

Projekt Speyer, Abstrom Industriegebiet West

Betrieb und Überwachung von 2 Seebelüftungsanlagen (TIBEAN) zur VC-Reduzierung im Steinhäuserwühlsee

3. Jahresbericht - 3. Betriebsjahr (Zeitraum 01.01.2016 - 31.12.2016)

Projekt-Nr.: **103370**

Bericht-Nr.: **09**

Erstellt im Auftrag von:

**Siemens AG
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München**

Dr. Karsten Menschner
M.Sc. Stefan Besemer

2017-07-28

Sämtliche Leistungen, insbesondere alle gefertigten Gutachten, Pläne, Berichte, Zeichnungen oder weiteren Dokumente, sind ausschließlich für die Siemens AG als Auftraggeber bestimmt. Bei Überlassung der Leistungen an Dritte („Empfänger“) sind die Leistungen ausschließlich für den internen Gebrauch des jeweiligen Empfängers bestimmt und von ihm allein für den vereinbarten Zweck zu verwenden. Ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung von CDM Smith ist der Empfänger nicht berechtigt, diese Leistungen weiteren Dritten zur Verfügung zu stellen, offen zu legen, zu veröffentlichen oder sonst wie zur Kenntnis zu bringen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	VERANLASSUNG 6
2	AUSGEWÄHLTE UNTERLAGEN..... 7
3	PROJEKTBETEILIGTE 8
4	BISHERIGE DOKUMENTATION DER SEEERTÜCHTIGUNG 9
5	LAUFENDE ARBEITEN UND UNTERSUCHUNGEN 10
6	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE 19
6.1	Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen 19
6.2	Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen 22
6.2.1	Schichtbezogene VC-Massen im See – Messpunkt Süd 28
6.2.2	Schichtbezogene VC-Massen im See – Messpunkt Nord..... 29
6.3	Begleitende Messungen im See 30
6.4	Begleitende Wetterdaten und Rheinwasserstand 32
7	KURZEINSCHÄTZUNG DER ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN 34

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 3-1: Projektbeteiligte	8
Tabelle 4-1: Bisherige Berichterstattung zu Betrieb und Überwachung (CDM Smith), BJ 03	9
Tabelle 4-2: Bisherige Berichterstattung zum Technischen TIBEAN-Betrieb (Polycon), BJ 03	9
Tabelle 5-1: Zusammenfassung der bisherigen Betriebsmodi.....	10
Tabelle 5-2: Tätigkeiten der Fachtechnischen Überwachung im Berichtszeitraum, BJ 03.....	10
Tabelle 5-3: Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen – Probenahmezeitpunkte in 2016.....	15
Tabelle 5-4: Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen (Gesamtprofil) - Probenahmezeitpunkte in 2016.....	16
Tabelle 5-5: Begleitende Messungen im Wammsee – Zeitpunkte der Messungen im BJ 03	17
Tabelle 5-6: Begleitende LDO-Messungen im See – Zeitpunkte der Messungen in 2016.....	17

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Lagepläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan, Anlagenpositionen und Messpunkte, M 1 : 2.500
- Anlage 1.2 Übersichtslageplan, Anlagenpositionen und Messpunkte mit Tiefenlinien und Farbschichten, M 1 : 2.500

Anlage 2 Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen

- Anlage 2.1 Tabellen – Zusammenfassung Ergebnisse 2014–2016 TIBEAN 1 und TIBEAN 2 (Rohluft und Reinluft)
- Anlage 2.1.1 Prüfberichte Labor Wessling (Nov. 2016, Rohluft und Reinluft)
- Anlage 2.2 Tabellen – Zusammenfassung Ergebnisse 2014–2016 TIBEAN 1 und TIBEAN 2 (Reinwasser)
- Anlage 2.2.1 Prüfberichte Labor Wessling (Nov. 2016, Reinwasser)

Anlage 3 Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen

- Anlage 3.1 Tabelle – Zusammenfassung der Analysenergebnisse der Seewasserproben 2004–2016
- Anlage 3.1.1 Tabelle – Zusammenfassung der Analysenergebnisse der Seewasserproben 2013–2016, VC-Konzentration, Temp., O₂
- Anlage 3.1.2 Grafische Auswertung der Seewasseranalysen 2013–2016
- Anlage 3.2 Prüfberichte Labor Wessling Dez. 2016
- Anlage 3.3 Probenahme- und Messprotokolle Dez. 2016
- Anlage 3.4 VC-Massenberechnung TIBEAN 1 und TIBEAN 2, 2016

Anlage 4 Begleitende Messungen im See

- Anlage 4.1 Tabelle - Begleitende Messungen im See (LDO-Messungen zu T und O₂)
- Anlage 4.2 Grafische Auswertungen der LDO-Messungen, März-Nov. 2016

Anlage 5 Begleitende Messungen zu Wasserständen und im Grundwasser

- Anlage 5.1 Ergebnisse Datenlogger GW-Messstelle RW 11/13, RW 08/13, Seemesstelle, Rheinpegel

Anlage 6 Datenerhebung zum Wetter

- Anlage 6.1 Messdaten Wetterstation Dez. 2016

Anlage 7 Betriebs- und Messdaten des Anlagenbetreibers Polycon GmbH

- Anlage 7.1 Jahresabschlussbericht 2016 TIBEAN Steinhäuserwühlsee

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BG	Beweisgrenze
BJ	Betriebsjahr
CIS	cis-1.2-Dichlorethen = cis-1.2-DCE (C ₂ H ₂ Cl ₂), (LCKW-Einzelsubstanz)
DFÜ	Datenfernübertragung
FTÜ	Fachtechnische Überwachung
GOK	Geländeoberkante
GW / GWL	Grundwasser / Grundwasserleiter
GWM / GWMS	Grundwassermessstelle(n)
LCKW	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LDO	engl.: liquid dissolved oxygen; auch: Prozess-Messsonde für gelösten Sauerstoff und Temperatur (Produktname Fa. Hach-Lange),
LUWG	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
MB	Monatsbericht
NAN	Nachauftragnehmer
NHN	Normalhöhennull
NU	Nachunternehmer
n.b. / n.n.	nicht bestimmt / nicht nachweisbar (unter der Nachweisgrenze)
O ₂	Sauerstoff
PCE = PER	Tetrachlorethen/Perchlorethylen (C ₂ Cl ₄) (LCKW-Einzelsubstanz)
P&T	Pump and Treat (-Maßnahme)
RWM / RW	Reichweitenmessstelle(n)
SKV	Seitenkanalverdichter
SZ	Sanierungszone
T	Temperatur
TA	Technische Anleitung
TCE = TRI	Trichlorethen/Trichlorethylen (C ₂ HCl ₃), (LCKW-Einzelsubstanz)
TIBEAN	Tiefenwasserbelüftungsanlage
U	Unterlage
UG	Untersuchungsgebiet
VC	Vinylchlorid/Monochlorethen (C ₂ H ₃ Cl), (LCKW-Einzelsubstanz)
WSP	Wasserspiegel
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 VERANLASSUNG

Die CDM Smith Consult GmbH wurde durch die Siemens AG mit dem Betrieb und der fachtechnischen Überwachung von speziell angepassten Tiefenwasserbelüftungsanlagen (TIBEAN) zur Reduzierung von Belastungen mit Vinylchlorid (VC) im Steinhäuserwühlsee in Speyer ab dem 13.05.2014 (Inbetriebnahme TIBEAN 1) bzw. 02.06.2014 (TIBEAN 2) beauftragt.

Für Anlagenplanung und Anlagenbau sowie die Installation und den technischen Betrieb der TIBEAN hat CDM Smith den Nachunternehmer (NU) Polycon GmbH Bremen eingesetzt.

Gemäß [U1] ist die temporäre Seewasser-Verbesserungsmaßnahme regelmäßig zu dokumentieren, zuletzt im 8. Monatsbericht für den Zeitraum November 2016 des 3. Betriebsjahres (BJ).

Auf Grundlage des abgestimmten Mess- und Überwachungskonzeptes [U2] wird dazu dieser 3. Jahresbericht (zum 3. BJ), mit einer zusammenfassenden Dokumentation und Bewertung des Betriebszeitraums vom 01.01.2016 bis 31.12.2016 vorgelegt.

Im Berichtszeitraum war der Badebetrieb im Steinhäuserwühlsee durch das Umweltamt der Stadt Speyer weiterhin, seit August 2014, untersagt.

2 AUSGEWÄHLTE UNTERLAGEN

- [U1] Stadt Speyer, Untere Wasserbehörde (04.04.2014): Wasserrechtlicher Bescheid.
- [U2] CDM Smith Consult GmbH (zuletzt aktualisiert: 05.06.2014): Projekt Speyer, Abstrom Industriegebiet West, VC-Reduzierung im Steinhäuserwühlsee, Mess- und Überwachungskonzept für den Betrieb von 2 TIBEAN-Anlagen.
- [U3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft).
- [U4] CDM Smith Consult GmbH (06.03.2015): Projekt Speyer, Abstrom Industriegebiet West, Betrieb und Überwachung von 2 Seebelüftungsanlagen (TIBEAN) zur VC-Reduzierung im Steinhäuserwühlsee. 1. Jahresbericht.
- [U5] CDM Smith Consult GmbH (17.06.2016): Projekt Speyer, Abstrom Industriegebiet West, Betrieb und Überwachung von 2 Seebelüftungsanlagen (TIBEAN) zur VC-Reduzierung im Steinhäuserwühlsee. 2. Jahresbericht.

3 PROJEKT BETEILIGTE

Tabelle 3-1: Projektbeteiligte

Name	Adresse	Tel./Fax/Mobil	e-mail	Funktion
Thomas Reichardt	Siemens AG, SRE ST M&A, Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München	Tel. 089/722-709989 Fax 089/636-81975 Mobil: 0172/313-2631	reichardt.thomas@siemens.com	Fachlicher Support (AG)
Dr. Karsten Menschner	CDM Smith Consult GmbH, Weißenfelser Str. 65H, 04229 Leipzig	Tel. 0341/333 89 500 Fax 0341/333 89 382 Mobil 0172/7941466	karsten.menschner@cdmsmith.com	Auftragnehmer (AN), Projektleiter
Stefan Besemer	CDM Smith Consult GmbH, Friedrichsring 46, 68161 Mannheim	Tel. 0621/150309-22 Fax 0621/150309-10 Mobil 0171 8655868	stefan.besemer@cdmsmith.com	AN, stellv. Projektleiter, vor Ort
Stefan Bruns	Polyplan GmbH, Überseetor 14, 28217 Bremen	Tel: 0421/17876-11 Fax: 0421/17876-19 Mobil 0176/24330006	stefan.bruns@polyplan-gmbh.de	NAN, Verantwo. Anlagenbau und -betrieb
Tobias Ehn	Polyplan GmbH, Überseetor 14, 28217 Bremen	Tel: 0421/17876-20 Fax: 0421/17876-19 Mobil:0160/90101674	tobias.ehn@polyplan-gmbh.de	NAN, Anlagebau, -betrieb und Datenhandling
Nadja Bösel	Stadt Speyer, Abt. Umwelt und Forsten, Maximilianstr. 12, 67346 Speyer	Tel. 06232/142327 Fax 06232/14162602	nadja.boesel@stadt-speyer.de	Zuständige Umweltbehörde der Stadt Speyer
Thorsten Wirth	Stadt Speyer, Abt. Umwelt und Forsten, Maximilianstr. 12, 67346 Speyer	Tel. 06232/14 24 68 Fax 06232/14 27 84	Torsten.Wirth@stadt-speyer.de	Zuständige Umweltbehörde der Stadt Speyer
Charlotte Bethge	Wessling GmbH, Impexstr. 5, 69190 Walldorf	Tel.: 06227-8209-20 Fax: 06227-8209-15	Charlotte.Bethge@wessling.de	NAN: Chemische Laboranalytik

4 BISHERIGE DOKUMENTATION DER SEEERTÜCHTIGUNG

Tabelle 4-1: Bisherige Berichterstattung zu Betrieb und Überwachung (CDM Smith), BJ 03

Lfd. Nr.	Datum	Betriebsjahr	Titel/ Inhalt	Berichtszeitraum
01	08.08.2016	03	1. Bericht / Jan-Apr 2016	01.01.2016 – 30.04.2016
02	09.08.2016	03	2. Bericht / Mai 2016	01.05.2016 – 31.05.2016
03	11.08.2016	03	3. Bericht / Juni 2016	01.06.2016 – 30.06.2016
04	05.10.2016	03	4. Bericht / Juli 2016	01.07.2016 – 31.07.2016
05	21.10.2016	03	5. Bericht / August 2016	01.08.2016 – 31.08.2016
06	09.12.2016	03	6. Bericht / September 2016	01.09.2016 – 30.09.2016
07	27.12.2016	03	7. Bericht / Oktober 2016	01.10.2016 – 31.10.2016
08	05.01.2017	03	8. Bericht / November 2016	01.11.2016 – 30.11.2016
09*	28.07.2017	03	9. Bericht / BJ 03, Jahresbericht 2016	01.01.2016 – 31.12.2016

*wird hiermit vorgelegt.

Technische Betriebs- und Wartungsberichte werden turnusmäßig durch den Anlagenbetreiber Polycon GmbH erstellt (jeweils siehe Anlage 7). Bisher liegen vor:

Tabelle 4-2: Bisherige Berichterstattung zum Technischen TIBEAN-Betrieb (Polycon), BJ 03

Lfd. Nr.	Datum	Betriebsjahr	Titel/ Inhalt	Berichtszeitraum
01	23.05.2016	03	Bericht März/April 2016	01.01.2016 – 30.04.2016
02	22.06.2016	03	Betriebsbericht Mai 2016	01.05.2016 – 31.05.2016
03	28.07.2016	03	Betriebsbericht Juni 2016	01.06.2016 – 30.06.2016
04	01.09.2016	03	Betriebsbericht Juli 2016	01.07.2016 – 31.07.2016
05	20.10.2016	03	Betriebsbericht August 2016	01.08.2016 – 31.08.2016
06	18.11.2016	03	Betriebsbericht September 2016	01.09.2016 – 30.09.2016
07	12.12.2016	03	Betriebsbericht Oktober 2016	01.10.2016 – 31.10.2016
08	02.01.2017	03	Betriebsbericht November 2016	01.11.2016 – 30.11.2016
09*	10.05.2017	03	Jahresabschlussbericht 2016	01.01.2016 – 31.12.2016

*wird hiermit vorgelegt.

5 LAUFENDE ARBEITEN UND UNTERSUCHUNGEN

Die Seebelüftungsanlagen wurden am 13.05.2014 (TIBEAN 1) und am 02.06.2014 (TIBEAN 2) in Betrieb genommen. Die im 1. Betriebsjahr Mai 2014 bis April 2015 erfolgten Betriebseinstellungen sind im Jahresbericht 01 [U4] dokumentiert. Die im 2. Betriebsjahr Mai 2015 bis Dezember 2015 erfolgten Betriebseinstellungen sind im Jahresbericht 02 [U5] dokumentiert. In der Tabelle 5-1 sind die Betriebseinstellungen im 3. Betriebsjahr seit 01.01.2016 aufgelistet.

Tabelle 5-1: Zusammenfassung der bisherigen Betriebsmodi

Datum	Betriebsmodus
17.11.2015 bis 01.03.2016	Ruhemodus (Winterbetrieb)
01.03.2016 bis 23.03.2016	Destratifikationsbetrieb
23.03.2016 bis 30.03.2016	Hypolimnionbetrieb (mit Epilimnionbelüftung)
30.03.2016 bis 24.06.2016	Hypolimnionbetrieb (ohne Epilimnionbelüftung), TIBEAN 1: Pumpenstufe 2, TIBEAN 2: Pumpenstufe 3
24.06.2016 bis 17.10.2016	Hypolimnionbetrieb (ohne Epilimnionbelüftung), Umstellung Pumpenstufe TIBEAN 1: Pumpenstufe 2 auf 1, TIBEAN 2: Pumpenstufe 3 auf 1
17./18.10.2016 bis 25.11.2016	Destratifikationsbetrieb
seit 25.11.2016	Ruhe-/Erhaltungsbetrieb

Die im 3. Betriebsjahr durchgeführten Arbeiten, Messungen und Untersuchungen sind in der Tabelle 5-2 detailliert beschrieben und in den benannten Anlagen dokumentiert.

Tabelle 5-2: Tätigkeiten der Fachtechnischen Überwachung im Berichtszeitraum, BJ 03

Datum	vor Ort	Leistung
13.01.2016	Kölb, Backendorf	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith
14.01.2016	Kölb, Marzusch	Vertikalprobenahme (tief) bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
15.02.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith
16.02.2016	Kölb, Marzusch	Vertikalprobenahme (tief) bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
26.02.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
01.03.2016	Polyplan	Winterbetrieb beendet, Vollzirkulationsbetrieb aufgenommen
14.03.2016	Kölb, Marzusch	Vertikalprobenahme (tief) bei Wammsee 3 , durch CDM Smith

Datum	vor Ort	Leistung
14.03.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) TIBEAN 2 , durch CDM Smith
15.03.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
16.03.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 , durch CDM Smith
16.03.2016	Kölb, Marzusch	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
16.03.2016	Kölb, Marzusch	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
23.03.2016	Polyplan	Beendigung Vollzirkulationsbetrieb, Aufnahme Sommerbetrieb mit Epilimnionbelüftung
30.03.2016	Polyplan	Abschaltung Epilimnionbelüftung
01.04.2016	Kölb	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
04.04.2016	Kölb, Marzusch	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
04.04.2016	Kölb, Marzusch	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
04.04.2016	Kölb, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith
05.04.2016	Kölb, Marzusch	Vertikalprobenahme (tief) bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
23.04.2016	Polyplan	Austausch der Aktivkohle zur Strippluftfilterung auf den TIBEAN
27.04.2016	Polyplan	Anlagenwartung (allg. Wartung und Leistungsmessung)
Bericht 01 (Januar – April 2016)		
10.05.2016	Marzusch, Meuter	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
11.05.2016	Marzusch, Besemer	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
11.05.2016	Marzusch, Besemer	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
11.05.2016	Marzusch, Besemer	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
17.05.2016	Besemer	Austausch Logger Seemessstelle 2 (neuer Diver)
12.05.2016	Meuter, Besemer	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
24.05.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 und TIBEAN 2)
Bericht 02 (Mai 2016)		

Datum	vor Ort	Leistung
13.06.2016	Merkel, Kobilke	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
13.06.2016	Merkel, Kobilke	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
13.06.2016	Merkel, Kobilke	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
14.06.2016	Merkel, Kobilke	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
15.06.2016	Merkel, Meuter	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
24.06.2016	Polycon	Leistungsstufe Pumpen reduziert, TIBEAN 1 (Stufe 2 → 1) und TIBEAN 2 (Stufe 3 → 1)
29.06.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 und TIBEAN 2)
29.06.2016	Polycon	Materialeinbringung in TIBEAN 2 : Einbau Biofilter so dass Filterstufen analog zu TIBEAN 1, TIBEAN 1 : Aufstockung Aktivkohlefilter
30.06.2016	Polycon	TIBEAN 1 : Verdichter Drehzahl auf 49 Hz erhöht
Bericht 03 (Juni 2016)		
11.07.2016	Merkel, Kobilke	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
11.07.2016	Merkel, Kobilke	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
11.07.2016	Merkel, Kobilke	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
12.07.2016	Merkel, Besemer	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
13.07.2016	Merkel, Meuter	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
14.07.2016	Polycon	TIBEAN 2 : Verdichter Drehzahl auf 50 Hz erhöht
14.07.2016	Kölb, Besemer	Rohluft/Reinluft – Nachbeprobung Anlage 1 und Anlage 2
14.07.2016	Kölb, Besemer	Reinwasser – Nachbeprobung Anlage 1 und Anlage 2
21.07.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 und TIBEAN 2)
Bericht 04 (Juli 2016)		
15.08.2016	Merkel, Besemer	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und Wammsee 3 , durch CDM Smith
16.08.2016	Merkel, Mattoso	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 2
16.08.2016	Merkel, Mattoso	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 2

Datum	vor Ort	Leistung
16.08.2016	Merkel, Mattoso	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord
17.08.2016	Merkel, Backendorf	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
25.08.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 und TIBEAN 2 . An TIBEAN 1 Entnahme Wasser in Pontons
31.08.2016	Merkel, Mattoso	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1
31.08.2016	Merkel, Mattoso	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1
Bericht 05 (August 2016)		
12.09.2016	Merkel, Meuter	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
12.09.2016	Merkel, Meuter	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
12.09.2016	Merkel, Meuter	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
13.09.2016	Merkel, Mattoso	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
14.09.2016	Merkel, Mattoso	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
21.09.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 und TIBEAN 2 . An TIBEAN 1 Entnahme Wasser aus Pontons
Bericht 06 (September 2016)		
10.10.2016	Merkel, Meuter	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
10.10.2016	Merkel, Meuter	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
10.10.2016	Merkel, Meuter	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 1 und Anlage 2
11.10.2016	Merkel, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
12.10.2016	Merkel, Backendorf	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
17.10.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1). Umstellung auf Destratifikationsbetrieb an TIBEAN 1
18.10.2016	Polycon	Sondenreinigung und Reinigung der Verdichterkammer an TIBEAN 1 und TIBEAN 2 .
18.10.2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 2). Umstellung auf Destratifikationsbetrieb an TIBEAN 2
Bericht 07 (Oktober 2016)		

Datum	vor Ort	Leistung
14.11.2016	Merkel, Wenzl	Monatliche Vertikalprobenahme bei Wammsee 3 , durch CDM Smith
14.11.2016	Merkel, Wenzl	Rohluft/Reinluft – monatliche Probenahme Anlage 2
14.11.2016	Merkel, Wenzl	Reinwasser – monatliche Probenahme Anlage 2
15.11.2016	Merkel, Wenzl	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd
16.11.2016	Merkel, Wenzl	Monatliche LDO-Messung TIBEAN 1 (7 Messpunkte) und TIBEAN 2 (7 Messpunkte)
23./24.11. 2016	Polycon	Wartung (Prüfkontrolle, Volumenstrommessung, Differenzdruckmessung an TIBEAN 1 + 2). Maßnahmen wegen Aktivkohleverlust aus AK-Kammer an TIBEAN 2 inkl. Nachfüllung Aktivkohle an TIBEAN 2
25.11. 2016	Polycon	Umstellung per Fernsteuerung auf Ruhe-/Erhaltungsbetrieb an TIBEAN 1 + TIBEAN 2
Bericht 08 (November 2016)		
12.12.2016	Merkel, Marzusch	Monatliche Vertikalprobenahme (tief) bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 , durch CDM Smith, Messpunkte Nord und Süd

Während des Anlagenbetriebs erfolgte eine laufende fachtechnische Überwachung (FTÜ) des Anlagenbetriebs und der Belastungssituation sowie sanierungstechnisch relevanter Parameter im Seewasser. Hierzu dienen Online-Messdaten der Anlagen, die Betriebswasser- und Betriebsluftanalysen, Seewasseranalysen sowie Begleitmessungen zum Temperatur- und Sauerstoffverlauf.

Folgende Messungen wurden durchgeführt (gem. Mess- und Überwachungskonzept [U2]):

- Betriebsdaten und Online-Messdaten (siehe Anlage 7)

Durch den Anlagenbetreiber Polycon wurden nach dem Winterruhebetrieb des 2. Betriebsjahres seit dem 02.03.2016 (an TIBEAN 1 und TIBEAN 2) über den Berichtszeitraum wieder 2 x täglich Vertikalmessprofile je 1,0 m Tiefe bis 12 m Seetiefe für Temperatur, Sauerstoffgehalt und Druck gemessen und per Datenfernübertragung (DFÜ) abgegriffen.

- Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen (siehe Anlage 2)

Für die Funktionskontrolle der beiden TIBEAN-Anlagen wurden Kontrollbeprobungen/-analysen in Rohwasser und Reinwasser sowie Rohluft und Reinluft durch die FTÜ realisiert:

Tabelle 5-3: Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen – Probenahmezeitpunkte in 2016

TIBEAN 1	TIBEAN 2
Winterbetrieb: 17.11.2015 bis 01.03.2016	
16.03.2016 (Roh-/Reinluft, Reinwasser)	16.03.2016 (Roh-/Reinluft, Reinwasser)
04.04.2016 (Roh-/Reinluft, Reinwasser)	04.04.2016 (Roh-/Reinluft, Reinwasser)
11.05.2016 (Roh-/Reinluft)	11.05.2016 (Roh-/Reinluft)
11.05.2016 (Reinwasser)	11.05.2016 (Reinwasser)
13.06.2016 (Roh-/Reinluft)	13.06.2016 (Roh-/Reinluft)
13.06.2016 (Reinwasser)	13.06.2016 (Reinwasser)
11.07.2016 (Roh-/Reinluft)	11.07.2016 (Roh-/Reinluft)
11.07.2016 (Reinwasser)	11.07.2016 (Reinwasser)
14.07.2016 (Roh-/Reinluft), Nachbeprobung	14.07.2016 (Roh-/Reinluft), Nachbeprobung
14.07.2016 (Reinwasser), Nachbeprobung	14.07.2016 (Reinwasser), Nachbeprobung
31.08.2016 (Roh-/Reinluft)	16.08.2016 (Roh-/Reinluft)
31.08.2016 (Reinwasser)	16.08.2016 (Reinwasser)
12.09.2016 (Roh-/Reinluft)	12.09.2016 (Roh-/Reinluft)
12.09.2016 (Reinwasser)	12.09.2016 (Reinwasser)
10.10.2016 (Reinwasser)	10.10.2016 (Reinwasser)
10.10.2016 (Roh-/Reinluft)	10.10.2016 (Roh-/Reinluft)
-	14.11.2016 (Reinwasser)
-	14.11.2016 (Roh-/Reinluft)
Ruhe-/Erhaltungsbetrieb: ab Ende November 2016	

Am 14.11.2016 wurde beim Betreten der Anlage TIBEAN 1 erneut ein reduzierter Luftstrom festgestellt, so dass die Beprobung der Anlagenluft und des Reinwassers nicht durchgeführt werden konnte. Die Überprüfung/Wartung erfolgte durch den Betreiber am 23./24.11.2016.

Für die Luftprobenahme wurden bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 Headspace-Gläser (Gläser mit gasdichtem Septum; Auswahl der Probengefäße gemäß Laborvorgabe) verwendet.

- Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen (siehe Anlage 3)

Die meterweise Beprobung des Seewassers von 1 m bis max.15 m Seetiefe, zzgl. in 0,3 m Tiefe, mit Laboranalytik auf LCKW/VC und T-O₂-Messungen an den bekannten Seemesstellen Nord und Süd bzw. den Anlagenstandorten auf dem Steinhäuserwühlsee wurden von Mitarbeitern der CDM Smith bei laufendem Betrieb zu den in Tabelle 5-4 aufgelisteten Terminen durchgeführt.

Tabelle 5-4: Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen (Gesamtprofil) - Probenahmezeitpunkte in 2016

Bemerkung	TIBEAN 1/ Messstelle Süd	TIBEAN 2/ Messstelle Nord
Messungen während Winterbetrieb	13.01.2016	13.01.2016
Messungen während Winterbetrieb	15.02.2016	15.02.2016
Nullmessung vor Start Hypolimnionbetrieb, während Destratifikationsbetrieb	16.03.2016	14.03.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	04.04.2016	04.04.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	10.05.2016	10.05.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	14.06.2016	14.06.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	12.07.2016	12.07.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	15.08.2016	16.08.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	13.09.2016	13.09.2016
Messungen während Hypolimnionbetrieb	11.10.2016	11.10.2016
Messung während Destratifikationsbetrieb	15.11.2016	15.11.2016
Messung während Ruhe-/Erhaltungsbetrieb	12.12.2016	12.12.2016

Die bei TIBEAN 1 und TIBEAN 2 entnommenen Wasserproben wurden in Headspace-Gläser (Gläser mit gasdichtem Septum; Auswahl der Probengefäße gemäß Laborvorgabe) abgefüllt.

Zur Beobachtung der VC-Situation im Wammsee wurde die Beprobung monatlich fortgesetzt, auch im Winterbetrieb. Die Beprobung erfolgte durch die Mitarbeiter der CDM Smith. Die Lage der Probenahmestelle im Wammsee wurde vom UA Speyer vorgeschlagen im Hinblick auf den maximalen Tiefenbereich des Wammsees.

Eine Dokumentation und Bewertung der Wammseeergebnisse wird in diesem Bericht nicht vorgenommen, der Wammsee steht nicht direkt im Zusammenhang zum Betrieb und der Überwachung der TIBEAN im Steinhäuserwühlsee.

Tabelle 5-5: Begleitende Messungen im Wammsee – Zeitpunkte der Messungen im BJ 03

Wammsee / Messstelle 3
14.01.2016
16.02.2016
14.03.2016
05.04.2016
11.05.2016
13.06.2016
11.07.2016
15.08.2016
12.09.2016
10.10.2016
14.11.2016
12.12.2016

- Begleitende Messungen im See (siehe Anlage 4)

Zum (indirekten) Nachweis der Funktionalität und Reichweite der TIBEAN wurden wie im 1. und 2. Betriebsjahr tiefenorientierte Messungen des Sauerstoffgehaltes und der Temperatur mittels LDO-Messgerät an insgesamt 12 Positionen im See (radial an 2 x 3 Messpunkten um jede der TIBEAN-Anlagen herum, Lage s. Anlage 1) an folgenden Terminen durch CDM ausgeführt:

Tabelle 5-6: Begleitende LDO-Messungen im See – Zeitpunkte der Messungen in 2016

Bemerkung	TIBEAN 1 + 6 Messpunkte	TIBEAN 2 + 6 Messpunkte
Winterbetrieb von Mitte November 2015 bis 01.03.2016		
Winterbetrieb, Nullmessung vor Destratifikationsbetrieb	26.02.2016	26.02.2016
Destratifikationsbetrieb	15.03.2016	15.03.2016
Hypolimnionbetrieb	01.04.2016	01.04.2016
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	12.05.2016	12.05.2016
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	15.06.2016	15.06.2016
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	13.07.2016	13.07.2016
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	17.08.2016	16./17.08.2016

Bemerkung	TIBEAN 1 + 6 Messpunkte	TIBEAN 2 + 6 Messpunkte
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	14.09.2016	14.09.2016
Sommerbetrieb (Hypolimnionbetrieb)	12.10.2016	11./12.10.2016
Destratifikationsbetrieb	16.11.2016	16.11.2016

- Begleitende Messungen zu Wasserständen und im Grundwasser

Zur Messung und Bewertung der Interaktion zwischen Grundwasser und Seewasser im Betriebszeitraum wurden 3 automatische Datenlogger-Messungen in zwei Grundwassermessstellen im Seeanstrom (in RW 11/13 und zur Absicherung in RW 8/13) sowie in der Seewasser-Messstelle im Uferbereich des Steinhäuserwühlsees (Seemesstelle 1), nahe RW 11/13, installiert. Am 29.04.2015 wurden die Logger der Messstellen RW 8/13 und der Seemesstelle 1 durch Datenlogger mit Fernübertragungsfunktion ersetzt.

Ab dem 25.09.2015 wurde im See eine zusätzliche Messstelle (Seemesstelle 2) zur Absicherung der Messergebnisse eingerichtet. Der Logger in der Seemesstelle 2 wurde aufgrund eines Defektes am 17.05.2016 durch einen neuen Datenlogger (Diver) ersetzt.

Die Daten, seit Aufzeichnungsbeginn, sind in Anlage 5 grafisch dargestellt.

- Datenerhebung zu Wetter und Rheinwasserstand (siehe Anlage 5 und Anlage 6)

Bezüglich der erforderlichen Bewertung des Wettereinflusses wird auf die Messdaten der nächst gelegenen Wetterstation (Langzeitdaten: mehrere Monate), bezüglich des Rheinwasserstandes auf den nächsten Rheinpegel zurückgegriffen.

Datenquelle:

- Rheinpegel: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); <https://www.pegelonline.wsv.de>
- Wetterdaten: [http://www.luft-rlp.de/aktuell/messwerte/messobjekte.php?param=2s1o&station\[39\]=39](http://www.luft-rlp.de/aktuell/messwerte/messobjekte.php?param=2s1o&station[39]=39); Wetterstation des Zentralen Immissionsmessnetzes (ZIMEN) in Speyer-Nord

6 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Im Folgenden wird eine kurze Bewertung der bisherigen Ergebnisse vorgenommen.

6.1 Anlagenbezogene Messungen und Kontrollanalysen

Die Beprobung umfasst jeweils das Reinwasser (nach Strippen), die Rohluft (nach Strippen) und die gereinigte Abluft (nach Bio- bzw. Aktivkohle-Filter).

Die Ergebnisse sind der Anlage 2 (tabellarisch) zu entnehmen sowie in den nachfolgenden Abbildungen grafisch dargestellt.

TIBEAN 1 wurde in 2016 im Zeitraum 16.03.2016 bis 10.10.2016 beprobt. An TIBEAN 2 wurde die Beprobung in 2016 im Zeitraum 16.03.2016 bis 14.11.2016 durchgeführt.

Die Anlagenbeprobung am 14.07.2016 ersetzte die Probenahme vom 11.07.2016, da die Werte nicht plausibel waren und nach Rücksprache mit dem Anlagenbetreiber ein Absinken der Anlage (bei Betreten Anlage, erstmals aufgetreten) und damit eine Verringerung des Luftstromes für eine nicht repräsentative Probenahme verantwortlich waren.

Am 14.11.2016 konnte bei TIBEAN 1 wegen verringerten Luftstromes ebenfalls keine Probenahme durchgeführt werden.

Im Jahr 2016 wurden in den Rohluftproben der TIBEAN 1 max. 0,2 mg/m³ VC im April 2016 und 0,1 mg/m³ VC im Juli 2016 ermittelt. Bezüglich der Reinluftanalytik konnten für TIBEAN 1 von April bis August 2016 VC-Gehalte von max. 0,2 mg/m³ nachgewiesen werden. Die etwas höheren Werte vom 11. Juli sind, aufgrund der oben beschriebenen Problematik, als nicht repräsentativ anzusehen. Die Messwerte zu den übrigen Probenahmen (Roh- und Reinluft) liegen alle unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/m³.

An TIBEAN 2 konnten im gesamten Probenahmezeitraum 2016 keine VC-Konzentrationen in der Luft (Rohluft) nachgewiesen werden, die oberhalb der 0,1 mg/m³-Bestimmungsgrenze lagen, abgesehen von der, als nicht repräsentativ anzusehen, Probenahme am 11.07.2016. In der Reinluft konnte am 16.08.2016 mit 0,1 mg/m³ ein Wert unmittelbar an der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die Nicht- bzw. Gering-Befunde sind an TIBEAN 2 auf die im Seewasser verhältnismäßig geringen Schadstoffkonzentrationen zurückzuführen, die übertragen in der Gasphase (ausgestrippt) mit der Bestimmungsgrenze von <0,1 mg/m³ nicht mehr nachzuweisen sind.

Eine Überschreitung des Massenstromwertes von 1 mg/m³ VC zur Reinhaltung der Luft, gemäß TA-Luft [U3] war zu keinem Messzeitpunkt gegeben.

Eine Bilanzierung der Roh-/Reinluft an TIBEAN 1 und TIBEAN 2, wie sie im 1. Jahresbericht durchgeführt wurde, entfällt aufgrund des o.g. überwiegenden Mangel an Befunden bzw. Nachweisen in der Roh- und Reinluft beider Anlagen.

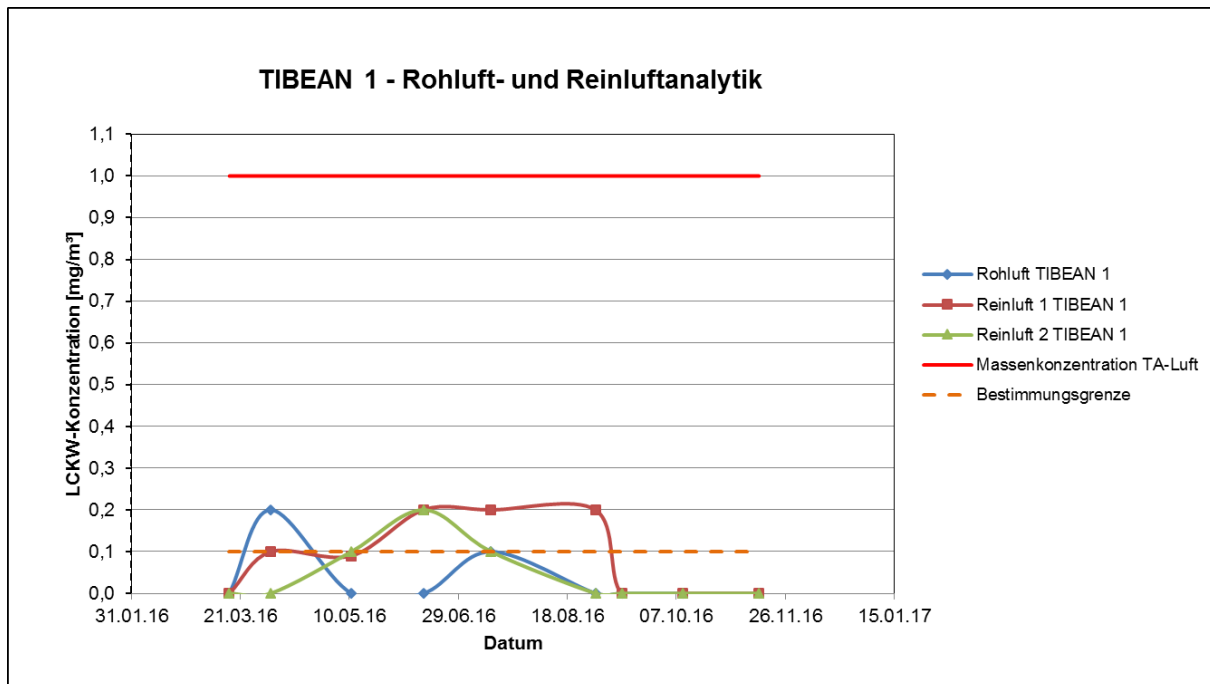


Abbildung 6-1: TIBEAN 1 – Rohluft- und Reinluftgehalte an LCKW/VC

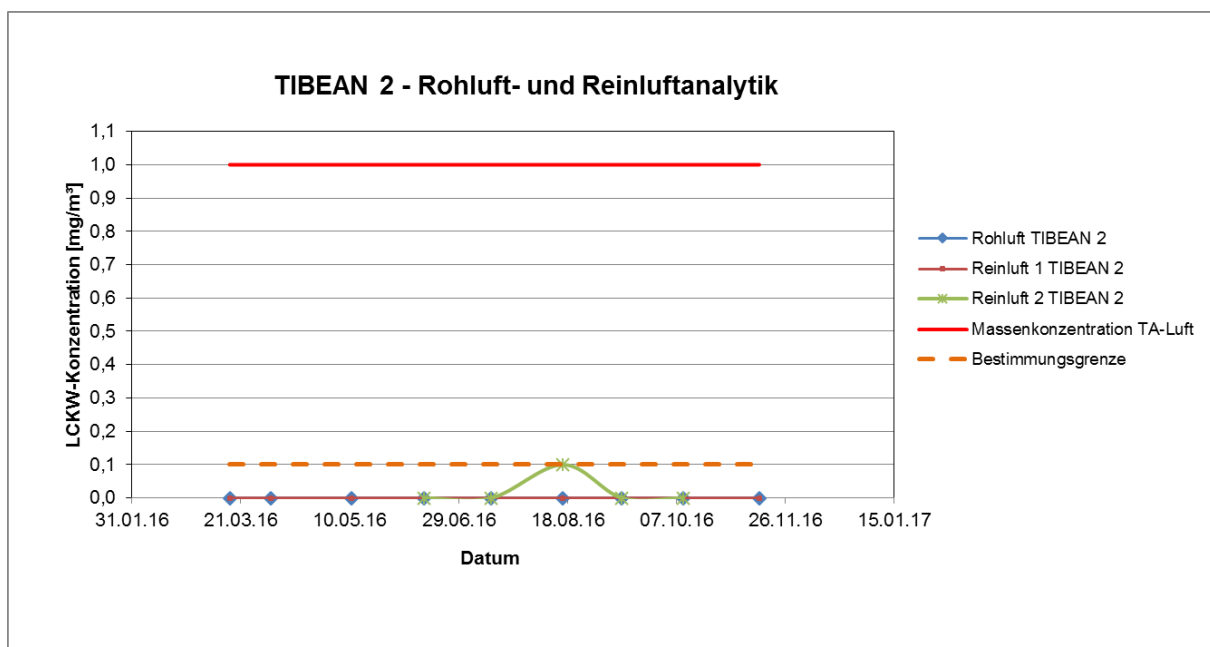


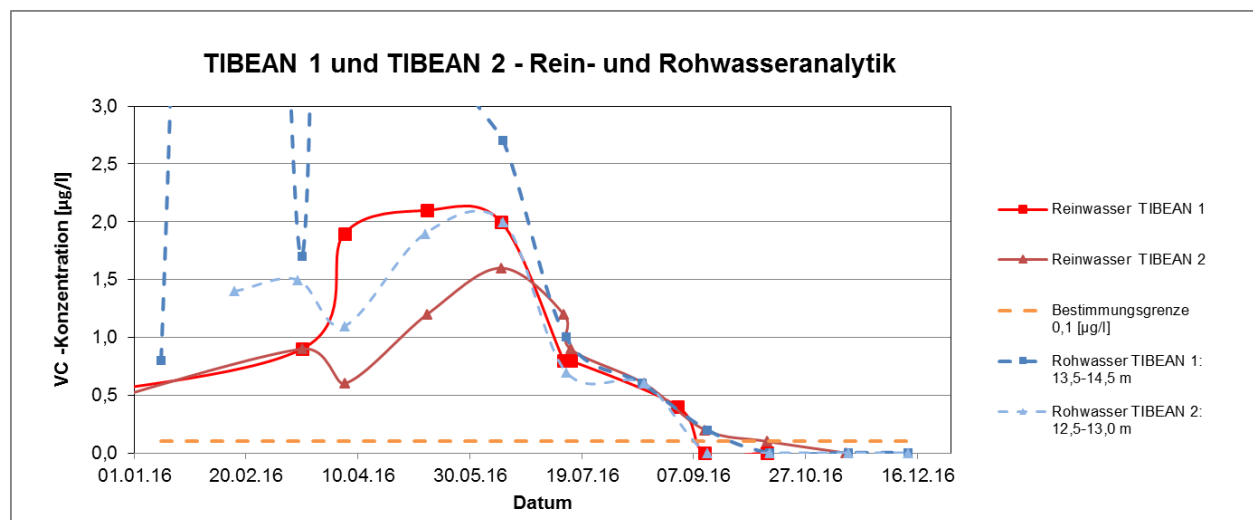
Abbildung 6-2: TIBEAN 2 – Rohluft- und Reinluftgehalte an LCKW/VC

Die folgende Abbildung 6-3 zeigt den Verlauf der LCKW/VC- Konzentration im geförderten und durch Strippen abgereinigten Tiefenwasser (Reinwasser) der TIBEAN 1 und TIBEAN 2 über den Betriebszeitraum 2016.

Im Reinwasser der TIBEAN 1 wurden max. 2,1 µg/l VC im Mai 2016 analysiert.

Im Reinwasser der TIBEAN 2 wurden max. 1,6 µg/l VC im Juni 2016 nachgewiesen.

Im Jahr 2016 wurde in den ersten Monaten bis zur Jahresmitte weitestgehend ein Anstieg der VC-Konzentrationen im Reinwasser der Anlagen TIBEAN 1 und TIBEAN 2 gemessen, ähnlich wie dies in den vorangegangenen Betriebsjahren zu beobachten war. Im weiteren Jahresverlauf 2016 fielen die VC-Konzentrationen jedoch stärker ab als in den Vorjahren und ab September teilweise erstmals bis auf Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l. Ende 2016 konnten keine VC-Konzentrationen mehr über der Bestimmungsgrenze im Reinwasser gemessen werden (vgl. Abbildung 6-3).



* Stark erhöhte VC-Konzentrationen in Februar Und April 2016 im Rohwasser zu TIBEAN 1 sind nicht dargestellt.

Abbildung 6-3: TIBEAN 1 und TIBEAN 2 – Vergleich der VC-Gehalte in Rein- und Rohwasser

Wie Abbildung 6-3 verdeutlicht, korrelieren die VC-Konzentrationsverläufe im Reinwasser an TIBEAN 1 und TIBEAN 2 weitestgehend mit den VC-Konzentrationsverläufen des Rohwassers aus dem Bereich der Anlagenansaugtiefe (TIBEAN 1: ca. 14,0 m; TIBEAN 2: ca. 13 m). Bezüglich der Rohwasseranalytik fallen für TIBEAN 1 die überdurchschnittlich hohen VC-Konzentration in Februar (17,0 µg/l) und April 2016 (19 µg/l) auf. Diese teilweise deutlich erhöhten VC-Konzentrationen lassen Grundwassereinflüsse in dem entsprechenden Tiefenbereich vermuten, d.h. den Eintrag von Vinylchlorid über das Grundwasser in den See. Beim Vergleich der Roh- und Reinwassergehalte zeigt sich besonders an TIBEAN 1 in der ersten Jahreshälfte der wirksame Strippeffekt der Anlagen, wobei die hohen Volumenströme zu beachten sind.

6.2 Tiefenorientierte Seewasserbeprobungen

Die Ergebnisse der meterweise horizontalen Beprobung des Seewassers von 2014–2016 (einschl. 0,3 m Tiefenstufe) sind in Anlage 3.1 tabellarisch bzw. graphisch zusammenfassend dargestellt. Die Laborprüfberichte der Untersuchung von Dezember 2016 sind in Anlage 3.2 enthalten. Bei den Probenahmepositionen handelt es sich um die Messstellen TIBEAN 1 und TIBEAN 2. Die Messungen im Steinhäuserwühlsee wurden gem. CDM-Konzept während des aktiven TIBEAN-Betriebs monatlich durchgeführt und auch in den Winterbetriebsmonaten fortgeführt. Begleitend zur Seewasserbeprobung wurden kombinierte T - O₂-Messungen an den Messpunkten realisiert.

Die zeitliche Entwicklung der LCKW- bzw. VC-Konzentrationen, die Temperaturverteilung und die Sauerstoffkonzentrationen im See seit Sommer 2013 bis Dezember 2016, sind grafisch in der Anlage 3.1.2 zusammenfassend dargestellt.

TIBEAN 1 / Messstelle Süd:

Auch in 2016 wurden mit dem TIBEAN- Einsatz an Messstelle Süd im Vergleich zu den Maximalwerten in 2013 (s. Anlage 3.1.1) weitestgehend niedrigere VC-Konzentrationen nachgewiesen.

Während des Ruhemodus/Winterbetriebs (17.11.2015 bis 01.03.2016) und des Destratifikationsbetriebes (01.03.2016 bis 23.03.2016) kann eine leichte Anreicherung des Seewassers mit VC nachgewiesen werden. Diese ist mit Abbildung 6-4 für den Bereich von 0,3 bis 3,0 m Seetiefe dargestellt. Kurzzeitig, Mitte März (16.03.) 2016, liegt die Konzentration mit 1,5 µg/l VC in 3,0 m Tiefe genau auf dem Grenzwert der LUWG für den Tiefenbereich von 0,3 bis 3,0 m Tiefe. Nach dieser Maximalkonzentration an VC für die Probenahmen in 0,3 bis 3,0 m Tiefe, nehmen die Konzentration im Laufe des Jahres fast durchgehend ab. Lediglich die Probe aus 2,0 m Seetiefe weist zwischen Ende März und Mitte Mai einen erneuten leichten Anstieg von 1,0 µg/l auf 1,1 µg/l VC auf. Ab dem 10.05.2016 sinken die Konzentrationen an VC stetig und liegen seit dem 13.09.2016 in jedem der genannten Entnahmebereiche unterhalb der Bestimmungsgrenze. Der Grenzwert von 1,5 µg/l VC, für die obersten 3 m Wassersäule, wurde in 2016 somit nicht überschritten.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass sich seit Juli 2016 die Pump & Treat (P&T)-Maßnahme in Sanierungszone (SZ) 3 (See-Anstrom) im Regelbetrieb befindet (zuvor 6 Wochen im Probebetrieb).

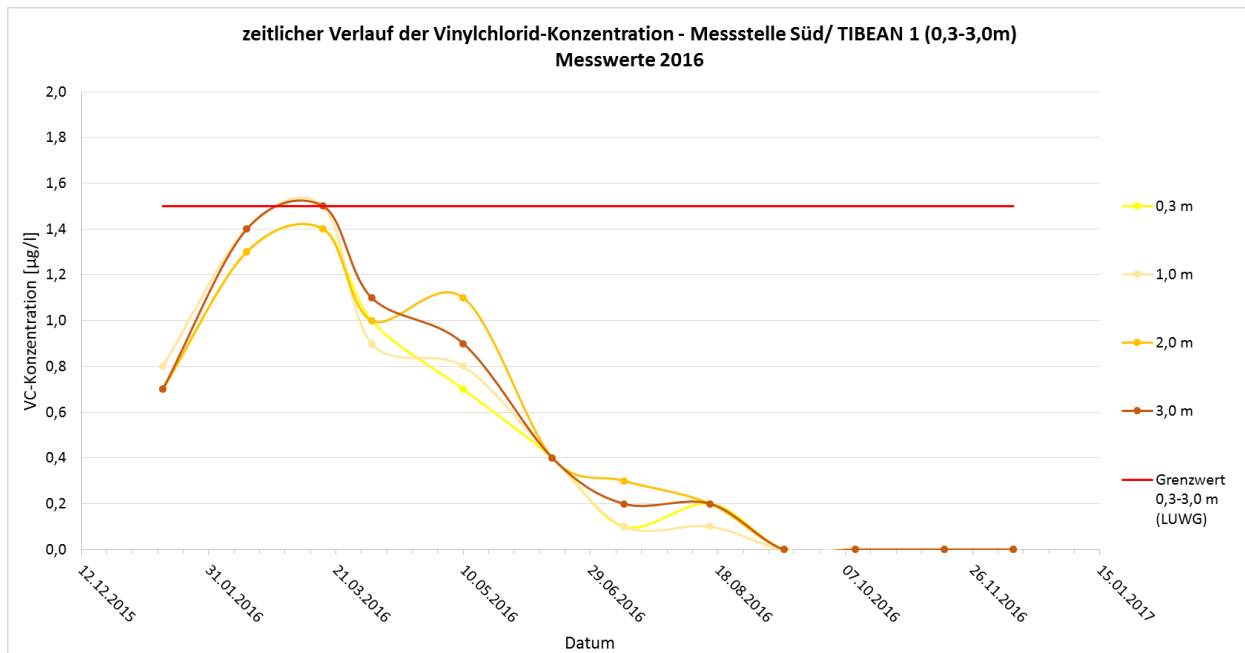


Abbildung 6-4: Zeitlicher Verlauf der VC-Konzentration – TIBEAN 1 (0,3–3 m)

An TIBEAN 1 zeigt sich zunächst der gleiche, schwache jahreszeitliche Trend in der Verteilung der VC-Konzentrationen wie im Vorjahr. Mit zunehmender Schichtung des Seewassers (etwa von Juni bis September 2016) steigen die VC-Werte im Metalimnionbereich von Mai bis Juni 2016 kurzzeitig an (14.06.2016: 4,8 µg/l), wie dies entsprechend des Vorjahresverlaufs zu erwarten war. Anschließend sinken die Werte jedoch weiter ab, bis unter die Bestimmungsgrenze.

Die O₂-Gehalte im Hypolimnion nahmen in 2013 vor Inbetriebnahme der TIBEAN, bei Sommerschichtung im Juli und August 2013 sowie auch im Oktober und November 2013 deutlich, bis auf 0,0 mg/l ab (s. Anlage 3.1.1). Durch den TIBEAN-Einsatz konnte auch im Sommer 2016 das Hypolimnion nachweislich mit Sauerstoff angereichert werden. Der unterste Seebereich um 14 m Tiefe wird technisch bedingt nur eingeschränkt erfasst.

Die Temperaturen im Hypolimnion bewegten sich in 2016 jahreszeitlich bedingt von einem Minimum von 5,9 °C (Februar) bis zu einem Maximum von 16,7 °C (September). Damit lagen die minimalen als auch die maximalen Wassertemperaturen etwas höher als die im Vorjahr (3,7 °C, Feb. 2015 und 15,8 °C, Sep. 2015).

Aus den Profilen ist auch mit den Messwerten von 2016 keine direkte Korrelation zwischen VC-Konzentration und Temperatur erkennbar. Die Messergebnisse des südlichen Seebereiches in 13–15 m Tiefe deuten auch in 2016, bis zum Einsetzen der Sanierungswirkung von SZ3, auf zuströmendes VC-belastetes Grundwasser hin.

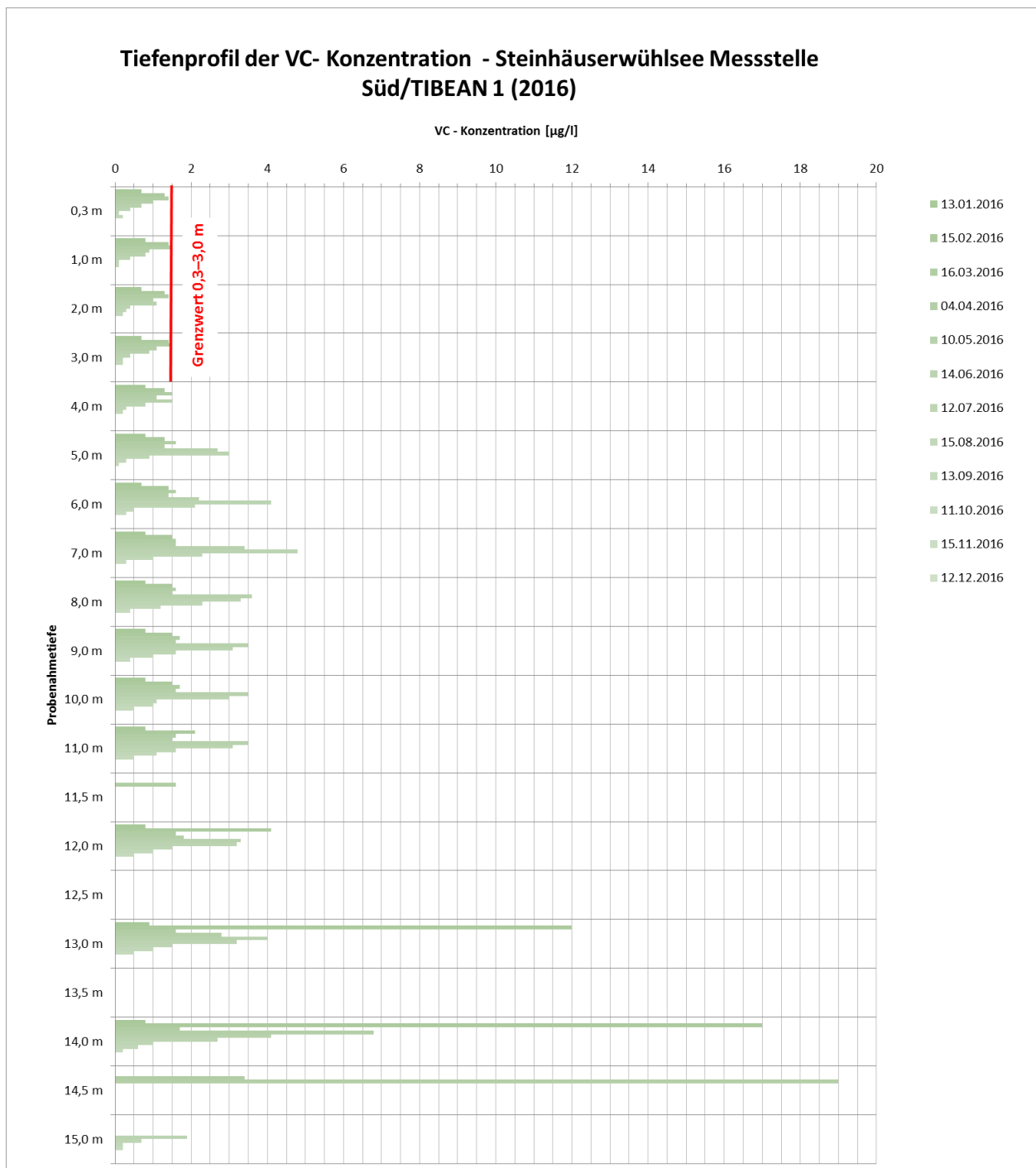


Abbildung 6-5: Tiefenprofil der VC-Konzentration – TIBEAN 1, 2016

TIBEAN 2 / Messstelle Nord:

Auch am Messpunkt TIBEAN 2 lässt sich in 2016 eine Reduzierung der VC-Konzentrationen in den Seeschichten gegenüber den Maximalwerten in 2013 (besonders in 4 m, 6 m und 10 m Tiefe) nachweisen (s. Anlage 3.1.1).

Im Gegensatz zum Messpunkt TIBEAN 1 weist das Meta- und obere Hypolimnion bei TIBEAN 2 i.d.R. niedrigere VC-Konzentrationen auf. Im Tiefenbereich (12,5–14,5 m) an Messpunkt TIBEAN 2 wurden in 2016 nur max. 2,0 µg/l nachgewiesen. Die Beobachtung eines belasteten Grundwasserzustroms, wie bei TIBEAN 1 in den tieferen Seebereichen, ist im nördlichen Teil des Sees nicht gegeben, hier spielen Umverteilungsprozesse eine Rolle. Die in der Grafik dargestellte Verteilung der TIBEAN 2-Daten von 2016 unterscheidet sich weiterhin vom südlichen Messpunkt. Die gemessenen Konzentrationen an TIBEAN 2 steigen verglichen mit denen bei TIBEAN 1 langsamer an und weisen mit 1,4 µg/l (TIBEAN 1 1,5 µg/l) Ende März 2016 eine etwas geringere Maximalkonzentration an VC auf. Abgesehen von der Probe aus 3 m Tiefe, sinken die VC-Gehalte für TIBEAN 2 schneller, bis sie ab Mitte August 2016, ähnlich wie bei TIBEAN 1, aufgrund der einsetzenden Sanierungswirkung in SZ3 deutlich abnehmen und ab Mitte September unterhalb der Bestimmungsgrenze von <0,01 µg/l liegen.

An TIBEAN 2 zeigt sich zunächst auch der bekannte jahreszeitliche Trend in der Verteilung der VC-Konzentrationen. Mit zunehmender Schichtung des Seewassers steigen die VC-Werte im Metalimnionbereich von Mai bis Juni 2016 kurzzeitig an (14.06.2016: 4,2 µg/l), sinken dann aber mit Beginn der P&T-Maßnahme wieder ab, der Trend des Wiederanstiegs wird gebrochen.

Der Grenzwert von 1,5 µg/l für die oberen 3 Meter im Seewasser wurde im Betriebsjahr 2016 ausnahmslos eingehalten (s. Abbildung 6-6).

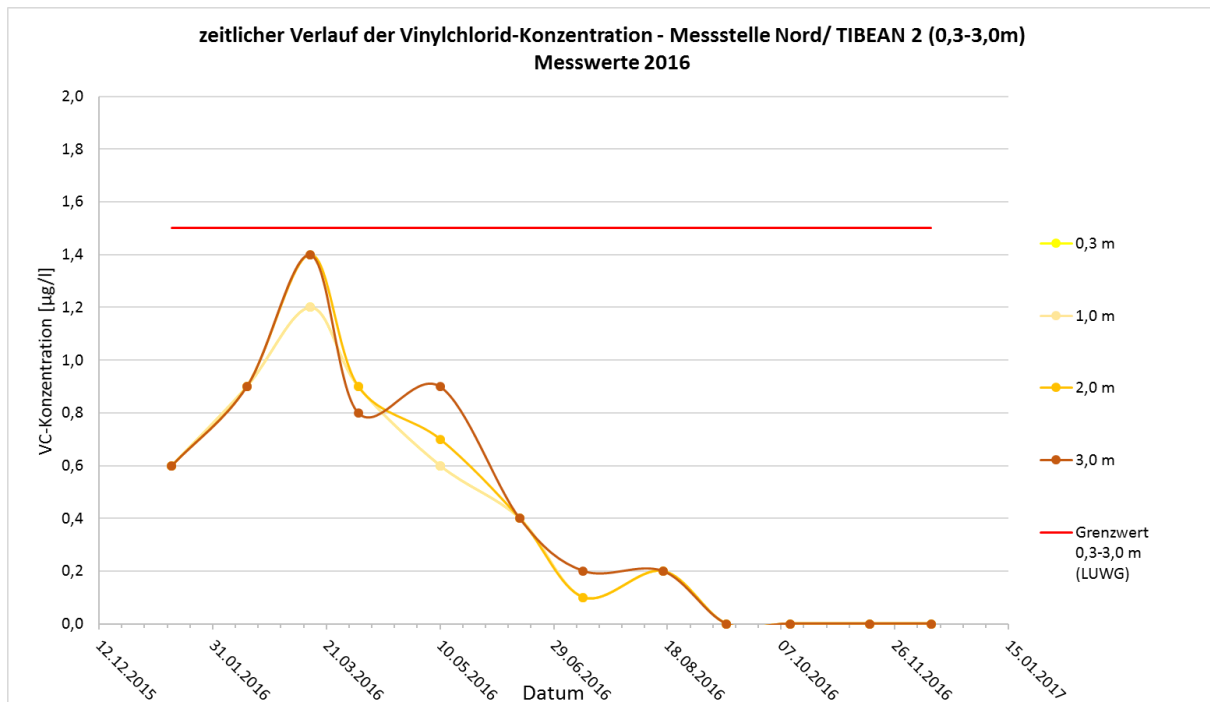


Abbildung 6-6: Zeitlicher Verlauf der VC-Konzentration – TIBEAN 2 (0,3–3 m)

Mithilfe der gemessenen Sauerstoffdaten konnte in 2016 eine durchgängige Sauerstoffanreicherung im Epi-, Meta- und Hypolimnion bis mindestens 11 m Wassertiefe, auch bei zunehmenden Wassertemperaturen, nachgewiesen werden (s. Anlage 3.1.1). Somit bestätigt sich das Prinzip der Sauerstoffanreicherung durch die TIBEAN.

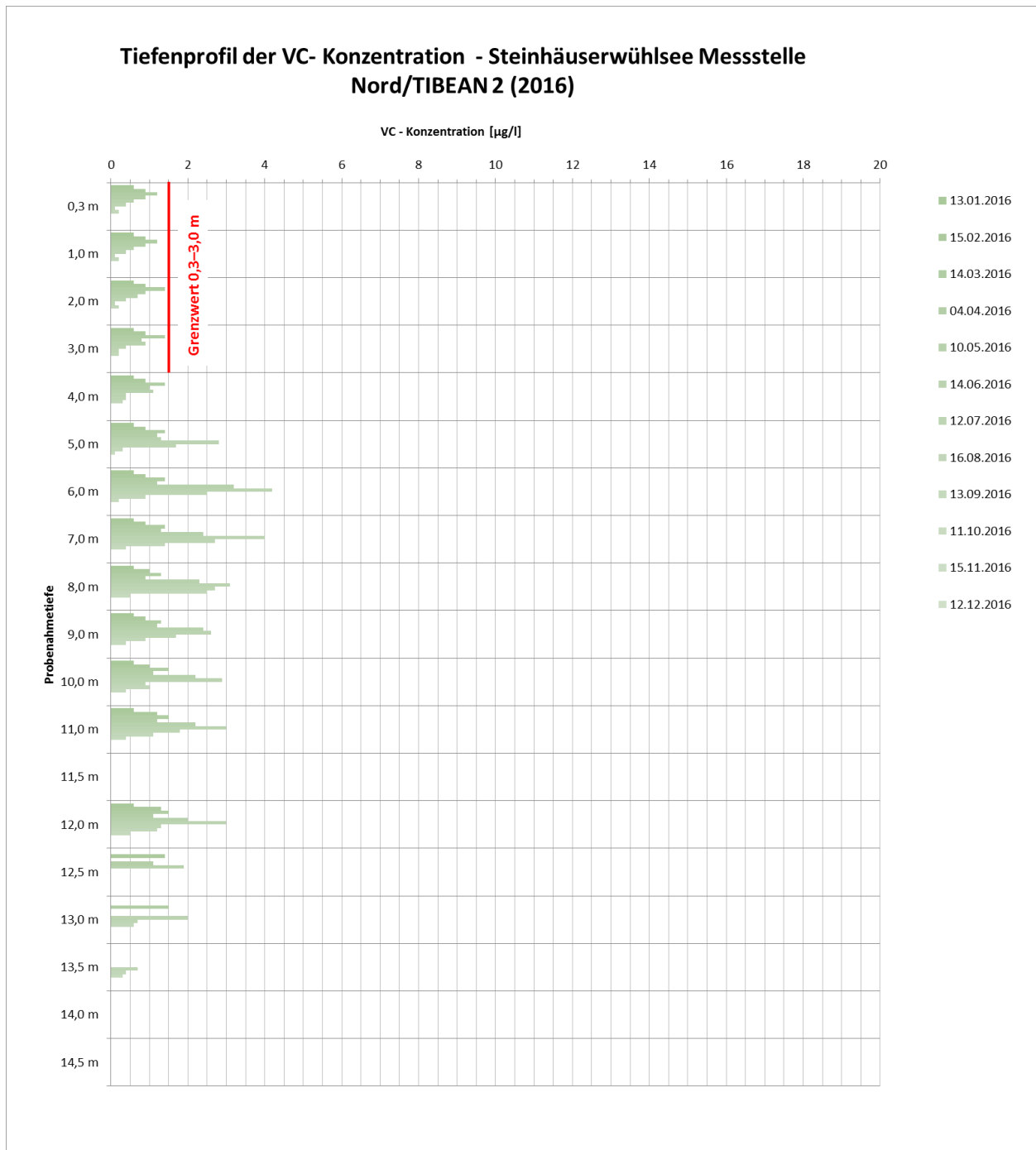


Abbildung 6-7: Tiefenprofil der VC-Konzentration – TIBEAN 2, 2016

6.2.1 Schichtbezogene VC-Massen im See – Messpunkt Süd

Um auch für 2016 eine Einschätzung über die Verteilung des Vinylchlorids im gesamten Seewasserkörper zu erhalten, wurden Massenberechnungen (meterweise) durchgeführt. Die gemessenen VC-Konzentrationen an den Messpunkten TIBEAN 1 und TIBEAN 2 wurden hierfür mit dem Schichtvolumen aus der bathymetrischen Vermessung multipliziert.

Für den Messpunkt Süd/TIBEAN 1 ergeben sich für 2016 die in Anlage 3.4 neu berechneten VC-Massen. Die Länge der Farbskala stellt die Werte in 2016 einander gegenüber, die Werte orientieren sich am Maximalwert von 543 g VC bei Messpunkt Süd (14.06.2016, Messpunkt Süd/TIBEAN 1). Der Maximalwert seit Messbeginn beträgt 1.950 g VC im Messpunkt Nord (25.03.2013 – 6 m, s. [U4]).

Bei Betrachtung der VC-Massen am Messpunkt TIBEAN 1 (2016) wird die unterschiedliche Verteilung von VC in den Seeschichten deutlich. In der Phase der natürlichen und TIBEAN-induzierten Seedurchmischung lässt sich eine relativ homogene Verteilung der VC-Massen über die Seewasserschichten erkennen. Mit einsetzender Seeschichtung reichert sich, wie in den Vorjahren, zunächst VC im oberen Hypolimnion und Metalimnion an, mit dem maximal 543 g im Juni (7 m Wassertiefe). Mit Beginn der Sanierungswirkung der P&T-Maßnahme gehen die Werte bis auf 0 g zurück.

Auf Abbildung 6-8 sind die VC-Massen am Messpunkt TIBEAN 1 über den gesamten Probenahmezeitraum 2016 (Januar bis Dezember) aufgetragen (verwendet wurden nur Probenahmetage mit einheitlicher Probenanzahl).

Beim Vergleich der Gesamtmasse von VC im See treten in 2016 in den Monaten Februar (Ruhebetrieb), Mai und Juni (Sommerbetrieb/Hypolimnionbetrieb ohne Epilimnionbelüftung) die höchsten VC-Massen im See auf. Ab Juli 2016, mit zunehmender Sanierungswirkung der P&T-Maßnahme im Seeanstrom treten deutlich geringere bis keine VC-Massen auf. Ab Oktober 2016 lässt sich anhand der LCKW-Analysendaten (< BG) keine Masse mehr berechnen.

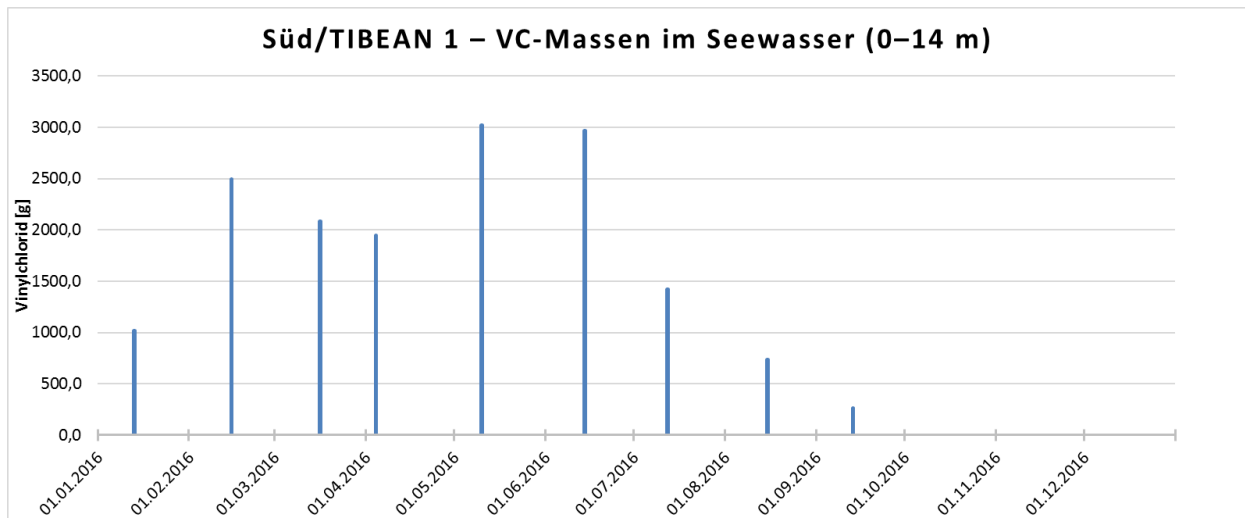


Abbildung 6-8: Süd/TIBEAN 1 – VC-Massen im Seewasser (0–14 m Wassersäule)

6.2.2 Schichtbezogene VC-Massen im See – Messpunkt Nord

Am Messpunkt TIBEAN 2 ist Anfang 2016 eine gleichmäßige Verteilung der VC-Massen, über das Seeprofil zu beobachten (s. Anlage 3.4.). Mit Beginn der See Schichtung ist, wie auch bei TIBEAN 1, zunächst eine Anreicherung der VC-Massen im Metalimnion und im oberen Hypolimnion nachzuweisen.

Bei der Betrachtung der VC-Gesamtmassen im Seewasser der TIBEAN 2 traten im Juni bei differenzierter VC-Verteilung und geschichteten Seewasserverhältnissen, die höchsten VC-Massen auf. Ab Juli 2016, mit zunehmender Sanierungswirkung der P&T-Maßnahme im Seeanstrom, treten auch bei TIBEAN 2 deutlich geringere bis keine VC-Massen auf. Ab Oktober 2016 lässt sich anhand der LCKW-Analysendaten (< BG) auch hier keine Masse mehr berechnen.

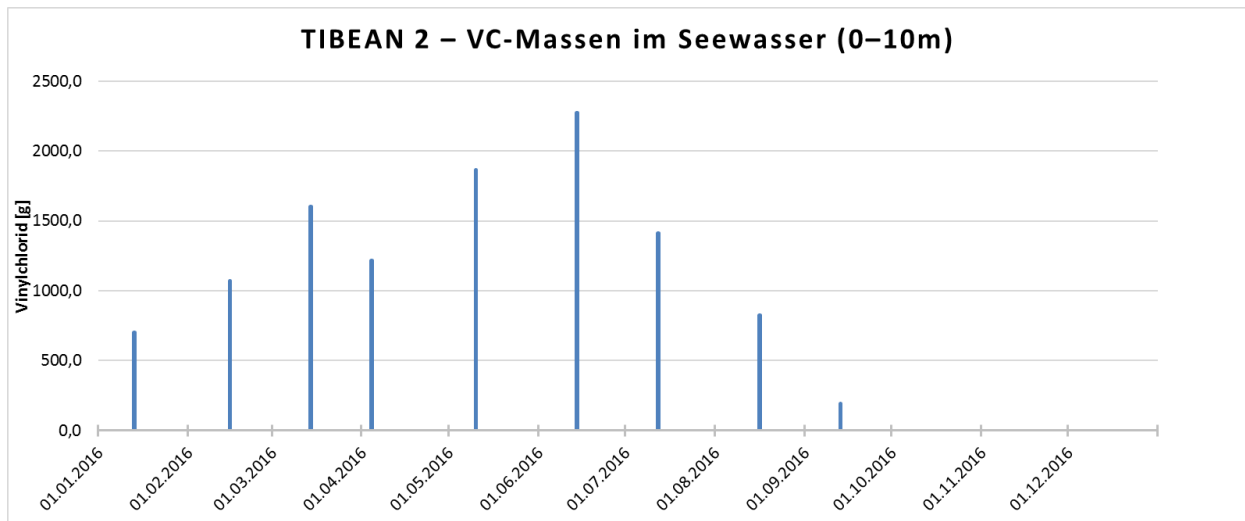


Abbildung 6-9: Nord/TIBEAN 2 – VC-Massen im Seewasser (0–10 m Wassersäule)

6.3 Begleitende Messungen im See

Für den Nachweis der Funktionalität und Reichweite der TIBEAN erfolgten auch in 2016 tiefenorientierte LDO-Messungen des gelösten Sauerstoffs und der Temperatur an 2 x 3 Messpunkten, radial um beide TIBEAN verteilt (s. Anlage 1).

Alle aktuell aufgenommenen Messwerte von 2016 sind in der Anlage 4.1 (Tabellen) enthalten.

Für die grafische Auswertung (Anlage 4.2) wurden, wie bereits in den Jahresberichten 01 [U4] und 02 [U5], die Tiefenstufen 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m und 11 m ausgewählt, so dass die Seeschichten im Epi-, Meta- und Hypolimnion repräsentativ berücksichtigt und anschaulich in Tiefenscheiben nebeneinander dargestellt werden.

Die LDO-Messungen in 2016 wurden während des Ruhemodus (Messung am 26.02.2016), während des Destratifikationsbetriebs (Messungen am 15.03. und 16.11.2016) und während des Sommer-Hypolimnionbetriebes (Messungen 01.04., 12.05., 15.06., 13.07., 17.08., 14.09. und 12.10.2016) durchgeführt.

26.02.2016

Die grafische Auswertung (Anlage 4.2.) zeigt für die Messung die Sauerstoff- und Temperaturverteilung des Sees im weitestgehend unbeeinflussten Zustand (Ruhebetrieb).

Ende Februar ist noch eine vollständige, wetterbedingte Durchmischung des Steinhäuserwühlsees erkennbar. Die Temperaturen unterscheiden sich mit ca. 6 °C wenig zwischen den oberflächennahen und tieferen Wasserschichten. Ebenfalls wird eine vergleichsweise homogene Verteilung der Sauerstoffkonzentration über das Seeprofil sichtbar.

Die Sauerstoffkonzentrationen liegen weitestgehend im Bereich um 12 mg/l, d.h. im Bereich hoher Sauerstoffsättigung.

15.03.2016

Die Temperaturverteilung im März ist weiterhin über alle Tiefenbereiche relativ homogen und liegt zwischen 5,7 und maximal 6,3 °C.

Eine hohe Sauerstoffsättigung ist mit Werten zwischen etwa 10,5 mg/l und 13,0 mg/l ebenfalls ausreichend gegeben, was auch auf die Zirkulationswirkung der TIBEAN zurückgeführt werden kann.

Zum Messtermin befanden sich beide TIBEANe im Destratifikationsbetrieb.

01.04.2016

Einhergehend mit langsam zunehmenden Außentemperaturen im April steigen auch die Temperaturen in den oberen und unteren Wasserschichten auf 7,4 bis maximal 8,1 °C an. Der See zeigt weiterhin eine homogene Schichtung und ist folglich noch gut durchmischt. Die Sauerstoffkonzentrationen liegen mit Werten zwischen 10,25–13,0 mg/l weiter auf einem hohen, gesättigten Niveau. Während der Messungen im April befanden sich beide TIBEANe im Hypolimnionbetrieb.

12.05.2016

Die höheren Lufttemperaturen im Mai bewirken eine deutliche Temperaturerhöhung der oberen Wasserschichten und erzeugen somit eine Seewasserschichtung mit Temperaturen von min. 9,2 °C und maximalen Werten in den oberen Tiefenbereichen von nahezu 19 °C. Die Auswirkung der Tiefenzirkulation zeigt sich in den weiterhin sauerstoffgesättigten Tiefenbereichen, trotz zunehmender Wassertemperaturen (10,25–13,9 mg/l).

15.06.2016

Im Juni, bei laufendem Hypolimnionbetrieb, nehmen die Wassertemperaturen in der Wassersäule weiterhin zu. Die Temperaturdifferenz der Schichten 1–12 m liegt bereits bei fast 10°C (min. 11,6°C min, max. 20,6°C). In den Seeschichten ist flächendeckend eine gute Sauerstoffsättigung nachweisbar. Die hohen Sauerstoffgehalte bei gleichzeitig steigenden Temperaturen im Meta- und Hypolimnion bestätigen die räumliche Wirkung der TIBEAN, deren Wasserrückführungstiefe in ca. 8 m Tiefe liegt. Auch in 12 m sind noch O₂-Konzentrationen von ca. 12 mg/l nachweisbar.

13.07.2016

Im Juli zeigt sich im Hypolimnionbetrieb eine ausgeprägte Schichtung im See. Die oberflächennahen Temperaturen nehmen infolge steigender Außentemperaturen stetig zu (max. 23,4°C gegenüber 12,1°C in tiefen Seeschichten). Die Sauerstoffkonzentrationen nehmen mit der Tiefe leicht ab, liegen jedoch für hochsommerliche Verhältnisse bedingt durch die TIBEAN, flächendeckend im gesättigten Bereich. Die durchschnittliche Sauerstoffkonzentration für den Tiefenbereich bis etwa 13 m beträgt 10,5 mg/l. Im südlichen Bereich des Sees sind minimale Veränderungen in Temperatur und Sauerstoffgehalt zu erkennen, die möglicherweise in Zusammenhang mit der Einleitung des abgereinigten Grundwassers der P&T-Anlage in diesem Seebereich stehen.

17.08.2016

Im Monat August wurden die Jahreshöchsttemperaturen von 14,3 bis 26,8 °C im Seewasser erreicht, mit einer Temperaturdifferenz von rd. 12°C (0–12m). Trotz der hohen Wassertemperaturen sind in 9 m Wassertiefe noch 8 - 9 mg/l Sauerstoff gelöst, der im Bereich der TIBEAN die Maximalwerte aufweist. Die Wirksamkeit der Tiefenbelüftung wird somit bestätigt. Selbst die 11 m-Schicht weist noch Sauerstoffkonzentrationen von über 6 mg/l auf (vgl. Juli/Aug. 2013 [U4]: 10 m Tiefe: max. 1,6 mg/l). Wie bereits im Vormonat sind im südlichen Bereich des Sees Veränderungen in Temperatur und Sauerstoffgehalt zu erkennen, die möglicherweise in Zusammenhang mit der Einleitung von Reinwasser stehen.

14.09.2016

Bereits im September sinkt mit der Abnahme der Außentemperaturen die Seewassertemperatur mit maximal 24,9 °C wieder ab und der Beginn der Durchmischung der Seeschichtung setzt ein. Die Sauerstoffverteilung über den Seetiefen zeigt ein vergleichbares Bild zum Vormonat, ab ca. 8 m Seetiefe nehmen die Konzentrationen kontinuierlich von etwa 8 mg/l auf rund 5 mg/l ab. In 11 m Tiefe liegen die Sauerstoffgehalte weitestgehend zwischen 5-6 mg/l. Die im Vormonat sind im südlichen Bereich des Sees gemessenen Veränderungen in Temperatur und Sauerstoffgehalt lassen sich nicht mehr erkennen.

12.10.2016

Die Wassertemperaturen der Schichten haben sich bereits weitestgehend angeglichen (15,5–16,5°C), eine Seeschichtung ist im Oktober folglich nicht mehr gegeben. Die Sauerstoffwerte sind für die Tiefen von 1 bis etwa 11 m relativ homogen (7,4–9,5 mg/l) über das vertikale und horizontale Seeprofil verteilt.

16.11.2016

Die vollständige Durchmischung der Seeschichten setzt sich im November mit laufendem Destratifikationsbetrieb der Anlagen fort. An allen Messpunkten lagen in der Wassersäule bis 11 m die O₂-Konzentrationen zwischen 8 und 12 mg/l, die Wassertemperaturen sind gegenüber dem Vormonat von 15,5–16,5 °C auf 9,8–10,4°C gesunken.

6.4 Begleitende Wetterdaten und Rheinwasserstand

Zur Bewertung der Interaktion zwischen dem Grundwasser und dem Seewasserstand dienen, wie in den Vorjahren, die vorliegenden Loggerdaten der RW 11/13, RW 08/13 (zur Absicherung) und der Seemesstellen See 1 (seit 09/2015: zur Absicherung See 2 Logger), seit Aufzeichnungsbeginn. Zusätzlich werden der Niederschlag und der Rheinpegel (Standort Speyer) vergleichend aufgeführt. Die grafischen Darstellungen sind in der Anlage 5 enthalten.

Der Steinhäuserwühlsee steht auch in 2016 weiterhin in direktem hydraulischen Kontakt mit dem Grundwasser der ufernahen Messstellen RW 8/13 und RW 11/13. Der Seewasserspiegel folgt dem Ganglinienverlauf der Grundwasserstände zeitweise fast deckungsgleich, was auf

eine enge Interaktion der Wasserkörper untereinander hindeutet. Die Daten zeigen, dass bei ansteigendem Wasserspiegel bis Juni 2016 eher effluente Verhältnisse vorherrschen, d.h. das Grundwasser weist einen höheren Wasserstand auf und speist in den Steinhäuserwühlsee ein. Ab Juli 2016, mit Beginn des Regelbetriebs der P&T-Maßnahme in SZ3, liegt der Seewasserstand höher als der Grundwasserspiegel in den Anstrommessstellen, was auf influente Bedingungen hindeutet.

Die im Mai/Juni 2016 deutlich erkennbaren Grundwasserspiegelschwankungen der beiden Messstellen gehen einher mit Abschaltungen der Pumpen in der Anstromgalerie im Rahmen des P&T-Probebetriebes.

Der Seewasserstand schwankte im Zeitraum Januar bis Dezember 2016 zwischen min. 91,8 m ü. NHN (01/2016) und max. 92,8 m ü. NHN (07/2016) und liegt damit im bekannten Schwan-
kungsbereich seit Messbeginn (10/2013 - 12/2016).

Das Grundwasser wies in 2016 einen Pegelstand zwischen max. 92,7 m ü. NHN (06/2016) und min. 91,8 m ü. NHN (01/2016) auf. Zum Jahreswechsel 2015/2016 lagen sowohl der Grundwasser- als auch Seewasserpegel auf dem niedrigsten Niveau seit Aufzeichnungsbeginn. Die kontinuierliche Abnahme der Wasserstände in der 2. Jahreshälfte 2016 ist auf die erhöhten Außentemperaturen im Sommer mit verstärkter Verdunstung sowie auf die, im Vergleich zu 2014, geringere Niederschlagssumme (2014: rd. 950 mm, 2015: rd. 500 mm, 2016: rd. 620 mm) zurückzuführen.

Sowohl der Grundwasser- als auch Seewasserspiegel reagieren nachweislich schnell auf markante Niederschlagsereignisse (innerhalb weniger Stunden bis wenige Tage).

Auch im Datenverlauf des Rheinpegels in Speyer spiegeln sich die markanten Niederschlagsereignisse wider. Von einer Beeinflussung des Steinhäuserwühlsees durch den Rhein, ist auf Grundlage der vorliegenden Daten, derzeit nicht auszugehen.

7 KURZEINSCHÄTZUNG DER ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN

Anlagenbetrieb und -wartung sowie die fachtechnische Überwachung verliefen weitgehend störungsfrei und planmäßig.

Im ersten Quartal des Jahres 2016 wurden die TIBEAN vom Ruhebetrieb in den 3-wöchigen Vollzirkulationsbetrieb versetzt, als Reaktion auf zunehmende VC-Konzentrationen im Seewasser. Ende März erfolgte gemäß Konzeptvorgabe die Umstellung beider Anlagen in den Sommerbetrieb, d.h. die Aktivierung der Hypolimnionpumpen, um die natürliche Seeschichtung in den Sommermonaten nicht zu gefährden. Seit dem 24.06.2016 liefen die Hypolimnionpumpen beider TIBEANe, zur Erhöhung des Luft-Wasser-Verhältnisses beim Strippen, auf Stufe 01 (niedrig).

Mit dem durch die begleitenden Temperaturmessungen erfolgte Nachweis der vollständigen, natürlichen Durchmischung der Seeschichten Mitte Oktober wurden dann ab dem 17.10.2016 beide TIBEAN im Destratifikationsbetrieb betrieben. Der Vollzirkulationsbetrieb wurde nach rd. einem Monat beendet (15.11.2016) und beide Anlagen danach in den Ruhe-/Erhaltungsbetrieb umgestellt. Die Ruhephase ist bis auf Weiteres vorgesehen, bei weiterhin erfolgreicher Anstromsicherung durch die P&T-Maßnahme in SZ3. Die Anlagen werden regelmäßig per Fernwartung durch Polyplan zur Aufrechterhaltung der technischen Funktionsfähigkeit überprüft.

Allgemein ist festzuhalten, dass auch in 2016 durch den Betrieb der TIBEAN die VC-Konzentrationen in den einzelnen Seeschichten gegenüber den Maximalwerten in 2013 erfolgreich reduziert werden konnten, bis sich mit zeitlicher Verzögerung ab Oktober 2016 der Sanierungserfolg der P&T-Maßnahme (Regelbetrieb ab Juli 2017) im Seewasser widerspiegelte. Die seit 16.05.2016 im Probebetrieb und ab dem 01.07.2016 im Regelbetrieb laufende P&T-Maßnahme im Seeanstrombereich unterbindet mit 13 Pumpbrunnen entlang des Westufers des Steinhäuserwühlsees wirkungsvoll ein Einströmen VC-belasteten Grundwassers in den Steinhäuserwühlsee.

Bei aktivem Betrieb der TIBEANe wurde der Grenzwert von 1,5 µg/l VC in den obersten 0-3 m Wassersäule, über das gesamte Betriebsjahr ausnahmslos eingehalten. Somit war die Einhaltung des Grenzwertes für den Zeitraum der offiziellen Badesaison des Landes Rheinland-Pfalz (Juni-Aug.) wie bereits 2015 gegeben. Das Badeverbot bleibt seitens der Behörden seit August 2014 jedoch bis auf Weiteres bestehen. Hinsichtlich der Strippluft (Roh-/Reinluft) wurde in 2015 der Grenzwert der TA-Luft [U3] stets eingehalten.

Eine vollständige Reduzierung der VC-Konzentrationen im Seewasser bis auf Werte unter der Bestimmungsgrenze (<0,1 µg/l) konnte in 2016 ab September für den Tiefenbereich 0-3 m und ab Oktober über die gesamte Wassersäule erreicht werden. Auch bei der Betrachtung der VC-Massen im Gesamtwasserkörper des Steinhäuserwühlsees ist ab der 2. Jahreshälfte 2016 ein deutlich abnehmender Trend erkennbar. Die im September 2016 noch vorhandenen VC-Restmengen im See wurden, bedingt durch die erfolgreiche P&T-Maßnahme, vollständig entfernt.

Aus fachlicher Sicht wird empfohlen, die TIBEAN-Maßnahme in 2017 lediglich im Erhaltungsbetrieb weiter zu betreiben, um deren Funktion zu erhalten und bei Bedarf auf die Anlagentechnik zurückgreifen zu können. Die tiefenorientierte Seewasserprobenahme an den zwei Messpunkten im Steinhäuserwühlsee und einem Messpunkt im Wammsee sind wie bisher monatlich fortzuführen.

Es ist davon auszugehen, dass sich der Sanierungserfolg durch den Betrieb der P&T-Maßnahme weiterhin im Seewasser widerspiegeln wird.

CDM Smith Consult GmbH



Dr. Karsten Menschner
Senior Consultant



M.Sc. Stefan Besemer
Projektingenieur

Verteiler (per e-mail)

Stadt Speyer, Frau Bösel, Herr Wirth
Siemens AG, Frau Zemlin, Herr Reichardt