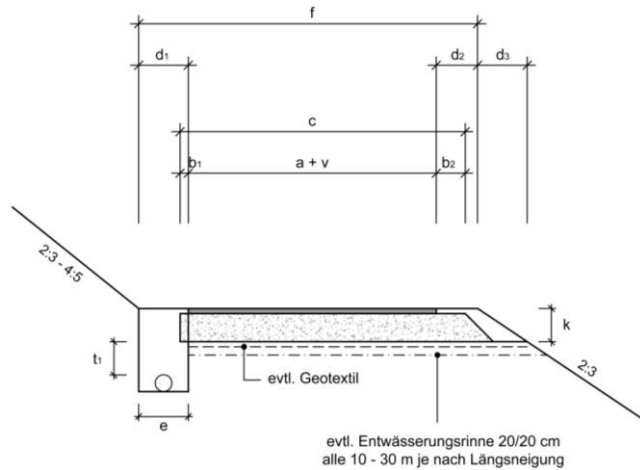




Normenblätter

Flexibler Oberbau

Fig. 1: Schema für Massangaben



- a Fahrbahnbreite (=Belagsbreite)
- b₁ Tragschichtverbreiterung Abtragsbankett
- b₂ Tragschichtverbreiterung Auftragsbankett
- c Tragschichtbreite
- d₁ Breite Abtragsbankett
- d₂ Breite Auftragsbankett
- d₃ Planumsverlängerung
- e Breite Sickergraben (nach Bauarbeitenverordnung [BauAV] min. 0.40 m + Aussenmass der Leitung, ab Grabentiefe > 1 m min. 0.60 m)
- v Kurvenverbreiterung
- f Kronenbreite (im Ackerbaugebiet: a + 1.0 m)
- k Stärke ungebundenes Gemisch + Belags- bzw. Verschleiss-schicht
- t₁ Lage des Rohrschreitels unterhalb des Planums

Tab. 1: Masstabelle (alle Angaben in m)

Ohne Entwässerung (ohne Rigole)

| Strasstyp | a | b ₁ | b ₂ | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | f |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | 0.35 | 0.50 | 3.85 – 4.45 | 0.50 | 0.60 | 3k/2 | 4.10 – 4.70 |
| Güterstrasse | 3.00 | 0.35 | 0.35 | 3.70 | 0.35 | 0.50 | 3k/2 | 3.85 |
| Bewirtschaftungsweg | 3.00 | 0.10 | 0.10 | 3.20 | 0.35 | 0.50 | 3k/2 | 3.85 |
| Zufahrt / Rampe | 2.50 – 3.00 | 0 | 0 | 2.50 – 3.00 | 0 | 0.50 | 3k/2 | 3.00 – 3.50 |

Ohne Entwässerung (mit Rigole r)

| Strasstyp | a | b ₁ | b ₂ | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | f | r |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | 0.70 | 0.50 | 4.20 – 4.80 | 0.80 | 0.60 | 3k/2 | 4.40 – 5.00 | 0.50 |
| Güterstrasse | 3.00 | 0.50 | 0.35 | 3.85 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 4.10 | 0.30 |
| Bewirtschaftungsweg | 3.00 | 0.50 | 0.10 | 3.60 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 4.10 | 0.30 |
| Zufahrt / Rampe | 2.50 – 3.00 | 0.50 | 0 | 3.00 – 3.50 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 3.60 – 4.10 | 0.30 |

Mit Entwässerung (ohne Rigole)

| Strasstyp | a | b ₁ | b ₂ | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | f | t ₁ |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | 0.60 | 0.50 | 4.10 – 4.70 | 0.60 | 0.60 | 3k/2 | 4.20 – 4.80 | ≥ 0.20 |
| Güterstrasse | 3.00 | 0.60 | 0.35 | 3.95 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 4.10 | ≥ 0.20 |
| Bewirtschaftungsweg | 3.00 | 0.60 | 0.10 | 3.70 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 4.10 | ≥ 0.20 |
| Zufahrt / Rampe | 2.50 – 3.00 | 0.60 | 0 | 3.10 – 3.60 | 0.60 | 0.50 | 3k/2 | 3.60 – 4.10 | ≥ 0.20 |

Mit Entwässerung (mit Rigole r)

| Strasstyp | a | b ₁ | b ₂ | c | d ₁ | d ₂ | d ₃ | f | r | t ₁ |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------|----------------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | 0.70 | 0.50 | 4.20 – 4.80 | 0.80 | 0.60 | 3k/2 | 4.40 – 5.00 | 0.50 | ≥ 0.20 |
| Güterstrasse | 3.00 | 0.60 | 0.35 | 3.95 | 0.70 | 0.50 | 3k/2 | 4.20 | 0.30 | ≥ 0.20 |
| Bewirtschaftungsweg | 3.00 | 0.60 | 0.10 | 3.70 | 0.70 | 0.50 | 3k/2 | 4.20 | 0.30 | ≥ 0.20 |
| Zufahrt / Rampe | 2.50 – 3.00 | 0.60 | 0 | 3.10 – 3.60 | 0.70 | 0.50 | 3k/2 | 3.70 – 4.20 | 0.30 | ≥ 0.20 |



Flexibler Oberbau

Tab. 2: Kurvenverbreiterungen (alle Angaben in m)

$$v = 14 / R * p$$

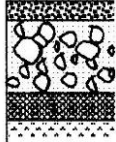
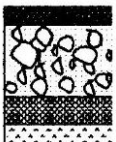
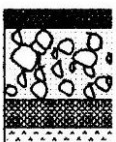
| Radius | maximale Verbreiterung | Faktor p für die Berücksichtigung der Richtungsänderung (Zentriwinkel [gon]) | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 200 |
| R = 8 | 1.75 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| R = 10 | 1.40 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 1.00 | 1.00 |
| R = 15 | 0.93 | 0.30 | 0.55 | 0.75 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 20 | 0.70 | 0.45 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 25 | 0.56 | 0.60 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 30 | 0.46 | 0.70 | 0.85 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 35 | 0.40 | 0.75 | 0.90 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 40 | 0.36 | 0.80 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 45 | 0.32 | 0.85 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 50 | 0.28 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R > 50 | 0.00 | | | | | | | | | | |

Die Verbreiterung wird grundsätzlich je zur Hälfte innen und aussen gegen das Bankett hin angebracht.



Flexibler Oberbau

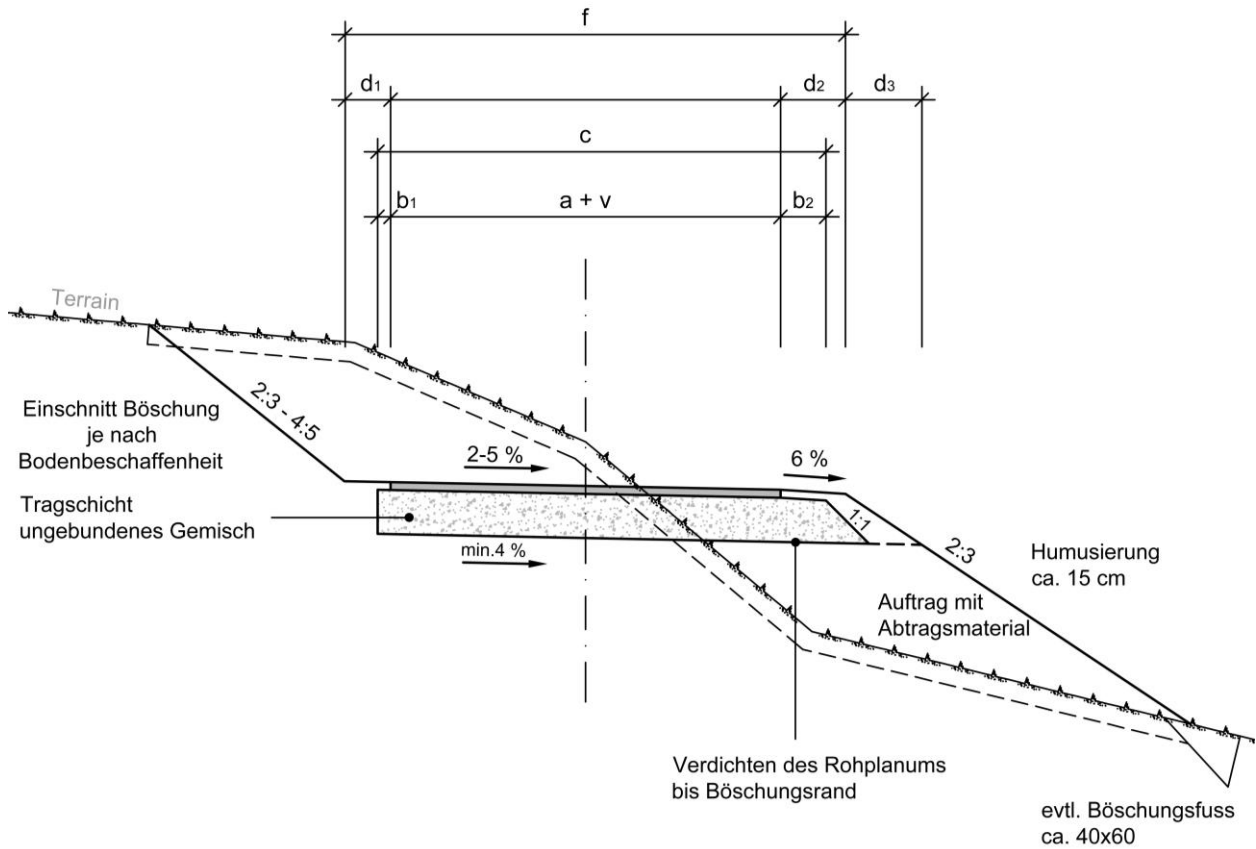
Fig. 1a: Oberbautyp

| Oberbautyp | Aufbau | Schichtstärken |
|---|--|--|
| Tragschicht mit Kiesdeckschicht |  | <ul style="list-style-type: none">- Verschleisschicht 7 cm- Ungebundenes Gemisch 30 – 60 cm- evtl. Verbesserung des Untergrunds 20 cm- Untergrund |
| Tragschicht mit Schwarzbelag |  | <ul style="list-style-type: none">- AC TD 16L 7 cm- Ungebundenes Gemisch 40 – 60 cm- evtl. Verbesserung des Untergrunds 20 cm- Untergrund |
| Stabilisierung, ungebundenes Gemisch mit Schwarzbelag |  | <ul style="list-style-type: none">- AC TD 16L 7 cm- Ungebundenes Gemisch 20 cm- Tragschicht aus stabilisiertem Material (bis 40 cm)- Untergrund |



Flexibler Oberbau

Fig. 2: Einschnitt und Auffüllung (ohne Entwässerung)



Flexibler Oberbau

Fig. 3: Einschnitt und Auffüllung (mit Entwässerung)

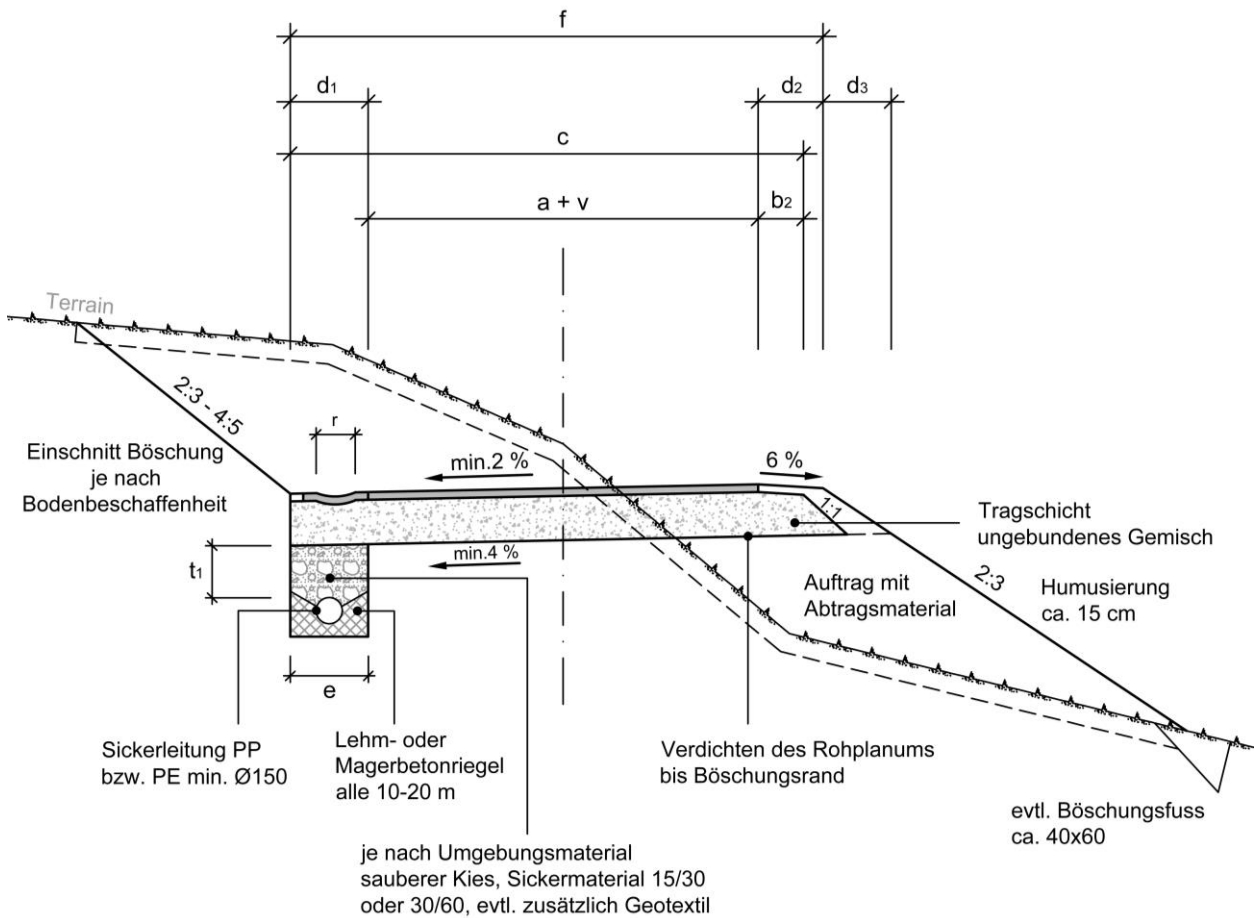
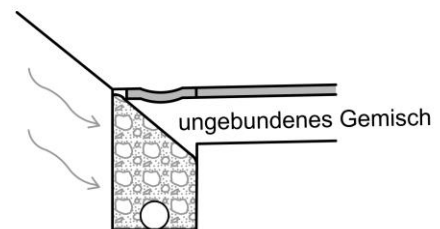
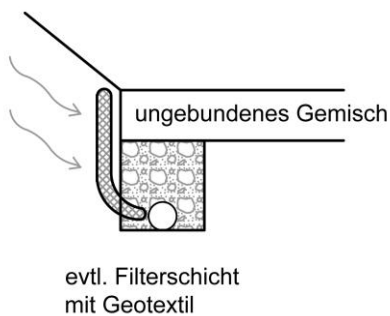


Fig. 3a

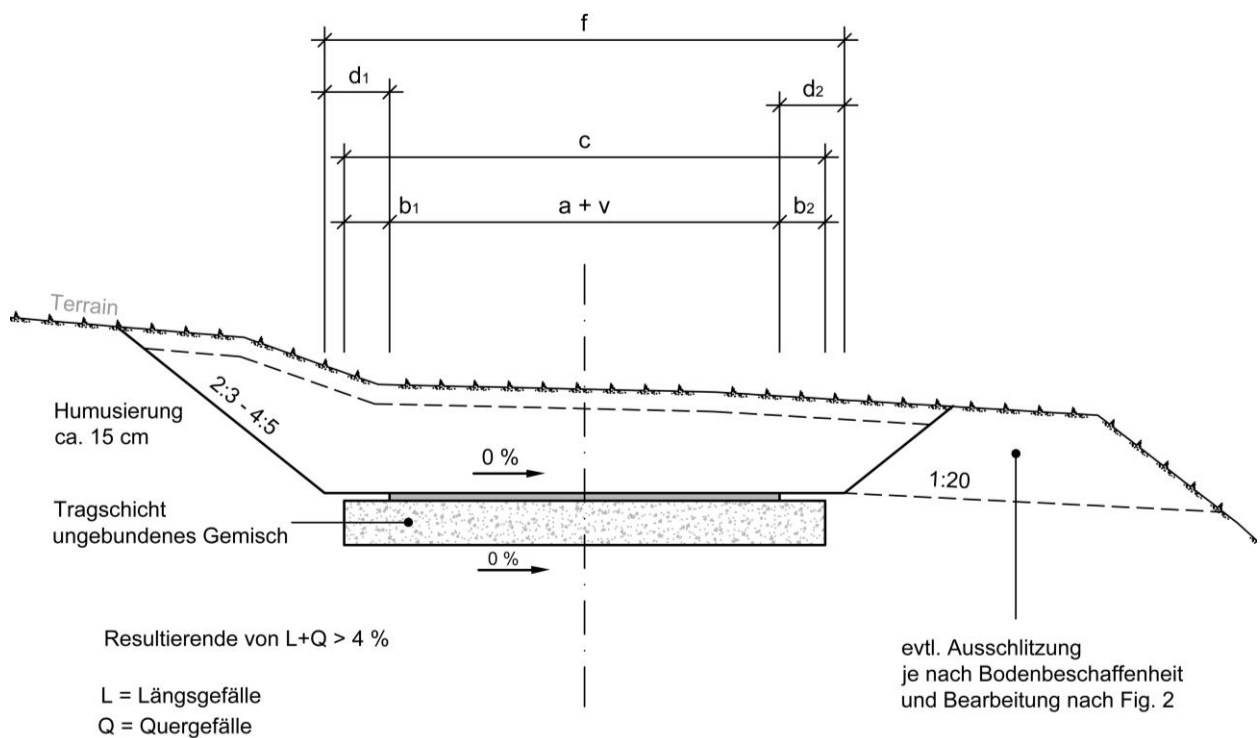
Fig. 3b





Flexibler Oberbau

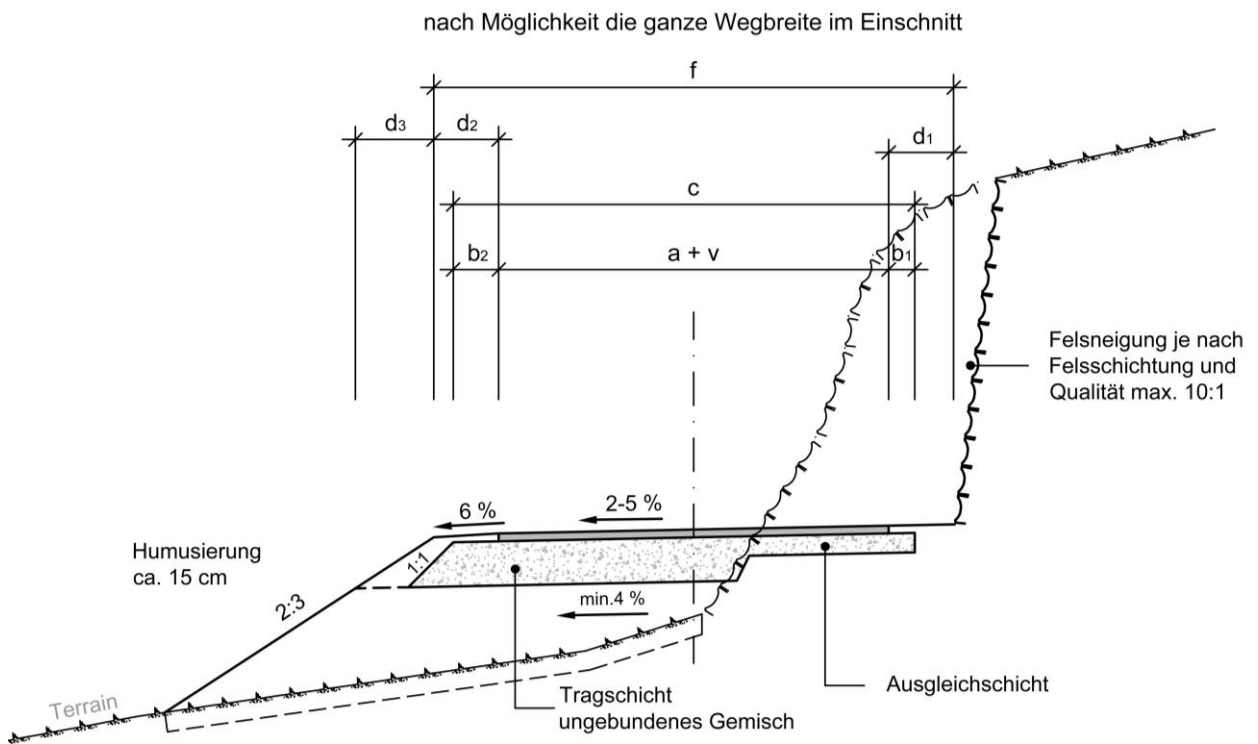
Fig. 4: Einschnitt (ohne Entwässerung)





Flexibler Oberbau

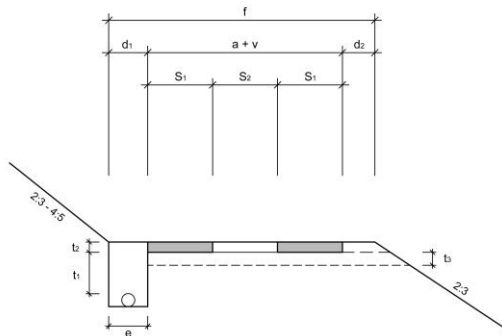
Fig. 5: Einschnitt in Fels (ohne Entwässerung)





Starrer Oberbau

Fig. 6: Schema für Massangaben



- a Fahrbahnbreite (=Belagsbreite)
- d₁ Breite Abtragsbankett
- d₂ Breite Auftragsbankett
- e Breite Sickergraben (nach Bauarbeitenverordnung [BauAV] min. 0.40 m + Aussenmass der Leitung, ab Grabentiefe > 1 m min. 0.60 m)
- v Kurvenverbreiterung
- f Kronenbreite (im Ackerbaugebiet: a + 1.0 m)
- s₁ Breite Betonspur
- s₂ Breite Mittelstreifen
- t₁ Lage des Rohrscheitels unterhalb des Planums
- t₂ Stärke Betonspur bzw. Betonplatte
- t₃ Boden aufreissen (Tiefe)

Tab. 3: Masstabelle Normalprofil (alle Angaben in m)

Ohne Entwässerung

| Strasstyp | a | s ₁ | s ₂ | d ₁ | d ₂ | f | t ₂ | t ₃ |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | vollflächig | | 0.35 | 0.50 | 3.85 – 4.45 | 0.16 | 0.20 |
| Güterstrassen | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.35 | 0.50 | 3.85 | 0.16 | 0.20 |
| dito | 2.80 | 1.00 | 0.80 | 0.40 | 0.65 | 3.85 | 0.16 | 0.20 |
| dito | 2.70 | 0.90 | 0.90 | 0.45 | 0.70 | 3.85 | 0.16 | 0.20 |
| Bewirtschaftungsweg | 2.40 | 0.80 | 0.80 | 0.45 | 1.00 | 3.85 | 0.16 | 0.20 |

Mit Entwässerung

| Strasstyp | a | s ₁ | s ₂ | e | d ₂ | f | t ₁ | t ₂ | t ₃ |
|------------------------------------|-------------|----------------|----------------|------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| Hauptgüterstrasse | 3.00 – 3.60 | vollflächig | | 0.60 | 0.50 | 4.10 – 4.70 | ≥ 0.20 | 0.16 | 0.20 |
| Güterstrassen | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.50 | 4.10 | ≥ 0.20 | 0.16 | 0.20 |
| dito | 2.80 | 1.00 | 0.80 | 0.70 | 0.60 | 4.10 | ≥ 0.20 | 0.16 | 0.20 |
| dito | 2.70 | 0.90 | 0.90 | 0.70 | 0.70 | 4.10 | ≥ 0.20 | 0.16 | 0.20 |
| Bewirtschaftungsweg mit Fahrspuren | 2.40 | 0.80 | 0.80 | 0.70 | 1.00 | 4.10 | ≥ 0.20 | 0.16 | 0.20 |



Starrer Oberbau

Tab. 4: Kurvenverbreiterungen für Betonstrassen (alle Angaben in m)

$$v = 14 / R * p$$

| Radius | maximale Verbreiterung | Faktor p für die Berücksichtigung der Richtungsänderung (Zentriwinkel [gon]) | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 200 |
| R = 8 | 1.75 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| R = 10 | 1.40 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 1.00 | 1.00 |
| R = 15 | 0.93 | 0.30 | 0.55 | 0.75 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 20 | 0.70 | 0.45 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 25 | 0.56 | 0.60 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 30 | 0.46 | 0.70 | 0.85 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 35 | 0.40 | 0.75 | 0.90 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 40 | 0.36 | 0.80 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 45 | 0.32 | 0.85 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R = 50 | 0.28 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| R > 50 | 0.00 | | | | | | | | | | |

Die Verbreiterung wird grundsätzlich je zur Hälfte innen und aussen gegen das Bankett hin angebracht.

Für Betonspurstrassen R ≤ 25:

| Normalprofil | Fahrbahnbreite |
|----------------------------|----------------|
| alle, Fahrbahn vollflächig | a + v |

Für Betonspurstrassen R > 25:

| Normalprofil | | 25 < R ≤ 50 | | R > 50 | | |
|--------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|
| s ₁ | s ₂ | Spurbreite s(v) | Mittelstreifen s ₂ | Spurbreite s ₁ | Mittelstreifen s ₂ | Mittelstreifen s ₂ mit Wanderweg |
| 1.00 | 1.00 | s ₁ + 0.5 * v | 0.80 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.00 | 0.80 | s ₁ + 0.5 * v | 0.80 | 1.00 | 0.80 | 1.00 |
| 0.90 | 0.90 | s ₁ + 0.5 * v | 0.80 | 0.90 | 0.90 | 1.00 |
| 0.80 ¹⁾ | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 1.00 |

¹⁾ nur für Bewirtschaftungswege (Erschliessung ≤ 10 ha)

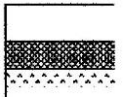
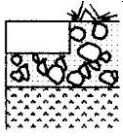
Für Betonstrassen:

| Normalprofil | R ≤ 50 | R > 50 |
|--------------|--------|--------|
| alle Breiten | a + v | a |



Starrer Oberbau

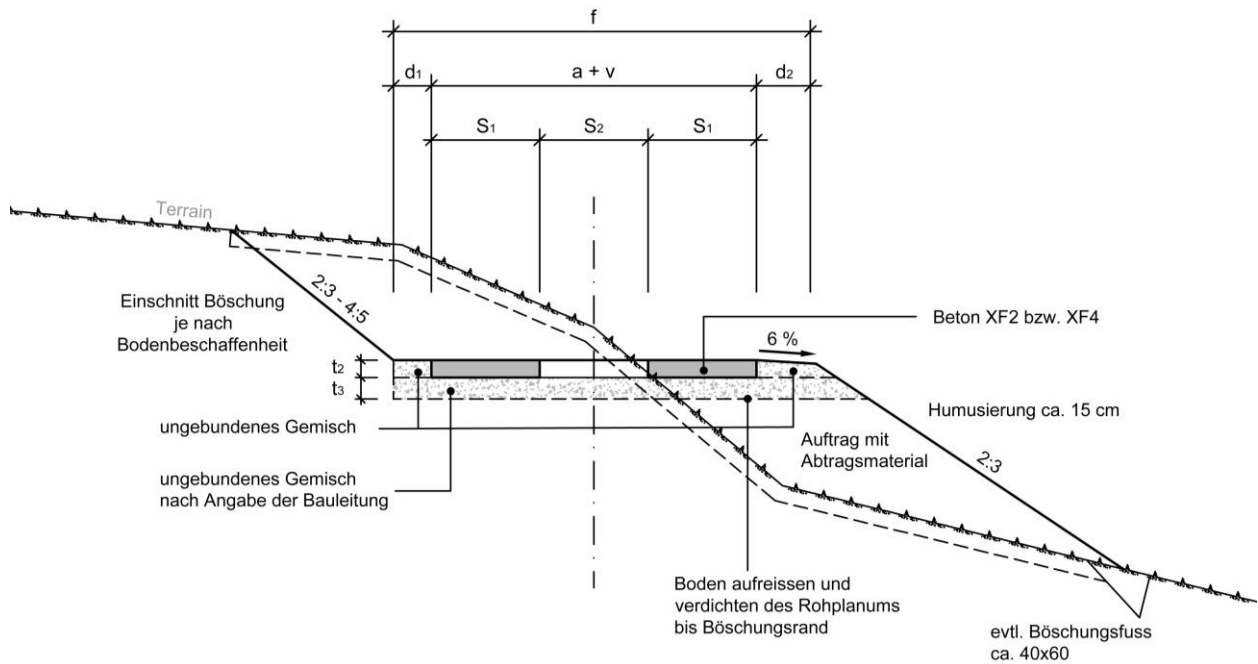
Fig. 6a: Oberbautyp

| Oberbautyp | Aufbau | Schichtstärken |
|--------------|---|---|
| Betonstrasse |  | <ul style="list-style-type: none">- Betonplatte ≥ 16 cm- evtl. Kieskoffer oder Stabilisierung- Untergrund |
| Betonspurweg |  | <ul style="list-style-type: none">- Betonspuren ≥ 16 cm- evtl. Kieskoffer oder Stabilisierung- Untergrund |



Starrer Oberbau

Fig. 7: Einschnitt und Auffüllung (ohne Entwässerung)





Starrer Oberbau

Fig. 8: Einschnitt und Auffüllung (mit Entwässerung)

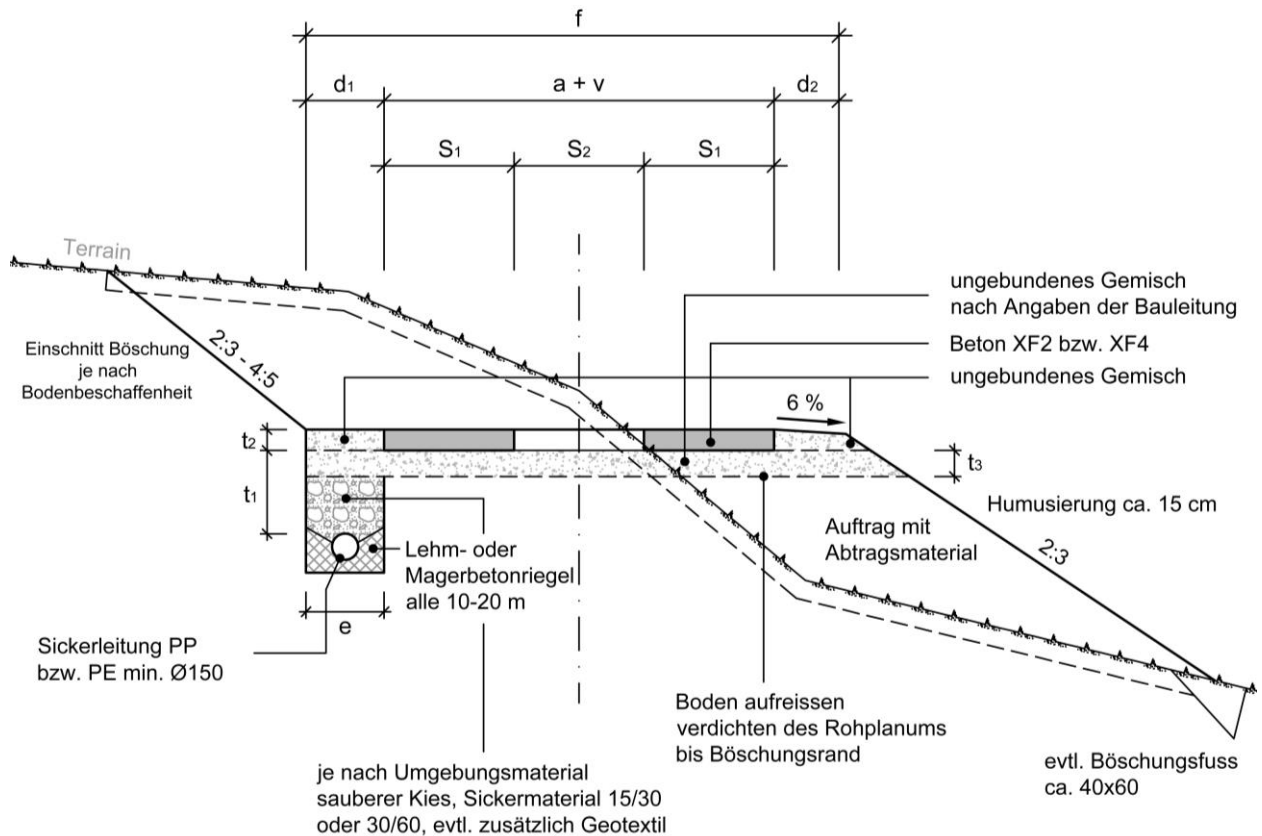


Fig. 8a

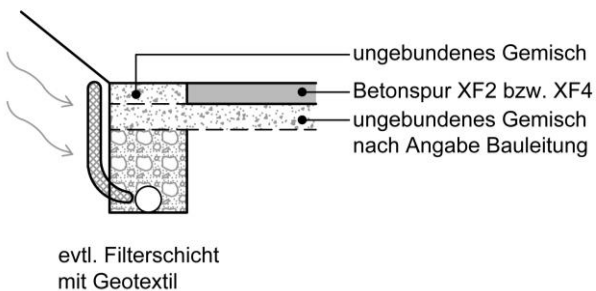
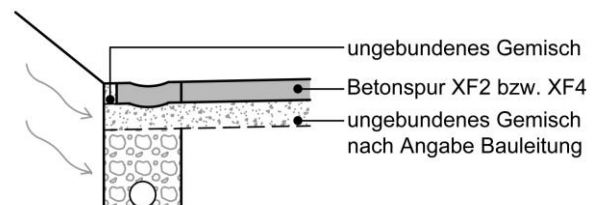
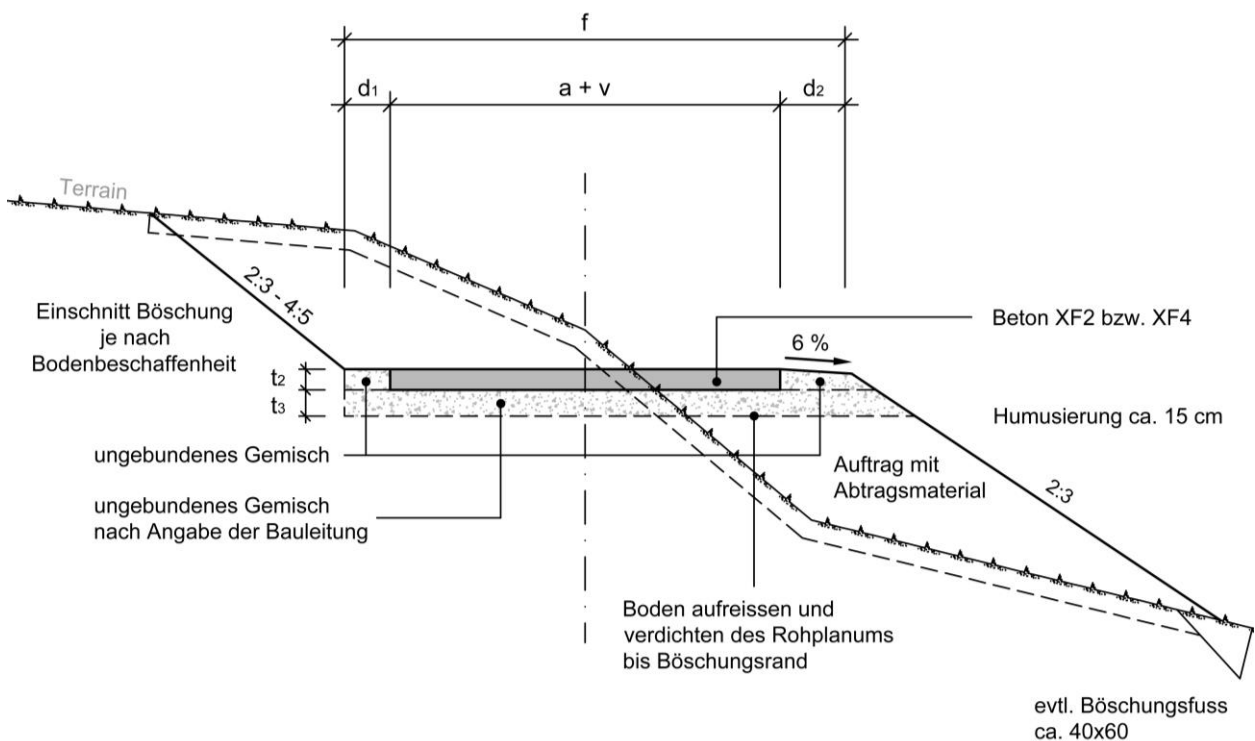


Fig. 8b



Starrer Oberbau

Fig. 9: Einschnitt und Auffüllung (ohne Entwässerung)



Starrer Oberbau

Fig. 10: Einschnitt und Auffüllung (mit Entwässerung)

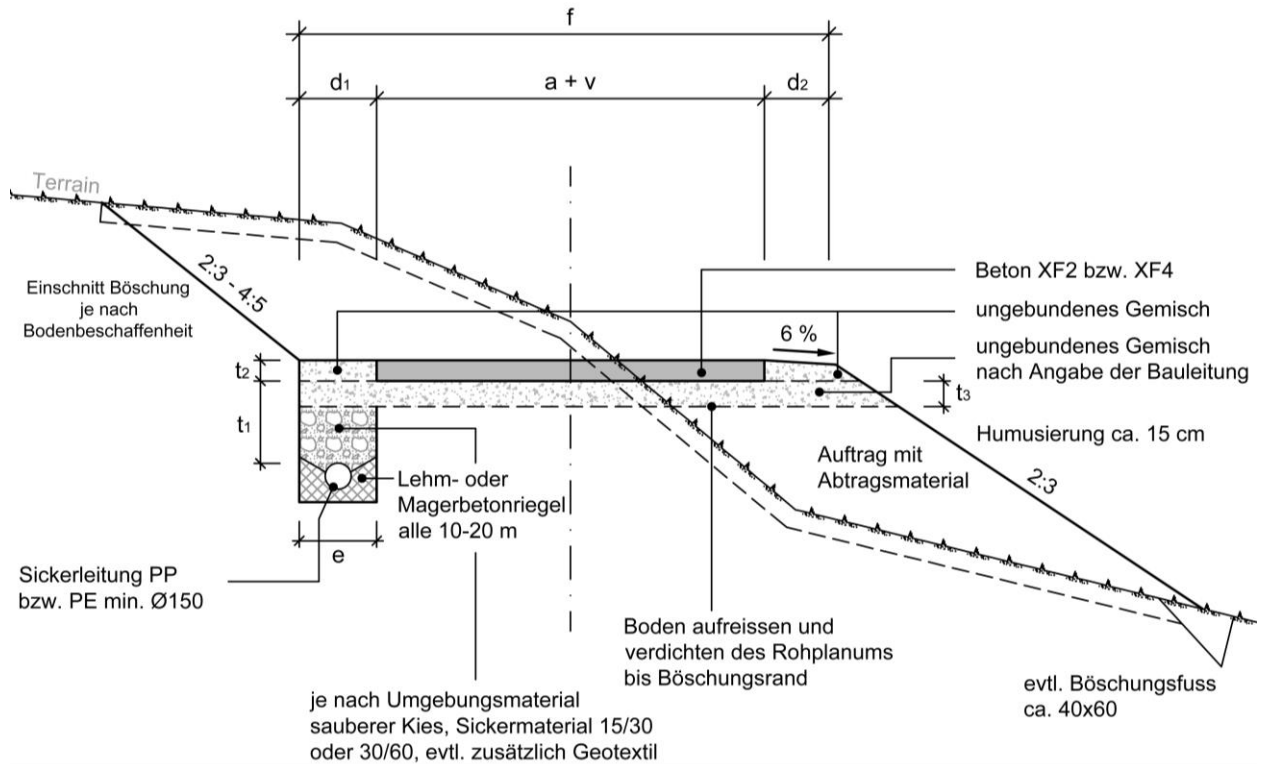


Fig. 10a

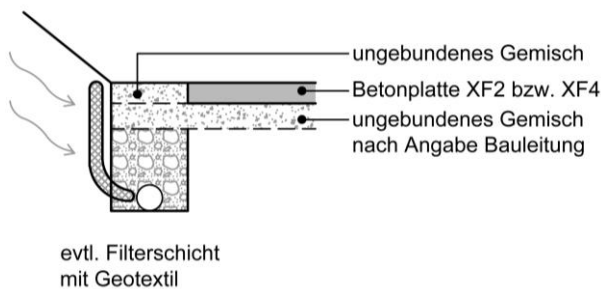
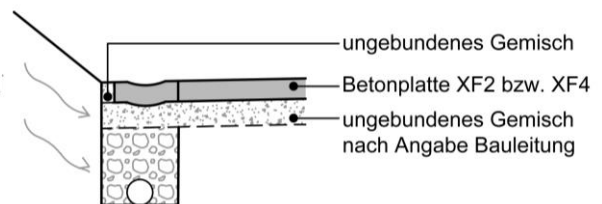


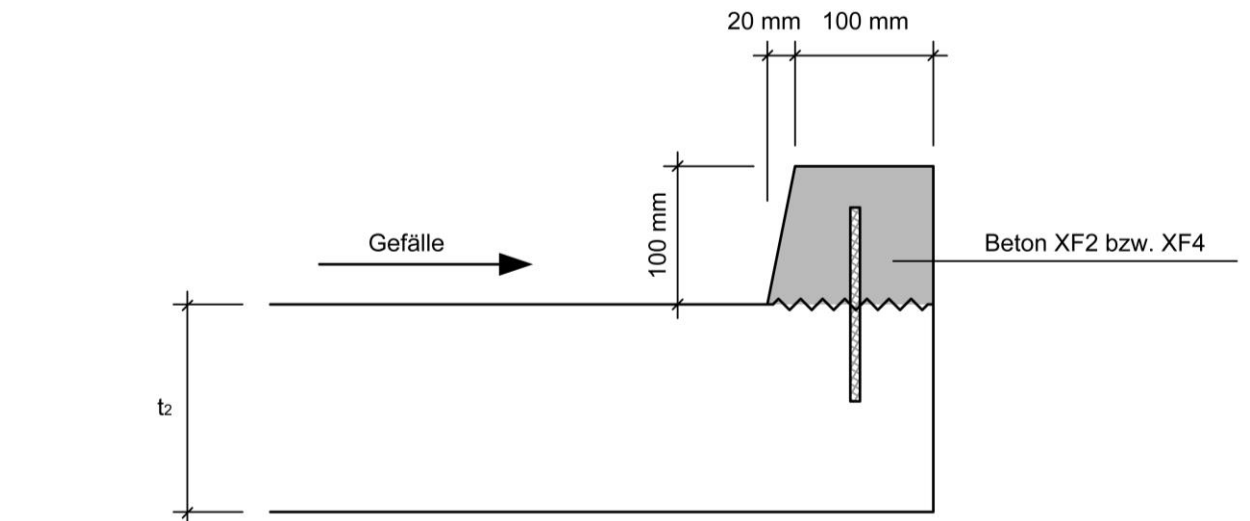
Fig. 10b





Starrer Oberbau

Fig. 11: Randstein





Starrer Oberbau

Fig. 12a: Wasserschale anbetoniert

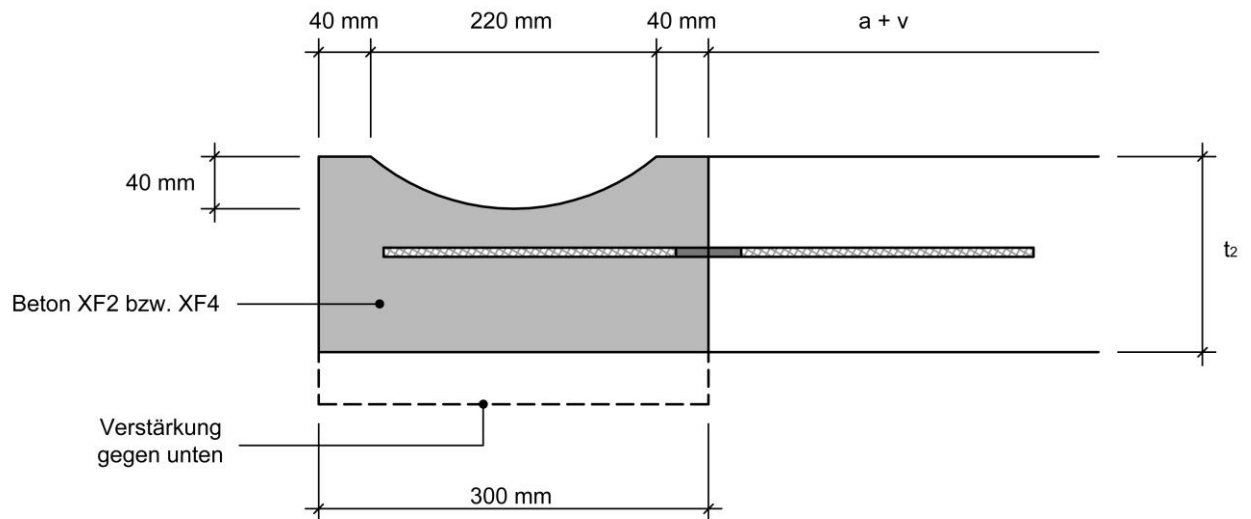
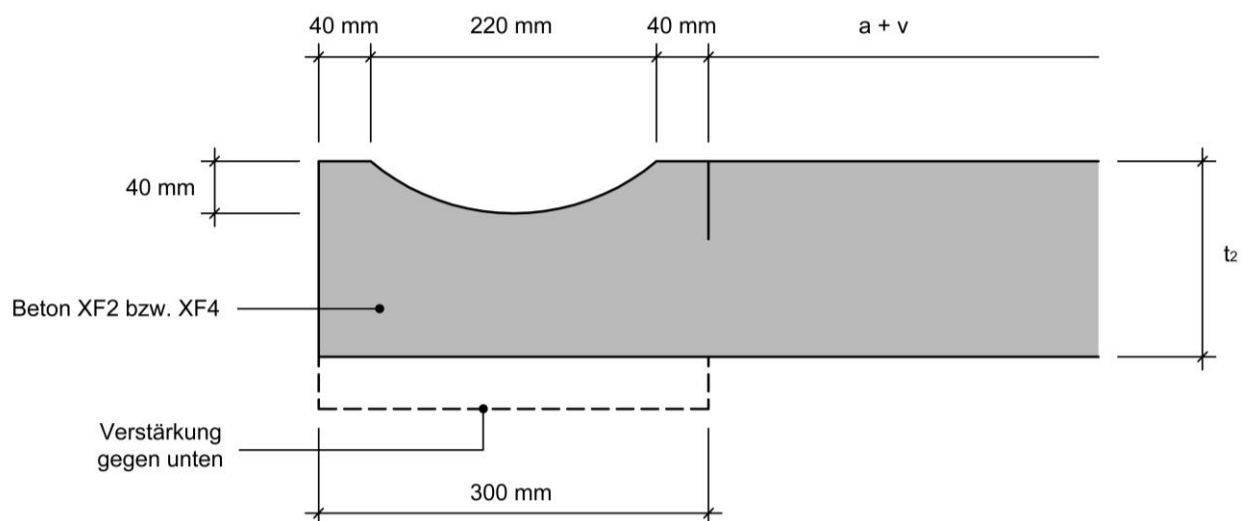


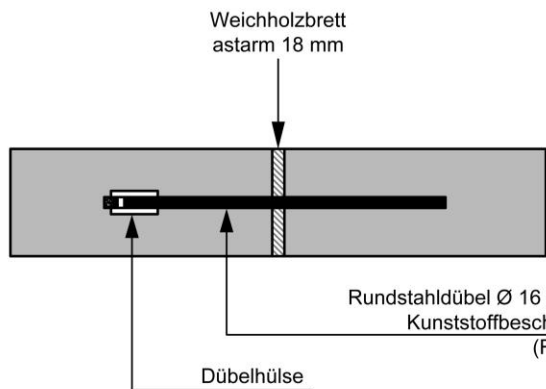
Fig. 12b: Wasserschale zusammen mit Betonplatte / Betonspur betoniert



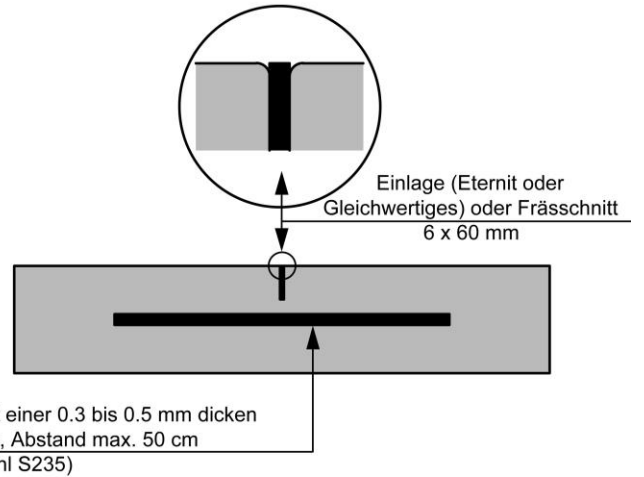
Starrer Oberbau

Fig. 13: Fugen

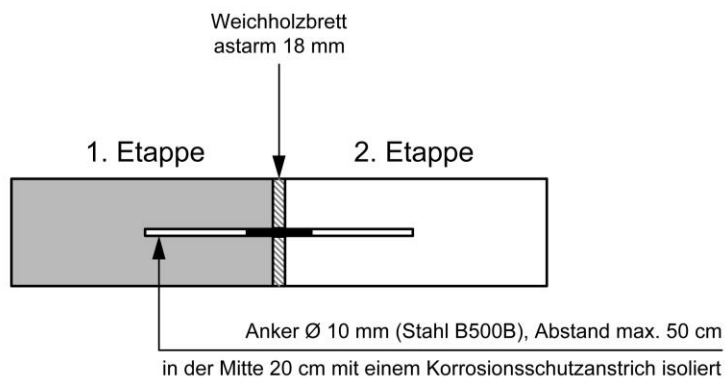
Dilatationsfugen (D)



Kontraktionsfugen (K)

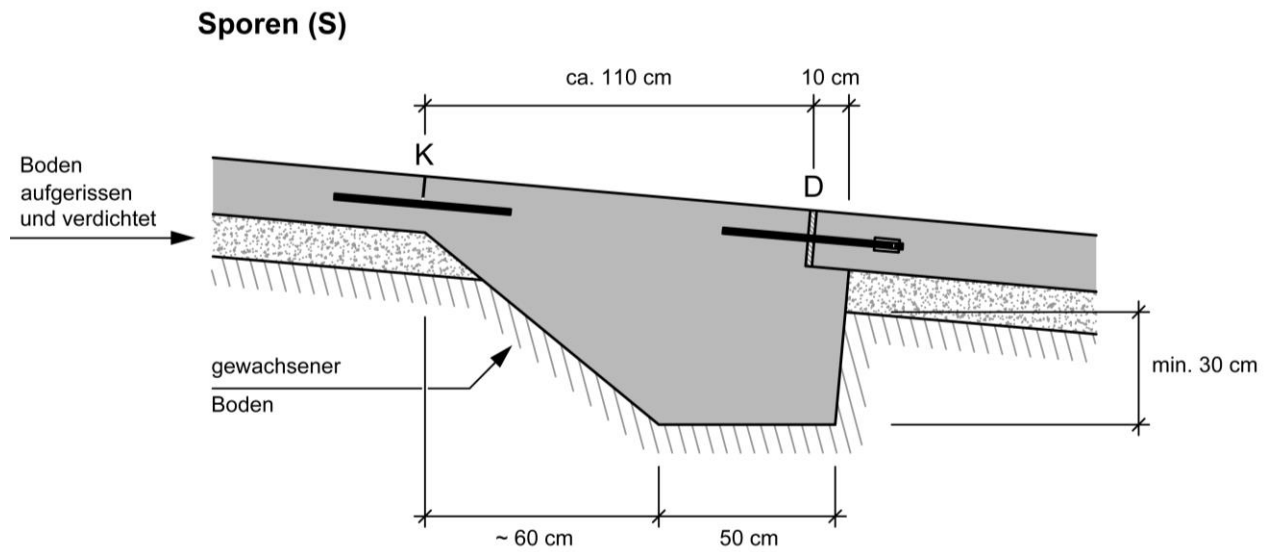


Tagesfugen



Starrer Oberbau

Fig. 14: Sporen





Oberbauunabhängige Regelungen

Fig. 16: Ausweichstelle

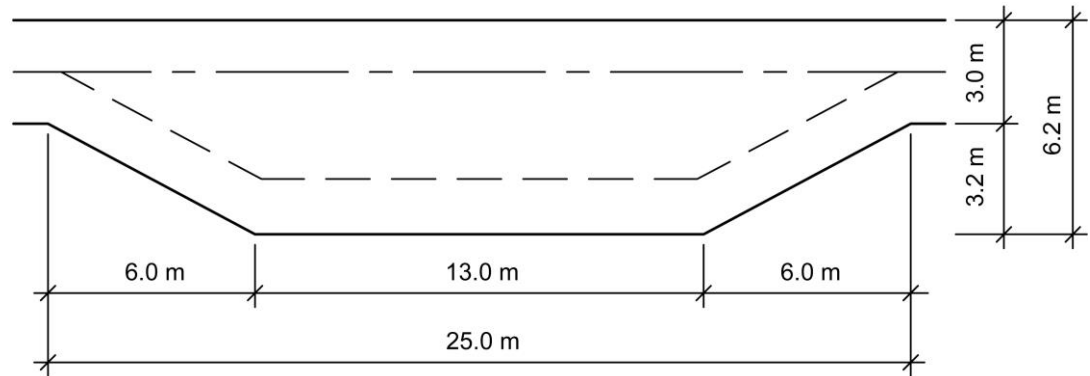
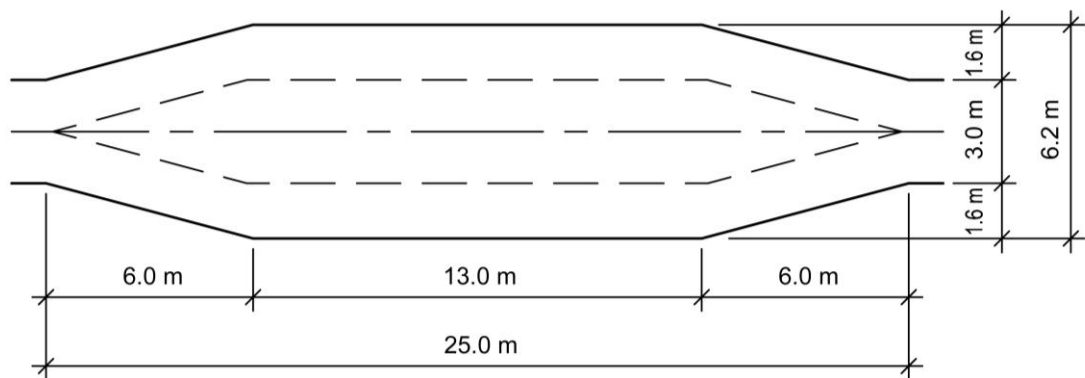


Fig. 17: Ausweichstelle



Querentwässerung mit Eisenbahnschienen

Fig. 18: Schnitt

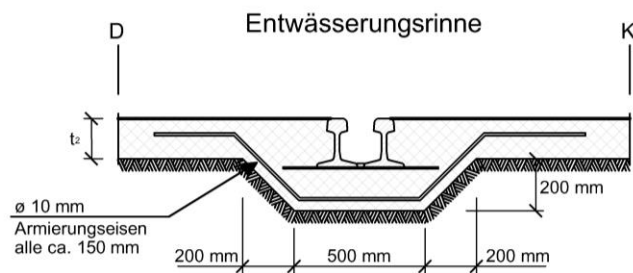
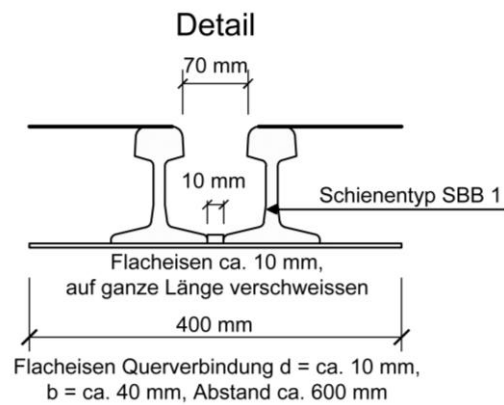


Fig. 19: Detail



Querentwässerung mit Entwässerungsrinne (TH-Profil)

Fig. 20: Schnitt

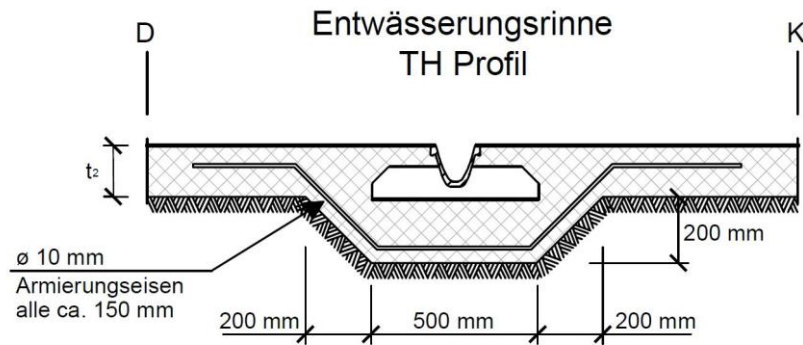
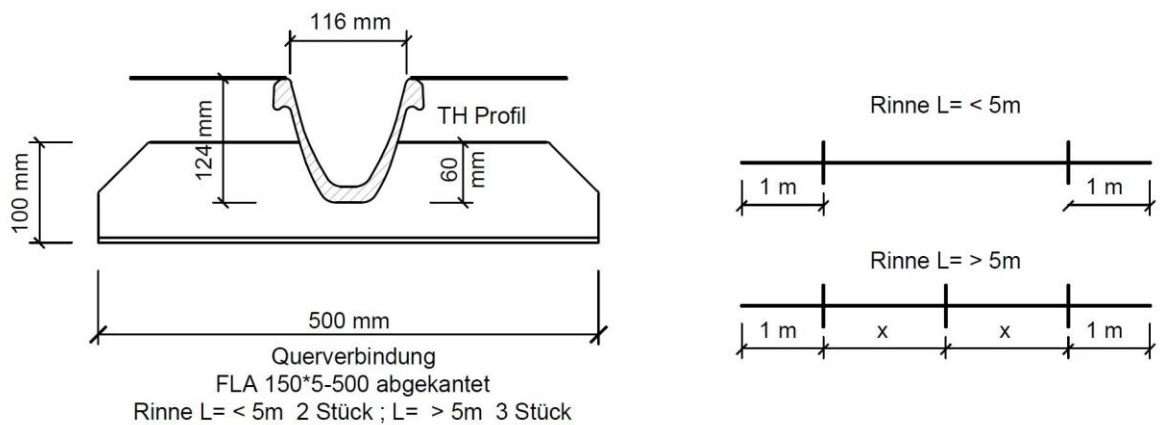


Fig. 21: Detail





Richtlinien für den Bau von Strassen mit Betonfahrbahn

(Auszug aus Kapitel 2.6.6 des Vorspanns)

- Dimensionierung: Die Plattendicke beträgt grundsätzlich durchgehend 16 cm. Die maximale Plattengrösse wird über die Plattendicke definiert, $L_{\max} = 25 \cdot \text{Plattendicke}$. Mit der Unterteilung der Platten mit Querfugen in möglichst quadratischen Platten soll die Rissgefahr minimiert werden. Bei 3,0 m breiten Strassen beträgt die Plattenlänge 4,0 m, höchstens 5,0 m. Die Unterteilung der Spurplatten in 5,0-m-Abschnitte widerspricht dieser Regel, hat sich in der Praxis jedoch nicht negativ ausgewirkt. Ist das Verhältnis der Plattenlänge zur Plattenbreite grösser als 1,5, ist die Platte zu bewehren.
- Um die Plattenbewegungen auszugleichen, sind Fugen in der Betonfahrbahn vorzusehen. Es werden folgende Fugentypen definiert:

Querfugen (Kontraktionsfugen):

Kontraktionsfugen liegen rechtwinklig zur Strassenachse. Sie verhindern das Entstehen von unkontrollierten Rissen in der Betonplatte. Dübel verhindern vertikale Plattenverschiebungen. Kontraktionsfugen unterbrechen die Platte auf einem Drittel der Stärke (Eternitstreifen bzw. Ähnliches oder Frässchnitt). Der Zeitpunkt des Frässchnitts erfolgt je nach Witterungs- und Temperaturverhältnisse spätestens 8 bis 24 Stunden nach dem Betonieren.

Bewegungsfugen (Dilatationsfugen):

Dilatationsfugen liegen rechtwinklig zur Strassenachse. Sie nehmen Bewegungen infolge Temperaturänderungen auf. Dübel verhindern vertikale Plattenverschiebungen. Dilationsfugen werden bei Handeinbau nach jeder Tagesleistung erstellt, also rund alle 50 m bis 100 m Fahrbahnlänge. Ebenso sind sie bei Abzweigungen anzuordnen, um Verschiebungen der Fahrbahnplatten in diesem Bereich zu verhindern. Dilatationsfugen trennen die Platte durchgehend. Als Fugeneinlage wird ein Weichholzbrett astarm 18 mm verwendet.

Längsfugen:

Längsfugen werden längs zur Strassenachse erstellt. Ihre Funktion entspricht den Querfugen. Anker verbinden die Betonplatten und verhindern vertikale Plattenverschiebungen. Ist das Verhältnis der Plattenbreite zur Plattenlänge grösser als 1,5, wird eine Längsfuge angeordnet.

- Die vertikale Kraftübertragung in den Fugen erfolgt durch Dübel und Rissverzahnung. In den Längsfugen wirken Anker dem Abwandern der Platten entgegen und dienen auch der Kraftübertragung. Ein nachträglich betonierter Streifen wird durch Dübel oder Anker mit der bereits bestehenden Fahrbahn verbunden. Für Dübel ist Rundstahl S 235 gemäss SIA 263 "Stahlbau" in geraden Stäben zu verwenden. Die Oberfläche muss walzglatt sein, damit keine Haftung entsteht. Schneidbrauen an den Dübelenden sind zu entfernen. Die Haftung der Dübel am Beton ist mit einer 0,3 mm bis 0,5 mm dicken Kunststoffbeschichtung zu verhindern. Anker haben den Qualitätsanforderungen gemäss SIA 262 Betonbau Stahl B500B zu entsprechen. Dübel und Anker sind so zu befestigen, dass sie während des Betonierens nicht verschoben werden. Die Dübel-länge beträgt 500 mm mit einem Durchmesser von 16 mm. Der Dübelabstand weist 500 mm auf. Bei Dilationsfugen mit Fugeneinlage und beschichtetem Rundstahldübel darf die Dübelhülse nicht fehlen. Die Ankerlänge beträgt ebenfalls 500 mm, der Ankerdurchmesser 10 mm. Der Ankerabstand beträgt 500 mm. Pro Fuge und Betonspur werden mindestens zwei Dübel versetzt. Anker sind in der Mitte auf 20 cm Länge mit einem Korrosionsschutzanstrich zu versehen.



- **Betonsorte:** Die Wahl der Betonsorte richtet sich grundsätzlich nach der SN 640 461. Diese sieht im Güterstrassenbau für Betonbeläge Beton der Expositionsklasse XF3 vor. Wenn bei Winteröffnung mit Taumittleinsatz gerechnet wird sowie in der Nähe von Objekten mit vermutetem Taumittleinsatz wird Beton der Expositionsklasse XF4 verlangt. Da der XF3-Beton nicht überall angeboten wird, ist für den Güterstrassenbau, bei welchem kein Taumittel eingesetzt wird, XF2 zu verwenden. Die Druckfestigkeitsklasse beträgt C 25/30 bzw. C 30/37 mit einem Mindestzementgehalt von 300 kg/m^3 , Konsistenzklasse C2. Grundsätzlich gilt als Nennwert das Grösstkorn $D_{\max} 32 \text{ mm}$. Eine Reduktion auf $D_{\max} 16 \text{ mm}$ beim Belagsbau wird nach Absprache mit dem ALG zugelassen.
- **Bewehrung:** Ist das Verhältnis der Plattenlänge zur Plattenbreite nicht grösser als 1,5, kann gemäss SN 640 461 grundsätzlich auf eine Bewehrung verzichtet werden. Im Kanton Graubünden werden Betonfahrbahnen (Betonspuren/Betonplatte) praktisch immer bewehrt. Als Bewehrung kommen in Frage:

Netzarmierung:

Die Betonspurplatten oder die Betonplatten erhalten eine Netzarmierung (mindestens K 335) in der Plattenmitte. Die Netzarmierung ist bei allen Fugen zu unterbrechen.

Kunststofffasern:

Der Fasergehalt ist abhängig von der Qualität des Untergrunds. Er liegt bei stabiler, gleichmässiger Rohplanie bei $3,5 \text{ kg/m}^3$ bzw. bei $4,0 \text{ kg/m}^3$ auf weichem, unregelmässigem oder zu Ver-nässung neigendem Untergrund. Lose Kunststofffasern auf der Strasse sind zusammenzuwischen, feste Kunststofffasern auf der Fahrbahnoberfläche sind abzubrennen.

Stahlfasern:

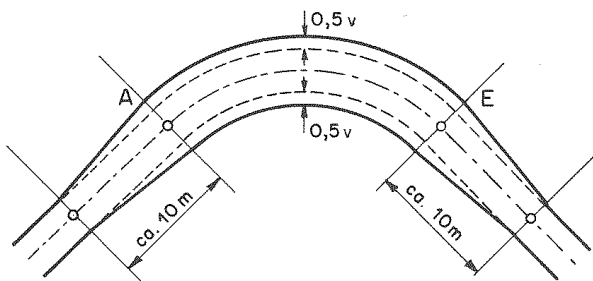
Aufgrund der Nachteile bei Stahlfasern (Verunreinigung von Futtermitteln durch sich lösende Stahlfasern, Verletzungsgefahr oder Beschädigungen an Reifen) wird die Verwendung von Stahlfasern im Güterstrassenbau nicht empfohlen.

- **Einbau des Betons:** Der von Hand eingebaute Beton ist mit den Nadelvibratoren zu verdichten und mit einem Balkenvibrator abzuziehen. Anschliessend ist die Betonoberfläche von Hand abzutaloschieren. Der Einsatz von maschinellen Taloschiergeräten und Rotationsglättern ist nicht zugelassen. Die abtaloschierte, ebene Fahrbahnoberfläche ist quergestreift mittels Besenstrich aufzurauen. Ab einer Längsneigung $> 15 \%$ sind in die Oberfläche Querrillen mit mindestens $1,0 \text{ cm}$ Tiefe in einem Winkel von 30° zur Längsachse anzubringen.

Der Beton darf nicht mit den Nadelvibratoren verteilt werden (Entmischungsgefahr). Nach Möglichkeit sollte der Betonierfortschritt von unten nach oben erfolgen, andernfalls besteht die Gefahr, dass der Beton beim Vibrieren auseinander gezogen wird. Beim Einbringen und während der Verarbeitung darf ohne besondere Massnahmen der Frischbeton nicht kälter als $+ 5^\circ \text{ C}$ oder nicht wärmer als $+ 30^\circ \text{ C}$ sein. Bei Lufttemperaturen unter 0° C darf nicht betoniert werden. Bei Regen ist der Betoneinbau zu vermeiden. Auf eine gefrorene oder durchnässte Planie darf nicht eingebaut werden. Bei Temperaturen über 25° C soll der Betoneinbau in der Regel erst ab Mitte Nachmittag erfolgen. Damit kann die Kumulation von Hydratationswärme und maximaler Tagestemperatur vermieden werden.

- **Nachbehandlung des Betons:** Der Beton ist nachhaltig vor Wasserverlust zu schützen. Die Nachbehandlung hat zwingend mit Verdunstungsschutzmittel zu erfolgen. Die Kunststoffolie ist nicht geeignet. Das Abdecken mit Folien schützt gegen Niederschläge, ist aber kein Nachbehandlungsverfahren. Bei starker Sonneneinstrahlung, starker Windeinwirkung oder bei relativer Luftfeuchtigkeit $< 50 \%$ ist eine zusätzliche Nassnachbehandlung zu prüfen. Diese erfolgt durch Aufsprühen von Wasser oder durch das Aufbringen einer Feuchtigkeit haltenden Abdeckung wie Jute, Geotextil oder Schutzmatte. Die Behandlung erfolgt nach Möglichkeit während mindestens drei Tagen.

- Sperrfristen: Betondecken dürfen frühestens nach Erreichen von 70 % der geforderten 28-Tage-Biegezugfestigkeit dem Verkehr übergeben werden. Die Praxis zeigt, dass diese in der Regel nach rund 10 Tagen erreicht ist.
- In Kurven mit einem Radius $R \leq 25$ m, bei Ausstellplätzen und bei Einlenkern wird die Fahrbahn vollflächig betoniert. Es gibt keine vollflächigen Übergangsstrecken.
- Kurven mit einem Radius $R \leq 50$ m erhalten eine Kurvenverbreiterung. Die Kurvenverbreiterung berechnet sich nach der Formel $v = 14 / R * p$. Der Faktor p berücksichtigt die Bogenlänge der Kurve resp. die Richtungsänderung.
- Bei Betonfahrbahnen (wie auch bei Naturstrassen) wird die Verbreiterung grundsätzlich je zur Hälfte innen und aussen gegen das Bankett hin angebracht.



[1], S. 161

- Bei Betonspuren wird die Verbreiterung je zur Hälfte an beiden Spuren gegen das Bankett hin angebracht. Profil: $(v/2+s_1) - 0,80 - (s_1+v/2) \rightarrow$ Verlust von 0,20 m.
- Die Breite des Mittelstreifens beträgt in jedem Fall bei $R \leq 50$ m 0,80 m, darüber ($R > 50$ m) gemäss dem Normalprofil, aber immer 1,00 m in Kombination mit Wanderwegen.
- Die Verziegungstrecke für die Verbreiterung der Spuren und des Mittelstreifens beträgt maximal 10 m.
- Sind die Spuren auf gemischten Auf- bzw. Abtragsprofilen, so ist die Rohplanie auf die ganze Breite ca. 0,20 m maschinell aufzureissen und neu zu verdichten. Die Planie muss einen ME-Wert von $\geq 100-150$ kg/cm² (10–15 MN/m²) aufweisen. Wird dieser Wert nicht erreicht, so ist der Oberbau mittels Kieskoffer oder Stabilisierung zu verstärken.
- Es dürfen keine grossen Steine, Blöcke usw. in der Planie vorstehen, da so Punktauflagen und in der Folge Risse im Beton entstehen können.
- Die Plattenstärke beträgt grundsätzlich durchgehend 0,16 m. In der Nähe von winteroffenen Strassen ist frosttaumittelbeständiger Beton zu verwenden.
- Ab Längsneigung > 15 % sind in die Oberfläche Querrillen mit mindestens 1,0 cm Tiefe in einem Winkel von 30° zur Längsachse anzubringen.
- Der Mittelstreifen und die Bankette sind mit standfestem Material aufzufüllen und zu verdichten (evtl. mit einer dünnen Humusschicht abzudecken) und zu begrünen und bei Fahrbahnneigungen > 8 % durch Holzbretter, die 30° zur Längsachse versetzt werden, gegen das Ausschwemmen zu sichern.



Normenblätter

- Wird eine Spurstrasse an eine Strasse mit frostsicherem Unterbau angeschlossen, so ist der Spurweg im Anfangsbereich von 5 m zur Vermeidung von Frosthebungen auch frostsicher zu kof-fern.
- Nach Möglichkeit sollte der Betonierungsfortschritt von unten nach oben erfolgen, andernfalls be-steht die Gefahr, dass der Beton beim Vibrieren auseinander gezogen wird.
- Bei starkem, trockenem Wind (z. B. Föhn) oder hohen Lufttemperaturen ist auf das Betonieren zu verzichten, um der Gefahr der Schwindrissbildung zu entgehen.
- Bei Querabschlägen wird die Fahrbahn beidseitig vollflächig betoniert. Beim Übergang zu den Spuren ist eine Kontraktionsfuge einzubauen. Der Abschluss gegen den Mittelstreifen hat parallel zum Querabschlag zu erfolgen. Der Querabschlag muss vollumfänglich von Beton unterfüllt sein.