

Anhang zu:

**Effizienz technischer
Sicherungsmaßnahmen
im Erdbau –
Lysimeteruntersuchungen
unter Laborbedingungen**

Teil 1: Bodenmaterial

von

Christine Kellermann-Kinner
Michael Bürger
Tanja Marks

Bundesanstalt für Straßenwesen
Bergisch Gladbach

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßenbau Heft S 102 – Anhang

bast

Anhang

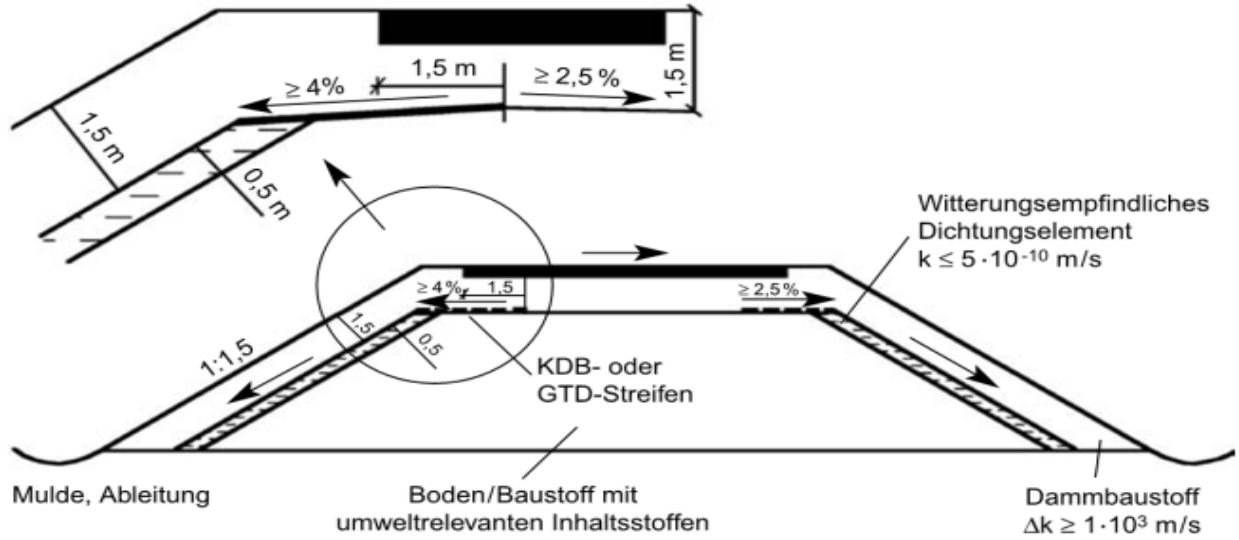


Bild-A 1: Bauweise A: Damm mit witterungsempfindlichen Dichtungselement (FGSV, 2009)

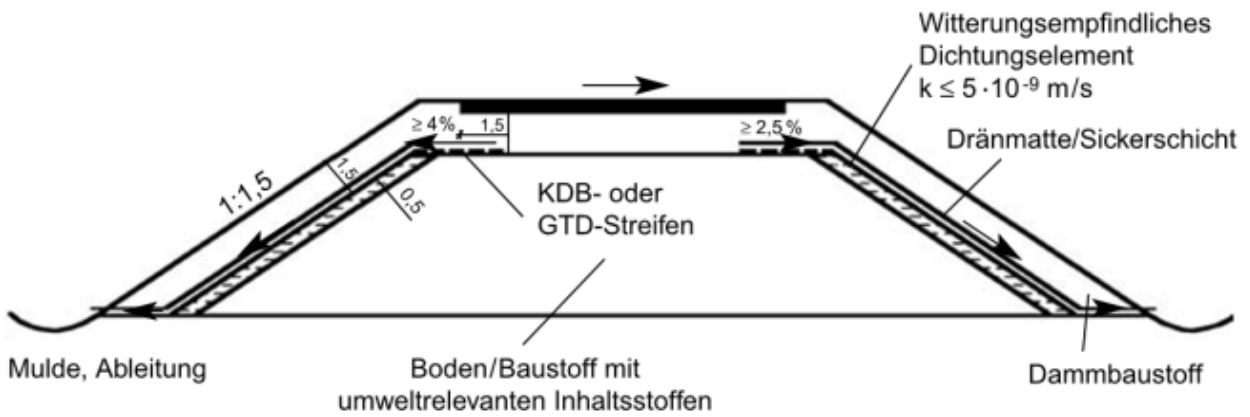


Bild-A 2: Bauweise B: Damm mit witterungsempfindlichen Dichtungselement und Sickerschicht (FGSV, 2009)

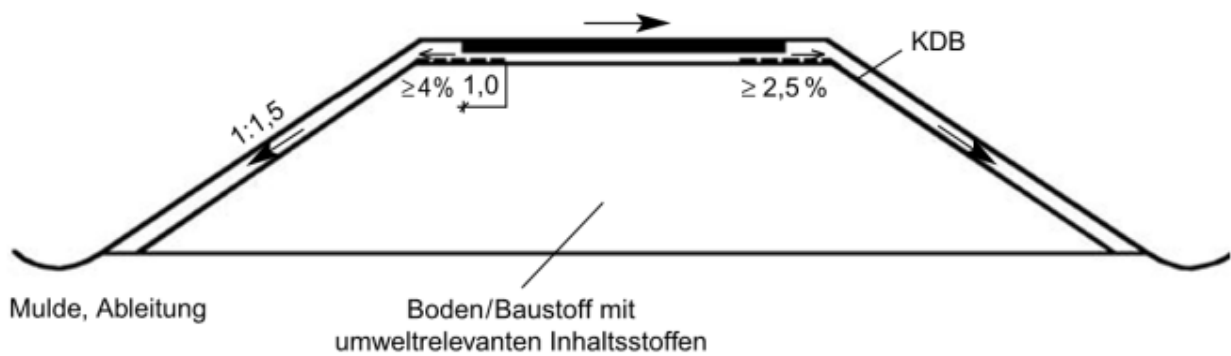


Bild-A 3: Bauweise C: Damm mit witterungsunempfindlichen Dichtungselementen (FGSV, 2009)

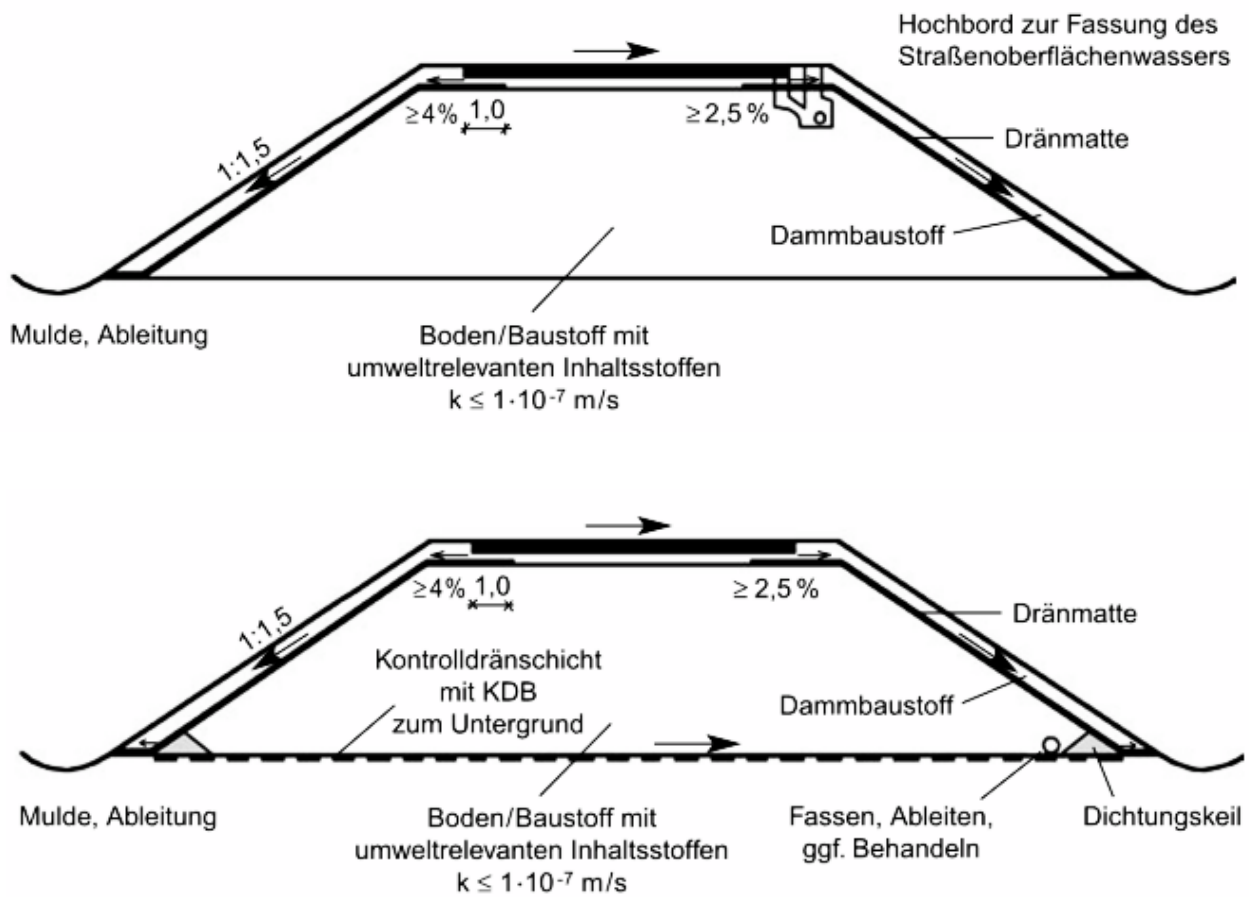


Bild-A 4: Bauweise E: Damm aus schwach durchlässigem Baustoff (FGSV, 2009)

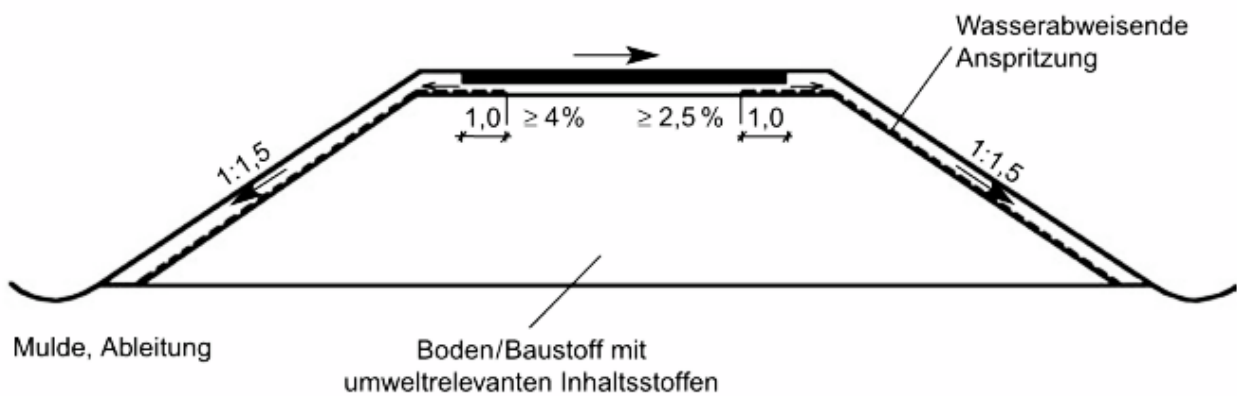
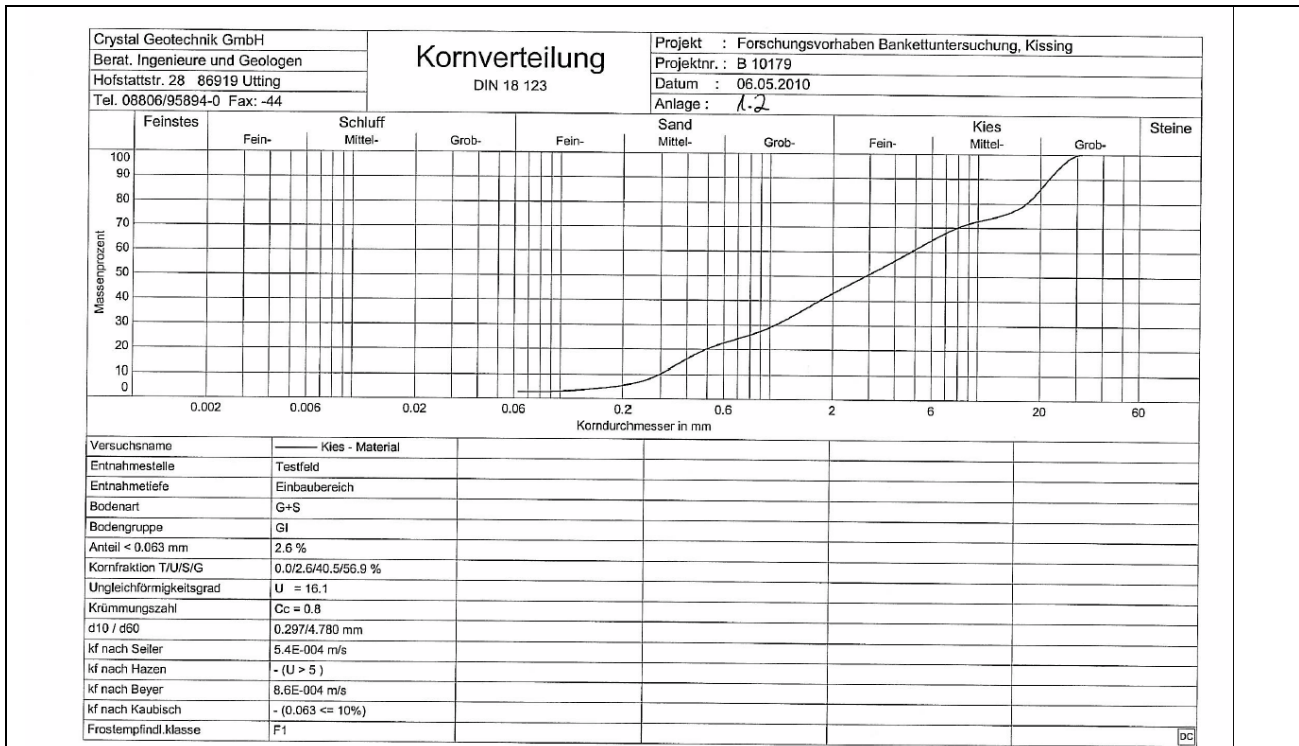


Bild-A 5: Bauweise F: Damm mit wasserabweisender Anspritzung

Tab.-A 1: Berechnungsplan für den kiesigen Boden ohne TSM

Woche	Regen- nummer	Tag	Datum	Niederschlags- spende	Andauer	Verregnete Menge		Pumpen- system	erledigt	
						pro Minute	gesamt			
	-	-	-	[l/(s.ha)]	[min]	[kg]	[kg]	-		FT= Feiertag
1	1	1	Montag, 17. September 2012	600,8	5	3,944	19,72	groß		
	2	4	Donnerstag, 20. September 2012	166,7	5	1,094	5,47	groß		
2	3	8	Montag, 24. September 2012	16,7	45	0,110	4,93	klein		
	4	11	Donnerstag, 27. September 2012	40,9	60	0,268	16,11	klein		
3	5	15	Montag, 1. Oktober 2012	113,4	5	0,744	3,72	groß		
	6	17	Mittwoch, 3. Oktober 2012	464,4	5	3,048	15,24	groß	FT	
	7	19	Freitag, 5. Oktober 2012	33,33	45	0,219	9,85	klein		
4	8	22	Montag, 8. Oktober 2012	20,8	360	0,137	49,15	klein		
	9	25	Donnerstag, 11. Oktober 2012	85,3	15	0,560	8,40	groß		
5	10	29	Montag, 15. Oktober 2012	183,04	30	1,201	36,04	groß		
	11	33	Freitag, 19. Oktober 2012	332,2	15	2,181	32,71	groß		
6	12	37	Dienstag, 23. Oktober 2012	66,67	15	0,438	6,56	groß		
7	13	43	Montag, 29. Oktober 2012	4,4	4320	0,029	124,77	klein		
8	14	50	Montag, 5. November 2012	600,8	5	3,944	19,72	groß		
	15	53	Donnerstag, 8. November 2012	166,7	5	1,094	5,47	groß		
9	16	57	Montag, 12. November 2012	16,7	45	0,110	4,93	klein		
	17	60	Donnerstag, 15. November 2012	40,9	60	0,268	16,11	klein		
10	18	64	Montag, 19. November 2012	113,4	5	0,744	3,72	groß		
	19	66	Mittwoch, 21. November 2012	464,4	5	3,048	15,24	groß		
	20	68	Freitag, 23. November 2012	33,33	45	0,219	9,85	klein		
11	21	71	Montag, 26. November 2012	20,8	360	0,137	49,15	klein		
	22	74	Donnerstag, 29. November 2012	85,3	15	0,560	8,40	groß		
12	23	78	Montag, 3. Dezember 2012	183,04	30	1,201	36,04	groß		
	24	82	Freitag, 7. Dezember 2012	332,2	15	2,181	32,71	groß		
13	25	86	Dienstag, 11. Dezember 2012	66,67	15	0,438	6,56	groß		
14	26	92	Montag, 17. Dezember 2012	4,4	4320	0,029	124,77	klein		
		106	Montag, 31. Dezember 2012	Ende						

Bild-A 6: Bautechnische Kenngrößen für den kiesigen Boden

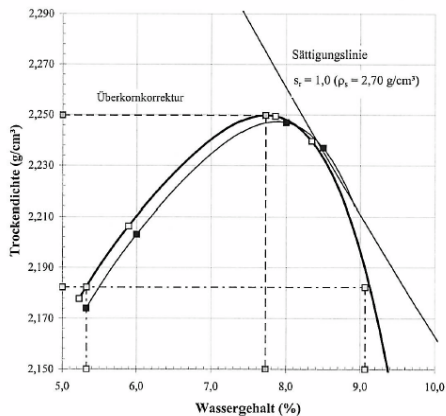


B10179-PROC-150

Anlage: 1.3

Proctorkurve nach DIN 18127-P150X

Projekt: Kissing, Forschungsvorhaben Bankettuntersuchung
 Projektnummer: B 10179 Entnommen durch: FL
 Bodenart: Kies - Material Entnommen am: 06.05.10
 Entnahmestelle: Testfeld Ausgeführt durch: AW
 Entnahmetiefe: Einbaubereich Ausgeführt am: 07.05.10



- ermittelte Versuchspunkte
- aus der Überkorrektur errechnete Punkte
- 100% Proctordichte; ρ_{opt} W_{opt}
- 97% Proctordichte; ρ_{97} W_{97}

100 % der Proctordichte: 2,250 g/cm³ opt. Wassergehalt: 7,7 %
 97 % der Proctordichte: 2,182 g/cm³ min. Wassergehalt: 5,3 %
 max. Wassergehalt: 9,1 %

Crystal Geotechnik

Beratende Ingenieure und Geologen GmbH Hofstattstr.28 86919 Utting Tel. 08806/95894-0 Fax 08806/95894-44

Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130

100 % Verdichtung

$1,2 \cdot 10^{-6}$ m/s Durchlässigkeit

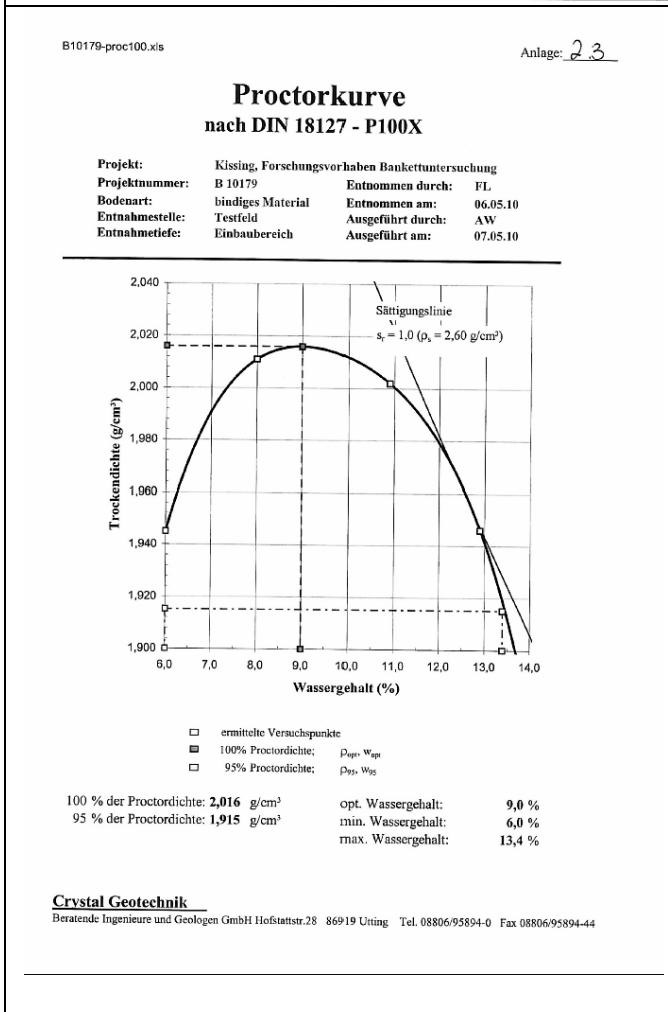
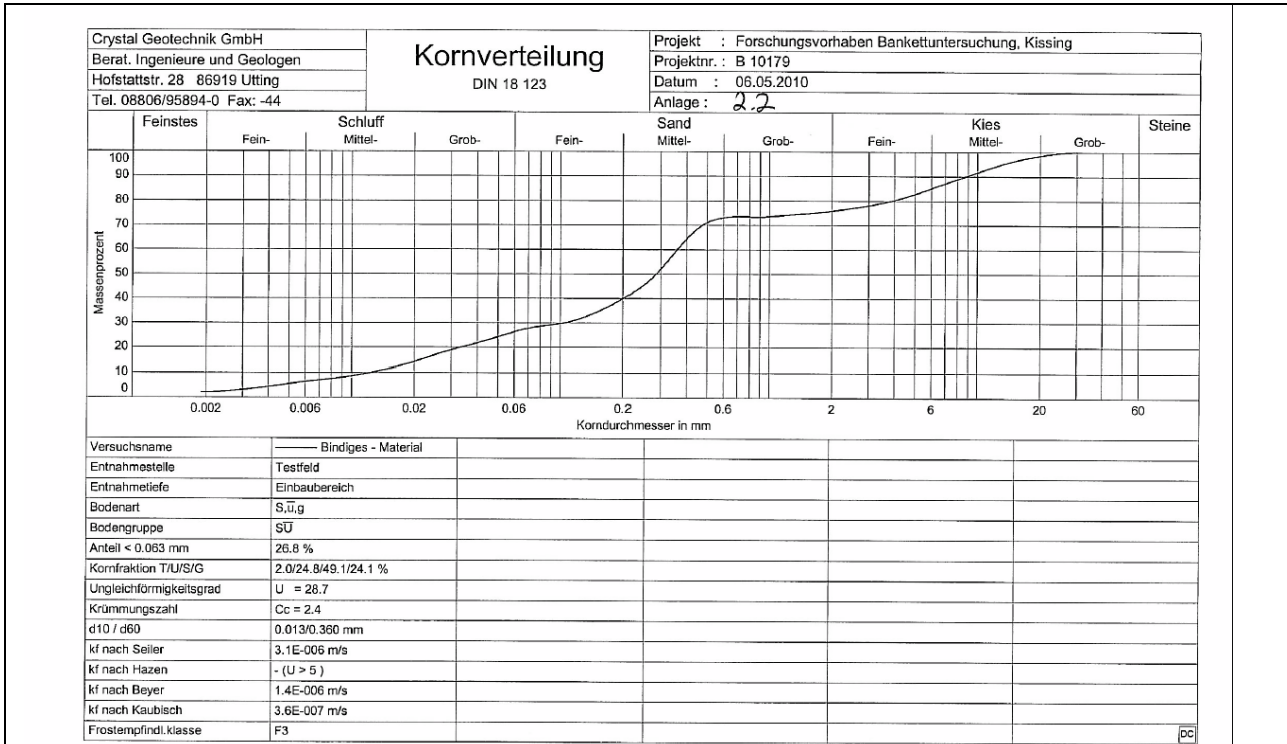
95 % Verdichtung

$3,9 \cdot 10^{-5}$ m/s Durchlässigkeit

90 % Verdichtung

$2,7 \cdot 10^{-4}$ m/s Durchlässigkeit

Bild-A 7: Bautechnische Kenngrößen für den bindigen Boden



Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130

100 % Verdichtung
 $2,0 \cdot 10^{-9}$ m/s Durchlässigkeit


95 % Verdichtung
 $4,2 \cdot 10^{-8}$ m/s Durchlässigkeit


90 % Verdichtung
 $8,7 \cdot 10^{-7}$ m/s Durchlässigkeit

92 % Verdichtung
 $1,3 \cdot 10^{-6}$ m/s Durchlässigkeit

Tab.-A 2: Statistische Auswertung der umweltrelevanten Inhaltstoffe im Sickerwasser für die Bauweisen mit kiesigen Boden


		[-]	[µScm]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
		pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit	Chlorid Titration	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	Thallium	Molybdän	Antimon	Vanadium	Fluorid	Sulfat	Cyanid, ges.
Kiesiger Boden ohne TSM	Anzahl	67	67	67	67	67	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
	Min	7,25	186,4	5,158	0,0005	0,0005	0,4498	0,0005	0,0048	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,09	12	0,0025
	10-Perzentil	7,56	340,8	7,000	0,0005	0,0005	0,6511	0,0005	0,0073	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,11	35	0,0025
	Median	7,80	1000,1	15,907	0,0005	0,0005	3,9318	0,0013	0,0365	0,0043	0,0005	0,0055	0,0005	0,0226	0,0005	0,0005	0,35	461	0,0025
	Mittelwert	7,81	1536,3	23,587	0,0005	0,0742	4,2082	0,0020	0,0323	0,0044	0,0005	0,0082	0,0005	0,0393	0,0005	0,00051	0,33	945	0,0034
	90-Perzentil	8,08	3146,0	50,982	0,0005	0,0490	8,3192	0,0047	0,0419	0,0099	0,0005	0,0209	0,0005	0,0917	0,0005	0,00050	0,57	2230	0,0025
	Max	8,20	3370,9	67,705	0,0005	3,5748	10,1885	0,0062	0,0444	0,0115	0,0005	0,0458	0,0005	0,0955	0,0005	0,00120	0,65	2320	0,0360
Standardabw	0,21	1131,2	17,185	0,0000	0,4445	2,9180	0,0018	0,0118	0,0040	0,0000	0,0093	0,0000	0,0327	0,0000	0,0001	0,19	886	0,0043	
Kiesiger Boden mit Dränmatte	Anzahl	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Min	7,37	1257,3	23,816	0,0005	0,0005	1,1328	0,0005	0,0161	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0186	0,0005	0,0005	0,10	697	0,0025
	10-Perzentil	7,56	1717,1	26,930	0,0005	0,0005	4,2069	0,0005	0,0293	0,0005	0,0005	0,00454	0,0005	0,03222	0,0005	0,0005	0,13	915	0,0025
	Median	7,64	2432,2	33,148	0,0005	0,0005	6,8314	0,003	0,046	0,0065	0,0005	0,0116	0,0005	0,0522	0,0005	0,0005	0,17	1480	0,0025
	Mittelwert	7,66	2442,7	34,426	0,0005	0,0006	6,4210	0,0029	0,0445	0,0057	0,0005	0,0158	0,0005	0,0585	0,0005	0,00050	0,19	1562	0,0035
	90-Perzentil	7,78	3149,5	44,031	0,0005	0,0005	8,2608	0,0047	0,05762	0,0088	0,0005	0,0320	0,0005	0,09356	0,0005	0,00050	0,26	2314	0,00498
	Max	7,91	3484,2	45,652	0,0005	0,0046	8,5097	0,0061	0,065	0,0126	0,0005	0,0451	0,0005	0,0959	0,0005	0,00050	0,34	2370	0,0180
Standardabw	0,11	531,2	6,222	0,0000	0,0007	1,7108	0,0017	0,0108	0,0036	0,0000	0,0115	0,0000	0,0237	0,0000	0,0000	0,06	497	0,0032	
Kiesiger Boden mit Bitumenanspritzung	Anzahl	91	91	89	90	90	90	89	90	90	90	90	90	90	90	90	91	91	91
	Min	7,23	194,1	4,389	0,0005	0,0005	0,7062	0,0005	0,0087	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,05	24	0,0025
	10-Perzentil	7,53	485,6	6,733	0,0005	0,0005	1,6496	0,0005	0,0573	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,018	0,0005	0,0005	0,12	65	0,0025
	Median	7,77	1430,2	22,279	0,0005	0,0284	7,7293	0,0005	0,07725	0,00445	0,0005	0,0062	0,0005	0,031	0,0005	0,0005	0,21	702	0,0025
	Mittelwert	7,80	1692,0	27,669	0,0005	0,2011	8,4136	0,0015	0,0775	0,0050	0,0005	0,0088	0,0005	0,0378	0,0005	0,00051	0,31	948	0,0040
	90-Perzentil	8,05	3486,0	55,460	0,0005	0,2650	17,0745	0,0041	0,10748	0,0108	0,0005	0,0213	0,0005	0,07124	0,0005	0,00050	0,58	2210	0,0066
	Max	8,28	3603,7	69,168	0,0005	5,1072	20,0897	0,0056	0,1223	0,0196	0,0005	0,0382	0,0005	0,0877	0,0005	0,00110	0,74	2370	0,0320
Standardabw	0,22	1122,9	18,903	0,0000	0,7316	6,3713	0,0015	0,0227	0,0046	0,0000	0,0094	0,0000	0,0217	0,0000	0,0001	0,19	833	0,0047	

 > GFS (LAWA)

 > Prüfwert (BBodSchV)

Tab.-A 3: Statistische Auswertung der umweltrelevanten Inhaltstoffe im Sickerwasser für die Bauweisen mit bindigen Boden

		[-]	[µScm]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	
		pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit	Chlorid Titration	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	Thallium	Molybdän	Antimon	Vanadium	Fluorid	Sulfat	Cyanid, ges.
Bindiger Boden ohne TSM	Anzahl	63	63	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	61	63	63
	Min	7,32	1533,2	10,676	0,0005	0,0005	1,4021	0,0136	0,0047	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,01	534	0,8000
	10-Perzentil	7,70	2153,3	17,263	0,0005	0,0005	3,1229	0,03442	0,0056	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,03	1096	2,5000
	Median	8,01	2609,5	30,761	0,0005	0,1296	5,4059	0,0426	0,0077	0,0047	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,05	1430	5,7000
	Mittelwert	7,96	2513,8	29,101	0,0005	0,2946	5,1009	0,0411	0,0080	0,0040	0,0005	0,0040	0,0005	0,0028	0,0016	0,00083	0,05	1379	5,2127
	90-Perzentil	8,13	2694,3	35,755	0,0005	0,8967	7,0693	0,0494	0,01	0,0072	0,0005	0,0107	0,0005	0,00742	0,0005	0,00232	0,09	1558	6,7800
	Max	8,27	2988,0	47,858	0,0005	1,545	7,9685	0,0533	0,0225	0,0095	0,0005	0,0174	0,0005	0,0116	0,0246	0,00330	0,14	1720	7,1000
	Standardabw	0,18	301,0	7,839	0,0000	0,3770	1,5161	0,0085	0,0027	0,0028	0,0000	0,0047	0,0000	0,0028	0,0043	0,0008	0,03	244	1,6389
Bindiger Boden mit Dränmatte	Anzahl	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23	25	25
	Min	7,19	1140,8	5,834	0,0005	0,0005	1,5551	0,0401	0,0043	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,04	1360	2,0000
	10-Perzentil	7,46	2454,9	8,793	0,0005	0,0005	2,3740	0,04416	0,0053	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,06	1454	2,9800
	Median	7,70	2613,7	16,953	0,0005	0,0005	3,3041	0,052	0,0068	0,0005	0,0061	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,09	1590	5,5000
	Mittelwert	7,65	2520,3	16,814	0,0005	0,0160	3,5109	0,0516	0,0077	0,0030	0,0005	0,0057	0,0005	0,0022	0,0005	0,00058	0,09	1586	5,4640
	90-Perzentil	7,81	2759,9	23,657	0,0005	0,0667	5,1311	0,0586	0,00948	0,0073	0,0005	0,0118	0,0005	0,00616	0,0005	0,00050	0,12	1736	6,9000
	Max	7,84	2919,3	26,542	0,0005	0,1337	5,4189	0,0624	0,0186	0,009	0,0005	0,0158	0,0005	0,0088	0,0005	0,00250	0,13	1880	8,3000
	Standardabw	0,17	406,3	5,591	0,0000	0,0341	0,9596	0,0058	0,0033	0,0031	0,0000	0,0051	0,0000	0,0026	0,0000	0,0004	0,02	125	1,5958
Bindiger Boden mit Bitumenanspritzung	Anzahl	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	61	62
	Min	7,28	599,8	10,458	0,0005	0,0005	0,7151	0,0107	0,0043	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,05	155	0,7100
	10-Perzentil	7,53	834,8	13,006	0,0005	0,0005	1,1218	0,01532	0,0051	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,10	259	1,1000
	Median	7,72	1348,2	23,613	0,0005	0,06195	1,7058	0,0231	0,0069	0,0005	0,0005	0,0041	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,19	520	2,0500
	Mittelwert	7,80	2088,8	17,790	0,0005	0,0337	3,0116	0,0391	0,0112	0,0070	0,0005	0,0044	0,0005	0,0034	0,0005	0,00050	0,12	1245	3,3250
	90-Perzentil	7,87	2214,8	43,163	0,0005	0,3499	3,7853	0,0383	0,00889	0,0076	0,0005	0,0088	0,0005	0,00499	0,0005	0,00050	0,27	1220	3,1000
	Max	8,02	2360,4	63,576	0,0005	4,8451	5,9123	0,0432	0,0239	0,0113	0,0005	0,0127	0,0005	0,0122	0,0005	0,00140	0,38	1310	4,3000
	Standardabw	0,14	491,8	11,922	0,0000	0,6855	1,0713	0,0082	0,0033	0,0032	0,0000	0,0033	0,0000	0,0027	0,0000	0,0001	0,07	344	0,7919

 > GFS (LAWA)

 > Prüfwert (BBodSchV)

Tab.-A 4: Ergebnisse der Eluatanalysen nach Mischung und für die Rückstellproben des kiesigen Bodens mit den Verfahren DEV S4, 2:1 Elution und ausführlicher Säulentest

Eluatanalyse Kiesiger Boden	nach Mischung	aus Rückstellprobe					
	DEV S4 [mg/l]	DEV S4 [mg/l]	2:1 Elution [mg/l]	Säule 1 [mg/l]	Säule 2 [mg/l]	Säule 3 [mg/l]	Säule 4 [mg/l]
Chlorid	< 1	< 1	1,2	11,8	< 1	< 1	< 1
Cyanid gesamt	0,017	0,1	0,044	0,018	0,038	0,015	0,073
Sulfat	68	50,1	247	1910	356	2,1	1,3
Antimon	n.u.	< 0,01	< 0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	< 0,005	< 0,001	0,0016	0,00915	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cadmium	0,0017	< 0,0003	0,00033	0,00365	0,00176	0,00103	< 0,0004
Chrom gesamt	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0108	0,0548	0,00694
Kupfer	0,048	0,0188	0,0529	0,176	0,0454	0,017	0,0201
Molybdän	n.u.	< 0,01	0,015	0,0684	0,0165	0,00794	< 0,005
Nickel	< 0,005	< 0,001	< 0,001	0,00491	0,00134	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,0002	< 0,001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanadium	n.u.	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zink	< 0,03	< 0,01	< 0,01	0,259	0,133	0,00952	0,00746

n.u. = nicht untersucht

Tab.-A 5: Ergebnisse der Eluatanalysen für Proben von der Halde des kiesigen Bodens mit den Verfahren DEV S4, 2:1 Elution und ausführlicher Säulentest

Eluatanalyse von Halde	DEV S4	2:1 Elu- tion	Säule 1	Säule 2	Säule 3	Säule 4
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Chlorid	< 1	< 1	13,3	< 1	< 1	< 1
Cyanid gesamt	0,088	0,029	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,033
Sulfat	49,5	279	1970	411	80,8	6,5
Antimon	< 0,01	< 0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	< 0,001	0,0018	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cadmium	< 0,0003	< 0,0003	0,00206	0,00057	0,00116	< 0,0004
Chrom gesamt	< 0,001	< 0,001	0,00151	0,0124	0,0504	0,00667
Kupfer	0,0091	0,0277	0,018	0,00535	0,0145	0,00629
Molybdän	< 0,01	0,012	0,0683	0,0123	0,00747	0,00526
Nickel	< 0,001	< 0,001	0,00362	0,00104	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Vanadium	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zink	< 0,01	< 0,01	0,085	0,0361	0,0159	< 0,005

Tab.-A 6: Ergebnisse der Eluatanalysen für Vergleichsproben des kiesigen Bodens mit den Säulenkurztest

Eluatanalyse Säulenkurztest	Rückstell- probe A *	Halde B *	Halde C	Halde D
Kiesiger Boden	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Chlorid	1,4	2,2	<1	<2
Cyanid gesamt	0,04	< 0,005	< 0,005	0,015
Sulfat	527	572	118	63,4
Antimon	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,006
Cadmium	0,0033	0,00062	0,0007	< 0,0004
Chrom gesamt	0,00794	0,00991	0,0024	0,00491
Kupfer	0,0654	0,00775	0,00545	0,00356
Molybdän	0,0219	0,0181	0,00533	< 0,005
Nickel	0,00214	0,00112	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanadium	< 0,005	< 0,01	< 0,005	< 0,005
Zink	0,0693	0,0911	0,0141	0,0109

* Die Toleranzen des W/F-Verhältnisses wurden nicht eingehalten

Tab.-A 7: Ergebnisse der Eluatanalysen für Vergleichsproben des bindigen Bodens mit den Säulenkurztest

Eluatanalyse Säulenkurztest	Rückstell- probe A*	Halde B *	Halde C	Halde D
Bindiger Boden	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Chlorid	1,5	1,4	<1	<1
Cyanid gesamt	0,293	0,54	0,625	0,375
Sulfat	134	194	102	47,1
Antimon	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,006
Cadmium	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Chrom gesamt	0,0156	0,0202	0,0118	0,00759
Kupfer	0,00308	0,0111	0,00746	0,00502
Molybdän	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	< 0,001	0,0035	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanadium	< 0,005	< 0,01	< 0,005	< 0,005
Zink	0,0443	0,141	< 0,005	< 0,005

* Die Toleranzen des W/F-Verhältnisses wurden nicht eingehalten

Tab.-A 8: Ergebnisse der Eluatanalysen nach Mischung für die Rückstellproben des bindigen Bodens mit den Verfahren DEV S4, 2:1 Elution und ausführlicher Säulentest

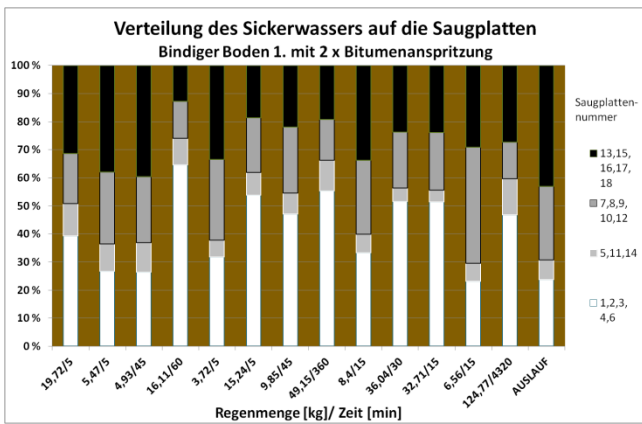
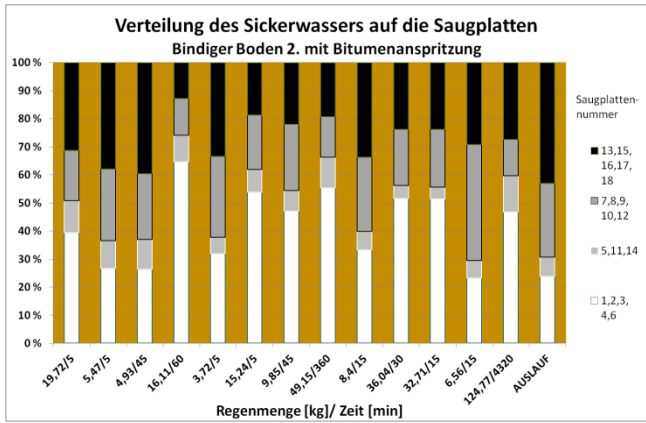
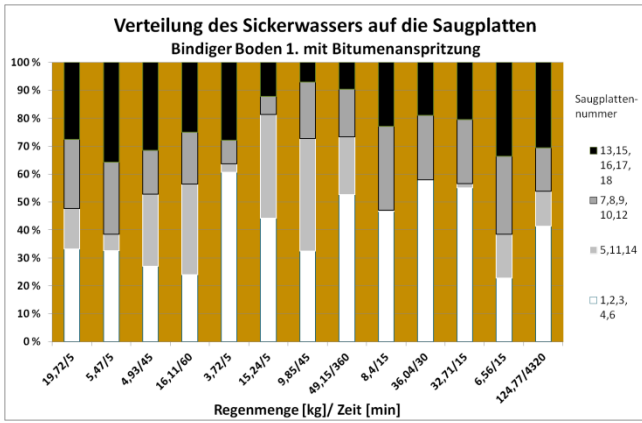
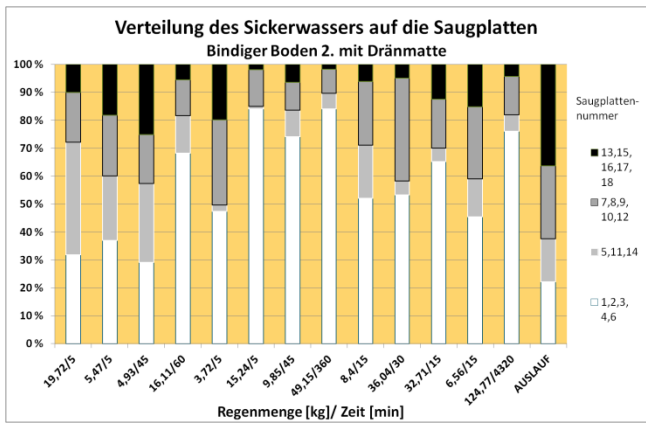
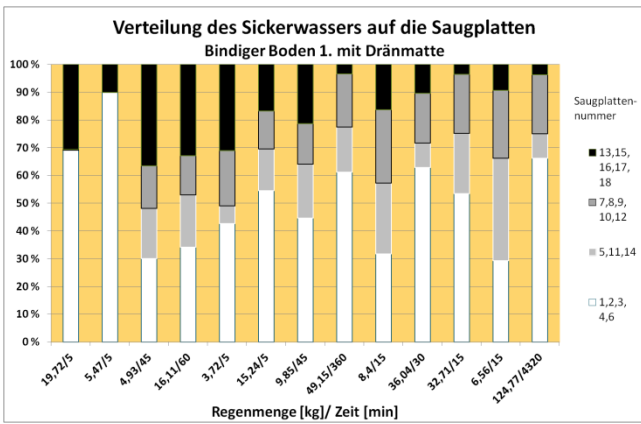
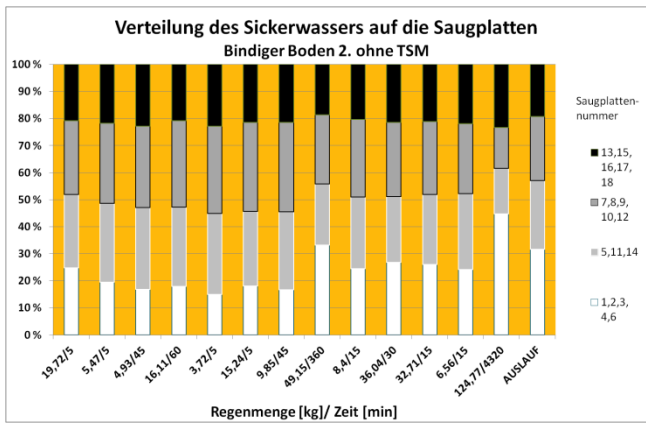
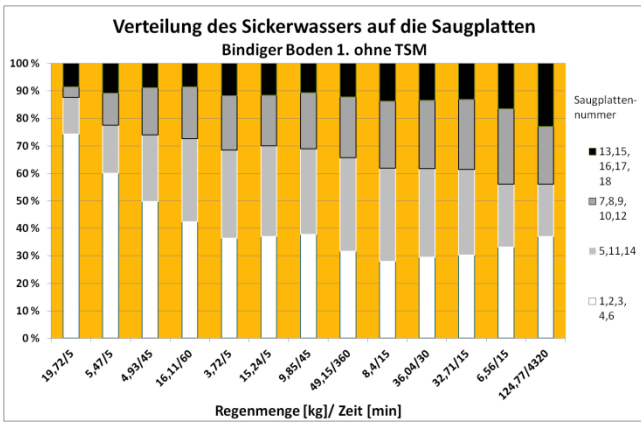
Eluatanalyse	nach Mischung	aus Rückstellprobe					
	DEV S3	DEV S4	2:1 Elution	Säule 1	Säule 2	Säule 3	Säule 4
Bindiger Boden	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Chlorid	< 1	1,3	1	10	1,1	< 1	< 1
Cyanid gesamt	0,2	0,18	0,61	0,084	0,407	0,472	0,4
Sulfat	29	19,6	84,6	742	106	< 1	< 1
Antimon	n.u.	< 0,01	< 0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	< 0,005	< 0,001	< 0,001	0,0277	0,0102	< 0,005	< 0,005
Cadmium	< 0,0005	< 0,0003	< 0,0003	0,000915	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Chrom gesamt	< 0,005	0,0012	0,0034	0,0133	0,0169	0,0453	0,0132
Kupfer	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,00643	0,0107	0,0963	0,00579
Molybdän	n.u.	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	< 0,005	< 0,001	< 0,001	0,00224	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,0002	< 0,001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00577	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanadium	n.u.	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zink	< 0,03	< 0,01	< 0,01	0,128	0,092	0,0474	0,0385

n. u. = nicht untersucht

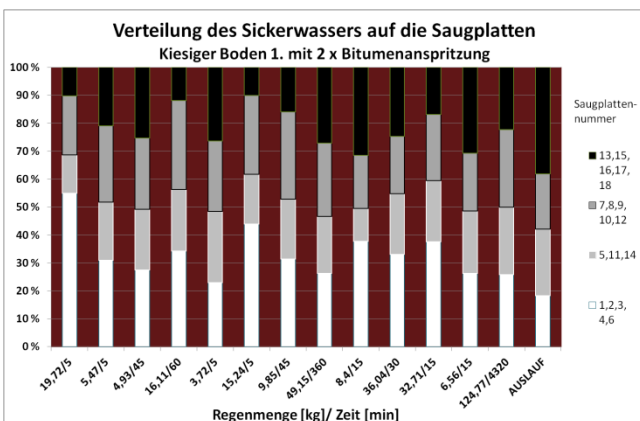
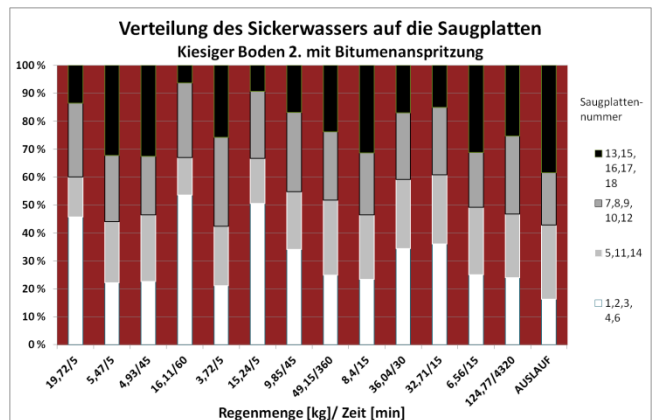
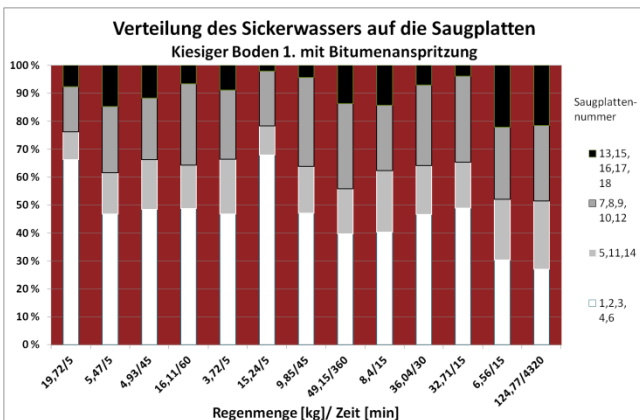
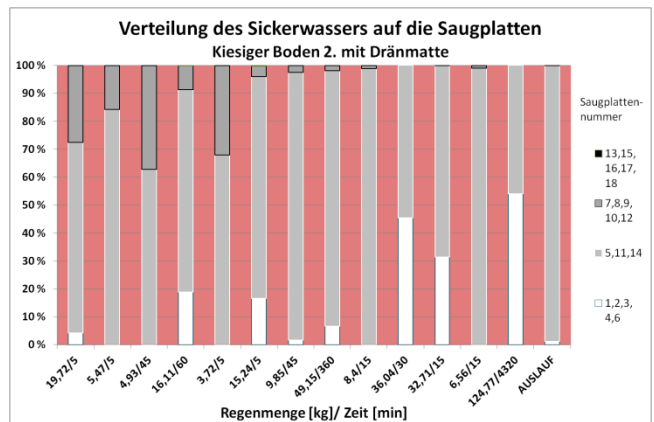
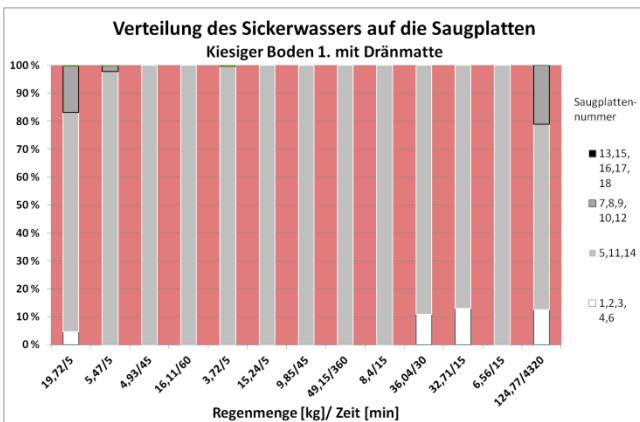
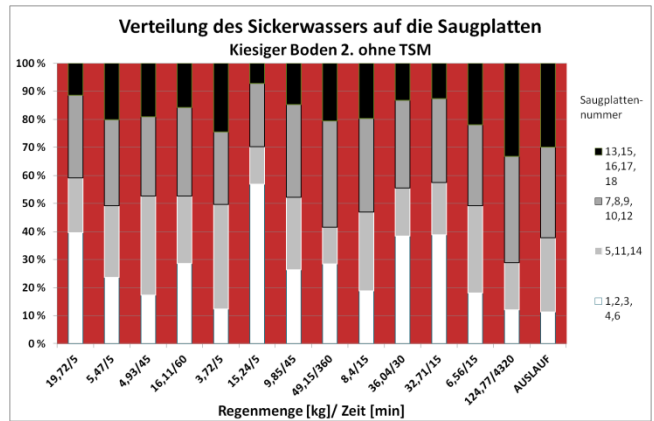
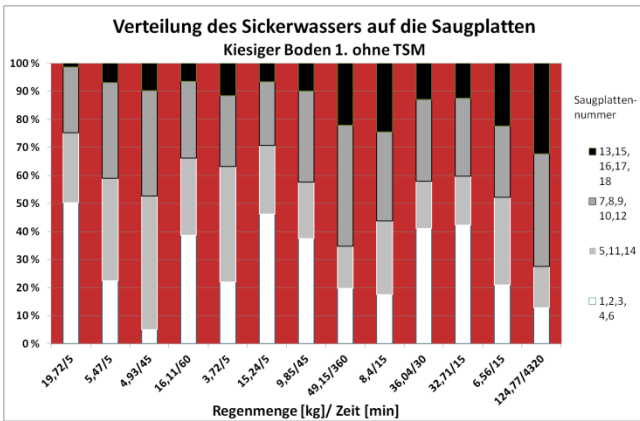
Tab.-A 9: Ergebnisse der Eluatanalysen für Proben von der Halde des bindigen Bodens mit den Verfahren DEV S4, 2:1 Elution und ausführlicher Säulentest

Eluatanalyse von Halde	DEV S4	2:1 Elution	Säule 1	Säule 2	Säule 3	Säule 4
Bindiger Boden	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Chlorid	1,1	< 1	4,5	2	< 1	< 1
Cyanid gesamt	0,21	0,83	2,519	1,537	0,439	0,271
Sulfat	26,5	126	575	337	30,9	< 1
Antimon	< 0,01	< 0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Arsen	< 0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Blei	0,0011	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cadmium	< 0,0003	< 0,0003	0,00061	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Chrom gesamt	0,0019	0,0074	0,0227	0,0573	0,0221	0,0104
Kupfer	< 0,005	< 0,005	0,0185	0,0037	0,021	0,00467
Molybdän	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	< 0,001	< 0,001	0,00222	0,00136	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	< 0,001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Thallium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanadium	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zink	< 0,01	0,0109	0,0479	0,0378	0,048	0,0137

Tab.-A 10: Verteilung des Sickerwassers auf die Saugplatten für den bindigen Boden

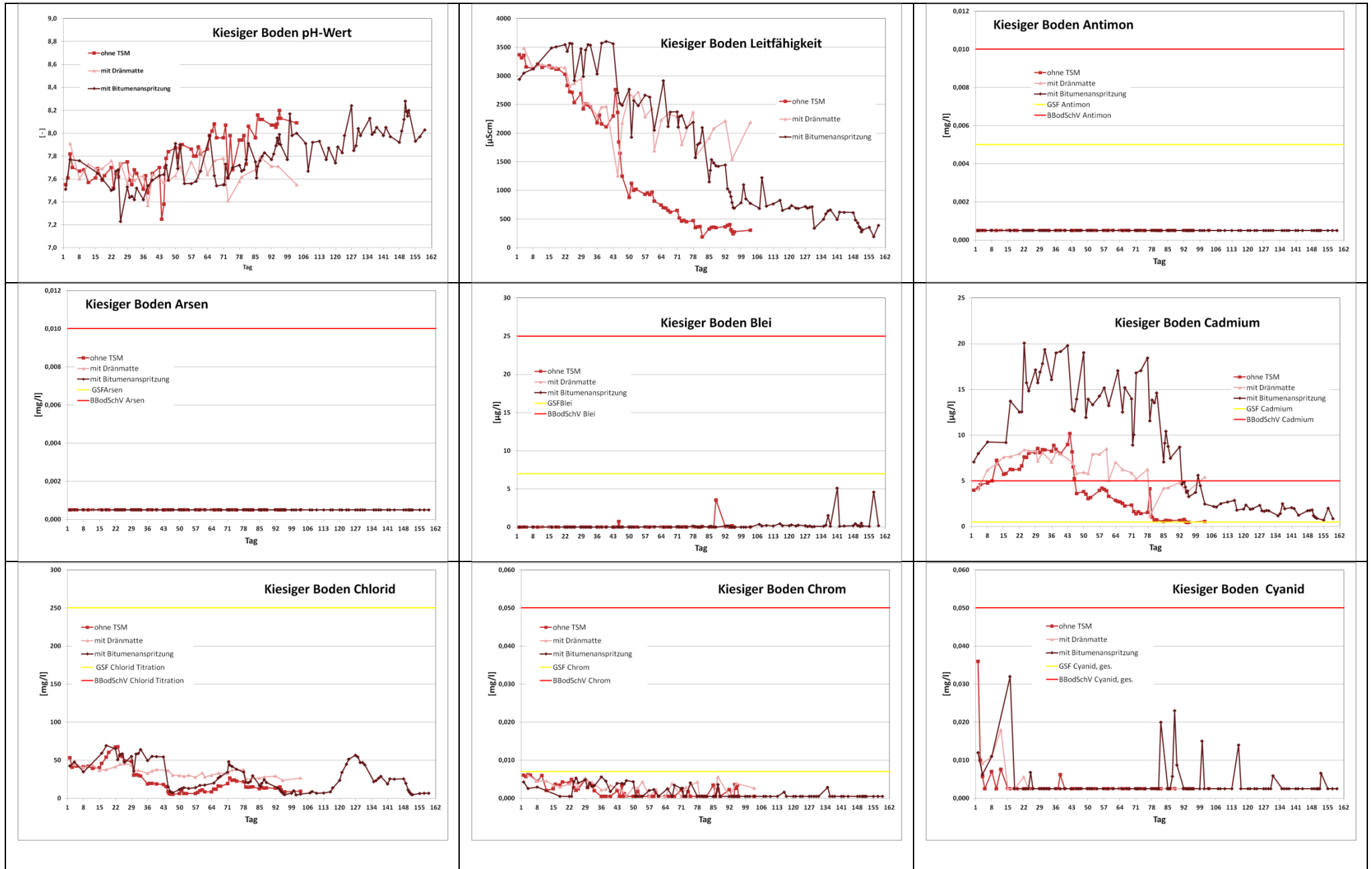


Tab.-A 11: Verteilung des Sickerwassers auf die Saugplatten für den kiesigen Boden

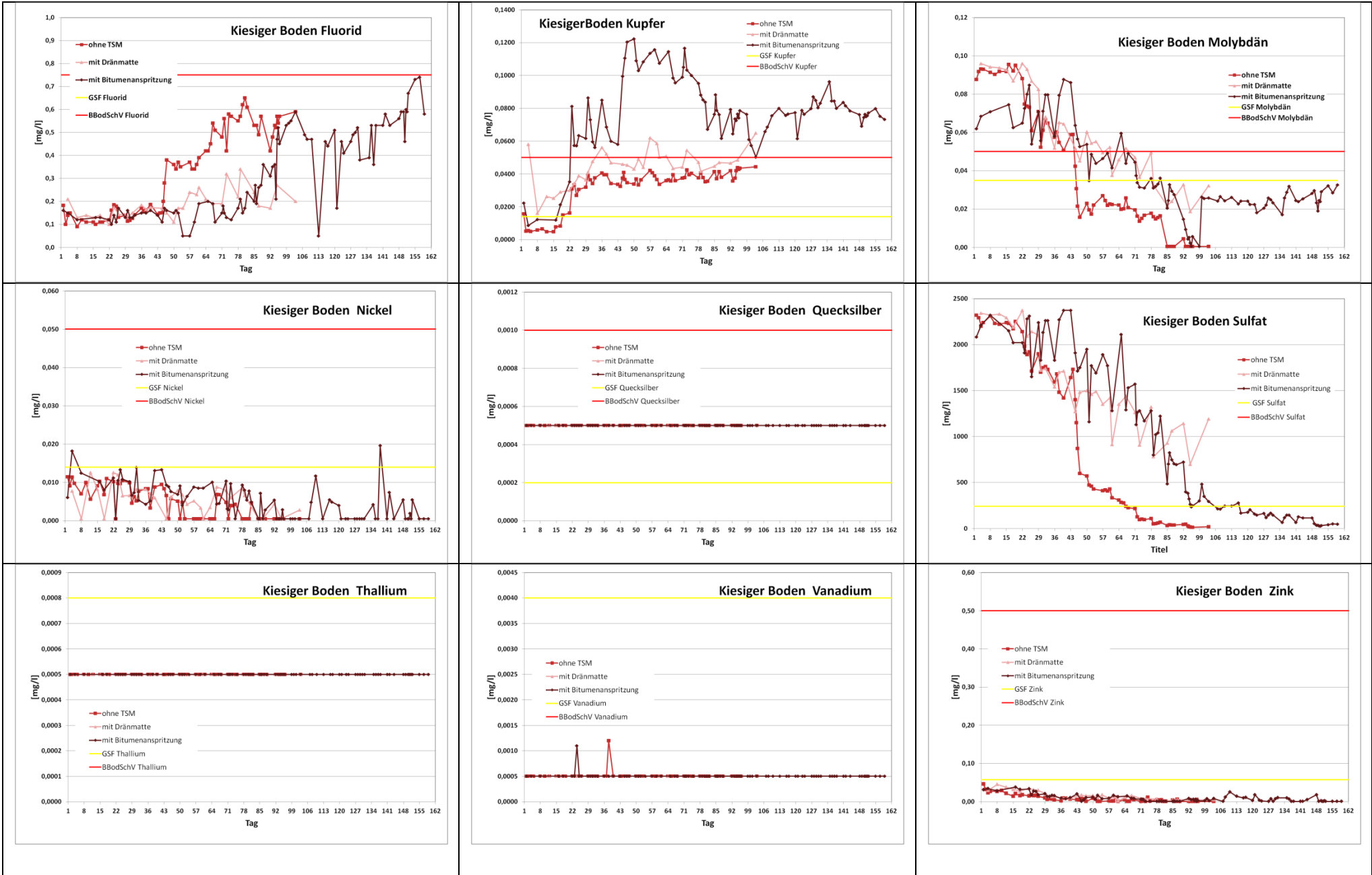




Tab.-A 13: Konzentration der Inhaltsstoffe im Sickerwasser für den bindigen Boden (Teil 2)



Tab.-A 14: Konzentration der Inhaltsstoffe im Sickerwasser für den kiesigen Boden (Teil 1)



Tab.-A 15: Konzentration der Inhaltsstoffe im Sickerwasser für den kiesigen Boden (Teil 2)

	[Tage]	[mg]	[mg]	[µg]	[µg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]	[mg]
	Versuchsdauer	Chlorid Titration	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	Thallium	Molybdän	Antimon	Vanadium	Fluorid	Sulfat	Cyanid, ges.
Kiesiger Boden ohne TSM	105	11599,32	0,28	22,37	2281,57	1,01	20,00	1,68	0,28	3,31	0,28	16,98	0,28	0,28	199,90	441401,64	1,57
Kiesiger Boden mit Dränmatte	105	864,37	0,01	0,01	158,86	0,07	1,16	0,14	0,01	0,40	0,01	1,44	0,01	0,01	4,80	39747,75	0,09
Kiesiger Boden mit Bitumen- anspritzung	105	12537,53	0,25	11,71	5530,37	0,99	42,66	2,64	0,25	3,98	0,25	20,03	0,25	0,25	106,02	645260,29	1,62
	161	18350,42	0,38	194,38	5944,35	1,19	64,09	3,17	0,38	5,07	0,38	26,34	0,38	0,38	244,58	667944,87	2,39
Bindiger Boden ohne TSM	105	7875,19	0,13	76,06	1154,56	8,59	2,23	1,17	0,13	1,04	0,13	0,91	0,26	0,22	14,18	294086,89	1112,12
Bindiger Boden mit Dränmatte	105	1574,22	0,05	1,76	329,30	4,84	0,67	0,34	0,05	0,56	0,05	0,23	0,05	0,05	7,52	148878,58	485,11
Bindiger Boden mit Bitumen- anspritzung	105	6947,63	0,16	29,27	609,93	7,65	2,47	0,78	0,16	1,32	0,16	0,68	0,16	0,18	60,39	185167,45	639,78
	161	11325,42	0,24	70,42	866,09	10,64	3,81	1,22	0,24	2,00	0,24	0,95	0,24	0,27	107,78	248115,67	895,72

Tab.-A 16: Gesamtfrachten der Inhaltsstoffe bei Versuchsende