



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Strassen ASTRA**  
Abteilung Strassennetze

## ASTRA Fachtagung 2025 **Dekarbonisierung der Nationalstrassen**

# **Beton**

# **Leistungsorientierte Vorschriften**

Volpatti Giovanni

Fachspezialist Erhaltungsmanagement, Standards und Sicherheit der Infrastruktur, ASTRA

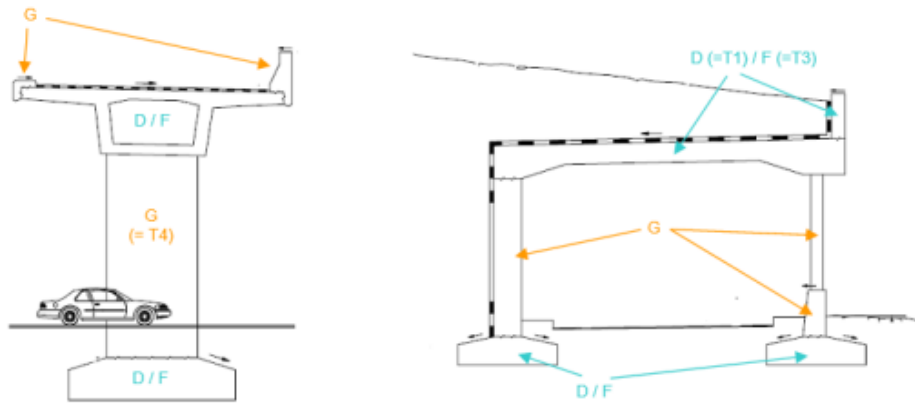


# Präsentationsverzeichnis

- Heute beim ASTRA – Merkblatt 22 001-14110 Beton
- Potenzial zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Kunstbauten – Grobe Einschätzung
- Die nächsten Schritte beim ASTRA
- ASTRA 82027 Leistungsbasierte Ausschreibung Beton



# Heute beim ASTRA – Merkblatt 22 001-14110 Beton

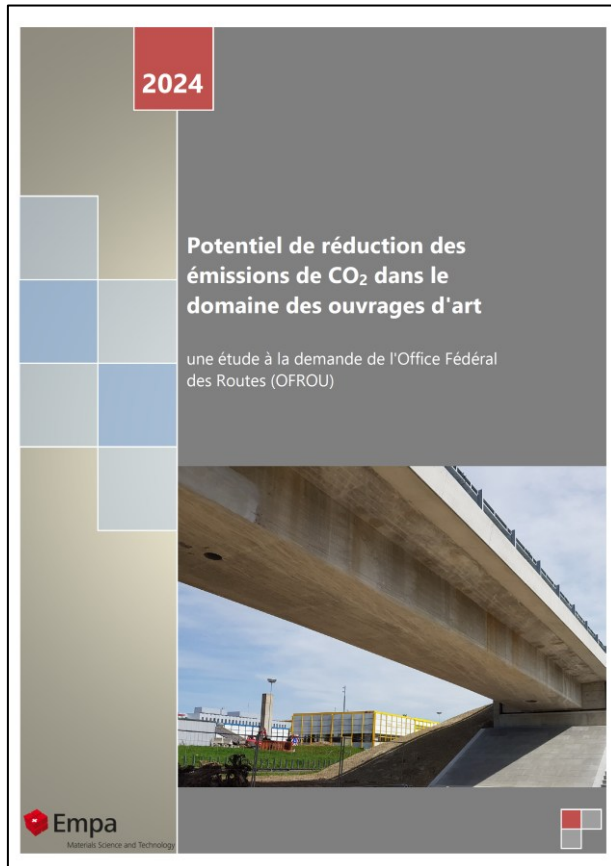


| Bauteil                                                         |                                                                                     | Bezeichnung<br>(Betonart) | Grundlegende Anforderungen:<br>béton selon SN EN 206 <sup>1)</sup> |                                       |                                         |                           |                                                       |                                            | Zusätzliche<br>Anforderungen <sup>2)</sup> |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                 |                                                                                     |                           | Minimale<br>Druckfestig-<br>keitsklasse <sup>3)</sup>              | Expositions-<br>klassen<br>XC... (CH) | Grösstkom-<br>Durchmesser <sup>3)</sup> | Chloridgehalts-<br>klasse | Konsistenz-<br>klasse (infor-<br>mativ) <sup>3)</sup> | Frost-Tausalz-<br>widerstand <sup>4)</sup> | AAR-<br>Beständigkeit <sup>5)</sup>        |
| Tiefbaubetone<br>(gem. Tab. NA.5 + NA.6 der Norm SN EN 206)     | Bauteile, die direkt<br>Taumitteln (Spritz-<br>wasser) und Frost<br>ausgesetzt sind | Sorte G<br>(T4)           | C 30/37                                                            | XC4<br>XD3<br>XF4                     | D <sub>max</sub> 32                     | Cl 0,10                   | C3                                                    | hoch                                       | PK3 oder PK2                               |
|                                                                 | übrige<br>Bauteile<br>(inkl. dem Sprühne-<br>bel ausgesetzt)                        | Sorte D<br>(T1)           | C 25/30                                                            | XC4<br>XD1<br>XF2                     | D <sub>max</sub> 32                     | Cl 0,10                   | C3                                                    | mittel                                     | PK3 oder PK2                               |
|                                                                 |                                                                                     | Sorte F<br>(T3)           | C 30/37                                                            | XC4<br>XD3<br>XF2                     | D <sub>max</sub> 32                     | Cl 0,10                   | C3                                                    | mittel                                     | PK3 oder PK2                               |
| Pflasterbetone<br>(gem. Tab. NA.8 + NA.9<br>der Norm SN EN 206) | im<br>Trockenen                                                                     | P1 <sup>6)</sup>          | C 25/30                                                            | .. <sup>7)</sup>                      | D <sub>max</sub> 32                     | Cl 0,10                   | F4                                                    | .. <sup>8)</sup>                           | PK3 oder PK2                               |
|                                                                 | unter<br>Wasser                                                                     | P2 <sup>6)</sup>          | C 25/30                                                            | .. <sup>7)</sup>                      | D <sub>max</sub> 32                     | Cl 0,10                   | F5                                                    | .. <sup>8)</sup>                           | PK3 oder PK2                               |

| Bezeichnung                                                                   | Sorte 0<br>(Null)                                                                                               | Sorte A<br><sup>1)</sup> | Sorte B                 | Sorte C                 | Sorte D<br>(T1) <sup>2),3)</sup> | Sorte E<br>(T2) <sup>3)</sup>   | Sorte F<br>(T3) <sup>4)</sup>   | Sorte G<br>(T4) <sup>4)</sup>   |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Grundlegende Anforderungen                                                    |                                                                                                                 |                          |                         |                         |                                  |                                 |                                 |                                 |
| Übereinstimmung mit<br>dieser Norm                                            | Beton nach<br>SN EN 206                                                                                         | Beton nach<br>SN EN 206  | Beton nach<br>SN EN 206 | Beton nach<br>SN EN 206 | Beton nach<br>SN EN 206          | Beton nach<br>SN EN 206         | Beton nach<br>SN EN 206         | Beton nach<br>SN EN 206         |
| Druckfestigkeitsklasse                                                        | C12/15                                                                                                          | C20/25                   | C25/30                  | C30/37                  | C25/30                           | C25/30                          | C30/37                          | C30/37                          |
| Expositions-<br>klasse<br>(Kombination der<br>aufgeführten Klassen)           | X0(CH)                                                                                                          | XC2(CH)                  | XC3(CH)                 | XC4(CH),<br>XF1(CH)     | XC4(CH),<br>XD1(CH),<br>XF2(CH)  | XC4(CH),<br>XD1(CH),<br>XF4(CH) | XC4(CH),<br>XD3(CH),<br>XF2(CH) | XC4(CH),<br>XD3(CH),<br>XF4(CH) |
| Nennwert des Grösstkorns                                                      | D <sub>max</sub> 32                                                                                             | D <sub>max</sub> 32      | D <sub>max</sub> 32     | D <sub>max</sub> 32     | D <sub>max</sub> 32              | D <sub>max</sub> 32             | D <sub>max</sub> 32             | D <sub>max</sub> 32             |
| Chloridgehaltsklasse <sup>5)</sup>                                            | Cl 0,10                                                                                                         | Cl 0,10                  | Cl 0,10                 | Cl 0,10                 | Cl 0,10                          | Cl 0,10                         | Cl 0,10                         | Cl 0,10                         |
| Konsistenzklasse <sup>6)</sup>                                                | C3                                                                                                              | C3                       | C3                      | C3                      | C3                               | C3                              | C3                              | C3                              |
| Zusätzliche Anforderung für bestimmte Expositions-klassen und Beton-sorten    |                                                                                                                 |                          |                         |                         |                                  |                                 |                                 |                                 |
| Frost-Tausalzwiderstand                                                       | nein                                                                                                            | nein                     | nein                    | nein                    | mittel                           | hoch                            | mittel                          | hoch                            |
| AAR-Widerstand                                                                | nein                                                                                                            | nein                     | nein                    | nein/hoch <sup>7)</sup> | hoch                             | hoch                            | hoch                            | hoch                            |
| Zusätzliche Anforderungen (objektspezifisch festzulegen)                      |                                                                                                                 |                          |                         |                         |                                  |                                 |                                 |                                 |
| Sulfatwiderstand                                                              | nein                                                                                                            | nein                     | nein                    |                         | Gemäss Ziffer NA.5.3.4.9         |                                 |                                 |                                 |
| Expositions-<br>klasse<br>(Kombination der<br>aufgeführten Klassen)           | X0(CH)                                                                                                          | XC2(CH)                  | XC3(CH)                 | XC4(CH),<br>XF1(CH)     | XC4(CH),<br>XD1(CH),<br>XF2(CH)  | XC4(CH),<br>XD1(CH),<br>XF4(CH) | XC4(CH),<br>XD3(CH),<br>XF2(CH) | XC4(CH),<br>XD3(CH),<br>XF4(CH) |
| Maximaler w/z-Wert<br>bzw. w/z <sub>eq</sub> -Wert                            | –                                                                                                               | 0,65                     | 0,60                    | 0,50                    | 0,50                             | 0,50                            | 0,45                            | 0,45                            |
| Mindestzementgehalt<br>z <sub>min</sub> in kg/m <sup>3</sup> <sup>1),2)</sup> | –                                                                                                               | 280                      | 280                     | 300                     | 300                              | 300                             | 320                             | 320                             |
| Dauerhaftigkeits-<br>prüfungen <sup>3)</sup>                                  | Keine                                                                                                           | Keine                    | WL <sup>4)</sup> , KW   | KW                      | KW, FT                           | KW, FT                          | CW, FT                          | CW, FT                          |
| Andere Anforderungen                                                          | SN EN 12620+A1:2008 enthält Anforderungen an die Gesteinskörnungen                                              |                          |                         |                         |                                  |                                 |                                 |                                 |
| Frei gegebene Zement-<br>arten (Tabelle NA.1)                                 | Bei der Kombination von Expositions-klassen gilt für<br>die Wahl des Zementes jeweils die strengste Anforderung |                          |                         |                         |                                  |                                 |                                 |                                 |



# Potenzial zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Kunstbauten – Grobe Einschätzung



| Cas d'étude de référence | GWP100 [t CO <sub>2</sub> -eq] par phase du cycle de vie |                       |     |             |     |               |     |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|
|                          | TOTAL                                                    | Construction initiale |     | Maintenance |     | Démantèlement |     |
| 12a Béton                | 650                                                      | 390                   | 60% | 160         | 25% | 100           | 15% |

| Cas d'étude de référence | GWP100 [t CO <sub>2</sub> -eq] par origine – construction initiale |                           |     |           |    |                         |     |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|-----------|----|-------------------------|-----|
|                          | TOTAL                                                              | Fabrication des matériaux |     | Transport |    | Travaux de construction |     |
| 12a Béton                | 390                                                                | 320                       | 82% | 20        | 5% | 50                      | 13% |

| Cas d'étude de référence | GWP100 [t CO <sub>2</sub> -eq] – matériaux principaux (fabrication uniquement) |       |     |                                |     |            |    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|--------------------------------|-----|------------|----|
|                          | TOTAL                                                                          | Béton |     | Acier (armatures + glissières) |     | Revêtement |    |
| 12a Béton                | 320                                                                            | 220   | 69% | 80                             | 25% | 20         | 6% |

| Béton C30/37 XF1 CEM I |                      | CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> |       |
|------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|
| Zutat                  | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg CO <sub>2</sub> eq]           |       |
| Zement                 | 350.00               | 259.03                            | 94.2% |
| Kies                   | 1'010.00             | 5.34                              | 1.9%  |
| Sand                   | 850.00               | 4.50                              | 1.6%  |
| Wasser                 | 170.00               | 0.01                              | 0%    |
| Plasticizer            | 1.78                 | 2.43                              | 0.9%  |
| Total                  | 2'381.78             | 274.96                            | 100%  |



# Die nächsten Schritte beim ASTRA

## ASTRA 8B003

Reduktion von CO2  
beim Einsatz von  
Beton bei  
ausgewählten  
Kunstbauten



## ASTRA 82027

Leistungsbasierte Ausschreibung  
Beton



Nachhaltigkeitskriterien bei der  
Beschaffung





# ASTRA 82027 – Ziel



- **Beton nach Eigenschaften** ausschreiben, herstellen und verwenden (leistungsbezogenes Entwurfsverfahren **gemäss ND zur SN EN 206**).
- **Bindemittelzusammensetzung optimieren** (Zement + Zusatzstoffe) hinsichtlich Frisch- und Festbetoneigenschaften sowie der Umweltwirkungen.
- **Unterschiedliches Verhalten der Zementarten und Zusatzstoffe gezielt nutzen** (insbesondere Karbonatisierung und Chlorideintrag).
- **Maximale Druckfestigkeit begrenzen**, wo technisch zweckmässig, um das Rissrisiko im jungen Betonalter zu reduzieren.
- **Nachhaltigkeit verbessern: Zement-/Klinkergehalt im Beton senken** → **graue Energie** und **CO2-Emissionen** reduzieren.



# ASTRA 82027 – Grundlagen

Festlegung der Anforderungen basiert auf den dort aufgeführten Dokumenten:

- **Nationaler Anhang ND zur SN EN 206:2013+A2:2021, seit 01.02.2025 gültig** – Rahmen für das **leistungsbezogene Entwurfsverfahren**.
- **Neue Prüfverfahren:**
  - **Bluten** – Filterpresse nach Bauer
  - **Entmischungsmass** – modifizierte EMPA-Methode
  - **Pumpbarkeit** – Sliper
- **EN 1992-1-1 (Eurocode 2, EC2) + Background-Dokument zu Kapitel 6 „Dauerhaftigkeit“ (EN 1992-1-1-BD).**
- **Pilotberichte und Publikationen (ASTRA 82024 Neues Entwurfsverfahren für Beton - Pilotanwendung bei der Bahnhofbrücke Tüscherz)** sind ergänzend zu berücksichtigen.

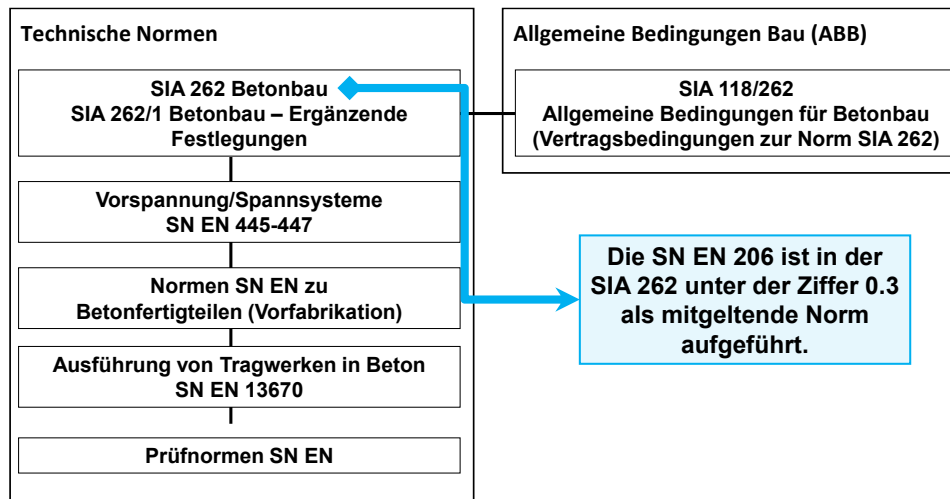
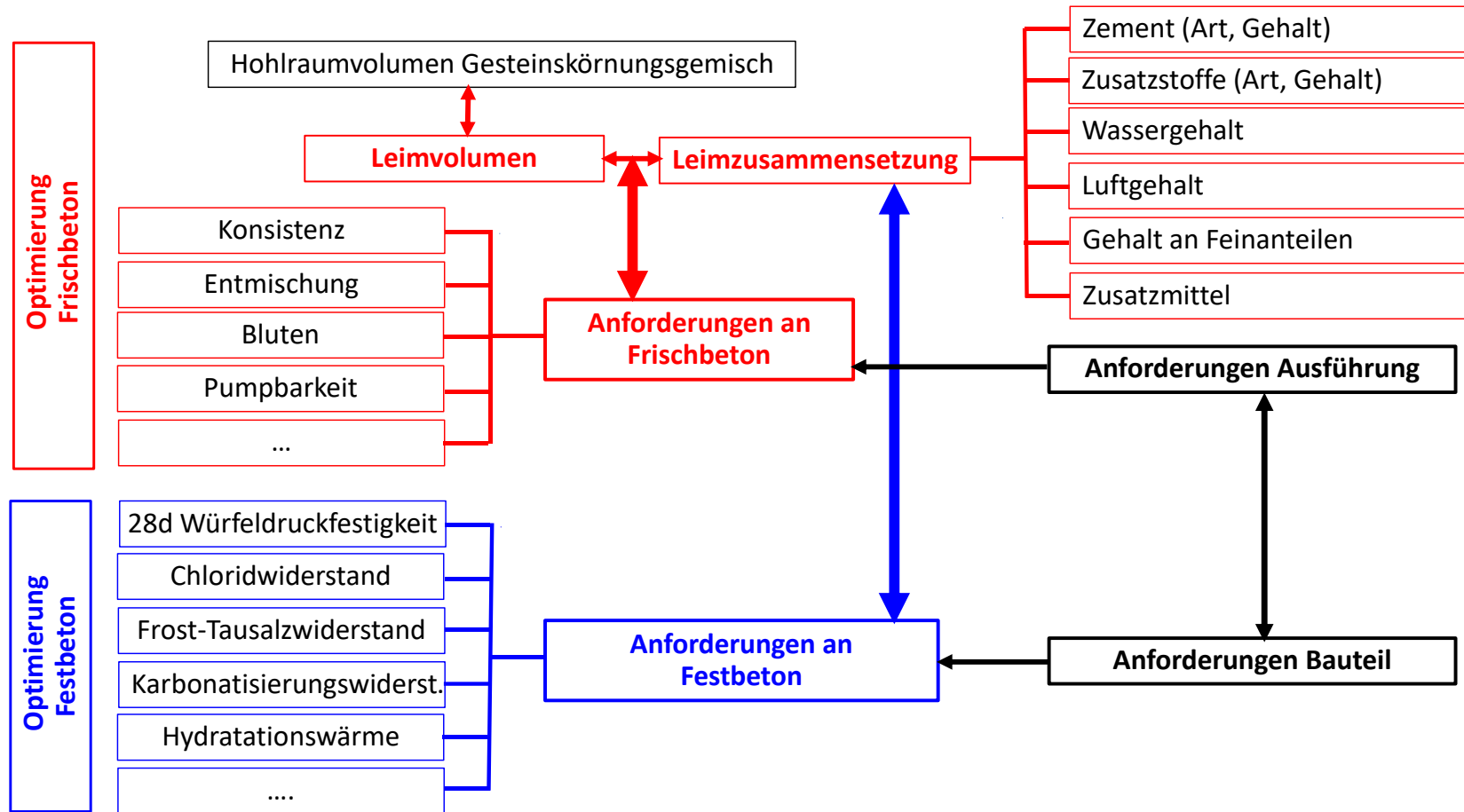


Abb. 1: Überblick über die grundlegenden Normen mit Anforderungen an den Beton gemäss SN EN 13670 (Nationales Vorwort, Ziffer 4). Unter der SN EN 206 wird die aktuell geltende Norm verstanden.



# ASTRA 82027 – Beton Mix Design



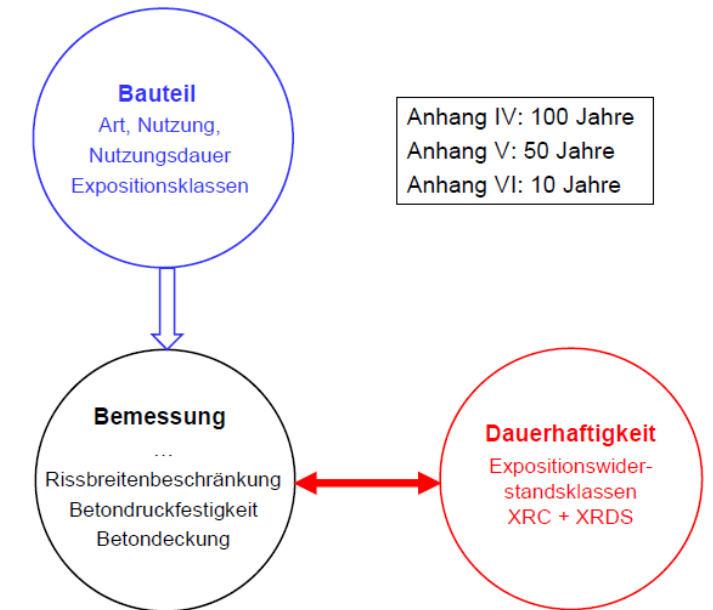
*Schema für ein neues Entwurfsverfahren für Betone auf der Grundlage der in Anhang ND-fh enthaltenen Bestimmungen*



# ASTRA 82027 – Vorgehen zur Festlegung der Anforderungen

Ablauf (Grafik): Bauteil → Bemessung → Dauerhaftigkeit

- **Bauteil festlegen:** Nutzungsart und Nutzungsdauer → Expositionsklassen
- **Bemessung abstimmen:** Betondruckfestigkeit, Bewehrungsüberdeckung, Dauerhaftigkeit konsistent festlegen; iterativ bei Bedarf.
- **Chloridbelastet:** Intensität XD1–XD3 wählen → aus Überdeckung XRDS, danach XRC ableiten.
- **Grundsatz Festigkeit:** möglichst tief ansetzen; hohe Dauerhaftigkeit/geringe Überdeckung können höhere Klassen erfordern; lokale Gegebenheiten berücksichtigen.
- **Höchstwert prüfen:** ggf.  $f_{c,max}$  und Toleranzen je Festigkeitsklasse festlegen
- **Zusätze/Spezialfälle:** gegebenenfalls weitere mechanische Eigenschaften (z. B. E-Modul); nichtrostender/nichtmetallischer Bewehrung





# ASTRA 82027 – Leistungen

## Frischbeton

- **Konsistenz** (Kran-/Pumpbeton; Ausbreit-/Setzfließmass)
- **Setzfließmassklassen**; Viskosität (*bei Bedarf*)
- **Stabilität**: Blockierneigung & Sedimentationsstabilität (SVB)
- **Pumpbarkeit** (Pumpbeton, Sliper)
- **Robustheit** (weiche / langsam erhärtende / empfindliche Betone)

## Festbeton

- **Mechanik**: Festigkeitsklasse (SIA 262), Festigkeitsentwicklung,  $f_{c,max}$  (*28 d oder später*)
- **Dichtigkeit**: Wasserdichtigkeit (WD) / Wasserleitfähigkeit (WL) (*gleichwertige Nachweise*)
- **Widerstände**: Auslaugen/angreifendes Wasser, Karbonatisierung, Chlorideintrag, AAR, Sulfat
- **Brandwiderstand** (**BW1/BW2**; mittel-/grossformatige Prüfkörper bzw. Bauteile)

## Ableitung der Anforderungen

- aus **Exposition/Dauerhaftigkeit** (inkl. **Brandfall**)
- aus **Betondeckung** (*inkl. Rissbegrenzung*)
- aus **geplanter Nutzungsdauer**



# ASTRA 82027 – Überwachungs- und Nachbehandlungsklasse

Tab. 3.1 Anforderungen an die Überwachungs- und Nachbehandlungsklasse in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer und der Risiko- bzw. Robustheitsklasse.

| Beschreibung                            | Nutzungsdauer | Risiko- bzw. Robustheitsklasse | Überwachungs-klasse | Nachbehandlungs-klasse |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Temporäre Bauwerke, Bauteile            | ≤10 Jahre     | 1                              | 1                   | 1, 2                   |
| Bauteile mit beschränkter Nutzungsdauer | ≤50 Jahre     | 1                              | 2                   | 3                      |
| Bauteile mit üblicher Nutzungsdauer     | ≤100 Jahre    | 2                              | 2                   | 3, 4                   |
| Bauteile mit sehr langer Nutzungsdauer  | >100 Jahre    | 3                              | 3                   | 4 <sup>1)</sup>        |

<sup>1)</sup>Zusätzliche Schutzmassnahmen sind zu prüfen. Eine Möglichkeit besteht in der Hydrophobierung der exponierten Flächen und der regelmässigen Prüfung deren Wirksamkeit und ggf. der Nachhydrophobierung.



# ASTRA 82027 – Dauerhaftigkeit

Tab. 4.1 Übersicht über die betrachteten Bauteile mit einer Vorgabe an die maximale Druckfestigkeit und der im Regelfall möglichen Chloridbelastung. Die Chloridbelastung ist nur bei den bewehrten Bauteilen relevant. Bei den unbewehrten Bauteilen sind ggf. die AAR und der Angriff durch Kohlensäure und Sulfat zu beachten.

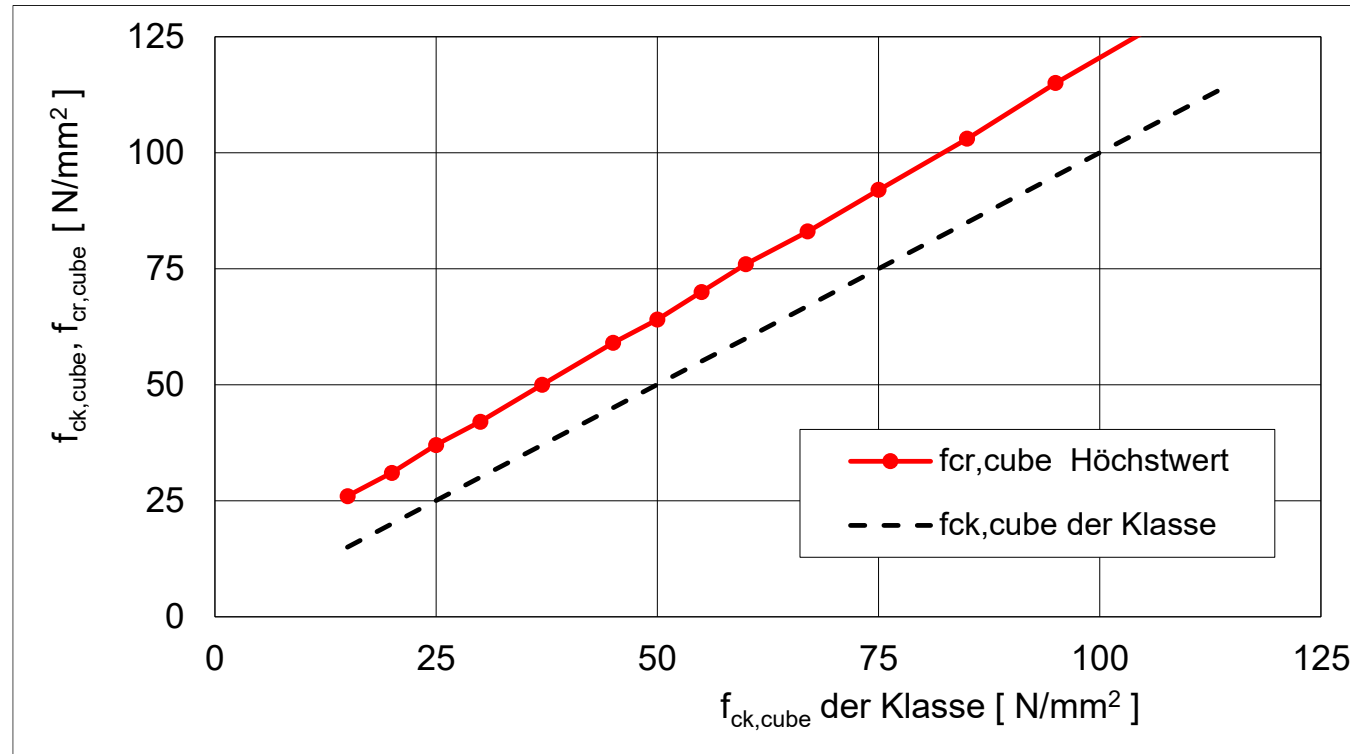
| Bauteil                      | Zusätzliche Beschreibung der Exposition | fc,max (28d) | Chloridbelastung              |       |        |
|------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------|--------|
|                              |                                         |              | ohne                          | wenig | erhöht |
|                              |                                         |              | Massgebende Expositionsklasse |       |        |
|                              |                                         |              | XC2,4                         | XD1   | XD3    |
| Fundamente                   | Ausserhalb der Sprühnebelzone           | X            | X                             |       |        |
|                              | (Sprühnebelzone)                        | X            |                               | X     |        |
|                              | (Spritz- und Kontaktwasserzone)         | X            |                               |       | X      |
| Schlitzwände                 | Wasser, Erdreich                        | X            | X                             |       |        |
| Pfähle                       | Wasser, Erdreich                        | X            | X                             |       |        |
| Pfähle, teilweise freigelegt | Sprühnebelzone                          | X            |                               | X     |        |
|                              | Spritz- und Kontaktwasserzone           | X            |                               |       | X      |
| Brückenplatten               |                                         | X            |                               | X     |        |
| Konsolköpfe                  | Spritz- und Kontaktwasserzone           | (X)          |                               |       | X      |
| Leitmauern                   | Spritz- und Kontaktwasserzone           | X            |                               |       | X      |
| Leitmauern                   | Spritz- und Kontaktwasserzone           | X            |                               |       | X      |
| SABAs                        | Kontaktwasserzone                       | X            |                               |       | X      |
| Widerlager von Brücken       | Ausserhalb der Sprühnebelzone           | X            | X                             |       |        |
|                              | Sprühnebelzone                          | X            |                               | X     |        |
|                              | Spritz- und Kontaktwasserzone           | X            |                               |       | X      |
| Stützen (Galerien, Brücken)  | Ausserhalb der Sprühnebelzone           | (X)          | X                             |       |        |
|                              | Sprühnebelzone                          | (X)          |                               | X     |        |
|                              | Spritz- und Kontaktwasserzone           | (X)          |                               |       | X      |

Tab. 4.1 Fortsetzung.

| Bauteil                                                      | Zusätzliche Beschreibung der Exposition                             | fc,max (28d) | Chloridbelastung              |       |        |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------|--------|
|                                                              |                                                                     |              | ohne                          | wenig | erhöht |
|                                                              |                                                                     |              | Massgebende Expositionsklasse |       |        |
|                                                              |                                                                     |              | XC2,4                         | XD1   | XD3    |
| Galerierückwände, Wände und Verkleidungselemente von Tunnels | Sprühnebelzone                                                      | X            |                               | X     |        |
|                                                              | Spritz- und Kontaktwasserzone                                       | X            |                               |       | X      |
| Galeriedecken, Tunneldecken                                  | Sprühnebelzone                                                      | X            |                               | X     |        |
|                                                              | (Spritz- und Kontaktwasserzone)                                     | X            |                               |       | X      |
| Zwischendecken von Tunnels                                   | Portalzonen (1 – 2.5 km): Sprühnebel- und Spritzwasserzone          | X            |                               |       | X      |
| Zwischendecken von Tunnels                                   | Mittelzone von Tunnel (Tunnellänge über 2 bis 5 km): Sprühnebelzone | X            |                               | X     |        |
| Innenring-Tübbinge (bewehrt) (Vorfabrikation)                | Bergwasser (evtl. mit CO <sub>2</sub> oder Sulfat)                  | (X)          | X                             |       |        |
| Sohlgewölbe (unbewehrt, abgedichtet oder nicht abgedichtet)  | Bergwasser (evtl. mit CO <sub>2</sub> oder Sulfat)                  | (X)          |                               |       |        |
| Sohlgewölbe (bewehrt, abgedichtet)                           | Bergwasser (evtl. mit CO <sub>2</sub> oder Sulfat)                  | (X)          | X                             |       |        |
| Tunnelinnenschale (Ortbeton) (unbewehrt)                     | Sprühnebelzone                                                      | (X)          |                               |       |        |
|                                                              | Spritz- und Kontaktwasserzone                                       | (X)          |                               |       |        |
| Tunnelinnenschale (Ortbeton) (bewehrt, unbeschichtet)        | Sprühnebelzone                                                      | (X)          |                               | X     |        |
|                                                              | (Spritz- und Kontaktwasserzone)                                     | (X)          |                               |       | X      |
| Tunnelinnenschale (Ortbeton) (bewehrt, beschichtet)          | Sprühnebelzone                                                      | (X)          |                               | X     |        |
|                                                              | Spritz- und Kontaktwasserzone                                       | (X)          |                               | X     | (X)    |
| Werkleitungskanal-Elemente                                   | Bergwasser (evtl. mit CO <sub>2</sub> oder Sulfat)                  |              |                               |       | X      |
| Stützmauern, Vorbeton bei Instandsetzungen                   | Ausserhalb der Sprühnebelzone                                       | X            | X                             |       |        |
|                                                              | Sprühnebelzone                                                      | X            |                               | X     |        |
|                                                              | Spritz- und Kontaktwasserzone                                       | X            |                               |       | X      |



# ASTRA 82027 – Würfeldruckfestigkeit



Graphische Darstellung der Höchstwerte in Abhängigkeit der Würfeldruckfestigkeit der Festigkeitsklasse.



# ASTRA 82027 – Frisch- und Festbetonprüfungen

Eigenschaft → Prüfung

## Frischbeton

- **Konsistenz** → Ausbreitmass, Setzfließmass
- **Blutneigung** → Filterpresse nach Bauer
- **Entmischungsmass** → Modifizierte EMPA-Methode
- **Pumpbarkeit** → Sliper

## Festbeton

- **Korrosionsschutz des niedriglegierten Betonstahls** (aKorr) → w/CaOr
- **Wasserdichtigkeit/Wasserleitfähigkeit** (WD, WL)
- **Auslaugwiderstand** (AW) → Karbonatisierungswiderstand (Ersatzgrösse)
- **Karbonatisierungswiderstand** (KW)
- **Chloridwiderstand** (CW)
- **Frostwiderstand** (FW) → Frostwechselverhalten
- **Frost-Tausalzwiderstand** (FTW)
- **AAR-Widerstand** (AAR) → AAR Performance
- **Sulfatwiderstand** (SW)
- **Versinterungspotenzial** (VP) → Evtl. rechnerischer Nachweis
- **Brandwiderstand** (BW1, BW2) → Mittelformatige Prüfkörper, Grossformatige Prüfkörper oder Bauteile



# ASTRA 82027 – Anforderungen

ASTRA 82027d Dokumentation Anhang IV-VI\_1\_03.09.2025\_fh.xlsx

Anhang IV\_100 Jahre\_03.09.2025

82027 Dokumentation "Leistungsbasierte Ausschreibung von Beton"

Anhang IV

Grau hinterlegt: Regelanforderungen

Weiss: Andere als Regelanforderungen

Hinweis: Bei Bauteilen mit Spanngliedern kann die Vorgabe an deren Bewehrungsüberdeckung massgebend werden.

Grundanforderungen  
Nutzungsdauer  $\leq 100$  Jahre  
Maximal Korn  $d_{max}$  32 mm  
Chloridgehaltsklasse Cl 0,10  
Konsistenz für übliche Einbringverfahren

XC0 ohne Bewehrung  
XC1 trocken  
XC2 nass  
XC4 (inkl. XC3) Karbonatisierung ohne und mit Berücksichtigung der Bewehrungskorrosion  
XD1 bis XD3 wie bisher, unverändert  
XA1 bis XA3 wie bisher, unverändert

WDWL Wasserdichtigkeit, -leitfähigkeit  
AW Auslaugwiderstand  
aKorr ausreichender Korrosionsschutz (rechnerisch)  
KW Karbonatisierungswiderstand  
CW Chloridwiderstand  
ERC Expositionswiderstandsklasse  
FW Frostwiderstand  
FTW Frosttausalwiderstand  
AAR AAR-Widerstand  
SW Sulfatwiderstand  
BW Brandwiderstand

| Pos. | A                                                | B                   | C           | D                                  | E               | F                                             | G                                             | H                            | I          | J                                                | K      | L     | M      | N      | O      | P'     | Q     | R                 |
|------|--------------------------------------------------|---------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|------------|--------------------------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------------|
|      | Bauteil                                          | Expositions-klassen | Beton-sorte | Anforderungen an Festigkeit, N/mm² |                 | Bewehrungs-überdeckung, c <sub>min</sub> , mm | Bewehrungs-überdeckung, c <sub>min</sub> , mm | Anforderungen an Frischbeton |            | Anforderungen an Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit |        |       |        |        |        |        |       | Brand-wider-stand |
|      |                                                  |                     |             | C                                  | f <sub>cm</sub> |                                               |                                               | Konsistenz                   | Robustheit | WD/WL                                            | AW(KW) | aKorr | KW-ERC | CW-ERC | FW     | FTW    | AAR   |                   |
| 1    | Bauteile ohne metallische Bewehrung              | XC0, XF1            | D-ND-2      | C15/20                             | 20              |                                               |                                               | F5                           | ja         |                                                  |        |       |        |        | mittel |        | evtl. |                   |
| 2    | Bauteile ohne metallische Bewehrung              | XC0                 | D-ND-0      | C15/20                             |                 |                                               |                                               | F5                           | ja         |                                                  |        |       |        |        |        |        | evtl. |                   |
| 3    | Fundamente ohne Chloridbelastung                 | XC2, XF1            | A-ND-F2     | C20/25                             | 37              | 15                                            | 25                                            | F4                           | ja         |                                                  | ja     |       | XRC3   |        | mittel |        | ja    |                   |
| 4    | Fundamente ohne Chloridbelastung                 | XC2, XF1            | A-ND-F0     | C20/25                             | 37              | 25                                            | 35                                            | F4                           | ja         |                                                  | ja     |       | XRC6   |        | mittel |        | ja    |                   |
| 5    | Fundamente ohne Chloridbelastung                 | XC2, XF1            | A-ND-F1     | C20/25                             | 37              | 35                                            | 45                                            | F4                           | ja         |                                                  | ja     | ja    | XRC10  |        | mittel |        | ja    |                   |
| 6    | Fundamente mit wenig Chloridbelastung            | XC2, XD1, XD2a, XF2 | D-ND-F2     | C20/25                             | 37              | 30                                            | 40                                            | F4                           |            |                                                  |        |       | XRC9   | XRDS5  | hoch   |        | ja    |                   |
| 7    | Fundamente mit wenig Chloridbelastung            | XC2, XD1, XD2a, XF2 | D-ND-F0     | C25/30                             | 37              | 35                                            | 45                                            | F4                           |            |                                                  |        |       | XRC10  | XRDS9  | hoch   |        | ja    |                   |
| 8    | Fundamente mit wenig Chloridbelastung            | XC2, XD1, XD2a, XF2 | D-ND-F1     | C20/25                             | 37              | 40                                            | 50                                            | F4                           | ja         |                                                  | ja     | ja    |        | XRDS18 | hoch   |        | ja    |                   |
| 9    | Fundamente mit erhöhter Chloridbelastung         | XC2, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-F2     | C25/30                             | 42              | 45                                            | 55                                            | F4                           |            |                                                  |        | ja    |        | XRDS6  |        | hoch   | ja    |                   |
| 10   | Fundamente mit erhöhter Chloridbelastung         | XC2, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-F0     | C25/30                             | 42              | 50                                            | 60                                            | F4                           |            |                                                  |        | ja    |        | XRDS9  |        | hoch   | ja    |                   |
| 11   | Fundamente mit erhöhter Chloridbelastung         | XC2, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-F1     | C25/30                             | 42              | 55                                            | 65                                            | F4                           |            |                                                  |        | ja    |        | XRDS9  |        | hoch   | ja    |                   |
| 12   | SABA                                             | XC4, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-S2     | C25/30                             | 42              | 45                                            | 55                                            | F4                           |            |                                                  | evtl.  |       |        | XRC7   | XRDS6  |        | hoch  | ja                |
| 13   | SABA                                             | XC4, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-S0     | C25/30                             | 42              | 50                                            | 60                                            | F4                           |            |                                                  | evtl.  |       |        | XRC8   | XRDS9  |        | hoch  | ja                |
| 14   | SABA                                             | XC4, XD2b, XD3, XF4 | G-ND-S1     | C25/30                             | 42              | 55                                            | 65                                            | F4                           |            |                                                  | evtl.  |       |        | XRC9   | XRDS9  |        | hoch  | ja                |
| 15   | Luftberührte Bauteile ohne Chloridbelastung      | XC4, XF1            | C-ND-L2     | C25/30                             | 42              | 35                                            | 45                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC5   |        | mittel |       | ja                |
| 16   | Luftberührte Bauteile ohne Chloridbelastung      | XC4, XF1            | C-ND-L0     | C25/30                             | 42              | 40                                            | 50                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC6   |        | mittel |       | ja                |
| 17   | Luftberührte Bauteile ohne Chloridbelastung      | XC4, XF1            | C-ND-L1     | C25/30                             | 42              | 50                                            | 60                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC8   |        | mittel |       | ja                |
| 18   | Luftberührte Bauteile mit wenig Chloridbelastung | XC4, XD1, XF2       | D-ND-L2     | C25/30                             | 42              | 30                                            | 40                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC4   | XRDS5  | hoch   |       | ja                |
| 19   | Luftberührte Bauteile mit wenig Chloridbelastung | XC4, XD1, XF2       | D-ND-L0     | C25/30                             | 42              | 35                                            | 45                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC5   | XRDS10 | hoch   |       | ja                |
| 20   | Luftberührte Bauteile mit wenig Chloridbelastung | XC4, XD1, XF2       | D-ND-L1     | C25/30                             | 42              | 40                                            | 50                                            | F4                           |            |                                                  |        |       |        | XRC6   | XRDS18 | hoch   |       | ja                |

Bauteil

Expositions-klassen

Beton-sorte

gkeit und Dauerhaftigkeit

Brand-wider-stand

ERC

FW

FTW

AAR

SW

BW



# ASTRA 82027 – Umwelteinwirkungen

Programm für Umwelt-Produktdeklarationen (EPD)  
des Schweizerischen Überwachungsverbands für Gesteinsbaustoffe  
[www.sugb.ch](http://www.sugb.ch)



UMWELT-PRODUKTDEKLARATION  
nach ISO 14025 und EN 15804



HERAUSGEBER  
PROGRAMMBETREIBER  
DEKLARATIONSEINHABER

SUGB, Schwanengasse 12, CH-3011 Bern  
SUGB, Schwanengasse 12, CH-3011 Bern  
Fachverband der Schweizerischen Kies- und  
Betonindustrie (FSKB)

DEKLARATIONSNUMMER  
AUSSTELLUNGSDATUM  
GÜLTIG BIS

FSKB-Sorte G 2023-1-ECOINVENT  
22.05.2023  
21.05.2028

Durchschnitts-EPD für Beton Sorte G  
nach SN EN 206:2013+A2:2021



## Durchschnitts-EPD Beton mit Zement EPD 2021 (Module A1 bis A3)

Die folgende Tabelle gibt die Ergebnissdaten der Durchschnitts-EPD nach SN EN 15804+A2 wieder, die der FSKB, auf Basis von Durchschnittswerten für die effektive angewendeten Betonrezepturen, für die Schweiz erhoben hat. Es werden die Zement/EPD 2021 von CEMSUISSE berücksichtigt. Die Daten stammen aus den unter der Deklarationsnr. bezeichneten EPD. Diese Dokumente sind massgeblich für die Ergebnisse. Die Ökobilanzen sind durch die unabhängige Verifizierungsstelle SUGB, die durch die europ. ECO-Plattform anerkannt ist, verifiziert.

|                            |                                           | Sorte A  | Sorte B  | Sorte C  | Sorte D  | Sorte E  | Sorte F  | Sorte G  | Sorte P1  | Sorte P2  |
|----------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Deklarationsnr.-EPD        |                                           | A-2023-1 | A-2023-1 | C-2023-1 | D-2023-1 | E-2023-1 | F-2023-1 | G-2023-1 | P1-2023-1 | P2-2023-1 |
| Summe Zement               | [kg/m <sup>3</sup> ]                      | 298      | 298      | 324      | 312      | 308      | 334      | 336      | 346       | 390       |
| GWP-gesamt                 | [kg CO <sub>2</sub> -eq.]                 | 171      | 175      | 188      | 188      | 192      | 205      | 196      | 202       | 220       |
| GWP-fossil                 | [kg CO <sub>2</sub> -eq.]                 | 170      | 175      | 188      | 188      | 192      | 205      | 196      | 203       | 220       |
| GWP-biogen                 | [kg CO <sub>2</sub> -eq.]                 | 0.28     | 0.19     | 0.22     | 0.10     | -0.14    | 0.13     | 0.16     | -0.28     | 0.48      |
| GWP-lulac                  | [kg CO <sub>2</sub> -eq.]                 | 0.03     | 0.03     | 0.03     | 0.07     | 0.08     | 0.07     | 0.07     | 0.04      | 0.03      |
| ODP                        | [kg CFC11-eq.]                            | 2.49E-06 | 2.99E-06 | 2.68E-06 | 2.59E-06 | 3.24E-06 | 2.81E-06 | 2.83E-06 | 3.31E-06  | 2.72E-06  |
| AP                         | [kg SO <sub>2</sub> -eq.]                 | 3.63E-01 | 3.66E-01 | 3.88E-01 | 3.82E-01 | 4.05E-01 | 4.18E-01 | 4.06E-01 | 4.33E-01  | 4.45E-01  |
| EP-Silberwasser            | [kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -equiv] | 5.23E-03 | 4.78E-03 | 4.96E-03 | 4.77E-03 | 5.34E-03 | 5.28E-03 | 5.09E-03 | 5.63E-03  | 5.47E-03  |
| EP-Silberwasser            | [kg N-equiv]                              | 1.08E-01 | 1.11E-01 | 1.19E-01 | 1.17E-01 | 1.25E-01 | 1.27E-01 | 1.25E-01 | 1.31E-01  | 1.34E-01  |
| EP-Land                    | [mol N-equiv]                             | 1.29     | 1.32     | 1.40     | 1.39     | 1.47     | 1.53     | 1.47     | 1.54      | 1.63      |
| POCP                       | [kg etheneq.]                             | 3.42E-01 | 3.50E-01 | 3.69E-01 | 3.67E-01 | 3.87E-01 | 4.02E-01 | 3.89E-01 | 4.05E-01  | 4.29E-01  |
| ADP-Mineralien und Metalle | [kg Sb-equiv]                             | 2.50E-04 | 1.24E-04 | 1.31E-04 | 1.22E-04 | 1.21E-04 | 1.11E-04 | 1.03E-04 | 1.41E-04  | 3.77E-05  |
| ADP-fossile Energieträger  | [MJ H <sub>2</sub> ]                      | 729.85   | 769.15   | 812.99   | 793.47   | 922.27   | 837.43   | 849.67   | 972.94    | 822.11    |
| WDP                        | [m <sup>3</sup> Welt-Äquivalent entzogen] | 3401.17  | 3455.57  | 10261.31 | 10005.77 | 9848.50  | 11715.30 | 10679.25 | 10844.39  | 12437.20  |
| PERE                       | [MJ]                                      | 113.33   | 118.44   | 113.97   | 110.39   | 167.79   | 129.72   | 131.38   | 173.31    | 120.32    |
| PERM                       | [MJ]                                      | 0.34     | 0.53     | 0.64     | 0.66     | 1.07     | 0.66     | 0.78     | 1.12      | 0.21      |
| PERT                       | [MJ]                                      | 114.27   | 118.37   | 120.61   | 111.65   | 168.85   | 130.38   | 132.76   | 174.43    | 121.14    |
| PENRE                      | [MJ]                                      | 848.36   | 885.79   | 935.29   | 919.25   | 1038.04  | 980.84   | 977.24   | 1099.06   | 986.32    |
| PENRM                      | [MJ]                                      | 9.26     | 13.69    | 18.76    | 14.30    | 21.50    | 14.30    | 20.08    | 20.69     | 8.54      |
| PENRT                      | [MJ]                                      | 858.21   | 899.48   | 954.05   | 933.55   | 1059.54  | 995.14   | 997.32   | 1119.74   | 994.86    |
| SM                         | [kg]                                      | 251      | 172      | 185      | 18       | 13       | 19       | 17       | 472       | 192       |
| RSF                        | [MJ]                                      | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00      |
| NRSF                       | [MJ]                                      | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00      |
| FW                         | [m <sup>3</sup> ]                         | 1.80     | 1.74     | 1.60     | 1.61     | 2.23     | 1.78     | 1.77     | 2.09      | 1.54      |

GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe; PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz

Bern, Mai 2023-VW



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Strassen ASTRA**  
Abteilung Strassennetze

# **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**