

# Stadt Friedrichshafen

## Landkreis Bodenseekreis

# Gewässerstrukturtartierung und Gewässergüteuntersuchung

Fortschreibung

2016



***Auftraggeber***

Stadt Friedrichshafen  
Amt für Bürgerservice, Sicherheit und Umwelt



***Auftragnehmer***

Umweltplanung  
Landschaftsökologie  
Gewässerkunde

Dr. Robert M. Fitz

# Stadt Friedrichshafen

Landkreis Bodenseekreis

## Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung

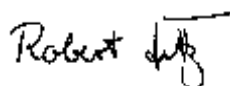
Fortschreibung

2016

Bearbeitung:

Dr. Robert M. Fitz

Verfasst: Salem, den 17.02.2017



.....  
Dr. Robert M. Fitz

**Umweltplanung**

**Stadt Friedrichshafen**  
**Amt für Bürgerservice, Sicherheit und Umwelt**

Eckenerstraße 11 • 88048 Friedrichshafen  
Telefon 07541/203-2191  
Telefax 07541/203-82191  
E-mail [umweltamt@friedrichshafen.de](mailto:umweltamt@friedrichshafen.de)  
Internet [www.friedrichshafen.de](http://www.friedrichshafen.de)



**Umweltplanung**  
**Landschaftsökologie**  
**Gewässerkunde**

**Dr. Robert M. Fitz**

Rebhalde 7 • 88682 Salem

Telefon 07553/829000  
Telefax 07553/829507  
E-mail [Dr.Fitz@t-online.de](mailto:Dr.Fitz@t-online.de)

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>1. Aufgabenstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Untersuchungsgebiet</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Gewässerliste</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Methoden</b> .....	<b>5</b>
4.1 Gewässerstrukturkartierung.....	5
4.1.1 Feinverfahren Baden-Württemberg.....	5
4.2 Gewässergüte.....	7
4.2.1 Einteilung der Fließgewässertypen.....	7
4.2.2 Probenahme.....	9
4.2.3 Auswertung und Bewertung.....	11
4.3 Physikalisch-chemische Untersuchung.....	11
<b>5. Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
5.1 Gewässerstrukturkartierung.....	13
5.1.1 Gewässerstrukturgüte der einzelnen Bäche und Gräben.....	13
5.1.2 Verteilung der Zustandsklassen.....	14
5.1.2.1 Anteile Feinabschnitte.....	14
5.1.2.2 Anteile Gewässerstrecke.....	15
5.1.3 Verteilung der Gewässerstrukturgüte 2000-2016.....	17
5.1.4 Farbige Banddarstellung der Gewässerstrukturgüte.....	19
5.1.5 Verteilung der Gewässerstrukturgüte: bebaut und un bebaut.....	20
5.2 Gewässergüte.....	21
5.2.1 Referenzzustand.....	21
5.2.2 Gewässergüte - Saprobie.....	22
5.2.3 Verteilung der Güteklassen.....	23
5.2.4 Verteilung der Gewässergüteklassen 1990-2016.....	24
5.2.5 Farbige Banddarstellung der Gewässergüte.....	25
5.3 Physikalisch-chemische Untersuchung.....	25
5.3.1 Vor-Ort-Parameter.....	25
5.3.2 Parameter der chemischen Untersuchung.....	27
<b>6. Bewertung</b> .....	<b>28</b>
6.1 Bewertung der Gewässerstrukturkartierung.....	28
6.1.1 Methodenvergleich: Werth und Feinverfahren Baden-Württemberg....	30
6.1.1.1 Zustandsbewertung nach Werth (1987).....	30
6.1.1.2 Vergleich der beiden Verfahren.....	32
6.1.2 Bundesweiter Trend der Gewässerstrukturkartierung.....	33
6.1.2.1 Hydromorphologie.....	34
6.1.2.2 Gewässerstruktur.....	34
6.1.3 Landesweiter Trend der Gewässerstrukturkartierung.....	35

6.1.4	Vergleich mit der bundes- und landesweiten Gewässerstrukturkartierung.....	37
6.2	Bewertung der Gewässergüte .....	38
6.2.1	Bundesweiter Trend der Gewässergüte.....	38
6.2.2	Landesweiter Trend der Gewässergüte .....	39
6.2.3	Vergleich mit der landesweiten Gewässergüteuntersuchung .....	40
6.3	Physikalisch-chemische Bewertung.....	40
6.3.1	Bundesweiter Trend - Chemischer Zustand.....	41
6.3.2	Bundesweiter Trend - Nährstoffe .....	41
6.3.3	Landesweiter Trend - ortho-Phosphat.....	42
6.3.4	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten .....	42
6.3.5	Chemisch-physikalische Güteklassifizierung .....	42
6.3.5.1	Güteklassifizierung der chemischen Parameter.....	44
6.4	Gewässerbelastungen und Beurteilung ihrer Auswirkungen.....	47
6.4.1	Auswirkungen der Belastungen auf Fließgewässer .....	48
<b>7.</b>	<b>Ermittlung des Handlungsbedarfs .....</b>	<b>49</b>
7.1	Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der Gewässerstrukturkartierung.....	49
7.2	Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der Gewässergüteuntersuchung .....	55
7.3	Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der physikalisch-chemischen Untersuchung .....	56
7.4	Handlungsfelder in Baden-Württemberg.....	57
7.5	Handlungsfelder in Friedrichshafen .....	57
<b>8.</b>	<b>Priorisierung des Handlungsbedarfs .....</b>	<b>58</b>
8.1	Priorisierung hinsichtlich Schadensbegrenzung .....	58
8.2	Priorisierung hinsichtlich Schutzbedürftigkeit.....	58
8.3	Priorisierung hinsichtlich Entwicklungsfähigkeit .....	59
8.4	Priorisierung hinsichtlich Flächenverfügbarkeit.....	59
8.5	Priorisierung hinsichtlich Aufwand-/Nutzen-Bilanz .....	60
8.5.1	Erwerb von Flächen für Gewässerrandstreifen.....	60
8.5.2	Erwerb von Flächen für Schutzgebiete und Biotope .....	60
8.5.3	Strukturverbessernde Maßnahmen.....	60
8.5.4	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit.....	61
8.5.5	Bewertung nach dem Nutzen.....	61
<b>9.</b>	<b>Abgleich mit den vorliegenden Gewässerentwicklungsplänen.....</b>	<b>62</b>
<b>10.</b>	<b>Prüfung der Flächenverfügbarkeit .....</b>	<b>64</b>
10.1	Flächenverfügbarkeit Gewässerrandstreifen .....	65
10.2	Flächenverfügbarkeit Schutzgebiete.....	65

<b>11.</b>	<b>Ökologisches und naturschutzfachliches Aufwertungspotential .</b>	<b>66</b>
11.1	Aufwertungspotential Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung .....	66
11.1.1	Aufwertungspotential Strukturverbessernde Maßnahmen .....	67
11.1.2	Aufwertungspotential Rückbau der Böschungssicherung .....	68
11.2	Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen .....	69
11.3	Aufwertungspotential Verdolung öffnen .....	70
11.4	Aufwertungspotential Einzelmaßnahmen.....	71
11.4.1	Aufwertungspotential Durchgängigkeit.....	71
11.4.2	Aufwertungspotential Fremdmaterial entfernen .....	73
11.4.3	Aufwertungspotential Standortgerechte Gehölze.....	74
11.4.4	Aufwertungspotential Verlegung und Renaturierung.....	74
11.5	Aufwertungspotential Zusammenfassung .....	74
<b>12.</b>	<b>Aktionsplan zur ökologischen Gewässeraufwertung .....</b>	<b>76</b>
<b>13.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>77</b>
<b>14.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>81</b>

**Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet
- Abbildung 2: Übersicht der Parameter und der Bewertungsmethodik des Feilverfahrens BW
- Abbildung 3: Fließgewässertypen (Pottgiesser & Sommerhäuser 2008)
- Abbildung 4: Gewässerstrukturgüte der Bäche auf der Gemarkung Friedrichshafen (Anteil der Feinabschnitte in %)
- Abbildung 5: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in m)
- Abbildung 6: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in %)
- Abbildung 7: Verteilung der Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2000 und 2016 (Anteil %)
- Abbildung 8: Farbige Banddarstellung der Struktur und Zustandsklassen der Bäche in Friedrichshafen aus der Gewässerstrukturkartierung 2016
- Abbildung 9: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 Verteilung auf die Bereiche "bebaut" und "unbebaut" (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in %)
- Abbildung 10: Verteilung der Gewässergüte 2016 (Anteil %)
- Abbildung 11: Verteilung der Gewässergüteklassen an den Probestellen in Friedrichshafen 1990-2016 (Anteil %)
- Abbildung 12: Farbige Banddarstellung der Zustandsklassen der Bäche in Friedrichshafen aus der Gewässergüteuntersuchung 2016
- Abbildung 13: Verteilung der Strukturklassen der Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg 1993, 2004, 2016.
- Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Gewässergüteklassen (1968 bis 2004) und – seit der gewässertypspezifischen Bewertung nach WRRL – Qualitätsklassen Saprobie (2009 und 2015)
- Abbildung 15: Chemische Güteklassifikation: Beschreibung der Güteklassen
- Abbildung 16: Anteile der Oberflächenwasserkörper im deutschen Rheineinzugsgebiet, in denen die spezifischen, teils potenziell signifikanten Belastungen vorkommen
- Abbildung 17: Handlungsbedarf der Hauptparameter, Länge (m) aus Gewässerstrukturkartierung für Index größer 3,5, d.h. deutlich verändert.

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Hauptgewässer in Friedrichshafen
Tabelle 2:	Gewässerstrukturkartierung Strukturklassen
Tabelle 3:	Gewässergüteklassen
Tabelle 4:	Fließgewässertypen der Gewässer in Friedrichshafen
Tabelle 5:	Güteklasse - Zustandsklasse
Tabelle 6:	Probestellen der Gewässergüteuntersuchung
Tabelle 7:	Vor-Ort-Parameter
Tabelle 8:	Parameter der chemischen Untersuchung
Tabelle 9:	Gewässerstrukturgüte der einzelnen Bäche und Gräben
Tabelle 10:	Verteilung der Zustandsklassen als Anteile der Feinabschnitte
Tabelle 11:	Verteilung der Zustandsklassen zur Gewässerstrecke
Tabelle 12:	Gewässergüte
Tabelle 13:	Verteilung der Güteklassen in Friedrichshafen 2016
Tabelle 14:	Vor-Ort-Parameter
Tabelle 15:	Parameter der chemischen Untersuchung
Tabelle 16:	Zustandsstufen nach Werth (1987)
Tabelle 17:	Vergleich von Feinverfahren BW und Werth
Tabelle 18:	Strukturkartierungen in Baden-Württemberg
Tabelle 19:	Ergebnisse der Strukturkartierungen in Baden-Württemberg
Tabelle 20:	Gewässergüteklassifikation der Nährstoffe, Salze und Summenkenngro- ßen
Tabelle 21:	Güteklassifikation der chemischen Parameter
Tabelle 22:	Mittelwert der chemischen Güteklassifikation
Tabelle 23:	Handlungsbedarf der Hauptparameter
Tabelle 24:	Handlungsbedarf in Friedrichshafen
Tabelle 25:	Anteil der Belastung aus Güteklassifizierung
Tabelle 26:	Gewässerentwicklungspläne der Gewässer in Friedrichshafen
Tabelle 27:	Maßnahmen zur Gewässerentwicklungsplanung
Tabelle 28:	Maßnahmen aus den Gewässerentwicklungsplänen
Tabelle 29:	Flächenverfügbarkeit an den Gewässern
Tabelle 30:	Flächenverfügbarkeit Gewässerrandstreifen
Tabelle 31:	Flächenverfügbarkeit Schutzgebiete
Tabelle 32:	Aufwertungspotential Strukturverbessernde Maßnahmen Bestand - Planung
Tabelle 33:	Aufwertungspotential Rückbau der Böschungssicherung Bestand - Planung
Tabelle 34:	Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen - Bestand
Tabelle 35:	Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen - Planung
Tabelle 36:	Aufwertungspotential Verdolung öffnen - Bestand - Planung
Tabelle 37:	Aufwertungspotential Durchgängigkeit
Tabelle 38:	Aufwertungspotential Fremdmaterial entfernen
Tabelle 39:	Aufwertungspotential Standortgerechte Gehölze
Tabelle 40:	Aufwertungspotential Verlegung und Renaturierung
Tabelle 41:	Aufwertungspotential Zusammenfassung





## **1. Aufgabenstellung**

Die Stadt Friedrichshafen am Bodensee beauftragte im März 2016 die Fortschreibung der Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung für das Stadtgebiet Friedrichshafen (Fließgewässer 2. Ordnung).

Zur Beurteilung der Gewässerökologie spielt die Gewässerstruktur oder Gewässermorphologie heute eine gewichtigere Rolle als noch vor Jahren. Die Gewässerstruktur ist eine wichtige Kenngröße der Gewässer. Die verschiedenen Parameter der Strukturkartierung beschreiben die Naturnähe bzw. die Notwendigkeit der morphologischen Verbesserung der Gewässer. Die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) mit dem "guten ökologischen Zustand" und dem "guten ökologischen Potential" hat den Blick auf die Gewässerstruktur nochmals verstärkt. Wasserhaushalt, Durchgängigkeit und Morphologie müssen so beschaffen sein, dass sich eine gewässertypische Fauna und Flora dauerhaft ausbilden kann.

Durch die Gewässerstrukturkartierung kann so Handlungsbedarf festgestellt werden. Die erforderlichen hydromorphologischen Maßnahmen - als Teil der Maßnahmenprogramme in den Bewirtschaftungsplänen - müssen dann zielorientiert in die Praxis umgesetzt werden. Die im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung erhobenen Daten eignen sich somit bestens für die Erarbeitung eines Aktionsplans zur ökologischen Gewässeraufwertung. Die Durchführung der Gewässerstrukturkartierung erfolgte entsprechend den Vorgaben der LUBW mit Dokumentation von Gewässerbelastungen. Anhand der vorliegenden Daten aus dem Gewässerkataster der Stadt Friedrichshafen ist die Gewässerstrukturkartierung auf einer Gesamtlänge von ca. 77,6 km durchzuführen. Die Gewässerlänge teilt sich hierbei in ca. 67,4 km offene Gewässerstrecke und ca. 10,2 km verdolte Gewässerstrecke. Die letzte Strukturkartierung der Gewässer im Stadtgebiet erfolgte im Jahre 2000 nach dem Verfahren von Werth (1987).

Die Untersuchung der Gewässergüte wurde in Friedrichshafen bereits in 1990 an 42 Probestellen, 1996 an 42, 1998/1999 an 49 und 2005 an 88 Probestellen nach dem Saprobien-system (DIN 38410) untersucht. Nach Abstimmung wurden 2016 nun 39 repräsentative Probestellen ausgewählt, damit die Gewässergüte in den Hauptgewässern in Friedrichshafen abgebildet und der Nachhaltigkeitsfaktor fortgeschrieben werden kann. Ebenso wurden an den Probestellen physikalische und chemische Parameter untersucht.

Auf Grundlage der Ergebnisse von Gewässerstrukturkartierung, Gewässergüteuntersuchung, Untersuchung der chemischen und physikalischen Parameter sind die folgenden Fragestellungen herauszuarbeiten.

Die zu bearbeitende Fragestellung soll folgende Punkte umfassen:

1. Gewässerstrukturkartierung und Auswertung des ermittelten Zustands im Vergleich zu der Vorkartierung 2000, sowie den regional und landesweit beobachteten Trends.
2. Gewässergüteuntersuchung: Untersuchung der Gewässergüte mittels Saprobienindex an 39 Messstellen und Auswertung des ermittelten Zustands im Vergleich zu den Vorkartierungen 1990, 1995, 2000, 2005, sowie den regional und landesweit beobachteten Trends.
3. Ermittlung des Handlungsbedarfs zur naturnahen Entwicklung und Unterhaltung des Gewässernetzes in Verantwortung der Stadt Friedrichshafen gemäß EU-WRRL, WHG und Wassergesetz BW und dessen Priorisierung hinsichtlich Schadensbegrenzung, Schutzbedürftigkeit, Entwicklungsfähigkeit, Flächenverfügbarkeit und Aufwand/Nutzen-Bilanz.
4. Ermittlung des ökologischen und naturschutzfachlichen Aufwertungspotentials im Sinne der Ökokonto VO BW zugunsten des bauplanungsrechtlichen und naturschutzrechtlichen Ökokontos der Stadt Friedrichshafen.
5. Abgleich der aus 3 und 4 resultierenden Empfehlungen mit den im SBA vorliegenden Gewässerentwicklungsplänen. Der Abgleich soll in enger Abstimmung mit dem Sachgebiet Gewässer im Stadtbauamt bearbeitet werden.
6. Prüfung der Flächenverfügbarkeit in Zusammenarbeit mit der städtischen Liegenschaftsverwaltung.
7. Erarbeitung eines Aktionsplans zur ökologischen Gewässeraufwertung in Friedrichshafen bestehend aus:
  - Zustandsbeschreibung aus 1.,
  - Herausstellung der erzielten Verbesserungen/Erfolge und bestehender Schwachpunkte aus 1. und 2.,
  - Einschätzung des Aufwertungspotentials im Rahmen des Kompensationsflächenmanagements aus 2. und 3.
  - Zusammenfassung eines aus 1. bis 5. resultierenden Maßnahmenkatalogs mit Priorisierung hinsichtlich Aufwand & Nutzen und Flächenverfügbarkeit, sowie Empfehlungen zum vordringlichen Grunderwerb.
8. Übernahme der Ergebnisse der Gewässerstruktur- und -gütekartierung in das Gewässerkataster. Aufbereitung der Daten für die Verwendung in der Datenbank. Erarbeitung eines Fensters zur Darstellung in der Gewässerdatenbank.
9. Aktualisierung des Nachhaltigkeitsindex entsprechend der Vorlage, welche am 15.03.2016 von Ihnen vorgestellt wurde.

## 2. Untersuchungsgebiet

Der Untersuchungsraum umfasst die Gemarkungen der Stadt Friedrichshafen am Bodensee. Die drei großen Fließgewässer sind von West nach Ost: Lipbach, Brunnisach und Rotach, welche in südlicher Richtung dem Bodensee zufließen.

Abbildung 1 zeigt das Untersuchungsgebiet mit den Gewässerläufen für die Gewässerstrukturkartierung und die Messstellen für die Gewässergüteuntersuchung.

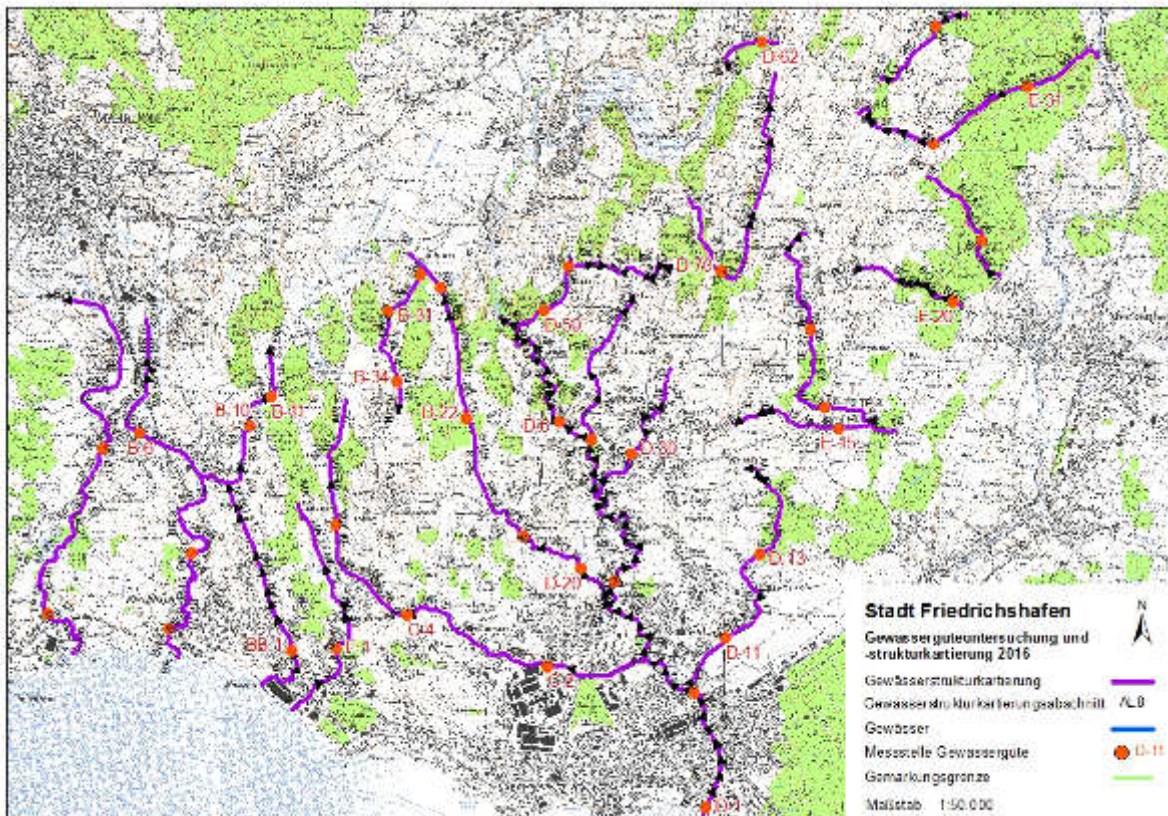


Abbildung 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet

### 3. Gewässerliste

Entsprechend den vorliegenden Daten aus dem Gewässerkataster der Stadt Friedrichshafen wurden 23 Bäche und Gräben in den Untersuchungen betrachtet (Tabelle 1). In der Tabelle sind die offene und die verdolte Gewässerlänge, sowie die Gesamtlänge aufgeführt (Stand April 2016). Da aktuell das Gewässerkataster jährlich fortgeschrieben wird, können sich teilweise Unterschiede der Längen ergeben.

**Tabelle 1: Hauptgewässer in Friedrichshafen**

Nr.	Gewässer	Länge (m)		
		offen	verdolt	gesamt
1	Adelsreuter Bach	1.366	228	1.594
2	Allmannsweiler Bach	3.520	603	4.123
3	Brochenzeller Bach	3.658	82	3.740
4	Brunnisach	6.397	0	6.397
5	Buchenbach	1.322	1.802	3.124
6	Guntenbach	1.198	63	1.261
7	Hirschlatter Bach	1.682	155	1.837
8	Langwiesengraben	1.927	125	2.052
9	Lipbach	6.818	0	6.818
10	Manzeller Bach	2.409	847	3.256
11	Mühlbach zur Rotach	5.072	1.510	6.582
12	Mühlbach zur Schussen	3.591	589	4.180
13	Riedbach zur Brunnisach	668	11	679
14	Riedbach zum Rohrbach	2.729	92	2.821
15	Riedgraben	1.657	788	2.445
16	Rohrbach	2.012	117	2.129
17	Rotach	9.173	0	9.173
18	Sangenbach	1.113	459	1.572
19	Särlebach	1.567	743	2.310
20	Taldorfer Bach	901	9	910
21	Tegelbach	4.010	331	4.341
22	Tobelbach	1.346	834	2.180
23	Zillisbach	3.268	798	4.066
	<b>Summe</b>	<b>67.405</b>	<b>10.186</b>	<b>77.591</b>

In den bisherigen Untersuchungsberichten wurden ca. 65 km größere und kleine Bäche angegeben. Im Gewässerkataster der Stadt Friedrichshafen sind insgesamt ca. 77,6 km Hauptgewässer aufgeführt und wurden im Rahmen der Untersuchungen berücksichtigt. Ca. 67,4 km sind offene und ca. 10,2 km verdolte Gewässerstrecke. Der Unterschied des Streckenumfangs aus dem Jahre 2000 und 2016 von über 12 km kann durch die Zunahme des Buchenbachs mit 3.124 m und des Sangenbachs mit 1.507 m, sowie der längeren verdolten Gewässerstrecken z.B. am Manzeller Bach und am Mühlbach zur Rotach erklärt werden.

## 4. Methoden

### 4.1 Gewässerstrukturkartierung

#### 4.1.1 Feinverfahren Baden-Württemberg

Die Fortschreibung der Gewässerstrukturkartierung im Jahr 2016 erfolgte nach dem Feinverfahren Baden-Württemberg (STELZER et.al. 2010). Dabei handelt es sich um ein an das LAWA-Feinverfahren angepasstes Verfahren. Die verschiedenen Parameter der Gewässerstrukturkartierung beschreiben die Naturnähe bzw. die Notwendigkeit der morphologischen Verbesserung. Mittels der Gewässerstrukturkartierung kann so eine wichtige Kenngröße der Gewässer ermittelt werden.

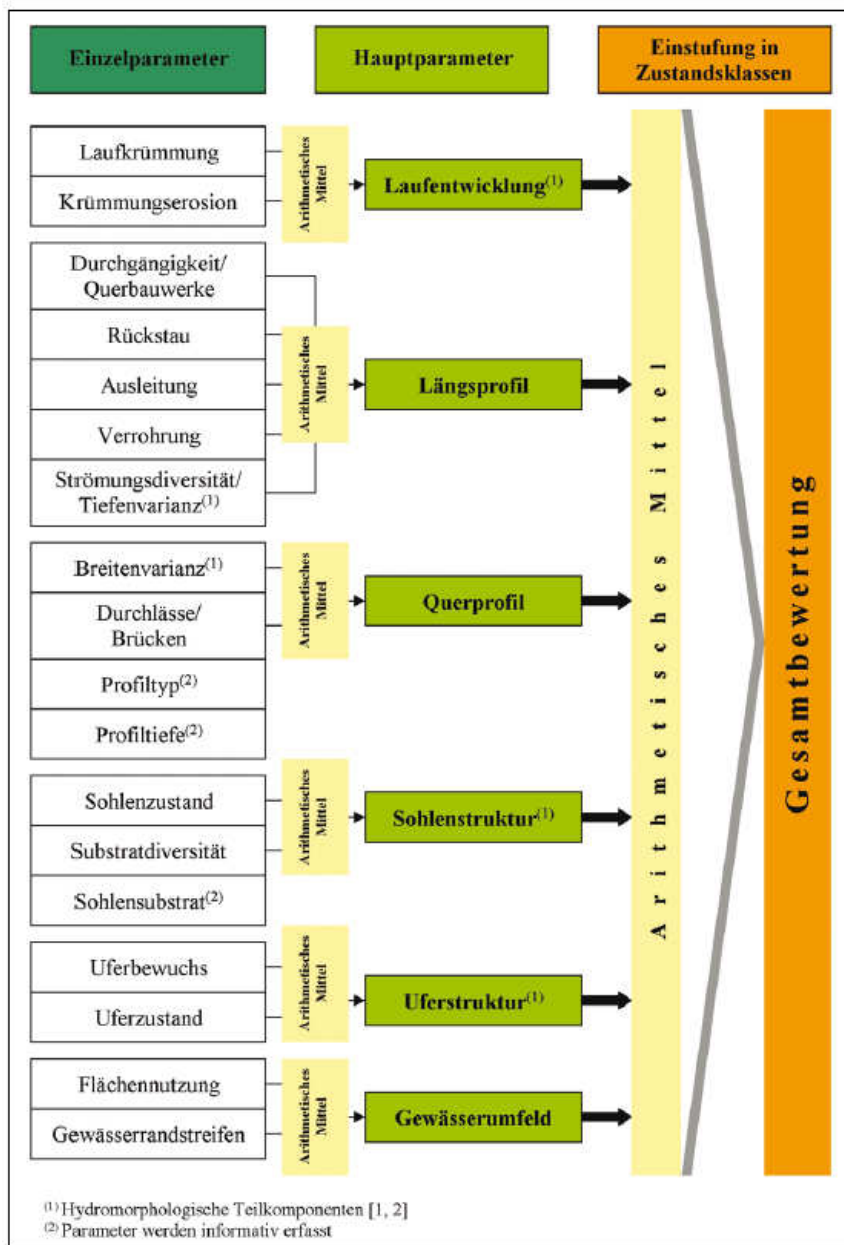














Abbildung 2: Übersicht der Parameter und der Bewertungsmethodik des Feinverfahrens BW



Im Erhebungsbogen wird die Struktur des Gewässers anhand von 18 Einzelparametern erfasst (Abbildung 2). Unter Berücksichtigung des spezifischen Leitbildes wird die Ausprägung von 15 Parametern anhand definierter Strukturmerkmale bewertet. Drei Parameter werden als Infofelder zusätzlich erfasst, aber nicht bewertet. Jeder Einzelparameter ist durch eine Reihe von Strukturmerkmalen so definiert, dass die jeweilige Ausprägung objektiv zu bestimmen ist. Bei der indexgestützten Bewertung wird jedem Einzelparameter eine Indexziffer zwischen 1 und 7 zugeordnet. Je höher die Indexziffer, umso größer ist die Abweichung des erfassten Parameters vom Leitbild. Die Indexziffern der Einzelparameter werden zunächst zu einer Bewertung der sechs Hauptparameter 1. Laufentwicklung, 2. Längsprofil, 3. Querprofil, 4. Sohlenstruktur, 5. Uferstruktur und 6. Gewässerumfeld verrechnet. Die Gesamtbewertung der Abschnitte erfolgte durch die arithmetische Mittelwertbildung aus den Indexziffern der Hauptparameter gemäß der LAWA-Einteilung in 7 Strukturklassen entsprechend der Tabelle 2 (STELZER et.al. 2010). Die Zusammenfassung der Zustandsklassen unverändert und gering verändert, sowie sehr stark verändert und vollständig verändert transformiert die 7-stufige in ein 5-stufige Klassifikation. Dies ist für die spätere Darstellung der Zustandsklassen von Bedeutung.

**Tabelle 2: Strukturklassen**

Strukturklassen 7-stufig	7-stufige Zustandsklassen	farbige Darstellung	Strukturklassen 5-stufig	5-stufige Zustandsklassen	farbige Darstellung
1	unverändert		1	unverändert bis gering verändert	
2	gering verändert		2	mäßig verändert	
3	mäßig verändert		3	deutlich verändert	
4	deutlich verändert		4	stark verändert	
5	stark verändert		5	sehr stark bis vollständig verändert	
6	sehr stark verändert				
7	vollständig verändert				

**LUBW**

Die Strukturklasse 1 definiert den besten Zustand, der keine oder lediglich sehr geringfügige Veränderungen gegenüber dem Leitbild, überwiegend ein Aue- und Muldentalgewässer, in Einzelfällen ein Sohlenkerbtalgewässer, aufweist.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem GESTRUK-Editor der LUBW.

Mit vorbereiteten Erhebungsbögen wurden von März bis April 2016 die Gewässer auf einer Gesamtlänge von ca. 77,6 km erfasst. Die Gewässerlänge teilt sich hierbei in ca. 67,4 km offene Gewässerstrecke und ca. 10,2 km verdolte Gewässerstrecke. Zur Durchführung der Gewässerstrukturkartierung wurden die Bäche in 682 Abschnitte, welche im Normalfall 100 m lang sind, eingeteilt. Ausnahme bilden die verdolten Abschnitte, welche in der Regel als ein Abschnitt dargestellt sind. Bei der Auswertung wurden diese langen Abschnitte jedoch wieder entsprechend berücksichtigt und die Anzahl der Abschnitte auf 726 korrigiert.

## 4.2 Gewässergüteuntersuchung

Die Untersuchung der Gewässergüte erfolgte in Friedrichshafen bisher nach dem Saprobien-System (DIN 38410). Unter Berücksichtigung der Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL), welche Ende 2000 in Kraft trat, erfolgt die Ermittlung der Gewässergüte nun durch die Bewertung des biologischen Qualitätselementes *Makrozoobenthos*. Unter Anwendung des deutschen Bewertungssystems Perloides wird der ökologische Zustand der Fließgewässer für die biologische Komponente Makrozoobenthos ermittelt. Die Berechnung der einzelnen Module wie ökologischen Zustandsklasse, Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung wird mittels der Software ASTERICS durchgeführt.

In Anlehnung an das bisher für die Untersuchungen der Gewässergüte in Friedrichshafen verwendete Saprobien-System nach DIN 38 410 (KOLKWITZ & MARSSON 1909) wird für die Fortführung und der gewünschten Vergleichbarkeit das Modul *Saprobie* verwendet. Das Modul *Saprobie* berechnet den Saprobienindex nach dem neuen DIN-Verfahren (DIN 38410-1 Teil 1 2004), das gegenüber früher u. a. eine wesentlich erweiterte Taxaliste aufweist. Der Saprobienindex einer Untersuchungsstelle wird in eine Qualitätsklasse überführt. Die Klassengrenzen sind dabei gewässertypspezifisch unterschiedlich und messen sich am leitbildorientierten Referenzzustand des jeweiligen Fließgewässertyps. Das Modul *Saprobie* bewertet die Auswirkungen von organischen Belastungen auf das Makrozoobenthos in Hinblick auf den Sauerstoffgehalt im Gewässer mit Hilfe des gewässertypspezifisch und leitbildbezogenen Saprobienindex. Die Ergebnisse werden mittels der Gewässergüteklassen (Tabelle 3) eingeteilt.

**Tabelle 3: Gewässergüteklassen**

Gütekategorie		Saprobienindex
I	unbelastet bis sehr gering belastet	1,0 - 1,4
I-II	gering belastet	1,5 - 1,7
II	mäßig belastet	1,8 - 2,2
II-III	kritisch belastet	2,3 - 2,6
III	stark verschmutzt	2,7 - 3,1
III-IV	sehr stark verschmutzt	3,2 - 3,4
IV	übermäßig verschmutzt	3,5 - 4,0

### 4.2.1 Einteilung der Fließgewässertypen

Zur Berechnung mittels des Programms ASTERICS ist die Zuordnung der Gewässer in Friedrichshafen zu den Fließgewässertypen notwendig. Nach der deutschen Fließgewässertypologie werden vier Fließgewässertypen für die Ökoregionen der Alpen und des Alpenvorlandes unterschieden (Pottgiesser & Sommerhäuser 2008). Die Typen 1, 2 und 3 der Alpen bzw. des Alpenvorlandes sind auf Grund längszonaler Unterschiede in Subtypen untergliedert.

Abbildung 3: Fließgewässertypen (Pottgiesser &amp; Sommerhäuser 2008)

**Typen der Alpen und des Alpenvorlandes****Typ 1:** Fließgewässer der Alpen**Subtyp 1.1:** Bäche der Kalkalpen**Subtyp 1.2:** Kleine Flüsse der Kalkalpen**Typ 2:** Fließgewässer des Alpenvorlandes**Subtyp 2.1:** Bäche des Alpenvorlandes**Subtyp 2.2:** Kleine Flüsse des Alpenvorlandes**Typ 3:** Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes**Subtyp 3.1:** Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes**Subtyp 3.2:** Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes**Typ 4:** Große Flüsse des Alpenvorlandes

Die Anwendung der Fließgewässertypen auf die Gewässer in Friedrichshafen ergibt folgende Einteilung:

**Tabelle 4: Fließgewässertypen der Gewässer in Friedrichshafen**

Nr.	Gewässer	Abkürzung	Gewässertyp
1	Adelsreuter Bach	AD	02.1
2	Allmannsweiler Bach	AL	02.1
3	Brochenzeller Bach	BO	02.1
4	Brunnisach	BR	03.1
5	Buchenbach	BU	03.1
6	Guntenbach	GT	02.1
7	Hirschlatte Bach	HI	02.1
8	Langwiesengraben	LW	03.1
9	Lipbach	LP	03.1
10	Mühlbach zur Rotach	MR	02.1
11	Mühlbach zur Schussen	MS	02.1
12	Manzeller Bach	MA	03.1
13	Riedbach zum Rohrbach	RR	02.1
14	Riedbach zur Brunnisach	RB	03.1
15	Riedgraben	RG	03.1
16	Rohrbach	RO	02.1
17	Rotach	RT	02.2
18	Sangenbach	SA	02.1
19	Särlebach	SB	02.1
20	Taldorfer Bach	TA	02.1
21	Tegelbach	TE	02.1
22	Tobelbach	TO	02.1
23	Zillisbach	ZI	02.1

Die Bäche und Gräben in Friedrichshafen gehören zu Typ 2: Fließgewässer des Alpenvorlandes mit den Subtypen 2.1 Bäche des Alpenvorlandes und Subtyp 2.2



Kleine Flüsse des Alpenvorlandes gehören zu Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes mit dem Subtyp 3.1 Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes.

Die sieben Güteklassen, welche den Saprobienindex widerspiegeln, werden in fünf Zustandsklassen abgebildet (siehe folgende Tabelle).

**Tabelle 5: Güteklasse - Zustandsklasse**

Güteklasse		Zustandsklasse
I	unbelastet bis sehr gering belastet	sehr guter Zustand
I-II	gering belastet	
II	mäßig belastet	guter Zustand
II-III	kritisch belastet	mäßiger Zustand
III	stark verschmutzt	unbefriedigender Zustand
III-IV	sehr stark verschmutzt	schlechter Zustand
IV	übermäßig verschmutzt	

#### 4.2.2 Probenahme

Nach Abstimmung wurden 39 repräsentative Probestellen aus den vorhandenen 88 Probestellen ausgewählt (Tabelle 6), damit die Gewässergüte in den Hauptgewässern in Friedrichshafen abgebildet und der Nachhaltigkeitsfaktor fortgeschrieben werden kann. Einige Gewässer wie z.B. der Langwiesengraben mit 7 Probestellen und der Allmannsweiler Bach mit 9 Probestellen waren deutlich überbewertet. In Abstimmung wurde die Probestelle am Taldorfer Bach auf das Gemeindegebiet verlegt. Probestellen von kleinen Zuflüssen wurden nicht mehr in die Güteuntersuchung einbezogen. Auch lagen einige Probestellen außerhalb des Gemeindegebietes von Friedrichshafen und wurden ebenso gestrichen. Bei den kleineren Bächen wurde meist die der Mündung am nächsten gelegene Probestelle ausgewählt. Neu hinzugekommen und in die Untersuchung aufgenommen wurden der Buchenbach (BB-1) und der Sängenbach (SA-1).

Die Probenahme erfolgte von Juni bis September 2016. Infolge der starken Regenereignisse wurde die Probenahme verzögert. Aufgrund des hohen Wasserstandes im Bodensee konnten die letzten Proben erst im September genommen werden.

An den 39 Probestellen wurden nach Vorgabe der EG-WRRL die Makrozoobenthosproben gezogen. Dazu wurden mit einem Handkescher (500 µm Maschenweite und 25 cm Kantenlänge) im Kick-Sampling Verfahren ca. 20 Teilproben á 0,0625 m<sup>2</sup> genommen. Die Bezugsgröße für die Probenahme betrug damit einheitlich ca. 1,25 m<sup>2</sup>/Probestelle. Die Arten wurden nach Zahl und Taxon erfasst und mit der Stereolupe bestimmt.

**Tabelle 6: Probestellen der Gewässergüteuntersuchung**

Probestelle	Gewässer	Abschnitt	Abkürzung	Bearbeitung
		Nr.		Datum
A-1	Lipbach	10	LP	01.07.2016
A-3	Lipbach	40	LP	01.07.2016
B-1	Brunnisach	5	BR	03.08.2016
B-10	Riedgraben	13	RG	25.06.2016
B-11	Riedgraben	17	RG	25.06.2016
B-30	Langwiesengraben	1	LW	27.06.2016
B-31	Langwiesengraben	7	LW	27.06.2016
B-34	Langwiesengraben	17	LW	27.06.2016
B-4	Brunnisach	22	BR	01.07.2016
B-6	Brunnisach	48	BR	01.07.2016
BB-1	Buchenbach	3	BU	01.07.2016
C-2	Mühlbach zur Rotach	4	MR	25.06.2016
C-4	Mühlbach zur Rotach	24	MR	25.06.2016
C-6	Mühlbach zur Rotach	41	MR	25.06.2016
D-1	Rotach	1	RT	27.09.2016
D-10	Allmannsweiler Bach	2	AL	29.06.2016
D-11	Allmannsweiler Bach	10	AL	29.06.2016
D-13	Allmannsweiler Bach	26	AL	04.07.2016
D-20	Rohrbach	7	RO	04.07.2016
D-21	Rohrbach	16	RO	06.07.2016
D-22	Riedbach zum Rohrbach	13	RR	06.07.2016
D-25	Riedbach zur Brunnisach	6	RB	23.06.2016
D-30	Tobelbach	7	TO	04.07.2016
D-4	Rotach	20	RT	06.07.2016
D-40	Särlebach	1	SB	23.06.2016
D-50	Guntenbach	5	GT	23.06.2016
D-6	Rotach	36	RT	06.07.2016
D-62	Taldorfer Bach	3	TA	29.06.2016
D-70	Zillisbach	12	ZI	29.06.2016
E-11	Tegelbach	12	TE	04.07.2016
E-13	Tegelbach	28	TE	01.07.2016
E-15	Hirschlatte Bach	5	HI	04.07.2016
E-20	Brochzellener Bach	2	BO	02.07.2016
E-21	Brochzellener Bach	25	BO	02.07.2016
E-32	Mühlbach zur Schussen	30	MS	02.07.2016
E-31	Mühlbach zur Schussen	12	MS	02.07.2016
E-41	Adelsreuter Bach	4	AD	29.06.2016
F-1	Manzeller Bach	7	MA	06.07.2016
SA-1	Sangenbach	1	SA	23.06.2016

### 4.2.3 Auswertung und Bewertung

Unter Anwendung des deutschen Bewertungssystems *Perloides* wurde die Gewässergüte als Ergebnis des Moduls *Saprobie* der biologischen Komponente *Makrozoobenthos* ermittelt. Hierzu wurde die Software ASTERICS Version 4.04 angewandt. Die Handlungsanweisung und das Auswerteprogramm ist unter [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de) frei zugänglich.

### 4.3 Physikalisch-chemische Untersuchung

Die Messung der Vor-Ort-Parameter und die Probenahme für die chemische Untersuchung erfolgte am 28. und 29. Juni 2016. Der Zeitpunkt wurde infolge der starken Regenereignisse deutlich verschoben.

Die physikalischen Parameter Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffkonzentration wurden mittels Elektroden/Sonden an den ausgewählten Untersuchungsstellen vor Ort ermittelt.

**Tabelle 7: Vor-Ort-Parameter**

Parameter	Abkürzung	Dimension
Wassertemperatur	WT	°C
pH-Wert	pH	-
Sauerstoffgehalt	O <sub>2</sub>	mg/l
Sauerstoffkonzentration	O <sub>2</sub>	%
elektrischen Leitfähigkeit	LF	µS/cm

Es wurden folgende Geräte zur Messung benutzt:

- WTW LF 196 TetraCon für die elektrische Leitfähigkeit,
- WTW Oxi 197i mit OxiCal -SL für Sauerstoffgehalt und Sauerstoffkonzentration,
- WTW pH 197i mit SenTix 51 für Temperatur und pH-Wert.

Die Entnahme der Proben für die chemische Analyse erfolgte als "qualifizierte Stichprobe". Dazu wurden innerhalb von zwei Minuten fünf Proben á 1 Liter in ein größeres Gefäß (Eimer) entnommen. Daraus wurden dann die Probeflaschen gefüllt, gekühlt bei 5 bis 8 °C transportiert und am selben Tag dem Labor Dr. Feierabend in Überlingen übergeben. Dort wurden die Parameter ortho-Phosphat als PO<sub>4</sub>, Gesamtphosphat, Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Gesamtstickstoff, Gesamthärte, Chemischer Sauerstoffbedarf und organisch gebundener Kohlenstoff untersucht.

Da die Messung der elektrischen Leitfähigkeit vor Ort gewisse Unregelmäßigkeiten aufwies, wurde diese zusätzlich im Labor gemessen. Diese Werte sind bei den Ergebnissen dargestellt.

**Tabelle 8: Parameter der chemischen Untersuchung**

Parameter	Abkürzung	Dimension	Bestimmungsgrenze
ortho-Phosphat	PO <sub>4</sub>	mg/l	0,03
Gesamtphosphat	P <sub>ges</sub>	mg/l	0,03
Ammonium-Stickstoff	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,08
Nitrit-Stickstoff	NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0,03
Nitrat-Stickstoff	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,07
Gesamtstickstoff	N <sub>ges</sub>	mg/l	
Gesamthärte	Härte	° dH	0,1
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	mg/l	10
Org. geb. Kohlenstoff	TOC	mg/l	0,20

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Gewässerstrukturgüte

#### 5.1.1 Gewässerstrukturgüte der einzelnen Bäche und Gräben

Die Gesamtbewertung der Gewässerstrukturgüte für die 23 Bäche und Gräben in Friedrichshafen ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Dabei sind die Bewertungen der einzelnen Feinabschnitte zu einem Gesamtindex für das einzelne Gewässer zusammengesfasst. Farblich sind dabei die Zustandsklassen (7-stufig) abgebildet.

**Tabelle 9: Gewässerstrukturgüte der einzelnen Bäche und Gräben**

Gewässer	Abkürzung	Gesamtindex
Adelsreuter Bach	AD	4,6
Allmannsweiler Bach	AL	4,0
Brochenzeller Bach	BO	2,2
Brunnisach	BR	3,2
Buchenbach	BB	6,5
Guntenbach	GB	3,5
Hirschlatter Bach	HI	5,4
Langwiesengraben	LW	5,3
Lipbach	LP	3,3
Manzeller Bach	MA	5,3
Mühlbach zur Rotach	MR	5,4
Mühlbach zur Schussen	MS	2,7
Riedbach zur Brunnisach	RB	5,5
Riedbach zum Rohrbach	RR	5,6
Riedgraben	RG	5,6
Rohrbach	RO	3,5
Rotach	RT	3,6
Sangenbach	SA	5,2
Särlebach	SB	4,9
Taldorfer Bach	TA	4,5
Tegelbach	TE	3,4
Tobelbach	TO	4,6
Zillisbach	ZI	5,0
<b>Gesamtbewertung</b>		<b>4,5</b>
<b>Gesamt Strukturklasse</b>		<b>5</b>
<b>Gesamt Zustandsklasse</b>		<b>stark verändert</b>

Die Gewässerstrukturgüte der 23 Bäche und Gräben reicht von der Strukturklasse 2 (gering verändert) bis zu Strukturklasse 7 (vollständig verändert). Dabei besitzt der Brochenzeller Bach mit einem Gesamtindex von 2,2 die beste Bewertung. Am schlechtesten wurde der Buchenbach mit einem Gesamtindex von 6,5 bewertet.

Insgesamt ergibt sich für alle Gewässer ein Gesamtindex von 4,5, welcher der Strukturklasse 5, stark verändert zugeordnet wird.







Darüberhinaus sind die Laufentwicklung mit einem Gesamtindex von 4,8, das Längsprofil mit 4,2, das Querprofil mit 4,5, die Sohlenstruktur mit 3,1, die Uferstruktur mit 3,3 und das Gewässerumfeld mit 4,9 bewertet.

## 5.1.2 Verteilung der Zustandsklassen

### 5.1.2.1 Anteile Feinabschnitte

Werden die 682 untersuchten Feinabschnitte zusammen betrachtet, so kann eine Verteilung der Zustandsklassen der Bäche und Gräben in Friedrichshafen dargestellt werden. Hierbei ist jedoch der Bezug auf die Gewässerstrecke notwendig, da bei der Abschnittseinteilung die langen verdolten Gewässerstrecken meist als ein Abschnitt angelegt wurden. Die Korrektur erfordert zusätzlich 44 Abschnitte, sodass sich insgesamt 726 Feinabschnitte ergeben. Dadurch kann die Verteilung der Zustandsklassen von als Anteil der Feinabschnitte, sowie als Anteil der Gewässerstrecke betrachtet werden. Das Ergebnis der Verteilung der Zustandsklassen als Anteil der Anzahl der Feinabschnitte ist in Tabelle 10 zusammengefasst.

**Tabelle 10: Verteilung der Zustandsklassen als Anteile der Feinabschnitte**

Feinverfahren Baden-Württemberg			Feinabschnitte		
Strukturklassen	Indexspanne	Zustandsklassen	farbige Darstellung	Anzahl	Anteil (%)
1	1,0 - 1,7	unverändert		64	9
2	1,8 - 2,6	gering verändert		117	16
3	2,7 - 3,5	mäßig verändert		91	12
4	3,6 - 4,4	deutlich verändert		103	14
5	4,5 - 5,3	stark verändert		122	17
6	5,4 - 6,2	sehr stark verändert		135	19
7	6,3 - 7,0	vollständig verändert		94	13
			Gesamt	726	100

9 % der Gewässerabschnitte besitzen einen unveränderten Zustand, 16 % sind gering und 12 % sind mäßig verändert. Eine deutliche Veränderung wurde bei 14 % der Gewässerabschnitte, eine starke Veränderung zeigen 17 %, eine sehr starke Veränderung betrifft 19 % und eine vollständige Veränderung weisen 13 % der Gewässerabschnitte auf. Eine graphische Darstellung der Verteilung der Gewässerstrukturgüte gibt die Abbildung 4 wieder.

37 %, also gut ein Drittel der Gewässerabschnitte sind nur mäßig verändert und können einem *guten ökologischen Zustand* zugeordnet werden. Knapp über 60 % sind deutlich verändert und zeigen deutliche Defizite der Gewässerstruktur auf. Handlungsbedarf besteht neben den allgemeinen strukturverbessernden Maßnahmen auch hinsichtlich der Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit.

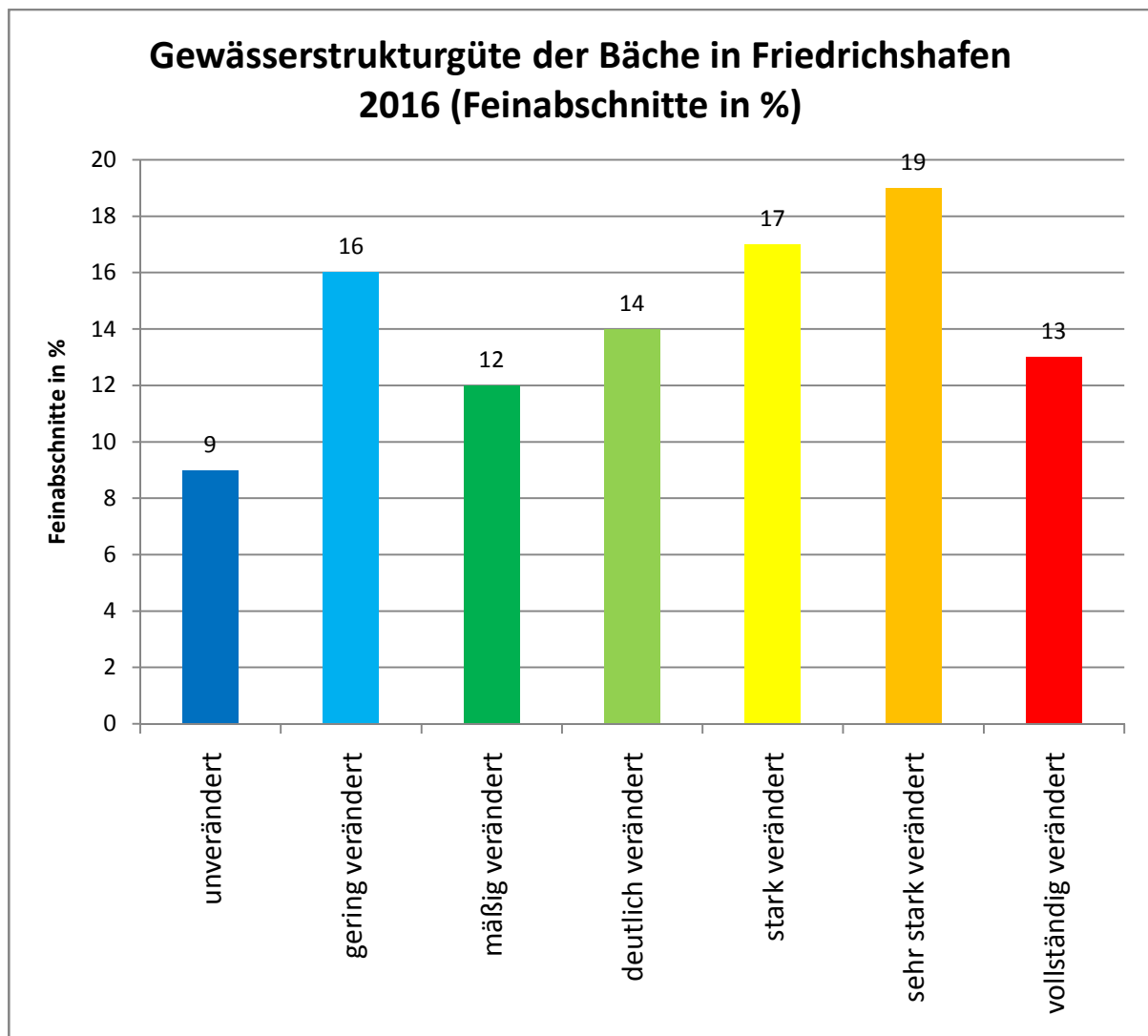









Abbildung 4: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 (Anteile der Feinabschnitte in %)

### 5.1.2.2 Anteile Gewässerstrecke

Entsprechend der Verteilung der Zustandsklassen als Anteil der Feinabschnitte kann auch die Verteilung der Zustandsklassen auf die Gewässerstrecke betrachtet werden. Das Ergebnis der ist in Tabelle 11 zusammengefasst und in Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 11: Verteilung der Zustandsklassen zur Gewässerstrecke

Feinverfahren Baden-Württemberg				Gewässerstrecke	
Strukturklassen	Indexspanne	Zustandsklassen	farbige Darstellung	m	Anteil (%)
1	1,0 - 1,7	unverändert		6.519	8
2	1,8 - 2,6	gering verändert		12.961	17
3	2,7 - 3,5	mäßig verändert		10.647	14
4	3,6 - 4,4	deutlich verändert		10.560	14
5	4,5 - 5,3	stark verändert		13.252	17
6	5,4 - 6,2	sehr stark verändert		14.291	18
7	6,3 - 7,0	vollständig verändert		9.362	12
Gesamtlänge				77.591	

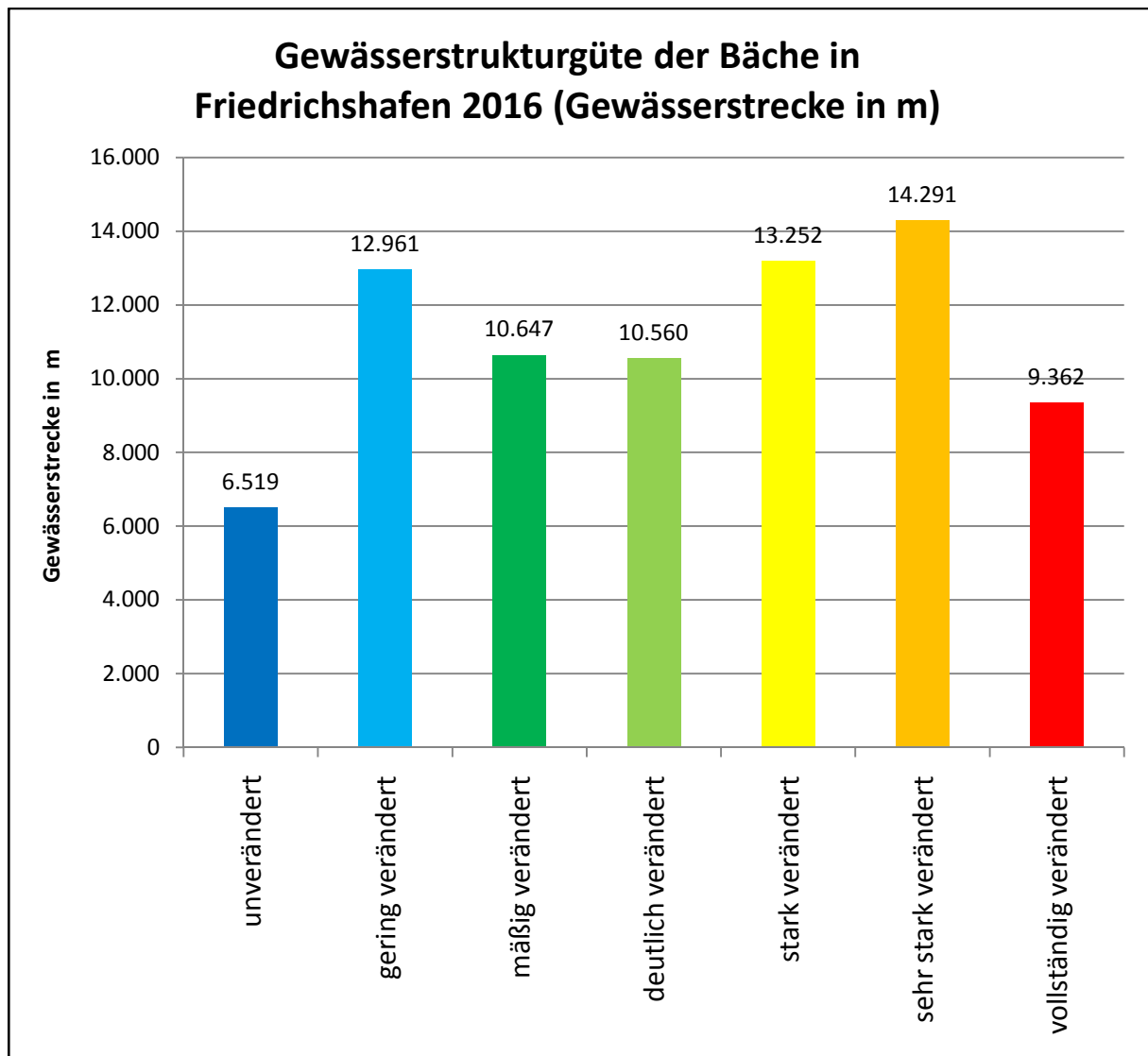


Abbildung 5: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in m)



Die Darstellung der Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen als Verteilung der Zustandsklassen zur Gewässerstrecke kann als Länge (m) sowie auch als Anteil (%) erfolgen.

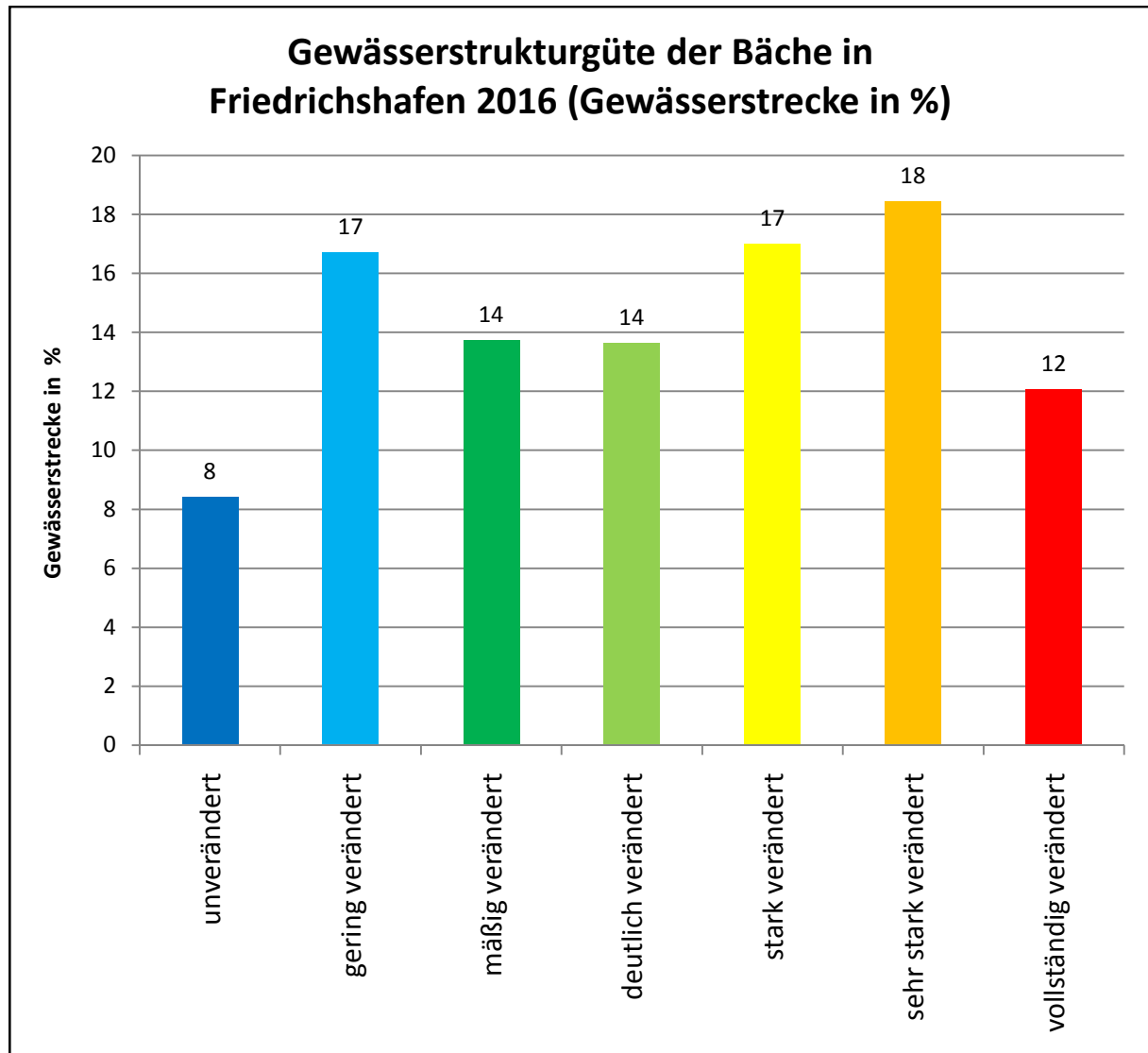


Abbildung 6: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in %)

### 5.1.3 Verteilung der Gewässerstrukturgüte 2000 - 2016

Die Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung 2016 erlauben eine Auswertung des ermittelten Zustands im Vergleich zu der Vorkartierung aus dem Jahr 2000, sowie den regional und landesweit beobachteten Trends. Dabei wird im Folgenden der Anteil in Bezug zur Gewässerstrecke dargestellt.

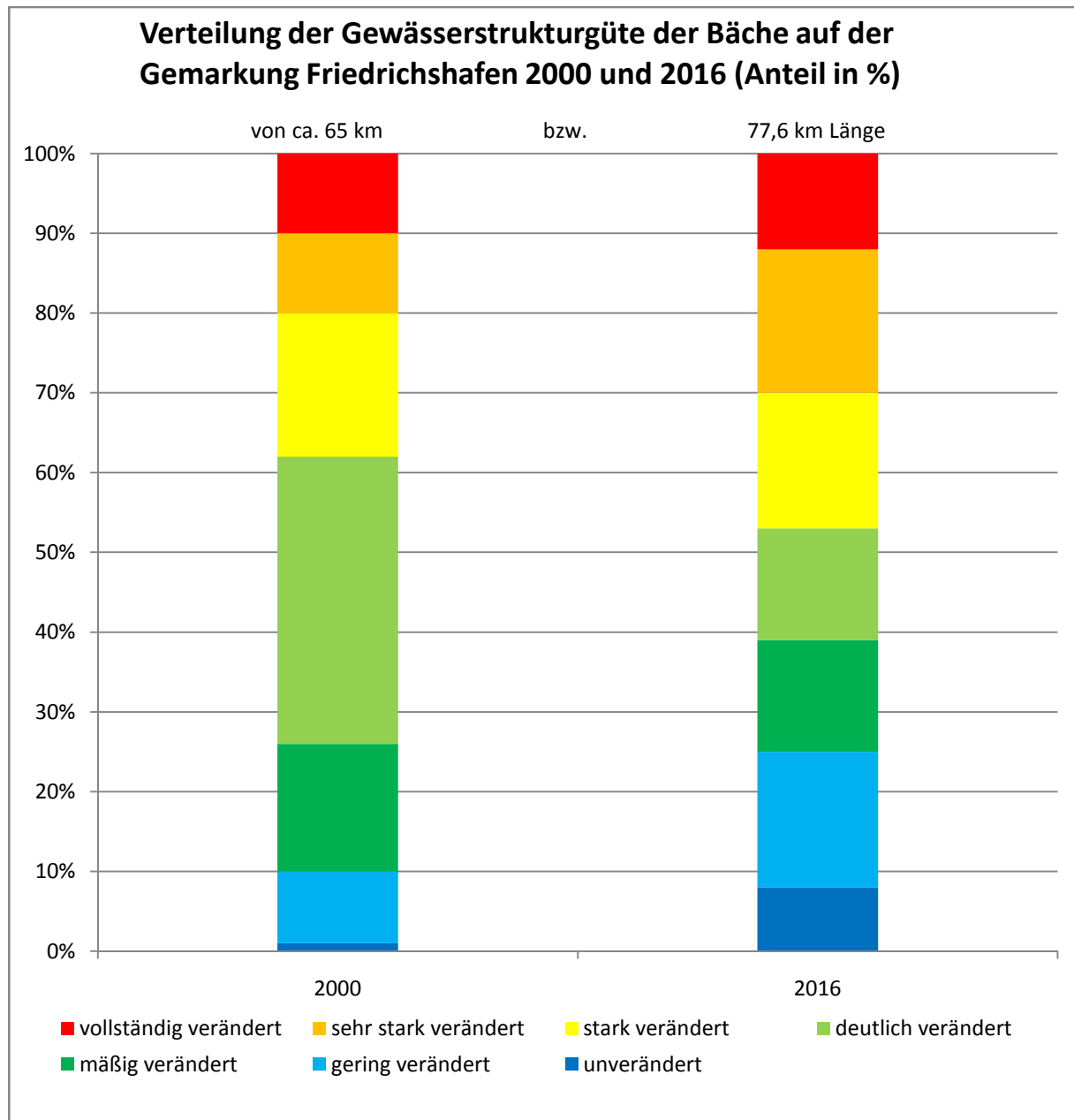


Abbildung 7: Verteilung der Gewässerstrukturgüte der Bäche auf Gemarkung Friedrichshafen 2000 und 2016 (Anteil %)

Für den Vergleich der Ergebnisse der Strukturkartierung aus dem Jahre 2000 mit den Ergebnissen von 2016 wurde die Darstellung mit sieben Strukturklassen gewählt, da auch das damals angewandte Verfahren nach Werth eine sieben Zustandsstufen verwendet. Ungeachtet dem Methodenwechsel können die Änderungen in den Strukturklassen wie folgt beschrieben werden. In den Strukturklassen 1 und 2 kann eine deutliche Zunahme verzeichnet werden. Die Strukturklasse 3 hat eine leichte Abnahme zu verzeichnen. Der Anteil der mäßig veränderten Gewässerabschnitte ist jedoch insgesamt auf 39 % gestiegen. Eine wesentliche Abnahme von 36 % auf 14 % zeigt die Strukturklasse 4 "deutlich verändert". Fast unverändert wird die Strukturklasse 5 "stark verändert" von 18 auf

17 % abgebildet. Hingegen ist der Anteil der Strukturklasse 6 "sehr stark verändert" mit 10 % zu 18 % fast verdoppelt.

Die Zunahme der vollständig veränderten Gewässerabschnitte von 10 auf 12 % ist wahrscheinlich durch die Berücksichtigung der gesamten Gewässerstrecken und somit auch der langen verdolten Gewässerstrecken zurückzuführen.

Landesweit ist die Zielerreichung ein "guter ökologischer Zustand" bzw. ein "gutes ökologisches Potential". Als Datengrundlage für den guten ökologischen Zustand werden die Zustandsklassen unverändert, gering und mäßig verändert herangezogen. Unter Betrachtung der Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung aus den Jahren 2000 und 2016 ist eine Zunahme von 26 auf 39 % zu beobachten, also eine Verbesserung um 13 %. Als mögliche Handlungsfelder für eine Verbesserung der ca. 61 % verbleibenden Gewässerstrecke sind insbesondere die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit, die Sicherung des Mindestabflusses, Verbesserung der Gewässerstruktur und Verringerung des Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrags zu nennen.

#### 5.1.4 Farbige Banddarstellung der Gewässerstrukturgüte

Die Gewässerstrukturgüte der Gewässerabschnitte der Gewässer in Friedrichshafen können im ArcGIS in der ermittelten Zustandsklasse farblich dargestellt werden.

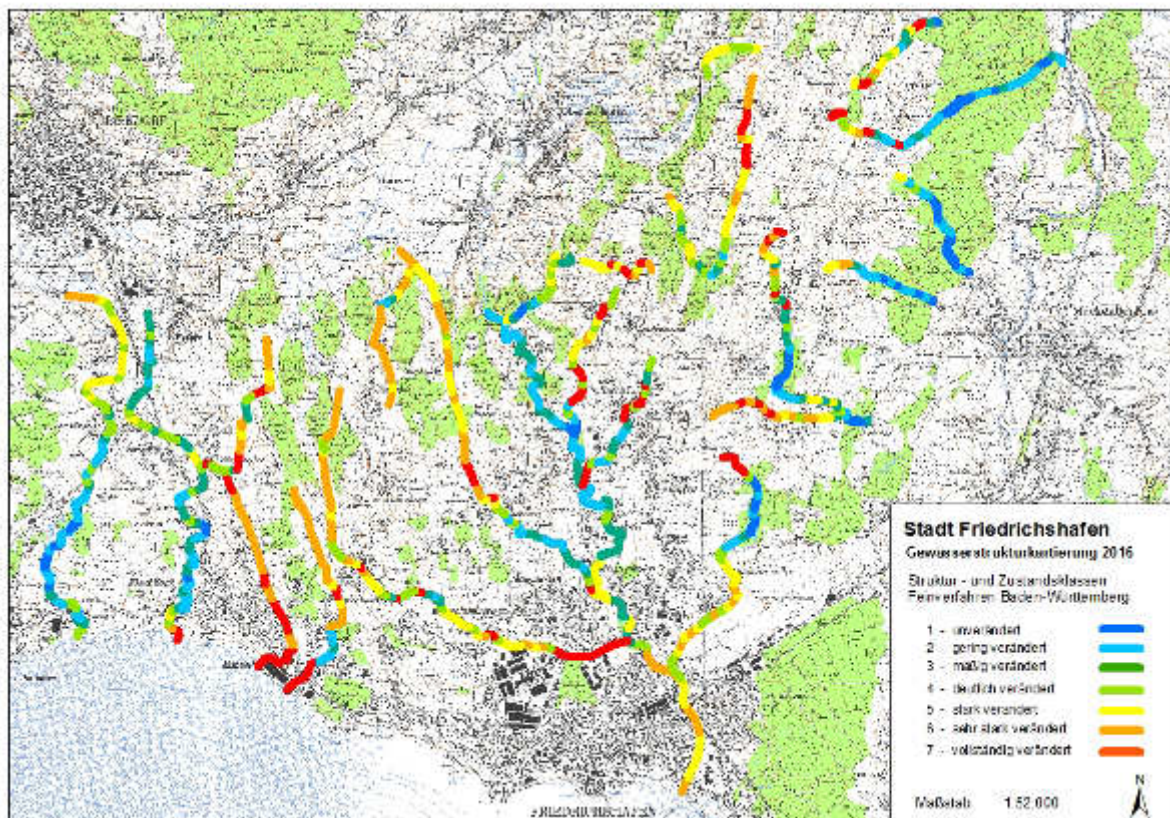


Abbildung 8: Farbige Banddarstellung der Struktur und Zustandsklassen der Bäche in Friedrichshafen aus der Gewässerstrukturkartierung 2016

### 5.1.5 Verteilung der Gewässerstrukturgüte: bebaut und unbebaut

Abbildung 6 zeigt uns die Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung nach dem Feinverfahren Baden-Württemberg als Verteilung der Zustandsklassen zur Gewässerstrecke als Anteil (%). Auf Anregung und Wunsch von Herrn Steib wurde bei der Präsentation der Ergebnisse am 20.01.2017 eine Aufteilung der Gewässerstrukturgüte in die Bereiche "bebaut" und "unbebaut" gewünscht. Dies wurde nun zusätzlich ausgewertet und in der folgenden Abbildung dargestellt.

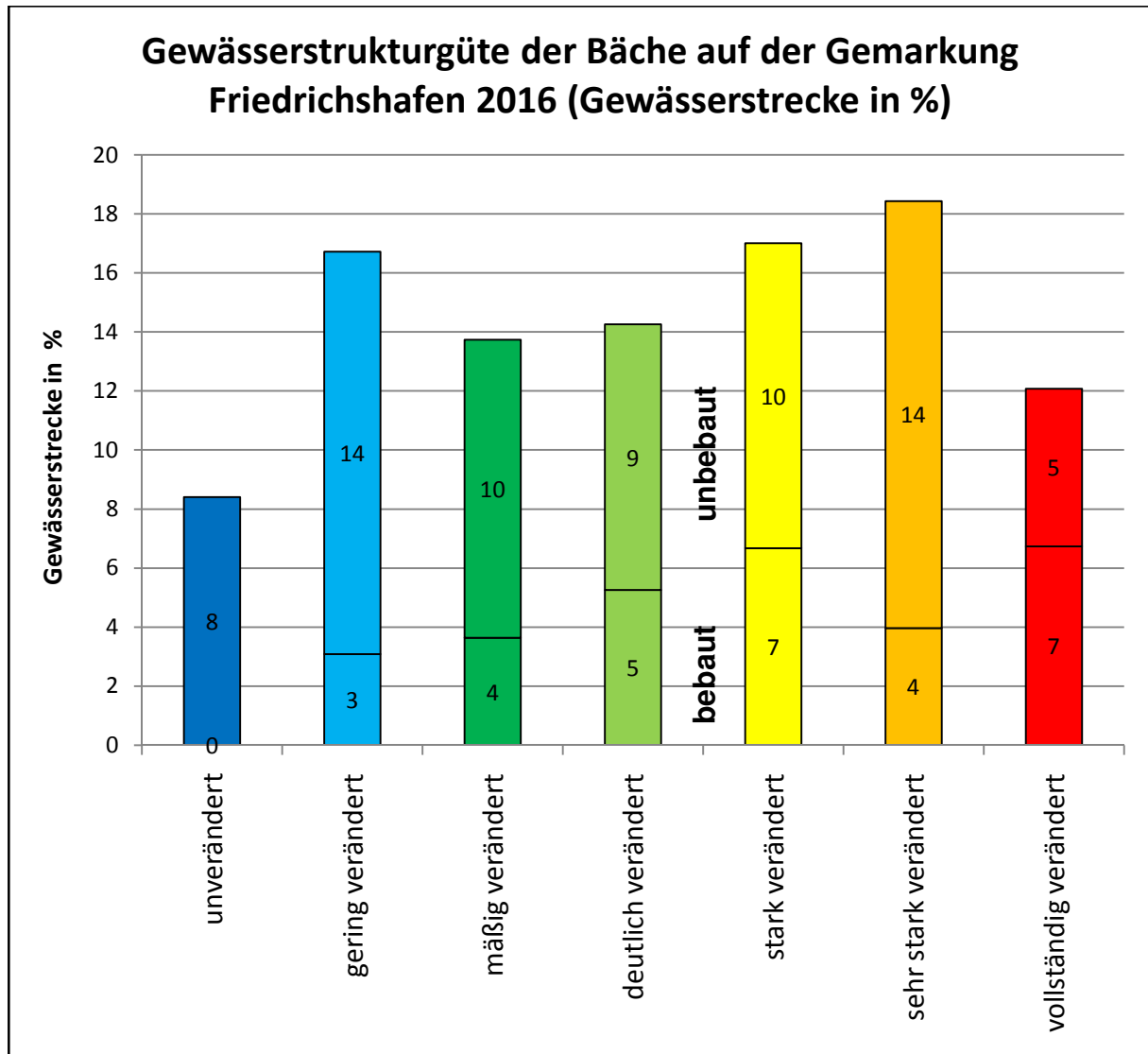


Abbildung 9: Gewässerstrukturgüte der Bäche in Friedrichshafen 2016 Verteilung auf die Bereiche "bebaut" und "unbebaut" (Zustandsklassen zu Gewässerstrecke in %)

## 5.2 Gewässergüte

### 5.2.1 Referenzzustand

Der Referenzzustand ist ein elementarer Bestandteil der Fließgewässerbewertung. Unter dem Referenzzustand wird der nicht anthropogen beeinflusste Gewässerzustand (potentiell natürlicher Zustand oder auch Leitbild) verstanden, d.h. er entspricht dem Zustand, der sich ausgehend von den heutigen Gegebenheiten ohne weitere menschliche Beeinflussung entwickeln würde. Die Definition des Referenzzustandes erfolgt individuell für jeden Gewässertyp und umfasst hydromorphologische, biologische und chemisch-physikalische Komponenten. Der Referenzzustand stellt dabei den *sehr guten ökologischen Zustand* dar.

Die Bewertung des ökologischen Zustands eines Gewässers erfolgt nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) nach den Qualitätselementen Fische, Makrozoobenthos, Phytobenthos und Makrophyten. Für die Fortschreibung der Gewässergüte in Friedrichshafen wird das Qualitätselement Makrozoobenthos mit dem Modul *Saprobie* angewandt.

Die Ergebnisse der Probenauswertung sind in einer Gesamttabelle zusammenfassend dargestellt. Diese Tabelle kann zur Auswertung nach ASTERICS importiert werden. Das Ergebnis für das Modul *Saprobie* ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

### 5.2.2 Gewässergüte - Saprobie

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Güteuntersuchungen dargestellt. Die Güteklassen reichen von I-II bis zu III. Zur der Güteklasse I-II zählen die Probestellen an Guntenbach, Sangenbach und Särlebach, sowie eine Probestelle an der Rotach. Gewässer mit der Güteklasse I "unbelastet bis sehr gering belastet" wurden nicht ermittelt. Der Großteil der Probestellen (24) weisen eine Gewässergüte von II "mäßig belastet" auf. Für 9 Probestellen wurde die Güteklasse II-III (kritisch belastet) ermittelt. Nur bei zwei Probestellen ist die Güteklasse III (stark verschmutzt). Dies sind die Probestellen am Adelsreuter Bach und am Buchenbach. Probestellen mit den Güteklassen III-IV (sehr stark verschmutzt) und IV (übermäßig verschmutzt) wurden nicht gefunden.

Tabelle 12: Gewässergüte

Probestelle	Gewässer	Abkürzung	Saprobienindex	Güteklasse
A-1	Lipbach	LP	2,152	II
A-3	Lipbach	LP	2,078	II
B-1	Brunnisach	BR	1,961	II
B-4	Brunnisach	BR	1,979	II
B-6	Brunnisach	BR	2,033	II
B-10	Riedgraben	RG	2,127	II
B-11	Riedgraben	RG	2,44	II-III
B-30	Langwiesengraben	LW	1,989	II
B-31	Langwiesengraben	LW	2,04	II
B-34	Langwiesengraben	LW	2,211	II
BB-1	Buchenbach	BU	2,84	III
C-2	Mühlbach zur Rotach	MR	2,46	II-III
C-4	Mühlbach zur Rotach	MR	2,067	II
C-6	Mühlbach zur Rotach	MR	2,164	II
D-1	Rotach	RT	2,031	II
D-4	Rotach	RT	2,023	II
D-6	Rotach	RT	1,73	I-II
D-10	Allmannsweiler Bach	AL	2,547	II-III
D-11	Allmannsweiler Bach	AL	2,332	II-III
D-13	Allmannsweiler Bach	AL	2,008	II
D-20	Rohrbach	RO	2,132	II
D-21	Rohrbach	RO	2,282	II
D-22	Riedbach zum Rohrbach	RR	2,419	II-III
D-25	Riedbach zur Brunnisach	RB	2,44	II-III
D-30	Tobelbach	TO	2,15	II
D-40	Särlebach	SB	1,68	I-II
D-50	Guntenbach	GT	1,75	I-II
D-62	Taldorfer Bach	TA	1,8668	II
D-70	Zillisbach	ZI	2,361	II-III
E-11	Tegelbach	TE	2,185	II
E-13	Tegelbach	TE	1,95	II
E-15	Hirschlatter Bach	HI	2,414	II-III
E-20	Brochzellener Bach	BO	1,8	II
E-21	Brochzellener Bach	BO	1,878	II
E-31	Mühlbach zur Schussen	MS	1,994	II
E-32	Mühlbach zur Schussen	MS	2,386	II-III
E-41	Adelsreuter Bach	AD	2,757	III
F-1	Manzeller Bach	MA	2,127	II
SA-1	Sangenbach	SA	1,722	I-II

### 5.2.3 Verteilung der Güteklassen

Werden die 39 untersuchten Probestellen zusammen betrachtet, so kann eine Verteilung der Güteklassen der Bäche und Gräben in Friedrichshafen als Anteil in % dargestellt werden. Das Ergebnis ist in Tabelle 13 zusammengefasst.

**Tabelle 13: Verteilung der Güteklassen in Friedrichshafen 2016**

Güteklasse		Probestellen	
		Anzahl	Anteil (%)
I	unbelastet bis sehr gering belastet	0	0
I-II	gering belastet	4	10
II	mäßig belastet	24	62
II-III	kritisch belastet	9	23
III	stark verschmutzt	2	5
III-IV	sehr stark verschmutzt	0	0
IV	übermäßig verschmutzt	0	0
Gesamt		39	100

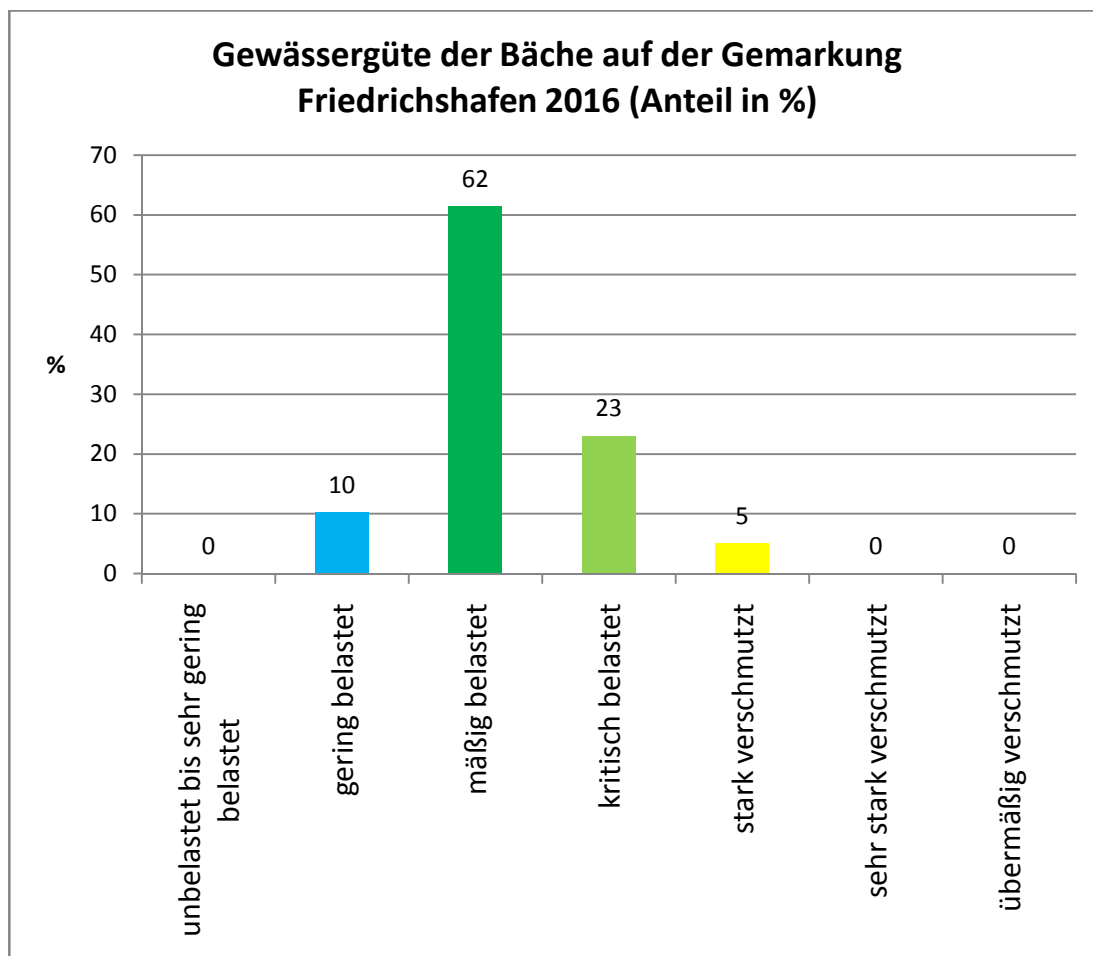


Abbildung 10: Verteilung der Gewässergüte 2016 (Anteil %)



### 5.2.4 Verteilung der Gewässergüteklassen 1990 - 2016

Die Untersuchung der Gewässergüte erlaubt eine Auswertung des ermittelten Zustands im Vergleich zu den Vorkartierungen 1990, 1995, 2000, 2005, sowie den regional und landesweit beobachteten Trends. Im Rahmen der Untersuchung 2016 konnte eine Verbesserung hin zu einem guten Gewässerzustand beobachtet werden (Abbildung 10). Neben der Zunahme von 8 auf 10 % in der Güteklasse I-II (gering belastet) wurde der Trend und eine deutliche Zunahme in der Güteklasse II (mäßig belastet) von 56 auf 62 % weiter bestätigt. Damit besitzen 72 % der Gewässer eine Güteklasse von mindestens II. Im Vergleich hierzu waren es im Jahre 2005 noch 64 %. Demzufolge war in den Güteklasse II-III (kritisch belastet) und III (stark verschmutzt) eine ebenso deutliche Abnahme von 26 auf 23 % und 7 auf 5 % festzustellen. Probestellen mit den Güteklassen III-IV (sehr stark verschmutzt) und IV (übermäßig verschmutzt) sind nicht mehr vorhanden.

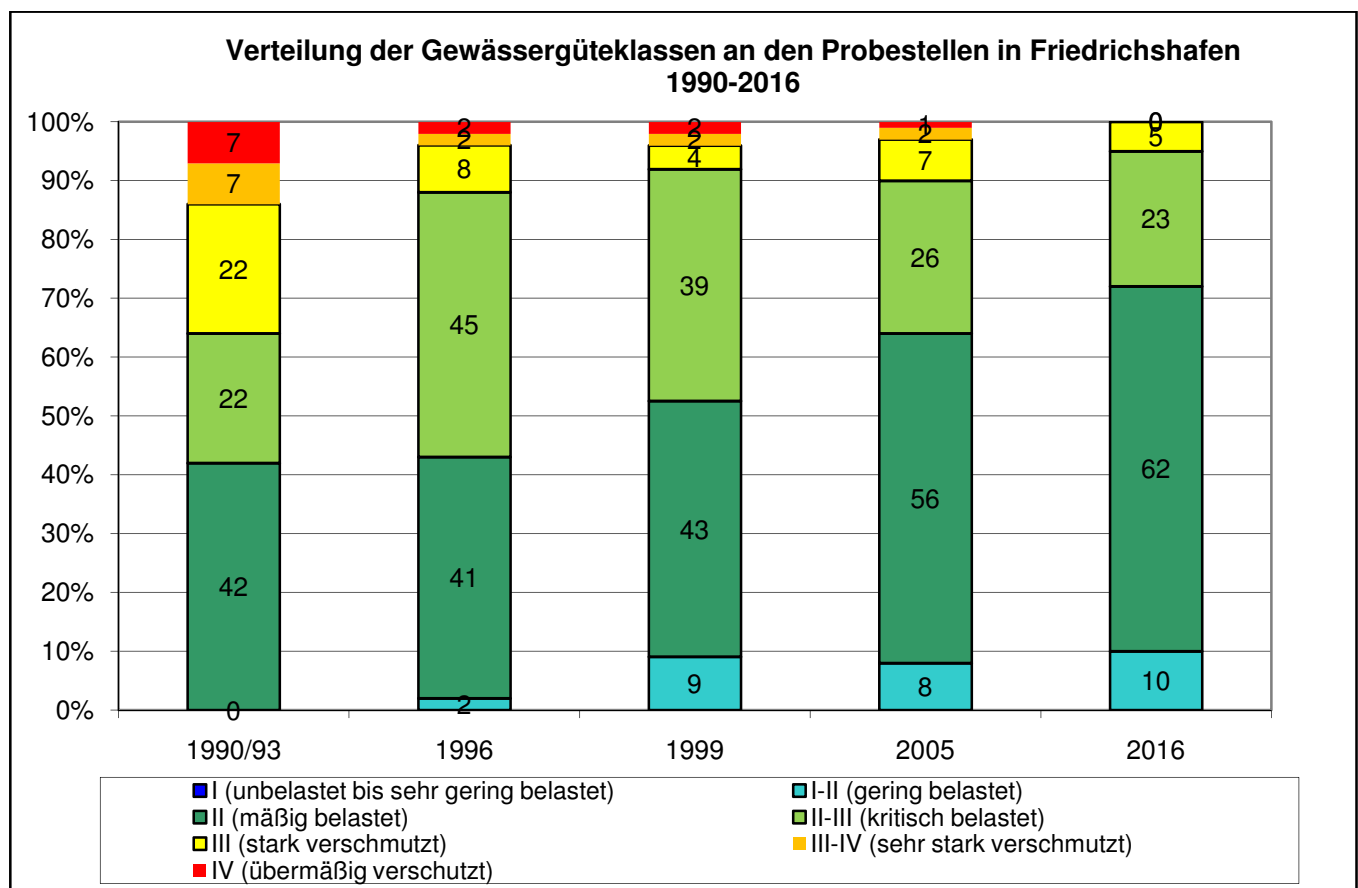


Abbildung 11: Verteilung der Gewässergüteklassen an den Probestellen in Friedrichshafen 1990-2016 (Anteil %)



### 5.2.5 Farbige Banddarstellung der Gewässergüte

Die Gewässergüteuntersuchung zu den 39 Probestellen der Gewässer in Friedrichshafen können im ArcGIS in der ermittelten Güteklasse farbige dargestellt werden.

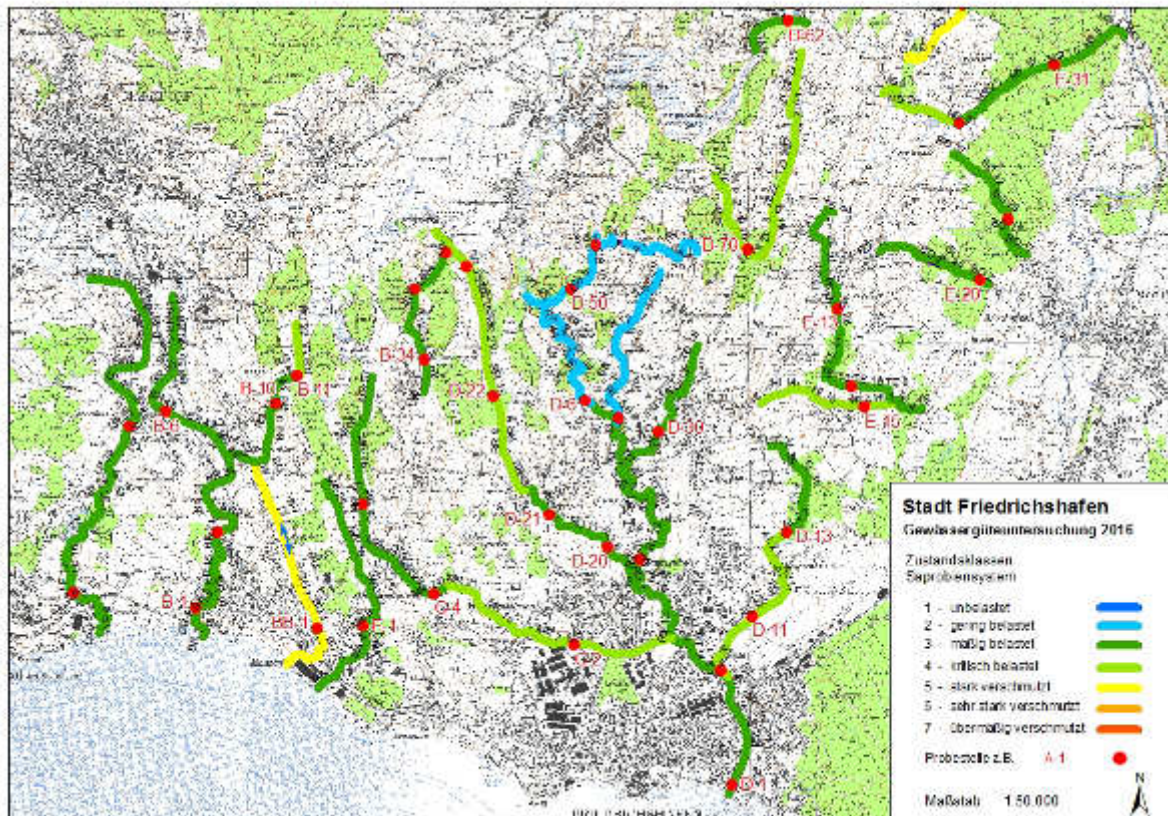


Abbildung 12: Farbige Banddarstellung der Zustandsklassen der Bäche in Friedrichshafen aus der Gewässergüteuntersuchung 2016

### 5.3 Physikalisch-chemische Untersuchung

Neben den biologischen und strukturellen Komponenten lassen chemische und physikalische Untersuchungsdaten weitere Rückschlüsse auf die Wasserbeschaffenheit zu. Im Gegensatz zu den biologischen Untersuchungen werden hier nur Momentaufnahmen gemacht. Auf Grundlage der ermittelten Werte kann das Gewässer ebenso bewertet werden. Zur Überwachung des chemischen Zustands wurden deshalb die Vor-Ort-Parameter und chemische Parameter untersucht.

#### 5.3.1 Vor-Ort-Parameter

Die Messung der Vor-Ort-Parameter wie Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffkonzentration ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 14: Vor-Ort-Parameter

Parameter		LT	WT	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	pH	LF
Dimension		°C	°C	mg/l	%		µS/cm
Probe							
Bach, Fi 1	B6	26,0	15,9	8,77	92,3	8,20	644
Bach, Fi 2	A3	26,0	17,7	9,13	98,2	8,12	710
Bach, Fi 3	A1	25,0	17,5	8,56	85,9	8,14	684
Bach, Fi 4	B1	26,0	16,8	8,18	95,2	8,30	635
Bach, Fi 5	B4	26,0	16,4	9,13	97,5	8,19	644
Bach, Fi 6	B11	27,0	17,7	5,06	57,2	7,47	634
Bach, Fi 7	B10	27,0	17,5	8,21	90,4	7,86	653
Bach, Fi 8	C6	27,5	17,2	6,77	73,8	7,48	686
Bach, Fi 9	BB1	27,5	16,4	8,16	87,2	7,83	744
Bach, Fi 10	F1	27,5	18,6	8,26	92,4	8,11	637
Bach, Fi 11	C4	27,0	17,1	8,14	89,7	8,12	685
Bach, Fi 12	C2	28,5	18,1	8,53	92,3	8,23	678
Bach, Fi 13	D50	18,0	15,3	8,86	89,7	7,86	654
Bach, Fi 14	SA1	17,5	15,3	8,46	89,3	8,18	662
Bach, Fi 15	D6	19,0	16,1	8,06	87,1	7,70	641
Bach, Fi 16	D40	18,5	15,1	9,18	94,6	8,23	629
Bach, Fi 17	D30	19,5	15,6	8,61	91,7	8,03	675
Bach, Fi 18	E15	19,0	15,0	8,64	90,5	7,94	711
Bach, Fi 19	E11	19,0	15,9	8,46	90,4	8,18	686
Bach, Fi 20	E13	19,5	16,0	8,02	85,3	8,16	671
Bach, Fi 21	E20	19,5	15,4	8,47	90,3	8,22	590
Bach, Fi 22	E21	19,0	15,8	8,04	82,2	8,19	580
Bach, Fi 23	E32	19,0	17,0	4,73	59,6	7,78	562
Bach, Fi 24	E31	18,5	16,1	8,52	87,9	8,26	562
Bach, Fi 25	D4	28,0	17,4	8,59	95,5	8,24	618
Bach, Fi 26	D20	29,0	16,2	7,56	81,7	7,71	685
Bach, Fi 27	D21	27,5	17,1	8,38	93,8	8,01	653
Bach, Fi 28	D22	28,0	16,1	7,79	80,3	7,63	651
Bach, Fi 29	D25	26,5	13,6	5,68	56,4	7,21	715
Bach, Fi 30	B34	26,0	16,1	7,39	80,4	7,56	672
Bach, Fi 31	B31	26,5	17,9	6,98	76,5	7,74	680
Bach, Fi 32	B30	18,0	17,6	7,29	81,6	7,96	648
Bach, Fi 33	E41	18,0	15,5	6,28	66,8	7,66	714
Bach, Fi 34	D62	19,0	15,2	6,95	74,9	7,68	640
Bach, Fi 35	D70	19,0	15,4	8,65	93,4	8,06	659
Bach, Fi 36	D13	20,0	16,2	8,25	86,5	8,08	650
Bach, Fi 37	D11	23,0	16,1	3,81	38,7	7,35	702
Bach, Fi 38	D1	23,0	16,5	8,78	97,1	8,22	627
Bach, Fi 39	D10	25,0	17,0	8,64	93,1	7,92	677

### 5.3.2 Parameter der chemischen Untersuchung

Die chemischen Untersuchungen des Labors Dr. Feierabend sind ebenso dargestellt:

**Tabelle 15: Parameter der chemischen Untersuchung**

Parameter		o-PO <sub>4</sub>	P <sub>ges</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N <sub>ges</sub>	Härte	CSB	TOC
Dimension		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	°dH	mg/l	mg/l
<b>Best.grenze</b>		0,03	0,03	0,008	0,003	0,070		0,10	10	0,20
<b>Probe</b>										
Bach, Fi 1	B6	0,08	0,13	0,020	0,015	2,510	2,55	19,20	17	5,70
Bach, Fi 2	A3	0,13	0,19	0,050	0,030	1,740	1,82	19,70	16	4,80
Bach, Fi 3	A1	0,16	0,22	0,080	0,020	1,520	1,62	19,10	< 10	6,10
Bach, Fi 4	B1	0,09	0,12	0,020	0,009	2,430	2,46	18,80	< 10	5,90
Bach, Fi 5	B4	0,08	0,13	0,020	0,010	2,390	2,42	19,10	< 10	5,20
Bach, Fi 6	B11	0,04	0,12	0,080	0,020	0,400	0,50	19,30	29	16,00
Bach, Fi 7	B10	0,04	0,08	0,020	0,010	2,150	2,18	19,90	29	14,00
Bach, Fi 8	C6	0,08	0,14	0,050	0,007	1,890	1,95	21,00	25	10,00
Bach, Fi 9	BB1	0,05	0,13	0,080	0,020	1,120	1,22	20,70	15	4,40
Bach, Fi 10	F1	0,04	0,08	0,020	0,010	0,990	1,02	19,00	15	5,80
Bach, Fi 11	C4	0,10	0,14	0,020	0,005	1,820	1,85	20,80	17	8,20
Bach, Fi 12	C2	0,13	0,18	0,020	0,007	1,800	1,84	20,40	< 10	6,10
Bach, Fi 13	D50	0,06	0,08	0,030	0,010	5,330	5,37	19,40	15	3,60
Bach, Fi 14	SA1	0,10	0,14	0,020	0,020	6,430	6,47	19,80	< 10	3,10
Bach, Fi 15	D6	< 0.03	0,07	0,010	0,008	3,000	3,02	19,00	< 10	2,50
Bach, Fi 16	D40	0,10	0,13	0,010	0,008	3,210	3,23	18,40	< 10	3,70
Bach, Fi 17	D30	0,13	0,16	0,009	0,006	3,020	3,04	20,10	< 10	2,90
Bach, Fi 18	E15	0,09	0,13	0,020	0,006	4,170	4,20	20,50	< 10	3,50
Bach, Fi 19	E11	0,23	0,29	0,010	0,008	2,360	2,38	20,70	< 10	3,70
Bach, Fi 20	E13	0,24	0,31	0,020	0,020	2,170	2,21	19,80	< 10	3,30
Bach, Fi 21	E20	0,19	0,23	0,009	< 0.003	1,540	1,55	17,50	< 10	5,20
Bach, Fi 22	E21	0,11	0,14	0,030	0,005	1,780	1,81	17,70	< 10	6,70
Bach, Fi 23	E32	0,11	0,19	0,980	0,130	1,350	2,46	16,60	< 10	6,70
Bach, Fi 24	E31	0,24	0,28	0,010	0,010	2,110	2,13	17,10	< 10	5,70
Bach, Fi 25	D4	0,08	0,12	< 0.008	0,008	3,090	3,11	17,30	< 10	3,60
Bach, Fi 26	D20	0,07	0,10	0,020	0,008	2,390	2,42	20,50	< 10	7,20
Bach, Fi 27	D21	0,06	0,10	0,025	0,010	2,400	2,44	20,20	< 10	9,00
Bach, Fi 28	D22	0,05	0,08	0,030	0,008	2,750	2,79	20,20	18	9,50
Bach, Fi 29	D25	< 0.03	0,05	0,030	0,006	4,150	4,19	22,20	17	5,70
Bach, Fi 30	B34	0,08	0,11	0,020	0,008	2,260	2,29	20,60	50	4,60
Bach, Fi 31	B31	0,09	0,14	0,050	0,015	2,120	2,19	20,70	16	5,10
Bach, Fi 32	B30	0,08	0,14	0,045	0,020	1,930	2,00	19,90	23	4,70
Bach, Fi 33	E41	0,16	0,22	0,140	0,020	1,770	1,93	21,00	38	4,10
Bach, Fi 34	D62	0,06	0,12	0,035	0,007	3,810	3,85	18,70	< 10	3,90
Bach, Fi 35	D70	0,10	0,17	0,020	0,030	1,630	1,68	18,90	< 10	4,30
Bach, Fi 36	D13	0,07	0,08	0,020	0,005	3,290	3,32	17,10	< 10	3,50
Bach, Fi 37	D11	0,04	0,12	0,180	0,024	1,030	1,23	19,90	< 10	3,50
Bach, Fi 38	D1	0,09	0,11	0,020	0,014	2,800	2,83	18,20	< 10	3,80
Bach, Fi 39	D10	0,07	0,08	0,040	0,016	0,750	0,81	16,80	< 10	3,80

## 6. Bewertung der Ergebnisse

### 6.1 Bewertung der Gewässerstrukturkartierung

Die verschiedenen Parameter der Strukturkartierung beschreiben die Naturnähe bzw. die Notwendigkeit der morphologischen Verbesserung der Gewässer. Die Erreichung des *guten ökologischen Zustands* stellt langfristig das Ziel für die naturnahe Gewässerentwicklung dar. Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten Wasserhaushalt, Durchgängigkeit und Morphologie müssen deshalb so beschaffen sein, dass sich eine gewässertypische Fauna und Flora dauerhaft ausbilden kann. Sie beeinflussen so maßgeblich die Lebensgemeinschaften im Gewässer.

Durch die Gewässerstrukturkartierung kann so Handlungsbedarf festgestellt werden. Die Ergebnisse der bewerteten Gewässerabschnitte bilden die Grundlage für die Aufstellung des Maßnahmenplans. 39 %, also über ein Drittel der Gewässerstrecke, sind nur mäßig verändert und können einem *guten ökologischen Zustand* zugeordnet werden. Damit wurde im Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Jahre 2000 eine Verbesserung um 13 % erreicht.

Die verbleibenden ca. 61 % sind deutlich verändert und zeigen deutliche Defizite der Gewässerstruktur auf. Handlungsbedarf besteht hier neben den allgemeinen strukturverbessernden Maßnahmen auch hinsichtlich der Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit. Die Zunahme der vollständig veränderten Gewässerabschnitte von 10 auf 12 % ist wahrscheinlich durch die Berücksichtigung der gesamten Gewässerstrecken und somit auch der langen verdolten Gewässerstrecken zurückzuführen. Der Anteil der Strukturklasse 6 "sehr stark verändert" hat sich von 10 % auf 18 % fast verdoppelt. Fast unverändert wird die Strukturklasse 5 "stark verändert" von 18 auf 17 % abgebildet. Eine wesentliche Veränderung von 36 % auf 14 % zeigt die Strukturklasse 4 "deutlich verändert".

Erst wenn eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen durchgeführt werden, welche die Gewässerstruktur, die Durchgängigkeit und den Wasserhaushalt, insbesondere den Mindestabfluss, verbessern, kann ein *guter ökologischer Zustand* erreicht werden. Dies ist an defizitären Gewässern Voraussetzung dafür, dass sich typspezifische Lebensgemeinschaften ansiedeln und damit der gute ökologische Zustand erreicht werden kann.

Zur Darstellung der Gewässerstrukturgüte, aber auch der Gewässergüte werden mit einigen Fotos die verschiedenen Struktur bzw. Güteklassen aufgezeigt.

Ein natürliches Gewässer mit vielgestaltiger Sohl- und Böschungsstruktur gilt als Hinweis auf einen *guten ökologischen Zustand*, welcher mittels Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung nachgewiesen wird.





Mühlbach zur Schussen (1604207884.JPG)

Wenig differenzierte Böschungs- und Sohlstruktur sind Kennzeichen eines stark veränderten Gewässers mit kritischer Belastung der Gewässergüte. Hier besteht Handlungsbedarf zur Verbesserung der Gewässerstruktur mit dem Ziel ein strukturreiches Gewässer mit breiter Aue herzustellen.



Riedbach zum Rohrbach (1604012918.JPG)

Sehr stark veränderte Gewässerstruktur und stark verschmutztes Gewässer. Leicht erkennbare Defizite können durch strukturverbessernde Maßnahmen wie Störelemente, Uferabflachungen, Gehölzpflanzungen und Gewässerrandstreifen beseitigt werden. Die neu gestaltete Gewässeraue verhindert als sogenannte Pufferzone den Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln.



Adelsreuter Bach (1604012930.JPG)

### **6.1.1 Methodenvergleich: Werth und Feinverfahren Baden-Württemberg**

Ob der Methodenwechsel einen Einfluss auf die Verteilung der Strukturklassen hat, soll hier analysiert werden. Das Feinverfahren Baden-Württemberg ist bereits bei den Methoden beschrieben. Für einen Vergleich der beiden Verfahren, ist es notwendig, dass das Verfahren nach Werth hier kurz dargestellt wird.

#### **6.1.1.1 Zustandsbewertung nach Werth (1987)**

Das Verfahren von Werth (1987) erfasst morphologisch-strukturelle Parameter eines Fließgewässers. Diese Faktoren in und an Gewässern sind in ihrer Summe wesentlich mitbestimmend für deren Funktion als Lebensraum und beeinflussen ihren ökologischen Gehalt. Ein hoher ökologischer Gehalt bedingt dabei in der Regel ausreichende Stabilität und Selbstregulation in einem gut eingespielten und ausgewogenen Ökosystem.



Aus der Vorsilbe „**öko-**„ und dem Adjektiv „**morphologisch**“ bildet Werth das Wort „**ökomorphologisch**“, einerseits um nicht den umfassenden Ansprüchen einer ökologischen Gesamtbewertung genügen zu müssen, was sein Verfahren auch nicht leisten kann und andererseits wohl auch um seine Untersuchungen von den weniger querschnittsorientierten morphologischen Betrachtungen des herkömmlichen Wasserbaues abzugrenzen.

Die ökomorphologische Bewertung nach Werth beruht ebenso auf einem sogenannten Index-System. Das heißt, dass bestimmte Form- und Strukturkomponenten durch Ihren Zustand (fehlend bis häufig) und ihre Ausprägung (schwach bis stark) einen Einfluss auf die Hauptbewertungsmerkmale ausüben. Dieser Einfluss wird im Bewertungssystem durch eine Indexzahl ausgedrückt.

Die Einzelaspekte der ökomorphologischen Fließgewässerbewertung wurden mittels der Erfassungsbögen zu den fünf aussagekräftigen Summenparametern zusammengefasst. Dadurch erhält man für jeden Parameter einen Zahlenwert, der ein Indikator für dessen anthropogene Beeinträchtigung darstellt. Dieser Zahlenwert wird einer Zustandsstufe zugeordnet.

1. Linienführung/Laufentwicklung
2. Verzahnung Wasser/Land und Breitenvariabilität
3. Böschungsbeschaffenheit
4. Sohlbeschaffenheit
5. Zustand der Ufergehölze

Für die fünf zur Gesamtbewertung herangezogenen Parameter gibt Werth einen qualitativen Einstufungsschlüssel. Der Bewertungsschlüssel ist allgemein verfasst, damit er generell für alle Fließgewässer gelten kann. Dadurch bleiben aber die spezifischen Unterschiede der verschiedenen Gewässertypen weitgehend unberücksichtigt. Die Darstellung der Bewertung der Gewässerstrukturgüte erfolgt als farbiges Band. Dadurch werden besonders wertvollen Gewässerabschnitten und Defizite erkennbar.

**Tabelle 16: Zustandsstufen nach Werth (1987)**

Zustandsstufe	Grad der Naturnähe bzw. Grad der morphologischen Beeinträchtigung
1	Natürlicher Zustand, unbeeinträchtigt bis sehr gering beeinträchtigt
1-2	Naturnaher Zustand, gering beeinträchtigt
2	Gewässer ökomorphologisch wenig bzw. mäßig beeinträchtigt
2-3	Gewässer ökomorphologisch deutlich bzw. kritisch beeinträchtigt
3	Gewässer ökomorphologisch stark beeinträchtigt
3-4	Naturferner Zustand, sehr stark beeinträchtigt
4	Naturfremder Zustand, übermäßig beeinträchtigt

Die ökomorphologische Bewertung des Gewässerzustandes nach Werth erfolgt nach dem Grad der Naturnähe bzw. nach dem Grad der Beeinträchtigung. Als Bewertungsskala werden wie bei der klassischen Gewässergütebewertung (LAWA) vier Hauptklassen mit Zwischenstufen - insgesamt also sieben Stufen - verwendet (Tabelle 16).

#### **6.1.1.2 Vergleich der beiden Verfahren**

Um die Ergebnisse der beiden Verfahren zu vergleichen, ist eine Gegenüberstellung der Bewertungsmerkmale notwendig.

Der Vergleich in der folgenden Tabelle zeigt, dass die Merkmale zur Bewertung der Gewässer bei beiden Verfahren sehr ähnlich sind. Lediglich Durchlässe/Brücken, Verrohrungen und Ausleitungen werden bei Werth nicht direkt berücksichtigt. Durchlässe/Brücken und Verrohrung können jedoch unter Sonstiges (Eingriffe in die Gefälleverhältnisse) vermerkt werden. Eine Berücksichtigung finden diese jedoch insbesondere in der Bewertung der Uferlinie, Sohl- und Böschungsbildung. Erfolgt bei Werth die Bewertung der Parameter noch anhand des Bewertungsrahmens, so wird beim Feinverfahren die Strukturklasse rechnerisch mit dem Programm GeStruk ermittelt. Insgesamt betrachtet kann von einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse ausgegangen werden.



Tabelle 17: Vergleich von Feinverfahren BW und Werth

Feinverfahren BW		Werth
Strukturklasse 7-stufig		Zustandsstufen 7-stufig
1.	Laufentwicklung Gesamt	Laufentwicklung
1.1	Laufform	Linienführung
1.2	Krümmungserosion	Uferlinie /Amphibische Zone
		Eingriffe in die Linienführung
2.	Längsprofil Gesamt	Längsprofil
2.1	Durchgängigkeit	Querbauwerke
2.2	Rückstau	Regulierung durch Querbauwerke
2.3	Ausleitung	Wasserführung
2.4	Verrohrung	Uferlinie
2.5	Strömungsdiv./Tiefenvarianz	Strömungsmuster/Lage des Stromstichs
3.	Querprofil Gesamt	Querprofil
3.1	Breitenvarianz	Variabilität
3.2	Durchlässe/Brücken	Sonstiges
4.	Sohlenstruktur Gesamt	Sohle
4.1	Sohlenzustand	Sohlausbildung
		Technische Sohlbefestigung
4.2	Substratdiversität	Substrattypen
		Strukturelemente
		Sohlbewuchs
5.	Uferstruktur Gesamt	Böschungsbildung
5.1	Uferbewuchs	Uferbewuchs
	Uferbewuchs L	Uferbewuchs links
	Uferbewuchs R	Uferbewuchs rechts
5.2	Uferzustand	Uferzustand
	Uferzustand L	Uferzustand links
	Uferzustand R	Uferzustand rechts
		Beschattung
6.	Gewässerumfeld Gesamt	Gewässerumfeld
6.1	Flächennutzung	Flächennutzung weiteres Gewässerumfeld
	Flächennutzung L	Flächennutzung links
	Flächennutzung R	Flächennutzung rechts
6.2	Gewässerrandstreifen	Gewässerrandstreifen + Nutzung
	Gewässerrandstreifen L	Gewässerrandstreifen links
	Gewässerrandstreifen R	Gewässerrandstreifen rechts

### 6.1.2 Bundesweiter Trend der Gewässerstrukturkartierung

(aus <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand>)

Nur 10 Prozent unserer Fließgewässer befinden sich in einem *guten oder sehr guten ökologischen Zustand* – dem Ziel, das die Europäische Union für das Jahr 2015 vorgegeben hat. Mehr als die Hälfte der Flüsse und Bäche sind „erheblich verändert“ oder „künstlich“. Gründe dafür sind der vielfältige Gewässerverbau und zu hohe Nährstoffeinträge. Die Belastung mit Schadstoffen sank zwar, bei einzelnen Schwermetallen, Pestiziden oder Arzneimitteln besteht aber weiterhin Handlungsbedarf. Spätestens im Jahr 2027 sollen die Oberflächengewässer einen „guten“ oder „sehr guten“ ökologischen Zustand erreicht haben.

### 6.1.2.1 Hydromorphologie

Der Zustand der hydromorphologischen Komponenten Abflussgeschehen, Feststofftransport und Gewässermorphologie und ihr Wirkungsgefüge sind durch die Kultivierung der Fluss- und Auenlandschaften gravierend verändert und nachhaltig gestört. Die Folge ist, dass der Lebensraum für viele aquatische Lebensgemeinschaften verloren ging, was sich auf die biologische Güte der betroffenen Gewässer auswirkt. Dementsprechend ist vor allem der schlechte hydromorphologische Zustand der Gewässer ausschlaggebend dafür, dass das Erreichen der Ziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie für 62 % der Wasserkörper unwahrscheinlich und für weitere 26 % unsicher ist. Für die gesamte Bundesrepublik lässt sich feststellen: Ein großer Teil der Flüsse und Bäche wird die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie, vor allem den guten ökologischen Zustand, ohne konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands voraussichtlich verfehlen. In allen Bundesländern und deren Flussgebieten sind die veränderte Morphologie und eine fehlende Gewässerdurchgängigkeit die ökologisch erheblichsten Probleme.

### 6.1.2.2 Gewässerstruktur

Die im Dezember 2002 erstmalig herausgegebene Gewässerstrukturkarte gibt einen Überblick über den ökomorphologischen Zustand der Gewässer in Deutschland. Hiernach beträgt der Anteil der 2001 kartierten Gewässerstrecken (ca. 33.000 km), der als „mäßig verändert“ (Klasse 3) bis „unverändert“ (Klasse 1) eingestuft wurde, lediglich 21 %. (aktuellere Daten wurden hier nicht gefunden!)

Der nur geringe Anteil von „unverändert“ bis „mäßig veränderten“ Gewässerstrecken ist das Ergebnis wasserbaulicher Maßnahmen an den meisten stärker hydromorphologisch veränderten Gewässern. So wurden z. B. die Lauflängen verkürzt, die Ufer verbaut, Stauanlagen errichtet, Wasser in Kanäle ausgeleitet und Hochwasserschutzbauwerke, wie z. B. Deiche, angelegt. Zusätzlich wurden umfangreiche Entwässerungsmaßnahmen durchgeführt. In vielen Gewässern wurde die Sohle zur Verbesserung des Wasserabflusses und damit zur Verminderung der Überschwemmungshäufigkeit eingetieft. Bei der Mehrzahl der Flüsse und Bäche haben die Folgen des Ausbaus und der Unterhaltungsarbeiten zu einer erheblichen Veränderung der Strukturen geführt. Dies zeigt sich besonders an den großen Flüssen. Sie sind in der Regel zugunsten der Schifffahrt und der Wasserkraftnutzung mit Wehranlagen und Schleusen ausgebaut worden. Ferner wurden ihre Überschwemmungsgebiete meist eingedeicht. Dies erklärt ihre überwiegende Zuordnung zu den Klassen stark verändert (Klasse 5) bis vollständig verändert (Klasse 7).

Die meisten der kleineren Flüsse und Bäche in den Mittelgebirgen, den Hügelländern und der Tiefebene sind in der Vergangenheit ebenfalls zugunsten der Wasserkraft, zum Schutz von Siedlungsgebieten, Verkehrswegen oder zur landwirtschaftlichen Nutzung (z. B. Melioration) ausgebaut worden. Sie werden regelmäßig unterhalten. Damit werden die morphodynamischen Prozesse (Eigenentwicklung) unterbunden. Für diese Gewässer überwiegen deutlich veränderte (Klasse 4) bis vollständig veränderte (Klasse 7) Zustände.

Unveränderte (Klasse 1) bis mäßig veränderte (Klasse 3) Bach- und Flussabschnitte finden sich noch im Alpen- und Voralpengebiet, in den Granit- und Gneislandschaften des Bayerischen Waldes, in den Oberlaufabschnitten der Mittelgebirge, in den Heidelandschaften der norddeutschen Tiefebene und den eiszeitgeprägten Landschaften in Mecklenburg-Vorpommern. In diesen Landschaftsräumen sind die naturräumlichen Voraussetzungen wie Boden und Klima oder auch das Relief zum Teil so beschaffen, dass der Gewässerausbau und die Melioration der gewässerbegleitenden Flächen weitgehend unterblieben sind.

### 6.1.3 Landesweiter Trend der Gewässerstrukturkartierung

Naturnahe und durchgängige Fließgewässer sind eine Grundvoraussetzung für ein intaktes Fließgewässerökosystem und deshalb ein wesentliches Ziel der WRRL. In die Hydromorphologie fließen Informationen zur Durchgängigkeit, Morphologie und zum Wasserhaushalt ein.

Die erste landesweite Übersichtskartierung der Fließgewässer in Baden-Württemberg (1993) bewertete anhand der fünf Hauptparameter Linienführung, Gewässerrandstreifen, Gehölzsaum, künstliche Wanderungshindernisse und Talbodennutzung den morphologischen Zustand. Durch Auswertung von Karten und Luftbildern, d.h. ohne aufwändige Feldaufnahmen wurde hier ein Überblick über den Zustand der Fließgewässerstruktur erhalten. Die Untersuchung ergab für die 65 wichtigsten Fließgewässer folgende Klassifikation: 21,9 % sind weitgehend naturnah, 30,8 % sind beeinträchtigt und 47,3 % naturfern.

Die Übersichtskartierung Baden-Württemberg im Jahre 2004 erfuhr dann wesentliche methodische Änderungen: Die bisherigen homogenen Abschnitte mit unterschiedlichen Streckenlängen wurden nun in 1-Kilometer-Abschnitte als Bewertungseinheit verändert. Das hier angewandte LAWA Verfahren beruht auf neun Hauptparametern. Aus diesen werden durch Aggregation weitere fünf so genannte zusammengesetzte Parameter sowie die Gesamtbewertung berechnet. Die Ergebnisdarstellung erfolgt entsprechend der EU-Klassifikation in fünf statt bisher drei Zustandsklassen. 19,2 % sind unverändert bis gering verändert, 16,1 % sind mäßig verändert, 14,8 % sind deutlich verändert, 19,3 % sind stark verändert und 30,6 % sind sehr stark bis vollständig verändert.

In den Jahren 2013 und 2014 erfolgte in Baden-Württemberg eine Kartierung aller Gewässer der WRRL mit ca. 14.400 km Länge. Ca. 30 % der Gewässerabschnitt befinden sich in einem unveränderten, gering und mäßig veränderten Zustand und können so dem guten ökologischen Zustand zugeordnet werden. Für alle anderen Gewässerabschnitte besteht Handlungsbedarf zur Verbesserung von Durchgängigkeit, Morphologie und Wasserhaushalt.

**Tabelle 18: Strukturkartierungen in Baden-Württemberg**

Verfahren	Anzahl Parameter	Bewertung		Umfang	
		Zustandsklassen	Abschnitt	Fließgewässer	Länge (km)
LfU-1993	5	3-stufig	homogen	450	8.500
LAWA-2004	9	5-stufig	1 km	520	10.000
FeinV-BW-2010	6	7-stufig/ 5-stufig	100 m		14.400

Die Ergebnisse der zurückliegenden Untersuchungen der Gewässerstruktur sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 19: Ergebnisse der Strukturkartierungen in Baden-Württemberg**

Jahr	Bewertung - Strukturklassen				
	1	2	3	4	5
1993	21,9		30,8		47,3
2004	19,2	16,1	14,8	19,3	30,6
2015	16	14	21	22	27

Zur Darstellung dieser Ergebnisse wird die Verteilung der Strukturklassen in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

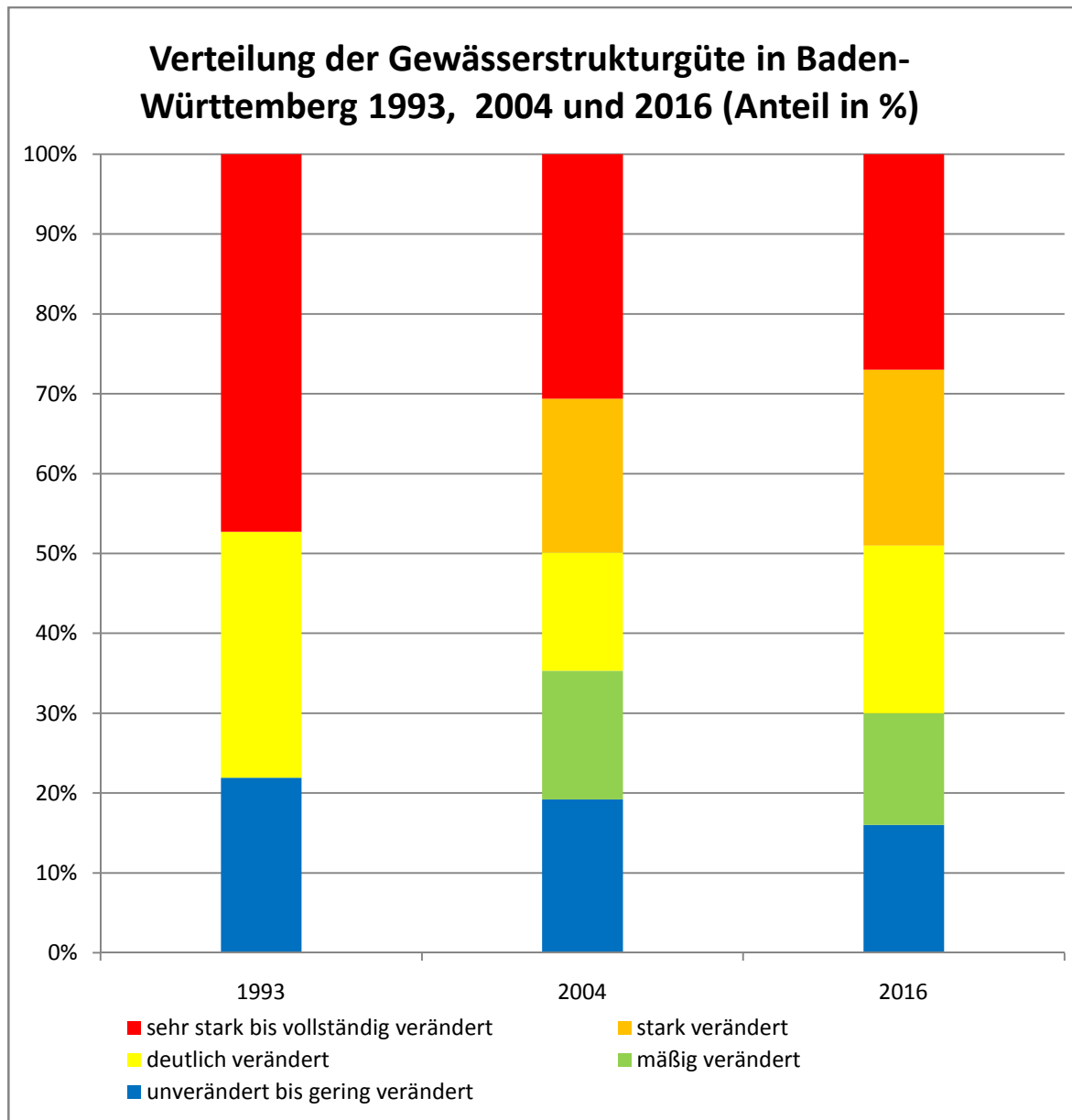


Abbildung 13: Verteilung der Strukturklassen der Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg 1993, 2004, 2016.

### 6.1.4 Vergleich mit der bundes- und landesweiten Gewässerstrukturkartierung

Die bundesweite Bewertung der Gewässerstruktur gibt ein deutlich schlechteres Bild. Sind in Friedrichshafen doch ca. 39 % der Gewässer in einem guten ökologischen Zustand, so sind es bundesweit nur 10 %. Landesweit sind ca. 30 % der WRRL-Gewässer hinsichtlich der Gewässerstruktur in einem guten Zustand.

Die Erklärung für diesen gravierenden Unterschied hinsichtlich des Bundeswertes bzw. des geringeren Unterschieds zum Landeswert kann sicherlich überwiegend mit der Lage im Voralpenland begründet werden. Es zeigt sich jedoch auch hier, das

die stark veränderte Morphologie und eine fehlende Gewässerdurchgängigkeit die größten Probleme darstellen. Kann in Friedrichshafen hinsichtlich der Gewässerstruktur eine deutliche Verbesserung des *guten ökologischen Zustand* von 26 % auf 39 % beobachtet werden, so ist dies mit den bundes- und landesweiten Zahlen nicht darstellbar, da das Datenmaterial nicht vorhanden ist. So erfolgte in 2004 die Bewertung nach dem Übersichtsverfahren. Als Tendenz der landesweiten Veränderung ist eine Abnahme der *guten* Gewässerstrecken von ca. 35 % auf 30 % zu beobachten.

## 6.2 Bewertung der Gewässergüte

Mit Hilfe des Moduls *Saprobie* und der daraus ermittelten Gewässergüte, können die Auswirkungen von leicht abbaubaren organischen Stoffen auf den Zustand der Gewässer dargestellt werden. Das Modul Saprobie ist Teil der Komponente Makrozoobenthos.

Die Untersuchung der Gewässergüte erlaubt eine Auswertung des ermittelten Zustands im Vergleich zu den Vorkartierungen 1990, 1995, 2000, 2005, sowie den regional und landesweit beobachteten Trends. Im Rahmen der Untersuchung 2016 konnte eine Verbesserung hin zu einem guten ökologischen Gewässerzustand beobachtet werden (Abbildung 10). Neben der Zunahme von 8 auf 10 % in der Güteklasse I-II (gering belastet) wurde der Trend und eine deutliche Zunahme in der Güteklasse II (mäßig belastet) von 56 auf 62 % weiter bestätigt. Damit besitzen 72 % der Gewässer eine Güteklasse von mindestens II. Im Vergleich hierzu waren es im Jahre 2005 noch 64 %. Demzufolge war in den Güteklasse II-III (kritisch Belastet) und III (stark verschmutzt) eine ebenso deutliche Abnahme von 26 auf 23 % und 7 auf 5 % festzustellen. Messstellen mit den Güteklassen III-IV (sehr stark verschmutzt) und IV (übermäßig verschmutzt) sind nicht mehr vorhanden.

### 6.2.1 Bundesweiter Trend der Gewässergüte

(aus <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand>)

Die biologische Gewässergütekarte, welche die Ergebnisse der saprobiellen Gewässergüteklassifizierung darstellt, wurde zwischen 1975 und 2000 alle fünf Jahre von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) publiziert. Der Anteil der kartierten Gewässerstrecken, der die Güteklasse II und besser aufweist, hat sich von 47 % im Jahr 1995 auf 65 % im Jahr 2000 erhöht. Die Gesamtlänge der kartierten Flüsse beläuft sich auf etwa 30.000 km (Gewässernetz).

Wie der Vergleich der biologischen Gütekarten 1975, 1990 und 2000 zeigt, haben die seit den 70er Jahren verbesserten und intensivierten Abwasserreinigungsmaßnahmen ihren Niederschlag in einer deutlichen Verbesserung der biologischen Gewässergüte gefunden.

Die Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie an die biologische Zustandsklassifikation gehen weit über die bisherige Praxis in Deutschland hinaus. Die Entwicklung neuer biologischer Bewertungssysteme war daher notwendig. Am

weitesten fortgeschritten sind bisher die Arbeiten für die Bewertung von Makrozoobenthos und Makrophyten/Phytobenthos.

### 6.2.2 Landesweiter Trend der Gewässergüte

Bereits Ende der 1960er-Jahre, als die Gewässerverschmutzung ihren Höhepunkt erreicht hatte, wurde in Baden-Württemberg mit einer systematischen Untersuchung der Fließgewässer begonnen. Auf der Grundlage des Saprobien-systems wurde mit Hilfe des Makrozoobenthos der Grad der Belastung der Gewässer mit organischen, leicht abbaubaren Stoffen indiziert. Der Rückblick auf über 40 Jahre Gewässergüteuntersuchungen lässt eine erfreuliche Entwicklung erkennen: die Abnahme von fast 60 % defizitärer Gewässerstrecken 1968 auf heute gerade noch 7 % ist das Ergebnis einer konsequenten Sanierung der Abwasser- und Regenwasserbehandlung mit gleichzeitiger Erhöhung des Anschlussgrades der Einwohner an Kläranlagen auf nahezu 100 %. Die folgende Abbildung zeigt uns die Verteilung der Gewässergüteklassen in Baden-Württemberg von 1968 bis 2015 (aus Überwachungsergebnisse Makrozoobenthos 2012-2013).

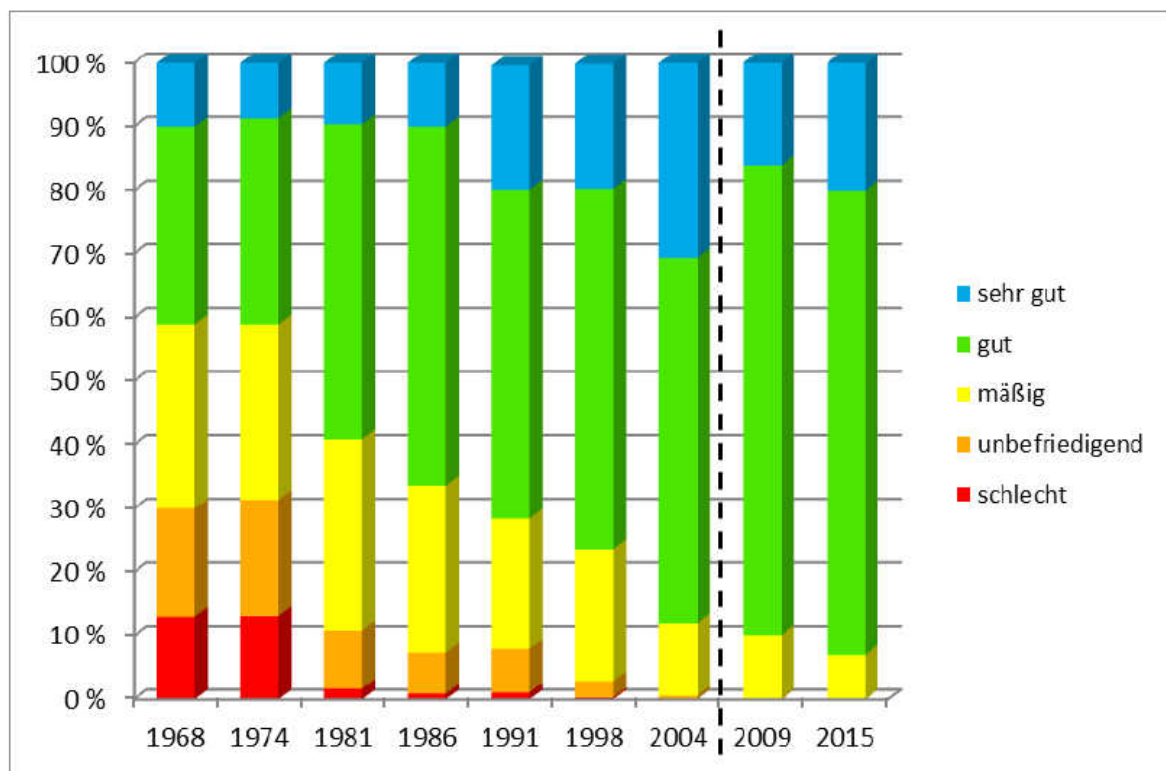


Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Gewässergüteklassen (1968 bis 2004) und – seit der gewässertypspezifischen Bewertung nach WRRL – Qualitätsklassen Saprobie (2009 und 2015) Das angegebene Jahr entspricht dem Zeitpunkt der Veröffentlichung bzw. Meldung der Daten an die EU. Unter „2009“ sind die Bewertungsergebnisse des biologischen Monitorings MZB 2006/2007 aufgeführt [15]. Unter „2015“ sind die Bewertungsergebnisse des biologischen Monitorings MZB 2012/2013 aufgeführt.



Trotz dieser erfreulichen Entwicklung wird die Ermittlung und Bewertung der Saprobie auch in Zukunft wichtig bleiben. Insbesondere vor dem Hintergrund einer möglichen Zunahme der Wassertemperatur mit negativen Folgen für den Sauerstoffhaushalt und /oder einer gravierenden Zunahme des Abwasseranteils aufgrund stärker schwankender Abflüsse der Vorfluter als Folge des Klimawandels kann eine Verschlechterung der saprobiellen Verhältnisse für einen Teil der Gewässer des Landes für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden.

### 6.2.3 Vergleich mit der landesweiten Gewässergüteuntersuchung

In Baden-Württemberg ist, bezogen auf den Teilaspekt Saprobie, ein *guter Zustand* in vielen Regionen aufgrund der hohen Standards in der Abwasserreinigung schon erreicht. Nur noch wenige Wasserkörper weisen einen mäßigen Zustand auf. Dies waren primär Gewässer mit einem hohen Anteil an gereinigtem Abwasser und/oder langsam fließende oder staugeregelte Gewässer, wie beispielsweise der Neckar oder die obere Donau.

Die Untersuchungen der Gewässergüte in Friedrichshafen aus den Jahren 1990, 1995, 2000, 2005 und 2016 zeigen ebenso eine zunehmende Verbesserung der Gewässergüte (Abbildung 9). Dabei sind in 2016 10 % der Messstellen gering (WRRL - sehr gut), 62 % mäßig belastet (gut) , 23 % kritisch belastet (mäßig) und 5 % stark (unbefriedigend) belastet. Landesweit sind 93 % und in Friedrichshafen nur 72 % in einem guten Zustand. Der Anteil an kritisch belasteten Messstellen liegt landesweit bei ca. 7 % und ist in Friedrichshafen mehr als das Dreifache. 5 % der Gewässer sind in Friedrichshafen noch stark belastet. Landesweit sind keine stark belasteten (verschmutzten) Gewässer mehr vorhanden. Obwohl von 2005 bis 2016 in Friedrichshafen hinsichtlich dem guten Zustand eine Verbesserung von 64 % auf 72 % zu beobachten ist, besteht im Vergleich zum landesweiten Zustand noch erheblicher Handlungsbedarf. Andererseits sind in 2016 keine sehr stark und übermäßig verschmutzten Messstellen mehr in Friedrichshafen vorhanden, was auch eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte bedeutet.

Durch die großen Sanierungserfolge in der Abwasserreinigung und Regenwasserbehandlung treten nun andere Belastungsarten wie strukturelle Defizite der Gewässer oder Nährstoffbelastungen zunehmend stärker in den Vordergrund.

## 6.3 Physikalisch-chemische Bewertung

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten wie Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse fließen unterstützend in die ökologische Zustandsbewertung ein.

Die LAWA hat zur Bewertung der für die Fließgewässer besonders relevanten Parameter nach Gewässertypen differenzierte Orientierungswerte festgelegt. Diese sind gemäß ihrer oben skizzierten Bedeutung nicht mit Umweltqualitätsnormen oder Sanierungswerten gleichzusetzen. Die Orientierungswerte markieren vielmehr den

Übergangsbereich vom „guten“ zum „mäßigen“ Zustand und werden als Anhaltswerte herangezogen, um die maßgeblichen Ursachen der bei den biologischen Qualitätskomponenten festgestellten Defizite zu identifizieren und um mögliche Ansatzpunkte für die Maßnahmenplanung aufzuzeigen.

### **6.3.1 Bundesweiter Trend - Chemischer Zustand**

(aus <http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/fliessgewaesser>)

Neben den biologischen und strukturellen Komponenten lassen chemische und physikalische Untersuchungsdaten weitere Rückschlüsse auf die Wasserbeschaffenheit zu. Im Gegensatz zu den biologischen Untersuchungen werden hier nur Momentaufnahmen gemacht. Auf Grundlage der ermittelten Werte kann das Gewässer ebenso bewertet werden. Zur Überwachung des chemischen Zustands wurden deshalb die Vor-Ort-Parameter und chemische Parameter untersucht.

### **6.3.2 Bundesweiter Trend - Nährstoffe**

(aus <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand/naehrstoffe>)

Stickstoff- und Phosphorverbindungen sind die wachstumsbestimmenden Nährstoffe für pflanzliche Organismen (Algen, Wasserpflanzen). Sie führen bei zu hohen Konzentrationen zu einem übermäßigen Wachstum insbesondere von Algen (Eutrophierung). Die Fließgewässer transportieren den Stickstoff und Phosphor in die Seen und Meere und beeinflussen so auch deren Nährstoffkonzentration. Zu hohe Nährstoffkonzentrationen sind eine Ursache dafür, dass in vielen Gewässern der gute ökologische Zustand noch nicht erreicht ist. Das heißt, die naturraumtypischen, aquatischen Lebensgemeinschaften kommen nicht vor.

Die Gesamtposphor- und Stickstoffeinträge in die Fließgewässern haben sich durch die Einführung phosphatfreier Waschmittel, Produktionsstilllegungen in den neuen Ländern, den Bau und die Modernisierung von kommunalen und industriellen Kläranlagen (Bau von Phosphatfällungsanlagen) sowie den höheren Anschlussgrad der Bevölkerung an die Abwasserreinigung deutlich verringert. Die Hauptquellen der Nährstoffbelastung der Gewässer sind heute vor allem die Landwirtschaft, aber auch kommunale Kläranlagen, Kraftwerke, Verkehr und Industriebetriebe.

Der Vergleich der Mittelwerte der 90-Perzentile der Zeiträume 2001-2010 und 1991-2000 an den LAWA-Messstellen, an denen für diese Zeiträume Daten vorliegen (rund 200 Messstellen), belegt eine Abnahme der Konzentrationen an 86 % der Messstellen bei Nitrat, an 91 % der Messstellen bei Gesamtposphor und an 98 % der Messstellen bei Ammonium. Die messstellenbezogenen Angaben können dem UBA-Kartendienst zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie in Deutschland entnommen werden. Weitere Auswertungen zur Entwicklung der Nitratkonzentrationen zeigt der Bericht zur EG-Nitratrichtlinie.

### 6.3.3 Landesweiter Trend - ortho-Phosphat

Für die Beurteilung der Nährstoffverhältnisse der Gewässer kommt dem pflanzenverfügbaren ortho-Phosphat als chemisch-physikalische Kenngröße eine besondere Bedeutung zu. Ein Maßnahmenbedarf kann sich bereits bei der Überschreitung eines gewässertypspezifischen Orientierungswertes ergeben, auf jeden Fall jedoch bei Überschreitung eines Maßnahmen auslösenden Schwellenwertes von 0,2 mg/l bzw. 0,1 mg/l im staugeregelten Neckar. Die Überwachungsergebnisse zeigen, dass es v.a. im Neckareinzugsgebiet deutliche Defizite gab. Die Nährstoffeinträge resultieren dabei im Wesentlichen aus Einleitungen über kommunale Abwasseranlagen und diffusen Einträgen aus der Landwirtschaft.

### 6.3.4 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten beschreiben die für die aquatische Lebensgemeinschaft maßgeblichen limnologischen Güteaspekte. Sie umfassen zumindest folgende Kenngrößen:

- Temperaturverhältnisse,
- Sauerstoffhaushalt (Sauerstoffgehalt, BSB<sub>5</sub>),
- Nährstoffverhältnisse (Phosphat),
- Salzgehalt (Chlorid),
- Versauerungszustand (pH-Wert) und
- Stickstoffparameter (Ammonium, Ammoniak, Nitrit).

Die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten dienen der Plausibilisierung der biologischen Bewertung und werden nach den Vorgaben der OGewV 2011 unterstützend zur Bewertung des ökologischen Zustands herangezogen. Die Parameter können im Allgemeinen mit vertretbarem Aufwand bestimmt werden und geben Ansatzpunkte für mögliche Maßnahmen.

### 6.3.5 Chemisch-physikalische Güteklassifizierung

Die chemisch-physikalische Güteklassifizierung der LAWA beinhaltet sowohl synthetische, nichtsynthetische Stoffe sowie auch wichtige klassische Wasserkennwerte. Die Einstufung der Fließgewässer nach ihren Nährstoff- und Salzkonzentrationen sowie Summenkenngrößen wurde von der LAWA (1998) wie folgt vorgenommen.

Zur kartographischen Darstellung wurde deshalb für die Wasserinhaltsstoffe ein Klassifikationsschema entsprechend der Biologischen Gewässergüteklassifikation entwickelt. Die chemische Gewässergüteklassifikation erfolgt unter Anwendung eines 7stufigen Systems mit 4 Haupt- und 3 Unterklassen.

Die Stoffkonzentrationen, die der Güteklasse I entsprechen, charakterisieren einen Zustand ohne anthropogene Beeinträchtigungen. Der Güteklasse II wird für gefährliche Stoffe die strengste Zielvorgabe aller Schutzgüter zugeordnet, für alle anderen Kenngrößen (z.B. Nährstoffe) ein aus den bisherigen Bewertungsansätzen der Bundesländer resultierender Wert. Die nachfolgenden Klassen bis Klasse III-IV ergeben sich aus der Multiplikation des Zielvorgabewertes mit dem Faktor 2 in dem siebenstufigen System. Die Güteklasse I-II weist in der Regel den halben Wert der

Zielvorgabe auf, die Güteklasse IV einen größer achtfachen Wert. Für die Haupt- und Nebenklassen ergibt sich somit das folgende Schema:

Abbildung 15: Chemische Gewässergüteklassifikation: Beschreibung der Güteklassen.

(aus <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewaessergueteklassifizierung/>)

Güteklasse	Bezeichnung
I	anthropogen unbelastet: Geogener Hintergrundwert (bei Naturstoffen) bzw. "Null" (bei Xenobiotika)
I-II	sehr geringe Belastung: bis halber Wert der Zielvorgabe
II	mäßige Belastung: Einhaltung der Zielvorgabe
II-III	deutliche Belastung: bis zweifacher Wert der Zielvorgabe
III	erhöhte Belastung: bis vierfacher Wert der Zielvorgabe
III-IV	hohe Belastung: bis achtfacher Wert der Zielvorgabe
IV	sehr hohe Belastung: größer achtfacher Wert der Zielvorgabe

Für in der Natur vorkommende Stoffe wie Nährstoffe und Salze erhält die Güteklasse I den geogenen Hintergrundwert und die Güteklasse II einen aus den bisherigen Bewertungsansätzen der Bundesländer resultierenden Wert, der sämtliche Schutzgüter (z.B. aquatische Lebensgemeinschaften und Trinkwasserversorgung) sowie allgemeine Gewässerschutzkriterien (z.B. Grundwasserschutz, Korrosionsschutz) berücksichtigt. Als Überwachungswert wird das 90-Perzentil herangezogen. Die Tabelle zeigt die Klassifikation der klassischen Kenngrößen im Überblick.

Tabelle 20: Güteklassifikation für Nährstoffe, Salze und Summenkenngrößen

Stoffname	Einheit	Stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse						
		I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Gesamtstickstoff	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 3	≤ 6	≤ 12	≤ 24	> 24
Nitrat-N	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Nitrit-N	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	> 0,8
Ammonium-N	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	> 2,4
Gesamtphosphor	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	> 1,2
Ortho-Phosphat-P	mg/l	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,8	> 0,8
Sauerstoffgehalt <sup>1</sup>	mg/l	> 8	> 8	> 6	> 5	> 4	> 2	≤ 2
Chlorid	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
Sulfat	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
TOC	mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 40	> 40
AOX	µg/l	"0"	≤ 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	> 200

(aus <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/chemische-gewaessergueteklassifizierung/>)

Der Eintrag der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff in die Fließ- und Stillgewässer trägt zur Eutrophierung der Gewässer bei. Eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff ist für die meisten Wasserorganismen lebensnotwendig. Der Sättigungswert liegt z.B. bei 20 °C bei 9 mg/l. Für die meisten Fische ist ein Wert kleiner als 3 mg/l kritisch.

Die Leitfähigkeit ist ein Hinweis auf die Gesamtmenge an gelösten Salzen in einem Gewässer. Kalkhaltige Gewässer haben Leitfähigkeiten von ca. 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und weiche Gewässer von  $<100 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Häufige Temperaturabweichungen vom gewässerspezifischen Wert bzw. punktuelle Temperaturschwankungen können einen erheblichen Einfluss auf die Biozönose und die chemischen Prozesse haben.

Der pH-Wert kann, wie die Temperatur, die Lebewesen im Ökosystem beeinflussen. Man darf dabei nicht außer Acht lassen, dass auf natürlicherweise in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen höhere oder niedrigere pH-Werte auftreten können. Der optimale pH-Bereich für einige Fischarten ist z. T. sehr eng und liegt z. B. für Forellen zwischen pH 4 und pH 9.

Der organisch gebundene Kohlenstoff (TOC = total organic carbon) ist ein Maß für die Belastung des Gewässers mit organischer Substanz, die natürlich und anthropogenen Ursprungs sein können. Gering belastete Gewässer weisen einen TOC-Gehalt von 1-2 mg/l auf. Algenblüten führen zu höheren Werten. Der TOC-Wert in stark verschmutzten Gewässern liegt über 10 mg/L.

Die chemische Beschaffenheit der Fließgewässer wird durch punktuelle und diffuse Stoffeinträge verändert. Während Einträge aus Punktquellen wie Abwassereinträgen von Klärwerken und Industrieanlagen in den letzten Jahren sanken, nahm die Bedeutung diffuser Stoffeinträge etwa durch Einträge aus der Landwirtschaft zu. Wenn Umweltqualitätsnormen (UQN) überschritten werden, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

#### **6.3.5.1 Güteklassifizierung der chemischen Parameter**

Die Untersuchung der chemisch-physikalischen Parameter erlaubt die Durchführung der chemischen Güteklassifizierung nach LAWA anhand der Werte in Tabelle 20. Die Einstufung der Fließgewässer nach ihren Nährstoff- und Salzkonzentrationen sowie Summenkenngrößen kann für die in Tabelle 20 aufgeführten Parameter erfolgen. Für die Parameter Sauerstoff (mg/l), ortho-Phosphat, Gesamtphosphat, Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff Gesamtstickstoff und TOC kann anhand der vorgegebenen Grenzwerte die Zuteilung einer Güteklasse erfolgen. Sind die Grenzwerte für die Zuordnung zur Gewässergüteklasse I, I+II und II eingehalten, so kann man diese einem guten ökologischen Zustand zuordnen. Alle anderen Güteklassen bedeuten eine deutliche Belastung.

Die Werte der Güteklasse II-III und III können nicht dem guten ökologischen Zustand zugewiesen werden (in der folgenden Tabelle rot dargestellt). Für den Sauerstoff ist der gute ökologische Zustand an vier Messstellen überschritten. Dies bedeutet eine deutliche Belastung. Für ortho-Phosphat bestand an 8 Messstellen eine deutliche und an drei eine erhöhte Belastung. Für Gesamtphosphat bestand an 10 Messstellen eine deutliche und an einer Messstelle eine erhöhte Belastung. Für Ammonium-Stickstoff gab es eine erhöhte Belastung. Für Nitrit-Stickstoff wurde eine deutliche Belastung beobachtet. Für Nitrat-Stickstoff wurden 11 deutliche und zwei erhöhte Belastungen ermittelt. Für Gesamtstickstoff wurden 9 deutliche und eine erhöhte Belastung beobachtet. Für TOC wurden 17 deutliche und zwei erhöhte Belastungen beobachtet.

Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung Fortschreibung 2016

Nur 4 Messstellen können hinsichtlich der chemischen Güteklassifizierung unter Berücksichtigung aller Parameter einem guten Zustand zugewiesen werden. Dagegen weisen 24 Messstellen eine deutliche Belastung, 8 eine erhöhte Belastung und eine Messstelle eine sehr hohe Belastung (farbige Darstellung in der folgenden Tabelle entsprechend Tabelle 20).

Tabelle 21: Güteklassifikation der chemischen Parameter

Parameter		O <sub>2</sub>	GG	o-PO <sub>4</sub>	GG	P <sub>ges</sub>	GG	NH <sub>4</sub> -N	GG	NO <sub>2</sub> -N	GG	NO <sub>3</sub> -N	GG	N <sub>ges</sub>	GG	TOC	GG
Dimension		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
Best.grenze				0,03		0,03		0,008		0,003		0,070				0,20	
Probe																	
Bach, Fi 1	B6	8,77	I	0,08	II	0,13	II	0,020	I	0,015	I-II	2,510	II-III	2,55	II	5,70	II-III
Bach, Fi 2	A3	9,13	I	0,13	II-III	0,19	II-III	0,050	I-II	0,030	I-II	1,740	II	1,82	II	4,80	II
Bach, Fi 3	A1	8,56	I	0,16	II-III	0,22	II-III	0,080	I-II	0,020	I-II	1,520	II	1,62	II	6,10	II-III
Bach, Fi 4	B1	8,18	I	0,09	II	0,12	II	0,020	I	0,009	I	2,430	II	2,46	II	5,90	II-III
Bach, Fi 5	B4	9,13	I	0,08	II	0,13	II	0,020	I	0,010	I	2,390	II	2,42	II	5,20	II-III
Bach, Fi 6	B11	5,06	II-III	0,04	I-II	0,12	II	0,080	I-II	0,020	I-II	0,400	I	0,50	I	16,00	III
Bach, Fi 7	B10	8,21	I	0,04	I-II	0,08	I-II	0,020	I	0,010	I	2,150	II	2,18	II	14,00	III
Bach, Fi 8	C6	6,77	II	0,08	II	0,14	II	0,050	I-II	0,007	I	1,890	II	1,95	II	10,00	II-III
Bach, Fi 9		8,16	I	0,05	II	0,13	II	0,080	I-II	0,020	I-II	1,120	I-II	1,22	I-II	4,40	II
Bach, Fi 10	F1	8,26	I	0,04	I-II	0,08	I-II	0,020	I	0,010	I	0,990	I	1,02	I-II	5,80	II-III
Bach, Fi 11	C4	8,14	I	0,10	II	0,14	II	0,020	I	0,005	I	1,820	II	1,85	II	8,20	II-III
Bach, Fi 12	C2	8,53	I	0,13	II-III	0,18	II-III	0,020	I	0,007	I	1,800	II	1,84	II	6,10	II-III
Bach, Fi 13	D50	8,86	I	0,06	II	0,08	I-II	0,030	I	0,010	I	5,330	III	5,37	II-III	3,60	II
Bach, Fi 14	SA1	8,46	I	0,10	II	0,14	II	0,020	I	0,020	I-II	6,430	III	6,47	III	3,10	II
Bach, Fi 15	D6	8,06	I	< 0.03	I	0,07	I-II	0,010	I	0,008	I	3,000	II-III	3,02	II-III	2,50	I-II
Bach, Fi 16	D40	9,18	I	0,10	II	0,13	II	0,010	I	0,008	I	3,210	II-III	3,23	II-III	3,70	II
Bach, Fi 17	D30	8,61	I	0,13	II-III	0,16	II-III	0,009	I	0,006	I	3,020	II-III	3,04	II-III	2,90	I-II
Bach, Fi 18	E15	8,64	I	0,09	II	0,13	II	0,020	I	0,006	I	4,170	II-III	4,20	II-III	3,50	II
Bach, Fi 19	E11	8,46	I	0,23	III	0,29	II-III	0,010	I	0,008	I	2,360	II	2,38	II	3,70	II
Bach, Fi 20	E13	8,02	I	0,24	III	0,31	III	0,020	I	0,020	I-II	2,170	II	2,21	II	3,30	II
Bach, Fi 21	E20	8,47	I	0,19	II-III	0,23	II-III	0,009	I	< 0.003	I	1,540	II	1,55	II	5,20	II-III
Bach, Fi 22	E21	8,04	I	0,11	II-III	0,14	II	0,030	I	0,005	I	1,780	II	1,81	II	6,70	II-III
Bach, Fi 23	E32	4,73	III	0,11	II-III	0,19	II-III	0,980	III	0,130	II-III	1,350	I-II	2,46	II	6,70	II-III
Bach, Fi 24	E31	8,52	I	0,24	III	0,28	II-III	0,010	I	0,010	I	2,110	II	2,13	II	5,70	II-III
Bach, Fi 25	D4	8,59	I	0,08	II	0,12	II	< 0.008	I	0,008	I	3,090	II-III	3,11	II-III	3,60	II
Bach, Fi 26	D20	7,56	II	0,07	II	0,10	II	0,020	I	0,008	I	2,390	II	2,42	II	7,20	II-III
Bach, Fi 27	D21	8,38	I	0,06	II	0,10	II	0,025	I	0,010	I	2,400	II	2,44	II	9,00	II-III
Bach, Fi 28	D22	7,79	II	0,05	II	0,08	I-II	0,030	I	0,008	I	2,750	II-III	2,79	II	9,50	II-III
Bach, Fi 29	D25	5,68	II-III	< 0.03	I	0,05	I	0,030	I	0,006	I	4,150	II-III	4,19	II-III	5,70	II-III
Bach, Fi 30	B34	7,39	II	0,08	II	0,11	II	0,020	I	0,008	I	2,260	II	2,29	II	4,60	II
Bach, Fi 31	B31	6,98	II	0,09	II	0,14	II	0,050	I-II	0,015	I-II	2,120	II	2,19	II	5,10	II-III
Bach, Fi 32	B30	7,29	II	0,08	II	0,14	II	0,045	I-II	0,020	I-II	1,930	II	2,00	II	4,70	II
Bach, Fi 33	E41	6,28	II	0,16	II-III	0,22	II-III	0,140	II	0,020	I-II	1,770	II	1,93	II	4,10	II
Bach, Fi 34	D62	6,95	II	0,06	II	0,12	II	0,035	I	0,007	I	3,810	II-III	3,85	II-III	3,90	II
Bach, Fi 35	D70	8,65	I	0,10	II	0,17	II-III	0,020	I	0,030	I-II	1,630	II	1,68	II	4,30	II
Bach, Fi 36	D13	8,25	I	0,07	II	0,08	I-II	0,020	I	0,005	I	3,290	II-III	3,32	II-III	3,50	II
Bach, Fi 37	D11	3,81	IV	0,04	I-II	0,12	II	0,180	II	0,024	I-II	1,030	I-II	1,23	I-II	3,50	II
Bach, Fi 38	D1	8,78	I	0,09	II	0,11	II	0,020	I	0,014	I-II	2,800	II-III	2,83	II	3,80	II
Bach, Fi 39	D10	8,64	I	0,07	II	0,08	I-II	0,040	I	0,016	I-II	0,750	I	0,81	I	3,80	II



## Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung Fortschreibung 2016

Zur Gesamtbetrachtung der Bewertungen der chemischen Gewässergüte für Nährstoffe, Salze und Summengrößen werden die Einzelbewertungen zusammengefasst und für jede Messstelle der Mittelwert berechnet. Entsprechend der biologischen Gewässergüte kann eine Verteilung der ermittelten chemischen Güteklassen dargestellt.

**Tabelle 22: Mittelwert der chemischen Güteklassifikation**

		Gewässer	Chemische Gewässergüte	
Probe		Abk.	Mittelwert	
Bach, Fi 1	B6	BR	1,81	I-II
Bach, Fi 2	A3	LP	1,88	I-II
Bach, Fi 3	A1	LP	1,94	I-II
Bach, Fi 4	B1	BR	1,69	I
Bach, Fi 5	B4	BR	1,69	I
Bach, Fi 6	B11	RG	1,75	I-II
Bach, Fi 7	B10	RG	1,63	I
Bach, Fi 8	C6	MR	1,88	I-II
Bach, Fi 9	BB1	BU	1,63	I
Bach, Fi 10	F1	MA	1,38	I
Bach, Fi 11	C4	MR	1,69	I
Bach, Fi 12	C2	MR	1,81	I-II
Bach, Fi 13	D50	GT	1,75	I-II
Bach, Fi 14	SA1	SA	1,94	I-II
Bach, Fi 15	D6	RT	1,50	I
Bach, Fi 16	D40	SB	1,75	I-II
Bach, Fi 17	D30	TO	1,81	I-II
Bach, Fi 18	E15	HI	1,75	I-II
Bach, Fi 19	E11	TE	1,81	I-II
Bach, Fi 20	E13	TE	1,94	I-II
Bach, Fi 21	E20	BO	1,81	I-II
Bach, Fi 22	E21	BO	1,75	I-II
Bach, Fi 23	E32	MS	2,44	I-II
Bach, Fi 24	E31	MS	1,88	I-II
Bach, Fi 25	D4	RT	1,75	I-II
Bach, Fi 26	D20	RO	1,81	I-II
Bach, Fi 27	D21	RO	1,69	I
Bach, Fi 28	D22	RR	1,81	I-II
Bach, Fi 29	D25	RB	1,75	I-II
Bach, Fi 30	B34	LW	1,75	I-II
Bach, Fi 31	B31	LW	1,94	I-II
Bach, Fi 32	B30	LW	1,88	I-II
Bach, Fi 33	E41	AD	2,06	I-II
Bach, Fi 34	D62	TA	1,88	I-II
Bach, Fi 35	D70	ZI	1,75	I-II
Bach, Fi 36	D13	AL	1,69	I
Bach, Fi 37	D11	AL	1,94	I-II
Bach, Fi 38	D1	RT	1,75	I-II
Bach, Fi 39	D10	AL	1,38	I

Eine Mittelwertbildung erscheint anhand der vorliegenden Verteilung der chemischen Güteklassen nicht sinnvoll, da die einzelnen Problempunkte und deren Belastungen nicht mehr augenscheinlich vorliegen. Hinsichtlich der Darstellung einer allgemeinen Tendenz der weiteren Entwicklung der biologischen Gewässergüte lässt der Mittelwert zukünftig eine weitere Verbesserung des ökologischen Zustands erwarten.

#### 6.4 Gewässerbelastungen und Beurteilung ihrer Auswirkungen

*Auszug aus dem Bewirtschaftungsplan Alpenrhein/Bodensee, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand Dezember 2015.*

Die für den ersten Bewirtschaftungsplan durchgeführte Zusammenstellung der signifikanten Gewässerbelastungen und Beurteilungen ihrer Auswirkungen werden für den Alpenrhein/Bodensee hier dargestellt. Dabei wurden im Rahmen einer Bestandsaufnahme Belastungen aus Punktquellen, Belastungen aus diffusen Quellen, Belastungen durch Wasserentnahmen/Wiedereinleitungen, Belastungen durch morphologische Veränderungen und sonstige Belastungen festgestellt.

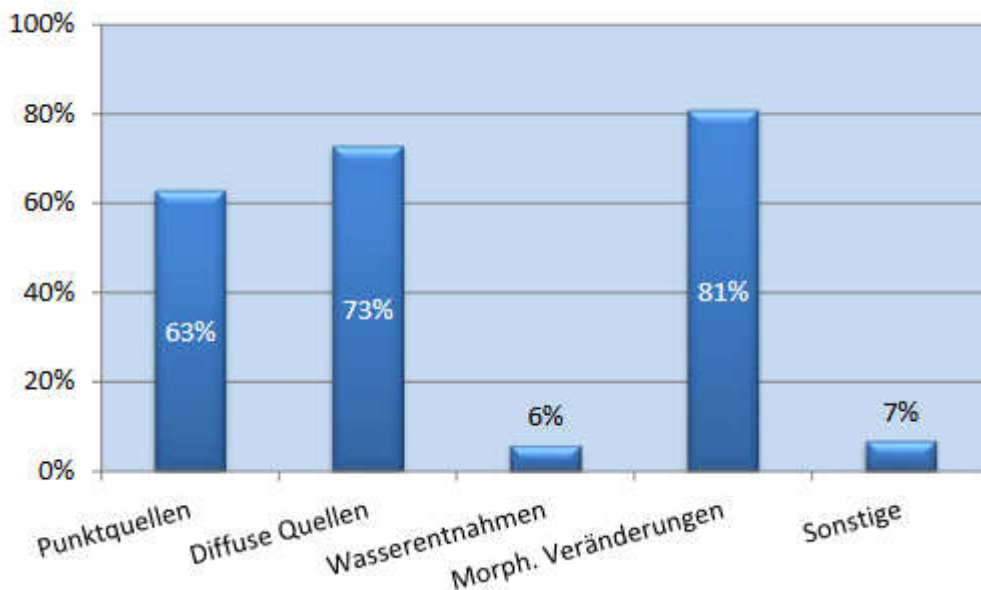


Abbildung 16: Anteile der Oberflächenwasserkörper im deutschen Rheineinzugsgebiet, in denen die spezifischen, teils potenziell signifikanten Belastungen vorkommen

Im deutschen Teil des Rheineinzugsgebietes wird flächendeckend das in den Haushalten anfallende Abwasser in Kläranlagen gereinigt, die mindestens dem Stand der Technik und den Anforderungen der EG-Kommunalabwasserrichtlinie entsprechen. Gleichwohl wurden an 63 % der Oberflächenwasserkörper signifikante Belastungen aus Kläranlagen erhoben.

Insgesamt weisen 73 % der Oberflächenwasserkörper Nährstoffbelastungen aus diffusen Quellen auf. Die Nährstoffanreicherung z. B. durch Phosphor kann für die biologische Gewässerqualität in den Binnengewässern problematisch sein. Erhöhte Stickstofffrachten führen zudem zu einer Belastung der Meeresumwelt in der Nordsee, insbesondere des Wattenmeeres.

Wasserentnahmen mit und ohne Wiedereinleitungen werden für industrielle, gewerbliche, energetische, landwirtschaftliche und fischereiliche Zwecke genutzt. Sie können aufgrund wesentlicher Veränderungen des Abflussregimes und physikalisch-chemischer Veränderungen die Gewässerbiozönose auf verschiedenste Weise signifikant beeinträchtigen. Belastungen durch Wasserentnahmen und/oder Wiedereinleitungen treten in 6 % der Oberflächenwasserkörper auf.

Die morphologische Gewässerstruktur und das ökologische Wirkungsgefüge sind heute größtenteils anthropogen beeinträchtigt. Darüber hinaus sind zahlreiche Fließgewässer biologisch nicht oder nur teilweise durchgängig. 81 % der Oberflächenwasserkörper weisen derartige hydromorphologische Belastungen auf. Die vielfältigen Nutzungen der Oberflächengewässer und des Gewässerumfeldes haben zu weitreichenden Umgestaltungen geführt. Zu diesen zählen u. a. die Abflussregulierungen (z. B. durch Begradigungen (u. a. Rheinkorrektur), Überleitungen, die Errichtung von Wanderhindernissen, morphologische Belastungen (Veränderungen der Gewässer-sole, des Ufers oder der Gewässeraue), Großschifffahrt oder Wasserkraftnutzung.

Auch weitere Belastungen durch z. B. Fischteiche, Freizeit- und Erholungsnutzung, urbane Überprägung und gebietsfremde Pflanzen- und Tierarten wurden erfasst (7 % Oberflächenwasserkörper).

Insgesamt ist festzustellen, dass in den meisten Wasserkörpern nicht nur eine, sondern mehrere Belastungsarten vorliegen.

#### **6.4.1 Auswirkungen der Belastungen auf Fließgewässer**

Für Oberflächengewässer werden in Baden-Württemberg generell folgende Auswirkungen unterschieden:

- Anreicherung von Nährstoffen (Eutrophierung),
- Anreicherung von organischen Stoffen (Sauerstoffzehrung),
- Kontamination mit prioritären Stoffen oder anderen Schadstoffen,
- Habitatveränderungen aufgrund Hydrologie und morphologischen Veränderungen,
- andere spezifische Auswirkungen

Auswirkungen wie Versalzung, Versauerung, Temperaturerhöhung oder Vermüllung sind in Baden-Württemberg auf Wasserkörperebene nicht relevant.

In Baden-Württemberg stellen hydromorphologische Belastungen z.B. durch Querbauwerke und naturferne Gewässerstrecken nach wie vor die Hauptbelastungsart dar. Die Auswirkungen der hydromorphologischen Belastungen spiegeln sich in der

Tatsache wieder, dass in allen Wasserkörpern signifikante Belastungen vorhanden sind, die Auswirkungen auf den Gewässerzustand haben.

Ein Großteil der baden-württembergischen Gewässer – mit Ausnahme einiger Wasserkörper in den Mittelgebirgen des Schwarzwaldes, der Schwäbischen Alb und Oberschwabens – zeigt eine Nährstoffanreicherung (Trophie). Diese sind im Allgemeinen auf Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und der Abwasserbehandlung zurückzuführen.

Nur wenige Wasserkörper entlang des Oberrheins, im Großraum Stuttgart und am Bodensee weisen noch Defizite in der Wassergüte (Saprobie) auf. Dies ist nicht zuletzt auf den hohen Standard der Abwasserbehandlung in Baden-Württemberg zurückzuführen.

## 7. Ermittlung des Handlungsbedarfs

Zielvorgabe für die Ermittlung des Handlungsbedarfs gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der *"gute ökologische Zustand"*. Dabei sind insgesamt die Ergebnisse aus der Bewertung der Gewässerstruktur, der Gewässergüteuntersuchung (Saprobie) und der physikalisch-chemischen Untersuchung zu berücksichtigen.

### 7.1 Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der Gewässerstrukturkartierung

Entsprechend den Ergebnissen der Gewässerstrukturkartierung besitzen ca. 39 % der Gewässerstrecke einen *guten ökologischen Zustand*. Die verbleibenden ca. 61 % sind deutlich verändert und zeigen erhebliche Defizite der Gewässerstruktur auf. Handlungsbedarf besteht neben den allgemeinen strukturverbessernden Maßnahmen auch hinsichtlich der Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit. Die strukturverbessernden Maßnahmen sind überall dort erforderlich, wo die Eigendynamik nicht mehr ausreicht, um einen *guten ökologischen Zustand* zu erreichen. Stark verbaute oder verrohrte Gewässerabschnitte erfordern eine Umgestaltung und Renaturierung. Die ökologische Durchgängigkeit kann durch Rückbau von Wanderhindernissen wie Wehre, Schwellen und Abstürze wieder hergestellt werden. Darüberhinaus ist die punktuelle Bepflanzung mit Ufergehölzen für die Strukturvielfalt und die langfristige Reduzierung der Gewässerunterhaltung von Bedeutung.

Die Bedeutung der ökologischen Durchgängigkeit wird an zwei Fotos dargestellt.

Abstürze verhindern die freie Durchwanderbarkeit des Gewässerverlaufs für Fische und andere Wasserorganismen. Nur durch Beseitigung dieser massiven Sohlausbauten kann die ökologische Durchgängigkeit hergestellt werden.



Brunnisach (1604125933.JPG)

Falsch eingebaute Durchlässe sind meist die Ursache für mangelnde Durchgängigkeit. Wichtig sind große Durchmesser der Rohre, die durch den Einbau in die Sohle zu einem Drittel mit Sediment gefüllt sind.



Tegelbach (1604197360.JPG)



Anhand der Bewertungsergebnisse der Gewässerstrukturkartierung kann der Handlungsbedarf zur Erreichung des *guten ökologischen Zustands* für die Parameter Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlstruktur, Uferstruktur und Gewässerumfeld aufgezeigt werden.

**Tabelle 23: Handlungsbedarf der Hauptparameter**

Parameter	Abkürzung	Gewässerstrecke (m)	Anteil (%)
Laufentwicklung	LE	35.861	46
Längsprofil	LP	37.147	48
Querprofil	QP	43.571	56
Sohlenstruktur	SS	23.847	31
Uferstruktur	US	22.967	30
Gewässerumfeld	GU	53.734	69

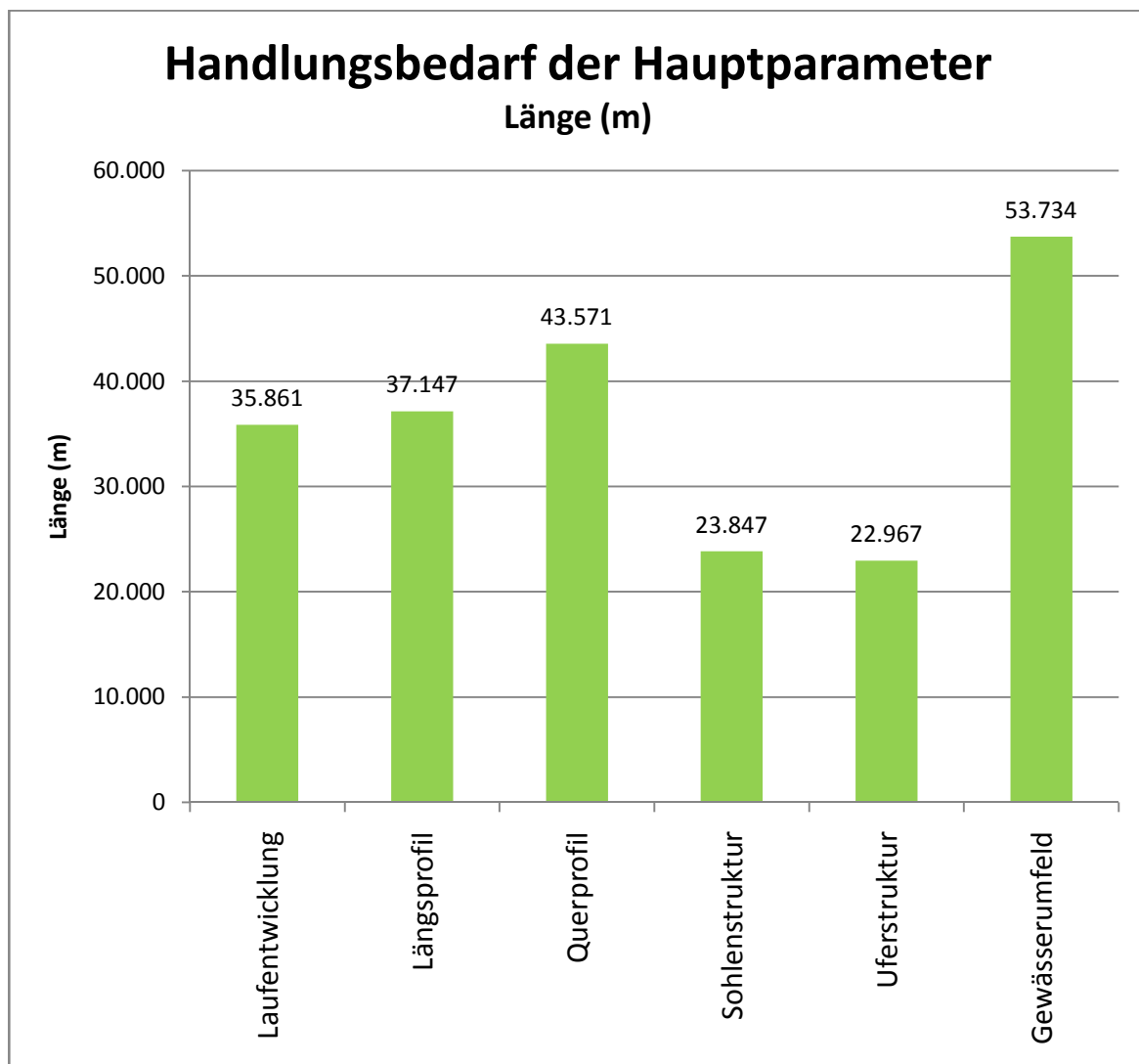


Abbildung 17: Handlungsbedarf der Hauptparameter, Länge (m) aus Gewässerstrukturkartierung für Index größer 3,5, d.h. deutlich verändert.



Das Gewässerumfeld weist mit 69 % (53.734 m) der Gewässerstrecke den größten Handlungsbedarf auf. An über zwei Drittel der Gewässerstrecke reicht meist eine stark beeinträchtigende Nutzung bis an die Böschungsoberkante heran. Ein Gewässerrandstreifen ist nicht vorhanden. Immer noch über 50 % (56 % und 43.571 m) der Gewässerstrecke ist hinsichtlich des Querprofils defizitär und besitzen eine geringe Breitenvarianz, sowie Brücken und Durchlässe. Auf 46 % der Gewässerstrecke (35.861 m) ist die Laufentwicklung deutlich verändert, sodass Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich sind. Diese Abschnitte sind vielfach begradigt und verfügen über keine bis geringe Krümmungserosion. Für das Längsprofil sind es 48 % (37.147 m). Ursachen sind hier Uferverbau und Verrohrungen. Die Sohlenstruktur und die Uferstruktur erfordern mit 31 % bzw. 30 % deutlich geringeren Handlungsbedarf. So können durch beeinträchtigte Gefälleverhältnisse eintönige Sohlstrukturen entstanden sein. Sohlzustand und Substratdiversität sind jedoch bei über zwei Drittel der Gewässerstrecke in gutem Zustand.

Die Hauptparameter Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlstruktur, Uferstruktur und Gewässerumfeld können durch die Umsetzung von gewässerökologischen Maßnahmen beeinflusst werden. Aktuell werden strukturverbessernde Maßnahmen, Umgestaltung und Renaturierung, Bepflanzung mit Ufergehölzen, Entwicklung von Gewässerrandstreifen, Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit und Sicherung der Mindestwasserführung vorgeschlagen.

Die Maßnahmen wirken unterschiedlich auf die Hauptparameter.

- Die Laufentwicklung, das Querprofil und die Uferstruktur werden durch strukturverbessernde Maßnahmen und Pflanzung von Ufergehölzen positiv verändert.
- Das Längsprofil und die Sohlstruktur werden durch Entfernen von Schwellen und Abstürzen und der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit verbessert.
- Für die fünf erstgenannten Parameter ist die Sicherung der Mindestwasserführung eine wesentliche Grundlage.
- Das Gewässerumfeld wird durch die Ausweisung von Gewässerrandstreifen verbessert.

Durch gezielte Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen kann in einem Gewässerabschnitt mit einer Zustandklasse "deutlich verändert" und schlechter langfristig eine Verbesserung erreicht werden. Die Maßnahmen werden in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 24: Handlungsbedarf in Friedrichshafen

Maßnahme		Länge (m)	Fläche (m²)
<b>strukturverbessernde Maßnahmen</b>			
Störelemente		15.852	
Uferabflachungen		15.652	
Gehölzpflanzung	links	13.805	
	rechts	15.246	
Gewässerrandstreifen 10 m	links	37.412	748.240
	rechts	36.635	732.700
Gewässerrandstreifen 5 m	links	4.844	48.440
	rechts	6.028	60.280
Böschungssicherung entfernen	links	1.020	
	rechts	825	
Ingenieurbiologische Böschungssicherung	links	585	
	rechts	740	
kurze und lange Verdolungen öffnen		4.233	
<b>Einzelmaßnahmen</b>			
Durchgängigkeit mit Rampe herstellen		58	
sonstige Einzelmaßnahmen		16	

Die strukturverbessernden Maßnahmen an den Hauptgewässern in Friedrichshafen umfassen den Einbau von Störelementen auf ca. 15,9 km und Uferabflachungen auf einer Länge von ca. 15,7 km. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hier zusammengefassten Gewässer eine unterschiedliche Breite besitzen und so die Umsetzung der Maßnahmen auch einen verschiedenen Aufwand, d.h. dem Einsatz von Material und Maschinen, für die Ausführenden bedeutet. Ebenso wird eine lückige und wechselseitige Pflanzung von standortgerechten und heimischen Gehölzen auf einer Gewässerstrecke von ca. 13,8 km vorgeschlagen.

Zur Schaffung eines Puffer- und Auebereichs kann das direkte Gewässerumfeld durch Ausweisung eines 5 bis 10 m breiten Gewässerrandstreifens auf einer Länge von ca. 37,4 km links und 36,6 km rechts bzw. ca. 4,8 km links und 6,0 km rechts geschützt werden. Insgesamt sind so ca. 167 ha Fläche an den Gewässern in Friedrichshafen unter Schutz zu stellen.

Böschungssicherungen sind in vielfältiger Art und Weise an den Gewässern in Friedrichshafen vorhanden. Die Gewässerstrukturkartierung unterscheidet dabei "gesichert, ohne Lückensystem", " gesichert, mit Lückensystem" und "gesichert mit Leben-/Holzverbau". Vielfach ist eine Sicherung mit Blöcken verschiedener Größen vorhanden. Daneben gibt es auch Verbau mit Holzpfählen und den "Wilden Verbau" mit den verschiedensten Materialien. Der Rückbau von Böschungsmauern wurde nicht berücksichtigt, da dies überwiegend als "unmöglich" erscheint. Im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung werden drei Längenbereiche <10 m; 10<50 m; >50 m erfasst. Zur Ermittlung der Länge wurden hier deshalb folgende Werte festgelegt: 10 m; 30 m und 75 m. Die Böschungssicherung ist dadurch auf 1.020 m linksseitig und

auf 825 m rechtsseitig zu entfernen. Dort wo weiterhin eine Böschungssicherung erforderlich erscheint, wird der Schutz des Ufers durch ingenieurbioologische Maßnahmen vorgeschlagen. Somit sind linksseitig ca. 585 m und rechtsseitig 740 m ingenieurbioologische Böschungssicherung erforderlich.

Zur Darstellung von Böschungssicherungen zeigen die folgenden zwei Fotos Beispiele in Friedrichshafen auf.

Massive Böschungssicherung unterbindet eine naturnahe Uferausbildung und degradiert das Gewässer zu einem Abfluss- und Ableitungsgerinne. Die Möglichkeiten einer naturnahen Böschungsgestaltung mit ingenieurbioologischer Ufersicherung können hier Abhilfe schaffen.



Rotach (1604084947.JPG)

Einfacher Holzverbau an geradlinig ausgebauten Gewässern kann außerhalb von Ortschaften einfach beseitigt werden und Platz für eine naturnahe Entwicklung geben.



Riedbach zum Rohrbach (1604012831.JPG)

Durchlässe und Verrohrung bzw. Verdolung bedeuten eine vollständig veränderten Gewässerstruktur. Zu lange Durchlässe und lange Verdolungen sind deshalb auf einer Länge von ca. 4.233 m zu öffnen, um durch Renaturierung wieder natürliche Gewässerverläufe herzustellen. Am Buchenbach, Manzeller Bach und Mühlbach zur Rotach sind sehr lange Verrohrungen vorhanden. Eine Öffnung dieser Verrohrungen erscheint momentan nicht möglich und ist auch nicht berücksichtigt.

Neben diesen längenbezogenen Maßnahmen wurden noch punktuelle Einzelmaßnahmen zusammengestellt. 58 Abstürze sind meist durch eine Raue Rampe durchgängig zu gestalten. Teilweise ist auch der Austausch des Rohres erforderlich. Weitere sonstige Einzelmaßnahmen wie das Entfernen von Betonteilen, Gewässerverlauf verlegen und Renaturierung, Auszug der Fichten, etc. sind aufgelistet.

## 7.2 Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der Gewässergüteuntersuchung

Im Rahmen der Untersuchung 2016 konnte eine Verbesserung hin zu einem guten Gewässerzustand beobachtet werden. Neben der Zunahme von 8 auf 10 % in der Güteklasse I-II (gering belastet) wurde der Trend und eine deutliche Zunahme in der Güteklasse II (mäßig belastet) von 56 auf 62 % weiter bestätigt. Damit besitzen 72 % der Gewässer eine Güteklasse von mindestens II, was einem *guten ökologischen Zustand* entspricht. Im Vergleich hierzu waren es im Jahre 2005 noch 64 %. Demzufolge war in den Güteklasse II-III (kritisch belastet) und III (stark verschmutzt)

eine ebenso deutliche Abnahme von 26 auf 23 % und 7 auf 5 % festzustellen. Trotz der beobachteten positiven Entwicklung der Gewässergüte ist somit noch bei 28 % der Messstellen eine Verbesserung in Hinblick auf organische und anorganische Schadstoffe und Nährstoffe notwendig. Um langfristig die Belastung der Gewässer mit Schad-, Nähr- und Schwebstoffen zu verringern ist die Ausweisung von Gewässerrandstreifen wie im vorherigen Kapitel dargestellt unbedingt erforderlich.

### 7.3 Handlungsbedarf aus den Ergebnissen der physikalisch-chemischen Untersuchung

Die Bewertung der physikalisch-chemischen Parameter erfolgt mittels der Güteklassifizierung nach LAWA. Dabei werden sieben Güteklassen nach ihrer Belastung von unbelastet bis sehr hoch beschrieben. Für den Sauerstoff (4), ortho-Phosphat (11), Gesamtphosphat (11), Ammonium-Stickstoff (1), Nitrit-Stickstoff (1), Nitrat-Stickstoff (13), Gesamtstickstoff (10) und für TOC (19) wurden deutliche bzw. erhöhte Belastungen ermittelt. Für diese Messstellen bzw. Gewässer besteht aufgrund der deutlich bis erhöhten Belastung Handlungsbedarf. Nur vier Messstellen halten die Zielvorgabe einer mäßigen Belastung für die untersuchten und prüfaren Parameter ein.

Hinsichtlich der Nährstoffgruppen von Phosphor und Stickstoff sind insbesondere Maßnahmen zur Reduzierung des Nährstoffeintrags notwendig. Die Hälfte der Messstellen bzw. Gewässer weisen anhand des TOC-Gehalts eine deutliche bzw. erhöhte organische Belastung auf. Dies bedeutet Handlungsbedarf zur Reduzierung der organischen Belastung, die aus diffusen Quellen, aber auch aus punktuellen Belastungen stammt kann.

Die chemischen Untersuchungen bekräftigen die im vorherigen Kapitel dargestellte Notwendigkeit den Eintrag von Schad-, Nähr- und Schwebstoffen weiter zu verringern. Im Mittel besteht für ca. 22 % Messstellen eine deutliche und höhere Belastung wie in der folgenden Tabelle dargestellt ist. Der Anteil der deutlich belasteten Messstellen schwankt zwischen 3 % bei Ammonium-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff und 49 % beim TOC.

**Tabelle 25: Anteil der Belastung aus Güteklassifizierung**

Parameter	Messstellen mit deutlicher bis höherer Belastung	Anteil (%)
Sauerstoff	4	10
Ortho-Phosphat	11	28
Gesamtphosphat	11	28
Ammonium-Stickstoff	1	3
Nitrit-Stickstoff	1	3
Nitrat-Stickstoff	13	33
Gesamtstickstoff	10	26
TOC	19	49
<b>Gesamtmittelwert</b>		<b>22</b>

## 7.4 Handlungsfelder in Baden-Württemberg

Unter Berücksichtigung der Ziele der WRRL und der vorhandenen Belastungen wurden in Baden-Württemberg die folgenden wesentlichen wasserwirtschaftlichen Handlungsfelder identifiziert. Die Herstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer und die Schaffung aquatischer Lebensräume erfolgt durch

- Verbesserung der Durchgängigkeit,
- Verbesserung der Gewässermorphologie durch Renaturierungsmaßnahmen,
- ausreichende Mindestwasserregelung bei der Wasserkraft- und Brauchwassernutzung.
- Verbesserung der Wasserqualität im Hinblick auf organische und anorganische Schadstoffe und Nährstoffe.

## 7.5 Handlungsfelder in Friedrichshafen

Die Ermittlung des Handlungsbedarfs aus der Gewässerstrukturkartierung, der Gewässergüteuntersuchung und der physikalisch-chemischen Untersuchung ergibt für die Gewässer in Friedrichshafen die entsprechenden Handlungsfelder wie bereits für Baden-Württemberg dargestellt. Für Friedrichshafen können deshalb entsprechende wasserwirtschaftliche Handlungsfelder zur Erreichung eines *guten ökologischen Zustands* definiert werden:

- strukturverbessernde Maßnahmen, Umgestaltung und Renaturierung zur Entwicklung einer naturnahen Gewässermorphologie,
- punktuelle Bepflanzung mit Ufergehölzen für die Strukturvielfalt und die langfristige Reduzierung der Gewässerunterhaltung,
- Entwicklung von Gewässerrandstreifen zur Reduzierung des Eintrags von Nährstoffen, sowie organischen und anorganischen Schadstoffen,
- Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit durch Rückbau von Wanderhindernissen wie Wehre, Schwellen und Abstürze,
- Sicherung der Mindestwasserführung im Rahmen wasserwirtschaftlicher Nutzungen.

## 8. Priorisierung des Handlungsbedarfs

Der zuvor dargestellte Handlungsbedarf an den Gewässern der Stadt Friedrichshafen wird nun hinsichtlich Schadensbegrenzung, Schutzbedürftigkeit, Entwicklungsfähigkeit, Flächenverfügbarkeit und Aufwand/Nutzen-Bilanz priorisiert.

### 8.1 Priorisierung hinsichtlich Schadensbegrenzung



Die Priorisierung des Handlungsbedarf zur naturnahen Entwicklung und Unterhaltung des Gewässernetzes hinsichtlich einer Schadensbegrenzung ist einerseits als Schutz der Gewässerstrecken zu verstehen, welche bereits einen guten ökologischen Zustand aufweisen und z.B. durch die angrenzende Nutzung oder unsachgemäße Gewässerpflege erheblich beeinträchtigt werden können, andererseits als naturnahe Entwicklung aller anderen Gewässerstrecken zu einem *guten ökologischen Zustand* hin. Die 39 % der "guten" Gewässerabschnitte, der Zustandsklassen unverändert, gering und mäßig verändert, gilt es langfristig zu schützen. Hierfür sind Gewässerrandstreifen auf einer Länge von ca. 14,5 km linksseitig und ca. 13,8 km rechtsseitig erforderlich. Zu erwähnen ist hier der Zusammenhang von gutem ökologischen Zustand und Schutzbedürftigkeit. Ca. 86% der Gewässerstrecken mit einem *guten ökologischen Zustand* sind bereits als Schutzgebiete ausgewiesen.

Die Einflüsse der angrenzenden Nutzung, wie Eintrag von Nährstoffen und Pestiziden, Erosion und Schwebstofffracht, sind zu verringern und zurückzudrängen. Darüberhinaus sind die vielfältigen Lebensräume der Gewässer und ihrer Aue für den Artenschutz von enormer Bedeutung. Die Schadensbegrenzung ist auch dahingehend zu verstehen, im vorgegebenen Bewirtschaftungszeitraum den *guten ökologischen Zustand* für alle anderen Gewässerabschnitte zu erreichen.

Unter Heranziehung von Maßnahmen wie Einbringen von Störelementen, Aufweitungen, Uferabflachungen und Gehölzpflanzungen werden die gewünschten Veränderungen hinsichtlich mehr Diversität von Laufentwicklung, Längs- und Querprofil, aber auch Sohl- und Uferstruktur erreicht. Von noch weitreichender Bedeutung ist der Schutz der Aue mindestens im Gewässerrandstreifen, da ca. 69 % der Gewässerabschnitte deutlich bis vollständig verändert sind. Dadurch wird deutlich, dass die Verfügbarkeit der Flächen am Gewässer von enormer Bedeutung für die naturnahe Entwicklung und als große Aufgabe anzunehmen ist.

## **8.2 Priorisierung hinsichtlich Schutzbedürftigkeit**

Insgesamt sind auf ca. 36,8 km der Gewässerrläufe (ca. 47,4 %) Schutzgebiete wie FFH-Gebiete (Natura 2000), Offenland- und Waldbiotope an Gewässern vorhanden. Diese sind insgesamt durch die Ausweisung eines Gewässerrandstreifens zu schützen. Ca. 33 % der Gewässerstrecken mit Schutzstatus besitzen auch einen *guten ökologischen Zustand*. Diese Gewässerabschnitte sind deshalb in erster Priorität zu schützen. Mit zweiter Priorität sind die verbleibenden Gewässerabschnitte zu schützen.

## **8.3 Priorisierung hinsichtlich Entwicklungsfähigkeit**

Dass auch erheblicher Bedarf bei der Förderung der Entwicklungsfähigkeit besteht, zeigen die Defizite bei Quer-, Längsprofil und Laufentwicklung. Hier sind geeignete Maßnahmen zur Förderung der naturnahen Entwicklung notwendig. Eine



Priorisierung erfordert die Bewertung des Potentials. Zur Bewertung des Potentials kann der Parameter "Krümmungserosion" herangezogen werden.

Gewässerabschnitte mit starker Krümmungserosion werden der Priorität 1 zugeordnet. Diese Gewässerabschnitte mit einer Länge von ca. 31 km, was etwa 40 % der Gesamtstrecke entspricht, besitzen ausreichend Eigendynamik. Starke Uferabrüche verändern die Uferstruktur und benötigen Fläche. Der Erwerb von Gewässerrandstreifen ist hier dringend erforderlich. Ca. 20 % (ca. 15,5 km) der Gewässerabschnitte mit beginnender bzw. schwacher Krümmungserosion (häufig schwach und vereinzelt schwach) werden der Priorität 2 zugeordnet, da ihre Eigendynamik noch schwach ist, aber keine Maßnahmen zur Strukturverbesserung notwendig sind. Durch die Ausweisung von Gewässerrandstreifen mit Nutzung als extensives Grünland und bei Bedarf Ufergehölzpflanzung kann die Grundlage für eine naturnahe Gewässerentwicklung geschaffen werden. Die verbleibenden 40 % der Gewässerstrecke werden der dritten Priorität zugeordnet. Sie besitzen keine Eigendynamik und erfordern strukturverbessernde Maßnahmen oder eine Renaturierung.

#### **8.4 Priorisierung hinsichtlich Flächenverfügbarkeit**

Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (03.12.2013) ist ab dem 01. Januar 2019 die Nutzung als Ackerland in einem Bereich von 5 m nicht mehr erlaubt. Ebenso ist der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege und Wildbisschutzmittel, in einem Bereich von fünf Meter verboten. Darüber hinaus ist die Errichtung von baulichen und sonstigen Anlagen, soweit sie nicht standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich sind, im Gewässerrandstreifen nicht erlaubt. Auch wenn im Wassergesetz der Gewässerrandstreifen zunehmend geschützt wird, so ist der Flächenerwerb die sicherste Methode, um die Gewässer und deren Umfeld zu schützen.

Entlang der Gesamtstrecke von ca. 77,6 km sind Außerorts Gewässerrandstreifen mit 2 x 10 m Breite auf ca. 37,5 km linksseitig und ca. 36,6 km rechtsseitig zum Schutz der Gewässer notwendig. Für den Gewässerrandstreifen Innerorts mit 2 x 5 m sind ca. 11,7 km linksseitig und ca. 6,6 km rechtsseitig erforderlich.

Die erste Priorität hinsichtlich Flächenverfügbarkeit besteht in der Prüfung der aktuell im Eigentum der Stadt Friedrichshafen vorhanden. Auf einer Länge von ca. 11 km linksseitig und ca. 6.7 km rechtsseitig der Gewässer sind die angrenzenden Flurstücke im Eigentum der Stadt Friedrichshafen. Auf diesen Flurstücken sind Gewässerrandstreifen zeitnah auszuweisen. Im Rahmen der zweiten Priorität ist die Verfügbarkeit von weiteren Grundstücken für Gewässerrandstreifen zu prüfen. Hier ist auch die Möglichkeit von Flächentausch zu klären. Es ist davon auszugehen, dass es sich beim weiteren Flächenerwerb um einen langfristigen Prozess handelt.

## 8.5 Priorisierung hinsichtlich Aufwand-/Nutzen-Bilanz

### 8.5.1 Erwerb von Flächen für Gewässerrandstreifen

Der Aufwand für den Flächenerwerb schlägt sich im eigentlichen Kaufpreis, aber auch in Vermessungs- und Kaufnebenkosten nieder. Da kann der Erwerb einer größeren Fläche am Gewässer günstiger sein, als der Erwerb des Gewässerrandstreifens plus Vermessung. Durch Regelung im Pachtvertrag kann ein Gewässerrandstreifen abgetrennt und die Restfläche weiter landwirtschaftlich genutzt werden. Die dadurch mögliche Ausweisung eines Gewässerrandstreifens ist für den Schutz vor dem Eintrag von Nährstoffen und anorganischen bzw. organischen Belastungen, aber auch hinsichtlich der ökologischen Funktion für Flora und Fauna von enormer Bedeutung.

Auf der Grundlage eines Gewässerrandstreifens von beidseitig 10 m im Außenbereich, so können die Kosten pro lfm einfach ermittelt werden. Bei einem Preis (inkl. Nebenkosten, etc.) von ca. 2 € pro m<sup>2</sup> ergeben sich 40 € pro lfm.

Der Erwerb von Flächen für den Gewässerrandstreifen ist nach den Richtlinien zur Förderung der Wasserwirtschaft ebenso förderfähig, wenn dies in Zusammenhang mit strukturverbessernden Maßnahmen und Gehölzpflanzung erfolgt. Durch die Bewertung der Flächen (Bestand und Planung) kann die Aufwertung auch in Ökopunkten dargestellt werden.

### 8.5.2 Erwerb von Flächen für Schutzgebiete und Biotope

Der Schutz von Schutzgebieten und Biotopen am Gewässer besitzt eine hohe Priorität, da der Schutz dieser besonders wertvollen Gewässerabschnitte den größten Nutzen für Natur und Landschaft bedeutet. Die Kosten ergeben sich aus dem Flächenkaufpreis mit Nebenkosten pro m<sup>2</sup>. Für Flächen im Gewässerrandstreifen gilt die Förderfähigkeit und die Berechnung von Ökopunkten.

### 8.5.3 Strukturverbessernde Maßnahmen

Strukturverbessernde Maßnahmen sollen in erster Linie die Eigendynamik der Gewässer fördern. Hierzu zählen das Einbringen von Störelementen wie Blöcke, Wurzelstöcke und Pfahl- oder Stammbuhnen, die Herstellung von Uferabflachungen und Aufweitungen, sowie die Pflanzung von Ufergehölzen. Zur Kostenermittlung kann hier ein aktuelles Projekt am Lipbach herangezogen werden. Die dort angesetzte Kostenschätzung ergibt ca. 115 € pro lfm. Diesen Kosten kann jedoch die Generierung von Ökopunkten gegengerechnet werden.

### 8.5.4 Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit

Die Schaffung durchgängiger Gewässer öffnet Lebensraumbarrieren für die Gewässerorganismen und erlaubt den genetischen Austausch und Vielfalt. Da es

sich um punktuelle Maßnahmen handelt, kann die Ermittlung als Kosten pro lfm durch Abschätzung des Lebensraumverbundes erfolgen. Die Wirkung einer Maßnahme und deren Bewertung ist in Zusammenhang mit oben und unten liegenden Wanderhindernissen zu ermitteln.

### **8.5.5 Bewertung nach dem Nutzen**

Die Bewertung nach dem Nutzen für Natur und Landschaft kann hinsichtlich der Wirkfaktoren erfolgen.

Die Einrichtung eines Gewässerrandstreifen zum Schutz vor dem Eintrag von Nährstoffen und anorganischen bzw. organischen Belastungen bewirkt indirekt eine Verbesserung der Wasserqualität und somit ausgleichend auf den Sauerstoffhaushalt. Der Schutz von Schutzgebieten und Biotopen ist von größtem Nutzen für Natur und Landschaft.

Die strukturverbessernden Maßnahmen fördern die Strömungsdiversität, den Eintrag von Sauerstoff und die Verbesserung des Abbaus von organischen Belastungen. Dies wirkt sich wiederum ausgleichend auf den Temperaturhaushalt aus.

Die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit bewirkt eine Lebensraumerweiterung hinsichtlich der Durchwanderbarkeit der Gewässer. Eine Bewertung hinsichtlich dem Nutzen ist entscheidend durch die Situation des jeweiligen Gewässers geprägt.

Die Priorisierung der dargestellten Maßnahmen nach Aufwand/Nutzen hängt von der angewandten Sichtweise d.h. hinsichtlich monetärem oder ökologischen Nutzen ab. Die aufgeführten Maßnahmen wie Flächenerwerb, strukturverbessernde Maßnahmen und Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit können hinsichtlich der Generierung von Ökopunkten bewertet werden und so der monetäre Nutzen ermittelt werden. Der ökologische Nutzen für Natur und Landschaft durch Schutz und Entwicklung von wertvollen Lebensräumen ist von enormen Nutzen für die Zukunft.

Bei der Aufwand/Nutzen-Betrachtung ist die ab 2019 geltende Rechtslage hinsichtlich dem Thema Gewässerrandstreifen zu berücksichtigen. Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (03.12.2013) ist ab dem 01. Januar 2019 die Nutzung als Ackerland in einem Bereich von 5 m nicht mehr erlaubt. Ebenso ist der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege und Wildbisschutzmittel, in einem Bereich von fünf Meter verboten. Dadurch rückt der Flächenerwerb für Gewässerrandstreifen ab 2019 in die zweite Priorität. Strukturverbessernde Maßnahmen und die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit besitzen somit erste Priorität.

## 9. Abgleich mit den vorliegenden Gewässerentwicklungsplänen

In den Jahren 1998 bis 2002 wurden 13 Gewässerentwicklungspläne für die wichtigsten Gewässer in Friedrichshafen erstellt.

Grundlage für die Aufstellung der Gewässerentwicklungspläne war eine umfangreiche Zustandserfassung mit Gewässerstrukturkartierung nach Werth. In der Zustandsbewertung wurden die ökologischen Defizite und schutzwürdige Areale aufgezeigt. Die Erstellung eines Leitbildes erlaubte die Formulierung von Entwicklungszielen und konkreten Maßnahmenvorschlägen wie Baumaßnahmen, Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen, Entwicklungsmaßnahmen und Flächenbedarf. Die Ausarbeitung einer Prioritätenliste und der Kostenschätzung unterstützte die Umsetzung der Maßnahmen.

**Tabelle 26: Gewässerentwicklungspläne der Gewässer in Friedrichshafen**

Gewässer	Jahr	Ersteller	GSK
Appenweiler Weiher /Mühlbach	2002	Biologiebüro Weymüller	Werth
Brunnisach	1999	Funk Ingenieurbüro	--
Buchenbach	2001	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Guntenbach	1999	AG Fürst - Bolender	Werth
Hirschlatter Bach	2002	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Langwiesengraben	2000	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Lipbach	1998	Planungsbüro Jöst	Werth
Manzeller Bach	2001	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Riedbach/Rohrbach/Mühlbach	2000	Planungsbüro Jöst	Werth
Rotach (teilweise)	1998	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Sangenbach	2003	AG Fürst - Bolender	Werth
Tegelbach	2002	Umweltplanung Dr. Fitz	Werth
Zillisbach	2002	Planstatt Senner	Werth

In den einzelnen Gewässerentwicklungsplänen sind Maßnahmen wie Gewässerrandstreifen erwerben und einrichten, Aufweitungen und Uferabflachungen anlegen, lückige und wechselseitige Gehölzpflanzungen, Öffnung von Verdolungen und Durchlässen und Entsorgung der Rohre, Verdolungen/Durchlässe mit größerem Durchmesser ersetzen/austauschen, Gewässerlauf verlegen, Schwellen entfernen, Böschungssicherung entfernen und durch ingenieurbioologische Maßnahmen ersetzen, Sohlhebung und Einrichtung von Umgehungshilfen, aufgeführt.

**Tabelle 27: Maßnahmen zur Gewässerentwicklungsplanung**

Maßnahme	
Gewässerrandstreifen	einseitig/beidseitig
Aufweitungen	einseitig/beidseitig
Gehölzpflanzungen	einseitig/beidseitig
Verdolungen öffnen	
Entsorgung Rohre	
Verdolung austauschen	
Gewässerverlegung	
Schwellen entfernen	
Böschungssicherung entfernen	
Sohlanhebung	
Umgehungshilfe	

Die Auswertung der einzelnen Gewässerentwicklungspläne gestaltete sich recht unterschiedlich. Da für sechs Gewässerentwicklungsplänen die zusammenfassenden Tabellen mit Längenangaben für die Bewertung nach Werth, die Maßnahmen, die Kostenschätzung und den Flächenbedarf fehlen, ist die folgende Auswertung nicht vollständig. Erschwert wird die Zusammenfassung auch dadurch, dass der Gewässerentwicklungsplan nur in Papierform vorliegt.

Die folgende Tabelle stellt die auswertbaren Maßnahmenvorschläge zusammenfassend vor. So wird auf einer Länge von ca. 24,4 km ein beidseitiger Gewässerrandstreifen mit 2 x 10 m und ein einseitiger Gewässerrandstreifen mit 1 x 10 m auf ca. 7,1 km vorgeschlagen. Zur ökologischen Aufwertung werden Aufweitungen/Uferabflachungen auf ca. 1,8 km einseitig und ca. 6,0 km beidseitig benannt. Lückige Gehölzpflanzungen mit standorttypischen und heimischen Gehölzen sind auf einer Länge von ca. 5,9 km einseitig und ca. 8,0 km beidseitig in den Gewässerentwicklungsplänen vorgesehen. Zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit und der Einrichtung von naturnahen Gewässerverläufen wird auf einer Länge von ca. 3,1 km die Öffnung von langen und teilweise auch kurzen Verrohrungen vorgeschlagen. Auf einer Länge von 55 m sind die vorhandenen Verdolungen durch ein Rohr mit einem größeren Durchmesser zu ersetzen. Desweiteren sind sechs Sohlswellen zu entfernen. Die Verlegung des Gewässerverlaufs ist auf 392 m vorgesehen. Die Entfernung der Böschungssicherung sollte nach Prüfung auf 173 m erfolgen. Als weitere Einzelmaßnahme ist eine Sohlanhebung, sowie die Errichtung von 2 Umgehungserinnen vorgeschlagen.

Tabelle 28: Maßnahmen aus den Gewässerentwicklungsplänen

Länge (m)	Gewässerrandstreifen 1x10m	Gewässerrandstreifen 2x10m	Aufweitungen einseitig	Aufweitungen beidseitig	Gehölzpflanzung einseitig	Gehölzpflanzung beidseitig	Verdolung öffnen	Entsorgung Rohre	Verdolung austauschen	Gewässerverlegung	Schwelle entfernen	Böschungssicherung entfernen	Sohlhebung	Umgehungshilfe
<b>Gewässer</b>														
Appenweiler Weiher		10.267		150		2.500	1.027	1.027		80			1	
Buchenbach	212	1.738	107	1.396	173	1.302	608	608	6	212				
Guntenbach	2.200					430								
Hirschlatter Bach	334	1.640		1.030	478	1.024	158	158	9		1			
Langwiesengraben	521	1.696	475	1.425	1.900		34	34						
Lipbach														
Manzeller Bach	1.265	1.864	485	879	647	1.341	142	142	3	100		173		
Riedbach/Rohrbach														
Mühlbach zur Rotach														
Rotach	1.500	800			600						3			2
Sangenbach	410	2.060	695		2.060		440	440						
Tegelbach	664	4.342	65	1.159	90	1.416	703	703	37		2			
Zillisbach														
<b>Summe</b>	<b>7.106</b>	<b>24.407</b>	<b>1.827</b>	<b>6.039</b>	<b>5.948</b>	<b>8.013</b>	<b>3.112</b>	<b>3.112</b>	<b>55</b>	<b>392</b>	<b>6</b>	<b>173</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Da die dargestellte Auswertung der Gewässerentwicklungspläne (Tabelle 28) nicht vollständig möglich ist, ist ein Abgleich mit Tabelle 24: Handlungsbedarf in Friedrichshafen gar nicht möglich.

## 10. Prüfung der Flächenverfügbarkeit

Zur Prüfung der Flächenverfügbarkeit wurde eine digitale Darstellung der Flächen im Eigentum der Stadt Friedrichshafen bei Herrn Fehring, Vermessungsamt angefordert. Mit Vorliegen der digitalen Daten konnte die Flächenverfügbarkeit am Gewässer ermittelt werden. Die Ergebnisse der Prüfung kann wie folgt dargestellt werden. An der Gesamtstrecke von ca. 77,6 km sind auf einer Länge von ca. 11 km linksseitig und ca. 6,8 km rechtsseitig der Gewässer die angrenzenden Flurstücke Eigentum der Stadt Friedrichshafen.

**Tabelle 29: Flächenverfügbarkeit am Gewässer**

		Länge (m)	Anteil (%)
Flächen am Gewässer vorhanden	links	11.028	14
	rechts	6.756	9

Nun kann ein erster Abgleich mit den für Gewässerrandstreifen priorisierten Flurstücken erfolgen.

### 10.1 Flächenverfügbarkeit Gewässerrandstreifen

Entlang der Gesamtstrecke von ca. 77,6 km sind Außerorts Gewässerrandstreifen mit 2 x 10 m Breite auf ca. 37,5 km linksseitig und ca. 36,6 km rechtsseitig zum Schutz der Gewässer notwendig. Für den Gewässerrandstreifen Innerorts mit 2 x 5 m sind ca. 5,5 km linksseitig und 6,6 km rechtsseitig erforderlich.

**Tabelle 30: Flächenverfügbarkeit Gewässerrandstreifen**

		Länge (m)		Anteil (%)
		Bedarf	Vorhanden	
Gewässerrandstreifen 10 m	links	37.509	4.696	13
	rechts	36.734	3.053	8
Gewässerrandstreifen 5 m	links	5.547	872	16
	rechts	6.616	529	8

Der Anteil der im Eigentum der Stadt Friedrichshafen vorhandenen Flächen bezogen auf die Gewässerstrecke beträgt so für den Gewässerrandstreifen 2 x 10 m links ca. 13 % und rechts ca. 8 %. Ähnlich Anteile erhalten wir auch für den Gewässerrandstreifen 2 x 5 m mit ca. 16 % links und ca. 8 % rechts.

### 10.2 Flächenverfügbarkeit Schutzgebiete

Schutzgebiete (FFH-Gebiete, Offenland- und Waldbiotope) am Gewässer und das Gewässer selbst sind in Friedrichshafen auf einer Länge von ca. 36,8 km vorhanden. Bezogen auf die Gesamtstrecke von ca. 77,6 km beträgt der Anteil ca. 47,5 %, also knapp die Hälfte der Gewässerläufe.

Der Abgleich mit den am Gewässer vorhandenen Flurstücken zeigt auf, dass 13 % linksseitig und nur 6 % rechtsseitig Eigentum der Stadt Friedrichshafen sind. Die Schutzgebiete an den Gewässern sind mit erster Priorität zu schützen. Über den geringen Anteil der bereits an den Gewässern vorhandenen Flurstücken ist der Grunderwerb zur Sicherung der Schutzgebiete langfristig notwendig. Um schneller Flächen zu erhalten, ist auch der Tausch von Flurstücken zugeprüft.



**Tabelle 31: Flächenverfügbarkeit Schutzgebiete**

		Länge (m)		Anteil (%)
		Bedarf	vorhanden	
Fläche für Schutzgebiet	links	36.800	4.769	13
	rechts	36.800	2.210	6

Hinsichtlich dem novellierten Wassergesetz für Baden-Württemberg (03.12.2013) ist zu berücksichtigen, dass ab dem 01. Januar 2019 die Nutzung als Ackerland in einem Bereich von 5 m nicht mehr erlaubt ist. Ebenso ist der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege und Wildbisschutzmittel, in einem Bereich von fünf Meter verboten.

Dadurch wird zwangsläufig eine Extensivierung des Gewässerrandstreifens von 5 m erreicht. Dort wo beidseitig ein Gewässerrandstreifen von je 10 m erforderlich ist, wird mittelfristig der Erwerb von Flächen notwendig sein.

## 11. Ökologisches und naturschutzfachliches Aufwertungspotential

Zur Ermittlung des ökologischen und naturschutzfachlichen Aufwertungspotentials im Sinne der Ökokonto VO BW zugunsten des bauplanungsrechtlichen und naturschutzrechtlichen Ökokontos der Stadt Friedrichshafen können folgende Maßnahmen zur Erhöhung der Naturnähe von Gewässern und ihrer Uferbereiche herangezogen werden:

- Zulassen natürlicher Dynamik
- Verbesserung der Selbstreinigungskraft von Gewässern
- Naturnahe Umgestaltung von künstlichen Gewässern
- Renaturierung von Gewässerufern
- Nutzungsextensivierung entlang von Gewässern

Zur Bewertung der Maßnahmen wird das Bewertungsmodell der Landkreise Bodenseekreis und Ravensburg, 2012 herangezogen. Die Biotoptypen des Bestandes werden entsprechend der Biotopwertliste des Bodenseekreises (Anlage 2, Tabelle 1: Biotopwertliste) anhand der Spalte F = Feinmodul bewertet. Für die Planung ist die Spalte P = Planung zu wählen.

### 11.1 Aufwertungspotential Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung

Ökokontofähige Maßnahmen wie Zulassen natürlicher Dynamik, Verbesserung der Selbstreinigungskraft von Gewässern, Naturnahe Umgestaltung von künstlichen Gewässern und die Renaturierung von Gewässerufern führen zur Erhöhung der Naturnähe von Gewässern und ihrer Uferbereiche.

Die Ergebnisse der Strukturkartierung zeigen auf, dass immer noch über 50 % (56 % und 43.571 m) der Gewässerstrecke hinsichtlich des Querprofils defizitär sind, eine geringe Breitenvarianz besitzen und Brücken und Durchlässe vorhanden sind. Auf 46 % der Gewässerstrecke (35.861 m) ist die Laufentwicklung deutlich verändert, sodass Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich sind. Diese Abschnitte sind vielfach begradigt und verfügen über keine bis geringe Krümmungserosion. Für das Längsprofil sind es 48 % (37.147 m). Ursachen sind hier Uferverbau und Verrohrungen. Die Sohlenstruktur und die Uferstruktur erfordern mit 31 % bzw. 30 % deutlich geringeren Handlungsbedarf. So können durch beeinträchtigte Gefälleverhältnisse eintönige Sohlstrukturen entstanden sein. Sohlzustand und Substratdiversität sind jedoch bei über zwei Drittel der Gewässerstrecke in gutem Zustand.

### 11.1.1 Aufwertungspotential Strukturverbessernde Maßnahmen

Der Handlungsbedarf an den Hauptgewässern umfasst strukturverbessernde Maßnahmen wie der Einbau von Störelementen auf ca. 15,9 km (ca. 20,5 % der Gesamtstrecke), Uferabflachungen auf einer Länge von ca. 15,7 km (ca. 20,2 %) und eine lückige und wechselseitige Pflanzung von standortgerechten und heimischen Gehölzen auf ca. 13,8 km (ca. 17,8 %). Der Vergleich der anteiligen Defizite aus der Gewässerstrukturkartierung und dem Handlungsbedarf zeigt wesentliche Unterschiede auf. Diese können durch das noch vorhandene Potential an Eigendynamik erklärt werden.

Die Bewertung der Maßnahmen zur strukturellen Verbesserung erfolgt wieder durch die Gegenüberstellung von Bestand und Planung. Die bewerteten Gewässerstrecken werden vereinfacht alle dem Biototyp "mäßig ausgebauter Bachabschnitt" Nr. 12.21 zugeordnet. Der Normalwert ist mit 16 Biotopwertpunkten bei einer Spannweite von 8 bis 35 angegeben. Nach Rücksprache mit Herrn Schmid, Landratsamt Bodenseekreis wird zwar die Eigendynamik durch die dargestellten Maßnahmen gefördert, aber kein naturnaher Bachabschnitt geschaffen. Der Ansatz eines Biotopwertes von 29 für einen mäßig ausgebauten Bachabschnitt mit Förderung der Eigendynamik ist möglich. Zur Flächenberechnung ist eine weitere Annahme erforderlich. Für die oben benannten Gewässerstrecken von ca. 15 km wird eine mittlere Sohlbreite von ca. 1,5 m angenommen. Daraus ergibt sich eine Fläche ca. 22.500 m<sup>2</sup>.

Die Pflanzung von Ufergehölzung wird in der obigen Berechnung nicht berücksichtigt, da die Aufwertung durch die Extensivierung des Gewässerrandstreifens dies vollumfänglich bewertet. Die wechselseitige Gehölzpflanzung wird dem Biototyp Nr. 42.30 "Gebüsch feuchter Standorte mit einem Normalwert von 21 im Planungsmodul zugeordnet. Dieser Planungswert entspricht dem Biotopwert für die "Magerwiese mittlerer Standorte".

**Tabelle 32: Aufwertungspotential Strukturverbessernde Maßnahmen Bestand - Planung**

Biototyp	Nr.	Biotopwert Feinmodul	Fläche (m <sup>2</sup> )	Ökopunkte
<b>Bestand</b>				
Mäßig ausgebauter Bachabschnitt	12.21	16	22.500	360.000
<b>Planung</b>				
Mäßig ausgebauter Bachabschnitt	12.21	29	22.500	652.500
<b>Biotopwertdifferenz</b>				<b>292.500</b>

Durch das Einbringen von Störelementen und Uferabflachungen können ca. 292.500 Ökopunkte generiert werden.

### 11.1.2 Aufwertungspotential Rückbau der Böschungssicherung

Weiterhin wird die Entfernung von hartem Böschungsverbau auf 1.020 m (ca. 1,3 %) linksseitig bzw. 825 m (ca. 1,1 %) rechtsseitig und deren Ersatz durch ingenieurbioologische Böschungssicherung auf 585 m (ca. 0,8 %) linksseitig bzw. 740 m (ca. 1 %) rechtsseitig vorgeschlagen. Die Bewertung des Rückbaus der Böschungssicherung erfolgt durch die Gegenüberstellung von Bestand und Planung. Hart verbaute Böschungen können dem Biototyp "stark ausgebauter Bachabschnitt" Nr. 12.22 zugeordnet werden. Der Normalwert ist mit 8 Biotopwertpunkten bei einer Spannweite von 4 bis 16 angegeben. Durch den Rückbau der harten Böschungssicherung und der teilweisen ingenieurbioologischen Sicherung können die Gewässerabschnitte dem Biototyp "mäßig ausgebauter Bachabschnitt" Nr. 12.21 mit einem Biotopwert von 16 zugeordnet werden.

**Tabelle 33: Aufwertungspotential Rückbau der Böschungssicherung Bestand - Planung**

Biototyp	Nr.	Biotopwert Feinmodul	Fläche (m <sup>2</sup> )	Ökopunkte
<b>Bestand</b>				
stark ausgebauter Bachabschnitt	12.22	8	900	7.200
<b>Planung</b>				
Mäßig ausgebauter Bachabschnitt	12.21	16	900	14.400
<b>Biotopwertdifferenz</b>				<b>7.200</b>

Durch den Rückbau der Böschungssicherung können ca. 7.200 Ökopunkte generiert werden

## 11.2 Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen

Neben den oben beschriebenen strukturverbessernde Maßnahmen ist der Flächenerwerb zur Nutzungsextensivierung ein wichtiger Faktor für die naturnahe Entwicklung der Gewässer.

Die Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung zeigen auf, daß das Gewässerumfeld mit 69 % (53.734 m) der Gewässerstrecke den größten Handlungsbedarf aufweist. An über zwei Drittel der Gewässerstrecke reicht meist eine stark beeinträchtigende Nutzung bis an die Böschungsoberkante heran. Der aufgezeigte Bedarf an Flächen für Gewässerrandstreifen von insgesamt ca. 43,1 km links und ca. 43,4 km rechts bedeutet ein Anteil von 55 bzw. 56 % an der Gesamtstrecke, was somit dem benannten Handlungsbedarf im Gewässerumfeld von 69 % als Ergebnis der Gewässerstrukturkartierung sehr nahe kommt. Durch die Bewertung der Flächen im Bestand und in der Planung kann die Aufwertung in Ökopunkten berechnet werden.

Für die Abschätzung der Aufwertung werden vereinfacht die Nutzungsarten Grünland, Obstbau und Acker unterschieden. Durch die Gegenüberstellung von Bestand und Planung kann so die Biotopwertdifferenz ermittelt werden.

Für die Grünlandstandorte im Gewässerrandstreifen wird der Biototyp Fettwiese mittlerer Standorte Nr. 33.41 gewählt. Der Biotopwert ist mit einer Spanne von 8 bis 19 und dem Normalwert von 13 angegeben. Der Biototyp Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation Nr. 37.11 besitzt einen Biotopwert von 4 bis 8 und dem Normalwert von 6. Der Intensivobstbau wird dem Biototyp mehrjährige Sonderkultur Nr. 37.20 mit einem Biotopwert von 4 bis 12 und den Normalwert von 8 angegeben.

**Tabelle 34: Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen - Bestand**

Biototyp	Nr.	Biotopwert	Fläche	Ökopunkte
		Feinmodul	m <sup>2</sup>	
<b>Bestand</b>				
Fettwiese mittlerer Standorte	33.41	13	1.058.910	13.765.830
Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation	37.11	6	450.760	2.704.560
Mehrjährige Sonderkultur	37.20	8	158.540	1.268.320
<b>Summe Bestand</b>			<b>1.668.210</b>	<b>17.738.710</b>

Für den Bestand können ca. 17,7 Mio. Ökopunkte angesetzt werden.

Für die Planung wird der Biototyp Magerwiese mittlerer Standorte mit einem Biotopwert von 12 bis 32 und einem Normalwert von 21 angegeben. Daraus ergeben sich ca. 31,7 Mio. Ökopunkte. Für Pflanzung der Ufergehölze ist keine weitere

Unterscheidung erforderlich, da bei der Auswahl des Biotoptyp Gebüsch feuchter Standorte Nr. 42.30 der Biotopwert ebenso mit 21 angesetzt wird.

**Tabelle 35: Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen - Planung**

Biotoptyp	Nr.	Biotopwert	Fläche	Ökopunkte
		Feinmodul	m <sup>2</sup>	
Magerwiese mittlerer Standorte	33.43	21	1.668.210	35.032.410
<b>Summe Planung</b>			<b>1.668.210</b>	<b>35.032.410</b>

Das Aufwertungspotential für die Planung wird mit ca. 35,0 Mio. Ökopunkten ermittelt. Das Aufwertungspotential Gewässerrandstreifen ergibt sich aus der Biotopwertdifferenz von Bestand und Planung mit ca. 17,3 Mio. Ökopunkten.

Ab 2019 gilt ein Grünlandgebot im 5 m - Gewässerrandstreifen. Schon heute ist der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verboten. verändern Die geltende Extensivierung des Gewässerrandstreifens bedeutet eine zunehmende Aufwertung und langfristig eine Abnahme der Biotopwertdifferenz und somit auch eine Abnahme der erzielbaren Ökopunkte für den Ausgleich.

### 11.3 Aufwertungspotential Verdolung öffnen

Durchlässe und Verrohrung bzw. Verdolung bedeuten eine vollständig veränderte Gewässerstruktur. Zu lange Durchlässe und lange Verdolungen sind deshalb auf einer Länge von ca. 4.233 m zu öffnen, um durch Renaturierung wieder natürliche Gewässerverläufe herzustellen. Vereinfachend wird für die Bewertung des Bestands der Biotoptyp "Fettwiese mittlerer Standorte" Nr. 33.41 mit einem Biotopwert von 13 angenommen. Damit der Gewässerlauf mit leichten Schwingungen und einer relativ flachen Böschung ausgebildet werden kann, wird mindestens eine Breite von 5 m benötigt. Somit ergibt sich eine Gesamtfläche von ca. 21.165 m<sup>2</sup>.

Bei der Annahme einer mittleren Sohlbreite von 1 m kann die Fläche von 4.233 m<sup>2</sup> ermittelt werden. Das Planungsmodul für die Neuanlage eines naturnahen Bachabschnittes mit dem Biotoptyp-Nr. 12.10 gibt einen Normalwert von 35 Biotopwertpunkten vor. Für die wechselseitige Gehölzpflanzung werden ca. 8.466 m<sup>2</sup> benötigt. Der Biotoptyp-Nr. 42.30 "Gebüsch feuchter Standorte " sieht einen Normalwert von 21 im Planungsmodul vor. Die restliche Fläche von ca. 8.466 m<sup>2</sup> steht für gewässerbegleitende Hochstaudenfluren, Biotoptyp-Nr. 35.42 zur Verfügung. Als Normalwert sind im Planungsmodul 19 Biotopwertpunkte angegeben.

**Tabelle 36: Aufwertungspotential Verdolung öffnen - Bestand - Planung**

<b>Biotoptyp</b>	<b>Nr.</b>	<b>Biotopwert Feinmodul</b>	<b>Flächen- anteil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ökopunkte</b>
<b><i>Bestand</i></b>				
Fettwiese mittlerer Standorte	33.41	13	21.165	275.145
<b><i>Planung</i></b>				
Naturnaher Bachabschnitt	12.10	35	4.233	148.155
Gebüsch feuchter Standorte	42.30	21	8.466	177.786
Gewässerbegleitende Hochstaudenflur	35.42	19	8.466	160.854
<b><i>Summe Planung</i></b>			21.165	486.795
<b>Biotopwertdifferenz</b>				<b>211.650</b>

Das Aufwertungspotential Verdolung öffnen wird aus der Biotopwertdifferenz von Bestand und Planung mit ca. 211.650 Ökopunkten ermittelt.

#### **11.4 Aufwertungspotential Einzelmaßnahmen**

Schwerpunkt der Einzelmaßnahmen bilden punktuelle Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit.

##### **11.4.1 Aufwertungspotential Durchgängigkeit**

Neben diesen längenbezogenen Maßnahmen wurden auch punktuelle Einzelmaßnahmen zusammengestellt. 58 Abstürze sind meist durch eine Raue Rampe durchgängig zu gestalten. Teilweise ist auch der Austausch des Rohres erforderlich.

Zur Bewertung der punktuellen Maßnahmen konnten bisher die Baukosten im Verhältnis 1:4 umgerechnet werden, d.h. ein Euro wird mit 4 Ökopunkten bewertet. Nach Aussage von Herrn Kugel, Landratsamt Bodenseekreis ist davon auszugehen, dass diese Umrechnung auf das Verhältnis 1:1 umgestellt wird.

In der folgenden Tabelle sind die Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit einzeln aufgelistet. Die grobe Kostenschätzung erlaubt die Ermittlung des Aufwertungspotentials.

Tabelle 37: Aufwertungspotential Durchgängigkeit

Gewässer	Fein- abschnitt	Rohr DN	Absturz m	Kosten- schätzung	Maßnahme
Adelsreuter Bach	5	500	0,1	1.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Adelsreuter Bach	10	300	0,4	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Adelsreuter Bach	13	300	0,3	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Allmannsweiler Bach	10			5.000	steile Rampe in lange und durchgängige Rampe umbauen
Allmannsweiler Bach	37	300	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Brochenzeller Bach	14	400	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Brochenzeller Bach	35			5.000	Furt durch Rohr DN 600 ersetzen
Brunnisach	43		0,6	12.000	großer Absturz vor Brücke in Rampe umbauen
Buchenbach	3		0,2	100	Brett vor Rohr entfernen, Wasserentnahme verbieten
Buchenbach	12	300	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Buchenbach	16	300	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Guntenbach	1		1,0	15.000	10 Schwellen und Abstürze als Rampe umbauen
Guntenbach	2		0,7	8.000	Absturz bei Ableitung in Rampe umbauen
Hirschlatter Bach	3		0,3	1.000	Absturz aus Zaun beseitigen
Hirschlatter Bach	6		0,1	10.000	Schwellen und Sohlbefestigung beseitigen und rampenartig umbauen
Hirschlatter Bach	8	800	0,5	15.000	Rohr tiefer legen, eventuell DN 1200 einbauen
Hirschlatter Bach	13	600	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Langwiesengraben	8	500	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Manzeller Bach	5		0,3	3.000	Absturz in Rampe umbauen
Manzeller Bach	10		0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Manzeller Bach	11	900	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Manzeller Bach	15	200		500	Dolenauslauf öffnen
Mühlbach zur Rotach	2		1,5	15.000	steile Rampe umbauen
Mühlbach zur Schussen	3		0,3	10.000	Absturz vor Brücke in Rampe umbauen
Mühlbach zur Schussen	8			1.000	zwei Schwellen entfernen
Mühlbach zur Schussen	9			4.000	neun Schwellen entfernen
Mühlbach zur Schussen	11	1.000	0,5	7.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Mühlbach zur Schussen	34			1.500	Absturz aus wilder Ablagerung von Betonteilen entfernen
Riedbach zum Rohrbach	19	600	0,3	4.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Riedbach zum Rohrbach	27	500	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Riedgraben	3		0,5	10.000	Schwellen und Sohlbefestigung beseitigen und rampenartig umbauen
Riedgraben	11	600	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Riedgraben	12	400	0,1	2.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Rohrbach	2		0,5	8.000	Rampe mit kleineren Blöcken durchgängig umbauen
Rohrbach	16	1.000	0,3	5.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Rohrbach	18	1000	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Sangenbach	7	300	0,2	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Sangenbach	9		0,2	500	Schwelle entfernen
Särlebach	4	1000	0,2	5.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen



## Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung Fortschreibung 2016

Gewässer	Fein- abschnitt	Rohr DN	Absturz m	Kosten- schätzung	Maßnahme
Särlebach	10	600	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Särlebach	11		0,3	5.000	Wehr/Absturz beseitigen und als Rampe umbauen
Särlebach	13	500	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Tegelbach	1		1,0	10.000	Absturz bei Brücke beseitigen, als Rampe umbauen
Tegelbach	6	900	0,2	6.000	Rohr tiefer legen
Tegelbach	28		0,3	2.000	Absturz als Rampe umbauen
Tegelbach	29		0,5	3.000	Absturz als Rampe umbauen
Tegelbach	30		0,8	6.000	3 Abstürze in Rampe umbauen
Tegelbach	44	150	0,3	2.000	Absturz als Rampe umbauen
Tobelbach	2	1000	0,2	5.000	Absturz als Rampe umbauen
Tobelbach	5	1200	0,5	7.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Tobelbach	6		0,2	1.500	Schwelle entfernen
Tobelbach	7		0,6	3.000	Absturz als Rampe umbauen
Tobelbach	10	1000	0,4	5.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Tobelbach	12		0,3	3.000	zwei Schwellen entfernen und umbauen
Zillisbach	7	300	0,3	10.000	Neues Rohr einsetzen DN 1000
Zillisbach	15	500	0,3	5.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Zillisbach	16	400	0,1	3.000	Absturz vor Rohr in Rampe umbauen
Zillisbach	18		0,8	3.000	Absturz mit Wacken entfernen und umbauen
<b>Gesamtbetrag</b>				<b>276.100</b>	

Das Aufwertungspotential Durchgängigkeit wird aus den Baukosten anhand des Faktors 1 mit ca. 276.100 Ökopunkten ermittelt.

#### 11.4.2 Aufwertungspotential Fremdmaterial entfernen

An einigen Stellen wurde Betonteile und Bauschutt dokumentiert. Diese sind aus dem Gewässer oder dem Uferbereich zu entnehmen und zu entsorgen.

**Tabelle 38: Aufwertungspotential Fremdmaterial entfernen**

Gewässer	Feinabschnitt	Maßnahme
Allmannsweiler Bach	33	Fässer mit Beton gefüllt entfernen
Buchenbach	9	Bauschutt entfernen
Langwiesengraben	10	Sohlschalen entfernen
Lipbach	19	Betonteile der alten Brücke entfernen
Mühlbach zur Rotach	8	Betonteile entfernen

Ein Aufwertungspotential kann für die Maßnahmen Fremdmaterial entfernen nicht berechnet werden. Am Langwiesengraben sind noch Sohlschalen in einem renaturieren Abschnitt vorhanden. Die Länge konnte nicht eindeutig ermittelt werden, da hier ein dichter Gehölzbewuchs vorhanden ist und die Sohlschalen stark mit

Sediment überlagert sind. Vermutlich sind es über 50 m. Inwieweit die Entnahme der Sohlschalen schon im Rahmen der Renaturierung bewertet wurde, ist zu prüfen.

### 11.4.3 Aufwertungspotential Standortgerechte Gehölze

Dort wo die Ufergehölze aus standortfremden Gehölzen bestehen, sind diese zu entfernen und durch standortgerechte und heimische Gehölze zu ersetzen. Besteht das waldbestandene Ufer eines Gewässer nur aus Fichten, so ist langfristig ein "Auszug der Fichten" anzustreben. Mischwald mit mehr oder weniger großen Anteil an Fichten ist hier nicht berücksichtigt. Ein Aufwertungspotential wird hier nicht berechnet.

**Tabelle 39: Aufwertungspotential Standortgerechte Gehölze**

Gewässer	Feinabschnitt	Maßnahme
Hirschlatter Bach	10	standortfremde Gehölze entfernen
Hirschlatter Bach	11	standortfremde Gehölze entfernen
Langwiesengraben	2	Auszug der Fichten
Langwiesengraben	7	Auszug der Fichten
Zillisbach	11	Auszug der Fichten
Zillisbach	12	Auszug der Fichten

### 11.4.4 Aufwertungspotential Verlegung und Renaturierung

Die hier aufgeführten Gewässerverlegungen sind der Kategorie "sehr unwahrscheinlich" zuzuordnen. Sind die anderen Maßnahmen alle umgesetzt, so könnte diese geprüft werden. Ein Aufwertungspotential wurde hier nicht bewertet.

**Tabelle 40: Aufwertungspotential Verlegung und Renaturierung**

Gewässer	Feinabschnitt	Maßnahme
Buchenbach	2	Gewässerverlauf verlegen
Buchenbach	3	Gewässerverlauf verlegen
Guntenbach	10	Zusammenlegung der parallelen Gewässer
Guntenbach	11	Zusammenlegung der parallelen Gewässer
Rohrbach	20	Gewässerverlauf verlegen

## 11.5 Aufwertungspotential Zusammenfassung

In der Zusammenfassung des Aufwertungspotentials werden die grob geschätzten Ökopunkte für die Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen wie strukturverbessernde Maßnahmen, Rückbau Böschungssicherung, Gewässerrandstreifen, Verdolung öffnen und Durchgängigkeit aufgelistet.

**Tabelle 41: Aufwertungspotential Zusammenfassung**

<b>Aufwertungspotential</b>	<b>Ökopunkte</b>	<b>Anteil (%)</b>
Strukturverbessernde Maßnahmen	292.500	2
Rückbau Böschungssicherung	7.200	0
Gewässerrandstreifen	17.293.700	96
Verdolung öffnen	211.650	1
Durchgängigkeit	276.100	2
<b>Aufwertungspotential gesamt</b>	<b>18.081.150</b>	<b>100</b>

Durch den Erwerb und die Einrichtung eines Gewässerrandstreifens kann aufgrund der weitreichenden Notwendigkeit das größte Aufwertungspotential mit ca. 95 % im Sinne der Ökokonto-Verordnung erreicht werden. Die Nutzungsextensivierung entlang den Gewässern ist von grundlegender Bedeutung. Durch Eigendynamik oder strkturverbessernde Maßnahmen können sich naturnahe Gewässerläufe entwickeln.

Das gesamte Aufwertungspotential ergibt sich mit ca. 18 Mio. Ökopunkten.

Nach ersten Gespräche mit der Naturschutzverwaltung des Landratsamtes Bodenseekreis, Herrn Schmid wird eine Vorstellung der Ergebnisse gewünscht, um die vorab mündlich geklärten Bewertungsansätze eindeutig zu klären.

## 12. Aktionsplan zur ökologischen Gewässeraufwertung

Im Aktionsplan werden die bereits dargestellten Maßnahmen und Prioritäten zusammenfassend dargestellt.

1. Ausweisung von Gewässerrandstreifen auf den Flurstücken entlang der Gewässer, welche im Eigentum der Stadt Friedrichshafen stehen. Dies sind ca. 11 km linksseitig und ca. 6,7 km rechtsseitig der Gewässer.
2. Schutz der Schutzgebiete am Gewässer und das Gewässer selbst durch Ausweisung von Gewässerrandstreifen auf einer Gesamtlänge von ca. 36,8 km. Der Abgleich mit den am Gewässer vorhandenen Flurstücken zeigt auf, dass ca. 4,8 km (13 %) linksseitig und nur ca. 2,2 km (6 %) rechtsseitig Eigentum der Stadt Friedrichshafen sind. Für den Rest besteht Handlungsbedarf.
3. Strukturverbessernde Maßnahmen wie der Einbau von Störelementen auf ca. 15,9 km (ca. 20,5 % der Gesamtstrecke), Uferabflachungen auf einer Länge von ca. 15,7 km (ca. 20,2 %) und eine lückige und wechselseitige Pflanzung von standortgerechten und heimischen Gehölzen auf ca. 13,8 km (ca. 17,8 %) sind zusammen mit dem Erwerb und der Ausweisung von Gewässerrandstreifens zur ökologischen Aufwertung der Gewässer umzusetzen.
4. Zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit sind 58 Abstürze umzubauen. Durch punktuelle Maßnahmen wie der Einbau einer Rauen Rampe, den Austausch von Rohren oder deren Tieferlegung können die Gewässer durchgängig gestaltet werden.
5. Zu lange Durchlässe und lange Verdolungen sind auf einer Länge von ca. 4.233 m zu öffnen, um durch Renaturierung wieder natürliche Gewässerverläufe herzustellen.
6. Rückbau der Böschungssicherung auf 1.020 m (ca. 1,3 %) linksseitig bzw. 825 m (ca. 1,1 %) rechtsseitig und deren Ersatz durch ingenieurbiologische Böschungssicherung auf 585 m (ca. 0,8 %) linksseitig bzw. 740 m (ca. 1 %) rechtsseitig vorgeschlagen.
7. An fünf Stellen wurde Betonteile und Bauschutt dokumentiert. Diese sind aus dem Gewässer oder dem Uferbereich zu entnehmen und zu entsorgen.

### 13. Zusammenfassung

Die Stadt Friedrichshafen am Bodensee beauftragte im März 2016 die Fortschreibung der Gewässerstrukturkartierung und Gewässergüteuntersuchung für das Stadtgebiet Friedrichshafen (Fließgewässer 2. Ordnung). Ziel der Untersuchung ist die Ausarbeitung eines Aktionsplans zur ökologischen Gewässeraufwertung in Friedrichshafen. Der daraus resultierende Maßnahmenkatalog ist hinsichtlich Aufwand & Nutzen, Flächenverfügbarkeit, sowie Empfehlungen zum vordringlichen Grunderwerb zu priorisieren.

Die Fortschreibung der Gewässerstrukturkartierung erfolgte nach dem Feinverfahren Baden-Württemberg (STELZER et.al. 2010). Dabei handelt es sich um ein an das LAWA-Feinverfahren angepasstes Verfahren. Die verschiedenen Parameter der Gewässerstrukturkartierung beschreiben die Naturnähe bzw. die Notwendigkeit der morphologischen Verbesserung. Mittels der Gewässerstrukturkartierung kann so eine wichtige Kenngröße der Gewässer ermittelt werden. Die Untersuchung der Gewässergüte erfolgte in Friedrichshafen bisher nach dem Saprobien-system (DIN 38410). Unter Berücksichtigung der Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL), welche Ende 2000 in Kraft trat, erfolgt die Ermittlung der Gewässergüte nun durch die Bewertung des biologischen Qualitätselementes Makrozoobenthos. Unter Anwendung des deutschen Bewertungssystems Perloides wird der ökologische Zustand der Fließgewässer für die biologische Komponente Makrozoobenthos ermittelt. Neben den biologischen und strukturellen Komponenten lassen chemische und physikalische Untersuchungsdaten weitere Rückschlüsse auf die Wasserbeschaffenheit zu. Im Gegensatz zu den biologischen Untersuchungen werden hier nur Momentaufnahmen gemacht. Auf Grundlage der ermittelten Werte kann das Gewässer ebenso bewertet werden. Zur Überwachung des chemischen Zustands wurden deshalb die Vor-Ort-Parameter und chemische Parameter untersucht.

Die Gewässerstrukturgüte der 23 Bäche und Gräben reicht von der Strukturklasse 2 (gering verändert) bis zu Strukturklasse 7 (vollständig verändert). Dabei besitzt der Brochenzeller Bach mit einem Gesamtindex von 2,2 die beste Bewertung. Am schlechtesten wurde der Buchenbach mit einem Gesamtindex von 6,5 bewertet. Insgesamt ergibt sich für alle Gewässer ein Gesamtindex von 4,5, welcher der Strukturklasse 5, stark verändert zugeordnet wird. 39 %, also gut ein Drittel der Gewässerstrecke sind nur mäßig verändert und können einem guten ökologischen Zustand zugeordnet werden. Unter Betrachtung der Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung aus den Jahren 2000 und 2016 ist eine Zunahme von 26 auf 39 % zu beobachten, also eine Verbesserung um 13 %. Als mögliche Handlungsfelder für eine Verbesserung der ca. 61 % verbleibenden Gewässerstrecke sind insbesondere die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit, die Sicherung des Mindestabflusses, Verbesserung der Gewässerstruktur und Verringerung des Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrags zu nennen. Im Rahmen der Untersuchung der Gewässergüte 2016 konnte eine

Verbesserung hin zu einem guten Gewässerzustand beobachtet werden. Neben der Zunahme von 8 auf 10 % in der Güteklasse I-II (gering belastet) wurde der Trend und eine deutliche Zunahme in der Güteklasse II (mäßig belastet) von 56 auf 62 % weiter bestätigt. Damit besitzen 72 % der Gewässer eine Güteklasse von mindestens II und können einem *guten ökologischen Zustand* zugeordnet werden. Im Vergleich hierzu waren es im Jahre 2005 noch 64 %. Demzufolge war in den Güteklasse II-III (kritisch Belastet) und III (stark verschmutzt) eine ebenso deutliche Abnahme von 26 auf 23 % und 7 auf 5 % festzustellen. Messstellen mit den Güteklassen III-IV (sehr stark verschmutzt) und IV (übermäßig verschmutzt) sind nicht mehr vorhanden. Die Untersuchung der chemisch-physikalischen Parameter erlaubt die Durchführung der chemischen Güteklassifizierung nach LAWA. Für die Parameter Sauerstoff (mg/l), ortho-Phosphat, Gesamtphosphat, Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff Gesamtstickstoff und TOC kann anhand der vorgegebenen Grenzwerte die Zuteilung einer Güteklasse erfolgen. Sind die Grenzwerte für die Zuordnung zur Gewässergüteklasse I, I+II und II eingehalten, so kann man diese einem guten ökologischen Zustand zuordnen. Alle anderen Güteklassen bedeuten eine deutliche Belastung. Für den Sauerstoff ist der gute ökologische Zustand an vier Messstellen überschritten. Dies bedeutet eine deutliche Belastung. Für ortho-Phosphat bestand an 8 Messstellen eine deutliche und an drei eine erhöhte Belastung. Für Gesamtphosphat bestand an 10 Messstellen eine deutliche und an einer Messstelle eine erhöhte Belastung. Für Ammonium-Stickstoff gab es eine erhöhte Belastung. Für Nitrit-Stickstoff wurde eine deutliche Belastung beobachtet. Für Nitrat-Stickstoff wurden 11 deutliche und zwei erhöhte Belastungen ermittelt. Für Gesamtstickstoff wurden 9 deutliche und eine erhöhte Belastung beobachtet. Für TOC wurden 17 deutliche und zwei erhöhte Belastungen beobachtet.

Zielvorgabe für die Ermittlung des Handlungsbedarfs gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der "gute ökologische Zustand". Dabei sind insgesamt die Ergebnisse aus der Bewertung der Gewässerstruktur, der Gewässergüteuntersuchung (Saprobie) und der physikalisch-chemischen Untersuchung zu berücksichtigen. Das Gewässerumfeld weist mit 69 % (53.734 m) der Gewässerstrecke den größten Handlungsbedarf auf. An über zwei Drittel der Gewässerstrecke reicht meist eine stark beeinträchtigende Nutzung bis an die Böschungsoberkante heran. Ein Gewässerrandstreifen ist nicht vorhanden. Immer noch über 50 % (56 % und 43.571 m) der Gewässerstrecke ist hinsichtlich des Querprofils defizitär und besitzen eine geringe Breitenvarianz, sowie Brücken und Durchlässe. Auf 46 % der Gewässer-strecke (35.861 m) ist die Laufentwicklung deutlich verändert, sodass Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich sind. Diese Abschnitte sind vielfach begradigt und verfügen über keine bis geringe Krümmungserosion. Für das Längsprofil sind es 48 % (37.147 m). Ursachen sind hier Uferverbau und Verrohrungen. Die Sohlenstruktur und die Uferstruktur erfordern mit 31 % bzw. 30 % deutlich geringeren Handlungsbedarf. So können durch beeinträchtigte Gefälleverhältnisse eintönige Sohlstrukturen entstanden sein. Sohlzustand und Substratdiversität sind jedoch bei über zwei Drittel der Gewässerstrecke in gutem Zustand. Die Hauptparameter Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlstruktur, Uferstruktur und Gewässerumfeld können durch die Umsetzung von gewässer-ökologischen Maßnahmen beeinflusst werden. Aktuell

werden strukturverbessernde Maßnahmen, Umgestaltung und Renaturierung, Bepflanzung mit Ufergehölzen, Entwicklung von Gewässerrandstreifen, Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit und Sicherung der Mindestwasserführung vorgeschlagen. Trotz der beobachteten positiven Entwicklung der Gewässergüte ist somit noch bei 28 % der Messstellen eine Verbesserung in Hinblick auf organische und anorganische Schadstoffe und Nährstoffe notwendig. Um langfristig die Belastung der Gewässer mit Schad-, Nähr- und Schwebstoffen zu verringern ist die Ausweisung von Gewässerrandstreifen unbedingt erforderlich. Die chemischen Untersuchungen bekräftigen die dargestellte Notwendigkeit den Eintrag von Schad-, Nähr- und Schwebstoffen weiter zu verringern. Im Mittel besteht für ca. 22 % Messstellen eine deutliche und höhere Belastung. Der Anteil der deutlich belasteten Messstellen schwankt zwischen 3 % bei Ammonium-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff und 49 % beim TOC.

Der dargestellte Handlungsbedarf an den Gewässern der Stadt Friedrichshafen wird hinsichtlich Schadensbegrenzung, Schutzbedürftigkeit, Entwicklungsfähigkeit, Flächenverfügbarkeit und Aufwand/Nutzen-Bilanz priorisiert. Dabei spielt die Ausweisung von Gewässerrandstreifen eine entscheidende Rolle zur Sicherung der Schutzgebiete, aber auch für die zukünftige naturnahe Entwicklung der Gewässer. Die strukturverbessernden Maßnahmen an den Hauptgewässern in Friedrichshafen umfassen den Einbau von Störelementen auf ca. 15,9 km und Uferabflachungen auf einer Länge von ca. 15,7 km. Ebenso wird eine lückige und wechselseitige Pflanzung von standortgerechten und heimischen Gehölzen auf einer Gewässerstrecke von ca. 13,8 km vorgeschlagen. Zur Schaffung eines Puffer- und Auebereichs kann das direkte Gewässerumfeld durch Ausweisung eines 5 bis 10 m breiten Gewässerrandstreifens auf einer Länge von ca. 37,4 km links und 36,6 km rechts bzw. ca. 4,8 km links und 6,0 km rechts geschützt werden. Insgesamt sind so ca. 167 ha Fläche an den Gewässern in Friedrichshafen unter Schutz zu stellen. Die Böschungssicherung ist dadurch auf 1.020 m linksseitig und auf 825 m rechtsseitig zu entfernen. Dort wo weiterhin eine Böschungssicherung erforderlich erscheint, wird der Schutz des Ufers durch ingenieurbioologische Maßnahmen vorgeschlagen. Somit sind linksseitig ca. 585 m und rechtsseitig 740 m ingenieurbioologische Böschungssicherung erforderlich. Zu lange Durchlässe und lange Verdolungen sind deshalb auf einer Länge von ca. 4.233 m zu öffnen, um durch Renaturierung wieder natürliche Gewässerverläufe herzustellen. 58 Abstürze sind meist durch eine Raue Rampe durchgängig zu gestalten. Weitere sonstige Einzelmaßnahmen wie das Entfernen von Betonteilen, Gewässerverlauf verlegen und Renaturierung, Auszug der Fichten, etc. sind aufgelistet.

Das gesamte Aufwertungspotentials infolge der Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen wie strukturverbessernde Maßnahmen, Rückbau Böschungssicherung, Gewässerrandstreifen, Verdolung öffnen und Durchgängigkeit herstellen ergibt eine grobe Schätzung von ca. 18 Mio. Ökopunkte. Dabei stellt sich heraus, dass durch die Extensivierung und Einrichtung des Gewässerrandstreifens mit ca. 96 % zum Großteil für das Aufwertungspotential im Sinne der Ökokonto-Verordnung verantwortlich ist. Die Nutzungsextensivierung entlang den Gewässern ist somit von



grundlegender Bedeutung. Durch die ab 2019 geltenden Verbote wird dies nachhaltig gefördert. Dennoch sind für die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes die insgesamt beschriebenen Maßnahmen erforderlich, damit sich langfristig naturnahe Gewässerläufe entwickeln.

Im Aktionsplan sind die Maßnahmen hinsichtlich Priorisierung und Umfang zusammenfassend dargestellt. 1. Ausweisung von Gewässerrandstreifen auf den Flurstücken entlang der Gewässer, welche im Eigentum der Stadt Friedrichshafen stehen. Dies sind ca. 11 km linksseitig und ca. 6,7 km rechtsseitig der Gewässer. 2. Der Schutz der Schutzgebiete am Gewässer und das Gewässer selbst durch Ausweisung von Gewässerrandstreifen auf einer Gesamtlänge von ca. 36,8 km. Der Abgleich mit den am Gewässer vorhandenen Flurstücken zeigt auf, dass ca. 4,8 km (13 %) linksseitig und nur ca. 2,2 km (6 %) rechtsseitig Eigentum der Stadt Friedrichshafen sind. Für den Rest besteht Handlungsbedarf. 3. Strukturverbessernde Maßnahmen wie der Einbau von Störelementen auf ca. 15,9 km (ca. 20,5 % der Gesamtstrecke), Uferabflachungen auf einer Länge von ca. 15,7 km (ca. 20,2 %) und eine lückige und wechselseitige Pflanzung von standortgerechten und heimischen Gehölzen auf ca. 13,8 km (ca. 17,8 %) sind zusammen mit dem Erwerb und der Ausweisung von Gewässerrandstreifens zur ökologischen Aufwertung der Gewässer umzusetzen. 4. Zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit sind 58 Abstürze umzubauen. Durch punktuelle Maßnahmen wie der Einbau einer Rauen Rampe, den Austausch von Rohren oder deren Tieferlegung können die Gewässer durchgängig gestaltet werden. 5. Zu lange Durchlässe und lange Verdolungen sind auf einer Länge von ca. 4.233 m zu öffnen, um durch Renaturierung wieder natürliche Gewässerverläufe herzustellen. 6. Rückbau der Böschungssicherung auf 1.020 m (ca. 1,3 %) linksseitig bzw. 825 m (ca. 1,1 %) rechtsseitig und deren Ersatz durch ingenieurbioologische Böschungssicherung auf 585 m (ca. 0,8 %) linksseitig bzw. 740 m (ca. 1 %) rechtsseitig vorgeschlagen. 7. An fünf Stellen wurde Betonteile und Bauschutt dokumentiert. Diese sind aus dem Gewässer oder dem Uferbereich zu entnehmen und zu entsorgen.

**14. Literatur**

KOLKWITZ & MARSSON (1909): Ökologie der tierischen Saprobien.- Int. Rev. Hydrobiol. 2 S. 126-152.

LUBW (2004): Gewässerstrukturkarte Baden-Württemberg 2004. Karlsruhe.

LUBW (2015): Leitfaden maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle an Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL in Baden-Württemberg. Karlsruhe.

LUBW (2015): Überwachungsergebnisse Makrozoobenthos 2012-2013. Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-WRRL

POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. ube umweltbüro essen, Essen.

PROJEKTGRUPPE WASSERRAHMENRICHTLINIE (2012): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Baden-Württemberg - Zwischenbericht 2012 -

REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN- Referat 52: Bewirtschaftungsplan Alpenrhein/Bodensee, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand Dezember 2015

STELZER et.al. (2010): Gewässerstrukturkartierung Baden-Württemberg - Feinverfahren. LUBW, Karlsruhe

WERTH (1987): Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierungen). - Österreichische Wasserwirtschaft 39, (5/6): 122-129