

NPK 241

Ortbetonbauten

Eco-devis ermöglicht es dem Planer und der Planerin, ökologisch interessante Materialien und Leistungen bei der Ausschreibung zu erkennen und zu berücksichtigen. Die hier präsentierten Ergebnisse des eco-devis zum NPK 241 sind in den wichtigsten Devisierungsprogrammen integriert.

Aufbau NPK 241

Der NPK 241 ist in die Abschnitte Vorarbeiten (100), Schalungen (200 und 300), Aussparungen und Einlagen (400), Bewehrungen (500), Beton (600 und 700) und Nebenarbeiten (800) unterteilt. Im Abschnitt 900 können kleinere Betonarbeiten als Gesamtleistung in einer Position beschrieben werden. Die Betonsorten sind entsprechend der Norm SN EN 206-1 "Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität" in Unterabschnitt 060 definiert. Es sind 7 Betonsorten nach Eigenschaften vorgegeben, welche sich



primär durch die Druckfestigkeits- und die Expositions-klassen unterscheiden. Die Herkunft der Gesteinskörnung (Primär- oder Sekundärmaterial) ist nicht festgelegt.

Die Beschreibungen für Schalungen und Beton sind in gleicher Weise nach Bauteilen (Fundamente, Schächte, Wände, Pfeiler, Treppen usw.) strukturiert. Der Ausschreibungstext für Beton beschränkt sich dabei im Wesentlichen auf die Betonsorte und die Abmessungen der Bauteile. Nicht klassifizierter Beton (Unterlags-, Sicker-, Füll- und Negativbeton) ist mit Unterabschnitt 120 zu beschreiben. Dort gibt der NPK vor, dass Primärmaterial für die Betonherstellung zu verwenden ist. Zusatzmittel werden im Leistungsverzeichnis nur beschrieben, um diese kurzfristig bei veränderten Randbedingungen vom Hersteller zu verlangen (z. B. Frostschutzmittel bei entsprechender Witterung).

Ergebnisse in Kürze

Im eco-devis 241 sind folgende Leistungen als **ökologisch interessant** gekennzeichnet:

- Nicht klassifizierter Recyclingbeton mit Beton- oder Mischabbruchgranulat für Unterlags-, Füll- und Sickerbeton.
- Klassifizierter Recyclingbeton Sorte A: Druckfestigkeitsklasse C 25/30, Expositions-klassen XC1, XC2, mit Betongranulat.
- Klassifizierter Recyclingbeton Sorte B: Druckfestigkeitsklasse C 25/30, Expositions-klassen XC3, mit Betongranulat.
- Klassifizierter Recyclingbeton Sorte C: Druckfestigkeitsklasse C 30/37, Expositions-klassen XC4, mit Betongranulat.
- Betonzusatzmittel mit FSHBZ-Gütesiegel.
- Lösemittelfreie Nachbehandlungsmittel, Grundierungen und Beschichtungen.
- Polyethylenfolie aus Recyclat zur Abdeckung des Frischbetons.

Die Methodik von eco-devis ist in einem separaten Faltblatt ("Methodische Grundlagen") beschrieben. Eco-devis sind eine zusätzliche Entscheidungshilfe für die Wahl von Bauleistungen. Die Ergebnisse sind entsprechend den Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalles durch den Anwender zu prüfen. Er trägt die alleinige Entscheidungsverantwortung für Materialwahl, Konstruktion und Bauverfahren.

Ökologische Ziele

Das ökologische Ziel bei den Betonarbeiten ist primär die Ressourceneinsparung und die vorsorgliche Vermeidung von umweltgefährdenden Betonzusatzmitteln. Die Schonung knapper Kiesressourcen und fossiler Energieträger mit entsprechender Reduktion der Luftbelastung kann erreicht werden:

1. durch den Einsatz von Recyclingbeton (Zuschlag aus Beton- oder Mischabbruchgranulat)
2. durch den Einsatz von Kompositementen mit Anteilen an Flugasche oder puzzolanischen Stoffen aus industriellen Prozessen

Der **Einsatz von Recyclingbeton** für nichtklassifizierten und klassifizierten Beton (je nach Anforderungen) ist an sich unbestritten. Im nationalen Anhang zur Norm SN EN 206-1:2000 „Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ wird Recyclingbeton als Beton definiert, dessen Gehalt an Gesteinskörnung zu mind. 25 Massenprozenten aus Betongranulat und/oder Mischabbruchgranulat besteht. Der Recyclingbeton muss in jedem Fall die Anforderungen in dieser Norm an Frisch- und Festbeton erfüllen. Das Recyclingmaterial muss zudem die Anforderungen von SN EN 12620:2002 „Gesteinskörnungen für Beton“ und der BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (BUWAL; Bern, Juli 1997) erfüllen.

Der **Einsatz von Kompositementen**, vor allem mit Rückständen aus Hüttenbetrieben und Kohlekraftwerken (Hüttsand, Flugasche) ist umstritten. Der Rohstoffschonung durch den Einsatz solcher hydraulischer „Abfallstoffe“ stehen die Umweltrisiken gegenüber. Verschiedene Untersuchungen deuten darauf hin, dass allfällige umweltgefährdende Bestandteile von Reststoffen wie Schwermetalle oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) fest in der Zementmatrix eingebunden sind. In der Richtlinie „Entsorgung von Abfällen in Zementwerken“ (1998) hat das BUWAL festgelegt, welche „Abfälle“ für die Zementherstellung (Rohmehlersatz- oder Zu-

Weshalb Recyclingbeton?

Die Reichweite der für den Abbau bewilligten Kiesvorräte in der Schweiz beträgt je nach Region nur noch zwischen 8 und 10 Jahren. Die Produktion von Sekundärbaustoffen aus Abbruchmaterial beträgt etwa 4 % des jährlichen Kiesbedarfes. Die Verwendung von Recyclingbeton und Kiesersatzmaterialien ist deshalb eine vorrangige ökologische Forderung.

mahlstoff) geeignet sind (Positivliste) sowie Richtwerte für den Schadstoffgehalt in den Abfällen wie auch im fertigen Zement definiert. Damit kann vermieden werden, dass die Zementherstellung als Senke für Schwermetalle missbraucht wird.

Für die vorsorgliche **Vermeidung von umweltgefährdenden Betonzusatzmitteln** hat man sich auf zwei Strategien festgelegt:

1. Einschränkung auf jene Leistungen (Betonqualitäten), bei denen die Beständigkeit nachgewiesenermassen erhöht werden kann.
2. Verwendung von Betonzusatzmitteln mit geringem Umweltgefährdungspotential.

Zwischen dem Einsatz von Recyclingbeton und der Vermeidung von Betonzusatzmitteln besteht oft ein Zielkonflikt. Sind Zusatzmittel erforderlich, sollen solche mit dem „FSHBZ-Gütesiegel“ eingesetzt werden, um die umweltgefährlichsten Inhaltsstoffe auszuschliessen.

Ergebnisse

Bei allen Positionen mit nicht klassifiziertem Beton kann **ohne Einschränkung nicht klassifizierter Recyclingbeton** mit Beton- oder Mischabbruchgranulat verwendet werden. Im Unterabschnitt 120 werden die offenen Positionen der Unterlags-, Füll-, Negativ- und Sickerbetonleistungen gekennzeichnet und mit Angabe der Gesteinskörnungen ergänzt.

Für klassifizierten Beton kann **je nach Anforderungen klassifizierter Recyclingbeton** mit Betongranulat eingesetzt werden. Dies gilt für die Betonsorten A, B und C nach NPK mit den Festigkeitsklassen C25/30 und C30/37 sowie den Expositionsklassen XC1, XC2, XC3 und XC4. In der Position 062 „Beton nach Eigenschaften“ werden folgende Recyclingbetonsorten definiert und im eco-devis gekennzeichnet:

- Recyclingbeton Sorte A: Druckfestigkeitsklasse C 25/30, Expositionsklasse XC1, XC2, mit Betongranulat.
- Recyclingbeton Sorte B: Druckfestigkeitsklasse C 25/30, Expositionsklasse XC3, mit Betongranulat.
- Recyclingbeton Sorte C: Druckfestigkeitsklasse C 30/37, Expositionsklasse XC4, mit Betongranulat.

In den Abschnitten 600 und 700 werden bei allen Betonpositionen, bei denen die Betonsorten A, B oder C aufgeführt sind, die offenen Positionen mit

Im Herbst 1997 wurde vom Verband Schweizerischer Hersteller von Betonzusatzmitteln (FSHBZ) ein **Gütesiegel für Betonzusatzmittel** eingeführt. Ein Produkt, das mit dem „FSHBZ-Gütesiegel“ ausgezeichnet wird, muss strenge toxikologische und ökologische Kriterien erfüllen. Kriterien sind u. a. eine Sperrliste (Abwesenheitsprinzip) und die Bedingung, dass ein Betonzusatzmittel nach EU-Gefahrenkennzeichnungsvorschriften nicht kennzeichnungspflichtig ist. Diese Bedingung wird von den meisten Wirkstoffen, insbesondere von Verzögerern und Beschleunigern erfüllt. Unklar sind die Bedingungen des FSHBZ für Wirkstoffe, die diese Bedingung nicht erfüllen, z. B. für gewisse Hochleistungsverflüssiger. In diesen Fällen wird aufgrund einer nicht näher definierten Risikoabschätzung von Fall zu Fall entschieden.

den entsprechenden Recyclingbetonsorten ergänzt und gekennzeichnet.

Recyclingbeton für andere Festigkeits- und Expositionsclassen oder klassifizierter Recyclingbeton mit Mischabbruchgranulat ist unter bestimmten Voraussetzungen realisierbar. Die Einsatzmöglichkeiten sind mit dem Lieferanten abzusprechen.

Den Ausschreibenden wird empfohlen, die gleiche Betonleistung mit normalem Beton wie auch mit Recyclingbeton auszuschreiben. Das eco-devis ergänzt deshalb den NPK mit folgender, gekennzeichneter Position (060.910):

„Die Ausschreibung enthält Positionen für normalen Beton wie auch für Recyclingbeton. Der Bauherr bevorzugt bei technischer Machbarkeit die Ausführung mit Recyclingbeton.“

Der Anwender ist frei, in diesen Text weitere Bedingungen für den Einsatz von Recyclingbeton einzufügen (z. B. Kosten, Verfügbarkeit).

Die Betonsorten D bis G bezeichnen frost- bzw. frostausalzbeständige Betone. Die Herstellung dieser Sorten mit Recyclingbeton wäre sehr aufwendig. Die Eignung für eine bestimmte Anwendung müsste in Vorversuchen nachgewiesen werden.

In der Norm SN EN 206-1:2000 sind im nationalen Anhang die zulässigen Zementarten je nach Expositionsclassen des Betons aufgeführt. Zudem enthält die Norm SN EN 197-1:2000 („Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement“) Anfor-

BMZ-Typ	Möglichkeiten zur Vermeidung von Betonzusatzmitteln
HBV/BV	CEM I-Gehalte $\leq 360 \text{ kg/m}^3$ oder Portlandkalksteinzement CEM II/A-L 32.5, 42.5
LP	CEM I-Gehalte $\leq 360 \text{ kg/m}^3$ bei $W/Z \leq 0,43$ oder Portlandkalksteinzement CEM II/A-L 32.5, 42.5
VZ	Grob gemahlener Zement (CEM I 32.5) oder Optimierung des Bauablaufs (Frischbetontemperatur $\leq 30^\circ\text{C}$)
BE	Optimierung des Bauablaufs (Frischbetontemperatur $\geq 5^\circ\text{C}$), hochwertiger Zement (z.B. CEM I 52.5) oder frühhochfester Zement (z.B. CEM I 52.5 R)
FS	Optimierung des Bauablaufs (Frischbetontemperatur $\geq 5^\circ\text{C}$), Erhöhung des Zementgehaltes, hochwertiger Zement (z.B. CEM I 52.5 oder 52.5 R), Isolieren der Schalung
DM	Optimaler Aufbau des Frischbetons bezüglich Zementgehalt, Kornzusammensetzung, Gehalt an Feinstoffen sowie gute Verdichtung und Nachbehandlung, Tiefer W/Z-Faktor
ST	CEM I-Gehalte $\leq 360 \text{ kg/m}^3$ bei $W/Z \leq 0,45$, Korrektur Mehlkorngelalt mit Portlandkalksteinzement (CEM II/A-L 32.5, 42.5)
KI	Genügende Überdeckung gemäss Normen, CEM I-Gehalte bis $\leq 360 \text{ kg/m}^3$ $W/Z \leq 0,45$, kathodischer Korrosionsschutz

derungen an die Bestandteile und den Zement selbst. Mit Berücksichtigung dieser technischen Bedingungen sowie der Anforderungen in der BUWAL-Richtlinie „Entsorgung von Abfällen in Zementwerken“ ist der Einsatz von **speziellen Zementen** unter dem Aspekt der Rohstoffschonung sinnvoll.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach neuer Normenphilosophie der Betonhersteller für die Zusammensetzung und damit auch für die Zementwahl verantwortlich ist. Wird aus ökologischen Gründen ein besonderer Zement gewünscht, muss der Beton nach Zusammensetzung mit entsprechenden Vorversuchen ausgeschrieben werden. Für eine grössere Baustelle kann dies sinnvoll sein.

Auf die Verwendung von **Betonzusatzmitteln** hat der Ausschreibende einen beschränkten Einfluss. Grundsätzlich formuliert der Planer die Anforderungen an den Beton entsprechend den Aufgaben und Randbedingungen des Bauwerks. Für die Qualität des Betons und damit die Verwendung von Zusatzmitteln ist der Betonhersteller zuständig. Schreibt der Ingenieur einen Beton nach Eigenschaften (Anforderungen) aus, so kann er ge-

Publikationen

- Schlussbericht zum eco-devis 241.
- FSHBZ-Gütesiegel; Kriterien und Prüfverfahren; Technische Kommission FSHBZ Zürich, 1997.
- Betonzusatzmittel und Umwelt; Sachstandsbericht des Industrieverbandes Bauchemie und Holzschutzmittel e.V. Frankfurt am Main, 1995.
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle, Bern 1997.
- BUWAL-Richtlinie „Entsorgung von Abfällen in Zementwerken“, Bern 1998.
- Umweltaspekte von Betoninformationen zu Umweltverträglichkeit; SIA-Dokumentation D 0146, Zürich 1998.

mäss dieser Regelung die Verwendung von Betonzusatzmitteln nicht vorschreiben. Das eco-devis ergänzt den NPK mit folgendem Text (Pos. 060.930, 120.910, 600.910, 700.910):

„Der Betonhersteller hat bei technischer Machbarkeit auf Betonzusatzmittel zu verzichten.“

Die Entscheidung, ob aus technischer Sicht auf Zusatzmittel verzichtet werden kann, liegt nach wie vor beim Betonhersteller. Bei allen nicht klassifizierten Betonpositionen kann man davon aus-

Allgemeine Bedingungen

Im Abschnitt 000 enthält das eco-devis weitere Zusatzpositionen:

- 060.920 **Für Recyclingbeton gelten:**
- Richtlinie „Verwertung mineralischer Bauabfälle“, BUWAL 1997
 - Norm SN 670 062 „Recycling; Allgemeines“
 - Norm SN 670 143 „Recycling; Betonabbruch“
 - Norm SN 670 144 „Recycling; Mischabbruch“
- 095.000 **Produktedeklarationen.** Die vom Unternehmer eingereichten Produktedeklarationen sind für die Wahl der bei der Ausführung verwendeten Produkte verbindlich.
- 095.100 Als Grundlage gelten: Empfehlung SIA 493, Dokumentation SIA D 093.
- 095.200 Für folgende Pos. gilt der vom Unternehmer eingereichte SIA-Deklarationsraster: Pos.
- 095.300 Für folgende Pos. gilt die vom Unternehmer eingereichte VSLF Deklaration für Lacke, Farben und ähnliche Beschichtungstoffe: Pos.

gehen, dass in der Praxis keine Zusatzmittel verwendet werden. Hingegen wird gerade beim Recyclingbeton häufig Zusatzmittel eingesetzt, da er wegen der Art der Gesteinskörnung schlechter verarbeitbar ist.

Weitere Möglichkeiten zur Vermeidung von Betonzusatzmitteln sind in der Tabelle auf Seite 3 bzw. im eco-devis in Pos. 060.950 aufgeführt.

Damit die umweltgefährdensten Betonzusatzmittel vermieden werden können, wird im eco-devis nach den ergänzenden Texten, dass möglichst auf Zusatzmittel zu verzichten sei, auch folgenden Text eingefügt und gekennzeichnet (Pos. 060.940, 120.920, 600.920, 700.920):

„Kann auf Betonzusatzmittel nicht verzichtet werden, sind solche mit dem FSHBZ-Gütesiegel zu verwenden.“

Im Unterabschnitt 780 wird zu jedem Zusatzmittel eine Position eingefügt und gekennzeichnet, welche das entsprechende Zusatzmittel mit dem FSHBZ-Gütesiegel vorschreibt. Ob damit auch alle Risiken bezüglich Wirkstoffen ausgeschlossen sind, kann aufgrund der vorliegenden Unterlagen nicht abschliessend beurteilt werden.

Die **Abdeckung der frischen Betonoberfläche** kann mit PE-Folien aus Recyclat ausgeführt werden (Zusatztexte in 821.122 und .222). Für **Nachbehandlungsmittel** sowie **Grundierungen** und **Beschichtungen** wird Lösemittelfreiheit der Produkte als Zusatzbedingung im eco-devis aufgenommen (Pos. 822.002 und 851.002). Lösemittelfreie Produkte sind in diesen Anwendungsbereichen Stand der Technik.

Herausgeber

Verein eco-bau c/o KBOB, Holzikofenweg 36, 3003 Bern, info@eco-bau.ch, www.eco-bau.ch.

eco-bau ist die gemeinsame Plattform öffentlicher Bauherrschaften des Bundes, von Kantonen und Städten mit Empfehlungen zum nachhaltigen Planen, Bauen und Bewirtschaften von Gebäuden und Anlagen.

Fachgruppe eco-devis des Vereins eco-bau

Dr. B. Wüthrich, Zürich; J. Bühler, Basel; M. Pöll, Zürich; C. Pestalozzi, Basel.

www.eco-devis.ch

Unter dieser Adresse finden Sie alle Merkblätter im Internet als PDF-Dateien.

Ausgabe Mai 2004