

## **Tabellen**

**Tabelle 1 (1)****Normal - Tiefenserien an den Stationen**

<b>Fischbach - Uttwil:</b>	0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 230, 250 m
<b>Bregenzer Bucht:</b>	Für chemische Untersuchungen:  0, 5, 10, 20, 30, 60 m  Für Sauerstoff- und Temperaturmessungen:  0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 60 m
<b>Überlinger See:</b>	0, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 100, 140 m
<b>Zellersee:</b>	0, 5, 10, 15, 20, 21 oder 22 oder 23 m *
<b>Rheinsee:</b>	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 44 oder 45 oder 46 m *

\* je nach Wasserstand

Tabelle 1 (2)

Untersuchungstermine Januar 2005 bis März 2006 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F),  
und Bregenzer Bucht (B) und von Januar 2005 bis März 2006  
an den Stationen Zellersee (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R)

## Obersee - Stationen

10.01. 2005	F	
12.01.		B
31.01.	F	
21.02.	F	B
07.03.	F	
16.03.		B
21.03.	F	
23.03.		B
04.04.	F	
06.04.		B
18.04.	F	B
20.04.		B
02.05.	F	
04.05.		B
09.05.		B
17.05.	F	
19.05.		B
06.06.	F	
08.06.		B
15.06.		B
20.06.	F	
21.06.		B
04.07.		
05.07.		B
06.07.	F	
18.07.	F	
20.07.	F	B
01.08.		
03.08.		B
15.08.	F	
16.08.		B
05.09.	F	
07.09.		B
14.09.		B
20.09.	F	
21.09.		B
04.10.	F	
06.10.		B
17.10.	F	
18.10.	F	
19.10.		B
07.11.	F	
09.11.		B
21.11.	F	
23.11.		B
05.12.	F	
07.12.		B
12.12.		B
10.01.	F	
23.01.		B
30.01.	F	
13.02. 2006	F	
14.02.		B
06.03.	F	
20.03.	F	
23.03.		B
03.04.	F	
18.04.	F	

## Untersee - Stationen

11.01. 2005	Z	
19.01.		R
01.02.	Z	R
15.02.		R
22.05.	Z	
01.03.		R
08.03.	Z	
15.03.		R
22.03.	Z	
29.03.		R
05.04.		
12.04.		R
19.04.	Z	
28.04.		R
03.05.	Z	
10.05.		R
18.05.	Z	
25.05.		
07.06.	Z	R
22.06.	Z	
23.06.		R
05.07.	Z	
12.07.		R
19.07.	Z	
27.07.		R
02.08.	Z	
09.08.		R
17.08.	Z	
25.08.		R
06.09.	Z	R
19.09.	Z	
20.09.		R
05.10.	Z	R
18.10.		R
19.10.	Z	
01.11.		R
08.11.	Z	
15.11.		R
22.11.	Z	
29.11.		R
06.12.	Z	
20.12.		R
06.01. 2006		R
09.01.	Z	
19.01.		R
21.02.	Z	
28.02.		R
07.03.	Z	
14.03.		R
28.03.		R

Tabelle 1 (3)

**Liste der untersuchten Inhaltsstoffe für die Untersuchungsstationen Fischbach - Uttwil (F),  
Bregenzer Bucht (B), Zellersee (Z) und Rheinsee bei Berlingen (R)**

Leitfähigkeit bei 20 °C	F	B	Z	R
pH	F	B	Z	R
Sauerstoff	F	B	Z	R
Säurekapazität KS 4,3	F	B	Z	R
Gesamthärte	F	B	Z	R
Calcium	F	B	Z	R
Magnesium	F	B		
Silikat	F		Z	R
Orthophosphat	F	B	Z	R
Phosphor gelöst (im Filtrat nach Aufschluß)	F	B	Z	R
Phosphor partikulär	F		Z	R
Phosphor total (im Rohwasser nach Aufschluß)	F	B	Z	R
Ammonium	F	B	Z	R
Nitrit	F	B	Z	R
Nitrat	F	B	Z	R
partikulärer Stickstoff direkt	F			R
Chlorophyll a	F		Z	R
Chlorophyll (a+b) - HPLC	F			R
Chlorid	F	B	Z	R
Sulfat	F	B	Z	R
Eisen total	F		Z	
Mangan total	F		Z	
Natrium	F	B		R
Kalium	F	B		R
UV – Extinktion (260 nm)				R

**Berechnete Inhaltsstoffe:**

pH korrigiert auf aktuelle Temperatur	F		Z	R
Sauerstoffsättigung in %	F	B	Z	R
Rest - Sauerstoff nach Oxidation der anorganischen Komponenten	F		Z	R
Rest - Sauerstoff nach Oxidation der anorganischen und organischen Komponenten	F			
Anorganischer Kohlenstoff	F		Z	R
Gleichgewichts - CO <sub>2</sub>			Z	R
Magnesium (aus Gesamthärte und Calcium)			Z	R
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>	F		Z	R
Hydrogenkarbonat	F		Z	R
Karbonat	F		Z	R
Gleichgewichtskohlensäure	F		Z	R
Calcitsättigung	F		Z	R
ausgefallener Kalk (nach Jacobsen / Langmuir)	F		Z	R
Phosphor total (P gelöst + P part.)	F	B	Z	R
Phosphor hydrolysierbar (P gelöst - PO <sub>4</sub> -P)	F	B	Z	R
Organischer Stickstoff gelöst (N-KJF - NH <sub>4</sub> -N)	F			
Organischer Stickstoff total (N-KJF + NH <sub>4</sub> -N)	F			
Gesamtsstickstoff anorganisch (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + NH <sub>4</sub> ) - N	F	B	Z	R
Gesamtstickstoff	F			
Summe der Kationen	F	B	Z	R
Summe der Anionen	F	B	Z	R

**Tabelle 2: Seekeimdaten**  
**Bodensee-Obersee** (Fischbach-Uthwil), Seejahr 2005 (Messdaten vom 21.03.05 bis 20.03.06)  
 IV-XII: Monate 2005; I, II, III-06: Monate 2006

Parameter	Messwerte (a)		Stoffinhalt (b)						Stoffbilanz (b)		
	Epilimnion (0-10 m)	Seebodennahe (1m über Grund)	See total		Epilimnion (0-10 m)		Hypolimnion (200-252.5 m)		Beginn bis Ende Seejahr	21.03.2005 bis 05.09.2005	05.09.2005 bis 20.03.2006
			Maximum Minimum	Ende 20.03.2006	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum	Zeit			
<b>Thermik</b>	22.4	4.4	209.0	185.7	322.9	X	85.6	VIII	-23	114	-137
(a) °C, (b) 10 <sup>-2</sup> Kcal	3.9	3.7	536.7	537.4	185.7	III	16.6	III			
<b>Sauerstoff</b>	14.0	11.3	238.4	220.3	538.5	IV	56.5	V	1	-78	79
(a) mg l <sup>-1</sup> , (b) 10 <sup>3</sup> t	8.0	7.5	1107	64.8	451.3	XI	38.6	IX			
<b>Orthophosphat - P</b>	4.3	15.5	106.3	135.2	238.4	III	17.9	I	-18	-47	29
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	0.5	VII, X-XII	455.4	420.3	125.5	XI	2.5	XI			
<b>Phosphor, hydrolysiert</b>	4.1	3.0	46346.9	46638.3	1107	III	15.1	III	-46	-30	-16
(A) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	1.5	VII	3.3	30.1	57.0	VIII	6.7	VII			
<b>Phosphor, gelöst</b>	6.8	17.9	106.3	135.2	349.0	III	26.6	III	-64	-78	14
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	2.1	VII	106.3	135.2	218.9	X	9.7	VII			
<b>Phosphor, partikulär</b>	11.5	4.9	455.4	420.3	335.3	IX	42.1	IV	29	229	-200
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	1.2	III	455.4	420.3	71.0	XII	5.7	III			
<b>Phosphor, total</b>	17.0	20.7	46346.9	46638.3	606.8	IX	64.2	IV	-35	151	-187
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	4.8	VII	46346.9	46638.3	300.1	XII	27.9	XII			
<b>Nitrat - N</b>	975.0	1111.0	3.3	30.1	46638.3	III	4124.4	III	291	-2086	2378
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	575.0	VIII	3.3	30.1	42423.8	V	2553.3	VIII			
<b>Nitrit - N</b>	10.8	4.0	3.3	30.1	93.5	VI	39.9	IX	27	85	-58
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	0.4	I-III	3.3	30.1	3.3	III	1.7	I, II			
<b>Ammonium - N</b>	28.6	12.9	79.4	122.1	332.5	V	92.2	V	43	65	-23
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	0.3	VI	79.4	122.1	28.5	VI	2.2	III			
<b>Stickstoff, partikulär</b>	55.0	14.0	633.9	452.4	924.5	IX	211.0	IV	0	924	-924
(a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	5.0	I	633.9	452.4	221.4	I	39.4	III			
<b>Silikat (SiO<sub>2</sub>)</b>	3.5	5.4	166.4	164.1	169.3	XII	14.7	III	-2	-1	-2
(a) mg l <sup>-1</sup> , (b) 10 <sup>3</sup> t	1.1	VIII	166.4	164.1	142.9	VII	5.4	VIII			
<b>Kalium</b>	1.5	1.6	62.0	61.9	71.8	XII	6.4	XII	0	62	-62
(a) mg l <sup>-1</sup> , (b) 10 <sup>3</sup> t	1.2	VI-VIII	62.0	61.9	61.0	VII	5.1	VI-VIII			
<b>Natrium</b>	5.0	5.3	214.9	227.0	233.1	II	20.7	II	12	-3	15
(a) mg l <sup>-1</sup> , (b) 10 <sup>3</sup> t	4.1	VII, IX	214.9	227.0	206.3	IV	17.9	VII			



Tabelle 3

**Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile des Bodensees - Obersee  
Seejahr 2005 / 2006 an den Stationen Fischbach-Uttwil (F) und Bregenzer Bucht (B)**

<b>Messwerte in "0" m</b>		<b>F</b>	<b>B</b>
Temperatur in °C	Maximum	22.4	16.7
	Minimum	3.9	6.2
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup>	Maximum	12.8	12.0
	Minimum	9.0	9.9
Leitfähigkeit bei 20° C in µS cm <sup>-1</sup>	Maximum	297.0	288.5
	Minimum	253.0	252.7
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.6	8.3
	Minimum	8.1	7.9
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P m <sup>-3</sup>	Maximum	4.2	6.0
	Minimum	0.5	3.0
Phosphor gelöst in mg P m <sup>-3</sup>	Maximum	6.0	9.0
	Minimum	2.1	5.0
Phosphor total in mg P m <sup>-3</sup>	Maximum	13.4	16.0
	Minimum	4.8	10.0
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	960.0	851.0
	Minimum	575.0	667.0
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	23.2	31.2
	Minimum	0.6	5.8
Eisen total in mg Fe m <sup>-3</sup>	Maximum	24.8	—
	Minimum	3.9	—
Kohlenstoff anorg. in mmol C l <sup>-1</sup>	Maximum	29.8	29.8
	Minimum	25.0	27.4
Phosphor partikulär in mg P m <sup>-3</sup>	Maximum	8.0	—
	Minimum	1.3	—
Stickstoff partikulär in mg N m <sup>-3</sup>	Maximum	47.0	—
	Minimum	5.0	—

**Messwerte in Seebodennähe**

		<b>F</b> <b>250m</b>	<b>B</b> <b>60m</b>
Temperatur in °C	Maximum	4.4	16.7
	Minimum	3.7	6.2
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup>	Maximum	11.3	12.0
	Minimum	7.5	9.9
Leitfähigkeit bei 25° C in µS cm <sup>-1</sup>	Maximum	305.0	288.5
	Minimum	296.0	252.7
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.1	8.3
	Minimum	7.9	7.9
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P m <sup>-3</sup>	Maximum	15.5	6.0
	Minimum	4.5	3.0
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	1111.0	851.0
	Minimum	928.0	667.0
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	12.9	31.2
	Minimum	0.6	5.8
Eisen total in mg Fe m <sup>-3</sup>	Maximum	87.9	—
	Minimum	8.0	—
Kohlenstoff anorg. in mmol C l <sup>-1</sup>	Maximum	30.9	29.8
	Minimum	29.8	27.4
Phosphor total in mg P m <sup>-3</sup>	Maximum	20.7	16.0
	Minimum	8.1	10.0

**Tabelle 4: Seekeimdaten**  
**Bodensee-Unterseese** (Zellersee), Seejahr: 2005 (Messdaten vom 11.01.05 bis 09.01.06)  
 I-XII: Monate 2005: I, II, III+06; Monate 2006

Parameter	Messwerte (a)		Stoffinhalt (b)				Stoffbilanz (b)			
	Seebodennähe (1m über Grund)		See total		Epilimnion (0-10 m)		Beginn	Ende Seejahr		
	Maximum Minimum	Zeit	Beginn Ende	Maximum Minimum	Zeit	Maximum Minimum			Zeit	
<b>Thermik</b>	22.6 2.5	VIII II, III, I+06	9.6 2.7	IX II	0.8 0.5	3.4 0.5	IX III	0 3	02.08.2005 bis 09.01.2006	-3
<b>Sauerstoff</b>	14.3 8.6	IV X	12.4 0.7	II VIII	2229.4 2091.1	2360.7 1364.3	III X	2091	1494	597
<b>Orthophosphat - P</b>	22.8 0.8	XII VII, IX	159.2 2.4	X IV	3.0 0.7	4.6 0.2	XI IX	0 0	-2	2
<b>Phosphor, hydrolisierb.</b>	5.7 1.3	II, V X	17.0 1.4	X VI	0.6 0.4	0.9 0.4	III IV	0 0	0	0
<b>Phosphor, gelöst</b>	26.8 2.4	XII VII	176.2 4.9	X IV	3.7 0.4	5.3 0.8	XI IV	0 0	-2	2
<b>Phosphor, partikulär</b>	11.7 1.0	III I	21.1 0.9	X I	0.2 0.1	1.6 0.2	IV I	0 0	1	-1
<b>Phosphor, total</b>	30.1 5.8	XII VII	197.3 0.0	X XI	3.9 0.0	6.2 1.6	XI VII	0 0	-2	2
<b>Nitrat - N</b>	1246.0 416.0	V IX	1715.0 210.0	III X	178.8	206.8 91.4	II IX	-12	-79	67
<b>Nitrit - N</b>	17.3 4.8	XII IV	54.5 5.5	IX VII	1.2 1.9	3.3 1.0	X IV	1 6	0	0
<b>Ammonium - N</b>	57.1 8.3	XII I, III	573.1 11.5	X II	1.6 7.3	10.9 1.6	X I	6	2	4
<b>Silikat (SiO<sub>2</sub>)</b>	4.0 1.5	I VIII	9.1 3.6	X I	615.3	718.8 437.8	I VII	-103	-279	176
<b>Calcium</b>	57.1 39.9	V IX	61.7 50.1	III XII	921.4	980.6 766.3	V IX	17	-118	135
<b>Chlorid</b>	12.8 6.0	I IX	20.8 8.3	III IX	2187.0	2187.0 1149.8	I IX	292	-641	933



**Tabelle 5: Seekeimdaten**  
**Bodensee-Unterse** (Rheinsee, Berlingen), Seejahr 2005 (Messdaten vom 19.01.05 bis 19.01.06)  
 I-XII: Monate 2005, I, II, III - 06: Monate 2006

Parameter	Messwerte (a)		Stoffinhalt (b)				Stoffbilanz (b)		
	Epilimnion (0-10 m)	Seebodennähe (1m über Grund)	See total	Maximum		Epilimnion (0-10 m)	Beginn	Ende	
				Minimum	Zeit				Minimum
<b>Thermik</b> (a) °C, (b) 10 <sup>9</sup> Kcal	23.2	8.1	229.0	136.0	831.8	IX	0	1	-1
	1.9	2.9			136.0	I			
<b>Sauerstoff</b> (a) mg l <sup>-1</sup> , (b) t	16.1	13.1	5547.0	6219.1	7021.9	III	668		1903
	9.5	0.1			3650.3	IX			
<b>Orthophosphat - P</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	7.0	9.0	2.5	3.2	3.2	I	0	-1	2
	1.0	2.0			0.9	X			
<b>Phosphor, hydrolysiert</b> (A) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	4.0	7.0	0.2	2.1	2.1	I	2	1	0
	0.0	1.0			0.2	I			
<b>Phosphor, gelöst</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	10.0	12.0	2.7	5.4	5.4	I	2	0	2
	2.0	3.0			1.4	IV			
<b>Phosphor, partikulär</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	9.0	10.0	1.9	2.3	3.9	III	0	-2	2
	3.0	3.0			1.9	I			
<b>Phosphor, total</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	16.0	16.0	4.6	7.7	7.7	I	3	1	1
	7.0	10.0			4.0	X			
<b>Nitrat - N</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	1100.0	1000.0	455.6	490.1	492.8	II	31	-94	126
	542.0	690.0			349.6	X			
<b>Nitrit - N</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	10.0	14.0	2.2	3.6	5.3	VI	1	1	0
	3.0	2.0			1.5	III			
<b>Ammonium - N</b> (a) mg m <sup>-3</sup> , (b) t	50.0	59.0	8.1	11.2	24.7	V	3	-2	5
	9.0	4.0			4.4	III			
<b>Silikat (SiO<sub>2</sub>)</b> (a) mg l <sup>-1</sup> , (b) t	3.7	5.6	1604.9	1821.6	1821.6	I	204	-1605	1809
	2.1	3.1			1464.2	XI			
<b>Calcium</b> (a) mg l <sup>-1</sup> , (b) t	51.3	52.9	2459.7	2523.8	2596.5	IV	23	-76	99
	40.9	47.5			2262.9	X			
<b>Chlorid</b> (a) mg l <sup>-1</sup> , (b) t	7.3	9.1	2880.1	3687.8	3687.8	I	780	258	522
	5.5	6.5			2880.1	I			

Parameter	Messwerte (a)		Stoffinhalt (b)				Stoffbilanz (b)			
	Eplimnion (0-10 m)		See total		Eplimnion (0-10 m)		Beginn	Ende Seejahr		
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum			Zeit	
<b>Kohlenstoff anorg.</b> (a) mg l <sup>-1</sup> , (b) t	30.9	I	30.9	IV	14760.9	14533.5	15161.2	IV	I-V	19.01.2005 bis 09.08.2005 bis 19.01.2006
	22.6	VIII	28.6	VIII-IX, X, I	1240.4	1221.3	12942.9	VIII	VIII	
<b>Säurekapazität KS 4,3</b> (a) mmol l <sup>-1</sup> , (b) 10 <sup>3</sup> kmol	2.6	I	2.6	IV	1240.4	1221.3	1274.1	IV	I-V	19.01.2005 bis 09.08.2005
	1.9	VIII	2.4	VIII-IX, X, I			1087.6	VIII	VIII	
<b>UV - Extinktion</b> m <sup>-1</sup> (260 nm), d = 5 cm	0.04	III	0.04	III-06						
	0.03	X	0.03	I-06						
<b>elektr. Leitfähigkeit</b> µS cm <sup>-1</sup> , 20 °C	301.0	III	324.0	II						
	29.0	III	281.0	XI						
<b>pH-Wert</b>	8.7	VII	8.4	III						
	7.9	I	7.4	XI						
<b>Chlorophyll a</b> mg m <sup>-3</sup>	5.3	III	3.8	III						
	0.3	XI	0.5	II-06						

Tabelle 6

Vergleich von Messwerten der verschiedenen Teile des Bodensee - Untersees  
Seejahr 2005 / 2006 an den Stationen Zellersee (Z), Rheinsee Station Berlingen (R)

Messwerte in " 0 " m		Z	R
Temperatur in °C	Maximum	22.6	23.2
	Minimum	2.5	1.9
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup>	Maximum	13.7	14.4
	Minimum	8.6	9.6
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.7	8.6
	Minimum	8.0	8.0
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P m <sup>-3</sup>	Maximum	20.8	7.0
	Minimum	0.8	1.0
Phosphor partikulär in mg P m <sup>-3</sup>	Maximum	11.7	7.0
	Minimum	1.0	4.0
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	1246.0	1100.0
	Minimum	416.0	542.0
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	57.1	50.0
	Minimum	8.3	9.0
Eisen total in mg Fe m <sup>-3</sup>	Maximum	33.0	—
	Minimum	4.1	—

Messwerte in Seebodennähe		Z	R
		20 - 22m	44 - 46m
Temperatur in °C	Maximum	10.4	8.1
	Minimum	2.7	2.9
Sauerstoff in mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup>	Maximum	12.8	13.1
	Minimum	0.6	0.1
pH in pH-Einheiten	Maximum	8.5	8.4
	Minimum	7.2	7.4
Orthophosphat in mg PO <sub>4</sub> -P m <sup>-3</sup>	Maximum	228.8	9.0
	Minimum	1.2	2.0
Nitrat in mg NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	1715.0	1000.0
	Minimum	147.0	690.0
Ammonium in mg NH <sub>4</sub> -N m <sup>-3</sup>	Maximum	573.1	59.0
	Minimum	9.0	4.0
Eisen total in mg Fe m <sup>-3</sup>	Maximum	174.0	—
	Minimum	4.1	—

## ANHANG

### Bericht der Sachverständigen zum Fachbereich Einzugsgebiet

#### 1. Abwasserbeseitigung

	2004	2005
Zahl der Einwohner in ARA-Einzugsgebieten des Bodensees	1'549'800	1'558'800
Zahl der an Abwasserreinigungsanlagen angeschlossenen Einwohner	1'499'500 <sup>1)</sup>	1'511'200 <sup>1)</sup>
Zahl der nicht angeschlossenen Einwohner	50'300	47'600
davon: - Abwasser ordnungsgemäss entsorgt <sup>2)</sup>	31'050	31'500
- Abwasser nicht ordnungsgemäss entsorgt <sup>2)</sup>	19'250	16'100
Anschlussgrad (in Prozent)	96.8	97.0
Anzahl Abwasserreinigungsanlagen (IGKB-Kategorien):		
- Kategorie I (50 – 1000 EW)	69	69
- Kategorie II (>1000 – 40'000 EW)	121	121
- Kategorie III (>40'000 EW)	33	33
Gesamtzahl der Abwasserreinigungsanlagen	223	223
davon mit: - Nitrifikation	153	153
- Denitrifikation	90	97
- Phosphorelimination, davon	153	154
- weitergehende Reinigung (z.B. Flockungsfiltration)	13	14
Regen- und Mischwasser:		
- Flächenanteil im Mischsystem (in Prozent) <sup>2)</sup>	82.6 <sup>3)</sup>	82.8 <sup>3)</sup>
- Ausbaugrad Mischsystem (in Prozent) <sup>2)</sup>	80.5	82.6
Ablaufmengen:		
- Jahresabwassermenge (in 1000 m <sup>3</sup> )	251'908	250'243
- Gesamtphosphor (in t)	90.8	88.2
- CSB (in t)	8'405 <sup>4)</sup>	7778 <sup>5)</sup>
- N <sub>anorg.</sub> (in t)	3'617	3047

Ende der Berichtsperiode 2004 bis 2005 waren von den über 1,55 Millionen Einwohnern in ARA-Einzugsgebieten des Bodensees gut 1,51 Millionen an eine zentrale Abwasserreinigungsanlage angeschlossen. Daneben wird das Abwasser von etwa 95'000 Einwohner zu Anlagen ausserhalb des Bodensee-Einzugsgebiets übergeleitet. Ende 2005 betrug der Anschlussgrad 97,0 Prozent. Abb. 1 dokumentiert die bisherige Entwicklung dieser baulichen Massnahmen.

1) Abwasser von weiteren etwa 94'000 Einwohnern (2004) bzw. etwa 95'000 Einwohnern (2005) geht zu Anlagen ausserhalb des Bodensee-Einzugsgebiets

2) Begriffe gelten im Sinne des Arbeitsmanuals

3) ohne Vorarlberg

4) 518 Tonnen TOC (St.Gallen) mit Faktor 4 in CSB umgerechnet

5) 421 Tonnen TOC (St.Gallen) mit Faktor 4 in CSB umgerechnet

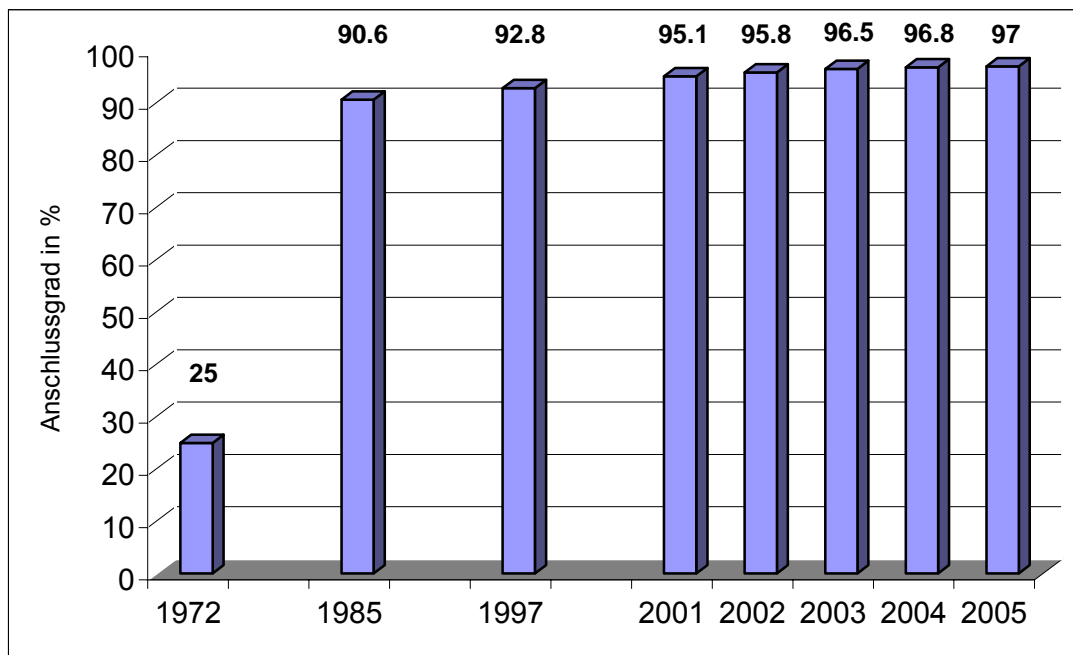
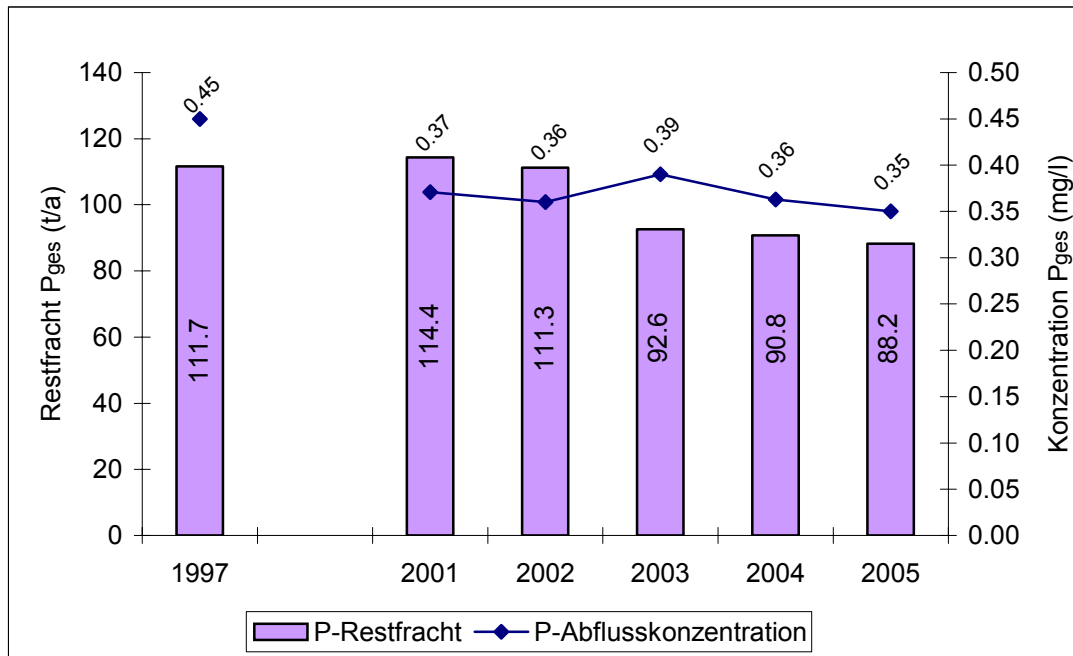


Abb. 1: Entwicklung des Anschlussgrades an zentrale Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensees

Die Jahresabwassermenge aus den insgesamt 223 Abwasserreinigungsanlagen im Bodensee-Einzugsgebiet betrug in den beiden Jahren 2004 und 2005 jeweils rund 250 Mio. m<sup>3</sup>. 25,7 Prozent dieses Abwassers wurden im Jahr 2004 in dreizehn Anlagen bzw. 29,5 Prozent im Jahr 2005 in 14 Anlagen einer weitergehenden Reinigung (z.B. Flockungsfiltration) unterzogen. Die jahresmittlere Ablaufkonzentration in diesen Anlagen betrug im Durchschnitt in beiden Jahren nicht ganz 0,20 mg/l P<sub>ges</sub>. In weiteren 140 Anlagen wurden 71,4 Prozent (2004) bzw. 67,5 Prozent (2005) der Abwassermenge durch Phosphatfällung behandelt (jahresmittlere Ablaufkonzentration 2004 und 2005 jeweils durchschnittlich 0,40 mg/l P<sub>ges</sub>). Insgesamt wurden somit in beiden Jahren gut 97 Prozent der im Bodensee-Einzugsgebiet anfallenden Abwassermenge in einer zentralen Abwasserreinigungsanlage einer Phosphorelimination unterzogen. Im Jahresmittel 2005 ergab sich im Ablauf aller Abwasserreinigungsanlagen mit 0,35 mg/l P<sub>ges</sub> eine gegenüber dem Jahr 2004 (0,36 mg/l P<sub>ges</sub>) etwas niedrigere durchschnittliche Phosphorkonzentration. Die Restfracht an Phosphor im Abwasser aller Abwasserreinigungsanlagen im Bodensee-Einzugsgebiet sank dadurch. Mit rund 88,2 Tonnen lag sie knapp 3 Prozent tiefer als im Jahr 2004. An diese Fracht trugen die am Obersee anliegenden Anlagen, die jeweils in den bisherigen gross angelegten 10-Jahresuntersuchungen beprobt worden sind, 18,7 Tonnen im Jahr 2005 bzw. 19,45 Tonnen im Jahr 2004 bei.

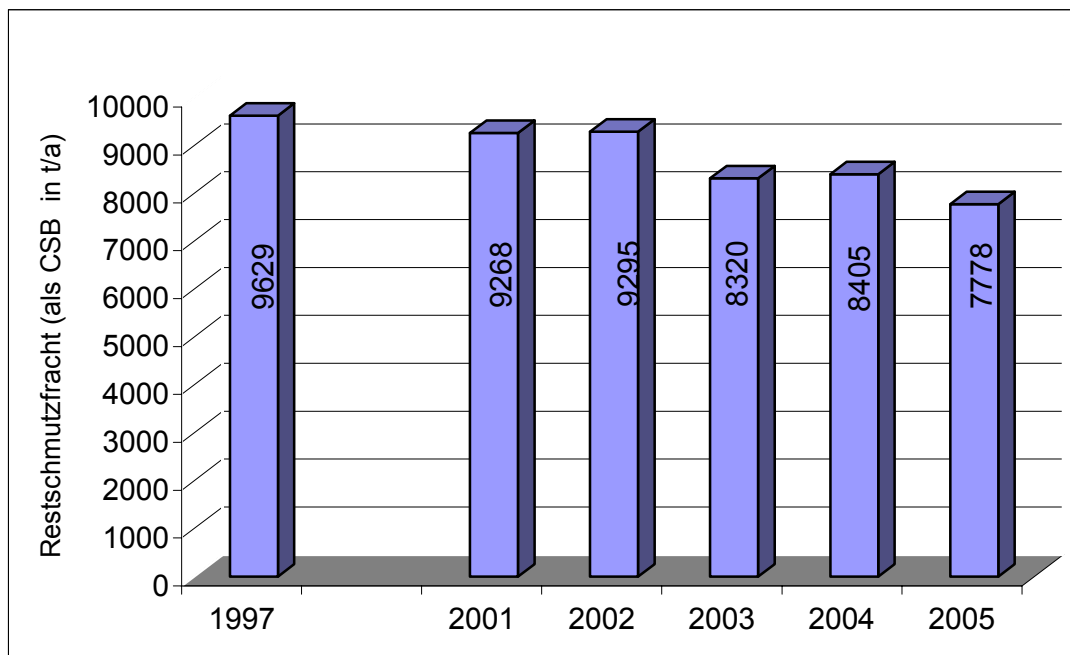
Die Restfracht an Phosphor im Ablauf aller Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensees hat in den letzten fünf Jahren von 114,4 Tonnen auf 88,2 Tonnen abgenommen. Gegenüber dem Jahr 1997 beträgt die Differenz 23,5 Tonnen, was einer Abnahme von 21 Prozent entspricht. Die Entwicklung ist in Abb. 2 dargestellt. Daraus geht hervor, dass die mittlere Phosphorkonzentration im Abwasser aller Abwasserreinigungsanlagen im Jahr 2003 gegenüber dem Vorjahr zwar leicht angestiegen ist und im Jahr 2004 auf dem Stand von 2002 blieb.

Demgegenüber sank die Jahressumme der Restfrachten an Phosphor aller Anlagenabläufe von 2002 auf 2003 ganz erheblich und nahm in den Folgejahren weiter ab. Die niederschlagsarmen Sommer der Jahre 2003 und 2004 haben zu diesem Sachverhalt beigetragen.



**Abb. 2: Entwicklung der Restfracht an Phosphor im Ablauf aller Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensees**

In Bezug auf die Restschmutzfracht (Restfracht an oxidierbaren Stoffen; gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf [CSB]) im Ablauf aller Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensees ergaben sich folgende Änderungen: Im Jahr 2004 betrug die ermittelte Restschmutzfracht 8405 Tonnen und im Jahr 2005 rund 7780 Tonnen. In den vergangenen fünf Jahren hat sie sich erheblich verringert. Gegenüber dem Jahr 1997 beträgt die Differenz 1851 Tonnen, was einer Abnahme von 19,2 Prozent entspricht. Abb. 3 zeigt die Entwicklung von 2001 bis 2005.



**Abb. 3: Entwicklung der Restschmutzfracht im Ablauf aller Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensees (gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf, CSB)**

Auch wenn der Stickstoff für die Algen im Bodensee praktisch nicht wachstumsbegrenzend wirkt, so kommt ihm doch für die Lebensgemeinschaften im See hohe Bedeutung zu. Über das N/P-Verhältnis beeinflusst er das Artenspektrum. Die Entwicklung der Ablauffrachten aus den Abwasserreinigungsanlagen wird deshalb verfolgt, aller Anlagen im Bodensee-Einzugsgebiet allerdings erst seit dem Jahr 2002. Seither ist die Stickstofffracht erheblich gesunken, nämlich von 3917 Tonnen im Jahr 2002 auf 3047 Tonnen im Jahr 2005. Dies entspricht einer Verminderung um gut 22 Prozent.

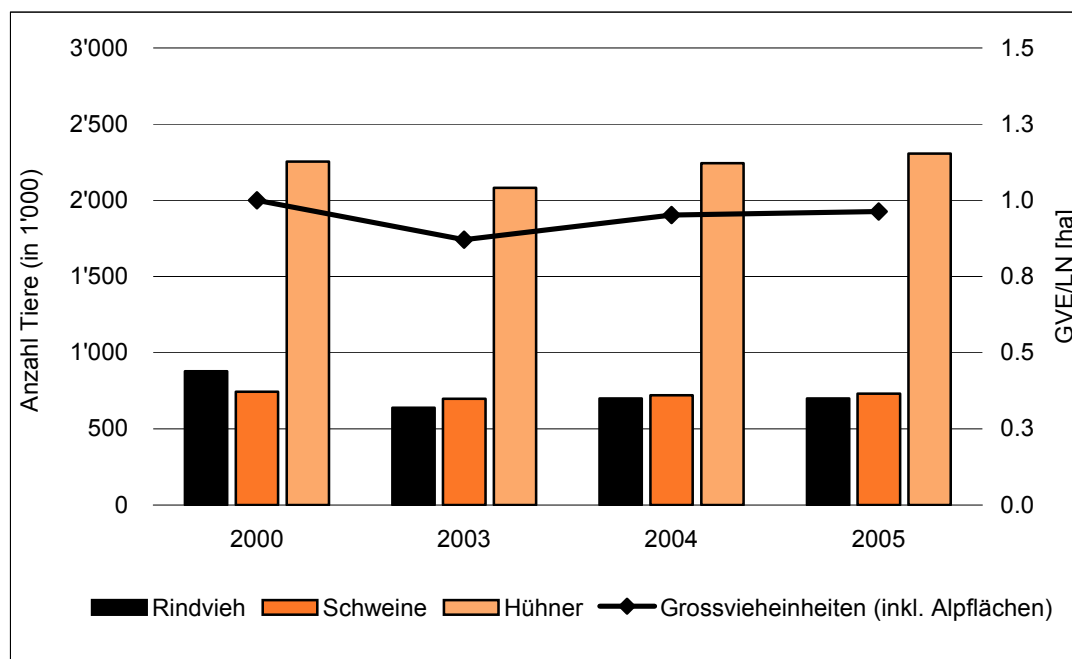
## 2. Fließgewässer

Die Untersuchungen zur Feststellung des chemischen und biologischen Zustandes der Hauptfließgewässer wurden in der Berichtsperiode von den Ländern und Kantonen nach Massgabe nationaler Methoden fortgeführt. Die Befunde aus den Jahren 2004 und 2005 zeigen im Vergleich zu den Vorjahren insgesamt keine wesentliche Änderung des dokumentierten Standes. Obschon die Güteinstufung in den einzelnen Ländern und Kantonen nach unterschiedlichen Bewertungskriterien erfolgt, sind Gütedefizite nach wie vor an den Unterläufen der Zuflüsse Dornbirnerach, Lustenauer Kanal, Alter Rhein, Steinach, Salmsacher Aach und Schussen zu verzeichnen. In Ergänzung zu den üblichen Standardparametern wurden die 2003 an ausgewählten Standorten in Bayern und Vorarlberg begonnenen Untersuchungen von prioritären Stoffen fortgesetzt.

## 3. Ländliches Areal

Für den vorliegenden Bericht konnte nicht mehr auf Landwirtschaftsdaten der Arbeitsgruppe Landwirtschaft/Umweltschutz der IBK zurückgegriffen werden. Die Tierbestände und die landwirtschaftliche Nutzfläche im Bodensee-Einzugsgebiet

wurden deshalb vom Fachbereich Einzugsgebiet direkt erhoben. Weil sich das Bearbeitungsgebiet der IGKB

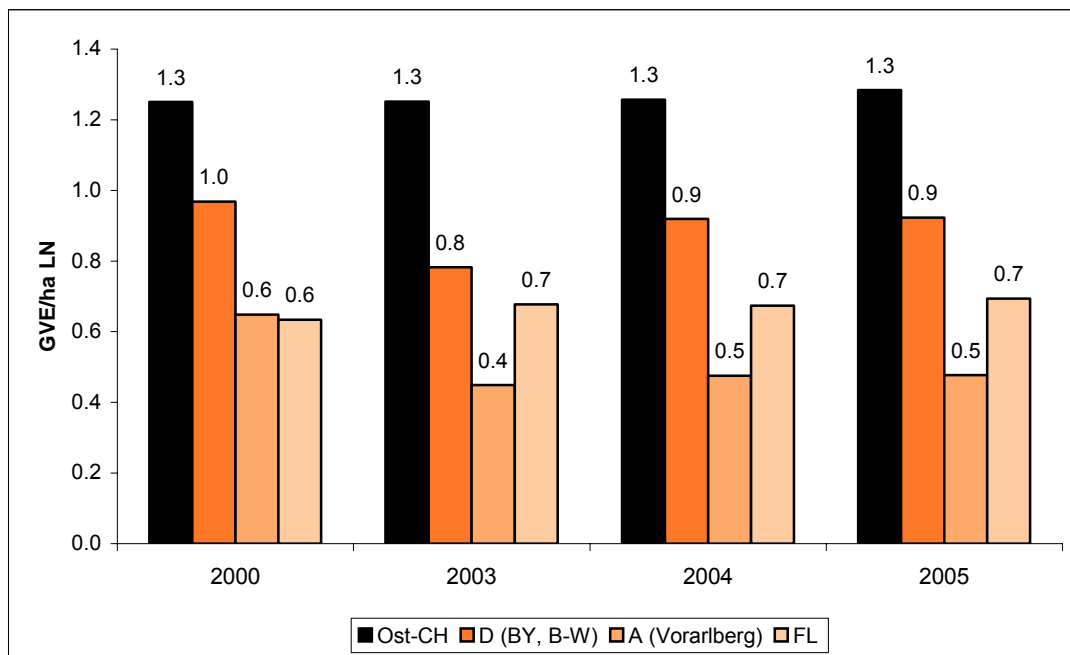


**Abb. 4: Entwicklung der Tierbestände und des Hofdüngeranfalls je Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche (GVE/ha) im Bodensee-Einzugsgebiet**

1 Kuh = 1 Grossvieheinheiten (GVE), 1 Rind = 0.638 GVE, 1 Schwein = 0.131 GVE,  
1 Huhn = 0.007 GVE (Basis für den GVE-Vergleich bildet der Phosphoranfall)

von demjenigen der IBK unterscheidet (IBK umfasst zusätzlich die Kantone Schaffhausen und Zürich, den Kanton Graubünden jedoch nicht), wurden die Zahlen über den Kanton Graubünden für die Jahre 2000, 2003 sowie 2004 nacherhoben. Für Baden-Württemberg müssen die Tierzahlen des Jahres 2004 verwendet werden, weil im 2005 lediglich eine Stichprobenerhebung durchgeführt wurde.

Die Tierbestände sowie der Hofdüngeranfall je Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche sind seit dem Jahr 2000 etwa gleich geblieben sind (Abb. 4 und 5). Daraus kann abgeleitet werden, dass sich in dieser Zeitspanne auch der Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft in den Bodensee kaum verändert hat.



**Abb. 5: Regionale Entwicklung der Tierbestände und des Hofdüngeranfalls je Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche (GVE/ha) im Bodensee-Einzugsgebiet**

Die nächste allgemeine Viehbestandserhebung mit regionalisierter Darstellung findet in Baden-Württemberg erst 2007 wieder statt. Eine Berichterstattung über das ländliche Areal gestützt auf neues Datenmaterial ist deshalb erst anschliessend wieder möglich.

#### 4. Abschätzung des Phosphoreintrags in den Obersee

##### a) Direkt einleitende Abwasserreinigungsanlagen

Der Eintrag von Phosphor in den Obersee aus den seeanliegenden Abwasserreinigungsanlagen (Espasingen, Uhdlingen, Immenstaad, Friedrichshafen, Eriskirch, Kressbronn, Lindau, Leiblachtal, Bregenz, Hofsteig, Altenrhein, Morgental, Romanshorn, Kesswil, Münsterlingen, Aachtal) konnte mit Hilfe der durchgeführten Abwasseruntersuchungen genau ermittelt werden. Er betrug im Jahr 2004 19,45 Tonnen und ging im Jahr 2005 auf 18,7 Tonnen zurück (zum Vergleich die Werte 1996/97: 30 Tonnen; 1995/96: 35 Tonnen). Innerhalb der letzten fünf Jahre wurde der Eintrag von Phosphor aus den seeanliegenden Anlagen um insgesamt 7,2 Tonnen vermindert, was einem Rückgang von 27,8 Prozent entspricht. Zum Vergleich: Der Rückgang der Restfracht an Gesamtphosphor aus den Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet des Bodensee-Obersees betrug von 2001 bis 2005 23,2 Prozent. Im gleichen Zeitraum sank die Konzentration des Gesamtphosphors im Rohwasser des Bodensees um 30,8 Prozent.

##### b) Zuflüsse

Zur Abschätzung der dem Obersee zugeführten Jahresfrachten wurde wie in den Vorjahren wiederum auf die mathematisch-statistische Behandlung des Datenmaterials mittels „Eichkurven“ zurückgegriffen. Dazu werden jeweils die P-Konzentration gegen den Abfluss dargestellt. Für das Aufstellen der „Eichkurven“

wurde erneut das umfangreiche, in den Jahren 1995 bis 1997 genau ermittelte Datenmaterial verwendet. Liegen die neuen Befunde im Streufeld der alten Werte, so hat sich zwischen der letzten Zuflussuntersuchung und heute nur wenig geändert. Dann können die neuen Frachten mit den alten Eichungen und den neuen Abflusswerten abgeschätzt werden.

Die Auswertungen der durchgeführten Messungen ergeben, dass sich die im Berichtszeitraum 2004 bis 2005 erhobenen Daten innerhalb des bisherigen Streubereichs liegen. Dies gilt für alle untersuchten Zuflüsse. Im Grundsatz bedeutet dies, dass die Frachten im Vergleich mit den Vorjahren bei gleichen Abflüssen im Wesentlichen gleich geblieben sind.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse des Alpenrheins, über den für das Jahr 2005 verdichtete Daten vorliegen, ergibt, dass mit einer Ausnahme alle Werte im Streubereich der bisherigen "Eichkurve" liegen. Bei mehreren Messungen liegt der Phosphorgehalt unter der Nachweisgrenze von 0,005 mg/l. Insgesamt liegen die neuen Werte mehrheitlich eher in der unteren Hälfte des bisherigen Datenfeldes. Eine Schätzung der Fracht aus den Daten für Pfilt im Alpenrhein (berechnet aus Mittelwert der Konzentrationen x Jahresabfluss) ergibt eine Phosphorfracht von 59 Tonnen für das Jahr 2004 bzw. 38 Tonnen für 2005, was als grobe Näherung dienen kann.

#### c) Gesamtabschätzung der Phosphorfracht

Aus dem erneut gewählten methodischen Ansatz zur Abschätzung der Phosphorfrachten in den Zuflüssen ergibt sich, dass die Frachten im Berichtszeitraum innerhalb des bisherigen Streubereichs liegen. Ausserordentliche Ereignisse sind nicht erkennbar. Auf Grund dieses Sachverhaltes in Verbindung mit den genau ermittelten Einträgen aus Abwasserreinigungsanlagen darf davon ausgegangen werden, dass die dem Obersee zugeführten Gesamtfrachten an Phosphor in den beiden Jahren 2004 und 2005 eher abgenommen haben. Dafür spricht auch die Reduktion des Phosphorgehaltes im See.

## 5. Abschätzung der Ausflussfrachten

Aus den Oberflächenwerten von Fischbach-Uttwil und von Berlingen lässt sich berechnen, wie viel Phosphor aus dem Bodensee hinausgeflossen ist. Für den Berichtszeitraum 2004 bis 2005 wurden folgende Frachten berechnet:

	Obersee (Konstanz)	Untersee (Stein a. Rhein)
<b>2004</b>		
Q (Mio. m <sup>3</sup> )	9536	10'539
P <sub>ges</sub> (Tonnen)	78	124
<b>2005</b>		
Q (Mio. m <sup>3</sup> )	8710	10'004
P <sub>ges</sub> (Tonnen)	79	103

Der Jahresdurchfluss durch den Bodensee liegt im langjährigen Mittel der letzten 50 Jahre bei etwa  $12 \text{ km}^3$ . Die Abweichungen der Jahre 2004 und 2005 von diesem Mittelwert beruhen darauf, dass das Jahr 2004 ein mehrheitlich trockenes Jahr mit wenig Extremereignissen war. Die Niederschlagsüberschüsse im Januar, August und Oktober führten allerdings zu annähernd normalen Jahresniederschlagssummen. Im Jahr 2005 erreichten die Regenmengen im Bodensee-Einzugsgebiet meist 85 bis 105 Prozent des Mittels der vergangenen Jahre.

## AUSKÜNFTE

Baden-Württemberg: Institut für Seenforschung  
der Landesanstalt für Umwelt, Messungen  
und Naturschutz Baden-Württemberg  
Argenweg 50/1

D-88085 Langenargen

Bayern: Bayerisches Landesamt für  
Umwelt  
Bürgermeister Ulrich Str. 160

D-86179 Augsburg

Wasserwirtschaftsamt Kempten  
Rottachstr. 15

87439 Kempten

Österreich: Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Römerstraße 14

A-6901 Bregenz

Schweiz: Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft (BUWAL)

CH-3003 Bern