

Straßenbauverwaltung: Straße / Abschnittsnummer / Station:	Freistaat Bayern, Staatliches Bauamt Schweinfurt B 286_520_0,189 – B286_540_0,886
---	--

B 286, Schweinfurt – Gerolzhofen 4-streifiger Ausbau Schweinfurt (A 70) - Schwebheim

PROJIS-Nr. 09 006200 00

Feststellungsentwurf

Unterlage 18.1

Wassertechnische Untersuchungen Erläuterung

Aufgestellt: Schweinfurt, den 28.10.2016 Staatliches Bauamt	
Gez. Bothe, Ltd. Baudirektor	

Inhaltsverzeichnis

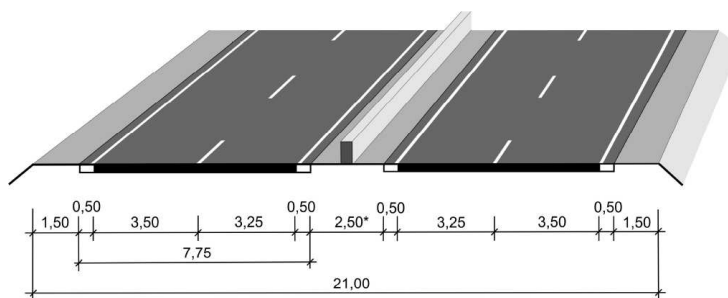
	Seite
0. Vorbemerkung	3 - 6
1. Berechnungsgrundlagen	7 - 15
1.1 Allgemeines	8
1.2 Regenspenden	9
1.3 Regenhäufigkeit	9
1.4 Abflussbeiwerte (Spitzenabflussbeiwerte)	10
1.5 Abflussmengen (Spitzenabfluss)	10 - 11
1.6 Notüberlauf aus dem Regenrückhaltebecken (RRB)	11
1.7 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Regenklär- / Rückhaltebecken R 3-1, R 3-2 und R 3-3	11 - 13
1.7.1 Allgemeines	11
1.7.2 Vorbemerkung zur Beckenkonzeption	11
1.7.3 Bemessung der Regenklärbecken (RKB)	12 - 13
1.7.4 Bemessung Klärbeckenzu- / ablauf	13
1.7.5 Bemessung der Regenrückhaltebecken (RRB)	13
1.7.6 Tauchrohrbemessung	13
1.8 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Regenklär- / Versickerungsanlagen R 0-1 und R 2-1	14 - 15
1.9 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Grabenaufweitungen mit Versickerung G 1-1, G 1-2, G 1-3 und G 2-1	15
1.10 Schlussbemerkungen	15

0. Vorbemerkung

0. Vorbemerkung

Die B 286 wird zwischen der BAB A70, Anschlussstelle Schweinfurt Zentrum und der Anschlussstelle St 2277 bei Schwebheim zweibahnig ausgebaut. Die neue Fahrbahn (Fahrtrichtung Schweinfurt) wird auf der östlichen Seite angebaut. Die best. Fahrbahn (später Fahrtrichtung Gerolzhofen) der B 286 wird nach den aktuellen Planungserfordernissen (Längs- u. Querneigungen, Anbau von Ein- u. Ausfädelstreifen usw.) angepasst. Es kommt der zweibahniger Regelquerschnitt RQ 21 nach dem Entwurf der zum Einsatz.

Bild 1: Auszug RAL

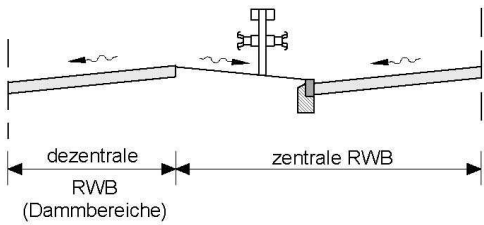
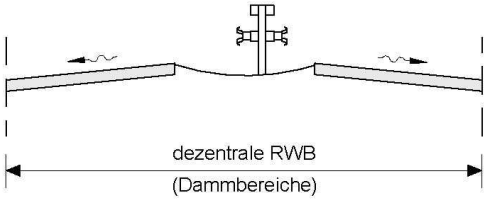


* ohne Einbauten oder Entwässerungseinrichtungen im Mittelstreifen

Bild 4.3-5: Regelquerschnitt RQ 21

Die beiden Richtungsfahrbahnen werden durch einen 2,5 m breiten Mittelstreifen baulich getrennt. In Teilbereichen wird auf Grund abflussschwacher Zonen (geringe Längsneigungen, Notwendigkeit einer Verwindung) und den bestehenden großen Radien (> 3000 m) eine negative Querneigung von $- 2,5$ % angeordnet. Diese Ausbildung als Dachprofil (s. Tab 1, Seite 3) hat den Vorteil, dass eine Entwässerung im Mittelstreifen entfallen kann und das Straßenoberflächenwasser beider Fahrbahnen über den Dammkörpern und den Mulden breitflächig über die belebte Oberbodenzone versickern kann. In Bereichen mit positiver Querneigung kommt das Sägezahnprofil (s. Tab 1, Seite 3) zur Ausführung. Hier wird das Straßenabwasser der einen Fahrbahn breitflächig über die belebte Oberbodenzone (Dammbereiche, Mulden) entwässert und das Straßenwasser der anderen Fahrbahn inkl. dem Niederschlagswasser vom Mittelstreifen über die Entwässerungseinrichtungen im Mittelstreifen (Abläufe, Spitzrinnen, Schlitzrinnen, Rohrleitungen) abgeführt.

Tab 1: Mittelstreifen → Profilausbildung

von Bau-km	bis Bau-km	Profilausbildung
0+000 2+367,13	0+471,64 4+060	 <p>Sägezahnprofil</p>
0+471,64	2+367,13	 <p>Dachprofil</p>

RWB = Regenwasserbehandlung

Das entwässerungstechnische Konzept strebt deshalb im Sinne der „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-EW), Ausgabe 2005 sowie des Merkblattes M 153 – Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser – möglichst eine flächenhafte Versickerung des Straßenoberflächenwassers (dezentrale Regenwasserbehandlung) über Böschungen und / oder über Rasenmulden an.

Die breitflächige Versickerung in den Bereich des Dachprofils wird über eine 20 cm starke bewachsene Oberbodenzone auf den Dammlflächen und den Mulden ermöglicht. In den Mulden werden in ca. 100 m Abständen Erdschwellen, quer zur Mulde in Höhen zw. 10-20 cm und mit einer Neigung 1:3, angeordnet. Die Straßenabflüsse werden an den Erdschwellen gestaut und versickern über die 20 cm belebte Bodenzone.

In 49 Entwässerungsabschnitten wird diese dezentrale Reinigung und Versickerung ausgeführt.

Im Zuge der Lärmschutzwand von Bau-km 1+620 - Bau-km 2+204 werden auf einer Länge von ca. 615 m vier Grabenaufweitungen mit Versickerungsfunktion vorgesehen.

In den Streckenabschnitten mit Sägezahnprofil werden zentrale Anlagen zur Regenklärung mit anschließender Rückhaltung oder Versickerung benötigt, da das Straßenoberflächenwasser im Mittelstreifenbereich über Rohrleitungen gefasst und zu den Tiefpunkten geleitet wird.

Tab 2: Zentrale Anlagen → Funktion

Bezeichnung der Anlage	Bau-km	Funktion der Anlage	Einleitungs-/Versickerungsstelle
R 0-1	0+330	Klärung + Versickerung	V 5
G 1-1	1+620	Klärung + Versickerung	V 29
G 1-2	1+775	Klärung + Versickerung	V 31
G 1-3	1+935	Klärung + Versickerung	V 33
G 2-1	2+105	Klärung + Versickerung	V 35
R 2-1	2+940	Klärung + Rückhaltung	E 1
R 3-1	2+995 - 3+145	Klärung + Rückhaltung	E 2
R 3-2	3+208	Klärung + Rückhaltung	E 3
R 3-3	3+475	Klärung + Rückhaltung	E 4

1. Berechnungsgrundlagen

1. Berechnungsgrundlagen

1.1 Allgemeines

- Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS – EW, Ausgabe 2005)
- DWA Regelwerke (A 117, A 118, A 128, A 138, M 153)
- Regenreihen des Deutschen Wetterdienstes
- Excel – Programm Fränkische Rohrwerke RigoPLAN professional 5.03, Bemessung von Anlagen für die Regenwasserbewirtschaftung und Regenwasserbehandlung gemäß DIN 1986-100, DIN EN 752, DWA - A 138 / A 117 / M 153

Nach den Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (Merkblatt DWA – M 153) wird sowohl ein quantitativer als auch ein qualitativer Nachweis über die Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse für den quantitativen und qualitativen Nachweis nach dem Merkblatt M 153 sind für die **Regenwasserbehandlungen**:

- mit **Versickerung** unter **Ziff. 2; Seiten A1 – A164**
- mit **Rückhaltung** unter **Ziff 3, Seiten B1 – B19**

zusammengestellt.

Unter **Ziff. 4 Seiten C1 – C13** sind die **Einleitungs- (E_i)** und **Versickerungsstellen (V_i)** und unter **Ziff. 5 Seite D1** die zu **entwässernden Flächen** in **bestehende Kanalsysteme** beschrieben.

In den Lageplänen zu den wassertechnischen Berechnungen – **Unterlage Nr. 18.3, Blatt Nr. 1 u. 2** - sind die **geplanten Entwässerungssysteme** mit den **Einzugsflächen** dargestellt.

1.2 Regenspenden

$r_{D,n}$ [l/(s·ha)] = Regenspende der Fließzeit entsprechend der Dauer **D**
und der Häufigkeit **n** [1/a]

Die Regenspende $r_{D,n}$, die früher als Produkt aus Regenspende $r_{15(1)}$ und dem Zeitbeiwert $\phi_{D,n}$ für eine bestimmte Regendauer **D** und Regenhäufigkeit **n** gebildet wurde, wird nun nach Eingabe der Gauß-Krüger-Koordinaten aus dem KOSTRA Atlas – Starkniederschlagregen für Deutschland (DWD) – räumlich aus der jeweiligen Rasterfeldnummer gewonnen.

Es ergibt sich für den Planungsbereich die Regenspende $r_{15,1} = 113,9$ l/(s·ha)

1.3 Regenhäufigkeit

Die Regenhäufigkeit **n** [1/a] gibt die Zahl der Regenereignisse an, die im Mittel pro Jahr auftreten. Für die Bemessung der Straßenentwässerungseinrichtungen werden nach RAS-EW (2005) folgende Regenhäufigkeit angesetzt:

- Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen $n = 1$
- Mittelstreifen $n = 0,33$

Das Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen legte für die Bemessung der **Regenwasserbehandlungsanlagen** ein 2-jähriges Regenereignis fest ($n = 0,5$).

Tab 3: Zentrale Anlagen → Regenhäufigkeit

Bezeichnung der Anlage	Bau-km	Regenhäufigkeit n
R 0-1	0+330	0,5
G 1-1	1+620	0,5
G 1-2	1+775	0,5
G 1-3	1+935	0,5
G 2-1	2+105	0,5
R 2-1	2+940	0,5
R 3-1	2+995 -3+145	0,5
R 3-2	3+208	0,5
R 3-3	3+475	0,5

1.4 Abflussbeiwerte (Spitzenabflussbeiwerte)

Das Ableitungsvermögen wird als Spitzenabflussbeiwert Ψ_s ausgedrückt:

$$\Psi_s = \frac{\text{max. Abflussspende}}{\text{zugehörige Regenspende}} = \frac{q \text{ [l/(s·ha)]}}{r \text{ [l/(s·ha)]}}$$

Folgende aufgeführten Spitzenabflussbeiwerte werden angesetzt:

Straßenraum:

- Fahrbahn, direkte Einleitung in die Längsleitung $\Psi_s = 0,9$
- Bankette (Schotterrasen) $\Psi_s = 0,6$
- Mittelstreifen $\Psi_s = 0,3$
- Damm-, Einschnittsböschungen (Kies-, Sandboden) $\Psi_s = 0,3$
- Mulden (Kies-, Sandboden) $\Psi_s = 0,3$
- Versickerungsrate für Einschnittsböschung $q_s = 150 \text{ l/(s·ha)}$
- Versickerungsrate für Dammböschung $q_s = 150 \text{ l/(s·ha)}$

1.5 Abflussmengen (Spitzenabfluss)

Fahrbahntwässerung im Einschnitt (Längsleitung):

$$Q_{zu} = r_{D,n} \cdot \sum A_{E,FB} \cdot \Psi_s \quad [\text{l/s}] \quad (\text{Formel [2] RAS-EW, Ausgabe 2005})$$

Fahrbahntwässerung über Böschung und Mulde am Dammfuß:

$$Q_{zu} = r_{D,n} \cdot \sum A_{E,FB} \cdot \Psi_s + (r_{D,n} - q_s) \cdot \sum A_{E,Bö} \quad [\text{l/s}]$$

Drosselabfluss:

$$Q_d = q_r \cdot A_u \quad [\text{l/s}] \quad (\text{Formel [6.2] DWA - M 153, Ausgabe 2007})$$

Hierin bedeuten:

$Q_{zu} \quad [\text{l/s}] =$ Zuflussmenge aus der Entwässerungsfläche für die Abflusssituation mit Straße

$q_r \text{ [l/(s·ha)]} =$ Zulässige Regenabflussspende nach Tabelle 3, M 153 bzw.

$q_s \text{ [l/(s·ha)]} =$ Spezifische Versickerungsrate Böschung (einschließlich Seitenstreifen und Mulde am Dammfuß)

Q_d [l/s]	=	zulässige Abflussmenge zur Dimensionierung der Regenrückhaltebecken (Drosselabfluss)
$r_{D,n}$ [l/(s·ha)]	=	Regenspende der Fließzeit entsprechend der Dauer D und der Häufigkeit n [1/a]
$A_{E,FB}$ [ha]	=	Größe der jeweiligen Entwässerungsteilfläche (Fahrbahn)
$A_{E,Bö}$ [ha]	=	Größe der jeweiligen Entwässerungsteilfläche (Böschung)

1.6 Notüberlauf aus dem Regenrückhaltebecken (RRB)

Da das Volumen des Regenrückhaltebeckens begrenzt ist, und die Ablaufleistungen nur für ein Q_{dr} abführen kann, wird für den Fall einer Überschreitung der Bemessungsgrößen als Sicherheitseinrichtung ein Notüberlauf für das Regenrückhaltebecken vorgesehen. Maßgebender Bemessungswert ist $Q_{zu} = Q_{max^*}$.

1.7 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Regenklär- / Rückhaltebecken R 3-1, R 3-2 und R 3-3

1.7.1 Allgemeines

Um im Regenklärbecken die Kriterien für den Gewässerschutz einhalten zu können (sog. Klärbedingungen), wird der Zufluss in das Regenklärbecken auf den Bemessungsabfluss $Q_{krit.}$ bemessen.

Die Drosselung des Abflusses wird im Auslaufbauwerk (siehe Abbildung 6, Seite E6) des Regenrückhaltebeckens mittels eines Tauchrohres sichergestellt; damit wird gleichzeitig noch eine ergänzende Sicherheit zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeiten erzielt.

1.7.2 Vorbemerkungen zur Beckenkonzeption

Den **Rückhaltebecken R 3-1 und R 3-3** wird aufgrund ihrer Größen jeweils ein Klärbecken vorgeschaltet (siehe Abbildung 4, Seite E4). Diese Klärbecken besitzen nach den Erfordernissen der RAS-EW 2005 je einen Auffangraum (Rückhaltevermögen) von 10 – 30 m³ für Leichtflüssigkeiten und einen Schlammauffangraum von mindestens 1 m³ Schlamm / ha bezogen auf die befestigte Fläche.

Das Becken **R 3-2** wird als **kombiniertes Regenklär- /Rückhaltebecken** ausgeführt. Bei diesem Becken werden ebenfalls die Vorgaben für die Auffangräume für Leichtflüssigkeiten und Schlammfall eingehalten (siehe Abbildung 5, Seite E5).

1.7.3 Bemessung der Regenklärbecken (RKB)

Die Klärbecken (Absetzbecken) werden gemäß RAS-EW 2005 für eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 10 \text{ m/h}$ beim Bemessungszufluss Q ($n = 1$) dimensioniert.

$r_{\text{krit}} \geq 45 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ (kritische Regenabflussspende nach den „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ Merkblatt DWA - M 153, Tabelle 4c)

kritischer Regenabfluss:

$$Q_{\text{krit}} = r_{\text{krit}} \cdot A_u \text{ [l/s]}$$

$$A_u = A_E \cdot \psi_s \text{ [l/s]}$$

notwendige Klärbedingungen bei Q_{krit} :

$$v_h = Q_{\text{krit}(r,\text{krit})}/(B \cdot T) \quad v_h < 0,05 \text{ m/s}$$

$$q_A = Q_{\text{krit}(r,\text{krit})}/(B \cdot L) \quad q_A < 10 \text{ m/h}$$

Verwendete Abkürzungen:

Q_{krit} [l/s]	=	kritischer Regenabfluss
r_{krit} [l/(s*ha)]	=	kritische Regenspende
A_u [ha]	=	reduzierte Einzugsfläche
ψ_s [-]	=	zu A_u gehörender Spitzenabflussbeiwert
Q_{zu} [l/s]	=	Zulaufmenge
B [m]	=	mittlere Beckenbreite
L [m]	=	mittlere Beckenlänge
T [m]	=	mittlere Wassertiefe (OK WSP bis OK Schlammauffangraum)
t_s [m]	=	Tiefe des Schlammauffangraumes
v_h [m/s]	=	horizontale Fließgeschwindigkeit
q_A [m/h]	=	Oberflächenbeschickung

1.7.4 Bemessung Klärbeckenzu- / ablauf

Die Dimensionierung erfolgt nach der Formel (9) der RAS - EW (2005)
für eingestaute Rohrdurchlässe:

$$Q = \left[\frac{8}{g \pi^2 d^4} \left(1,5 + \frac{2g l}{K_{St}^2 \left(\frac{d}{4} \right)^{4/3}} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad [m^3/s]$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	= Durchfluss
d	[m]	= Innendurchmesser des Tauchrohres
Δh	[m]	= Spiegeldifferenz Oberwasser / Unterwasser = max. WSP - WSP _A
l	[m]	= Rohrlänge bzw. Tauchrohrlänge t _R
K _{st}	[m ^{1/3} /s]	= Rauigkeit
g	[m/s ²]	= Fallbeschleunigung = 9,81

Die Ergebnisse sind unter Ziffer 3, Seite B15 Durchlassdimensionierung und
Ziffer 3, Seite B16 Drosselbemessung zusammengefasst.

1.7.5 Bemessung der Regenrückhaltebecken (RRB)

Die Ermittlung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt mit dem PC - Pro-
gramm Excel.

Die Ergebnisse sind unter der Ziffer 3, Seiten B17 – B19 zusammengestellt.

1.7.6 Tauchrohrbemessung

Die Tauchrohrbemessung zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeiten entfällt, da dies be-
reits durch die schräg eingebauten Abflussrohre im Klärbecken gewährleistet ist.

Das im Auslaufbauwerk der Regenrückhaltebecken vorgesehene Tauchrohr ist als
Drosselelement vorgesehen; damit wird gleichzeitig noch eine ergänzende Sicherheit
zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeiten erzielt. Die Tauchrohrlänge (t_R) wird konstruk-
tiv mit 0,2 m festgelegt. Das Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen legte für die Bemess-
ung der Drosselelemente der Becken R 2-1, R 3-1, R 3-2 und R 3-3 einen Mindest-
durchmesser von DN 100 fest.

1.8 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Regenklär- / Versickerungsanlage R 0-1 und der Regenklär- / Rückhalteanlage R 2-1

Die Sedimentation (Klärung) des verunreinigten Straßenoberflächenwassers erfolgt in einem gegen die Fließrichtung geneigtem Rohr. Die Sedimentationsstrecke ist ein Polypropylenrohr das zwischen einem Startschacht (Zulauf Q_{zu}) und einem Zielschacht (Tauchwand, Ablauf in Versickerungsanlage) angeordnet ist (s. Abbildung 2, Seite E2). Schadstoffe, die durch abfließendes Regenwasser mitgespült werden, sind überwiegend an kleine und kleinste Festpartikel gebunden. Dieses System nutzt die Schwerkraft, um diese Feinstoffe aus dem verunreinigten Straßenoberflächenwasser abzuscheiden. Das Sediment lagert sich im unteren Teil der Sedimentationsstrecke ab. Ein Strömungstrenner (Gitter) verhindert die Remobilisierung bereits abgelagerter Sedimente und somit den Austrag in die Versickerungs- bzw. Rückhalteanlage. Er bildet einen strömungsberuhigten Raum, in dem das Sediment bei einem Starkregen nicht wieder aufgewirbelt wird. Die Anströmung erfolgt nur oberhalb des Strömungstrenners. Durch Dauerstaubetrieb bleibt das Sediment in der Schlammphase. Damit ist die Reinigung der Anlage mit herkömmlicher Spültechnik möglich. Sie erfolgt durch das Absaugen des Inhaltes im Startschacht.

Hat das geklärte Abwasser den Zielschacht passiert, gelangt es anschließend:

- bei der Anlage R 0-1 in ein Versickerungsbecken. Über die 20 cm starke belebte Bodenzone (Beckensohle) gelangt das gereinigte Oberflächenwasser in das Grundwasser.
- bei der Anlage R 2-1 in Kunststoff-Füllkörper aus Polypropylen mit einem Hohlraumanteil aus 95 Prozent. Um die Wasserdichtigkeit der Rückhalteanlage sicherzustellen werden die Außenflächen des Systems mit einer 2,0 mm starken Polyethylen Dichtungsbahn verschweißt. Das zurückgehaltene Wasser wird über eine Rohrdrossel DN 100 und einen Graben am Dammfuß in den Unkenbach geleitet.

Die Anlagen werden jeweils mit einem Notüberlauf oberhalb der Dauerstaulinie ausgestattet.

Es werden bei der Behandlungsanlage R 0-1 2 Sedimentationseinrichtungen vorgesehen die jeweils 2.000 Liter Leichtflüssigkeiten (Summe 4 m³) zurückhalten. Bei der Behandlungsanlage R 2-1 kommen 3 Sedimentationseinrichtungen mit einem jeweiligen Rückhaltevolumen für Leichtflüssigkeiten von jeweils 2.000 Liter zum Einsatz (Summe 6 m³).

Die Anlagen wurden mit dem Excel-Programm RigoPLAN professional 5.03 (Fränkische Rohrwerke) berechnet.

Die Ergebnisse sind unter der Ziffer 2, Seiten A13–A13 und Ziffer 3 B1- B5 zusammengestellt.

1.9 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Grabenaufweitungen mit Versickerung G 1-1, G 1-2, G 1-3 und G 2-1

Die im Zuge der Baumaßnahme erforderlichen Grabenaufweitungen werden in Erdbauweise mit Böschungsneigungen 1 : 1,5 – 1: 2 hergestellt. Die Sohle der Gräben werden mit 30 cm Oberboden angedeckt, so dass das Wasser über die belebte Bodenzone versickert. Auf der bewachsenen Versickerfläche der Grabensohle werden die Feststoffe des Fahrabflusses durch die mechanische Filterwirkung der Böden und durch Sorption in der belebten Bodenzone weitgehend zurückgehalten. Dies gilt ebenfalls für die breitflächige Versickerung über die Böschungen und Mulden.

Die Grabenabmessungen sind bei den Versickerungsberechnungen nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 jeweils unter Ziffer 2 auf den Seiten A89, A95, A101 und A138 angegeben.

Die Grabenaufweitungen werden mit einem aus Naturstein befestigten Notüberlauf ausgestattet

1.10 Schlussbemerkung

In all den Entwässerungsbereichen in denen die Fahrabahn breitflächig über die Dammböschungen, Mulden und sonstigen Flächen versickert ist zu gewährleisten, dass eine 20 cm starke belebte Oberbodenzone zur Reinigung des Straßenabwassers vorhanden ist.

Die **Regenklärbecken** und das **kombinierte Regenklär- und Rückhaltebecken** werden in Erdbauweise mit Flächenbefestigung und darunter liegender Abdichtung gebaut. Die Böschungsneigungen werden mit 1 : 1,5 ausgeführt.

Die **Regenrückhaltebecken** werden in Erdbauweise ohne Flächenbefestigung und Abdichtung mit einer Böschungsneigung von 1 : 2 hergestellt.

Die **Füllkörper** der Rückhalteinlage **R 2-1** bestehen aus dem Kunststoff Polypropylen. Sie besitzen ein geringes Eigengewicht; einen Hohlraumanteil von 95 % (sehr hohes Wasserspeichervolumen) und einen durchgehenden Inspektionstunnel. Dieser Tunnel ermöglicht die Kontrolle der verschweißten Außenflächen sowie des gesamten Rückhaltevolumens mit einem Kamerawagen.