmüllmenge führte, nimmt die Menge der Haushaltsabfälle in Österreich insgesamt noch immer zu. Haushalte und Betriebe haben folgende Handlungsoptionen:

Vollständiges oder teilweises Vermeiden von Abfallanfall (quantitative Vermeidung)

Verbesserung der Qualität der Abfälle: weniger gefährliche Abfälle (qualitative Vermeidung)

Förderung von Wiederverwendung und Recycling (sortenreine Mülltrennung)

Neben Appellen an Produktion und Handel ist das persönliche Kaufverhalten des einzelnen entscheidend. Vermeidungs- bzw. Rückgewinnungsmaßnahmen sind dann erfolgversprechend, wenn sie leistbar, praktikabel, verständlich und wenn möglich auch attraktiv, d.h. mit einem persönlichen Vorteil verbunden sind.

Dafür ist entsprechende Aufklärungsarbeit bei den Konsumenten zu leisten. Dies ist nicht Aufgabe des Errichters oder Architekten. Auftraggeber und Planungsteam können aber unterstützend wirken, indem sie geeignete Rahmenbedingungen für die Abfalltrennung und -sammlung schaffen.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Ziele

Ziel	Nachweis
Beratung für Abfallvermeidung durch gezieltes Kaufverhalten Einrichtung von Sammel- bzw. Trenn-Systemen in größtmöglicher Nähe zum Benutzer Nutzerfreundliche Sammelbehälter (Öffnung per Fuß, kein Zufallen des Deckels während des Einwurfs) für die getrennte Sammlung von Papier, Glas, Metall, Kunststoff und Biomüll Platz für Trennsysteme in den Küchen	Begehung Beratungsnachweis durch Abfallberater

Bewertung im TQ-Tool (nur in der Nutzungsphase)

Bewertet werden die Möglichkeiten zur Abfallvermeidung während der Nutzung nach folgender Skala (Mehrfachnennungen, Punkte je nach Anzahl der Mehrfachnennungen):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
0,5 m ² für getrennte Sammlung in der Küche	4 mal ja = 5 3 mal ja = 5 2 mal ja = 3 1 mal ja = 1
Nutzerfreundliche Sammelbehälter für getrennte Sammlung im Müllraum	
Getrennte Sammlung und Abholung von organischen Abfällen oder Eigenkompostierung	
Beratungsinitiative mit Einrichtungen der Gemeinde (AbfallberaterIn) zur Abfallvermeidung durch gezieltes Kaufverhalten	
keine der genannten Maßnahmen	-2

Das Kriterium ist ausschließlich Gegenstand eines Monitoring während der Nutzungsphase und kommt bei der Errichtung nicht zur Anwendung.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

TOOLBOX

Normen und gesetzliche Bestimmungen:

ÖN S 2025: Aufstellplätze für Abfallsammelbehälter – Abmessungen

Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten und die Einrichtung von Sammel- und Verwertungssystemen (VerpackVO 1996), BGBl. Nr. 648/1996

Verordnung über die Rücknahme und Pfanderhebung von wiederbefüllbaren Getränkeverpackungen aus Kunststoffen, BGBl. Nr. 513/1990

Verordnung über die Rücknahme und Schadstoffbegrenzung von Batterien und Akkumulatoren, BGBl. Nr. 514/1990 idF BGBl. II Nr. 495/1999

Verordnung über die Rücknahme, Pfanderhebung und umweltgerechte Behandlung von bestimmten Lampen (Lampenverordnung), BGBl. Nr. 144/1992

Verordnung über die Rücknahme von Kühlgeräten, BGBl. Nr. 408/1992 idF BGBl. Nr. 168/1995

Links

Tipps und Infos zum Vermeiden, Trennen und Entsorgen von Abfällen:

http://www.bmu.gv.at/admin_umwelt/admin_u_abfall/frmset_abfall_abftrensorg_i.htm



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

2.3 Abwasser

Einleitung

Abwasser wird am effizientesten durch gezielte Wassereinsparmaßnahmen reduziert (siehe Seite 83). Davon abgesehen gibt es weitere Möglichkeiten, die Umweltbelastungen durch Abwasser zu vermindern. Dazu gehört beispielsweise der Einsatz einer Kleinkläranlage anstelle einer Senkgrube, wenn ein Kanalanschluss nicht realisiert werden kann. Eine weitere Maßnahme zur Reduktion von Abwasser besteht in der Nutzung (siehe Seite 160) oder zumindest Versickerung von Regenwasser, anstatt es gemeinsam mit dem Schmutzwasser in den Kanal ein zu leiten. Regenwasserversickerung trägt zu einem ausgeglichen Wasserhaushalt bei und entlastet die örtliche Kläranlage.

2.3.1 Schmutzwasserentsorgung

Einleitung

Im Zentrum steht die Vermeidung von Grundwasserbelastungen durch die Art der Schmutzwasserentsorgung. Die Gebäude in Österreich sind zwar zu einem hohen Prozentsatz an ein Kanalsystem angeschlossen und für Neubauten besteht Anschlusspflicht, wenn das Kanalsystem in einem bestimmten Umkreis vorhanden ist. Dennoch sind laut Gewässerschutzbericht⁷ 1999 je nach Bundesland zwischen 63,6 und 98 % der Einwohner an die öffentliche Abwasserentsorgung angeschlossen. Der „Rest“ sind Ein- und Zweifamilienhäuser, die dann überwiegend mittels Senkgrube entsorgen. Die Alternative zur Senkgrube ist die Kleinkläranlage, die in jedem Fall eingesetzt werden kann, wenn ein Kanalanschluss aufgrund zu großer Distanzen nicht sinnvoll möglich ist. Mehrgeschossige Bauten sind durchwegs an den Kanal angeschlossen; **aus diesem Grund kommt das Kriterium nur für Ein- und Zweifamilienhäuser zur Anwendung.**

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Entsorgung des Schmutzwassers durch Kanalanschluss oder Kleinkläranlage	Planungsunterlagen

⁷ Gewässerschutzbericht 1999 gemäß § 33 e Wasserrechtsgesetz BGBl. Nr. 215/1959 in der Fassung BGBl. I Nr. 155/1999, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1999



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Bewertung im TQ-Tool (nur für Einfamilienhäuser)

Bewertet wird die Vermeidung von Grundwasserbelastungen durch die Art der Schmutzwasserentsorgung nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
Kanalanschluss oder Kleinkläranlage	5
Senkgrube	-2

Dieser Punkt wird nur für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet.

TOOLBOX

Normen

ÖN B 2505 (1997-06): Bepflanzte Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen): Anwendung, Bemessung, Bau, Betrieb

ÖN B 2502-1 (2000-02): Kleinkläranlagen (Hauskläranlagen) für Anlagen bis 50 Einwohnerwerte: Anwendung, Bemessung, Bau, Betrieb

Die Normen sind beziehbar beim [Österreichischen Normungsinstitut](#).

Literatur

Abwasserreinigung Kleinkläranlagen 2. Bericht des Arbeitskreises, Amt der Steiermärkischen Landesregierung FA IIIa Wasserwirtschaft; 1999

2.3.2 Versickerung des gereinigten Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen

Einleitung

Regenwasser soll im Idealfall dezentral – das heißt, dort, wo es auf den Boden fällt – versickert werden. Die technische Ausführung dieses natürlichen Vorgangs nennt man Regenwasserversickerung. Durch eine Regenwasserversickerung können mehrere Anforderungen an eine ökologisch und sozial nachhaltige Umwelt erfüllt werden, wie zum Beispiel:

- Verbesserung des Grundwasserhaushaltes
- Verringerung der Hochwasserspitzen in der Kanalisation und im Vorfluter
- Verbesserung des Kleinklimas durch entsprechende Ausgestaltung der Regenwasserversickerung

Wichtig ist die Reinigung des Regenwassers vor der Versickerung. Dies ist auch bei sehr geringer Belastung notwendig: Regenwasser, das von Dächern oder anderen Oberflächen abrinnt, enthält immer Schadstoffe, die sich bei Versickerung im Boden anreichern. In vielen Fällen wird diese



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Anreicherung erst in ferner Zukunft nachweisbar sein; die Reinigung von Regenwasser ist als Maßnahme im Sinne des vorbeugenden Umweltschutzes zu sehen.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Reduktion des Spitzenabflusses bei Regen in die öffentliche Kanalisation durch Regenwassernutzung (siehe S. 91) und wenn möglich Regenwasserversickerung von bebauten und versiegelten Flächen	Unterlagen nach ÖN B 2506-1

Bewertung im TQ-Tool (fakultativ)⁸

Bewertet wird der Anteil an Versickerung nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
100% Versickerung mit Reinigung	5
Teilweise Versickerung mit Reinigung	2
Keine Versickerung, Entsorgung in Kanal	0
Versickerung ohne Reinigung	-2

Regenwasserversickerung ist nicht überall möglich. Darüber hinaus unterliegt die Regenwasserversickerung der Landesgesetzgebung und ist somit unterschiedlich geregelt. Darum wird das Kriterium als fakultativ eingestuft.

TOOLBOX

Planungsgrundsätze für die Niederschlagsversickerung

Es gibt grundsätzlich drei verschiedene Arten, wie eine Versickerung technisch ausgeführt werden kann:

Flächenversickerung: Das Wasser versickert durch alle unbefestigten Flächen wie Schotterrassen, Kiesdecken, Rasengittersteine, Porenpflaster, Rasenfugenpflaster, Drainasphalt, Splitfugenpflaster.

Versickerung mit oberirdischer Speicherung: Das Wasser wird oberirdisch gesammelt und dann an speziellen Stellen versickert (z.B. Muldenversickerung und Beckenversickerung).

⁸ Die Bewertung dieses Kriteriums erfolgt fakultativ. Wird das Kriterium nicht als Planungsziel definiert, geht es im TQ-Tool nicht in die Bewertung ein.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Versickerung mit unterirdischer Speicherung: Das Wasser wird unterirdisch gesammelt und an speziellen Stellen versickert (z.B. Schachtversickerung, Rigolenversickerung und Rohrversickerung).

Welches dieser Systeme angewendet wird, hängt unter anderem von der Durchlässigkeit des Bodens, vom Anfall an Sickerwasser, vom Platzangebot, von den Nutzungsvarianten der zur Verfügung stehenden Fläche usw. ab. Die verschiedenen Systeme können je nach Anforderung und Gestaltungswunsch miteinander kombiniert werden.

Natürlich ist eine Kombination einer Regenwassernutzung mit einer Regenwasserversickerung möglich und meist auch von ökonomischem und ökologischem Vorteil. Nutzwasser kommt vor allem für die Gartenbewässerung und WC-Spülung zur Anwendung.

Die Versickerung von befestigten, undurchlässigen Flächen muss mit einer Vorrichtung zur Reinigung des zu versickernden Abflusswassers kombiniert werden, um die Akkumulation von Schadstoffen im Erdreich zu vermeiden.

Besonders für die Niederschlagsversickerung in dicht verbauten Gebieten ist eine Reinigung des Wassers wichtig, da es bei entsprechender Bodenbeschaffenheit durch die Filterwirkung des Bodens zu einer Akkumulation von Schadstoffen im Boden kommen kann.

Bei der Planung von Regenwassersickeranlagen ist laut ÖN B 2506-1 folgendes zu beachten: Voraussetzung für die Errichtung einer Regenwasser-Sickeranlage ist eine ausreichende Sicker- und Ableitungsfähigkeit des Untergrunds. Dies ist dezidiert nachzuweisen, wenn noch keine Untersuchungen für einen örtlich und/oder qualitativ identischen Bodenaufbau vorliegen.

Die Anlagen sind so anzuordnen und auszubilden, dass keine Vernässungen von Grundstücken und Bauwerken eintreten, die Standfestigkeit von Bauwerken und Abhängen nicht beeinträchtigt wird und Wassergewinnungsanlagen nicht gefährdet werden können. Bei extremen Witterungsverhältnissen (z.B. Starkregen, plötzliches Tauwetter) ist auch bei einer normgemäß hergestellten Regenwasser-Sickeranlage eine Überflutung nicht auszuschließen. Darauf ist bei der Situierung und Ausgestaltung der Anlage Bedacht zu nehmen (z.B. durch Notüberlauf oder Abflussmöglichkeit).

Normen

ÖN B 2506-1 (2000-06): Regenwassersickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen – Anwendung, hydraulische Bemessung, Bau und Betrieb

Diese ÖNORM ist ausschließlich für Anlagen zur Versickerung von Regenwasser anzuwenden und behandelt die Festlegung der Einzugsflächen, die hydraulischen Bemessungsgrundlagen, die Dimension und Ausführung der einzelnen Anlagenteile sowie deren Wartung, jedoch nicht die Versickerung des Abflusses von übergeordneten Verkehrsflächen.

Die Norm ist beziehbar beim [Österreichischen Normungsinstitut](#).

Literatur

Leitfaden Nachhaltiges Bauen, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen Deutschland, Stand Januar 2001 Berlin



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

2.4 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs

Einleitung

Wie der Raumwärmebedarf schlägt der Energiebedarf für das Zurücklegen von Wegen in der Nutzungsphase zu Buche. Ein heizenergiesparendes Gebäudekonzept schafft die Rahmenbedingungen für einen niedrigen Raumwärmeverbrauch während der Nutzung; genauso können entsprechende Rahmenbedingungen auch die Basis zur Reduktion des Energiebedarfs für das Zurücklegen von Wegen darstellen. Autofahrten mit dem eigenen Auto tragen den größten Teil zum Energieverbrauch durch Mobilität bei.

Einen großen Einfluss auf den Energiebedarf für Mobilität hat die Lage des Gebäudes; sind die Einrichtungen des täglichen Bedarfs im Umkreis vorhanden, ist eine wichtige Voraussetzung zur Einsparung von Autofahrten gegeben. Die Lage des Gebäudes wird hier jedoch nicht berücksichtigt, dieser Faktor wird in einem separaten Punkt abgehandelt (siehe Kapitel 8.1 Anbindung an die Infrastruktur).

In diesem Kapitel werden jene Faktoren behandelt, welche den Energieverbrauch durch Mobilität zwar beeinflussen, die aber unabhängig von der Lage sind und im Gestaltungsbereich des Architekten und Auftraggebers liegen. Dazu gehört beispielsweise die Planung komfortabler und sicherer Fahrradabstellplätze und das Schaffen der Rahmenbedingungen für Car-Sharing Projekte.

Dieses Kriterium ist für größere Gebäude wichtig und wird nicht auf Ein- und Zweifamilienhäuser angewendet.

2.4.1 Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept

Einleitung

Ein Verkehrskonzept dient der Reduktion des motorisierten Individualverkehrs. Das Verkehrskonzept beschreibt, wie Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad, mittels Car-Sharing, mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt oder durch Lieferdienste erledigt werden können. Überall dort, wo die Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel sehr gut ist, kann der Verzicht auf das Auto als Zielvorgabe propagiert werden, um eine Verkehrsberuhigung und damit eine Erhöhung der Lebensqualität im betreffenden Wohngebiet zu erreichen. Dies würde eine Reduktion der gesetzlich am Grundstück erforderlichen PKW-Stellplätze ermöglichen. Die dabei im Freibereich eingesparten Flächen könnten für anderweitige Freiraumgestaltung (Spielplätze, Freizeit-, Sport-, Gemeinschaftseinrichtungen) genutzt werden. Eine „zwangsweise“ Reduktion der Autoabstellplätze, die nur zu einer Verschiebung der Parkplätze in den öffentlichen Raum führt, ist aber nicht sinnvoll.

Planungsteam und Errichter haben keinen Einfluss auf die Umsetzung des Verkehrskonzepts; das ist die Verantwortung der Gebäudebewirtschaftung. Aber: mit der Gestaltung des Gebäudes und des Grundstücks schaffen Planungsteam und Errichter die Voraussetzungen, ob das Verkehrskonzept umgesetzt werden kann.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Entwicklung eines Verkehrskonzepts zur Reduktion des motorisierten Individualverkehrs	Lageplan, Plan der Außenanlagen, Verkehrskonzept (siehe Toolbox)

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird der Beitrag zur Vermeidung von Belastungen aus dem motorisierten Individualverkehr bei mehrgeschossigen Gebäuden nach folgender Skala (Mehrfachnennungen, Punkte je nach Anzahl der Mehrfachnennungen):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
Beschreibung der Möglichkeiten des Verzichts auf das Auto liegt vor	
Möglichkeit für Car-Sharing vorgesehen	5 mal ja = 5
Zufahrtsmöglichkeit für Lieferdienste vorgesehen	4 mal ja = 3
Erreichbarkeits-/ Entfernungangaben von Einrichtungen des täglichen Bedarfs und öffentlichen Haltestellen liegt vor	3 mal ja = 2 2 mal ja = 1
Erreichbarkeits- / Entfernungangaben öffentlicher Haltestellen liegt vor	1 mal ja = 0
keine der genannten Maßnahmen	-2

Das Kriterium ist Gegenstand eines Monitoring während der Nutzungsphase

Bewertet wird der Beitrag zur Vermeidung von Belastungen aus dem motorisierten Individualverkehr nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
Verkehrskonzept vollständig umgesetzt	5
Verkehrskonzept teilweise umgesetzt	3
Verkehrskonzept liegt vor	0
Keine Berücksichtigung in der Planung	-2

Dieses Kriterium gilt nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

TOOLBOX

Verkehrskonzept für den Nachweis im TQ-Tool

Ein Verkehrskonzept soll folgende Punkte beinhalten:

Allgemeine Darstellung der Möglichkeiten des Verzichts auf das Auto

Aufstellung der Entfernungen und öffentlichen Erreichbarkeit von:

- Geschäften zur Deckung des täglichen Bedarfs
- Kulturellen Einrichtungen
- Freizeiteinrichtungen
- Schulen
- Kinderbetreuung
- Medizinischer Versorgung
- Bahnhof
- Flughafen

Erreichbarkeit und Entfernungen der Haltstellen des öffentlichen Verkehrs, Frequenz

Beschreibung der Zufahrtmöglichkeiten für Lieferdienste

Beschreibung der Voraussetzungen, die für die Abwicklung von Car-Sharing geschaffen wurden

Beschreibung der Voraussetzungen, die für die Abwicklung von privatem Autoteilen geschaffen wurden

Regelungen

Die rechtliche Kompetenz hinsichtlich der Bereitstellung von Fläche für PKW-Standplätze liegt bei den Bundesländern. In Wien bedarf die Einsparung von Flächen und Kosten für Garagenplätze einer Sonderregelung, auch wenn auf das Auto verzichtet wird.

Das Wiener Garagengesetz ist als Beispiel angeführt.

Gesetz über Anlagen zum Einstellen von Kraftfahrzeugen und über Tankstellen in Wien (Wiener Garagengesetz) (Stand 2.2.1999)

<http://www.magwien.gv.at/mdva/wri/b1000000.htm>

Bei Neu- und Zubauten sowie bei Widmungsänderungen sind in Ansehung des künftigen Bedarfes Anlagen zum Einstellen von Kraftfahrzeugen zu schaffen. Die Anzahl der zu errichtenden Stellplätze (Pflichtstellplätze) ist vom vorgesehenen Verwendungszweck und vom Ausmaß des Bauvorhabens abhängig.

Wird ein Bauvorhaben (eine Widmungsänderung) bewilligt, ohne dass die Verpflichtung zur Schaffung von Einstellplätzen oder Garagen überhaupt oder voll erfüllt wird, ist eine Ausgleichsabgabe (derzeit 120.000 ATS) zu entrichten. Für die Errichtung von autofreien Siedlungen (mit Verpflichtung der zukünftigen Bewohner auf Verzicht auf den eigenen PKW) werden Sonderregelungen getroffen.



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

2.4.2 Fahrradabstellplätze

Einleitung

Die Nutzung des Fahrrades leistet einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Emissionen aus dem motorisierten Individualverkehr. Die Rahmenbedingungen können unterstützend oder hemmend wirken. Fahrradabstellplätze im Keller oder in Sammelräumen, die das Hervorräumen des eigenen Rades zu einem umständlichen Unternehmen werden lassen, unterstützen das Fahrradfahren nicht. Mit einer nutzerfreundlichen Planung der Fahrradabstellplätze im Gebäude leistet das Planungsteam einen wichtigen Beitrag zur praktischen Verwendung von Fahrrädern.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Errichtung wettergeschützter Fahrradabstellplätze (speziell gesichert oder in eigenem Fahrradabstellraum) in zentraler Lage am Gebäudegrundstück	Planunterlagen

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird der Beitrag zur Vermeidung von Belastungen aus dem motorisierten Individualverkehr nach folgender Skala (erstes Kriterium: Punkte gemäß Einordnung auf der Skala, dann jedes weitere additiv):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Wettergeschützter Abstellplatz mit Bügeln	1
Wettergeschützter Abstellplatz	1
Bügel für Fahrradsicherung im versperrbaren Sammelraum	1
Abstellplätze für > 50% der BewohnerInnen im versperrbaren Sammelraum	1
Versperrbarer Sammelraum leicht zugänglich	1
Versperrbarer Sammelraum	0
Keine ausgewiesenen Abstellplätze	-2

Dieses Kriterium gilt nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser.



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

2.5 Belastungen durch Baustoffe

Einleitung

Das Ziel, möglichst human- und umweltverträgliche Baustoffe zu verwenden, lässt sich in der Praxis am besten durch folgende unterstützende Zielsetzungen und Maßnahmen erreichen:

Auswahl von Baustoffen und Bauteilen nach Kriterien der Ökobilanzierung laut ISO 1400 ff.

Verwendung von Produkten mit Volldeklaration der Inhaltsstoffe (z.B. IBO-Zertifikat, <http://www.ibo.at>)

Verstärkter Einsatz regionaler Materialien (Reduktion von Transportaufwendungen, Emissionen und Umweltbelastungen; Stärkung des regionalen Wirtschaftsraumes)

Derzeit ist der Unbedenklichkeitsnachweis weder durch Produktzertifikate noch durch Ökobilanzen gängige Praxis. Aus diesem Grund wird die Bewertung vorläufig im Hinblick auf Materialien, die aufgrund ihrer Inhaltsstoffe oder Produktionsweise vermieden werden sollten, vorgenommen. Es werden nur Materialien berücksichtigt, deren Wirkungen nicht schon im Bereich von Treibhausgaspotenzial oder Ozonerstörungspotenzial im Kapitel der atmosphärischen Emissionen erfasst sind. Weiters können nur Materialien in die Bewertung einfließen, für deren Verzicht ein Nachweis (beispielsweise in Form der verwendeten Alternativen) vorgelegt werden kann.

Planungsziel

Ziel ist die Verwendung human- und ökotoxikologisch unbedenklicher Baustoffe. Der Nachweis der Unbedenklichkeit in Hinblick auf Human- und Ökotoxizität kann durch entsprechende Zertifikate geführt werden (z.B. IBO-Prüfzeugnis – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Natureplus; Informationen zu beiden siehe <http://www.ibo.at>; Österreichisches Umweltzeichen, Informationen siehe www.ubavie.gv.at).

Ziel	Nachweis
Vermeidung von kritischen Werkstoffen	Stoffdeklarationen, bestätigt durch anerkannte Institutionen; Zertifikate

Das Kriterium der Raumluftqualität ist Gegenstand eines Monitoring während der Nutzungsphase.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

TOOLBOX

Anforderungen an die Baustoffe werden am besten in die Ausschreibung integriert und entsprechende Nachweise der human- und ökotoxikologischen Unbedenklichkeit eingefordert. Damit liegt die „Beweislast“ beim Auftragnehmer, bzw. ist das Vorlegen eines Nachweises Bedingung für den Zuschlag. Anleitungen dazu sowie Texte, die in die Ausschreibung integriert werden können, sind im Ökoleitfaden Bau⁹ (2000) enthalten.

Messungen

Beratungen bezüglich kritischer Bau- und/oder Werkstoffe sowie umfassende Einzelraum- sowie Hausuntersuchungen bietet das [Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie](#) an.

Prüfnachweise für Bauprodukte

IBO-Prüfzeichen: Produkte mit dem IBO-Prüfzeichen sind unter <http://www.ibo.at/pruef.htm> abrufbar.

Österreichisches Umweltzeichen: Informationen sowie eine Liste der ausgezeichneten Produkte (beispielsweise Lacke, Holzschutzmittel, Holzwerkstoffe) sind abrufbar unter <http://www.ubavie.gv.at/umweltregister/umweltzeichen/toc.htm>.

Natureplus: natureplus wurde durch das Vorhaben *ecoNcert* initiiert und ist ein internationales Umweltzeichen für Bauprodukte hoher Qualität, das wohnhygienische, ökologische und technische Aspekte berücksichtigt. Nähere Informationen sind beim [Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie](#) erhältlich.

Auf Initiative des Bundesverbandes Deutscher Baustoffhändler (BDB) haben sich folgende Prüfinstitute in der Arbeitsgemeinschaft „*ecoNcert* – ökologische Bauproduktprüfung“ zusammengefunden:

- IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie)
- ECO-Umweltinstitut (ECO, Köln)
- TÜV Süddeutschland, Abteilung Bau und Betrieb, Umwelt-Service – Ökologische Produktprüfung (München)
- Bremer Umweltinstitut (BRUMI, Bremen)
- Institut für Umwelt und Gesundheit (IUG, Fulda)
- Associazione Nazionale Architettura Bioecologica (ANAB, Mailand)
- Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE, Niederlande)

⁹ Ökoleitfaden Bau; herausgegeben vom Umweltverband Vorarlberger Gemeindehaus, 2000



TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Grundlegende Anforderungen an die ausgezeichneten Bauprodukte sind:

- Minimierung des Energie- und Stoffeinsatzes zur Herstellung
- Verwendung umweltverträglicher Rohstoffe und regenerativer Energien
- Minimierung der Prozessschritte und der Inhaltsstoffe
- Minimierung der Emissionen von Schadstoffen
- Maximierung von Behaglichkeitsfaktoren
- Fehlertolerante Gebrauchstauglichkeit
- Maximierung der Langlebigkeit und Reparaturfreundlichkeit
- Wiederverwendbarkeit oder Mehrfachbenutzbarkeit
- Recyclierbarkeit oder gefahrlose Deponierung als Mindestgebot

Gesetzliche Grenzwerte für die Raumluftqualität

Für den Arbeitsplatzbereich gelten die sog. MAK-Werte. Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) eines Stoffes ist die höchstzulässige Konzentration, die auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel wöchentlicher 40stündiger Exposition die Gesundheit der Beschäftigten im allgemeinen nicht beeinträchtigt. Laut der Publikation „ArbeitnehmerInnenschutz im Büro“¹⁰ soll ein Zehntel des MAK-Wertes für Büroräume angestrebt werden; wird ein Fünftel des MAK-Wertes gemessen, ist unmittelbarer Handlungsbedarf gegeben. Die MAK-Werte bilden die Belastung durch einen Einzelstoff ab; aus den Ergebnissen von Tierversuchen wird auf die Belastbarkeit des Menschen geschlossen. Sie werden jährlich aktualisiert.

TRK-Werte (Technische Richtkonzentrationen) werden nur für solche gefährlichen Stoffe ausgearbeitet, für die zur Zeit keine toxikologisch-arbeitsmedizinisch begründeten MAK-Werte aufgestellt werden können. Die Einhaltung der Technischen Richtkonzentration orientiert sich an den Möglichkeiten der technischen Prophylaxe; sie soll das Risiko einer Beeinträchtigung der Gesundheit verhindern, vermag dieses aber nicht vollständig auszuschließen.

„Für Innenraumschadstoffe im Wohnbereich gibt es keine generellen Grenzwerte. Lediglich für einige wenige Stoffe existieren gesetzlich festgelegte Grenzwerte (Asbestrichtlinie, PCB-Richtlinie, Grenzwerte für Tetrachlorethylen) oder Richt- und Orientierungswerte von Bundesbehörden oder anderen offiziellen Institutionen (für Formaldehyd, Radon, Toluol, Xylol, polychlorierte Dioxine/Furane).“¹¹

Derzeit gibt es eine Arbeitsgruppe im Umweltministerium, die sich mit der Problematik der Richtwerte für Innenraumluftqualität beschäftigt¹².

¹⁰ ArbeitnehmerInnenschutz im Büro; herausgegeben vom Institut für Umwelthygiene Wien, GPA, Verlag des ÖGB, Wien 1995, ISBN 3-7035-0525-7

¹¹ Tappler, Peter, Innenraumqualitäten, Beitrag zum Online-Fernlehrgang Green Academy, IBO, 2000

¹² Arbeitsgruppe Innenraumluft: Dr. Silvia Baldinger, BMLFUW, Fachabteilung: I/4U



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Grundsätzlich sollte die Konzentration von Schadstoffen in der Raumluft so weit wie möglich reduziert werden, da sämtliche Richtwerte lediglich für einen Schadstoff gelten. In der Praxis handelt es sich aber immer um Schadstoffgemische, deren Wirkung schwer beurteilt werden kann.

Literatur

Ökoleitfaden Bau: Hg. v. Umweltverband Vorarlberger Gemeindehaus, 2000

Das Modul Hochbau gliedert sich in zwei Teile: im Leitfaden für PlanerInnen und ArchitektInnen“ sind Grundsätze und Planungsrichtlinien zur Ökologisierung des Bauens aufgeführt. Im „Leitfaden zur Beschaffung“ befinden sich Produktauswahlempfehlung für wichtige Baustoffgruppen und Ergänzungen zu Ausschreibungstexten.

Fiedler, K.; Alles über gesundes Wohnen: Wohnmedizin im Alltag. Verlag C. H. Beck: München, 1997, ISBN 3-406-419003

Wegweiser für eine gesunde Raumluft. Die Chemie des Wohnens. Eine Information des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie in Kooperation mit den Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO), Januar 2000

2.5.1 Vermeidung von Polyvinylchlorid (PVC)

Einleitung

Bei der Produktion von PVC entstehen hochgiftige Abfälle wie Dioxine, Furane und Chlorbenzole. Dem Roh-PVC müssen eine Vielzahl bedenklicher Substanzen beigemischt werden, um ihm die gewünschten Eigenschaften zu verleihen.

Reines PVC reagiert empfindlich auf Hitze und Sonnenstrahlung. Diesem Nachteil begegnen die Hersteller, indem sie dem PVC sogenannte Stabilisatoren zusetzen. Dabei handelt es sich zumeist um umweltschädliche Schwermetallverbindungen - vor allem aus Blei (z. B. Bleisulfat).

Um flexibles Kabel-PVC zu erhalten, müssen Weichmacher zugesetzt werden. Die am häufigsten verwendeten Weichmacher sind Phthalsäureester (Phthalate) wie DEHP und DIDP. Diese Substanzen gelten großteils als umweltschädlich. DEHP wurde im Jahr 2000 von der EU als embryoschädigend klassifiziert, weiters ist es leber- und nierenschädigend. In den USA ist DEHP als krebserregende Chemikalie gelistet. Da sich Phthalat-Weichmacher zum Teil während der Verwendung bzw. auf der Deponie aus den Produkten herauslösen, sind sie heute in der Umwelt als Umweltschadstoffe allgegenwärtig. In Kleinkinderspielzeug sind Phthalate in der EU seit 1999 verboten. Neuere Studien weisen darauf hin, dass Phthalate - und auch Dioxine - Störungen im menschlichen Hormonhaushalt verursachen.

Weichmacher sind brennbar. So gehen durch die Weichmacher-Beimischungen die flammwidrigen Eigenschaften des reinen PVC verloren. Damit dennoch die erforderliche Flammfestigkeit erreicht wird, werden Flammschutzmittel zugesetzt. Meist sind die verwendeten Stoffe - z. B. Chlorparaffine oder Antimontrioxid - umwelt- und gesundheitsschädlich.

Chlorparaffine kann man heute - ähnlich wie die Phthalat-Weichmacher - überall in der Umwelt finden. Ca. 50 % der produzierten Chlorparaffine werden als Flammschutzmittel und Weichmacher in PVC-Produkten eingesetzt. Aus den Produkten wandern und dampfen die Chlorparaffine allmählich aus und belasten so die Innenräume, die Umwelt und schließlich auch die Nahrungskette.

Diese krebserregenden und schwer abbaubaren Chemikalien reichern sich stark in der Nahrungskette an. Seit 1995 liegen Messungen vor, die alarmierend hohe Chlorparaffin-Konzentrationen in



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Lebensmitteln wie Nordseefisch, Milch, Margarine und Schweinefleisch wie auch in der menschlicher Muttermilch belegen.

Antimontrioxid wird üblicherweise zwischen 5% und 10% dem Weich-PVC zugesetzt. Diese Chemikalie ist in der Liste maximaler Arbeitsplatzkonzentrationen gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Werte) als "eindeutig als krebserregend ausgewiesener Arbeitsstoff" klassifiziert.

Im Brandfall (etwa bei Elektroröhren) entstehen aus PVC korrosive Salzsäure, krebserregende Dioxine und eine Reihe weiterer gefährlicher Substanzen. Beim Großbrand am Düsseldorfer Flughafen im April 1996 hat PVC einen wesentlichen Beitrag zum Entstehen der extrem giftigen Dioxine und Furane während des Brandes geleistet. Das Umweltbundesamt Berlin schreibt zum Thema PVC¹³: „Im Brandfall beeinflusst PVC die Rauchgasdichte ungünstig. Dadurch entstehen mehr toxische Brandruße, die auch (...) erhöhte Mengen an polychlorierten Dioxinen und Furanen enthalten können. (...) Ferner entsteht bei Bränden von PVC-Produkten Chlorwasserstoff in den Brandgasen, der die Atemwege reizt und durch Korrosion zu zusätzlichen Materialschäden führen kann.“

Die Entsorgung von PVC ist ungelöst. Das Deponieren oder Verbrennen von PVC ist ökologisch bedenklich. PVC-Recycling funktioniert in der Praxis nicht, Grund dafür sind die hohen Kosten. Alt-PVC ist oft teurer als Neu-PVC und ein Markt für Alt-PVC-Produkte ist kaum vorhanden; auch wegen der „Kontaminationsgefahr“ von Neuprodukten durch Altmaterial (Cadmium, Asbest, PCBs etc.). Die PVC-Entsorgungssituation wird sich in den nächsten Jahren weiter verschärfen, da die Deponierung in Österreich ab 2004 verboten ist. In Österreich enden derzeit nach wie vor 99 % des anfallenden Alt-PVC aus Folien, Bodenbelägen, Röhren, Kabeln, Fenstern, etc. auf Deponien oder in der Verbrennung.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Kein PVC in Kabeln, Röhren, Fenstern, Bodenbelägen und Folien	Stoffdeklarationen, bestätigt durch anerkannte Institutionen; Zertifikate

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Vermeidung von PVC nach folgender Skala (Mehrfachnennungen, Punkte je nach Anzahl der Mehrfachnennungen):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
kein PVC in Sanitärinstallationen	5 mal ja = 5
kein PVC bei Elektrokabel	4 mal ja = 4
kein PVC bei Bodenbelägen	3 mal ja = 3
kein PVC bei Fenstern	2 mal ja = 2
kein PVC bei Folien	1 mal ja = 1
Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	0
keine der genannten Maßnahmen	-1

¹³ Deutsches Umweltbundesamt: „Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC“, Berlin Juni 1999



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Folien machen einen vergleichsweise kleinen Anteil aus. Sie gehen daher nur in die Bewertung ein, wenn auch alle anderen Optionen erfüllt sind.

Als schlechtesten Wert wird -1 vergeben anstelle wie bei anderen Kriterien -2. Grund dafür ist die Tatsache, dass Materialfragen üblicherweise noch wenig Eingang in die Planung finden bzw. derzeit aus Kostengründen vielfach nicht umgesetzt werden können. Die Vergabe des Wertes -2 stellt aber ein Ausschlusskriterium für die Erlangung des TQ-Zertifikats dar (siehe Kapitel 10). Damit würden zum derzeitigen Zeitpunkt wenige Gebäude für ein TQ-Zertifikat in Frage kommen, was die Verbreitung des TQ-Tools behindern würde. Strategie ist es vielmehr, Bauträger und Eigentümer vom derzeitigen Status quo weg in Richtung Qualitätsverbesserung zu leiten.

Toolbox

PVC-Alternativen

Tabelle 2.15: Baustoffe, Bodenbeläge und deren Alternativen (Quelle: Ökoleitfaden Bau; herausgegeben vom Umweltverband Vorarlberger Gemeindehaus, 2000)

Baustoffe	Alternativen
Feuchteschutz Flachdach	
PVC-Dichtungsbahn	Polyolefin-Dichtungsbahn
Feuchteschutz Steildach	
Kunststoff-Dichtungsbahn	Holzweichfaserplatte Holzhartfaserplatte Polyolefin-Folie Unterdachbahn aus Pappe
Bodenbeläge für Büroräume	
PVC-Belag	Fertigparkett Korkboden Kunststeinbelag mit Recyclingzuschlag Linoleum Parkettboden Schiffboden ¹⁴ Sisalteppich ¹⁴
Bodenbeläge für Feuchträume, Eingangsbereiche etc.	
PVC-Belag	Keramische Fliesen Kunststeinbelag mit Recyclingzuschlag

Literatur

check it! Kriterienkatalog zur Berücksichtigung des Umweltschutzes im Beschaffungs- und Auftragswesens. EU-Life-Projekt mit Unterstützung des BMUFJ, des BMWV, des BMWA, MA 22, Land Salzburg, Steiermark, Burgenland und Niederösterreich, Projekt des IFZ im EU-Programm LIFE in Kooperation mit 17&4 Organisationsberatung GmbH, ICLEI, arge helix, IBO, Donau-Universität Krems,

¹⁴ nur bedingt für Drehstühle geeignet



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Technische Universität Wien, Institut für Rechtswissenschaft, Österreichisches Ökologie-Institut, Wien 1999-2001

Oehme, I.; Torghelle, K.; Mötzl, H.: Ökoleitfaden Bau; Umweltverband Vorarlberg, Dornbirn 2000

2.5.2 Vermeidung von PUR und PIR in Schäumen, Dichtungen und Dämmungen

Einleitung

Polyurethan (PUR) entsteht durch Polyaddition von Isocyanaten mit Polyolen. Die Stoffgruppe der Isocyanate ist breit anwendbar für die Herstellung von Schaum, Kunststoffen und weiteren Erzeugnissen der chemischen Industrie. Polyisocyanurate (PIR) werden aus Polyisocyanaten hergestellt. Hautkontakt mit den sehr verbreiteten Werkstoffen aus Isocyanaten kann bereits genügen, um an Asthma zu erkranken. Der Ausschuss für Gefahrstoffe hat Isocyanate auf seiner Frühjahrssitzung als krebbsverdächtig eingestuft. Isocyanat (MDI) wird in einem chemischen Verfahren unter Verwendung giftiger Risikobestandteile (z.B. Phosgen) produziert, um Polyurethan herzustellen.

Polyurethane finden Verwendung als Dämmstoffe (Hartschaumplatten, Ortschaum mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit, Abdichtungen). Sieht man von der problematischen Erzeugung ab, so ist die Anwendung von PU-Dämmplatten nicht belastend. Auf den Einsatz von PU-Montageschaum ist dagegen zu verzichten, da im Vergleich zu Hartschäumen Emissionen von Isocyanaten nicht ausgeschlossen werden können.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Kein PUR und PIR in Schäumungen, Dichtungen, Dämmungen	Stoffdeklarationen, bestätigt durch anerkannte Institutionen; Zertifikate

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Vermeidung von PUR und PIR nach folgender Skala (Mehrfachnennungen, Punkte je nach Anzahl der Mehrfachnennungen):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Vermeidung von PUR und PIR in Schäumen, Dichtungen und Dämmungen:	
beim Fenstereinbau	4 mal ja = 5
bei der Rohrdämmung	3 mal ja = 3
bei der Installationsfixierung	2 mal ja = 2
bei der Füllung von Hohlräumen	1 mal ja = 1
Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	0
keine der genannten Maßnahmen	-1



**TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Als schlechtester Wert wird –1 vergeben anstelle wie bei anderen Kriterien –2. Grund dafür ist die Tatsache, dass Materialfragen üblicherweise noch wenig Eingang in die Planung finden bzw. derzeit aus Kostengründen vielfach nicht umgesetzt werden können. Die Vergabe des Wertes –2 stellt aber ein Ausschlusskriterium für die Erlangung des TQ-Zertifikats dar (siehe Kapitel 10). Damit würden zum derzeitigen Zeitpunkt wenige Gebäude für ein TQ-Zertifikat in Frage kommen, was die Verbreitung des TQ-Tools behindern würde. Strategie ist es vielmehr, Bauträger und Eigentümer vom derzeitigen Status quo weg in Richtung Qualitätsverbesserung zu leiten.

TOOLBOX

Alternativen zur Vermeidung von PUR

Tabelle 2.16: Dämmstoffe und deren Alternativen (Quelle: Ökoleitfaden Bau; herausgegeben vom Umweltverband Vorarlberger Gemeindehaus, 2000)

Dämmstoffe	Alternativen
Hinterlüftete Fassade, Leichtelement, Dachausbau, Hohlraumdämmung	
Polyurethanplatten	Baumwoll-Dämmstoffe Expandierte Perlite Flachs-Dämmstoffe Hanf-Dämmstoffe Holzweichfaserplatten Kokosfaser-Dämmstoffe Schafwolle-Dämmstoffe Zellulosefaserflocken Zellulosefaserplatten
Dämmung unter Estrich	
Polyurethanplatten	Blähglas Blähton Expandierte Perlite Kokosfaser-Dämmstoffe

2.5.3 Vermeidung von chemischem Holzschutz

Einleitung

Holz muss für den Gebrauch gegebenenfalls gegen Witterungseinflüsse, tierische und pflanzliche Schädlinge geschützt werden. Der Schutz des Holzes kann durch nichtchemische, bauliche Maßnahmen (konstruktiver Holzschutz) oder durch Einbringen von chemischen Holzschutzmitteln (chemischer Holzschutz) erfolgen. Es gibt jedoch keinen gut wirksamen chemischen Holzschutz gegen Witterungseinflüsse und Holzschädlinge, der für den Menschen vollkommen unbedenklich ist. Davon abgesehen ist behandeltes Holz nur mehr eingeschränkt weiter verwendbar bzw. verwertbar, was dem Prinzip der Kaskadennutzung von Rohstoffen widerspricht. Die DIN 68800, Teil 2 schreibt vor, dass dem chemischen Holzschutz der konstruktive Holzschutz vorzuziehen ist. Die Wahl des richtigen Holzes und konstruktiver Holzschutz sind die Voraussetzung zur Vermeidung von chemischen Holzschutzmitteln und Gewährleistung einer langen Lebensdauer der Holzelemente.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Vermeidung von chemischen Holzschutzmitteln innen und außen durch die Wahl des richtigen Holzes und durch konstruktiven Holzschutz	Angabe von Art und Verwendungszweck des Holzes Beschreibung des konstruktiven Holzschutzes Verwendung von Holzschutzmitteln laut Österreichischem Holzschutzmittelverzeichnis

Bewertung im TQ-Tool (fakultativ)¹⁵

Bewertet wird die Vermeidung von chemischem Holzschutz außen nach folgender Skala, wobei eine Unterscheidung getroffen wird, ob konstruktiver Holzschutz vorhanden ist oder nicht (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

kein konstruktiver Holzschutz	konstruktiver Holzschutz vorhanden	Punkte (Beste Wertung: 5 Pkte)
	kein chemischer Holzschutz außen	5
kein chemischer Holzschutz außen	chem. Holzschutz außen gemäß österr. Holzschutzmittelverzeichnis	3
chem. Holzschutz außen gemäß österr. Holzschutzmittelverzeichnis		1
	chem. Holzschutz außen nicht nach österr. Holzschutzmittelverzeichnis	0
chem. Holzschutz außen nicht nach österr. Holzschutzmittelverzeichnis		-1

Hinweis: Der Skala liegt die Annahme zugrunde, dass beim Einsatz von konstruktivem Holzschutz weniger Holzschutzmittel verwendet wird und dass nicht chemisch behandeltes Holz geschützt wird, was die Lebensdauer verlängert.

Bewertet wird die Vermeidung von chemischem Holzschutz innen nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Verzicht auf chemischen Holzschutz innen	5
chem. Holzschutz innen gemäß österr. Holzschutzmittelverzeichnis	1
chem. Holzschutz innen nicht nach österr. Holzschutzmittelverzeichnis	-1

¹⁵ Nachdem nicht bei allen Bauten Holz verwendet wird, ist das Kriterium als fakultativ definiert. D.h.: wird kein Holz verwendet, bleibt das Kriterium ohne Auswirkung auf die Bewertung.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Als schlechtester Wert wird -1 vergeben anstelle wie bei anderen Kriterien -2. Grund dafür ist die Tatsache, dass Materialfragen üblicherweise noch wenig Eingang in die Planung finden bzw. derzeit aus Kostengründen vielfach nicht umgesetzt werden können. Die Vergabe des Wertes -2 stellt aber ein Ausschlusskriterium für die Erlangung des TQ-Zertifikats dar (siehe Kapitel 10). Damit würden zum derzeitigen Zeitpunkt wenige Gebäude für ein TQ-Zertifikat in Frage kommen, was die Verbreitung des TQ-Tools behindern würde. Strategie ist es vielmehr, Bauträger und Eigentümer vom derzeitigen Status quo weg in Richtung Qualitätsverbesserung zu leiten.

TOOLBOX

Im Außenbereich ist chemischer Holzschutz zu vermeiden und wo immer möglich durch konstruktiven Holzschutz zu ersetzen. Dazu zählen Maßnahmen wie:

- geeignete Holzarten – Eiche, Lärche, Kiefer - mit relativ hohem Kernholzanteil wählen
- trockenes Bauholz verwenden (maximal 20 % Feuchte)
- einwandfreie Dachentwässerung, große Dachüberstände
- ausreichende Belüftung von Holzaußenwänden
- Vermeidung von wasseraufnehmenden Ecken, Winkel, Nuten und Stößen
- Abdecken von Hirnholzflächen, da im Faseransatz verstärkt Wasser aufgenommen wird
- Funktionsfähige Wetterschenkel und Tropfkanten anordnen
- Mechanische Oberflächenbehandlung (Nässe läuft leichter vom gehobelten als von sägerauhem Holz ab)

Im Innenbereich sollte in „trockenen“ Aufenthaltsräumen auf Holzschutzmittel zur Gänze verzichtet werden, in Feuchträumen ist bei Anwendung von Holzschutzmittel auf gute Lüftung zu achten. Als relativ unbedenklich gelten Borverbindungen.

Literatur

Österreichisches Holzschutzmittelverzeichnis: ARGE Holzschutzmittel; Wien 1999

Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich: Anforderungen, Standardlösungen, Qualitätssicherung; Aichholzer, Martin; Ambrozy, Heinz; Geissler, Susanne; Österreichisches Ökologie-Institut; Proholz; Wien 1999

Weissenfeld; König: Holzschutz ohne Gift. Holzschutz und Oberflächenbehandlung in der Praxis. Ökobuchverlag, 2001



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

2.5.4 Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe

Einleitung

Lösungsmittel werden eingesetzt als Trägermittel und Verdüner für Lacke, Farben und Klebstoffe. Die Aufnahme erfolgt in Dampfform über die Atmung. Viele Lösungsmittel sind auch in der Lage, die intakte Haut zu durchdringen. Sie werden im Fettgewebe und in fettreichen Geweben wie dem Nervensystem, dem Knochenmark, und der Leber gespeichert und schädigen damit den Körper. Bei ihrer Biotransformation im Körper erfolgt nicht selten eine Vergiftung.

Planungsziele

Ziel	Nachweis
Lösungsmittelarme oder –freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe	Stoffdeklaration, bestätigt durch anerkannte Institutionen Zertifikate

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Verwendung lösungsmittelfreier bzw. –armer Voranstriche, Anstriche Lacke und Klebstoffe nach folgender Skala (Mehrfachnennungen, Punkte je nach Anzahl der Mehrfachnennungen):

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Verzicht auf Alkydharzlacke	5 mal ja = 5
Verzicht auf Nitrolacke	4 mal ja = 4
Verwendung lösungsmittelarmer Voranstriche	3 mal ja = 3
Verwendung lösungsmittelfreier Verlegeunterlagen	2 mal ja = 2
überwiegender Einsatz von Naturklebstoffen	1 mal ja = 1
Lösungsmittelgehalte in der Ausschreibung berücksichtigt	0
keine der genannten Maßnahmen	-1

Als schlechtester Wert wird –1 vergeben anstelle wie bei anderen Kriterien –2. Grund dafür ist die Tatsache, dass Materialfragen üblicherweise noch wenig Eingang in die Planung finden bzw. derzeit aus Kostengründen vielfach nicht umgesetzt werden können. Die Vergabe des Wertes –2 stellt aber ein Ausschlusskriterium für die Erlangung des TQ-Zertifikats dar (siehe Kapitel 10). Damit würden zum derzeitigen Zeitpunkt wenige Gebäude für ein TQ-Zertifikat in Frage kommen, was die Verbreitung des TQ-Tools behindern würde. Strategie ist es vielmehr, Bauträger und Eigentümer vom derzeitigen Status quo weg in Richtung Qualitätsverbesserung zu leiten.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

TOOLBOX

Folgende Vorgangsweise wird empfohlen:

- Verzicht auf Anstriche und Klebstoffe überall dort, wo es nicht unbedingt erforderlich ist
- Verwendung von lösungsmittelfreien oder -armen Anstrichen
- Verwendung von lösungsmittelfreien klebstoffbeschichteten Verlegeunterlagen in Form von Fliesen, Netzen, Klebebandmaterialien
- Einsatz von Naturklebstoffen auf Basis von Naturprodukten (Stärke, Casein, Naturkautschuk, Gummiarabicum, Terpentinöl, Tragant,...)

Tabelle 2.17: Lösungsmittelgehalt verschiedener Anstriche

Produktgruppe	Lösungsmittelgehalt
Dispersionsfarben	0-10 %
Lacke mit Umweltzeichen	- 10 %
Naturharzlacke	- 30 %
Alkydharzlacke	10-50 %
Nitrolacke	Ca. 70 %

2.6 Vermeidung von Radon

Einleitung

Der Mensch ist permanent einer natürlichen radioaktiven Strahlungsbelastung ausgesetzt. Im Inneren von Gebäuden ist diese Belastung in der Regel höher als – am gleichen Ort – im Freien. Die bedeutendste Quelle für Radioaktivität in Innenräumen ist das Edelgas Radon, das durch radioaktiven Zerfall aus natürlichem Radium entsteht und aus dem Bauuntergrund oder aus Baumaterialien austritt. Die in Innenräumen auftretende Radonkonzentration ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Standort (geologischer Untergrund)
- verwendete Baumaterialien
- der Gebäudelüftung

Radon ist ein radioaktives Gas, das nachweislich kanzerogen ist. Bei Einatmen kann es zu Lungenkrebs führen. Der Radongehalt der Innenraumluft sollte daher so gering wie möglich sein. Neben Rauchen ist die Radonbelastung die zweitwichtigste Ursache für Lungenkrebs.

Gesundheitliche Beeinträchtigung durch Radon

Das gasförmige Radon wird inhaliert und zerfällt in nicht mehr gasförmige Folgeprodukte, die im Extremfall zu hohen punktförmigen Strahlenbelastungen in der Lunge führen, die Lungenkrebs auslösen können. Grenzwerte für die zulässige Radonbelastung werden in Becquerel angegeben. Verschiedene Institutionen veröffentlichen unterschiedliche Grenzwerte, die Einschätzung der Folgen



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

differiert. Sicher ist jedoch, dass die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung mit der Strahlendosis steigt. Eine langfristige Belastung von 250 Bq/m³ (Grenzwert der deutschen Strahlenschutzkommission) „soll bereits das individuelle Lungenkrebsrisiko verdoppeln“¹⁶.

Planungsziele

In verschiedenen Ländern werden verschiedene Richt- und Grenzwerte für die Radonkonzentration im Innenraum verwendet. Der niedrigste, schwedische Wert liegt bei maximal 70 Becquerel Radon pro m³ Raumluft (Bq/m³). Die US-Umweltschutzbehörde EPA hat als Richtwert für eine erforderliche Sanierung 150 Bq/m³ festgelegt, aber sie empfiehlt auch, bereits bei niedrigeren Werten zu sanieren. In Österreich wie auch in der EU gelten als Richtwerte für Radon eine Unterschreitung von 400 Bq/m³ für Altbauten und bei Neubauten eine Unterschreitung von 200 Bq/m³. Da es keine einheitlichen Grenzwerte gibt, muss das Ziel darin liegen, die Radonkonzentration vorsorglich so niedrig wie möglich zu halten.

Ziel	Nachweis
< 70 Bq/m ³ (gesetzlicher Grenzwert für neue Häuser in Schweden)	Messungen der Radon-Konzentration bei Vorliegen von Risiko-Momenten im Neubau
< 150 Bq/m ³ (EPA Richtwert für Sanierung)	Generell Messung der Radon-Konzentration im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse bei Sanierungen

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Radonbelastung nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
Radonrisikopotenzial durch Radonkarten erhoben und Maßnahmen getroffen, wenn erforderlich	5
Radonrisikopotenzial durch Radonkarten nicht erhoben	-2

Im Rahmen einer **Sanierung** wird die Radonbelastung nach folgender Skala bewertet: (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)	
Radonausgasung gemessen, EPA-Richtwert eingehalten	5
Radonausgasung nicht gemessen	-2

¹⁶ Tappler, Peter: Beitrag „Radioaktivität“ zum Online-Fernlehrgang [Green-Academy](#), IBO, 2000



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

TOOLBOX

Radonquellen

Die wichtigste Radonquelle ist der Boden, d.h. das Eindringen von Radon über die Fundamente. In Gebäuden nimmt daher die Radonkonzentration mit zunehmender Höhe ab.

Ein erhöhtes Radon-Risiko kann unter folgenden Voraussetzungen gegeben sein:

- Gebiete mit erhöhter Uran-Radium-Konzentration (Granit, Porphyry, Feldspat)
- Gebiete mit geologischen Verwerfungen, Spalten, früherem Vulkanismus
- Gebiete mit porösen Erdschichten, hohem Grundwasserspiegel

Auch Baustoffe können Radon an die Raumluft abgeben. Die Exhalationsrate ist ein Maß für die Freisetzung von Radioaktivität in den jeweiligen Stoffen. In der Regel führt dies zu keinen besonderen Belastungen. Von den Baustoffen am stärksten belastet sind Bimsbaustoffe und vulkanische Gesteine wie Granit und Basalt.

Einheiten – Bequerel und Sievert

Definition der Einheit Bequerel (Bq)

Als Maß für die Radioaktivität wird die Anzahl der Kernumwandlungen pro Zeiteinheit angegeben. Die Aktivität 1 Bequerel (Bq) bedeutet einen Atomkernzerfall pro Sekunde. Wird die Radioaktivität auf ein bestimmtes Luftvolumen bezogen, so spricht man von der spezifischen Radioaktivität, die Einheit ist Bq/m³, gleichbedeutend mit einem Zerfall pro Sekunde in einem m³ Luftvolumen.

Definition der Einheit Sievert (Sv)

Verschiedene Strahlungsarten bewirken bei gleicher aufgenommener Energiedosis eine ganz unterschiedliche biologische Schädigung. Zur Beschreibung dieses Effekts beim Menschen hat man die sogenannte Äquivalentdosis eingeführt: die Äquivalentdosis ist definiert als Energieaufnahme multipliziert mit dem biologischem Wirkungsfaktor.

Die biologischen Wirkungsfaktoren hängen von der radioaktiven Strahlungsart ab:

Tabelle 2.18: Biologischer Wirkungsfaktor verschiedener Strahlungsarten

Strahlenart	Biologischer Wirkungsfaktor q
Alpha	20
Beta	1
Gamma	1
Schnelle Neutronen	3-10
Langsame Neutronen	3

Die Einheit der Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv). Die Messung dieser Äquivalentdosis erfolgt über Dosimeter. Bei Verstrahlungen ist es wichtig, durch Messungen festzustellen, wie lange sich Personen in einem verstrahlten Raum oder Gebiet ohne Lebensgefahr aufhalten dürfen. Die Einheit, die es gestattet, diese Art der Gefährdung präzise zu erfassen, ist die sogenannte „Dosis“-Leistung. Sie wird in



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Sievert pro Stunde (Sv/h) angegeben. Eine aufgenommene Dosis von etwa 0,25 Sv gilt als problemlos, d.h. eine Beeinträchtigung der Lebensfunktionen gesunder Menschen ist nicht zu erwarten. Bei Dosen über 10 Sv (Ganzkörperdosis) ist ein Überleben nur in Sonderfällen bei sofort erfolgender ärztlicher Hilfe möglich, bei Dosen über 30 Sv tritt in der Regel der sofortige Tod durch Lähmung des Zentralnervensystems ein.

Kennwerte und Richtwerte

Eine Untersuchung der unter dem Einfluss unterschiedlicher Baumaterialien an Standorten in Österreich anzutreffenden Strahlenbelastung brachte folgende Ergebnisse:

- Mittlere pro-Kopf-Strahlungsbelastung in Innenräumen: $\sim 0,120 \mu\text{Sv/h}$ ($=12 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/h}$)
- Mittlere Belastung im Freien: $\sim 0,090 \mu\text{Sv/h}$

Nimmt man an, dass 80 % der Zeit in Räumen und 20 % im Freien verbracht werden, ergibt sich eine mittlere pro-Kopf-Dosisbelastung von $\sim 0,115 \mu\text{Sv/h}$.

Über eine Lebensdauer von 80 Jahren ergibt sich somit eine Dosis von:

$0,115 \mu\text{Sv/h} \times 80 \times 365 \times 24 = 0,08 \text{ Sv}$ d.h. deutlich unter der Grenze von 0.25 Sv.

Entsprechend der Zusammensetzung der in Österreich bevorzugt verwendeten Baumaterialien ergaben sich für die einzelnen Materialgruppen folgende Mittelwerte:

- Steinbauten: $0,125 \mu\text{Sv/h}$
- Ziegelbauten: $0,124 \mu\text{Sv/h}$
- Betonbauten: $0,093 \mu\text{Sv/h}$
- Holzhäuser: $0,082 \mu\text{Sv/h}$

Zu beachten ist, dass sowohl bezüglich der Strahlungsbelastung im Freien (insbesondere in verbauten Gebieten) als auch der in Räumen große Schwankungen auftreten.¹⁷

Vorgangsweise zur Minimierung der Radonbelastung bei der Errichtung

Zuerst stellt sich die Frage, ob der geplante Neubau in einer Gemeinde mit erhöhter Radonbelastung liegt. Diese Frage lässt sich durch einen Blick auf Radonrisikokarten abschätzen, die von der Uni Wien im Rahmen des ÖNRAP-Projektes¹⁸ erstellt wurden.

Falls die Karte auf eine erhöhte Radonbelastung hindeutet, empfiehlt sich eine genaue Abklärung durch Messung.

¹⁷ Tschirf/Baumann/Niesser, Ermittlung der Bevölkerungs-Strahlungs-dosis in Österreich durch die natürliche Strahlung in Innenräumen (Forschungsbericht des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Wien, 1990)

¹⁸ Kontakt über <http://www.univie.ac.at/Kernphysik/oenrap> Auf der Homepage sind allerdings nur die Bezirksergebnisse erhältlich, die Gemeinden müssen angefragt werden.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Wenn eine erhöhte Radonbelastung nachgewiesen wurde bzw. sehr wahrscheinlich ist, sollten Maßnahmen getroffen werden, um eine Anreicherung des Gases im Haus zu vermeiden.

Solche Maßnahmen sind:

- vollständige Unterkellerung
- sorgfältigste Abdichtung der Fundamente
- Betonwanne statt Naturboden im Keller
- keine Wohnräume direkt über dem Erdboden
- Einbau von gasdichten Türen zwischen Keller und Wohnräumen
- gasdichte Türen in den Treppenhäusern
- ev. Einplanung einer mechanischen Belüftung unter dem Haus

Auch die Baustoffe, die verwendet werden sollen, sollten überprüft werden. Dies betrifft v.a. Ziegel, Granitplatten und Schlacken.

Die Verwendung bims haltiger Baustoffe, zementgebundener Steine mit Schlackenzuschlag, Granit und Naturstein ist zu vermeiden, wenn keine Radonunbedenklichkeit durch Messungen bescheinigt werden kann. Auch bei Gips ist darauf zu achten, dass es sich um Naturgips handelt oder entsprechende Messungen vorliegen sollten.

Für Radioaktivität in Baustoffen gilt die Ö-Norm S 5200, die sowohl die Radonausgasung als auch die Gammastrahlung, die zusätzlich aus den Baustoffen abgegeben wird, berücksichtigt. Es gibt verschiedene Messstellen, die solche Untersuchungen günstig durchführen, bzw. können Baustoffhändler zunehmend solche Informationen vorweisen. Der Wert nach ÖN S5200 sollte kleiner gleich 1 sein.

Eine Ö-Norm ist in Ausarbeitung¹⁹ in der einige der Präventivmaßnahmen genau definiert werden (z.B. welche Abdeckfolien verwendet werden sollen). Da es in Österreich noch keine umfassende Erfahrung mit solchen Präventionsmaßnahmen gibt, sollte hier auf Ergebnisse von Forschungsprojekten zurückgegriffen werden, wie sie vom Arsenal und vom Forschungszentrum Seibersdorf durchgeführt wurden. Nähere Informationen sind bei den Betreibern von Pilotprojekten, die im Rahmen der Forschungsvorhaben behandelt wurden, erhältlich²⁰. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren genaue Vorschriften erlassen werden, wie es auch in anderen europäischen und außereuropäischen Ländern bereits der Fall ist. Um – teuren und aufwendigen - Nachrüstungen vorzubeugen, empfiehlt sich heute schon eine Berücksichtigung der Radonrisikominimierung bei der Planung eines Neubaus.

Messungen

Messungen der Radonkonzentration ebenso wie die Erarbeitung von Empfehlungen für Schutzmaßnahmen für das konkrete Objekt werden z.B. vom Österreichischen Ökologie-Institut²¹ und vom [Österreichischem Institut für Baubiologie und -ökologie](#) angeboten (Kosten: ca. 180 € pro Raum).

¹⁹ Es gibt noch keinen veröffentlichten Entwurf, und die Fertigstellung verzögert sich, weil noch Forschungsbedarf besteht. Weitere Informationen bei DI Peter Tappler vom Innenraum Mess- und Beratungsservice, office@innenraumanalytik.at.

²⁰ Forschungsprojekt SaraH - Sanierung radonbelasteter Häuser. Kontakt über Amt der O.Ö. Landesregierung, Abt. Lärm- und Strahlenschutz, Linz

²¹ Kontakt: www.ecology.at, Mag. Gabriele Mraz, Tel. 01/523 61 05, email: mraz@ecology.at

Normen

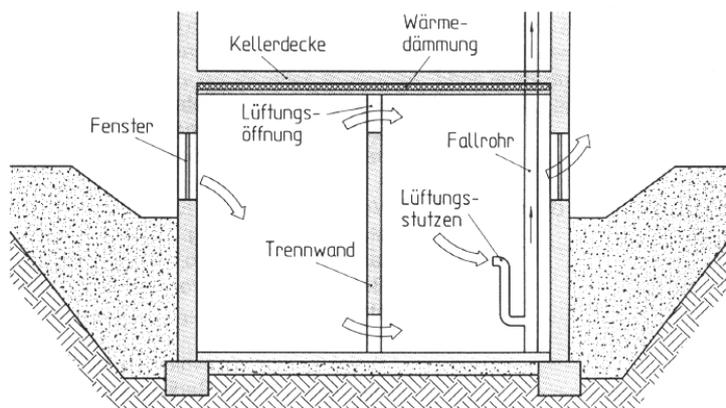
ÖN S 5200: Radioaktivität in Baustoffen

Die ÖN S 5200 begrenzt den Radiumgehalt von Baustoffen so, dass sich im Mittel eine zusätzliche durch Baustoffe erzeugte Radonkonzentration in der Raumluft von 37 Bq/m^3 ergibt (die durchschnittliche Radonkonzentration in Innenräumen beträgt etwa $40\text{-}50 \text{ Bq/m}^3$).

Maßnahmen zur Verringerung hoher Radonkonzentrationen

Lüftung: Erhöhung der Luftwechselrate über ein Lüftungssystem mit WRG oder auch spezielle Kellerlüftungen

Abbildung 2.5: Kellerlüftung²²



Vermeidung von Unterdruck im Gebäude: Erschweren des Radoneintritts; Augenmerk ist vor allem auf Räume mit Unterdruck erzeugenden Geräten wie z.B. Heizungskessel, Abluftventilatoren, Kamine, etc. zu richten

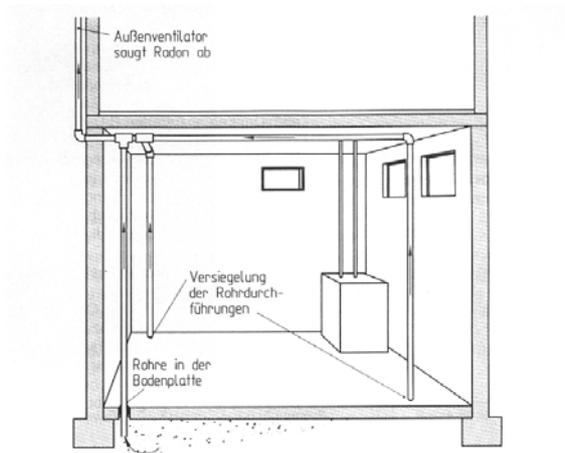
Abdichtungsmaßnahmen gegen Radoneintritt

- Wand- und Deckenbeschichtungen
- Horizontale Isolierschichten auf bereits vorhandenen Fußböden
- Abdichtung der Eintrittspfade (Fugen, Risse, Rohrdurchführungen,...)

Absaugen des aus dem Boden emittierten Radons vor dem Eindringen in das Gebäude

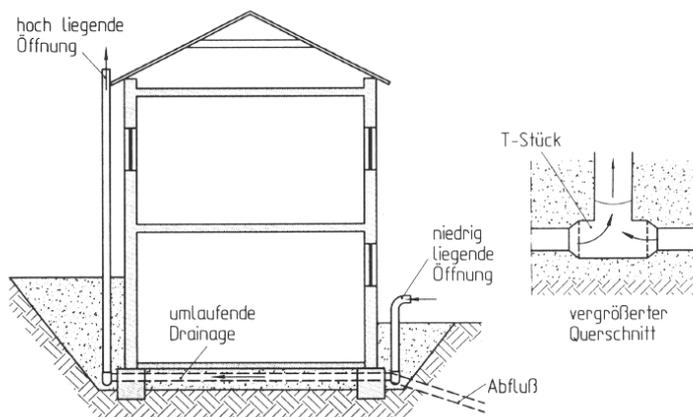
²² Axler S., Sanierung von Häusern bei natürlicher Strahlungsbelastung durch Radon in: Diel, F., Innenraumbelastungen (Beiträge der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute, Bauverlag: Wiesbaden/Berlin, 1993) S. 87-97

Abbildung 2.6: Radonabsaugung 22



Entlüften von Wasserleitungen, Drainagen, Sickerschächten (bei Radon aus Wasser, Erdreich, Kanalisation,...)

Abbildung 2.7: Entlüften von Wasserleitungen 22



Weitere Literatur: Hamel, P., Sanierung von Gebäuden mit erhöhten Konzentrationen von Radon- und Radonfolgeprodukten. In: Kommission Reinhaltung der Luft: Luftverunreinigung in Innenräumen (VDI-Berichte 1122; Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994)



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Radondichte Bau- und Isoliermaterialien

Materialien (Beispiele)	Dicke [mm]
XC3-Beton (B30/B300 WU)	≥ 300
Polymer-Bitumen-Bahnen	≥ 5,0
Hochdruck PE (z.B. Rohre)	≥ 5,0
PP-Folien flexibel	≥ 3,0

Quelle: Austrian Research Centers

2.7 Elektrobiologische Hausinstallation Vermeidung von Elektrosmog

Einleitung

Unter Elektrosmog versteht man die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf den menschlichen Organismus. Die natürlich vorkommende elektromagnetische Strahlung wird heute durch eine Vielzahl künstlicher Strahlungsquellen überlagert. Welche gesundheitliche Auswirkungen daraus resultieren, wird nach wie vor kontrovers diskutiert.

Schwache elektromagnetische Felder – wie sie durch typische Elektroinstallationen in Wohnungen und Büros verursacht werden, liegen um einige Größenordnungen unter jenen Werten, die beim Menschen wahrnehmbare Auswirkungen oder gar Schädigungen verursachen.

Trotzdem liegen Hinweise auf potentielle negative Effekte vor; die daraus möglicherweise resultierenden gesundheitlichen Auswirkungen sind umstritten. Die Weltgesundheitsorganisation, die internationale Strahlenschutzassoziation (IRPA), die Strahlenschutzkommission in Deutschland (SSK) sowie die Stromversorgungsunternehmen sehen einen Zusammenhang bis jetzt noch nicht als erwiesen an. Eine sichere Beweisführung ist schwierig, da mögliche Wechselwirkungen weiterer krankmachender Umweltfaktoren eine Kausalitätsabschätzung verkomplizieren.

Institutionen, die das „Vorsorge-Prinzip“ vertreten – wie z.B. das [Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie](#) – schließen sich in der Regel dem in Schweden ausgerufenen Prinzip der „klugen Vermeidung“ (prudent avoidance) an und plädieren für Richtwerte der magnetischen Flussdichte im Bereich von 0,1-0,3 μ T (MikroTesla).



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Tabelle 2.19: Elektromagnetische Qualität (Richtwerte des Österreichischen Instituts für Baubiologie und -ökologie, Wien 2001)

Bewertung	sehr gut	gut	kontrolliert
B (magnet. Feldstärke) in [T] bei Tag	$B < 200 \text{ nT}$	$200 \text{ nT} < B < 1000 \text{ nT}$	$> 1000 \text{ nT}$
E (elektr. Feldstärke) in [V/m] für Gleichfelder	$E < 200 \text{ V/m}$	$200 - 400 \text{ V/m}$	$400 - 5000 \text{ V/m}$
E (elektr. Feldstärke) in [V/m] für Wechselfelder bei Tag	$E < 10 \text{ V/m}$	$10 - 20 \text{ V/m}$	$> 20 \text{ V/m}$

Messungen in kritischen Bereichen wie z.B. Schlafbereichen unter Belastung einer 100 W-Lampe, Beurteilung der Elektroinstallation (Steigleitungen und Einspeisungspunkte)

Elektromagnetische Hochfrequenzfelder, Leitungsflussdichte S [mW/m ²], Frequenzbereich 80 - 2000 MHz	$S < 1 \text{ mW/m}^2$ (Salzburger Vorsorgegrenzwert)	$1 \text{ mW/m}^2 < S < 10 \text{ mW/m}^2$	$S > 10 \text{ mW/m}^2$
--	--	--	-------------------------

Hochfrequenzfeldmessung: Übersichtsmessung

Damit diese Werte in Wohnungen und Büros erreicht werden können, müssen ausreichende Abstände zu externen Quellen wie z.B. Hochspannungsleitungen, Umspannwerke, Bahnanlagen, starke Sender eingehalten werden (siehe Kap. 5.4. Natürliche Gefährdungsfaktoren: Hochspannungsleitungen).

Planungsziele

Nachdem die Bedeutung von Elektrosmog umstritten ist, wird die Vermeidung von Elektrosmog als optionale Zielsetzung behandelt. Wenn aber die Vermeidung von Elektrosmog Projektzielsetzung ist, dann sollte im Rahmen der Elektroplanung folgende Ziele realisiert werden:

Ziel	Nachweis
Trennung aller Permanentstromkreise (Telefonanlage, Anrufbeantworter, Kühlschrank, etc.) von den nicht permanenten, Freihaltung der freizuschaltenden Bereiche (in der Regel Schlaf- und Kinderzimmer) Sichere Deaktivierung der Netzfreeschaltung Keine Störung des angestrebten Effekts durch Nachbarinstallationen Gewährleistung der Erkennung auch nicht-ohmscher Lasten	Elektroinstallationsplan



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Bewertung im TQ-Tool (fakultativ)²³

Bewertet wird die Qualität der elektrobiologischen Hausinstallation nach folgender Skala (Punkte gemäß Einordnung auf der Skala):

Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Netzfreeschaltung realisiert (keine Permanentstromkreise im gewünschten Bereich)
Keine Störung durch Nachbarinstallationen
Sichere Deaktivierung der Netzfreeschaltung
Erkennung nicht ohm'scher Lasten

Wird die Netzfreeschaltung als Planungsziel definiert, aber nicht realisiert, so wird mit -2 bewertet. (auch wenn eine Störung durch Nachbarinstallationen nicht gegeben ist)

Wenn die Netzfreeschaltung realisiert wurde, aber „keine Störung durch Nachbarinstallationen“ nicht angekreuzt ist, wird mit -1 Punkt bewertet.

Wenn die Netzfreeschaltung realisiert wurde, „keine Störung durch Nachbarinstallationen“ angekreuzt ist, aber „Erkennung nicht ohm'scher Lasten“ und „Sichere Deaktivierung der Netzfreeschaltung“ nicht angekreuzt ist, wird mit 1 Punkt bewertet.

Wenn die Netzfreeschaltung realisiert wurde, „keine Störung durch Nachbarinstallationen“ und „Sichere Deaktivierung der Netzfreeschaltung“ angekreuzt sind, aber „Erkennung nicht ohm'scher Lasten“ nicht angekreuzt ist, wird mit 3 Punkten bewertet. Das gilt auch für den umgekehrten Fall.

Nur wenn alle vier Kriterien angekreuzt sind wird mit 5 Punkten bewertet.

TOOLBOX

Kriterien für die Qualität einer Netzfreeschaltung

Eine Netzfreeschaltung bringt nur den gewünschten Effekt, wenn keine Störung durch Nachbarinstallationen (z.B. in einer Wohnungstrennwand) erfolgt. Aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit soll die Deaktivierung der Netzfreeschaltung durch das Einschalten eines Verbrauchers sicher – d.h. auch bei geringem Stromverbrauch des Verbrauchers (z.B.: Weckerradio oder CD-Player) - funktionieren.

Ebenfalls aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit soll das System die Erkennung auch nicht-ohm'scher Lasten ermöglichen, beispielsweise einen Staubsauger mit elektronisch stufenloser Drehzahlregelung, d.h. der Nutzer muss nicht zunächst eine ohm'sche Last (z.B. Glühbirne) einschalten, um anschließend den Staubsauger in Betrieb nehmen zu können.

²³ Die Bewertung dieses Kriteriums erfolgt fakultativ. Wird das Kriterium nicht als Planungsziel definiert, geht es im TQ-Tool nicht in die Bewertung ein.



TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

Maßnahmen für die Verminderung der Elektrosmogbelastung

Neben dem Einbau von Netzfreeschaltern unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien, sind folgende Maßnahmen für die Verminderung der Elektrosmogbelastung hilfreich:

- Verwendung abgeschirmter oder verdrillter Kabel (Koaxialkabel)
- Sternförmige anstelle ringförmiger Leitungsverlegung
- kurze Leitungswege
- keine Ver- und Entsorgungsleitungen in der Nähe von Schlafräumen, kein Zählerschrank an Schlafraumwänden
- gut geerdete Leitungen
- Anbringen eines Potenzialausgleichs (Erdung aller leitfähigen Teile (Badewanne, Heizungsrohre)
- U-förmige statt ringförmige Bänderung des Fundamenterders
- Hausanschlusskasten und Zähler möglichst im Keller (in geerdetem Metallkasten) unterbringen
- Reduzierung von leitfähigen metallischen Baustoffen
- Vermeidung von elektrisch aufladbaren, synthetischen Baustoffen (Kunststoffe, synthetische Bodenbeläge und Vorhänge), um elektrostatische Aufladung zu vermeiden
- Gerätegruppen mit hohen Feldstärken vermeiden: elektrische Heizdecken, elektrisches Wasserbett, Heizlüfter, elektrische Fußbodenheizung, Heizstrahler, Nachtspeicherheizung, Halogenbeleuchtung + Transformator

Weitere Praxishinweise finden sich in dem Beitrag „Elektrosmog im Haushalt: Risiko ausschalten“ Konsument, Ausgabe August 2002, S.24 – 27. www.konsument.at

Messungen

Ein allumfassendes „Elektrosmogmessgerät“ gibt es nicht. Die möglichen Fehlerquellen – vor allem im Bereich schwacher elektromagnetischer Felder und Wellen sind zahlreich. Seriöse Messungen, deren Ergebnis als Entscheidungsgrundlage für – oft nicht ganz billige – Maßnahmen dient, sollten von Spezialisten durchgeführt werden.

Messungen bietet das [Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie](http://www.oeko.at) an.

Normen

ÖN S 1119 (Vornorm): Niederfrequente elektrische und magnetische Felder: Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 0 Hz bis 30 kHz

ÖN S 1120 (Vornorm): Mikrowellen- und Hochfrequenzfelder: Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 30 kHz bis 300 GHz

DIN VDE 0848-2 (Entwurf): Sicherheit in elektromagnetischen Feldern: Schutz von Personen im Frequenzbereich von 30 kHz bis 300 GHz

DIN VDE 0848-2 (Vornorm): Sicherheit in elektromagnetischen Feldern: Grenzwerte für Feldstärken zum Schutz von Personen im Frequenzbereich von 0-30 kHz



**TQ – TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

Gibt Grenzwerte für die Exposition durch niedrig- und hochfrequente Felder am Arbeitsplatz (Expositionsbereich1) sowie in den Bereichen Wohnungen, Sport-, Freizeit- und Erholungseinrichtungen (Expositionsbereich 2) an.

2.8 Vermeidung von Schimmel

Einleitung

Während der Errichtung eines massiven Gebäudes gelangt viel Wasser in den Baukörper, z.B. Wasser für die Bereitung von Beton, Estrich und Mörtel oder Regenwasser. Ein entscheidendes Kriterium für die Gebäudequalität ist, wie rasch diese Baufeuchte entweichen kann; da z.B. Ziegelbauten einen geringen Diffusionswiderstand aufweisen, trocknen sie auch sehr rasch aus. Durchschnittlich beträgt die Austrocknungszeit bei Ziegelbauten – je nach Jahreszeit – zwischen 6 und 12 Monaten, während bei anderen Baustoffen dieser Vorgang oft mehrere Jahre dauern kann. Was nach der Austrocknung bleibt, ist die sogenannte Gleichgewichtsfeuchte. Ein niedriger Wert ist sowohl für die Gesundheit der Bewohner als auch in Hinblick auf ein sinnvolles Energiesparen von Bedeutung (die Wärmedämmung von Baustoffen ist um so schlechter, je mehr Feuchtigkeit sie enthalten). Die hygroskopische Gleichgewichtsfeuchte ist von der Temperatur und relativen Feuchte der umgebenden Luft abhängig.

Die Austrocknung ist bei Massivbauten ein wesentliches Qualitätsmerkmal, da zu hohe Feuchtigkeitsgehalte nicht nur für Bauschäden verantwortlich sind, sondern auch zur Schimmelbildung beitragen, wenn Wandverbauten an unzureichend getrockneten Wänden errichtet werden. Schimmel ist gesundheitsschädlich und daher zu vermeiden.

Holzbauten bzw. die Trockenbauweise haben in diesem Fall einen Startvorteil, hier fällt der Wassereintrag für die Herstellung der Baumaterialien weg.

Planungsziele

Unabhängig von der Bauweise ist eine ausreichende Trockenheit des Rohbaus anzustreben, um Energieverluste in den ersten Jahren, Bauschäden und Schimmelbildung zu vermeiden.

Ziel	Nachweis
Gewährleistung einer ausreichenden Trockenheit durch optimale Ablaufplanung	Ablaufplan

Bewertung im TQ-Tool

Bewertet wird die Trockenheit von Rohbau und Estrich nach folgender Skala:

	Punkte (Beste Wertung: 5 Punkte)
Erreichen der Gleichgewichtsfeuchte vor Wohnungsbezug	5
Erreichen der Gleichgewichtsfeuchte 1 Jahr nach Wohnungsbezug	3
Erreichen der Gleichgewichtsfeuchte 3 Jahre nach Wohnungsbezug	0
Keine Berücksichtigung in der Planung	-2



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**

TOOLBOX

Kennwerte für Gleichgewichtsfeuchte

Typische Werte bei einem Zustand der Umgebungsluft von 10°C und 50 % relativer Feuchte zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 2.20: Kennwerte für Gleichgewichtsfeuchte (Quelle: RWE Energie Bau-Handbuch: 12. Ausgabe, Energie-Verlag, Heidelberg, 1998)

Baustoff	Rohdichte in kg/m³	Wassergehalt in Gewichts-%
Mauerziegel	1400	0,15 %
Kalkputz	1700	0,50 %
Beton	2300	1,10 %
Kalkzementmörtel	1800	2,80 %
Kalksandstein	1400	3,45 %



**TQ - TOTAL QUALITY PLANUNG UND BEWERTUNG / VERMEIDUNG VON BELASTUNGEN FÜR
MENSCH UND UMWELT**