

ara

mittleres Emmental



Monatsbericht Oktober 2011

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Betriebsdaten allgemein	3
1.1 Zusammenfassung.....	3
1.2 Meteodaten.....	4
1.3 Abwasserzulauf	4
1.4 Belastung und Frachten Ablauf VKB.....	5
1.4.1 Belastung Ablauf VKB	5
1.4.2 Frachten Ablauf VKB	5
2 Abwasserreinigung	6
2.1 Frachtabgaben Kanton BE	6
2.2 Grafiken Reinigungsleistung und Auslaufwerte.....	7
2.2.1 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB tot.).....	7
2.2.2 Phosphor total (P tot.).....	7
2.2.3 Ammonium (NH4-N).....	8
2.2.4 Nitrit (NO2-N) und Nitrat (NO3-N)	8
2.2.5 Gesamt ungelöste Stoffe (GUS).....	9
3 Betrieb ARA	10
3.1 Phosphatfällung.....	10
3.1.1 Eisenchlorsulfat Ferrifloc (IMCD)	10
3.1.2 Eisenhaltige Aluminiumsulfatlösung (UTOPUR)	11
3.2 Biologie.....	12
3.2.1 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) BB1	12
3.2.2 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) BB2	12
3.2.3 Schlammvolumenindex SVI BB1 und BB2 (ml/g).....	13
3.3 Nachklärung	14
3.3.1 NKB 1 - 4 Sichttiefe Secchi (cm)	14
3.3.2 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) RLS/UeSS .	14
3.3.3 Rücklaufschlamm (RLS).....	15
3.3.4 Überschussschlamm (UeSS)	15
4 Schlammbehandlung.....	16
4.1 Frischschlamm	16
4.2 Faulung.....	17
4.3 Stapelbehälter	18
5 Gas- und Oelhaushalt.....	19
5.1 Gashaushalt	19
5.2 Oelhaushalt	19
6 Entsorgung	20
6.1 Rechen- und Sandfanggut	20
6.2 Klärschlamm.....	20
7 Wasser- und Energiebilanz	21
7.1 Trink- und Brauchwasser	21
7.2 Elektrische Energie	21
7.2.1 Daten Energiebilanz ARA.....	21
7.2.2 Grafik Energieverteilung.....	23
8 Ereignisjournal / Tagesrapporte	24

1 Betriebsdaten allgemein

1.1 Zusammenfassung

Meteodaten und Abwasserzulauf

Lufttemperatur Mittelwert/m	9.8	°C
Abwassertemperatur Mittelwert/m	14.3	°C
Abwasserzulauf Total	267'680	m3
Abwasserzulauf Mittelwert/d	8'635	m3/d
Abwasserzulauf Minimum	49	l/s
Abwasserzulauf Maximum	408	l/s
Abwasser pH-Wert Mittelwert/m	7.54	pH

Phosphatfällung (Simultanfällung)

Fällmittelverbrauch Fe (Ferrifloc) Total	13'538	l
Fällmittelverbrauch Fe (Ferrifloc) g/m3	10.40	g/m3
Fällmittelverbrauch Fe (Ferrifloc) g/g P	2.03	g/g P
Fällmittelverbrauch Fe+Al (UTOPUR) Total	0	l
Fällmittelverbrauch Fe+Al (UTOPUR) g/m3	0.00	g/m3
Fällmittelverbrauch Fe+Al (UTOPUR) g/g P	0.00	g/g P

Biologie / Nachklärung

Trockensubstanz (TS) BB1	2.28	g/l
Trockensubstanz (TS) BB2	2.02	g/l
Schlammbelastung	0.334	kgCSB/kgTS
Raumbelastung BB	0.674	kgCSB/m3
Schlammalter (aerob)	10	d
Sichttiefe "Secchi" NKB 1+2 Mittelwert/m	167	cm
Sichttiefe "Secchi" NKB 3+4 Mittelwert/m	165	cm

Frischschlammdaten

Frischschlammmenge Total (netto)	2'037	m3
Menge Mittelwert/d	66	m3/d
Trockenrückstand (TR) Mittelwert/m	3.39	%
Glührückstand (GR) Mittelwert/m	26.49	%
Glühverlust (GV) Mittelwert/m	73.51	%
Trockenrückstand Total	64	t TR
Trockenrückstand "organisch"	47	t oTR

Gasproduktion, Gas- und Oelverbraucher

Gasproduktion TOTAL	27'960	m3
Gasproduktion pro m3 Frischschlamm	14	m3/m3 FS
Gasproduktion pro kg oTR Frischschlamm	0.609	m3/kg oTR
Gasverbrauch BHKW Total	25'892	m3
Gasverbrauch Gasheizung	1'973	m3
Gasverbrauch Gasfackel	95	m3
Verbrauch Heizöel	7.0	l
Heizöelvorrat	5'018	l

Trink- und Brauchwasser

Trinwasserverbrauch	11.3	m3
Brauchwasserverbrauch	1'450.0	m3

Energiebilanz ARA

Energieproduktion BHKW	51'784	kWh
Energieproduktion BHKW/d	1'670	kWh
Durchschnittsleistung pro Betriebsstunde	81.9	kW
Energiebezug von BKW	23'282	kWh
Energierücklieferung an BKW	3'149	kWh
Energiebezug BKW NETTO	20'133	kWh
Energiebedarf Mechanische Reinigung	9'292	kWh
Energiebedarf Biologie und Nachklärung	49'524	kWh
Energiebedarf Schlammbehandlung	4'136	kWh
Energiebedarf Gebäude- und Haustechnik	4'756	kWh
Energiebedarf Pumpwerk ARA	4'210	kWh
Gesamtenergiebedarf ARA inkl. PW	71'917	kWh

Betriebsstunden Gas- und Oelverbraucher

Betriebsstunden BHKW	632.1	h
Betriebsstunden BHKW/d	20.4	h/d
Betriebsstunden Gasheizung	52.4	h
Betriebsstunden Gasheizung/d	1.7	h/d
Betriebsstunden Gasfackel	0.5	h
Betriebsstunden Gasfackel/d	0.0	h/d
Betriebsstunden Oelheizung	0.4	h
Betriebsstunden Umwälzung/Heizung FR 1	356.2	h
Betriebsstunden Umwälzung/Heizung FR 1/d	11.5	h/d

Entsorgung Rechen- und Sandfanggut

Rechengutmenge	6'630	kg
Sandfangutmenge	0	kg

Entsorgung Klärschlamm

Klärschlammmenge	1'049.34	t
Klärschlamm (TR) Mittelwert/m	3.62	%
Klärschlamm (GR) Mittelwert/m	50.53	%
Klärschlamm (GV) Mittelwert/m	49.47	%
Klärschlamm (t TR) Total	39	t
Klärschlamm (t oTR) Total	19	t

Schlammstapelbehälter

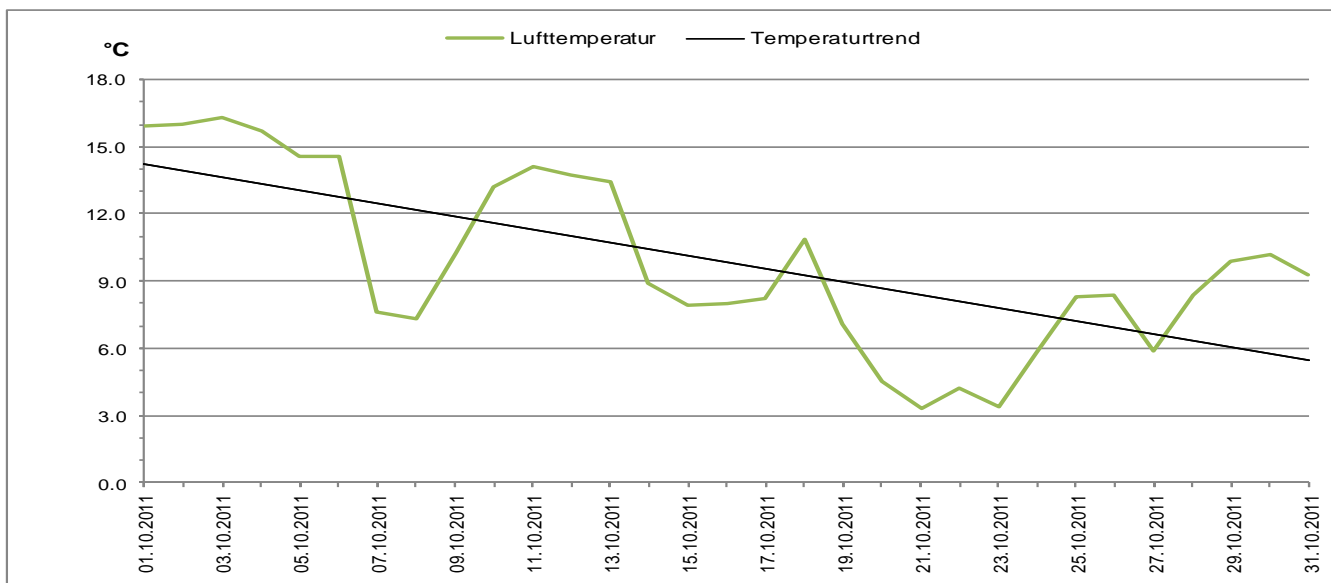
Inhalt Stapelbehälter 1+2 Mittelwert/m	1'137	m3
Faulwasserabzug Stapelbehälter 1+2 Total	1'225	m3

Belastung u. Schmutzfrachten Ablauf Vorklämung (VKB)

Belastung CSB tot. (%) Mittelwert/m	48	%
Belastung CSB tot. (EW) Mittelwert/m	21'895	EW
Belastung P tot. (%) Mittelwert/m	55	%
Belastung P tot. (EW) Mittelwert/m	25'162	EW
Schmutzfracht CSB tot.	54'299	kg
Schmutzfracht P tot.	1'248	kg
Schmutzfracht NH4-N	6'932	kg

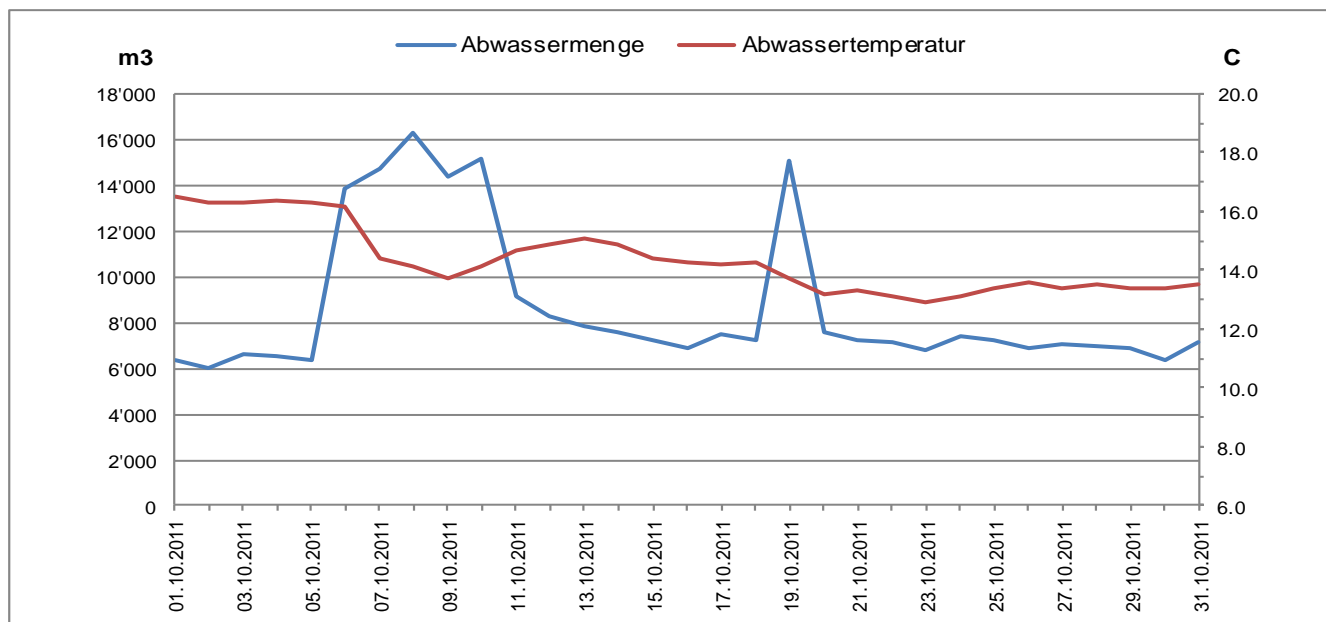
1.2 Meteodaten

	Minimum	Mittelwert	Maximum
Lufttemperatur in °C	-2.1	9.8	27.0



1.3 Abwasserzulauf

Zulauf TOTAL	267'680	m3
Zulauf Mittelwert/d	8'635	m3
Zulauf Minimum	49	l/s
Zulauf Maximum	408	l/s
Abwasser Temperatur Mittelwert	14.3	°C
Abwasser pH-Mittelwert	7.54	pH



1.4 Belastung und Frachten Ablauf VKB

1.4.1 Belastung Ablauf VKB

CSB tot	Minimum	Mittelwert	Maximum
VKB Ablauf Belastung CSB tot. %	36	48	53
VKB Ablauf Belastung CSB tot. EW	16'652	21'895	24'288

P tot	Minimum	Mittelwert	Maximum
VKB Ablauf Belastung P tot. %	51	55	61
VKB Ablauf Belastung P tot. EW	23'320	25'162	27'988

1.4.2 Frachten Ablauf VKB

Zulauf TOTAL	267'680	m3
VKB Ablauf Fracht CSB tot	54'299	kg
VKB Ablauf Fracht P tot	1'248	kg
VKB Ablauf Fracht NH4-N	6'932	kg

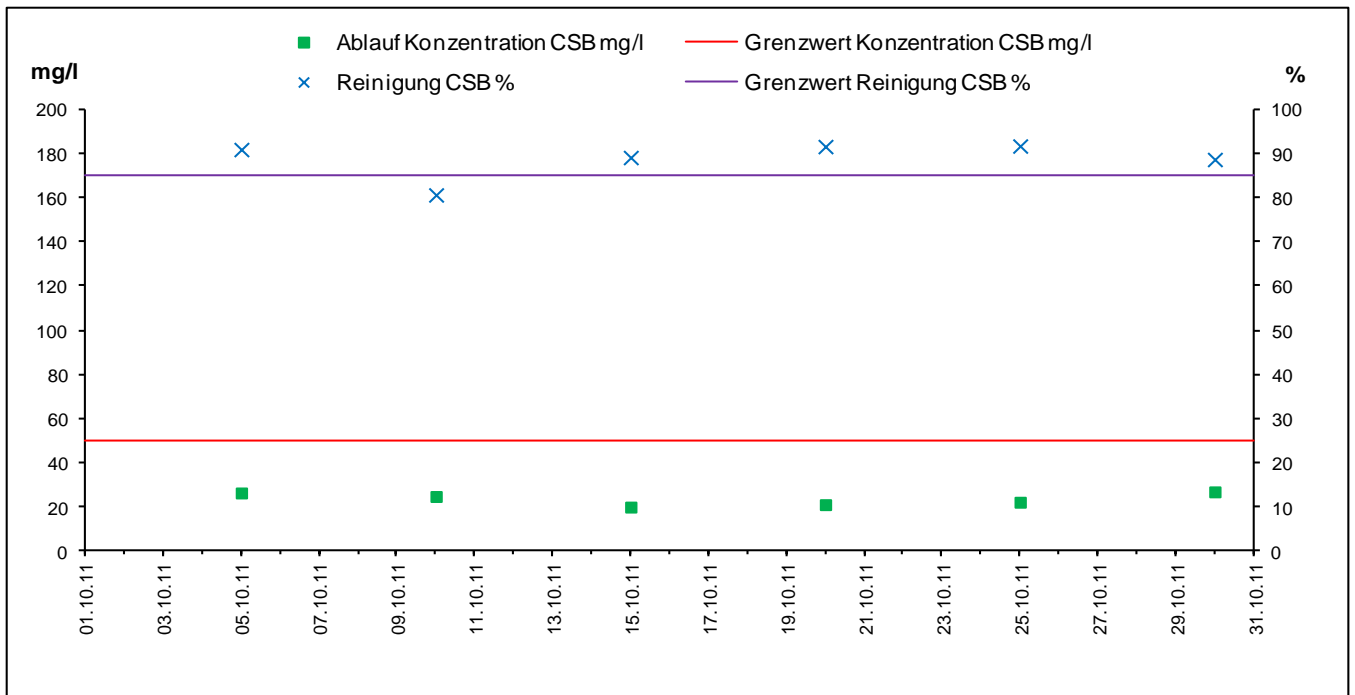
2 Abwasserreinigung

2.1 Frachtabgaben Kanton BE

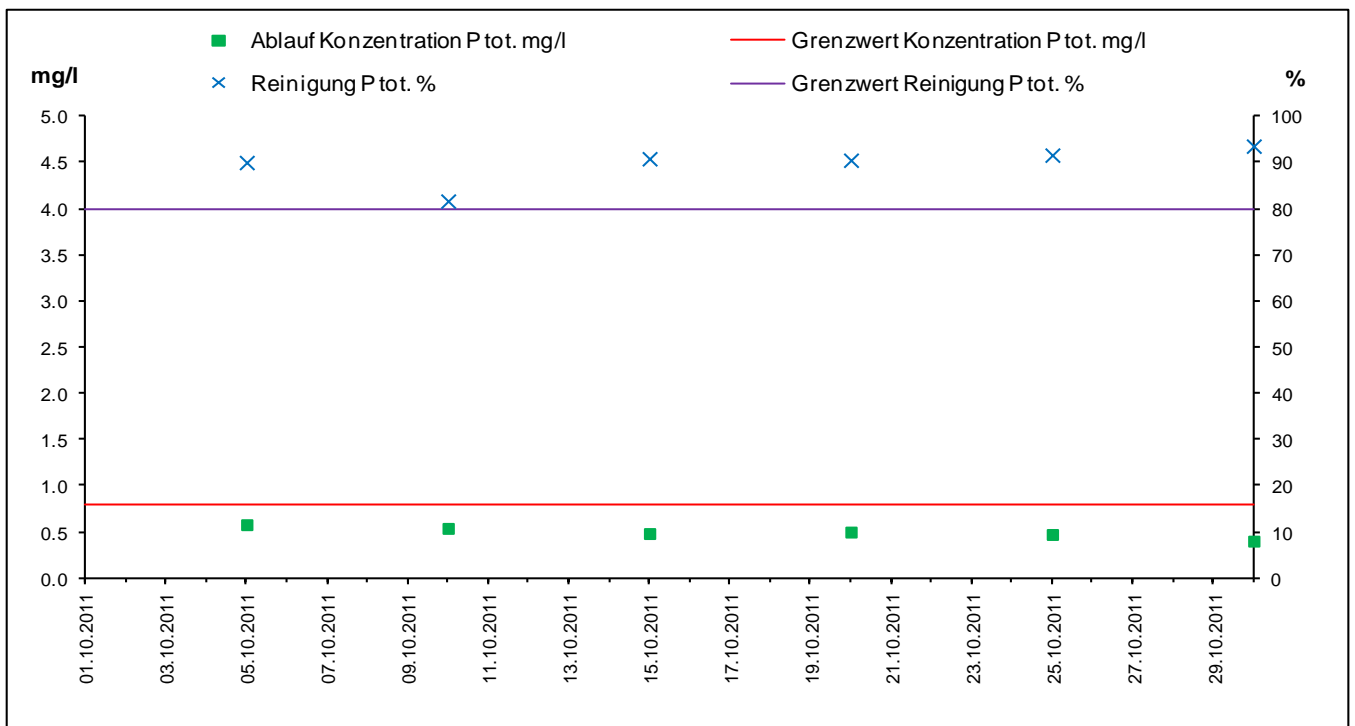
Datum	Abwasser		CSB tot.		P tot.		NO3-N		NH4-N		Total
	Menge m³	Kosten Fr.	Fracht kg	Kosten Fr.	Fracht kg	Kosten Fr.	Fracht kg	Kosten Fr.	Fracht kg	Kosten Fr.	Kosten Fr.
Nov 2010	294'100	14'705	5'753	4'027	127	3'804	2'269	2'269	59	235	25'040
Dez 2010	375'520	18'776	8'839	6'187	219	6'584	4'046	4'046	34	135	35'728
Jan 2011	335'400	16'770	7'564	5'295	175	5'251	3'890	3'890	32	127	31'333
Feb 2011	241'660	12'083	6'862	4'803	188	5'649	3'410	3'410	86	346	26'292
Mrz 2011	248'200	12'410	6'724	4'707	127	3'811	4'001	4'001	19	75	25'003
Apr 2011	227'000	11'350	5'555	3'888	119	3'578	3'121	3'121	15	61	21'998
Mai 2011	245'740	12'287	7'268	5'088	114	3'408	1'598	1'598	37	148	22'528
Jun 2011	282'500	14'125	7'166	5'016	192	5'750	2'839	2'839	47	187	27'917
Jul 2011	340'020	17'001	9'019	6'313	152	4'563	3'059	3'059	132	526	31'462
Aug 2011	257'560	12'878	5'251	3'676	140	4'214	2'753	2'753	24	97	23'619
Sep 2011	264'160	13'208	5'063	3'544	137	4'098	2'467	2'467	29	117	23'434
Okt 2011	267'680	13'384	6'080	4'256	130	3'903	3'457	3'457	67	269	25'269

2.2 Grafiken Reinigungsleistung und Auslaufwerte

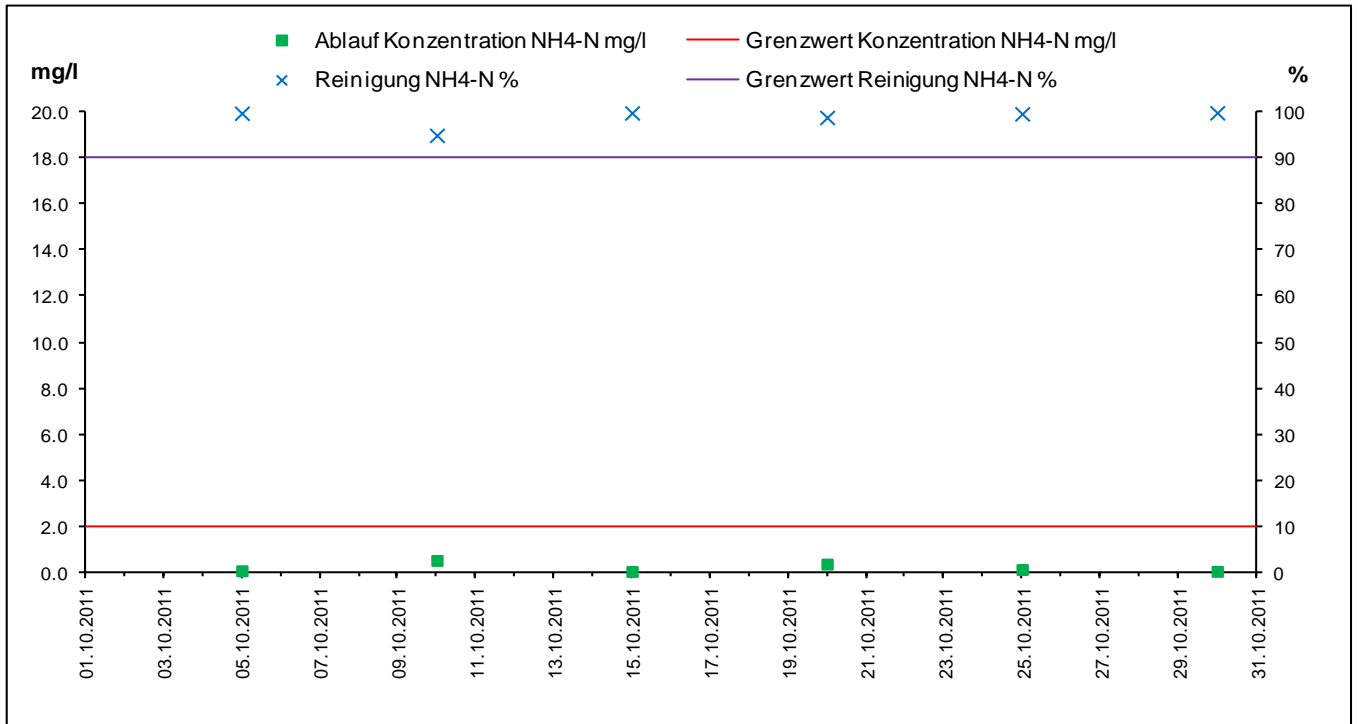
2.2.1 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB tot.)



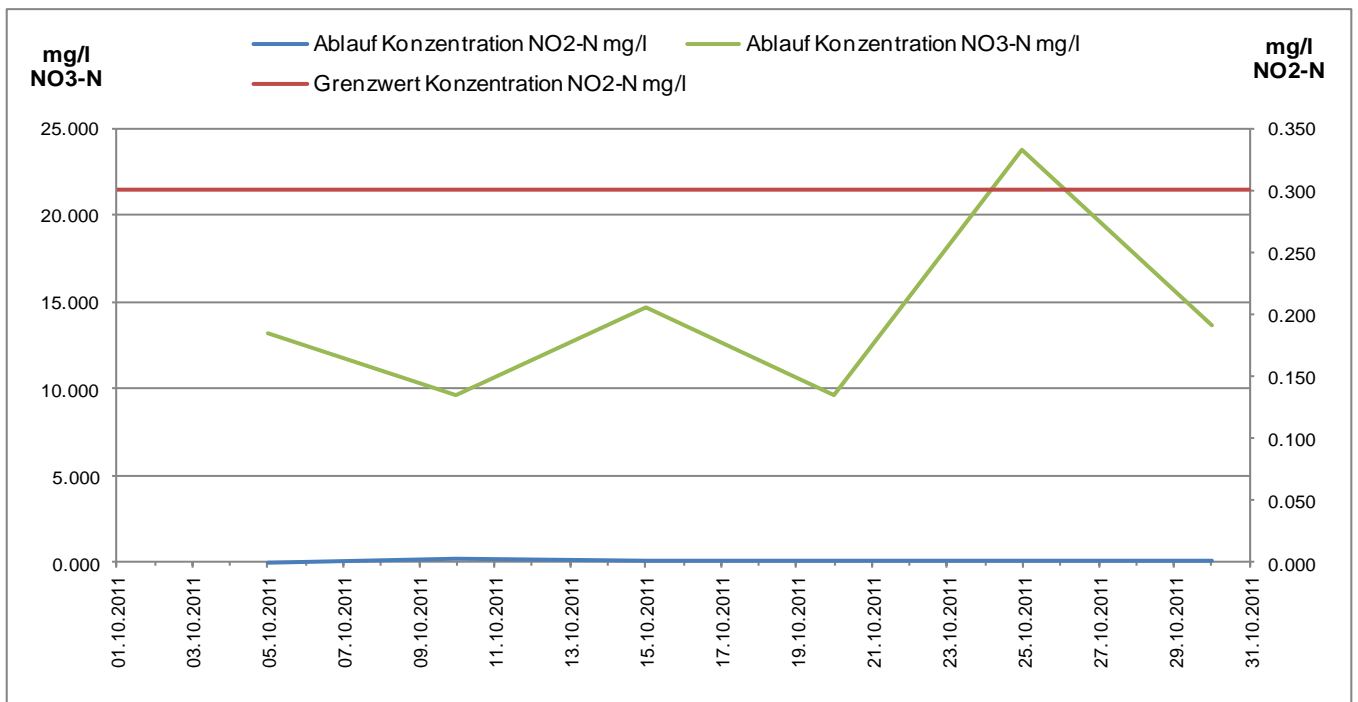
2.2.2 Phosphor total (P tot.)



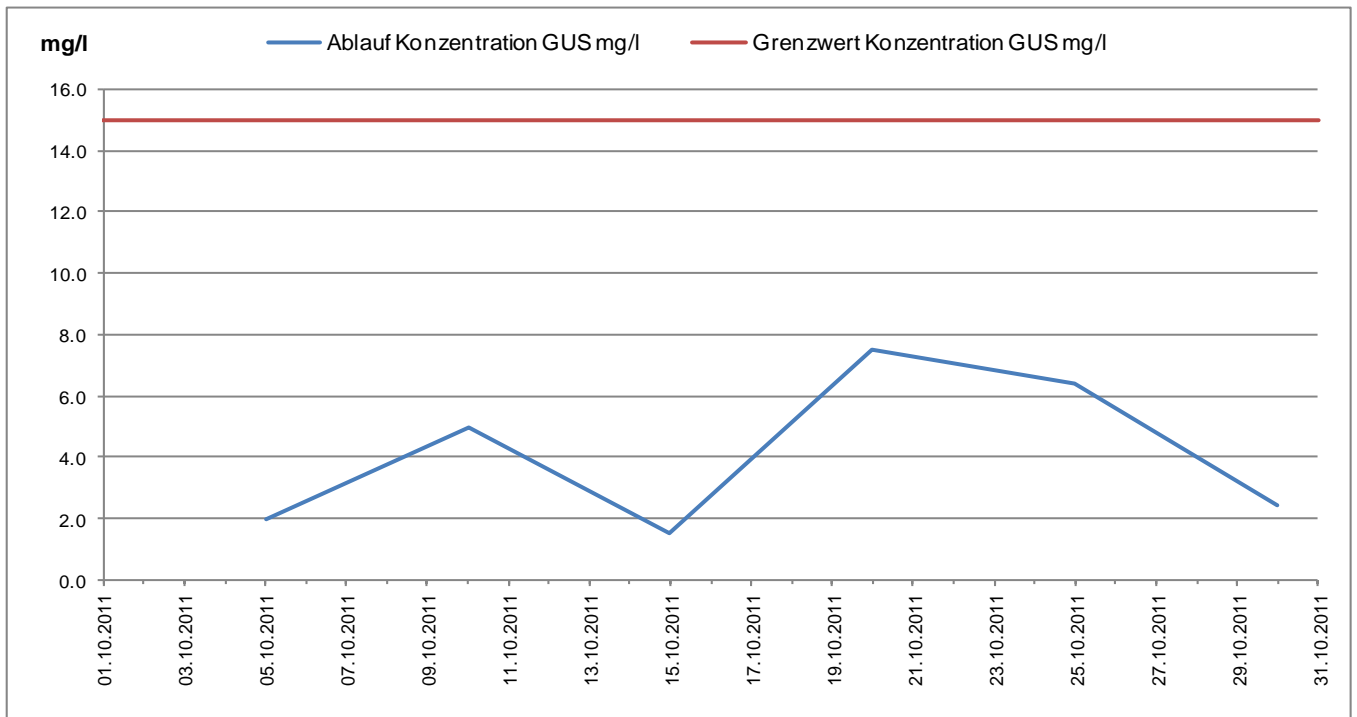
2.2.3 Ammonium (NH4-N)



2.2.4 Nitrit (NO2-N) und Nitrat (NO3-N)



2.2.5 Gesamt ungelöste Stoffe (GUS)



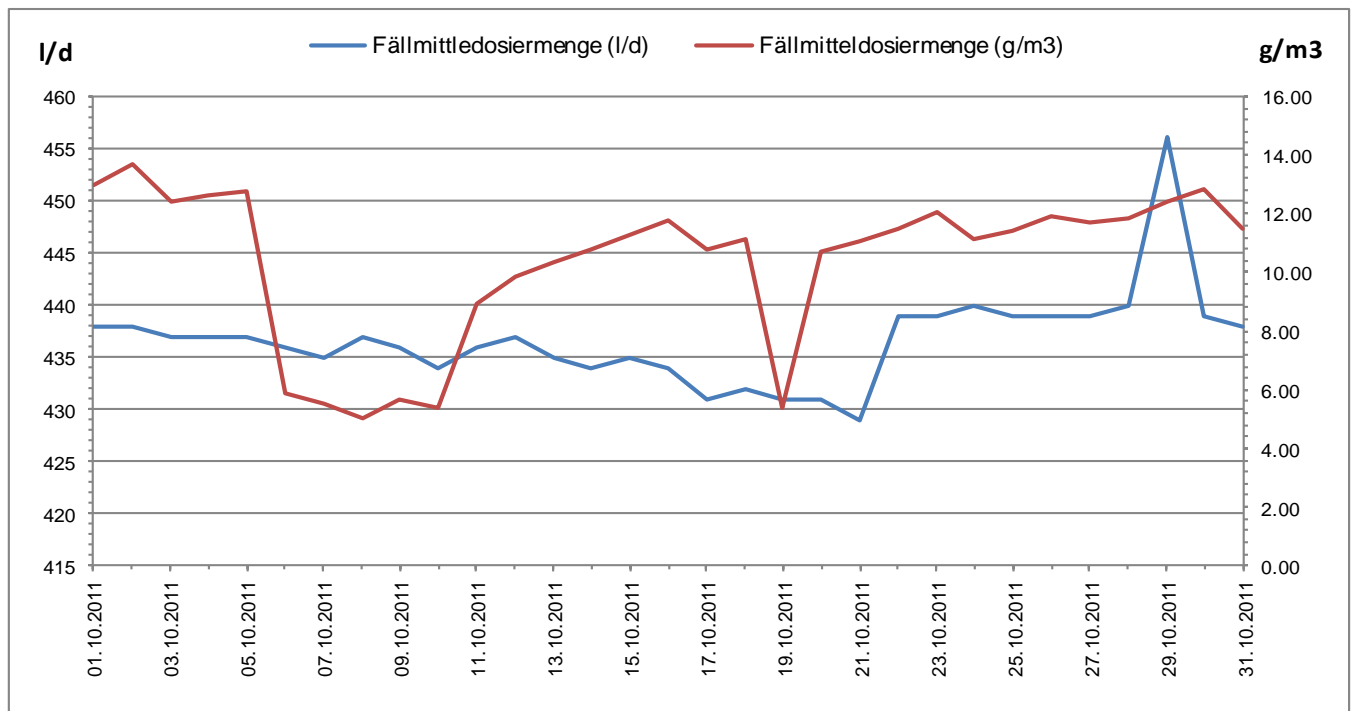
3 Betrieb ARA

3.1 Phosphatfällung

3.1.1 Eisenchlorsulfat Ferrifloc (IMCD)

Eisen Fe3+	12.30%
Eisen Fe2+	0.07%
123g Fe/kg = 2.20 mol/kg	
Dichte	1.52

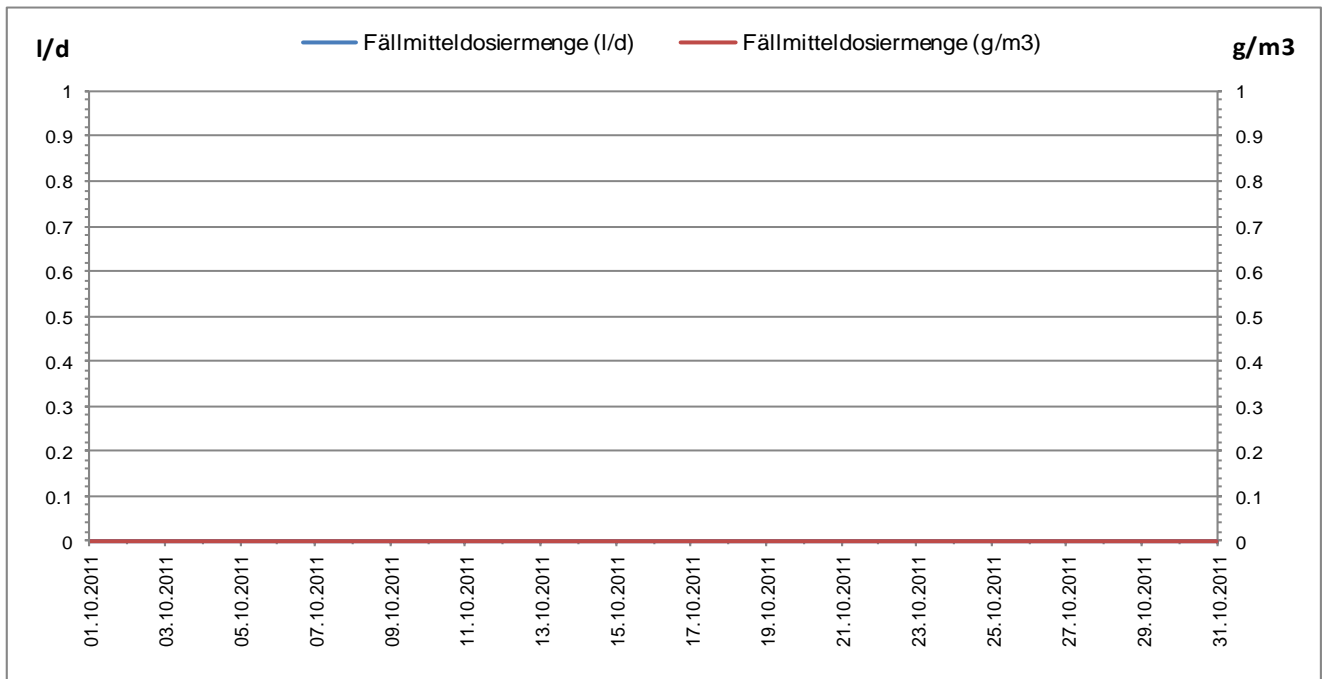
Liefermenge in kg	17'180	kg
Liefermenge m3	11.303	m3
Fällmittelmenge Dosiermenge TOTAL	13'538	l
Fällmittel Fe-Fracht	2'535	kg
Fällmitteldosierung pro m3 Abwasser	10.40	(g/m3)
Fällmitteldosierung pro g Ptot	2.03	(g/g Ptot)



3.1.2 Eisenhaltige Aluminiumsulfatlösung (UTOPUR)

Eisen Fe	
Alu Al	
Fe + Al =	1.48 mol/kg
Dichte	1.33

Liefermenge in kg	0	kg
Liefermenge m3	0.000	m3
Fällmittelmenge Dosiermenge TOTAL	0	l
Fällmittel Fe und Al Fracht TOTAL	0	kg
Fällmitteldosierung pro m3 Abwasser	0.00	(g/m3)
Fällmitteldosierung pro g Ptot	0.00	(g/g Ptot)

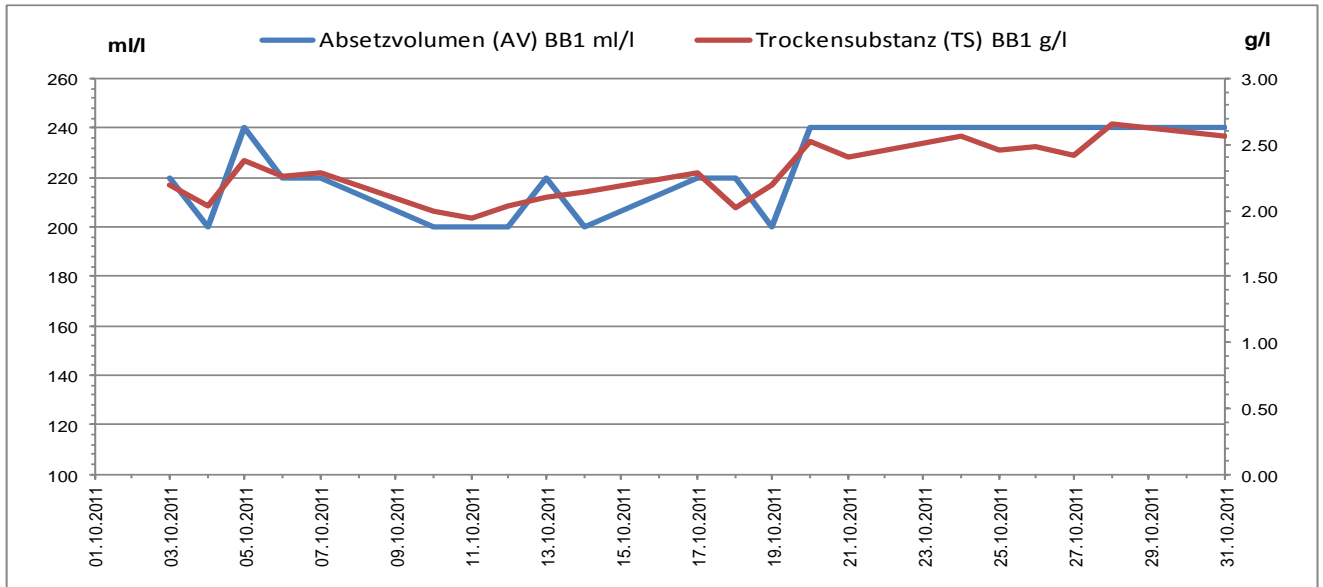


3.2 Biologie

3.2.1 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) BB1

Belebtschlammbecken (BB1)

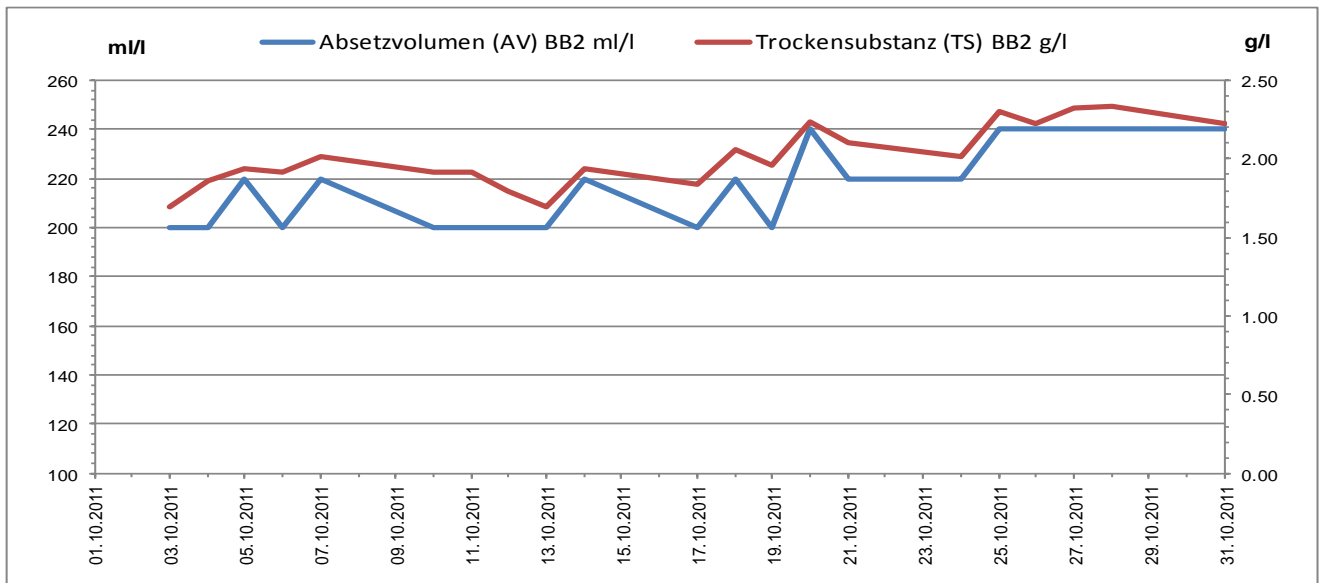
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Absetzvolumen (AV) ml/l	200	223	240
Trockensubstanz (TS) g/l	1.94	2.28	2.66



3.2.2 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) BB2

Belebtschlammbecken (BB2)

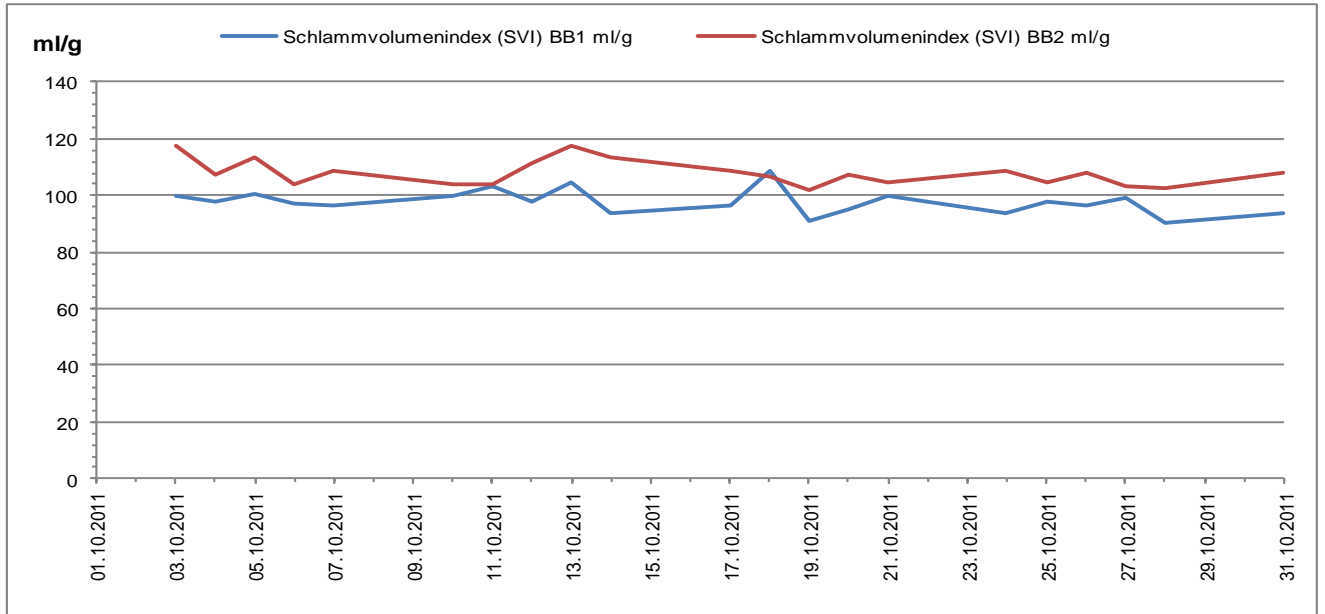
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Absetzvolumen (AV) ml/l	200	217	240
Trockensubstanz (TS) g/l	1.70	2.02	2.34



3.2.3 Schlammvolumenindex SVI BB1 und BB2 (ml/g)

Schlammvolumenindex (SVI) BB1 und BB2

	Minimum	Mittelwert	Maximum
Schlammvolumenindex (SVI) BB1	90	98	109
Schlammvolumenindex (SVI) BB2	102	108	118

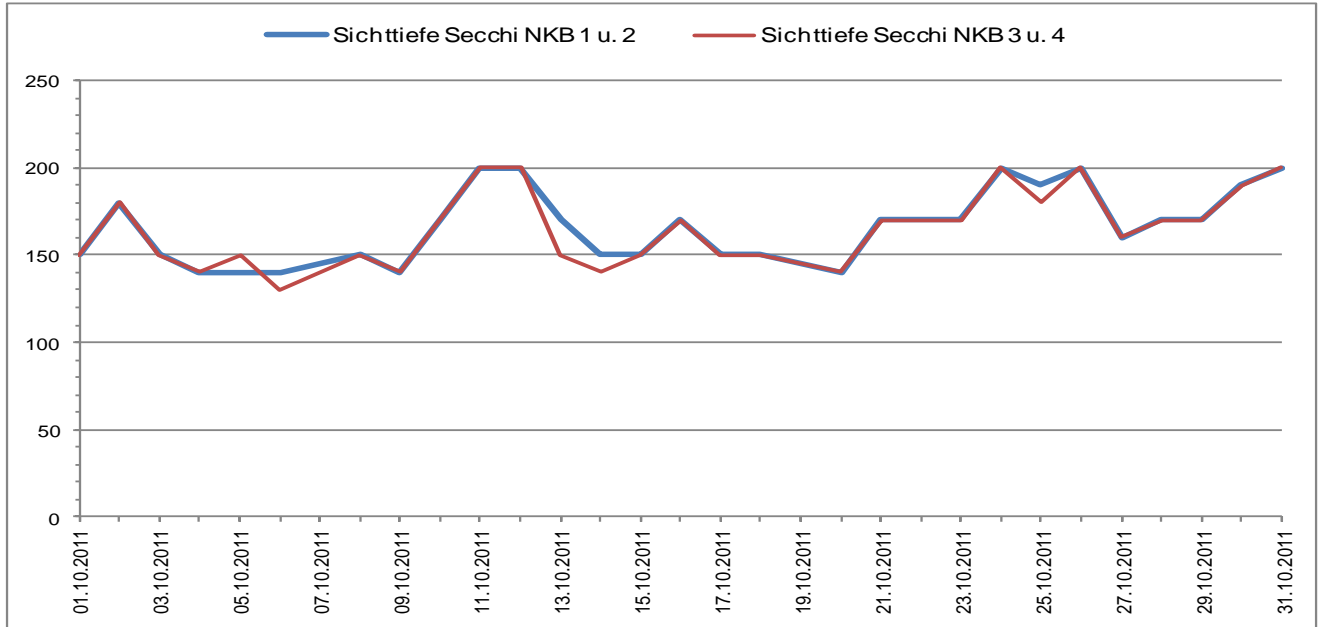


3.3 Nachklärung

3.3.1 NKB 1 - 4 Sichttiefe Secchi (cm)

Sichttiefe Secchi NKB 1 - 4

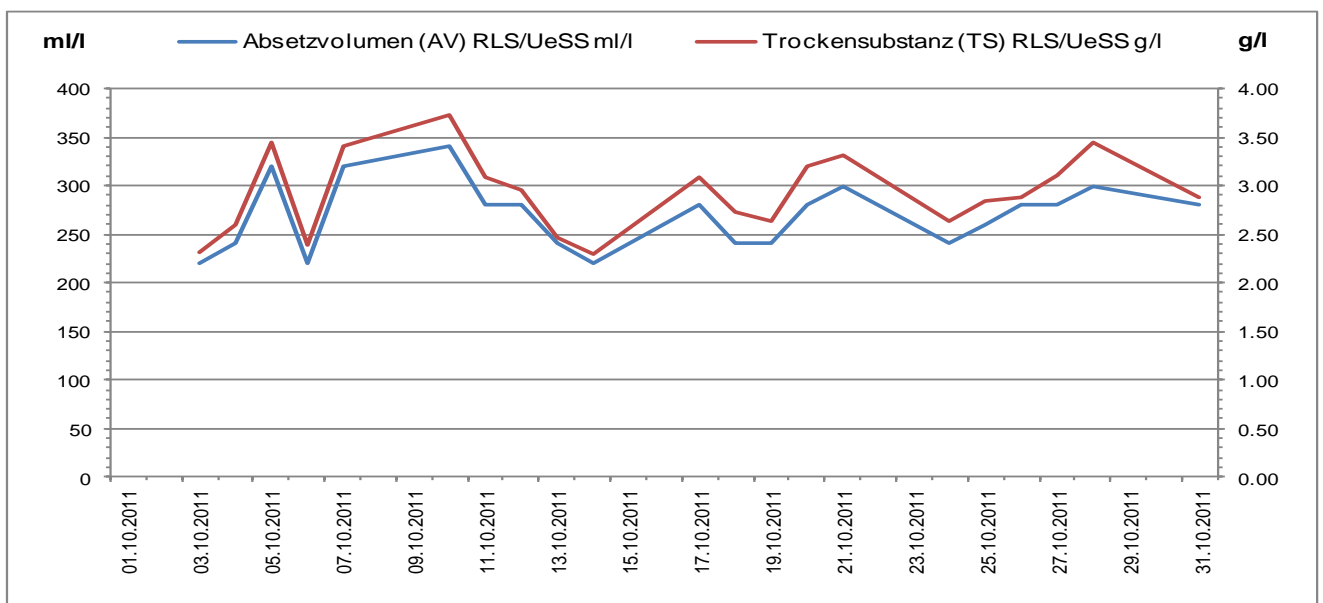
	Minimum	Mittelwert	Maximum
NKB 1+2 Sichttiefe Secchi cm	140	167	200
NKB 3+4 Sichttiefe Secchi cm	130	165	200



3.3.2 Absetzvolumen (AV / ml/l) und Trockensubstanz (TS / g/l) RLS/UeSS

Rücklauf- und Überschussschlamm

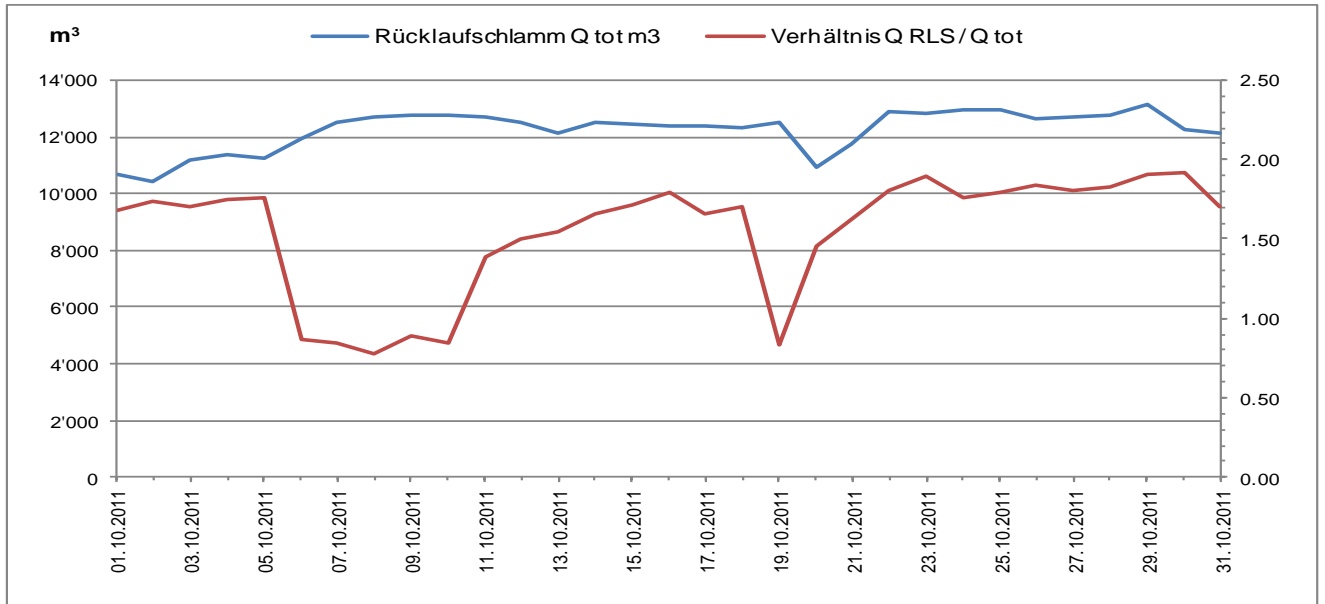
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Absetzvolumen (AV) ml/l	220	270	340
Trockensubstanz (TS) g/l	2.30	2.92	3.72



3.3.3 Rücklaufschlamm (RLS)

Rücklaufschlammmenge und Verhältnis QRLS / Qtot

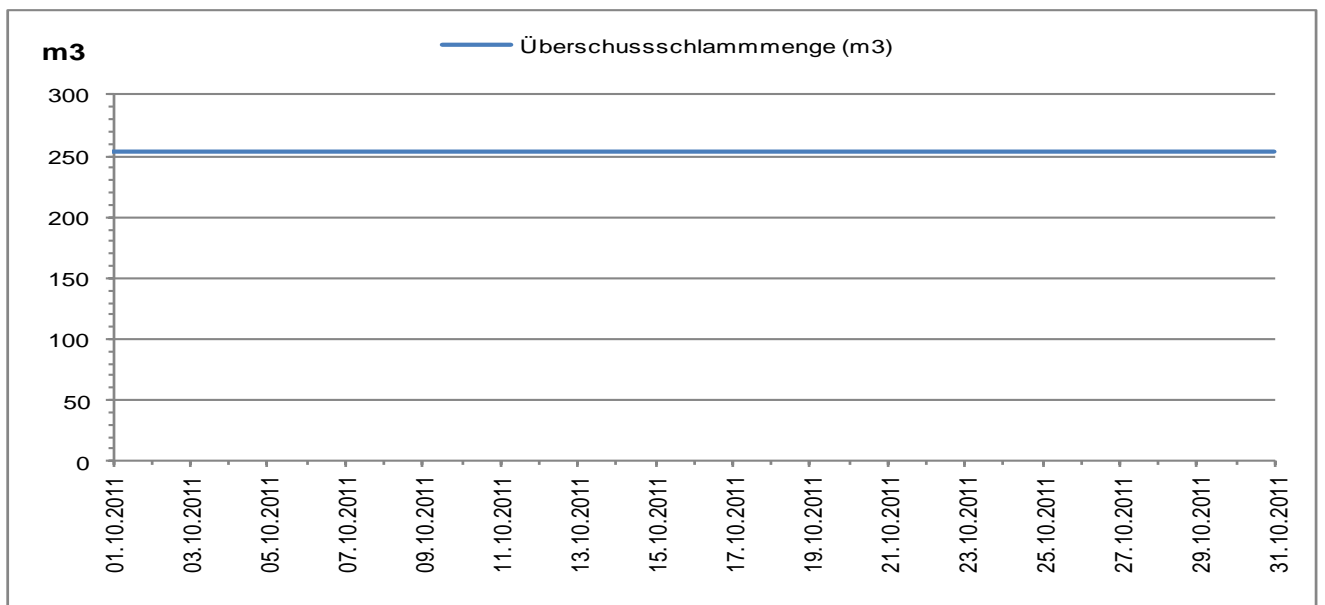
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Rücklaufschlamm Menge Total m ³ /d	10'454	12'242	13'116
Verhältnis QRLS / Qtot	0.78	1.55	1.92



3.3.4 Überschussschlamm (UeSS)

Überschussschlamm (UeSS)

	Minimum	Mittelwert	Maximum
Überschussschlammmenge (m ³ /d)	253	253	253
Überschussschlammmenge Qtot (m ³)		7'843	
Schlammalter (d)		10	



4 Schlammbehandlung

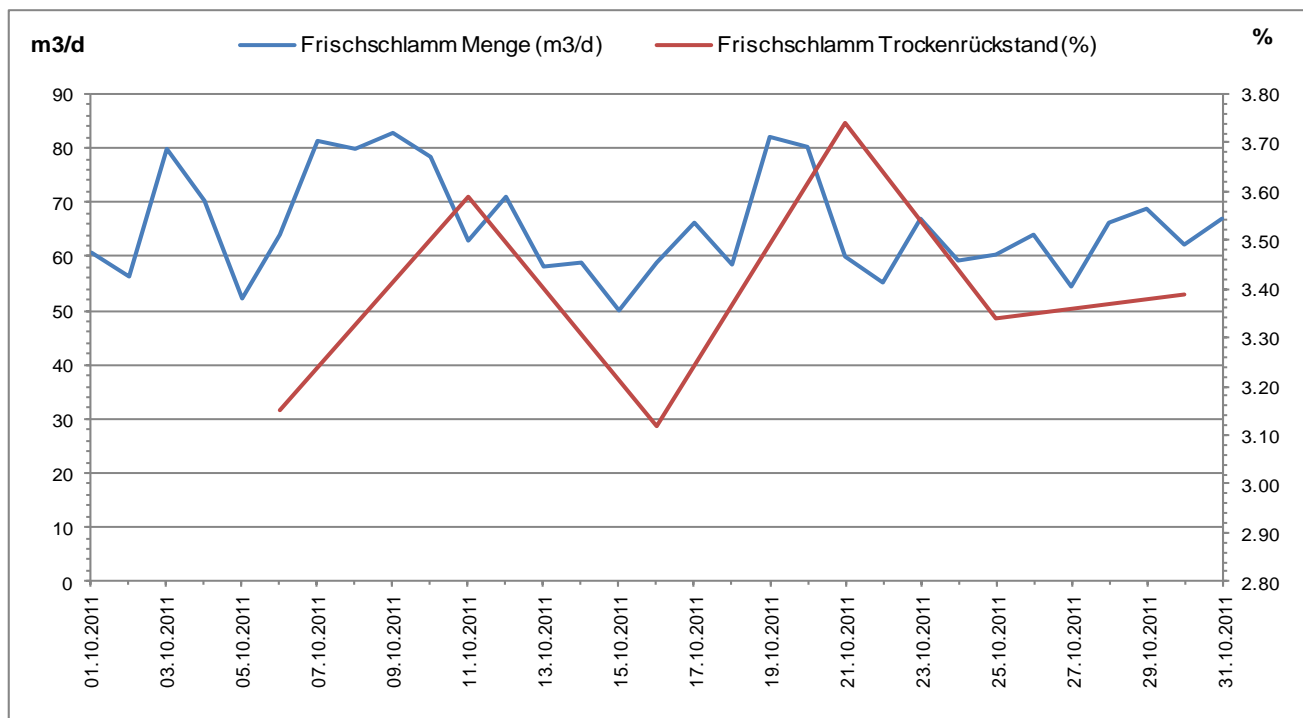
4.1 Frischschlamm

Frishschlammdaten allgemein

Frishschlamm Menge Abzug	2'499	m3
Frishschlamm Menge Netto	2'037	m3
Trübwasser Abzug VED1-3	532	m3
Frishschlamm Trockenrückstand TOTAL	64	t TR
Frishschlamm Trockenrückstand "organisch"	47	t oTR

Frishschlammdaten detailliert

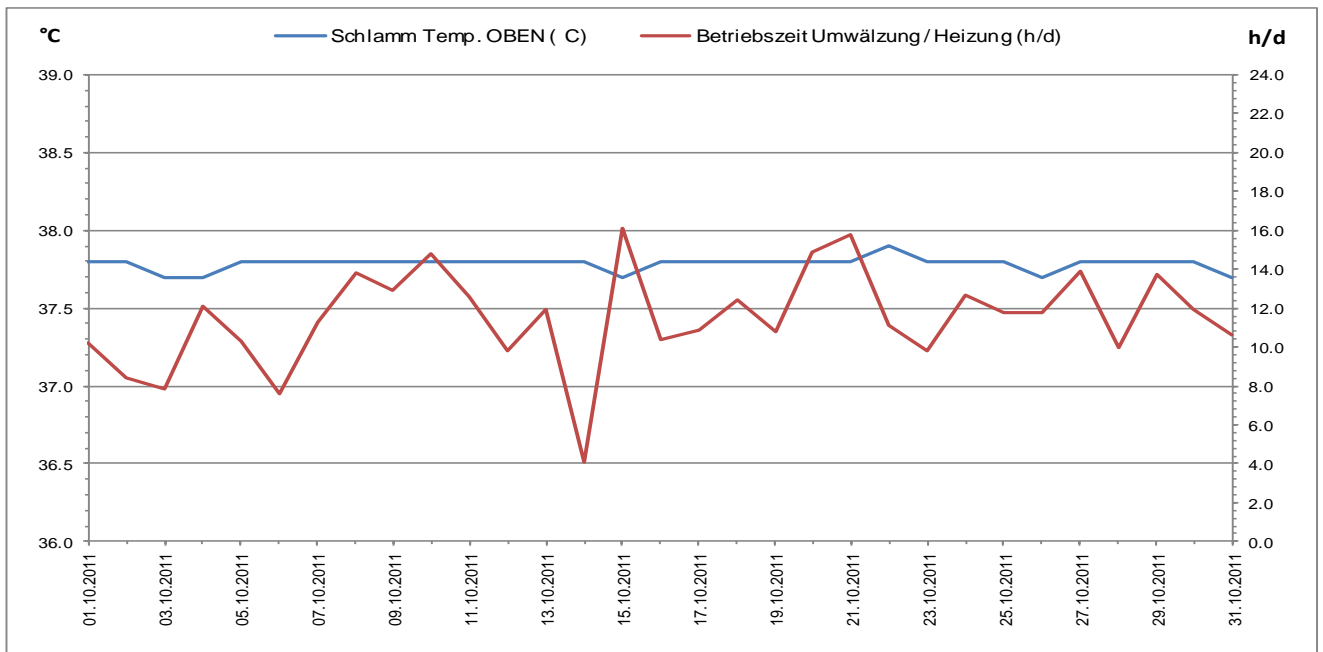
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Frishschlamm Menge pro Tag Netto (m ³ /d)	50	66	83
Frishschlamm Trockenrückstand (%)	3.12	3.39	3.74
Frishschlamm Glührückstand (%)	24.59	26.49	27.86
Frishschlamm Glühverlust (%)	72.14	73.51	75.41
Frishschlamm Trockenrückstand TOTAL (t TR)	1.83	2.08	2.26
Frishschlamm Trockenrückstand "organisch" (t oTR)	1.33	1.53	1.64
Frishschlamm pH-Wert (pH)		6.32	



4.2 Faulung

Daten Faulung (Vorfaulraum)

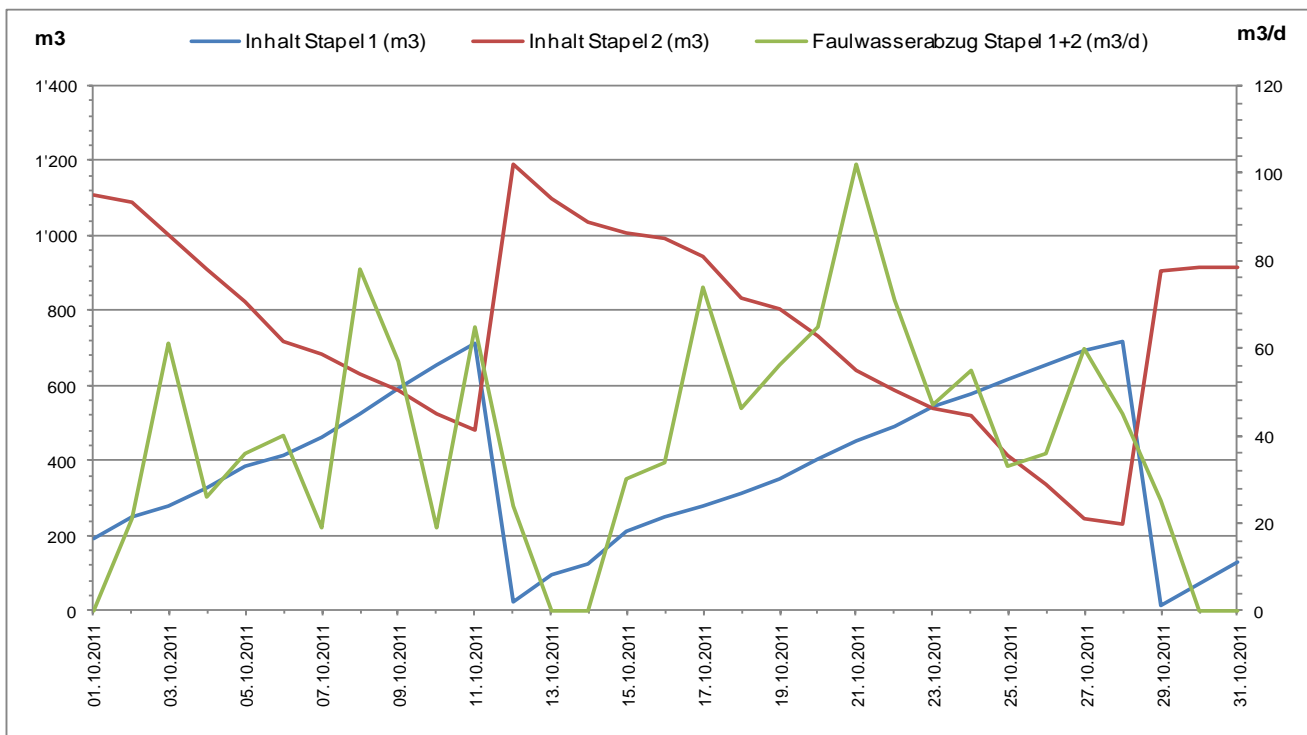
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Trockenrückstand TR (%)	2.02	2.29	2.89
Glührückstand GR (%)	40.00	44.71	48.48
Glühverlust GV (%)	51.52	55.29	60.00
Abbauleistung oTR (%)	42.07	52.13	63.36
Temperatur OBEN (°C)	37.70	37.79	37.90
pH-Wert (pH)		7.41	1.64
Organische Säuren mg/l		329.25	
Faulzeit (d)		19	
Betriebszeit Schlammumwälzung (h/d)		11.5	
Betriebszeit Schlammumwälzung TOTAL (h)		356.2	



4.3 Stapelbehälter

Stapelbehälter 1 + 2

	Minimum	Mittelwert	Maximum
Stapelbehälter 1 Inhalt (m ³)	12	381	716
Stapelbehälter 2 Inhalt (m ³)	230	756	1'190
Stapelbehälter 1 + 2 TOTAL (m ³)	917	1'137	1'342
Faulwasserabzug ab Stapelbehälter 1 + 2 TOTAL (m ³ /d)	0	40	102
Faulwasserabzug ab Stapelbehälter 1 + 2 TOTAL (m ³)		1'225	

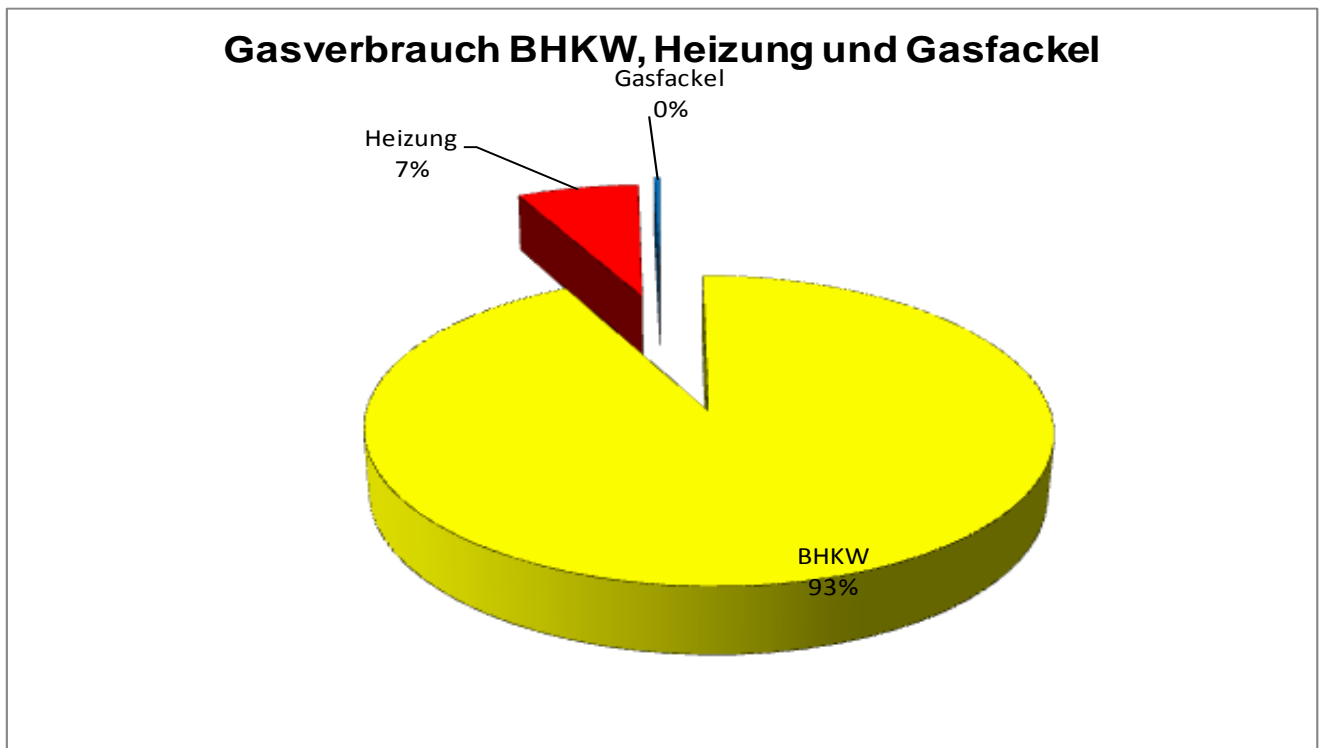


5 Gas- und Oelhaushalt

5.1 Gashaushalt

<u>Methangasproduktion</u>	Minimum	Mittelwert	Maximum
Gasproduktion Menge (m ³ /d)	540	902	1'096
Gasproduktion pro m ³ FS (m ³ /m ³ FS)	9	14	21
Gasproduktion pro kg oTR FS (m ³ /kg oTR)	0.463	0.609	0.668
Gasproduktion Menge TOTAL (m³)	27'960		

<u>Methangasverbraucher</u>	BHKW	Gasheizung	Gasfackel
Betriebszeit (h)	632.1	52.4	0.5
Gasverbrauch (m ³)	25'892	1'973	95
Gasverbrauch pro kWh (m ³ /kWh)	0.500		
Gasverbrauch pro h (m ³ /h)		37.65	190.00
Gasverbrauch TOTAL (m³)	27'960		



5.2 Oelhaushalt

Verbrauch Heizöl

Ölheizung Laufzeit Betrieb	0.4	h
Ölheizung Laufzeit Betrieb Mittelwert/d	0.0	h/d
Ölheizung Verbrauch	7	l
Ölheizung Verbrauch Mittelwert/d	0.23	l/d
Oeltank Vorrat	5'018	l

6 Entsorgung

6.1 Rechen- und Sandfanggut

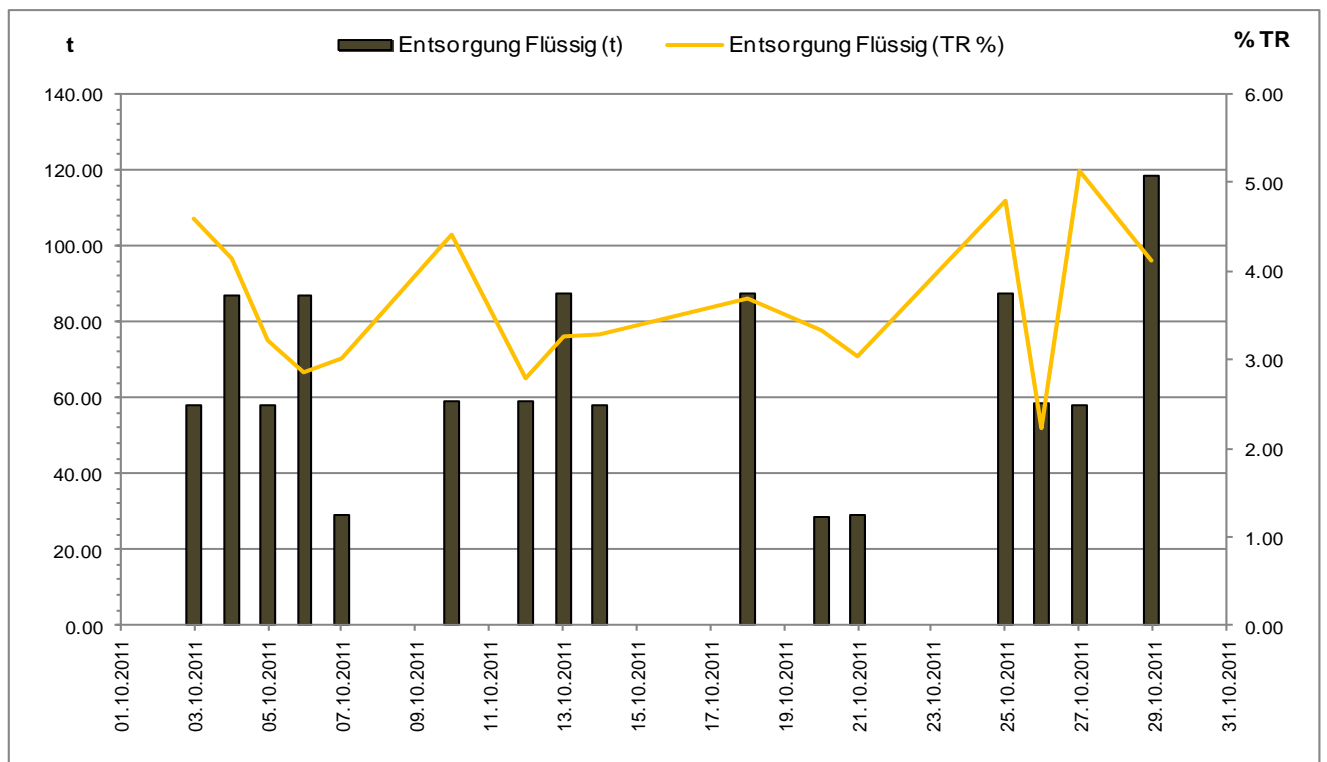
Entsorgung Rechen- und Sandfanggut

Rechen- / Schlammsiebgut Menge	6'630	kg
Rechen- / Schlammsiebgut Menge Mittelwert/Woche	1'658	kg/w
Sandfanggut Volumen (Anzahl Sandsiloleerungen)	8	m ³
Sandfanggut Menge (Deponie Teuftal)	0	kg

6.2 Klärschlamm

Entsorgung Klärschlamm

	Minimum	Mittelwert	Maximum
Klärschlammabgabe TR %	2.22	3.62	5.13
Klärschlammabgabe GR %	40.00	50.53	55.53
Klärschlammabgabe GV %	44.47	49.47	60.00
Klärschlammabgabe Flüssig Menge TOTAL		1'049.34	t
Klärschlamm Trockenrückstand TOTAL		38.91	t TR
Klärschlamm Trockenrückstand "organisch" TOTAL		19.30	t oTR



7 Wasser- und Energiebilanz

7.1 Trink- und Brauchwasser

Wasserhaushalt ARA

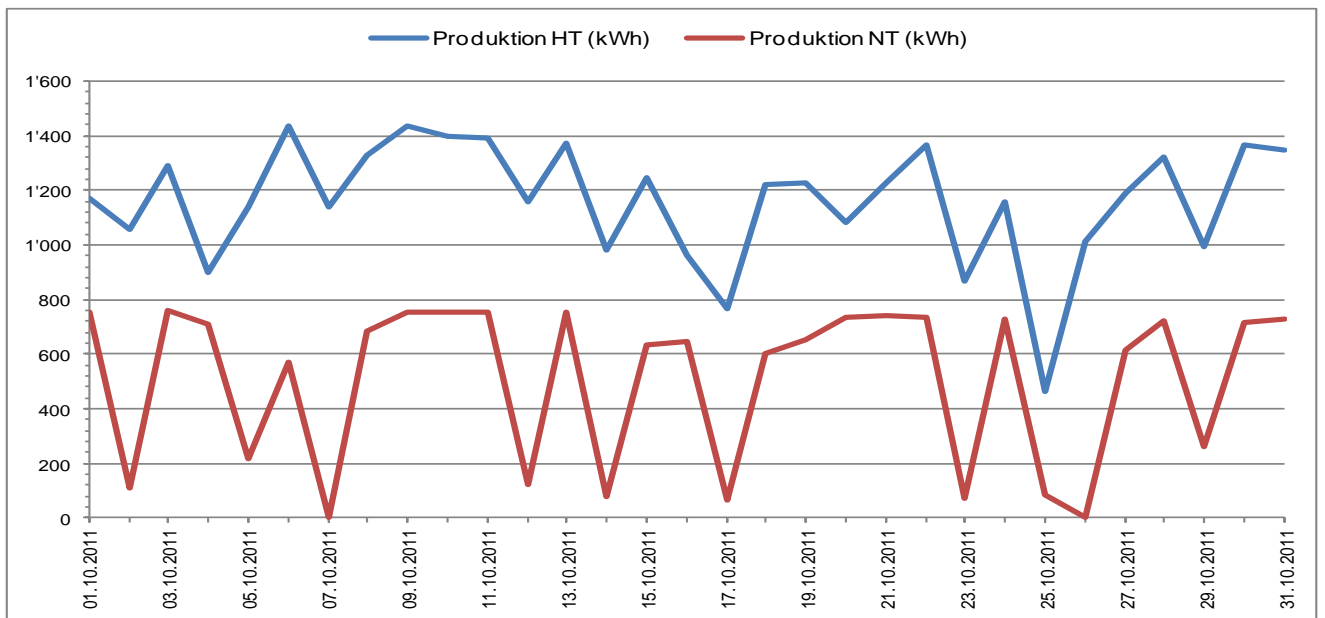
Trinkwasser Total Verbrauch	11.3	m ³
Brauchwasser Total Verbrauch	1'450	m ³

7.2 Elektrische Energie

7.2.1 Daten Energiebilanz ARA

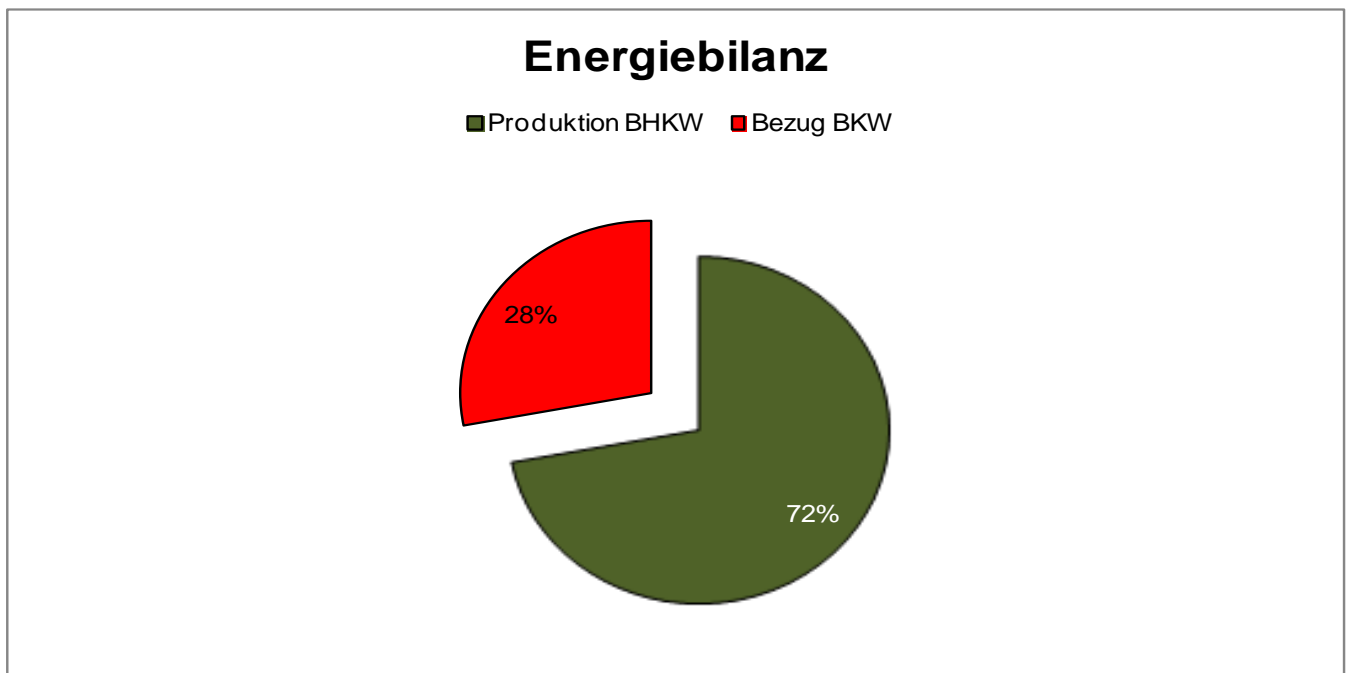
Energieproduktion mit Blockheizkraftwerk (BHKW)

BHKW Produktion (HT)	36'006	kWh
BHKW Produktion (NT)	15'778	kWh
BHKW Produktion TOTAL	51'784	kWh



Energiebezug und Rücklieferung (BKW)

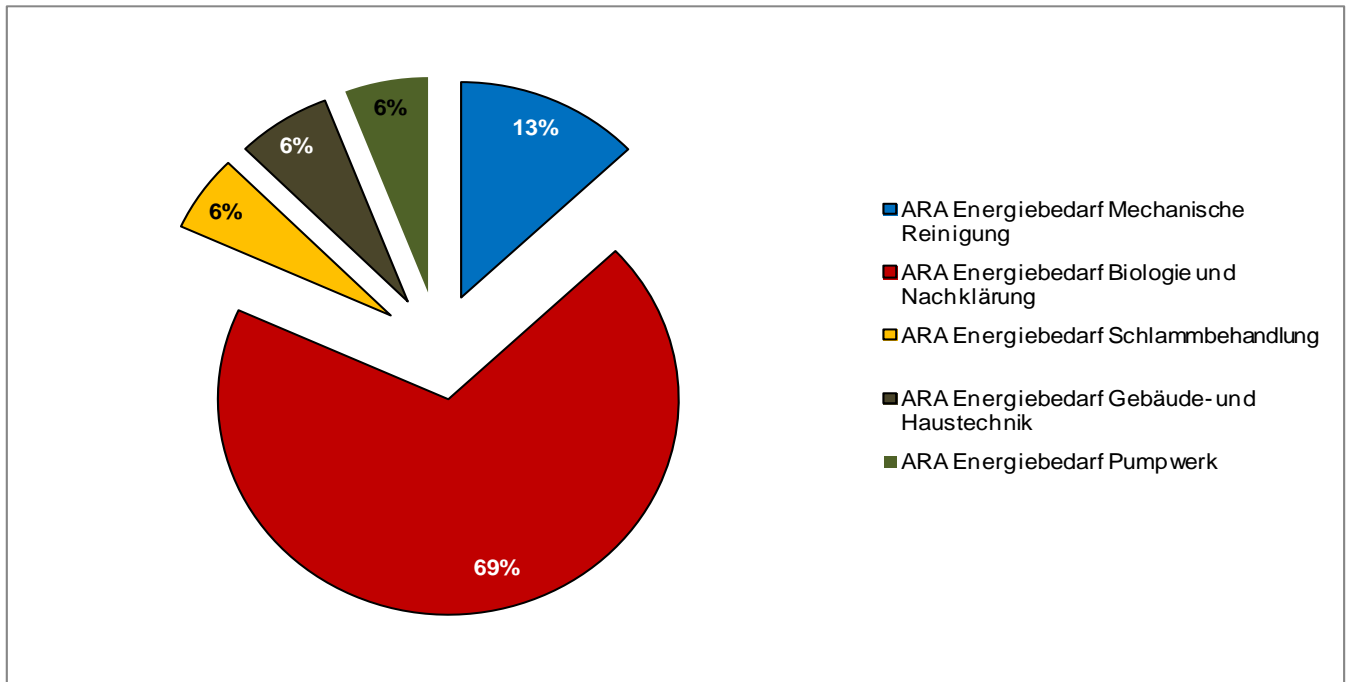
BKW Wirkleistung Spitze Bezug	167	kW
BKW Energiebezug (HT)	10'041	kWh
BKW Energiebezug (NT)	13'241	kWh
BKW Energiebezug TOTAL	23'282	kWh
BKW Energierücklieferung (HT)	2'592	kWh
BKW Energierücklieferung (NT)	557	kWh
BKW Energierücklieferung TOTAL	3'149	kWh
BKW Energiebezug NETTO	20'133	kWh



7.2.2 Grafik Energieverteilung

Energiebedarf der einzelnen Analgeteile in kWh:

ARA Energiebedarf Mechanische Reinigung	9'292	kWh
ARA Energiebedarf Biologie und Nachklärung	49'524	kWh
ARA Energiebedarf Schlammbehandlung	4'136	kWh
ARA Energiebedarf Gebäude- und Haustechnik	4'756	kWh
ARA Energiebedarf Pumpwerk	4'210	kWh
ARA Energiebedarf (ohne Pumpwerk)	67'707	kWh
ARA Energiebedarf TOTAL	71'917	kWh



8 Ereignisjournal / Tagesrapporte

Datum	Bemerkungen / Störungen
01.10.2011	Schön und warm. Durchführen von grossem Labor, Werte sind alle o.k..
02.10.2011	Sonniges und warmes Herbstwetter
03.10.2011	Sonnig. Frischschlammpumpe No1 entstopfen.
04.10.2011	Sonnig. Frischschlammpumpe No1 neues Laufrad montieren (mit 9 normalen und drei verlängerten Flügeln, neues Modell Fa Egger)
05.10.2011	Sonnig. Strainpresse neu eingestellt.
06.10.2011	Bewölkt. Laborarbeiten, alle Werte i.o.
07.10.2011	Regnerisch, in der Nacht ergiebige Niederschläge.
08.10.2011	Regen. Ueberlast und Schlammbruch Strainpresse. Startschwierigkeiten BHKW.
09.10.2011	Regen.
10.10.2011	Regenwetter.
11.10.2011	Bewölkt. Anlieferung von 17` 180 Kg. Fe CISO4. Bachmann Transporte. Ueberlast Strainpresse. Leichte Schaumbildung im FR No1 (Sonde hat angesprochen) 5Kg. Entschäumer begeben.
12.10.2011	Schön, am Vormittag Hochnebel. Strainpresse einstellen. Schaummeldung in FR No1 (5 Kg. Entschäumer begeben)
13.10.2011	Schön.
14.10.2011	Hochnebel am Vormittag. Nachmittag bewölkt und Bise
15.10.2011	Hochnebel. Entschäumer in FR1.
16.10.2011	Hochnebel. Grosses Labor i.O. Entschäumer in FR1.
17.10.2011	Hochnebel.
18.10.2011	Sonnig. Wiederholte Überlastmeldungen der Strainpress. Neu einstellen und Beschickungspumpe auf weniger Leistung einstellen .
19.10.2011	Bewölkt und windig. Nachmittag regen.
20.10.2011	Bewölkt.
21.10.2011	Sonnig. Laborarbeiten alle Werte i.o.

- 22.10.2011 Schön aber kalt.
- 23.10.2011 Kalt aber schön.
Frischschlammpumpe No1 verstopft konnte nicht mer aktiviert werden. Umschalten auf Pumpe 2.
- 24.10.2011 Mit Hochnebel und leichter Bise kalt.
Zudosieren von 10kg Entschäumer in FR1.
- 25.10.2011 Neblig trüb mit etwas Regen.
Entleeren von Gasometer mit anschliessender Montage des neuen Entwässerungstopfs im Gasometerschacht durch Firma Frei AG, Klingnau.
- 26.10.2011 Sonnig und angenehm mild.
Durchführen von grossem Labor. Werte sind o.k.
Durchführen der ADDISTA-Qualitätskontrollen, i.O.
Montage des neuen Sicht- bzw. Kontrollfensters auf Faulbehälter Nr. 1 durch Firma Syngas AG.
- 27.10.2011 Nach auflösen des Nebels recht sonnig.
- 28.10.2011 Leicht bewölkt mit sonnigen Abschnitten.
Nachjustierung von Steuerung/Regelung BHKW durch AVESCO Langenthal. Lokalisierung von zeitweiligen Zündaussetzern.
- 29.10.2011 Bei milden Temperaturen recht sonnig.
Störung Areal-Eingangstor (ERROR Drehfeld), Störung RESETEN!!
- 30.10.2011 Leicht bewölkt mit sonnigen Abschnitten, mild.
- 31.10.2011 Hochnebel.
Pipettenkontrolle durchgeführt, i.O.
Durchführen von grossem Labor, alle Werte sind o.k.
Abholen der Kontrollprobe durch GBL (Herr Daniel Scheidegger und Jan Suter).
Reinigung der Verdrängungsleitungen FR1 u. FR2 durch Firma ProRohr Thun.