

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

## 1. Berechnungsgrundlagen

Die Ableitung und Behandlung des Straßenoberflächenwassers erfolgt nach:

- (1) den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew), Ausgabe 2005 unter Beachtung der in Baden-Württemberg geltenden
- (2) Technischen Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser (TRABS), 01.01.2008
- (3) Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten, LfU BW Mai 2005
- (4) Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser Regenrückhaltung, LfU BW Juni 2006

### **1.1 Regenwasseranfall**

#### 1.1.1 Berechnungsregen

KOSTRA Atlas des DWD, 1997  
Starkniederschlagshöhen für Deutschland Rasterfeld 30/98

Regendauer T (min)	Niederschlagsspenden (l/s/ha) für Wiederkehrzeit (a)		
	1	2	5
5	259,7	315,9	390,2
10	161,4	200,6	252,5
15	122,2	154,0	<b>196,0</b>
20	100,3	127,7	163,9
30	76,0	98,1	127,5
45	57,5	75,5	99,2
60	47,2	62,7	83,1
90	35,9	47,1	61,9
120	29,6	38,5	50,3
180	22,5	28,9	37,5
240	18,5	23,6	30,5
360	14,1	17,8	22,7
540	10,7	13,4	17,0
720	8,8	11,0	13,8
1080	6,8	8,3	10,3
1440	5,8	7,0	8,6
2880	3,5	4,1	4,9

Für die Berechnungen im Folgenden ist in Absprache mit dem Landratsamt Bodenseekreis der 5jährige Regen mit einer Dauer von 15 Minuten maßgebend. Die Regenspende beträgt 196 l/s/ha. Die hydraulische Berechnung in Unterlage 13.3 wird mit diesem Wert durchgeführt. Der Bemessungsregen entspricht der Berechnung von Straßentiefpunkten in der RAS-Ew (1). Diese Vorgehensweise trägt der im Folgenden näher beschriebenen Einschnittslage der Straße Rechnung.

### 1.1.2 Abflussbeiwerte

Für die Bemessung des Entwässerungssystems wird von folgenden Werten ausgegangen:

Fläche	$\psi$ m
Fahrbahn über Bord	0,90
<b>Fahrbahn über Bankett</b>	<b>0,70</b>
Wege mit Asphaltoberbau	0,70
<b>Mulde, Bankett, Mittelstreifen</b>	<b>0,40</b>
Damm-/ Einschnittböschungen	0,40
Aussengebiete (natürliches Gelände)	0,05

Als Folge der Besonderheit der fast durchgängigen Einschnittslage der Straße wirkt sich der hohe Bemessungsregen aus. In Absprache mit dem Landratsamt Bodenseekreis wird dieser Einfluss durch die alleinige Berücksichtigung des Versagensfalls der Straßenentwässerung abgemildert. Das bedeutet, die unbefestigten Flächen wie Aussengebiete und Böschungen werden in der Berechnung vernachlässigt.

### 1.1.3 Entwässerungssystem

Im Regelfall entwässert die Straße über das Bankett in die begleitende 1,5 m breite Mulde. Als Sonderfall stellt sich hier die z.T. künstliche Einschnittslage dar. Dementsprechend wird der Oberflächenabfluss, der in den Mulden nicht zur Versickerung gelangt, über Muldeneinlaufschächte gesammelt und in die Vorflut eingeleitet.

In den Mulden werden Erdschwellen angeordnet. So wird der Oberflächenabfluss verzögert und die Passage durch die belebte Bodenschicht begünstigt. Als Sickerleistung der Mulden ist ein dauerhafter Wert von  $5 \times 10^{-5}$  m/s an zu streben. Die endgültige Versickerung in den Untergrund kann aber infolge der anstehenden Bodenverhältnisse nicht gesichert werden. Da bei der Versickerung in den Untergrund jegliche Kontrollmöglichkeit verloren geht, ist sie in diesem Fall auch nicht beabsichtigt. Im Vordergrund steht die Behandlung des Straßenabflusses in der Bodenpassage. Dementsprechend wird das behandelte Sickerwasser an geeigneten Stellen dem im Planungsgebiet vorhandenen Grabensystem zugeführt.

Erst wenn der anfallende Straßenabfluss die Sickerleistung (hier: Summe der Abflusskapazität der Sickerleitung und der eventuellen Versickerung in den Untergrund) übersteigt, springen die Muldeneinläufe an und das Überlaufwasser gelangt durch die geschlossene Rohrleitung zum Lipbach. Die Drainageleitungen sind also im Normalfall von der Überlaufleitung abgekoppelt. Auf eine weitere Rückhaltung und eine entsprechende Betrachtung (4) kann verzichtet werden.

## 1.2 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der K 7743 neu teilt sich in 4 Einzelgebiete. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Entwässerungsrichtung bzw. der Ableitung des Sickerwassers. Unabhängig von den Einleitstellen in das vorhandene Grabensystem dient der Lipbach letztendlich als Vorflut.

Begleitend zur Straßenentwässerung in den Einzugsgebieten werden die vorhandenen Gräben erhalten ggf. umverlegt.

### 1.2.1 Allgemeines

Der geplante Straßenverlauf sieht die prinzipielle Lage im Einschnitt vor. Dies wird z.T. durch das natürliche Gelände vorgegeben. Größtenteils wird der Einschnitt jedoch durch die Schüttung von Dämmen links und rechts des Straßenkörpers erreicht. Infolgedessen ist die breitflächige Entwässerung über das Bankett/Böschung nicht möglich. Der im Einschnitt des jeweiligen Einzugsgebietes anfallende Oberflächenabfluss muss von daher gesammelt und abtransportiert werden. Dabei ist der Abfluss von den Banketten und Straßenflächen generell behandlungsbedürftig. Die zur Straße zeigenden Böschungen sind infolge der Spritzwasserproblematik ebenfalls belastet, wenn auch im geringeren Umfang als die Verkehrsflächen.

Den Schutzbedürfnissen der vorhandenen Gräben bzw. Grabensysteme wird durch die Retention/Translation in den Mulden und durch die Passage der dortigen belebten Bodenzone Rechnung getragen. Unter Ausnutzung der zeitgleichen Versickerung in den Untergrund werden verteilt auf die Gesamtstrecke möglichst kleine Teilmengen erreicht, die in Gräben mit vermindertem Schutzbedürfnis eingeleitet werden. Das Verschlechterungsverbot ist somit für die Teileinzugsgebiete eingehalten. Die Kontrolle des Entwässerungssystems ist in Folge der verteilten Einleitstellen - im Gegensatz zu einer Rigolenversickerung unter den Mulden - wesentlich verbessert.

### 1.2.2 Teileinzugsgebiete

#### **Einzugsgebiet B33: Station 0 + 230 bis 0 + 540**

Der Bestand der B33 wird durch die Ergänzung der Abbiegespuren zu den Rampen verbreitert. Dadurch ergeben sich Einschnitte, die die bisherige Entwässerung über die Böschungen verändern. Im Abschnitt 0 + 230 bis 0 + 360 (Hochpunkt) fällt die Querneigung entgegengesetzt zur Rampe der Umgehungsstraße. Im Abschnitt 0 + 360 bis 0 + 540 erlaubt das Quergefälle die Entwässerung in die beginnenden beidseitigen Mulden der Rampe. Vor der Station 0 + 230 entwässert die Bundesstraße nach wie vor breitflächig über das Bankett.

**Einzugsgebiet A: Station 4 + 350 bis 5 + 075 einschl. Rampe 1 + 2**

Hier handelt es sich um den westlichen Teil des Planungsabschnittes. Er ist charakterisiert durch die Bauwerke BW1 (Unterquerung der B 33) mit zwei Auffahrtsrampen und BW2 (Unterquerung des Feldweges). An BW2 liegt der Tiefpunkt dieses Abschnitts, die Station 5 + 100 stellt den Hochpunkt dar.

Die Entwässerung erfolgt der Querneigung entsprechend in die straßenbegleitende Mulden, die auch den Oberflächenabfluss der angrenzenden Böschung aufnehmen. Die jeweils gegenüberliegende Böschung erhält eine separate grabenähnliche Mulde. Aufgrund der starken Versiegelung der Rampen und Einmündungen können die 1,5 m breiten Mulden lediglich den einjährigen Regen aufnehmen. Infolgedessen wird im Innenbereich der Rampen zusätzliche Muldenfläche bereitgestellt.

Ein geeigneter Vorfluter zum Einleiten der Überläufe der Mulden ist in direkter Nähe nicht vorhanden. Die Längsleitung DN 400 (in den Rampen reicht jeweils DN 300 aus) wird daher zum Tiefpunkt bei BW2 geführt und von dort aus als neue Transportleitung DN 500 zum ca. 280 m entfernten Graben im südwestlich gelegenen Waldstück zur Einleitung gebracht. Die Fließrichtung des Grabens verläuft zum Lipbach. Das System wird so dimensioniert, dass es im Versagensfall den maximalen Abfluss des Teileinzugsgebietes beim 5jährigen Regen ableiten kann. Die Einleitmenge beträgt gemäß Unterlage 13.3 maximal 209 l/s.

Die bestehenden Gräben westlich der B 33 werden durch die Straßenbaumaßnahme unterbrochen und werden künftig entlang der Böschungsoberkante umgeleitet.

**Einzugsgebiet B: Station 5 + 075 bis 7 + 150**

Das zweite Einzugsgebiet beginnt am Hochpunkt der Straße und bildet den Anfang der Gefällestrecke, die in durchgehender Einschnittslage bis zum Lipbach verläuft. Dieser lange Abschnitt ist charakterisiert durch die Vielzahl der vorhandenen Gräben, die alle eine geringe Einschnittstiefe aufweisen. Zur Überquerung des Quellgrabens (Bauwerk BW6) steigt die Gradienten dann wieder an.

Die Entwässerung erfolgt der Querneigung entsprechend in straßenbegleitenden Mulden, die auch den Oberflächenabfluss der angrenzenden Böschung aufnimmt. Die jeweils gegenüberliegende Böschung erhält eine separate grabenähnliche Mulde. Mit der Querneigung wechselt auch die Lage der Längsleitung zur Aufnahme der Muldenüberläufe. Der Durchmesser wächst von DN 300 beginnend auf DN 600 im Tiefpunkt bei Station 7 + 010 an. Dieser Durchmesser wird bis zur Einleitung in den Lipbach unterhalb des RÜB Lipbach beibehalten. Das System wird so dimensioniert, dass es im Versagensfall den maximalen Abfluss des Teileinzugsgebietes beim 5jährigen Regen ableiten kann. Die Einleitmenge beträgt gemäß Unterlage 13.3 maximal 305 l/s.

Am BW3 beginnt eine bestehende Leitung DN 300, die nach ca. 120 m in einen offenen Graben übergeht. Dieses System wird künftig zum Ableiten der nicht versickerten Wassermengen des Teileinzugsgebietes genutzt. Der Graben verläuft in südöstlicher Richtung zum oben beschriebenen im Wald gelegenen Graben. Dessen Fließrichtung verläuft zum Lipbach und somit zum Bodensee.

Die bestehenden Gräben nördlich der Neubaustrecke bis Station 6 + 140 werden mit neu zu erstellenden, weitgehend parallel zum Böschungsfuß verlaufenden Gräben zusammengefasst und gezielt unter der Straße zu den in Richtung Südwest verlaufenden Gräben geleitet. Eine Tieferlegung der entsprechenden Gräben zur Unterquerung des Straßenkörpers ist unvermeidbar.

Die bestehenden Gräben nördlich der Neubaustrecke ab Station 6 + 680 werden baulich nicht verändert. Die Tiefenlage des Grabens ist zur Unterquerung des Straßenkörpers ausreichend. Er wird ökologisch durchgängig, wenn auch nur zur Entwässerung des angeschlossenen Aussengebietes, ausgebildet. Die erhöhte Schutzbedürftigkeit dieses Grabensystems ist durch die Ansiedlung der Bachmuschel gegeben.

### **Einzugsgebiet C: Station 7 + 150 bis 7 + 480**

Dieses Einzugsgebiet steigt bis zum Anschluss der Straße an die L 207 an. Der Abschnitt ist charakterisiert durch die Vielzahl der geplanten Bauwerke, beginnend mit Bauwerk BW6 (Quellgraben-Brücke) bis hin zu Bauwerk BW8 (Unterquerung der DB mit den begleitenden Wegen durch BW7 bzw. 9).

Die Entwässerung erfolgt der Querneigung entsprechend in eine straßenbegleitende Mulde, die auch den Oberflächenabfluss der angrenzenden Böschung aufnimmt. Die jeweils gegenüberliegende Böschung erhält eine separate grabenähnliche Mulde.

Ein geeigneter Vorfluter zum Einleiten der Überläufe der Mulden ist in direkter Nähe nicht vorhanden. Die Längsleitung DN 300 wird daher zum Tiefpunkt geführt und von dort in den Lipbach unterhalb von BW6 eingeleitet. Das System wird so dimensioniert, dass es im Versagensfall den maximalen Abfluss des Teileinzugsgebietes beim 5jährigen Regen ableiten kann. Die Einleitmenge beträgt gemäß Unterlage 13.3 maximal 49 l/s. Da das Teileinzugsgebiet relativ klein ist, wird darauf verzichtet mit einer entsprechend langen Transportleitung erst nach dem Auslauf des RÜB Lipbach, wie es beim Einzugsgebiet B der Fall ist, einzuleiten.

### **Einzugsgebiet D: L207 Station 0 + 100 bis 0 + 395**

Dieses Einzugsgebiet liegt parallel zur Bahnlinie Markdorf - Friedrichshafen. Mit dem Hochpunkt bei 0 + 395 erfolgt eine entwässerungstechnische Trennung. Der Oberflächenabfluss des Teileinzugsgebietes wird über eine Ableitung zum Lipbach geführt und unterhalb des Auslaufs des RÜB Lipbachs eingeleitet.

Die Entwässerung erfolgt der Querneigung entsprechend in eine straßenbegleitende Mulde, die auch den Oberflächenabfluss der angrenzenden Böschung aufnimmt. Die jeweils gegenüberliegende Böschung erhält eine separate grabenähnliche Mulde.

Ein geeigneter Vorfluter zum Einleiten der Überläufe der Mulden ist in direkter Nähe nicht vorhanden. Die Längsleitung DN 300 wird daher zur Station 7 + 420 geführt und von dort aus als neue Transportleitung DN 400 zum ca. 140 m entfernten Lipbach zur Einleitung unterhalb des RÜB Lipbach gebracht. Das System wird so dimensioniert, dass es im Versagensfall den maximalen Abfluss des Teileinzugsgebietes beim 5jährigen Regen ableiten kann. Die Einleitmenge beträgt gemäß Unterlage 13.3 maximal 98 l/s.

#### 1.2.3 Einzugsgebietsflächen

Die Einzugsgebietsflächen sind den Tabellen der hydraulischen Berechnung in Unterlage 13.3 zu entnehmen. Sie sind in den Lageplänen Blatt Nr. 1 bis 4 der Unterlage 13.2 dargestellt. Die Entwässerungs- und Leitungspläne befinden sich in Unterlage 15.2 Blatt Nr. 1 bis 4.

### **1.3 Regenwasserabfluss**

#### 1.3.1 maximale Einleitmengen

Der gesamte Abfluss von den befestigten fließt den straßenbegleitenden Mulden zu. Wenn die Retentionsanlagen versagen, werden beim 5jährigen Bemessungsregen mit 196 l/s/ha folgende maximale Wassermengen gemäß Unterlage 13.3, die im Folgenden nochmals zusammengestellt sind, in den Längsleitungen transportiert und in die Vorflut entlastet:

- Einzugsgebiet A 209 l/s über Transportleitung in Graben zum Lipbach
- Einzugsgebiet B 305 l/s über Transportleitung in den Lipbach
- Einzugsgebiet C 49 l/s direkt in den Lipbach
- Einzugsgebiet D 98 l/s über Transportleitung in den Lipbach

### 1.3.2 Bewertung nach M153

Neben der reinen Hydraulik zum Nachweis der Entwässerbarkeit der Einzugsgebiete kommt der gütemäßigen Behandlung des Oberflächenabflusses eine wesentliche Bedeutung zu. So ist im konkreten Fall dem Schutzbedürfnis des Grundwassers bei der Versickerung und insbesondere dem Schutzbedürfnis der oberirdischen Gewässer Rechnung zu tragen. Die Behandlung des Oberflächenabflusses ist hierbei hinsichtlich der Emissionen in Relation zum Gewässertyp zu bewerten. Diese Bewertung erfolgt gemäß (2) in Anlehnung an das ATV-DVWK-Merkblatt M153.

Folgende Eingangswerte liegen der Bewertung zu Grunde:

Gewässerpunkte: Typ G4 (großer Hügellandbach) = 21 Punkte  
Einfluss aus der Luft: Typ L1 (Straßen ausserhalb Siedlungen) = 1 Punkt  
Flächenverschmutzung: Typ F6 (Straßen über 15.000 KfZ/24h) = 35 Punkte

Ziel des Bewertungsverfahrens ist, die Abflussbelastung durch den Verkehr mittels geeigneter Behandlung zu senken. Der dafür verantwortliche Durchgangswert ist dabei so zu wählen, dass der Emissionswert kleiner als die maßgebende Gewässerpunktzahl wird. Im vorliegenden Fall für die Einleitung von Drainageleitungen ist das Bewertungsverfahren jedoch nicht anwendbar. Es wird jedoch durch den 30 cm bewachsenen Oberboden ein größtmöglicher Schadstoffrückhalt erzielt. Dies entspricht Typ D1b (allerdings mit anschließender Versickerung) mit einem Durchgangswert von  $= 0,20$  bei einer Flächenbelastung der undurchlässigen Fläche  $A_u$  zur Versickerfläche  $A_s$  von  $> 5:1$  bis  $\leq 15:1$ .

Lediglich zur groben Beurteilung dient somit die nachfolgende Vergleichsrechnung:

Vorhandene Abflussbelastung  $B = F6 + L1 = 36$  Punkte  
Maximal zulässiger Durchgangswert  $D = G4/B = 21/36 = 0,58$

Es ist davon auszugehen, dass das in Abstimmung mit dem Landratsamt Bodenseekreis gewählte System unterhalb dieses maximal zulässigen Durchgangswertes liegt.

## 2. Bemessung

### 2.1 *Regenwasserkanäle in den Einzugsgebieten*

Die Bemessung der Regenwasserkanäle in den Einzugsgebieten erfolgt mit dem Programm FLUT, Version 7.12, der Dr. Pecher AG.

Betriebliche Rauigkeit	$K_b = 1,5 \text{ mm}$
Bemessungsregen	$r_{15,0,2} = 196 \text{ l/s/ha}$ bei max. 90% Auslastung

Die maximalen Einleitwassermengen beim 5jährigen Bemessungsregen sind bereits im vorangegangenen Kapitel zusammengestellt. Die Berechnung ist der Unterlage 13.3 zu entnehmen. Die Kontrollrechnung mit dem 1jährigen unter Berücksichtigung aller angeschlossenen Flächen, also auch der Ausengebiete und Böschungen ergaben die annähernd gleichen Werte.

Die Bemessung der Drainageleitungen entfällt. Sie weisen generell einen Durchmesser von DN 150 auf. Auf einer Drosselung der Einleitmengen aus den Drainagen wird in Absprache mit dem Landratsamt Bodenseekreis bewusst verzichtet.

### 2.2 *Mulden in den Einzugsgebieten*

#### 2.2.1 Bemessung

Die Bemessung der Retentionsanlagen erfolgt nach dem ATV-Arbeitsblatt A 138 durch Iteration. Die Mulden werden für ein Regenereignis mit ein-, zwei- und fünfjähriger Wiederkehrzeit bemessen. Da der Straßenquerschnitt mit den beidseitigen Schutzwällen festliegt ist eine durchgängige Dimensionierung für den fünfjährigen Regen bei fest gegebener Breite nicht möglich. Die Mulden erhalten einen bewachsenen 30 cm starken Oberboden. Die Berechnung erfolgt für die gesamte Straßenbreite im jeweiligen Querschnitt zuzüglich der Muldenfläche selbst.

#### **Mulden im Einzugsgebiet A: Station 4 + 350 bis 5 + 075**

Angeschlossene reduzierte Flächen	ca. 10.600 m <sup>2</sup>
Länge der Muldensohle	ca. 1.240 m
Oberfläche	ca. 1.285 m <sup>2</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 1,0 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 126 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,5 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 187 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,2 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 288 m <sup>3</sup>

Erforderliche und gewählte Einstautiefe	0,30 m
Nutzbares Muldenvolumen	187 m <sup>3</sup> < 195,1 m <sup>3</sup> < 288 m <sup>3</sup>
Gewählte minimale Muldentiefe	0,35 m

Das nutzbare Muldenvolumen in Höhe von 195,1 m<sup>3</sup> reicht für den 2jährigen Regen aus.

#### Mulden im Einzugsgebiet B: Station 5 + 075 bis 7 + 150

Angeschlossene reduzierte Flächen	ca. 15.500 m <sup>2</sup>
Länge der Muldensohle	ca. 2.095 m
Oberfläche	ca. 2.179 m <sup>2</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 1,0 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 177 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,5 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 257 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,2 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 399 m <sup>3</sup>
Erforderliche und gewählte Einstautiefe	0,30 m
Nutzbares Muldenvolumen	257 m <sup>3</sup> < 338,5 m <sup>3</sup> < 399 m <sup>3</sup>
Gewählte minimale Muldentiefe	0,35 m

Das nutzbare Muldenvolumen in Höhe von 338,5 m<sup>3</sup> reicht für den 2jährigen Regen aus.

#### Mulden im Einzugsgebiet C: Station 7 + 150 bis 7 + 480

Angeschlossene reduzierte Flächen	ca. 2.500 m <sup>2</sup>
Länge der Muldensohle	ca. 270 m
Oberfläche	ca. 292 m <sup>2</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 1,0 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 30 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,5 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 45 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,2 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 69 m <sup>3</sup>
Erforderliche und gewählte Einstautiefe	0,30 m

Nutzbares Muldenvolumen	45 m <sup>3</sup> < 46,3 m <sup>3</sup> < 69 m <sup>3</sup>
Gewählte minimale Muldentiefe	0,35 m

Das nutzbare Muldenvolumen in Höhe von 46,3 m<sup>3</sup> reicht für den 2jährigen Regen aus.

#### Mulden Einzugsgebiet D: L207 Station 0 + 100 bis 0 + 395

Angeschlossene reduzierte Flächen	ca. 5.200 m <sup>2</sup>
Länge der Muldensohle	ca. 190 m
Oberfläche	ca. 189 m <sup>2</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 1,0 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 92 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,5 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 133 m <sup>3</sup>
Erf. Muldenvolumen für n = 0,2 siehe Listenrechnung im Anhang	ca. 192 m <sup>3</sup>
Erforderliche und gewählte Einstautiefe	0,30 m
Nutzbares Muldenvolumen	26,4 m <sup>3</sup> < 92 m <sup>3</sup>
Gewählte minimale Muldentiefe	0,35 m

Das nutzbare Muldenvolumen in Höhe von 26,4 m<sup>3</sup> reicht für den 1jährigen Regen nicht aus.

Im Einzugsgebiet A fehlen gemäß Listenrechnung im Anhang 93 m<sup>3</sup> Muldenvolumen für die Behandlung des 5jährigen Regens. Da innerhalb der Rampen Flächen zur Verfügung stehen, werden dafür zwei zusätzliche zentrale Muldenflächen bereitgestellt.

Im Einzugsgebiet B fehlen gemäß Listenrechnung im Anhang 60 m<sup>3</sup> Muldenvolumen für die Behandlung des 5jährigen Regens. Da innerhalb des Straßeneinschnitts keine Flächen zur Verfügung stehen, ist hier lediglich der 2jährige Regen behandelbar. Die darüber hinaus gehende Wassermenge wird wie beschrieben über die Muldenüberläufe der Längsleitung zum Lipbach zugeführt.

Im Einzugsgebiet C fehlen gemäß Listenrechnung im Anhang 23 m<sup>3</sup> Muldenvolumen für die Behandlung des 5jährigen Regens. Da neben der Straße keine Flächen zur Verfügung stehen, ist hier lediglich der 2jährige Regen behandelbar. Die darüber hinaus gehende Wassermenge wird wie beschrieben über die Muldenüberläufe der Längsleitung zum Lipbach zugeführt.

Im Einzugsgebiet D fehlen gemäß Listenrechnung im Anhang 166 m<sup>3</sup> Muldenvolumen für die Behandlung des 5jährigen Regens. Da zwischen L207 und Bahnlinie Flächen zur Verfügung stehen, wird dafür eine zusätzliche zentrale Muldenfläche bereitgestellt.

### 2.2.2 Nachweis

Auf Wunsch des Landratsamtes Bodenseekreis, Amt für Wasser- und Bodenschutz, wurde die Bemessung der Mulden mit einer Langzeitsimulation überprüft. Die Simulation erfolgte mit dem Programm KOSIM, Version 7.1.6, des Instituts für technisch-wissenschaftliche Hydrologie, Hannover (itwh).

Für die Simulation wurde eine von der LUBW für den Raum Markdorf synthetisch erzeugte, 30-jährige Regenreihe verwendet.

In KOSIM wird das Muldenvolumen idealisiert als Obelisk, erzeugt aus den Daten für Länge, Breite, Tiefe und Böschungsneigung, angesetzt. In Wirklichkeit ergibt sich bei diesem Projekt die Muldenform, bedingt durch die Straßenneigung, als halbiertes Tropfen. Die geometrischen Daten wurden für die Berechnung so gewählt, dass das Muldenvolumen exakt und die Muldenoberfläche in etwa den in der Tabelle im Anhang ermittelten Werten entsprechen.

Durch die Langzeitsimulation werden die Ergebnisse der Bemessung bestätigt. Die einzelnen Eingabedaten und Rechenergebnisse können dem Programmausdruck im Anhang entnommen werden. Die ermittelten Volumina können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Mulde	Bemessung für n	Bemessung V <sub>erf</sub> m <sup>3</sup>	Nachweis V <sub>erf</sub> m <sup>3</sup>	Mulde V <sub>vorh</sub> m <sup>3</sup>
EZG A	0,2	288	255	195,1
EZG B	0,5	257	271	338,5
EZG C	0,5	45	46	46,3
EZG D	0,2	192	178	26,4

Für die Einzugsgebiete A und D wird das in den straßenbegleitenden Mulden für die Abdeckung des 5-jährigen Regenereignisses fehlende Volumen in weiteren Mulden innerhalb der Rampen bzw. zwischen der L207 und der Bahnlinie zur Verfügung gestellt.

### 2.3 *Ableitungssysteme innerhalb der Einzugsgebiete*

Da die Querneigung der Straße wechselt, findet entsprechend auch auf den beiden Straßenseiten ein Wechsel zwischen Mulde mit darunter liegender Längsleitung und der grabenähnlichen Mulde statt. Der Abfluss der grabenähnlichen Mulde wird vor dem Querneigungswechsel, falls ein geeigneter Graben vorliegt ausgeleitet, ansonsten gefasst und der ankommenden Längsleitung zugeführt.

Die Ausführung der grabenähnlichen Mulde wird unter Verzicht auf die Erdschwellen wie die Retentionsmulden auf der gegenüberliegenden Seite ausgeführt. Eine Versickerung des Wassers wird nicht berücksichtigt, auch wenn sie beabsichtigt ist. Dementsprechend steht aber hier auch nicht die Erzielung eines Einstaus der Mulde mit 30 cm, sondern der „gebremste“ Oberflächenabfluss im Vordergrund. Die Anordnung von Kaskaden aufgrund des Straßengefälles, wie dies bei den Behandlungsmulden der Fall ist, entfällt entsprechend.

Die grabenähnlichen Mulden erhalten ebenfalls einen bewachsenen Oberboden zur Erzielung eines Reinigungseffekts, da die Böschungen generell durch Spritzwasser stofflich belastet sind.

Der Erosion der Gräben/Mulden ist vorzubeugen. Das gesamte Entwässerungssystem baut darauf auf, dass der Abfluss von den Böschungen bereits von Beginn an gering ist. Das bedeutet, dass beim Errichten der Böschungen mit Unterstützung durch entsprechende Erosionsschutzmaßnahmen die Vegetation schnellstmöglich die Wasseraufnahme regulieren muss. Das Abschwemmen von Oberboden schadet zudem der Versickerfähigkeit.

### 2.4 *zentrale Muldenflächen*

Für die Knotenbereiche reicht der neben den Straßenrändern zur Verfügung stehende Platz nicht für die Aufnahme des gesamten Abflusses von den Straßenflächen aus. Deshalb werden insgesamt drei zentrale Versickerbecken mit ebenfalls 30 cm maximaler Einstautiefe angeordnet. Die dafür erforderlichen Flächen mit untergeordneter Bedeutung liegen jeweils im Knotenbereich selbst vor.

#### **Muldenflächen beim Haslacherhof (B 33)**

Gemäß Dimensionierung im Anhang fehlen im Einzugsgebiet A 93 m<sup>3</sup> Muldenvolumen zur Behandlung des 5jährigen Regenereignisses. Dafür werden zusätzlich zwei Versickerflächen mit je 160 m<sup>2</sup> an den Einmündungen der Rampen von der B 33 angeordnet. Die Einstautiefe beträgt 30 cm.

#### **Muldenflächen beim Wagnerknoten**

Gemäß Dimensionierung im Anhang fehlen im Einzugsgebiet D 166 m<sup>3</sup> Muldenvolumen zur Behandlung des 5jährigen Regenereignisses. Dafür wird zu-

sätzlich eine Versickerfläche von 550 m<sup>2</sup> zwischen L207 und Bahnlinie beim Neubau der K7743 neu, Abschnitt Kluffern, angeordnet. Im provisorischen Zwischenzustand (Abschnitt Markdorf) wird auf die Versickerfläche verzichtet.

**2.5 Bauwerke zur Querung von Gewässern**

Im Zuge der Ortsumgehung werden der Espengraben und der Quellgraben von begleitenden Feldwegen überquert. Die betreffenden Bauwerke 4 und 5 werden als Stahlfertigteildurchlass bzw. Stahlbetonrohrdurchlass ausgebildet. Nach dem Zusammenfluss von Quell- und Espengraben überbrückt die Ortsumgehung mit Bauwerk 6 den Lipbach.

Aus der Hydrologischen Untersuchung der Abflussverhältnisse im Lipbach und in der Brunnisach des IHW Karlsruhe von 1992 sind folgende Werte für die Jährlichkeit 100 zu entnehmen.

Knoten	Scheitelabfluss Bestand [m <sup>3</sup> /s]	Scheitelabfluss Planung [m <sup>3</sup> /s]	Leistungsfähigkeit [m <sup>3</sup> /s]
Espengraben	10,6	12,4	k.A.
Quellgraben	13,9	13,0	8,0
RÜB Lipbach	23,2	29,9	15,0

Aufgrund der im Vergleich zu den ankommenden Scheitelabflüssen geringeren Leistungsfähigkeit des Lipbachs wird das Einzugsgebiet überschwemmt. Die Wasserspiegellage wurde in o.g. Untersuchung für einen maximalen Abfluss für 5 bis 40 m<sup>3</sup>/s in 5 m<sup>3</sup>/s-Schritten berechnet. Für den Wert 25 m<sup>3</sup>/s, der aufgrund des Wegfalls von Einleitwassermengen der Stadt Markdorf die Jährlichkeit 100 hinreichend genau repräsentiert, beträgt der Wasserstand am RÜB Lipbach 421,43 müNN und an der Einmündung des Quellgrabens 421,65 müNN. Das Gelände resp. die Böschungsoberkante der Gräben im Bereich Quell-/Espengraben liegt auf rund 421,15 müNN, so dass das Gelände ca. 0,5 m überflutet ist. Der Wert am RÜB Lipbach erhöht sich bei 40 m<sup>3</sup>/s durch den Stau der Brücke der L 207 in der Ortschaft Lipbach auf 421,98 müNN.

**Bauwerk 4**

Der Espengraben hat bislang keinen Durchlass. Im Zuge der Umgehungsstraße wird der Espengraben auf eine Länge von 180 m umverlegt und eine neue Querspange zwischen zwei vorhandenen Wirtschaftswegen erstellt. Diese Verbindung überquert den neu angelegten Espengraben. Der Durchlass besteht aus Stahlwellrohren, z.B. Fabr. Hamco, Dinslaken, Typ MB 8 mit einer Spannweite von 4,02 m und mit einer Höhe von 2,78 m bei einer Gesamtfläche von 8,45 m<sup>2</sup>. Der Querschnitt und das Sohlgefälle des Espengrabens wird im umverlegten Teil einschl. innerhalb des Durchlasses identisch mit dem Bestand ausgebildet, so dass keine hydraulische Veränderung vorliegt.