
**Bericht über die Durchführung
von Grundwasserkontrolluntersuchungen 2020-02
auf dem Gelände des Tagebaus Seelach,
Forstbezirk „Seelach“,
Landkreis Nürnberger Land**

Projekt: Grundwassermonitoring Fa. Sandwerke Altdorf, Tagebau Seelach
heka-Projekt-Nr: 0607-181 Fa. Sandwerke Altdorf

Ort: Tagebau Seelach, Forstbezirk Seelach
Landkreis Nürnberger Land

Auftraggeber: Fa. Sandwerke Altdorf OHG
Haimendorfer Straße 54
90571 Schwaig

Auftragnehmer: heka technik GmbH
St.-Joseph-Straße 18
91257 Pegnitz

Bearbeiter: Dipl. Ing. Peter Heerlein
Dipl. Geol. Achim Kappes

Pegnitz, 22.05.2020



.....
Peter Heerlein (Dipl. Ing.)



.....
Achim Kappes (Dipl. Geol.)

Bericht

über die Durchführung von Grundwasserkontrolluntersuchungen 2020-02 auf dem Gelände des Tagebaus Seelach, Forstbezirk „Seelach“, Landkreis Nürnberger Land

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2	Durchgeführte Maßnahmen	4
2.1	Feststellung der Grundwasserruhepegel und Ermittlung der Grundwasserfließrichtung	4
2.2	Beprobung der Grundwasseraufschlüsse durch Pumpversuche	7
2.3	Beprobung von Oberflächen- bzw. Sickerwasser	9
3	Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen und labortechnischen Untersuchungen	10
4	Weitere Maßnahmen	15
5	Verwendete Unterlagen	16

Anlagen:

1	Übersichtsplan	o.M.
2	Übersichtslageplan mit Grundwassermessstellen und Grundwasserfließrichtung vom 20.04.2020	1:2.500
3	Probenahmeprotokolle	
4	Analysenberichte	
5	Graphische Darstellung der Konzentrationsverläufe mit Grundwasserganglinien; Zeitraum von Juli 2006 bis April 2020	

Bericht

über die Durchführung von Grundwasserkontrolluntersuchungen 2020-02 auf dem Gelände des Tagebaus Seelach, Forstbezirk „Seelach“, Landkreis Nürnberger Land

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Fa. Sandwerke Altdorf erhielt mit Ergänzungs-/Änderungsbescheid vom 04.01.2005 (Az.: 26-3914.097.02-II-3653/2004), letztmalig verlängert am 13.01.2009 (AZ.: 26-3914.097.02-II-2784/2008) von der Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern die Erlaubnis für die Erweiterung des Tagebaus „Seelach“ in südliche und westliche Richtung. Verbunden mit der Erweiterung des Abbaues ist auch die Wiedernutzbarmachung der Oberfläche durch die Verfüllung von Teilgebieten mit unbelastetem Fremdmaterial gemäß der LAGA-Richtlinie Zuordnungswert Z0 unter Berücksichtigung neuerlich geltender Regelungen (*Eckpunktepapier; Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen*). Die Nebenbestimmungen für die Zulassung der beantragten Änderung des Hauptbetriebsplans sehen unter anderem eine Grundwasserüberwachung im Bereich des Tagebaus vor, für die 2006 zusätzlich zu der bereits bestehenden Grundwassermessstelle zwei weitere Messstellen eingerichtet und entsprechend den Vorgaben untersucht wurden. Die Ergebnisse sind dem Bericht vom 19.10.2006 zu entnehmen.

Für die Folgeuntersuchungen wurde mit Schreiben vom 09.08.2011 die Erweiterung der Untersuchungsumfanges auf die anorganischen und organischen Leitparameter; Anhang 5, Tabelle 4 des Leitfadens zu den Eckpunkten – Verfüllung von Gruben, Brüchen sowie Tagebauen veranlasst.

Aufgrund einer ehemals geplanten Grundwassernutzung im Nahbereich des Tagebaus und einer im Umfeld bestehenden Grund- und Oberflächen-

wasserbelastung durch Polyfluorierte Chemikalien PFC werden diese Parameter seit Anfang 2017 mitbestimmt.

Wegen des Verdachtes, dass die hierbei im Grundwasser der Messstelle GWM3 wiederholt festgestellten PFC-Gehalte aus einer Altverfüllung im Tagebau stammen, wurde es erforderlich, den Grundwasserzustand im Zustrom zu diesem Verdachtsbereich zu überprüfen.

Hierfür wurden in 2019 zwei weitere Grundwassermessstellen GWM4 und GWM5 im vermuteten Zustrom errichtet und bisher zusammen mit der Routineuntersuchung 2019-02 und 2020-01 beprobt und untersucht.

Vor allem für die PFC wurden hierbei erhebliche Konzentrationen in den neuen Messstellen festgestellt, woraus sich eine Eintragsquelle im Zustrom zum Sandtagebau annehmen lässt.

Zur Verifizierung des Sachverhaltes sollte aus gutachterlicher Sicht und in Abstimmung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt zeitnah weitere Beprobung durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der in diesem Zusammenhang durchgeführten Routineuntersuchung 2020-02 vom 20.04.2020 an den Grundwassermessstellen GWM1 bis GWM5 sowie eines Sickerwasservorkommens im Bereich des Tagebaus Seelach sind Gegenstand dieses Berichtes.

2 Durchgeführte Maßnahmen

2.1 Feststellung der Grundwasserruhepiegel und Ermittlung der Grundwasserfließrichtung

Bei den, im Vorfeld der Probenahmen am 20.04.2020 durchgeführten Wasserstandmessungen wurden Ruhewasserspiegellagen gemäß nachfolgender Tabelle 1 ermittelt.

Neben den Abstichwerten unter Pegeloberkante POK werden die Grundwasserstände bezogen auf Normal-Null angegeben. Zum Vergleich werden die seit 2017 gemessene Werte mit aufgeführt.

Tabelle 1: Grundwasserstände

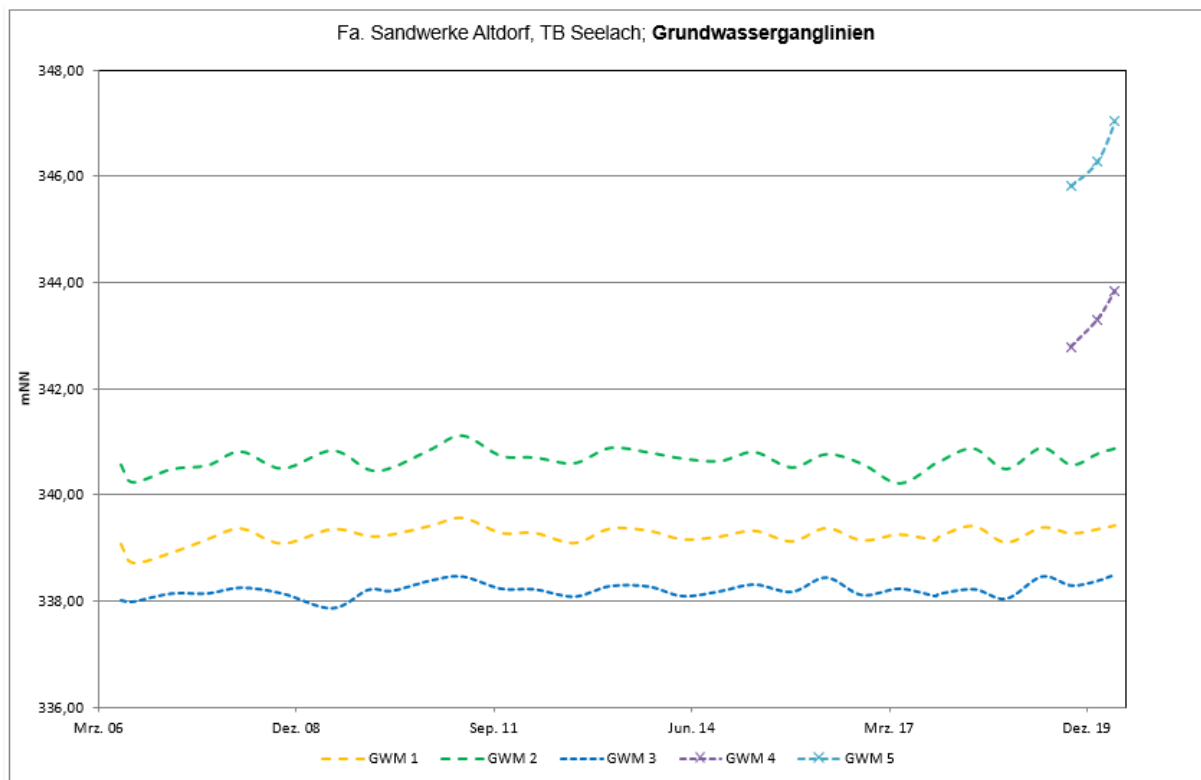
Messstelle/ Wasserstand	GWM 1 POK: 341,270 mNN	GWM 2 POK: 349,04 mNN	GWM 3 POK: 348,50 mNN	GWM 4 POK: 357,24 mNN	GWM 5 POK: 355,46 mNN
25.04.2017 [mNN]	339,26	340,22	338,22		
25.04.2017 [m u. POK]	-2,01	-8,82	-10,28		
24.10.2017 [mNN]	339,15	340,60	338,08		
24.10.2017 [m u. POK]	-2,12	-8,44	-10,42		
08.11.2017 [mNN]	339,21	340,63	338,12		
08.11.2017 [m u. POK]	-2,06	-8,41	-10,38		
02.05.2018 [mNN]	339,42	340,88	338,21		
02.05.2018 [m u. POK]	-1,85	-8,16	-10,29		
17.10.2018 [mNN]	339,11	340,49	338,03		
17.10.2018 [m u. POK]	-2,16	-8,55	-10,47		
15.04.2019 [mNN]	339,39	340,84	338,45		
15.04.2019 [m. u. POK.]	-1,88	-8,20	-10,05		
11.09.2019 [mNN]	339,28	340,57	338,28	342,78	345,81
11.09.2019 [m. u. POK.]	1,99	8,47	10,22	12,68	11,46
23.01.2020 [mNN]	339,36	340,78	338,37	343,30	346,27
23.01.2020 [m. u. POK.]	1,91	8,26	10,13	12,16	11,00
20.04.2020 [mNN]	339,43	340,88	338,49	343,85	347,03
20.04.2020 [m. u. POK.]	1,84	8,16	10,01	11,61	10,24

Die Grundwasserstände der Messstelle waren zum Probenahmetermin insgesamt höher als im Januar. Während die Anstiege in den GWM1 bis GWM3 mit 7 bis 12 cm

nur gering waren, konnte in den Zustrommesstellen GWM4 und GWM5 erneut ein starker Anstieg um 0,55 m bzw. 0,76 m beobachtet werden.

Die Differenz zwischen dem niedrigsten Grundwasserspiegel in der Messstelle GWM3 und dem höchsten gemessenen Wasserstand in GWM5 beträgt für den Probenahmetermin (20.04.2020) 7,6 m und hat sich im Vergleich zur Beprobung vom Januar um 30 cm verringert.

Zwischen den beiden Zustrom-Messstellen GWM4 und GWM5 besteht weiterhin eine deutliche Höhen-Differenz der Grundwasserstände von aktuell 3,18 m bei einer Distanz von ca. 155 m.



Die daraus resultierende Grundwasserfließrichtung ist für die Stichtagsmessung vom 20.04.2020 von Ostnordost nach Westsüdwest gerichtet. Es kann zudem

angenommen werden, dass sich die Grundwasserfließrichtung mit zunehmender Nähe zum Vorfluter in dessen Fließrichtung ausrichtet.

Auf dem Lageplan im Anhang, Anlage 2 sind die Grundwassergleichen und Richtungspfeile für den Grundwasserabstrom dargestellt.

2.2 Beprobung der Grundwasseraufschlüsse durch Pumpversuche

Die Beprobung Grundwassermessstellen erfolgte im Rahmen von Kurzpumpversuchen analog zu den bisherigen Routineuntersuchungen.

Bei einer Förderrate von 0,87 l/s wurde in der Messstelle GWM1 eine Absenkung von 12 cm erzeugt.

An der GWM2 wurde mit 0,92 l/s gepumpt. Der sich dabei einstellende Wasserspiegel betrug 8,29 m u. POK und ergab somit einen Absenkungsbetrag von ebenfalls nur 13 cm.

Mit einer Förderrate von 0,9 l/s wurde aus der Grundwassermessstelle GWM3 gepumpt. Die Absenkung war hier bei dieser Entnahmemenge mit 1,5 m deutlich stärker (vgl. Tabelle 2).

Bei GWM4 wurde ebenfalls mit 0,9 l/s gefördert und dabei eine Absenkung um 1,57 m erzeugt.

Die gleiche Förderrate ergab bei GWM5 mit 1,89 m die stärkste Absenkung auf 345,14 mNN.

Während der Grundwasserentnahme wurden am Rohwasser die Sofort-Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur und Sauerstoffgehalt ständig überprüft. Die für die Dauer der Pumpversuche geförderte Wassermenge wurde über eine Wasseruhr gemessen.

Nach einer Pumpdauer von ca. 60 Minuten wurden die Grundwasserproben aus dem Förderstrom entnommen und für die geplante Analytik konserviert bzw. stabilisiert. In nachfolgender Tabelle 2 sind die Wasserspiegellagen bezogen auf NN, die Fördermengen und die ermittelten Werte der Sofortparameter dargestellt.

Tabelle 2: Vorortparameter zur Probenahme vom 20.04.2020

Messstelle	GWM1		GWM2		GWM3		GWM4		GWM5	
Datum	20.04.2020		20.04.2020		20.04.2020		20.04.2020		20.04.2020	
Ruhewasserspiegel [mNN]	339,43		340,88		338,49		343,85		347,03	
abgesenkter Wasserspiegel [mNN]	339,31		340,75		336,99		342,28		345,14	
Absenkungsbetrag [m]	0,12		0,13		1,57		1,57		1,89	
Förderrate [l/s]	0,87		0,92		0,9		0,9		0,9	
Förderdauer [s]	3600		3600		3600		3600		3600	
Entnahmemenge gesamt [m³]	3,13		3,31		3,24		3,24		3,24	
Probe	GWM1/2020-02		GWM2/2020-02		GWM3/2020-02		GWM4/2020-02		GWM5/2020-02	
	Anfangswert	Endwert	Anfangswert	Endwert	Anfangswert	Endwert	Anfangswert	Endwert	Anfangswert	Endwert
Temperatur [°C]	10,2	10,3	9,4	9,4	10,4	10,4	8,6	8,6	10,5	10,6
pH-Wert	6,85	6,66	6,218	6,42	6,9	6,6	7,21	7,06	7,04	6,92
Leitfähigkeit [µS/cm]	368	373	219	223	1385	1423	938	929	1210	1274
Sauerstoffgehalt [mg/l]	5,0	4,7	3,8	3,4	1,2	1,7	0,5	0,0	1,9	1,3

Im Anhang, Anlage 3 befinden sich die Probenahmeprotokolle mit den zum Zeitpunkt der Probenahme aufgezeichneten Daten.

2.3 Beprobung von Oberflächen- bzw. Sickerwasser

Zusätzlich zu den Grundwassermessstellen wurde ein Oberflächenwasser beprobt.

In der Vergangenheit konnte in dem aufgelassenen Teilbereich des Tagebaus im Norden wiederholt ein Wasseraufstau teilweise über 2 m hoch beobachtet werden, der sich durch die hydro(geo)logischen Verhältnisse nicht erklären ließ.

Als im September 2019 eine Beprobung des Wassers geplant war, war die Wasser-Ansammlung nicht mehr vorhanden. Jetzt konnte festgestellt werden, dass im Südwesten der Talsenke ein Ablaufrohr im Durchmesser von ca. DN300 bis 400 vorhanden ist, das vermutlich verstopft war und für den beobachteten Wasseraufstau gesorgt hat. Der weitere Verlauf der Rohrleitung war bis dato nicht bekannt. Die erhebliche Wassermenge war zudem nicht als Niederschlagswasseransammlung plausibel.

In der Folgezeit wurde vom Personal im Tagebau beobachtet, dass es durch Wasseraustritte aus einem Rohr im Bereich der Abfahrt zur Sandsiebanlage zu starken Wasseraustritten kam, die weite Bereiche der Tagebausohle geflutet haben und dort dann versickert sind.

Im Rahmen des Grundwassermonitorings am 20.04.2020 konnte an der besagten Austrittsstelle einer Verrohrung aus dem Hangbereich ebenfalls ein Wasserabfluss beobachtet werden, der entlang des angelegten Straßengraben zu einem Aufstaubereich fließt, und dort versickert.

Zeitgleich wurde auch in der aufgelassenen Tagebausenke wieder Oberflächengewässer angetroffen. An der nördlichen, ehemaligen Grubenwand aus natürlich anstehenden quartären Sanden, konnten vermutlich ungefasste Sickerwasseraustritte beobachtet werden, die unmittelbar vor der Wand einen Tümpel bilden. Aufgrund des starken Bewuchses konnten die Sickerwasseraustritte nicht näher erkundet werden.

Der Überlauf des Beckens quert dann, als kleiner, stetig fließender Bach die Tagebausohle und tritt in die o.a. Verrohrung ein.

Es muss davon ausgegangen werden, dass es sich dabei um das Wasser handelt, das im aktuellen Tagebaubereich austritt und dort versickert.

Auf dem Lageplan, Anlage 2 wurde der o.a. Sachverhalt zur Verdeutlichung skizziert. Die Beprobung des Wassers erfolgte mittels Schöpfprobe unmittelbar vor dem Eintritt in die Verrohrung mit der Bezeichnung *Zulauf Tagebau*. Zur Vergleichbarkeit wurden ebenfalls die Parameter nach dem Eckpunktepapier Anlage 4 und 5 und zusätzlich die „Standard PFC“ (perfluorierte Carbon- und Sulfonsäuren) gem. LfU Leitlinie, Stand 04/2017 analysiert.

Die bei der Probenahme gemessenen Vor-Ort-Parameter können dem beiliegenden Probenahmeprotokoll entnommen werden. Auffällig ist auch hier die erhöhte Leitfähigkeit analog zu den Grundwässern der Messstellen GWM3, GWM4 und GWM5.

3 Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen und labortechnischen Untersuchungen

Die während der Pumpversuche entnommenen Grundwasserproben wurden entsprechend dem Leitfaden zu den Eckpunkten (Eckpunktepapier), Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen, auf die Basisparameter der Anlage 4, Tabelle 3 sowie die anorganischen und organischen Leitparameter nach Anlage 5, Tabelle 4 und zusätzlich auf Polyfluorierte Chemikalien PFC untersucht. Zur Vergleichbarkeit wurde die Schöpfprobe *Zulauf Tagebau* im gleichen Umfang analysiert.

Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse zur Probenahme vom 20.04.2020

Überschreitungen der Differenzwerte im Vergleich zum Oberstrom bzw. Überschreitungen der Differenz- bzw. Vorsorgewerte sind **gelb** und besonders auffällige Parameter **grau** hinterlegt.

Meßstelle	GWM1/2020-02 (Abstrom- pegel)	GWM2/2020-02 (Zustrom- pegel)	GWM3/2020-02 (Abstrom- pegel)	GWM4/2020-02 (Zustrom- pegel)	GWM5/2020-02 (Zustrom- pegel)	Zulauf Tagebau (Sicker- wasser)	Differenz zu Oberstrom bzw. Auslöse- schwellen- wert
Färbung	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	Verfärbung
Trübung	klar	klar	klar	klar	klar	klar	Eintrübung
Geruch	ohne Befund	ohne Befund	ohne Befund	ohne Befund	ohne Befund	ohne Befund	Deutl. Fremdgeruch
Temperatur [°C]	10,3	9,4	10,4	8,6	10,6	15,7	Deutliche Änderung
pH-Wert	6,66	6,42	6,6	7,06	6,92	7,67	± 0,3 bis 1,0
Leitfähigkeit [µS/cm]	373	223	1423	929	1274	985	+ 200
Sauerstoff, gelöst [mg/l]	4,7	3,4	1,7	0,0	1,3	5,0	-3
Säure- kapazität K _s 4,3 [mmol/l]	2,99	1,52	3,56	3,91	3,56	3,12	±1
Calzium [mg/l]	56	30	99	69	72	62	+ 20
Magnesium [mg/l]	6,9	4,4	12	5,8	6,9	4,8	+ 10
Natrium [mg/l]	9,2	7,2	200	120	190	140	+ 20
Kalium [mg/l]	7	1,8	8,7	14	11	9,0	+10
Chlorid [mg/l]	16	14	200	110	170	120	+30
Sulfat [mg/l]	17	15	210	100	170	130	+ 30
DOC [mg/l]	1,6	0,6	3,4	3,5	2,8	3,1	+ 4
Absorptions- koeffizient 254nm [m ⁻¹]	3,8	1,8	6,5	10	7,8	9,6	+ 5
AOX [µg/l]	<10	<10	67	25	15	35	+ 80
Bor [mg/l]r	0,03	0,02	3,8	1,9	3,1	2,2	+ 0,1

Fortsetzung Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse zur Probenahme vom 20.04.2020

Überschreitungen der Differenzwerte im Vergleich zum Oberstrom bzw. Überschreitungen der Differenz- bzw. Vorsorgewerte sind **gelb** und besonders auffällige Parameter **grau** hinterlegt.

Meßstelle	GWM1/2020-02 (Abstrom- pegel)	GWM2/2020-02 (Zustrom- pegel)	GWM3/2020-02 (Abstrom- pegel)	GWM4/2020-02 (Zustrom- pegel)	GWM5/2020-02 (Zustrom- pegel)	Zulauf Tagebau (Sicker- wasser)	Differenz zu Oberstrom bzw. Auslöse- schwellen- wert
Arsen [$\mu\text{g/l}$]	2	6	10	2	1	0,4	2,4
Blei [$\mu\text{g/l}$]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0,9
Cadmium [$\mu\text{g/l}$]	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,2	<0,1	0,23
Chrom, gesamt [$\mu\text{g/l}$]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2,6
Kupfer [$\mu\text{g/l}$]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	4,1
Nickel [$\mu\text{g/l}$]	< 5	< 5	10	5	7	<5	5,3
Quecksilber [$\mu\text{g/l}$]	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,075
Zink [$\mu\text{g/l}$]	<10	20	<10	<10	<10	<10	45
Cyanid, gesamt [$\mu\text{g/l}$]	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	7,5/38
Summe PAK [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	0,15
Benz(a)pyren [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	0,0075
Summe LHKW [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	15
Summe PCB [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	0,0075
PFOA	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
PFOS	< 0,01	< 0,01	0,9	0,06	0,3	> 1	0,1
Summe PFC [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter <NWG	Einzelparameter <NWG	4,1	0,26	5,0		
Quotienten- summe PFC	Einzelparameter <NWG	Einzelparameter <NWG	11,94	2,71	7,62	(11,21)	$\Sigma (C_n / SW_n) \leq 1$
Kohlen- wasserstoff- index [$\mu\text{g/l}$]	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	75
Summe BTEX- Aromaten [$\mu\text{g/l}$]	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	0,7	Einzelparameter < NWG	Einzelparameter < NWG	15

Mit den durchgeführten Analysen hat sich wieder bestätigt, dass das Grundwasser aus den neu errichteten Zustrom-Messstellen GWM4 und GWM5 hohe Stoffgehalte aufweist, die hinsichtlich des Spektrums als auch der Konzentrationen den Werten aus der Grundwassermessstelle GWM3 entsprechen.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserfließverhältnisse stellen somit die in GWM3 gemessenen Gehalte keine Differenzwertüberschreitungen dar. Als Überschreitung des Vorsorgewertes können die mit $10 \mu\text{g As/l}$ erhöhten Arsengehalte gewertet werden.

Hinsichtlich der in den Grundwasserproben untersuchten PFC-Gehalte kann festgestellt werden, dass die GWM4, die bei der Erstuntersuchung den höchsten Summengehalt aufgewiesen hat, weiter abnehmende Gehalte zeigt. Die Messstelle scheint somit nicht im direkten Abstrom zu einer Eintragsstelle für PFC zu liegen. Die GWM3 und GWM5 haben wieder in etwa die gleichen Summengehalte. Allerdings wird für den Einzelparameter PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) mit $0,9 \mu\text{g/l}$ eine um den Faktor 3 höhere Konzentration in der Abstrommessstelle GWM3 gemessen. Die Quotientensumme liegen bei 11,94 für GWM3 und 7,62 für GWM5 und stellen eine 12- bzw. fast 8-fache Schwellenwertüberschreitung dar.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation und der festgestellten (hydro-)chemischen Verhältnisse im Grundwasser, kann erneut festgestellt werden, dass die in der Grundwassermessstelle GWM3 bislang ermittelten erhöhten Stoffgehalte bereits im Zustrom zum Tagebau vorhanden sind.

Auch bei den PFC-Gehalten sind die Proben aus dem Zu- und Abstrom hinsichtlich ihrer Einzelparameter identisch.

Die im Abstrom messbare höhere Konzentration an PFOS kann zum einen durch den zeitlichen Faktor (Restbelastungen aus dem früher zulässigen Einsatz von PFOS) und zum anderen durch eine eventuelle Rück-Umwandlung des polyfluorierten Ersatzstoffes 6:2-FTS zur perfluorierten Verbindung begründet sein.

Mit der Beprobung des Oberflächen- bzw. Sickerwassers Zulauf Tagebau wurde auch eine weitere wesentliche PFC-Quelle entdeckt.

Aufgrund von enthaltenen Störstoffen konnten die PFC nur annähernd genau analysiert werden. Die PFOS-Gehalte können mit größer 1 µg/l angegeben werden. Für das in hoher Konzentration nachgewiesene Substitut war eine Quantifizierung laut Laborangabe nicht möglich. Des Weiteren zeigt das Sickerwasser im wesentlichen die gleiche Verteilung an PFC-Einzelparametern.

Durch die Versickerung im Zustrombereich zur GWM3 kann dieser Eintrag auch wesentlich zur festgestellten Belastung beitragen.

Im Anhang, Anlage 4 befinden sich die vollständigen Laborberichte mit den angewandten Prüfarten und Prüfanweisungen sowie den herangezogenen Bestimmungsgrenzen.

Anhand der seit 2006 vorliegenden halbjährlichen Grundwasseranalysen wurden für die relevanten Untersuchungsparameter bzw. für die Parameter, bei denen Messwerte über der Nachweisgrenze vorliegen, graphische Konzentrationsganglinien erstellt und zusammen mit den Grundwasserständen im Anhang, Anlage 5 dargestellt.

4 Weitere Maßnahmen

Mit der Errichtung von zwei zusätzlichen Grundwassermessstellen im Zustrom zum Quarzsandtagebau Seelach und den durchgeführten hydrogeologischen und hydrochemischen Untersuchungen 2020-02, vor allem des Sickerwasterzustroms in den Tagebau konnte nachgewiesen werden, dass die erhöhten Stoffgehalte zusammen mit den besonders relevanten PFC-Gehalten bereits im Zustrom vorhanden sind und sich in den nördlichen Bereich des Tagebaus ausbreiten.

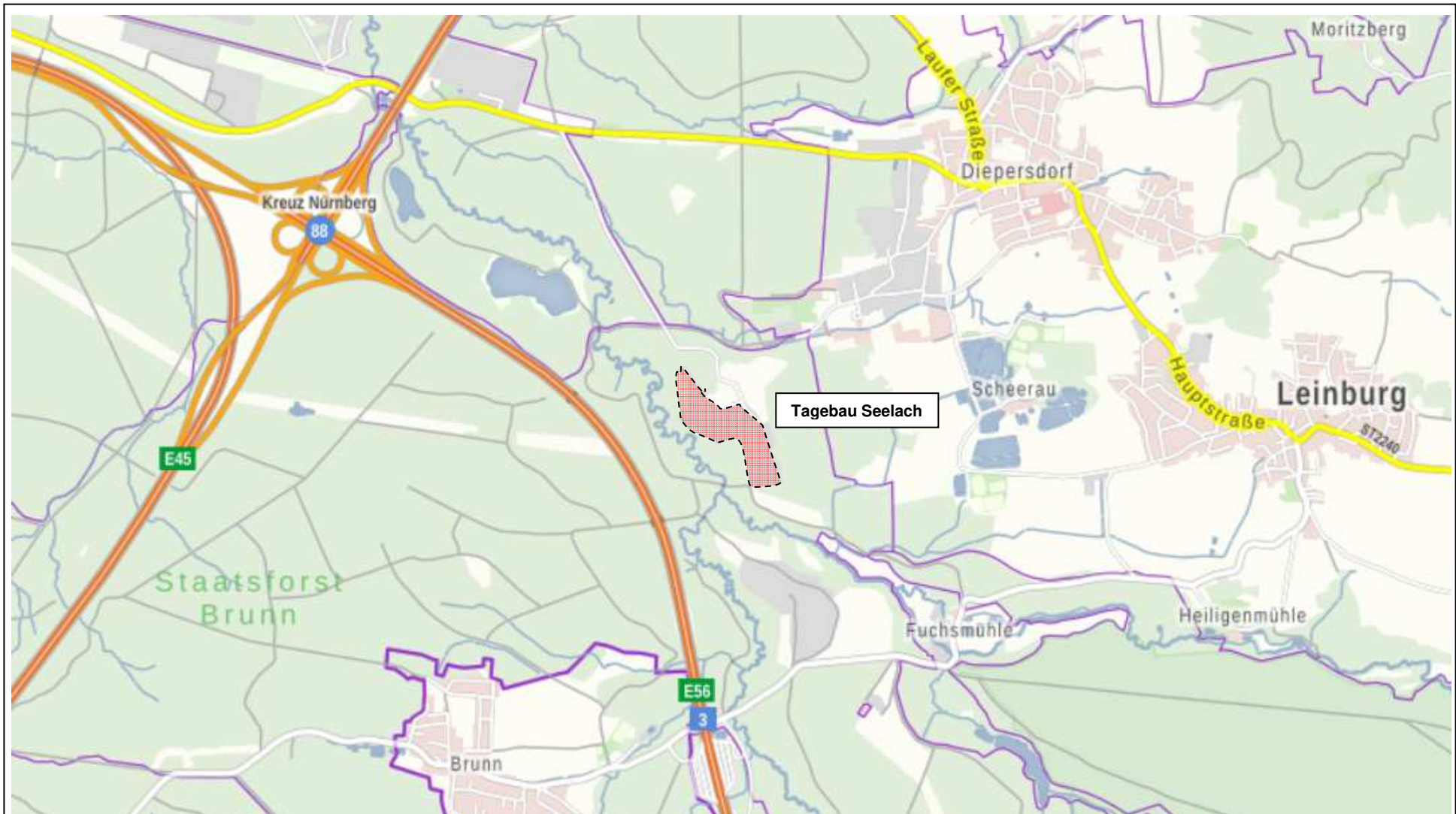
Aus gutachterlicher Sicht ist es dringend erforderlich, die Herkunft der belasteten Sickerwässer zu erkunden und den Zustrom von kontaminierten Grund- und Sickerwasser zum Tagebau zu unterbinden. Die Zuständigkeit dafür ist von behördlicher Seite festzustellen.

Die weiteren halbjährlichen Routineuntersuchung für den Tagebaubetrieb können wieder auf die ursprünglichen Messstellen GWM1 bis GWM3 reduziert werden. Aus fachgutachterlicher Sicht ist der Verdacht für eine Schadstoffherkunft aus den Fremdmaterial-Verfüllungen im Tagebau nicht weiter gegeben.

5 **Verwendete Unterlagen**

- [1] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln
- [2] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2005): Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten
- [3] BAYERISCHES LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT (2001): Merkblatt Nr. 3.8.1: Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer; München
- [4] REGIERUNG VON OBERFRANKEN – BERGAMT NORDBAYERN (2004): Bergrecht
Hauptbetriebsplan für die Gewinnung von Quarzsand mit anschließender Wiederauffüllung und Wiedernutzbarmachung der Oberfläche im Tagebau „Seelach“, Forstbezirk „Seelach“, Landkreis Nürnberger Land der Firma Sandwerke Altdorf OHG, Nürnberg
- [5] BAYERISCHES GEOL. LANDESAMT (1968): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 6533 Röthenbach a. d. Pegnitz, mit Erläuterungen; München
- [6] HEKA TECHNIK GMBH (2020): Bericht über die Durchführung von Pumpversuchen und Grundwasserkontrolluntersuchungen auf dem Gelände des Tagebaus Seelach, Routineuntersuchung 2020-01, unveröffentlicht, Pegnitz
- [7] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2017): Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden
- [8] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2017): Bericht zu perfluorierten Verbindungen; Reduzierung/Vermeidung, Regulierung und Grenzwerte, einheitliche Analyse- und Messverfahren für fluororganische Verbindungen

Anlagen



<p>Planbezeichnung: Übersichtslageplan</p>	<p>Projekt: Grundwassermonitoring Tagebau Seelach</p>	<p>Auftraggeber: Sandwerke Altdorf oHG Haimendorfer Straße 54 90571 Schwaig</p>	<p>Entwurfsverfasser: heka technik GmbH St. Joseph Str. 18 91257 Pegnitz</p>	<p>Anlage: 1</p>
---	--	--	---	-----------------------------



<p>Planbezeichnung: Lageplan (Luftbild) mit Ansatzpunkten für Grundwassermessstellen</p>	<p>Projekt: Grundwassermonitoring 2020-02 Sandtagebau „Seelach“</p>	<p>Datum: 20.04.2020</p>	<p>Auftraggeber: Fa. Sandwerke Altdorf OHG Haimendorfer Straße 54 90571 Schwaig</p>	<p>Entwurfsverfasser: heka technik GmbH St. Joseph Str. 18 91257 Pegnitz</p>	<p>Anlage: 2</p>
---	--	-------------------------------------	--	---	-----------------------------

Anlage 3

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	PV zum Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	GWM 1 Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle	POK: 341,27 m ü. NN	
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: Uhr PV-Ende: Uhr (Probenahme)	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, GWM1/2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme:		
Probengewinnung	Pumpe	
Probenahmegerät	Grundfos SQ1	
Schüttung/Förderstrom l/sec	0,87 l/sec.	
Förderdauer sec	3600 sec.	
Fördervolumen	3,132 m³	
Entnahmetiefe	8,50 m. u. POK	332,77 m ü. NN
Ruhewasserspiegel	1,84 m. u. POK	339,43 m ü. NN
abgesenkter Wasserspiegel	1,96 m. u. POK	339,31 m ü. NN
Vor-Ort-Parameter:	Beginn (nach ca. 5 min)	Ende (vor Probenahme)
	Färbung: farblos	Färbung: farblos
	Trübung: klar	Trübung: klar
	Geruch: ohne Befund	Geruch: ohne Befund
	pH: 6,85	pH: 6,66
	Lf: 368 µS/cm	Lf: 373 µS/cm
	O₂: 5,0 mg/l	O₂: 4,7 mg/l
	T: 10,2 °C	T: 10,3 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	PV zum Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	GWM 2 Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle	POK: 349,04 m ü. NN	
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: PV-Ende:	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, GWM2/2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme:		
Probengewinnung	Pumpe	
Probenahmegerät	Grundfos SQ1	
Schüttung/Förderstrom	0,92 l/sec.	
Förderdauer	3600 sec.	
Fördervolumen	3,312 m³	
Entnahmetiefe	12,00 m. u. POK	337,04 m ü. NN
Ruhewasserspiegel	8,16 m. u. POK	340,88 m ü. NN
abgesenkter Wasserspiegel	8,29 m. u. POK	340,75 m ü. NN
Vor-Ort-Parameter:	Beginn (nach ca. 5 min)	Ende (vor Probenahme)
	Färbung: farblos	Färbung: farblos
	Trübung: klar	Trübung: klar
	Geruch: ohne Befund	Geruch: ohne Befund
	pH: 6,21	pH: 6,42
	Lf: 219 µS/cm	Lf: 223 µS/cm
	O₂: 3,8 mg/l	O₂: 3,4 mg/l
	T: 9,4 °C	T: 9,4 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	PV zum Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	GWM 3 Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle	POK: 348,50 m ü. NN	
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: PV-Ende:	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, GWM3/2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme:		
Probengewinnung	Pumpe	
Probenahmegerät	Grundfos SQ1	
Schüttung/Förderstrom	0,90 l/sec.	
Förderdauer	3600 sec.	
Fördervolumen	3,24 m³	
Entnahmetiefe	13,00 m. u. POK	335,50 m ü. NN
Ruhewasserspiegel	10,01 m. u. POK	338,49 m ü. NN
abgesenkter Wasserspiegel	11,51 m. u. POK	336,99 m ü. NN
Vor-Ort-Parameter:	35	Ende (vor Probenahme)
	Färbung: farblos	Färbung: farblos
	Trübung: klar	Trübung: klar
	Geruch: ohne Befund	Geruch: ohne Befund
	pH: 6,9	pH: 6,60
	Lf: 1385 µS/cm	Lf: 1423 µS/cm
	O₂: 1,2 mg/l	O₂: 1,7 mg/l
	T: 10,4 °C	T: 10,4 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	PV zum Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	GWM 4 Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle	POK: 355,46 m ü. NN	
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: PV-Ende:	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, GWM4/2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme:		
Probengewinnung	Pumpe	
Probenahmegerät	Grundfos SQ1	
Schüttung/Förderstrom	0,90 l/sec.	
Förderdauer	3600 sec.	
Fördervolumen	3,24 m³	
Entnahmetiefe	16,00 m. u. POK	339,46 m ü. NN
Ruhewasserspiegel	11,61 m. u. POK	343,85 m ü. NN
abgesenkter Wasserspiegel	13,18 m. u. POK	342,28 m ü. NN
Vor-Ort-Parameter:	Beginn (nach ca. 5 min)	Ende (vor Probenahme)
	Färbung: schwach hellbraun	Färbung: farblos
	Trübung: schwach	Trübung: klar
	Geruch: ohne Befund	Geruch: ohne Befund
	pH: 7,21	pH: 7,06
	Lf: 938 µS/cm	Lf: 929 µS/cm
	O₂: 0,5 mg/l	O₂: 0,0 mg/l
	T: 8,6 °C	T: 8,6 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	PV zum Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	GWM 5 Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle	POK: 357,27 m ü. NN	
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: PV-Ende:	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, GWM5/2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme:		
Probengewinnung	Pumpe	
Probenahmegerät	Grundfos SQ1	
Schüttung/Förderstrom	0,90 l/sec.	
Förderdauer	3600 sec.	
Fördervolumen	3,24 m³	
Entnahmetiefe	18,00 m. u. POK	339,27 m ü. NN
Ruhewasserspiegel	10,24 m. u. POK	347,03 m ü. NN
abgesenkter Wasserspiegel	12,13 m. u. POK	345,14 m ü. NN
Vor-Ort-Parameter:	Beginn (nach ca. 5 min)	Ende (vor Probenahme)
	Färbung: schwach hellbraun	Färbung: farblos
	Trübung: schwach hellbraun	Trübung: klar
	Geruch: ohne Befund	Geruch: ohne Befund
	pH: 7,04	pH: 6,92
	Lf: 1210 µS/cm	Lf: 1274 µS/cm
	O₂: 1,9 mg/l	O₂: 1,3 mg/l
	T: 10,5 °C	T: 10,6 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

PROBENAHMEPROTOKOLL GRUNDWASSER

Anlass der PN (Veranlasser)	Grundwassermonitoring 2020-02	
Ort/ Landkreis/ Betrieb o.dgl. (Flurstück, Lage)	Tagebau Seelach, Forstamtsbezirk Seelach, Lkr. Nürnberger Land Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Haimendorfer Straße 54, 90571 Schwaig	
Bezeichnung der Mess- /Entnahmestelle	Oberflächenwasser Zulauf zum Tagebau Durchmesser 125 mm	
Lage der Messstelle		
Datum, Uhrzeit (Beginn, Ende)	20.04.2020 PV-Beginn: PV-Ende:	
Kennzeichnung der Probe	SW Altdorf, TB Seelach, Tagebau Zulauf 2020-02	
Probenehmer	heka technik GmbH, Achim Kappes (Dipl. Geol.)/ Herr Jochen Wendt	
Probenahme: Probengewinnung Probenahmegerät Schüttung/Förderstrom Förderdauer Fördervolumen Entnahmetiefe Ruhewasserspiegel abgesenkter Wasserspiegel	Schöpfprobe 0 m³ 0,00 m ü. NN 0,00 m ü. NN 0,00 m ü. NN	
Vor-Ort-Parameter:	Beginn (nach ca. 5 min) Färbung: Trübung: Geruch: pH: Lf: O₂: T:	Ende (vor Probenahme) Färbung: farblos Trübung: klar Geruch: ohne Befund pH: 7,67 Lf: 985 µS/cm O₂: 5,0 mg/l T: 15,7 °C
Bemerkungen zur Probenahme	Behältersatz lt. Lieferung Labor	
Zeugen	Jochen Wendt	
Voruntersuchungen mit Ergebnis		
Probenüberführung und Lagerung (Vorbehandlung, Kühlung)	Gekühlt	
Untersuchungslabor	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 1 84079 Bruckberg	
Sonstige Bemerkungen		
Hinweise zur Untersuchungsstelle		
Ort, Datum, Unterschrift	Seelach, 20.04.2020, Achim Kappes (Dipl. Geol.)	

Anlage 4

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

HEKA Technik GmbH Geo, Umwelt- und Verfahrenstechnik
St. Joseph Str. 18
91257 Pegnitz

Datum 12.05.2020
Kundennr. 27061309
Auftragsnr. 3007372 / 2

PRÜFBERICHT

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Auftraggeber	27061309 HEKA Technik GmbH Geo, Umwelt- und Verfahrenstechnik		
Auftragsbezeichnung	Fa. Sandwerke Altdorf oHG, Tagebau Seelach		
Probeneingang	20.04.20	Probenehmer	Keine Angabe

Sehr geehrte Damen und Herren,

bei der Probe "Zulauf Tagebau/2020-02" konnte der Parameter (6:2FTS) 1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure aufgrund von Matrixeffekten nicht gemessen werden.

Bei dem Parameter (PFOS) Perfluorooctansulfonsäure kann nur ein Messwert von >1 µg/l übermittelt werden.

Dieser Prüfbericht, Version 2, ersetzt alle vorhergehende Prüfberichte. Bitte vernichten Sie alle vorherigen Befundversionen. Änderungen beziehen sich auf die Proben 265405 / 265406 / 265407 / 265408 / 265409 / 265411

Mit freundlichen Grüßen

AGROLAB Labor GmbH, Julian Stahn, Tel. 08765/93996-400
serviceteam1.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765) 93996-28
www.agrolab.de

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Analysennr.	Probenbezeichnung	Probenahme
265405	GWM1/2020-02	20.04.2020
265406	GWM2/2020-02	20.04.2020
265407	GWM3/2020-02	20.04.2020
265408	GWM4/2020-02	20.04.2020
265409	GWM5/2020-02	20.04.2020

Einheit	265405 / 2 GWM1/2020-02	265406 / 2 GWM2/2020-02	265407 / 2 GWM3/2020-02	265408 / 2 GWM4/2020-02	265409 / 2 GWM5/2020-02
---------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Angaben zur Messstelle

Entnahmestelle	GWM 1 Seelach	GWM 2 Seelach	GWM 3 Seelach	GWM 1 Seelach	GWM 1 Seelach
.					

Physikalische Parameter

Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	388	268	1470	959	1290
SAK 254 nm	m-1	3,8	1,8	6,5	10	7,8

Kationen

Calcium (Ca)	mg/l	56	30	99	69	72
Kalium (K)	mg/l	7,0	1,8	8,7	14	11
Magnesium (Mg)	mg/l	6,9	4,4	12	5,8	6,9
Natrium (Na)	mg/l	9,2	7,2	200	120	190

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	16	14	200	110	170
Sulfat (SO ₄)	mg/l	17	15	210	100	170
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	2,99	1,52	3,65	3,91	3,56
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Anorganische Bestandteile

Arsen	mg/l	0,002	0,006	0,010	0,002	0,001
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bor (B)	mg/l	0,03	0,02	3,8 ^{va)}	1,9 ^{va)}	3,1 ^{va)}
Cadmium	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001
Chrom	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	<0,005	0,01	0,005	0,007
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Zink (Zn)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Summarische Parameter

AOX	mg/l	<0,010	<0,010	0,067	0,025	0,015
DOC	mg/l	1,6	0,6	3,4	3,5	2,8
Kohlenwasserstoff-Index (C10-C40)	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Leichtflüchtige Komponenten

1,1 - Dichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichlorethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tribrommethan	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1
Dibromchlormethan	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Analyse-nr.	Probenbezeichnung	Probenahme
265411	Zulauf Tagebau/2020-02	20.04.2020

Einheit **265411 / 2**
Zulauf Tagebau/2020-02

Angaben zur Messstelle

Entnahmestelle	--
.	--

Physikalische Parameter

Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	981
SAK 254 nm	m-1	9,6

Kationen

Calcium (Ca)	mg/l	62
Kalium (K)	mg/l	9,0
Magnesium (Mg)	mg/l	4,8
Natrium (Na)	mg/l	140

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	120
Sulfat (SO ₄)	mg/l	130
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,12
Cyanide ges.	mg/l	<0,005

Anorganische Bestandteile

Arsen	mg/l	0,004
Blei (Pb)	mg/l	<0,001
Bor (B)	mg/l	2,2^{va)}
Cadmium	mg/l	<0,0001
Chrom	mg/l	<0,001
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,10
Zink (Zn)	mg/l	<0,01

Summarische Parameter

AOX	mg/l	0,035
DOC	mg/l	3,1
Kohlenwasserstoff-Index (C10-C40)	mg/l	<0,1

Leichtflüchtige Komponenten

1,1 - Dichlorethen	µg/l	<0,5
1,1-Dichlorethan	µg/l	<0,5
Tribrommethan	µg/l	<1
Dibromchlormethan	µg/l	<1

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Einheit	265405 / 2 GWM1/2020-02	265406 / 2 GWM2/2020-02	265407 / 2 GWM3/2020-02	265408 / 2 GWM4/2020-02	265409 / 2 GWM5/2020-02
Leichtflüchtige Komponenten					
Bromdichlormethan	µg/l	<1	<1	<1	<1
Dichlormethan	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-Dichlorethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlormethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrachlormethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
LHKW - Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Toluol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-Xylol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cumol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Styrol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
Mesitylen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
n-Propylbenzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-Ethyltoluol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
p,m-Ethyltoluol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
BTEX - Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	0,7 ^{x)}
Polyaromatische Kohlenwasserstoffe					
Naphthalin	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Phenanthren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Anthracen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranthren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pyren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chrysen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (0)8765) 93996-28
 www.agrolab.de

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Einheit **265411 / 2**
 Zulauf Tagebau/2020-02

Leichtflüchtige Komponenten

Bromdichlormethan	µg/l	<1
Dichlormethan	µg/l	<1,0
1,2-Dichlorethan	µg/l	<0,5
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,5
Trichlormethan	µg/l	<0,5
Tetrachlormethan	µg/l	<0,5
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<0,5
Trichlorethen	µg/l	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	<0,5
LHKW - Summe	µg/l	n.b.
Benzol	µg/l	<0,5
Toluol	µg/l	<0,5
Ethylbenzol	µg/l	<0,5
m,p-Xylol	µg/l	<0,5
o-Xylol	µg/l	<0,5
Cumol	µg/l	<0,5
Styrol	µg/l	<0,5
Mesitylen	µg/l	<0,5
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	<0,5
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	<0,5
n-Propylbenzol	µg/l	<0,5
o-Ethyltoluol	µg/l	<0,5
p,m-Ethyltoluol	µg/l	<0,5
BTEX - Summe	µg/l	n.b.

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	µg/l	<0,01
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,05
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,05
Acenaphthylen	µg/l	<0,01
Acenaphthen	µg/l	<0,01
Fluoren	µg/l	<0,01
Phenanthren	µg/l	<0,01
Anthracen	µg/l	<0,01
Fluoranthren	µg/l	<0,01
Pyren	µg/l	<0,01
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,01
Chrysen	µg/l	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,01
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,01

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.



Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Einheit	265405 / 2 GWM1/2020-02	265406 / 2 GWM2/2020-02	265407 / 2 GWM3/2020-02	265408 / 2 GWM4/2020-02	265409 / 2 GWM5/2020-02
Polyaromatische Kohlenwasserstoffe					
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Naphthalin/Methylnaph.-Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
PAK nach EPA	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
PAK Summe (15 Parameter)	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Polychlorierte Biphenyle (PCB)					
PCB (28)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (52)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (101)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (118)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (138)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (153)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB (180)	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB-Summe	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Perfluorierte Verbindungen (PFC)					
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	<0,01	<0,01	0,9 ^{va)}	0,06
Perfluorooctansulfonamid (PFOSA)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure (6:2FTS)	µg/l	<0,01	<0,01	2,5 ^{va)}	<2,0 ^{pe)}
Perfluorbutansäure (PFBA)	µg/l	<0,01	<0,01	0,07	<0,01
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Perfluordekansäure (PFDA)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	<0,01	<0,01	0,1	0,09
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	<0,01	<0,01	0,2	0,08
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Perfluormonansäure (PFNA)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Perfluorooctansäure (PFOA)	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Perfluorpentansäure (PFPeA)	µg/l	<0,01	<0,01	0,3 ^{va)}	0,02
Summe PFC	µg/l	n.b.	n.b.	4,1 ^{x)}	0,26 ^{x)}

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Einheit **265411 / 2**
 Zulauf Tagebau/2020-02

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe

Benzo(a)pyren	µg/l	<0,001
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,01
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,01
Naphthalin/Methylnaph.-Summe	µg/l	n.b.
PAK nach EPA	µg/l	n.b.
PAK Summe (15 Parameter)	µg/l	n.b.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

PCB (28)	µg/l	<0,001
PCB (52)	µg/l	<0,001
PCB (101)	µg/l	<0,001
PCB (118)	µg/l	<0,001
PCB (138)	µg/l	<0,001
PCB (153)	µg/l	<0,001
PCB (180)	µg/l	<0,001
PCB-Summe	µg/l	n.b.

Perfluorierte Verbindungen (PFC)

Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/l	>1,0
Perfluorooctansulfonamid (PFOSA)	µg/l	<0,01
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	µg/l	<0,01
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure (6:2FTS)	µg/l	n.a.
Perfluorbutansäure (PFBA)	µg/l	0,03
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	<0,01
Perfluordekansäure (PFDA)	µg/l	<0,01
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	0,1
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	0,1
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/l	<0,01
Perfluomonansäure (PFNA)	µg/l	<0,01
Perfluorooctansäure (PFOA)	µg/l	<0,01
Perfluorpentansäure (PFPeA)	µg/l	0,1
Summe PFC	µg/l	--

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

pe) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte eine Veränderung des Verhältnisses von Probenmenge zum Extraktionsmittel erforderten.

va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de

Auftrag 3007372 / 2 Wasser

Beginn der Prüfungen: 21.04.2020
Ende der Prüfungen: 04.05.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Julian Stahn, Tel. 08765/93996-400
serviceteam1.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Methodenliste

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter: PCB-Summe LHKW - Summe Naphthalin/Methylnaph.-Summe PAK nach EPA
PAK Summe (15 Parameter) BTEX - Summe Summe PFC

DIN EN ISO 10301 : 1997-08: 1,1 - Dichlorethen 1,1-Dichlorethan Tribrommethan Dibromchlormethan Bromdichlormethan
Dichlormethan 1,2-Dichlorethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan
Tetrachlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen Tetrachlorethen

DIN EN ISO 12846 : 2012-08: Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14403 : 2002-07: Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02: Arsen Blei (Pb) Bor (B) Cadmium Calcium (Ca) Chrom Kalium (K) Kupfer (Cu) Magnesium (Mg)
Natrium (Na) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN ISO 9377-2 : 2001-07: Kohlenwasserstoff-Index (C10-C40)

DIN EN ISO 9562 : 2005-02: AOX

DIN EN 1484 : 1997-08: DOC

DIN EN 27888 : 1993-11: Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)

DIN ISO 15923-1 : 2014-07: Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-3 : 2005-07: SAK 254 nm

DIN 38407-3 : 1998-07: PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38407-39 : 2011-09: Naphthalin 1-Methylnaphthalin 2-Methylnaphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren
Anthracen Fluoranthren Pyren Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren
Benzo(a)pyren Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

DIN 38407-42 : 2011-03: Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) Perfluorooctansulfonamid (PFOSA) Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure (6:2FTS) Perfluorbutansäure (PFBA) Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Perfluordekansäure (PFDA) Perfluorheptansäure (PFHpA) Perfluorhexansäure (PFHxA)
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) Perfluormonansäure (PFNA) Perfluorooctansäure (PFOA)
Perfluorpentansäure (PFPeA)

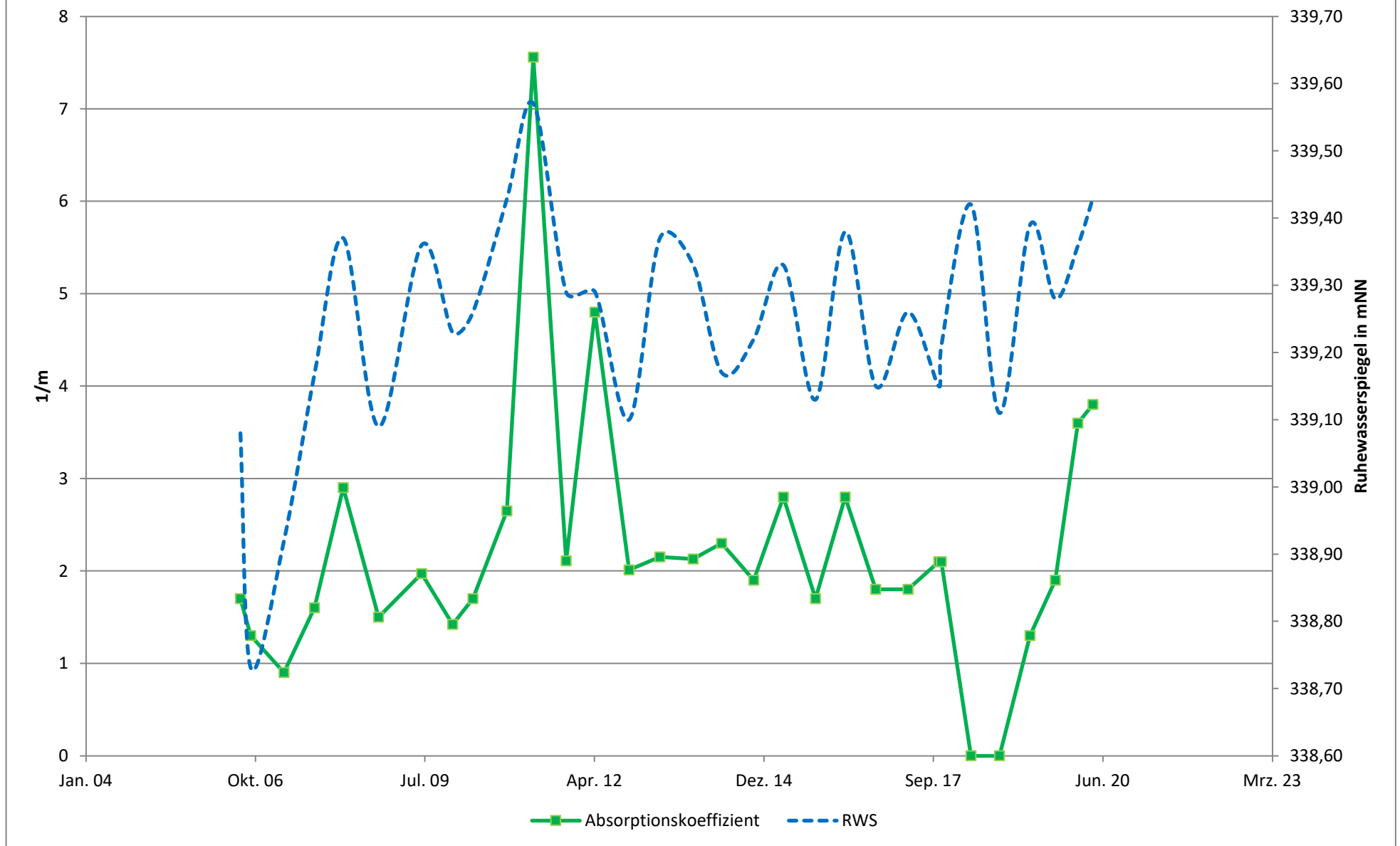
DIN 38407-9 : 1991-05: Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol Mesitylen 1,2,3-Trimethylbenzol
1,2,4-Trimethylbenzol n-Propylbenzol o-Ethyltoluol p,m-Ethyltoluol

DIN 38409-7-2 : 2005-12: Säurekapazität bis pH 4,3

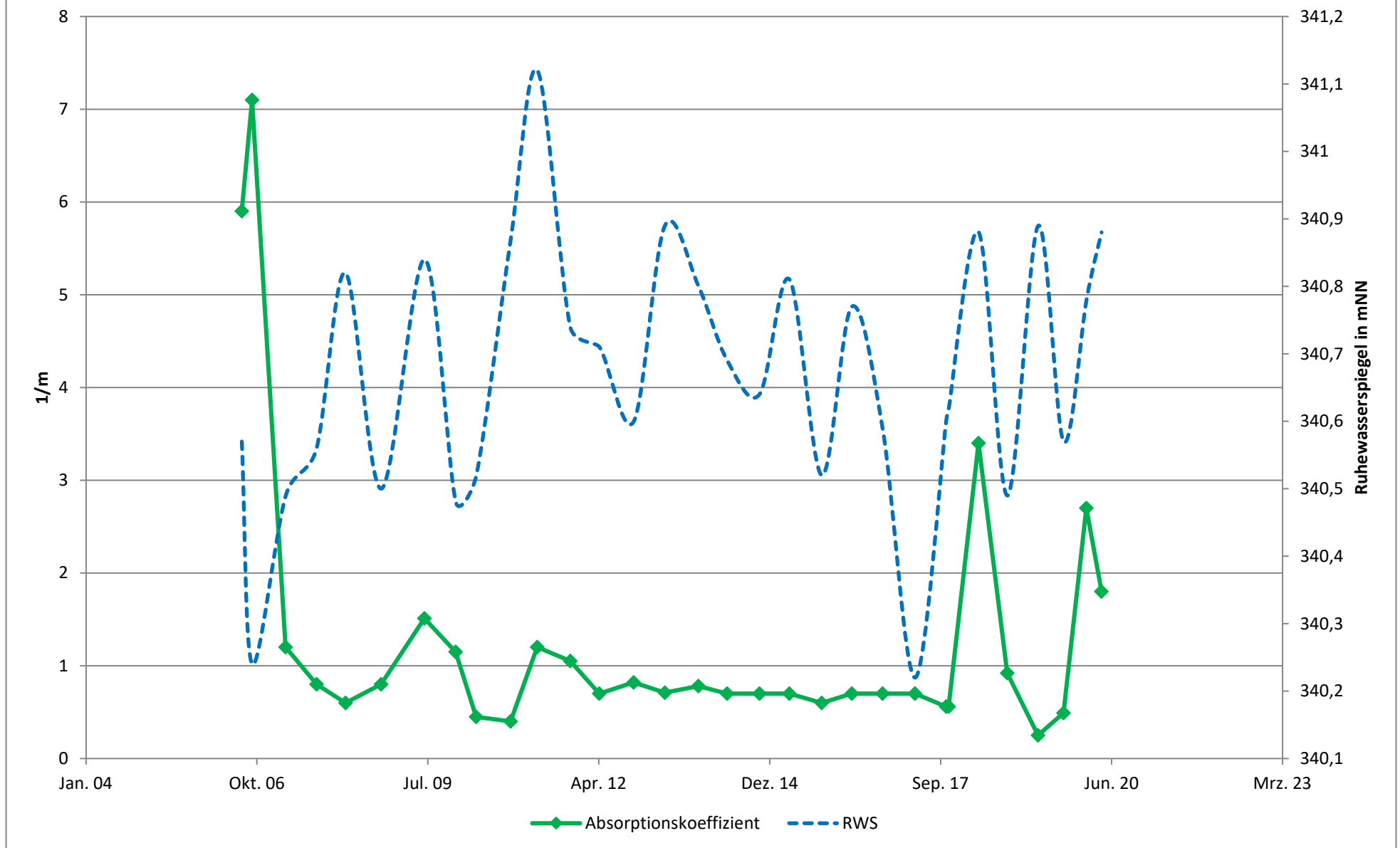
Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Anlage 5

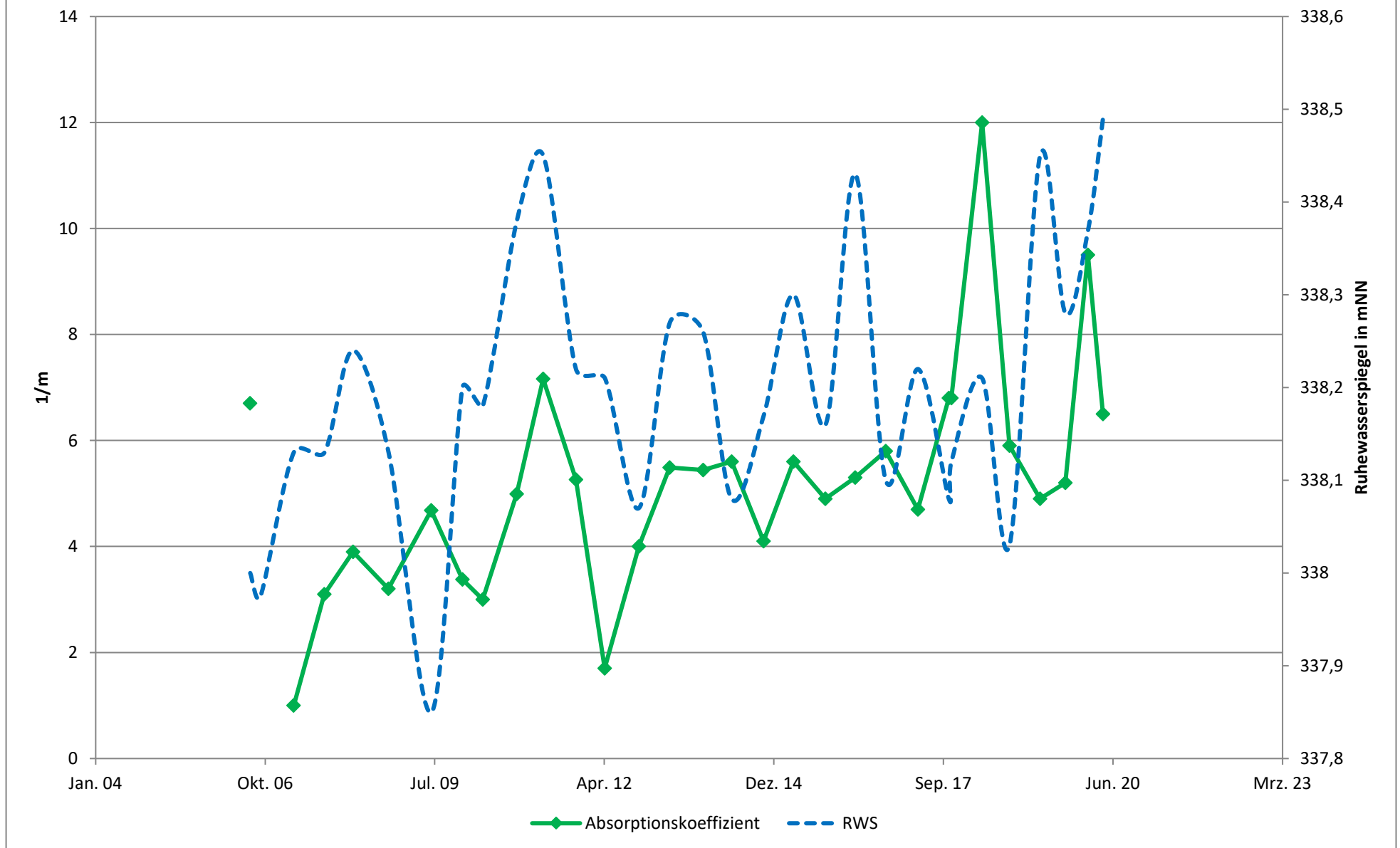
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Absorptionskoeffizient 254 nm, Ruhewasserspiegel**



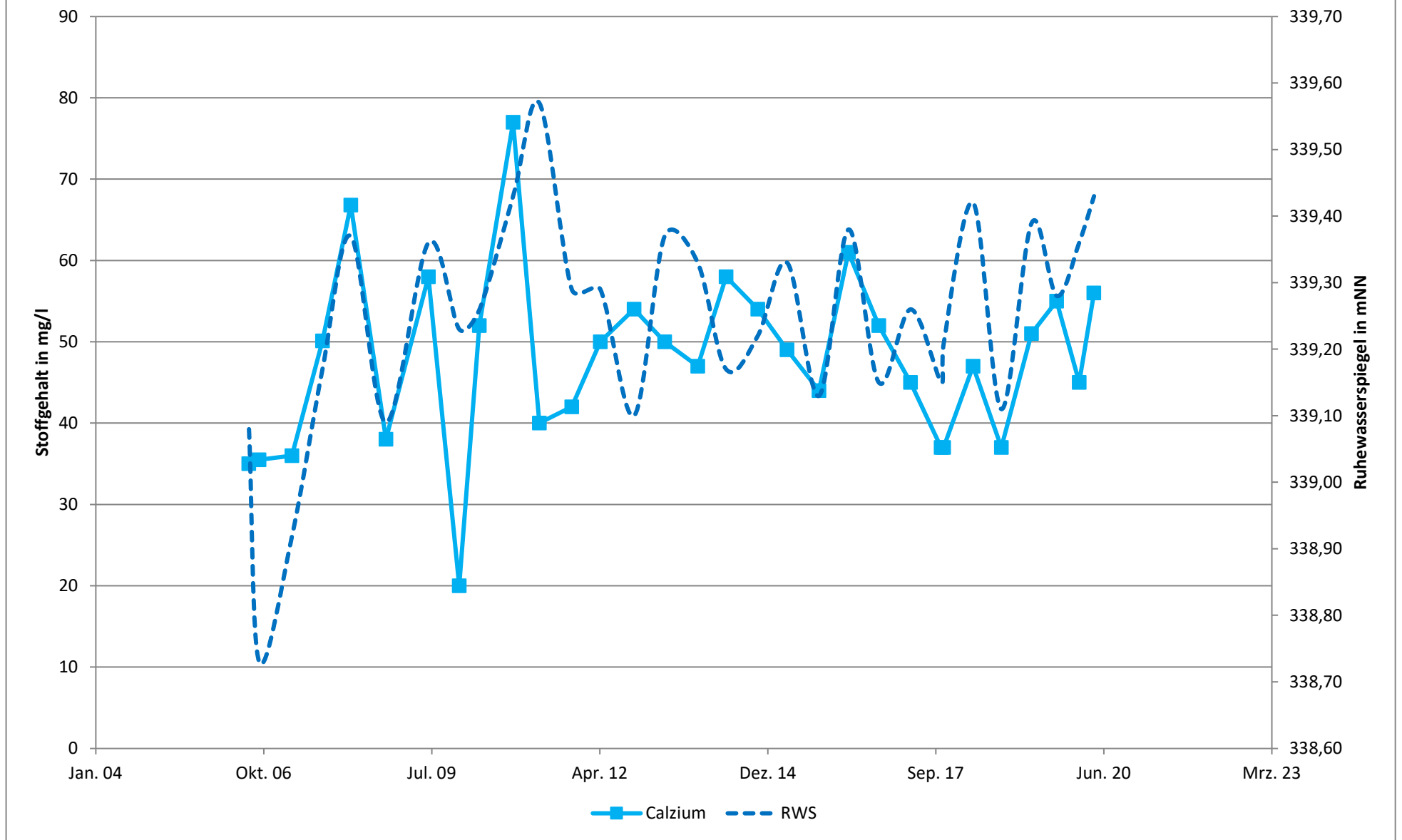
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Absorptionskoeffizient 254 nm, Ruhewasserspiegel**



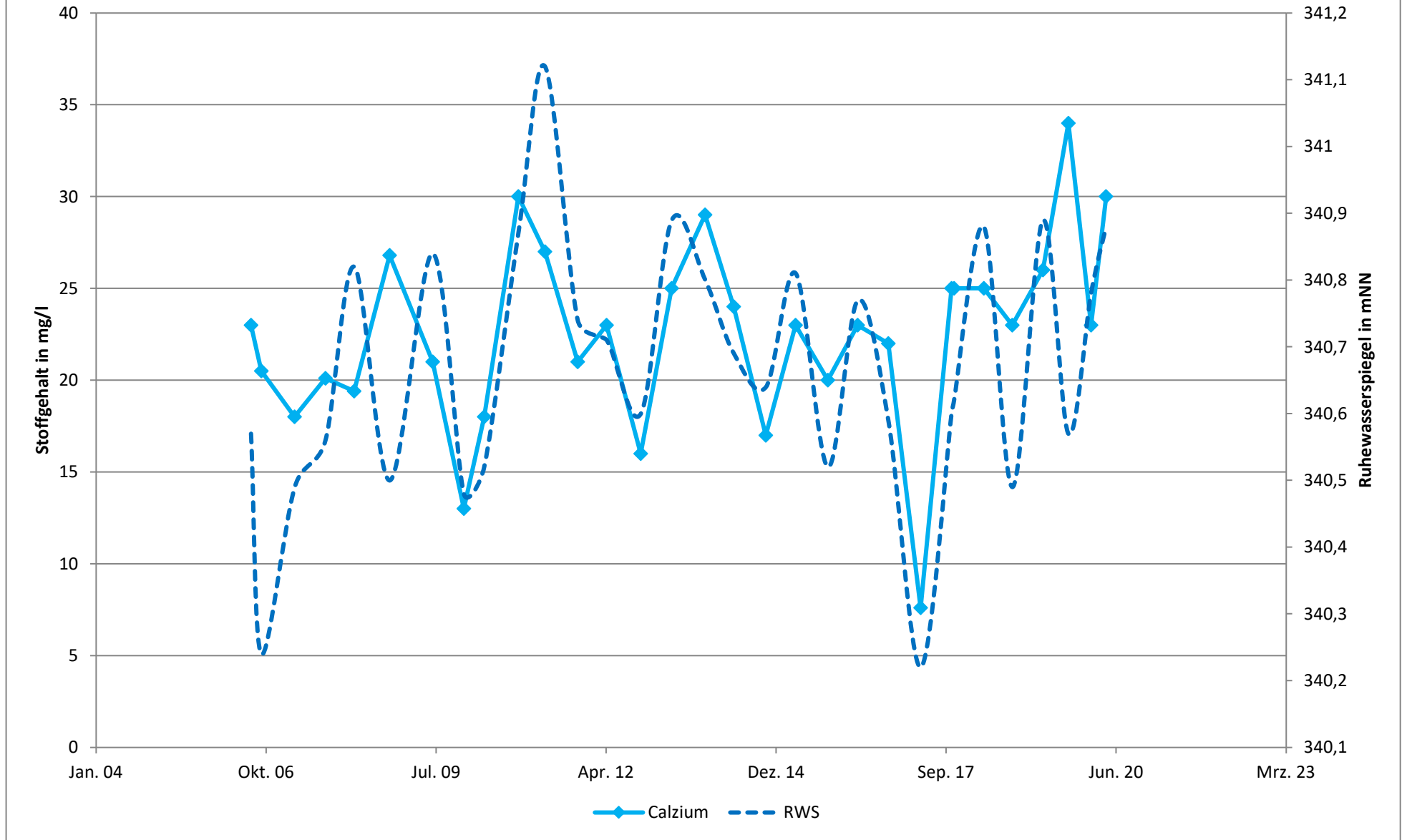
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Absorptionskoeffizient 254 nm, Ruhewasserspiegel**



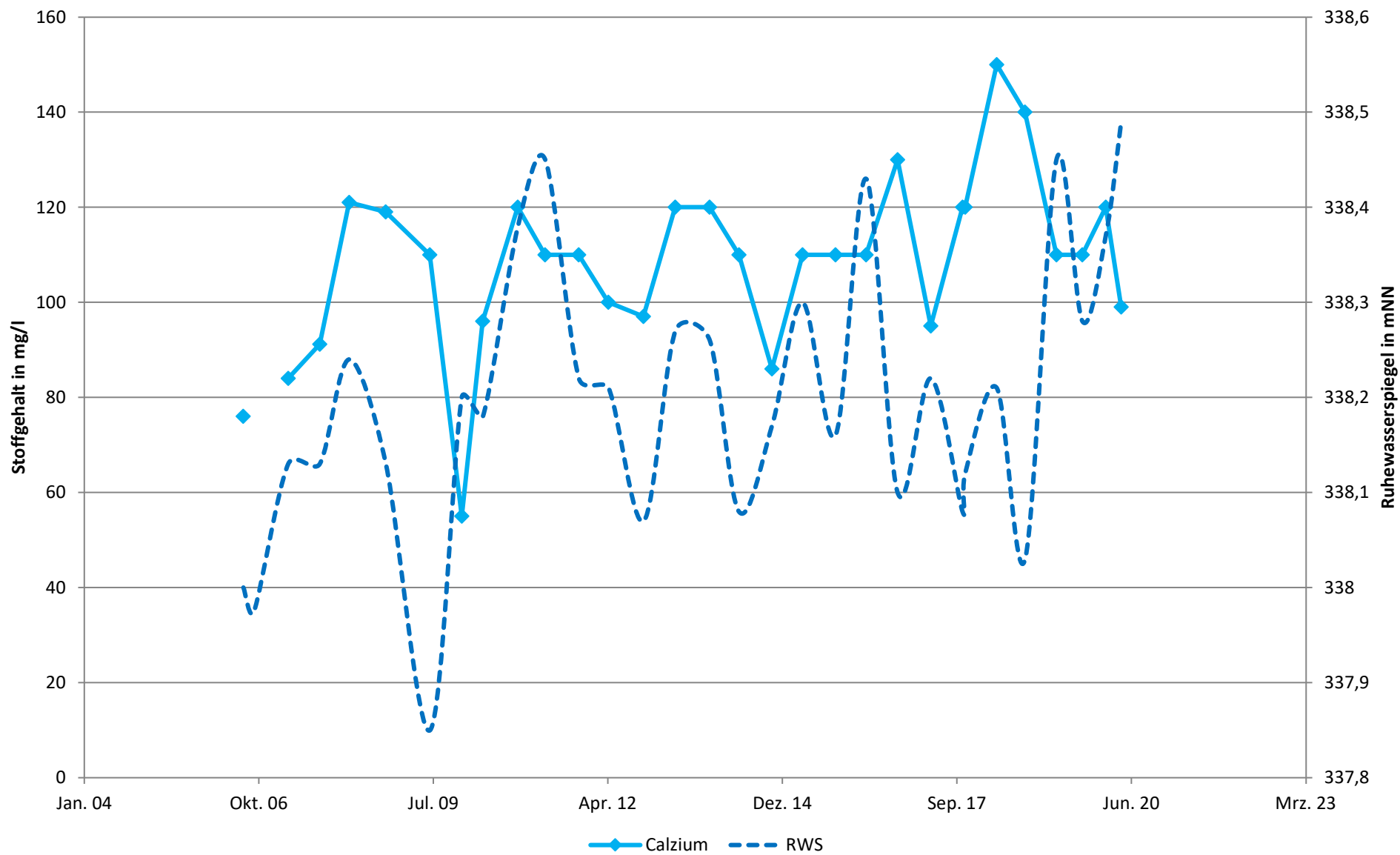
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Calcium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



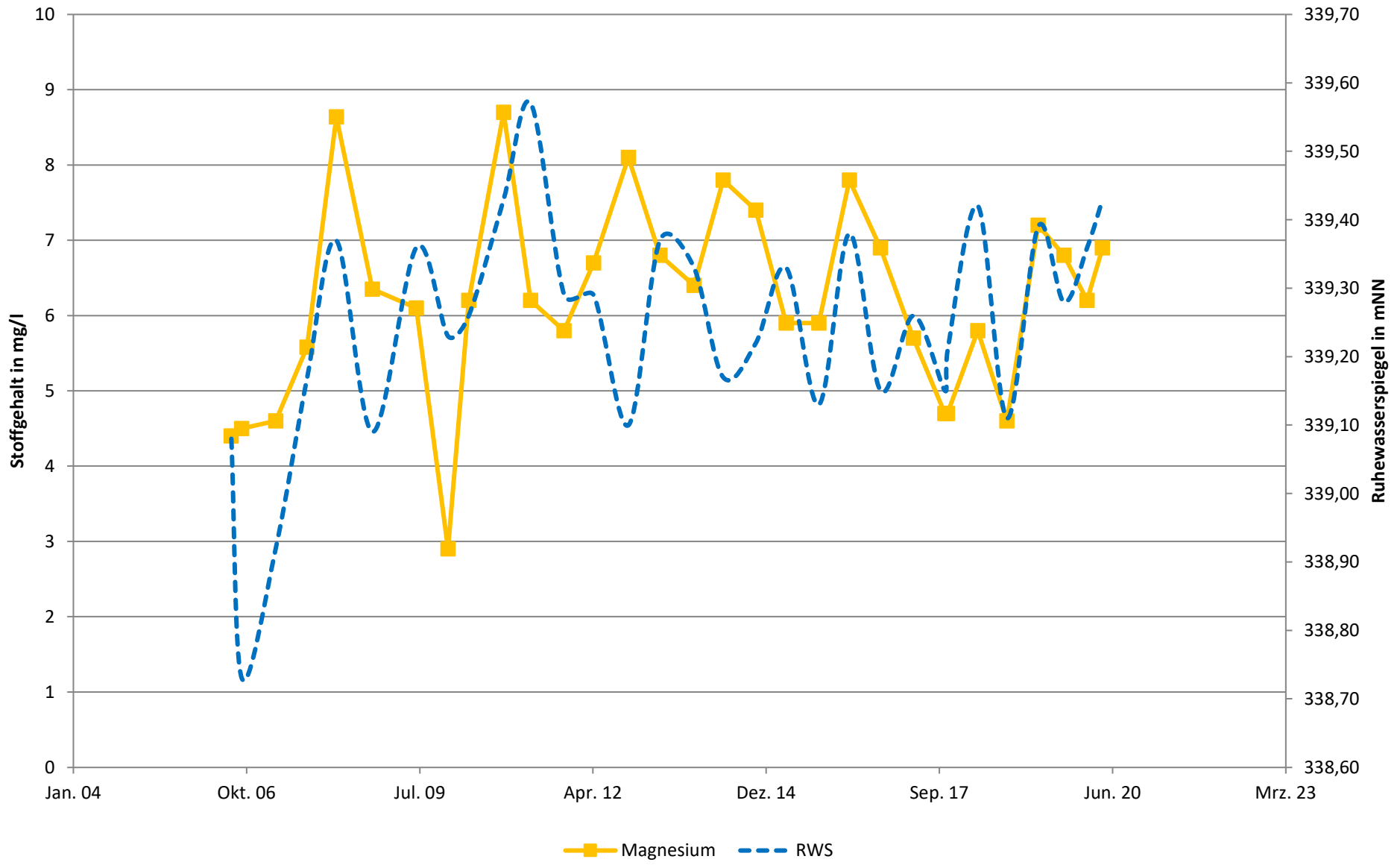
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Calcium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



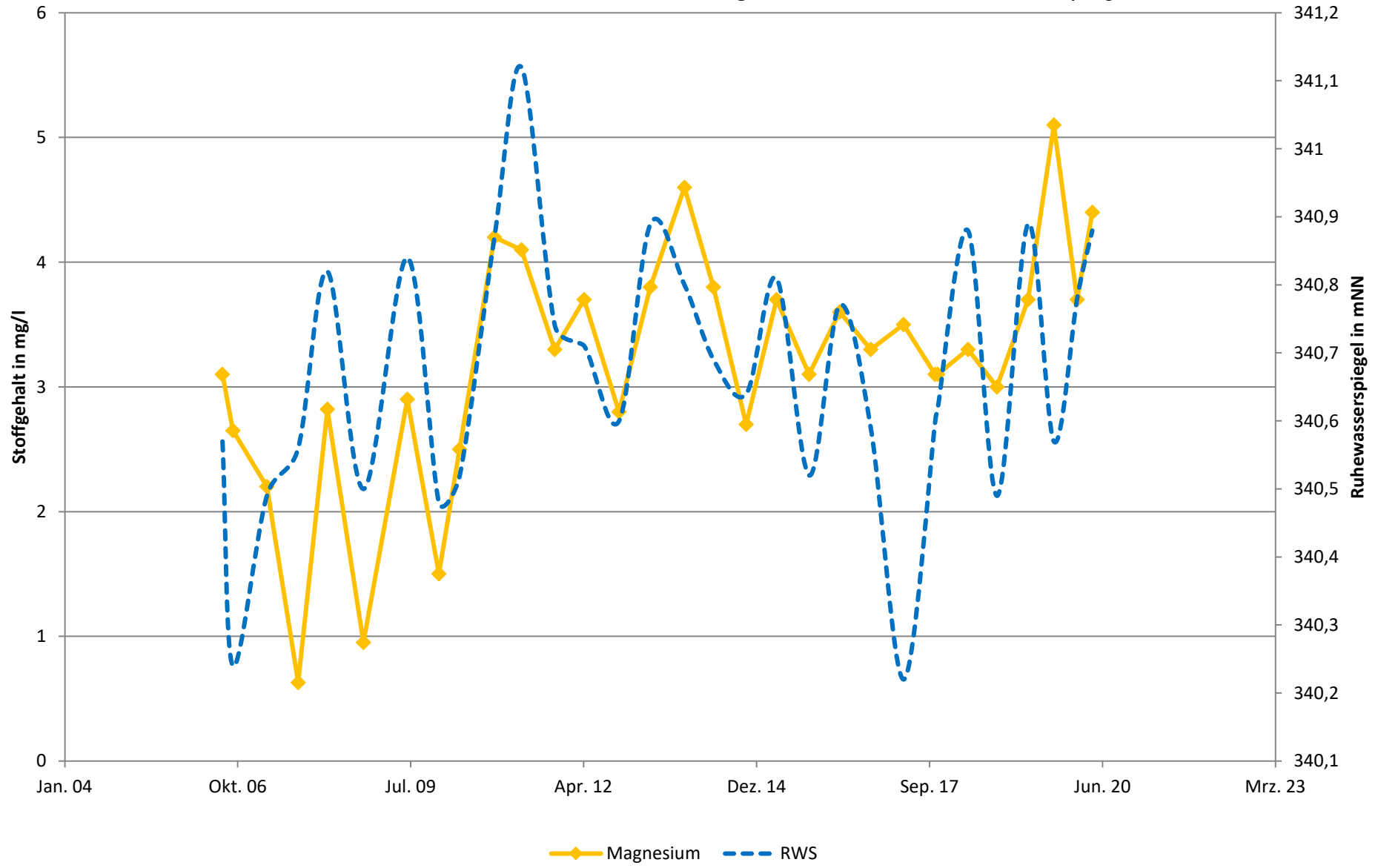
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Calcium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



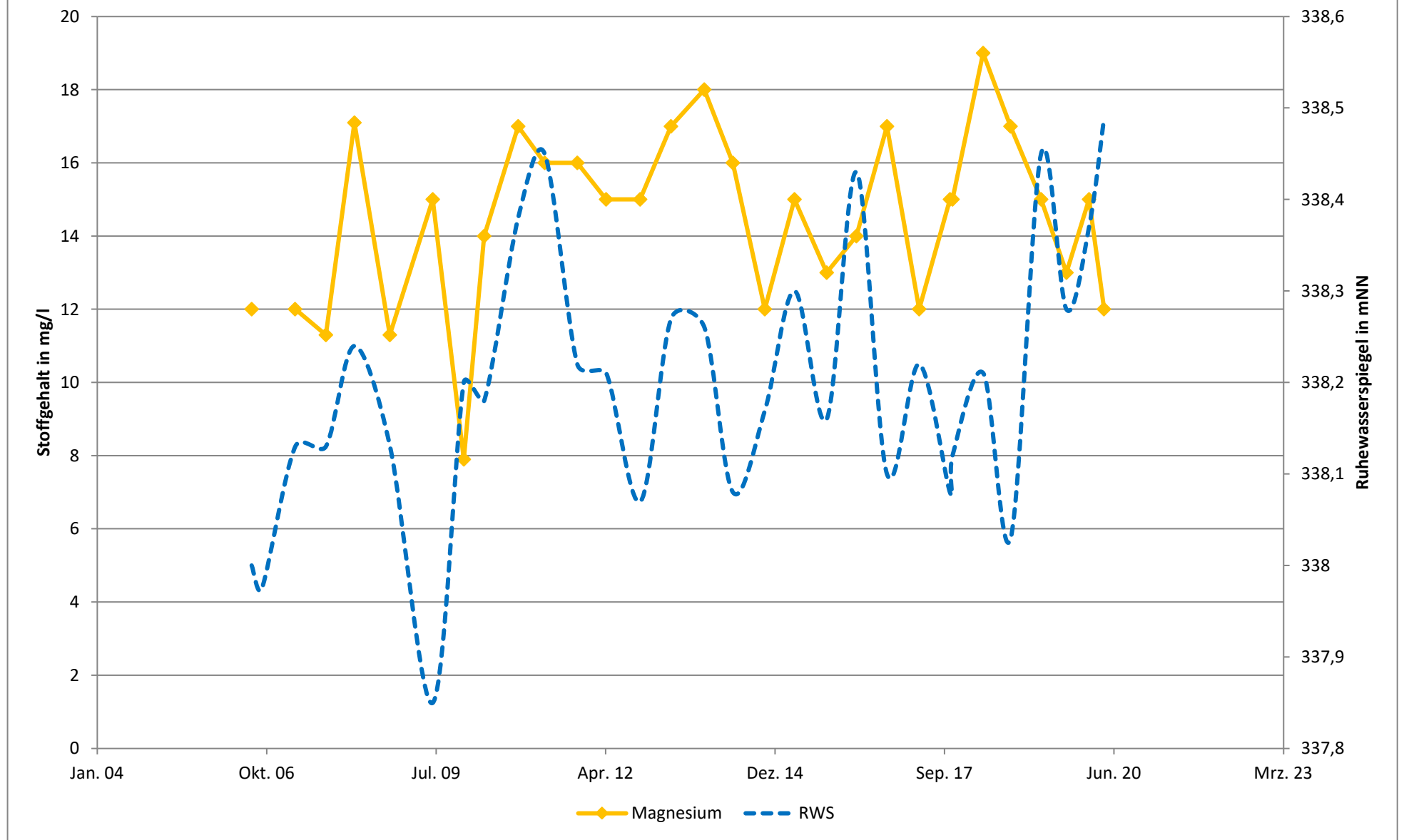
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Magnesium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



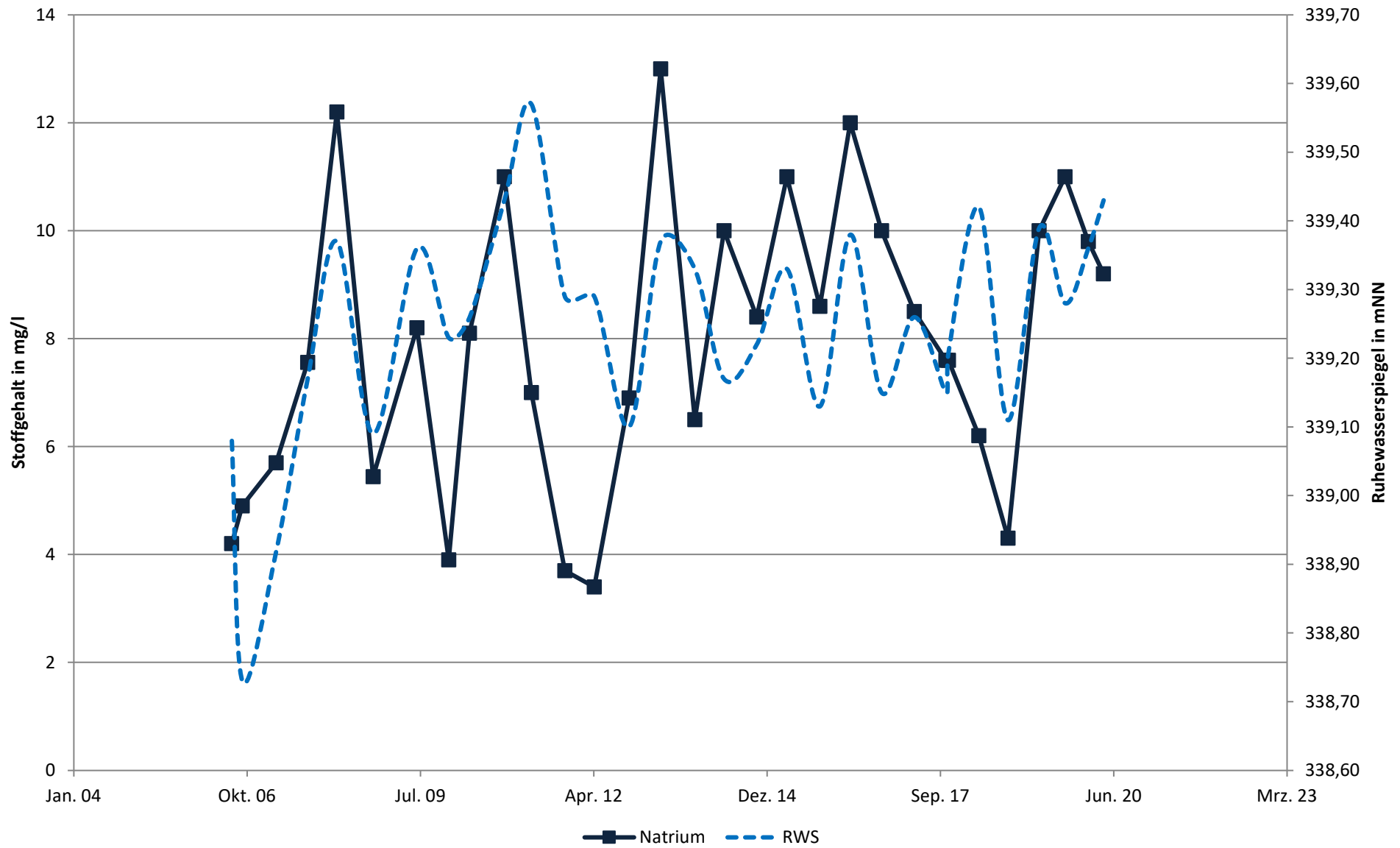
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Magnesium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



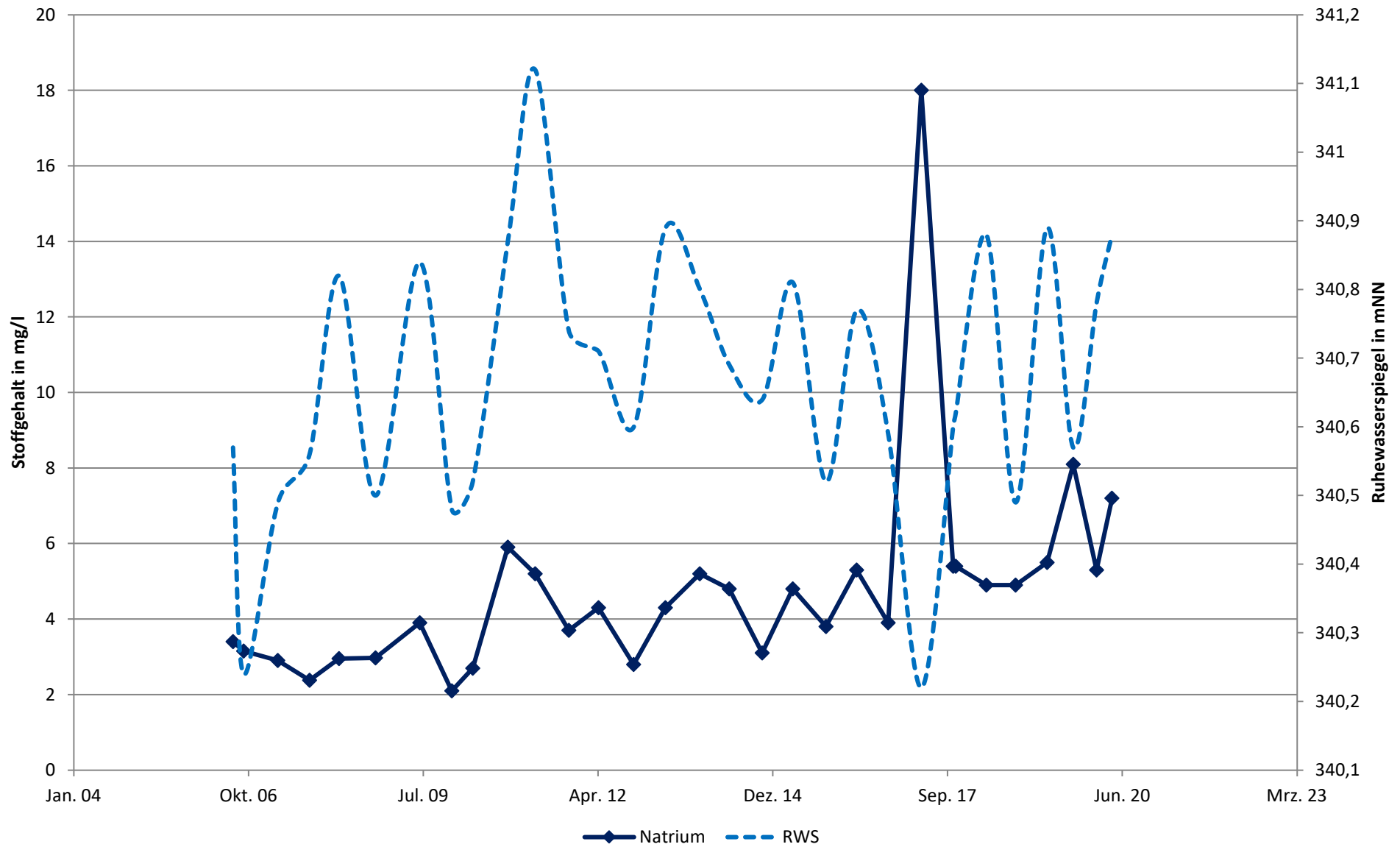
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Magnesium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



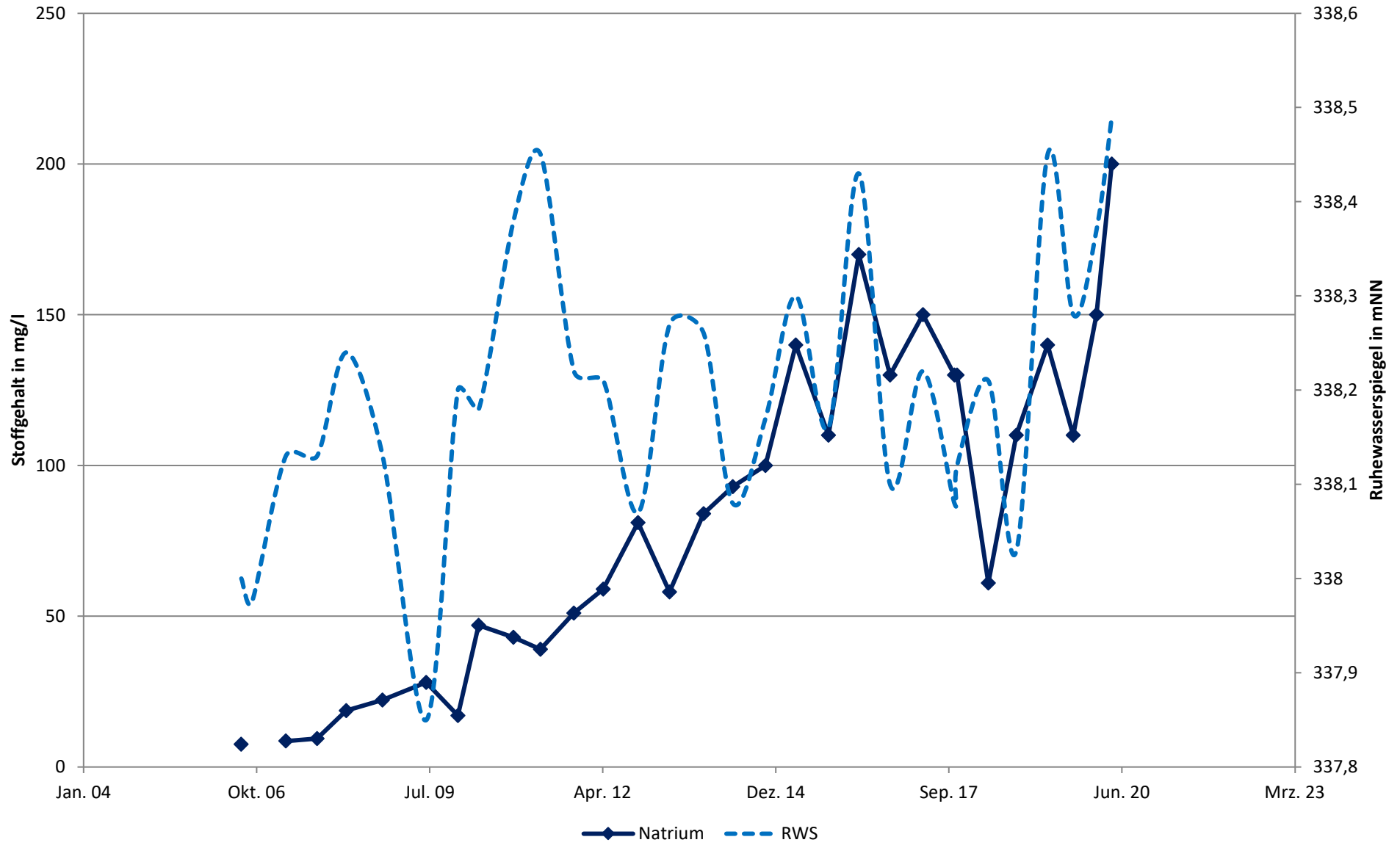
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Natrium-Gehalt**, Ruhewasserspiegel



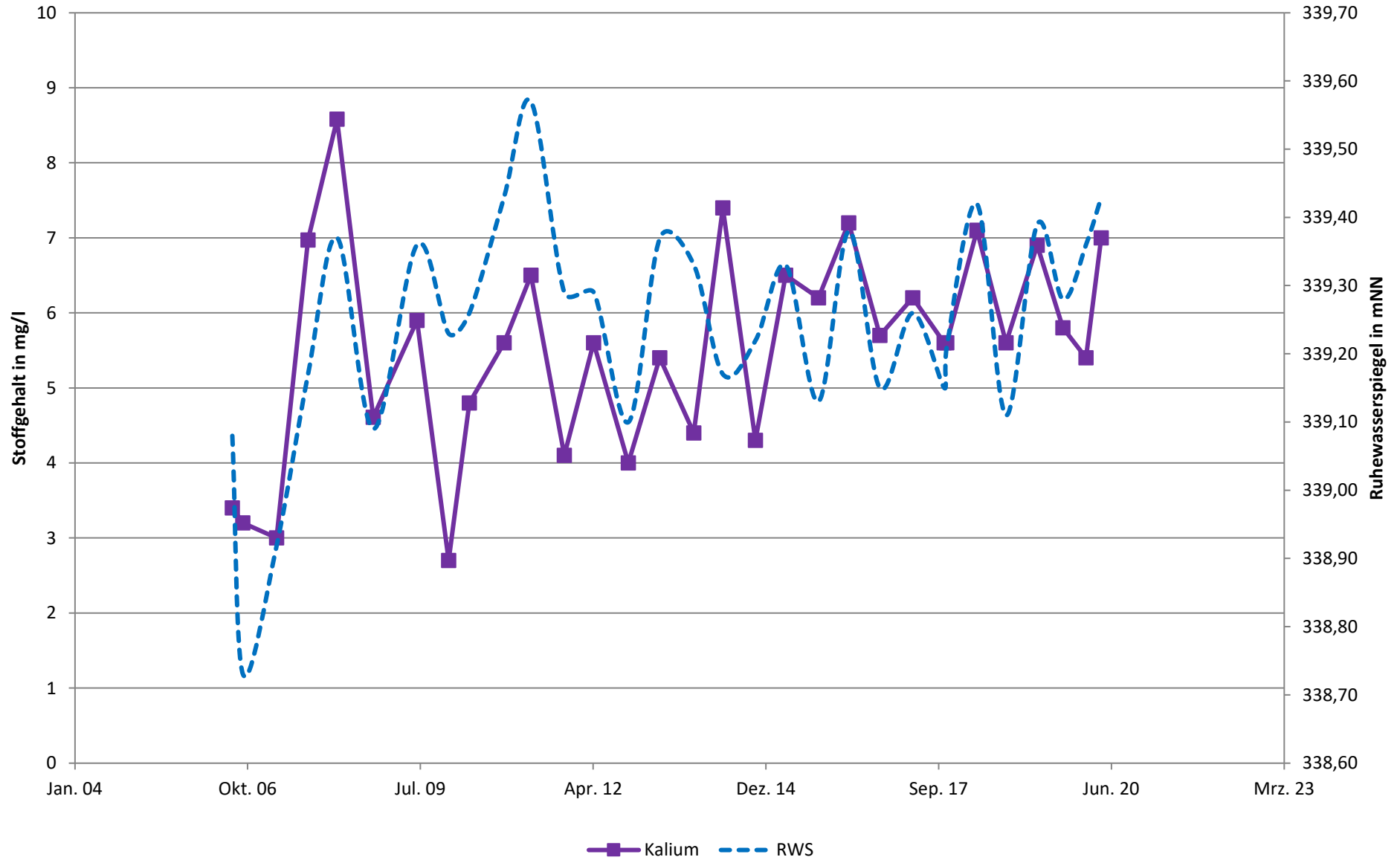
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Natrium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



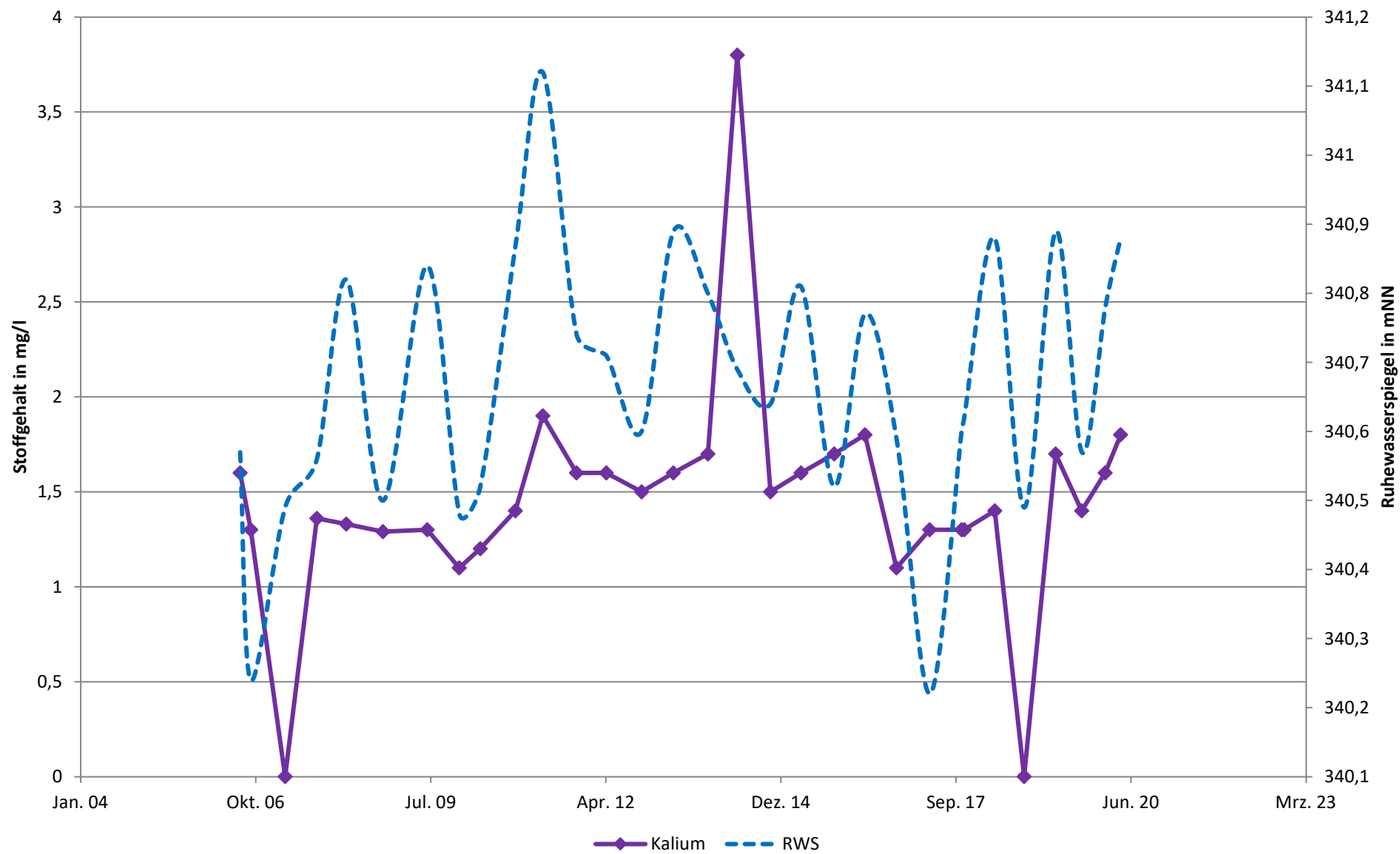
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 3, Natrium-Gehalt, Ruhewasserspiegel



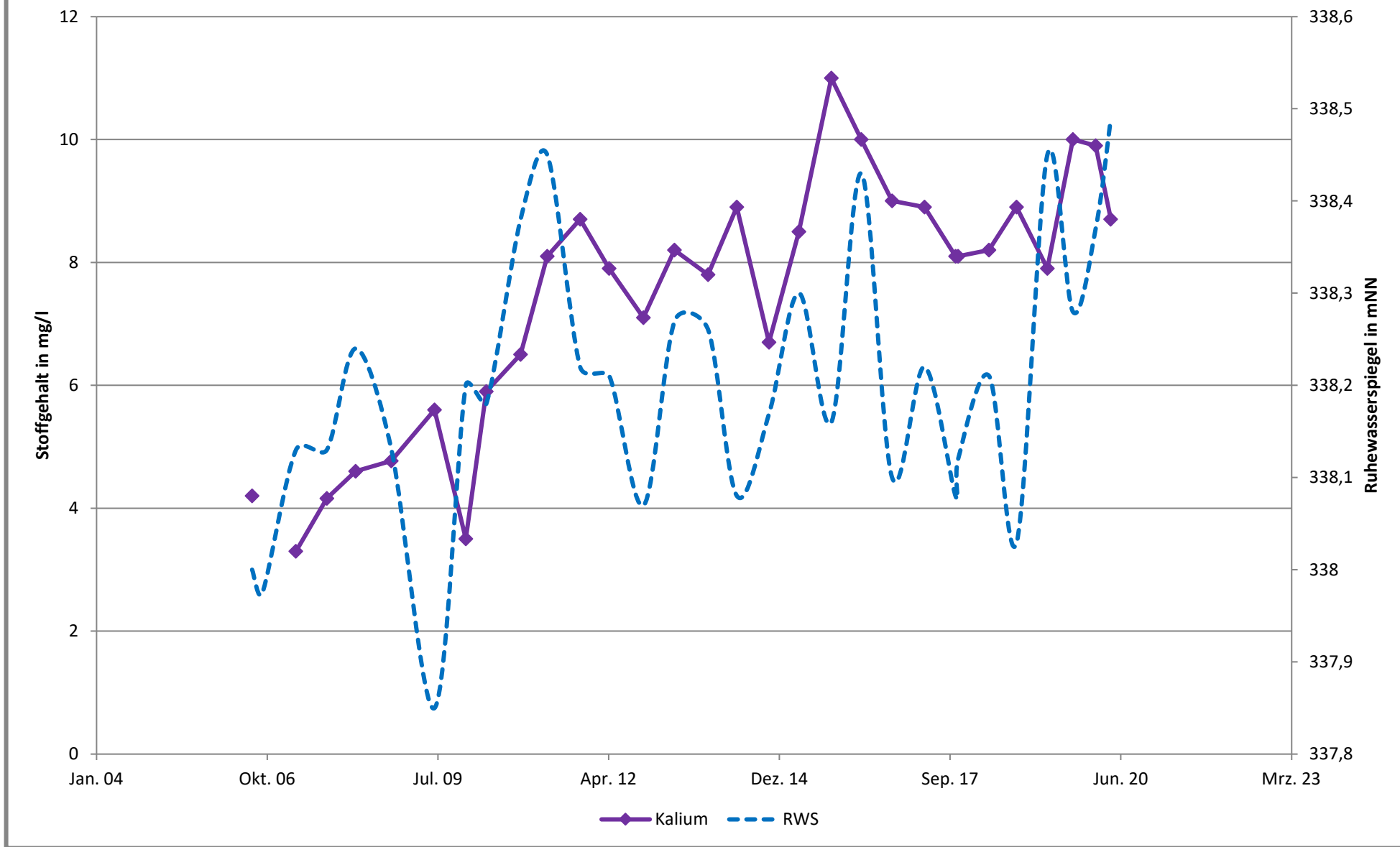
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Kalium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



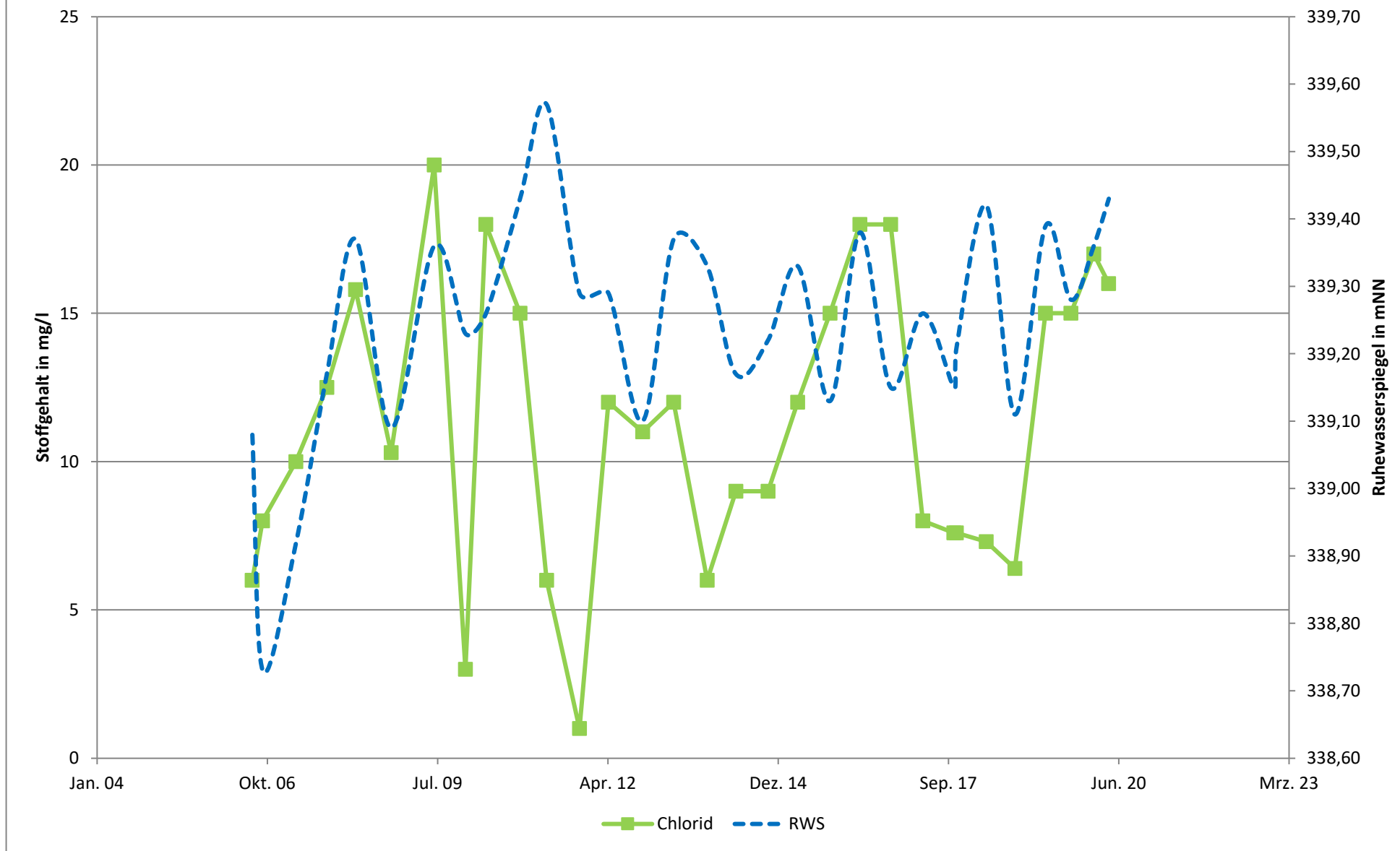
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Kalium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



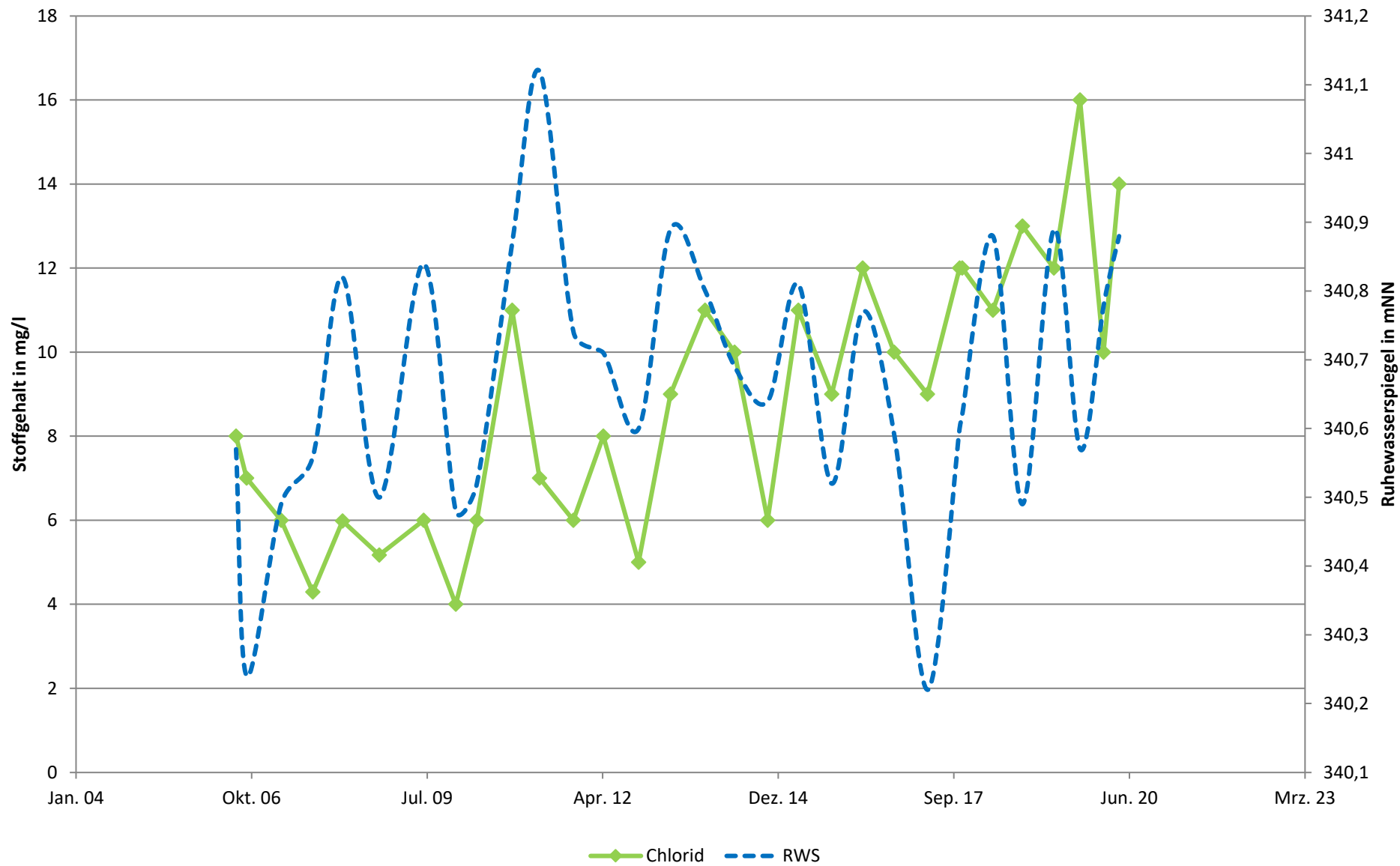
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Kalium-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



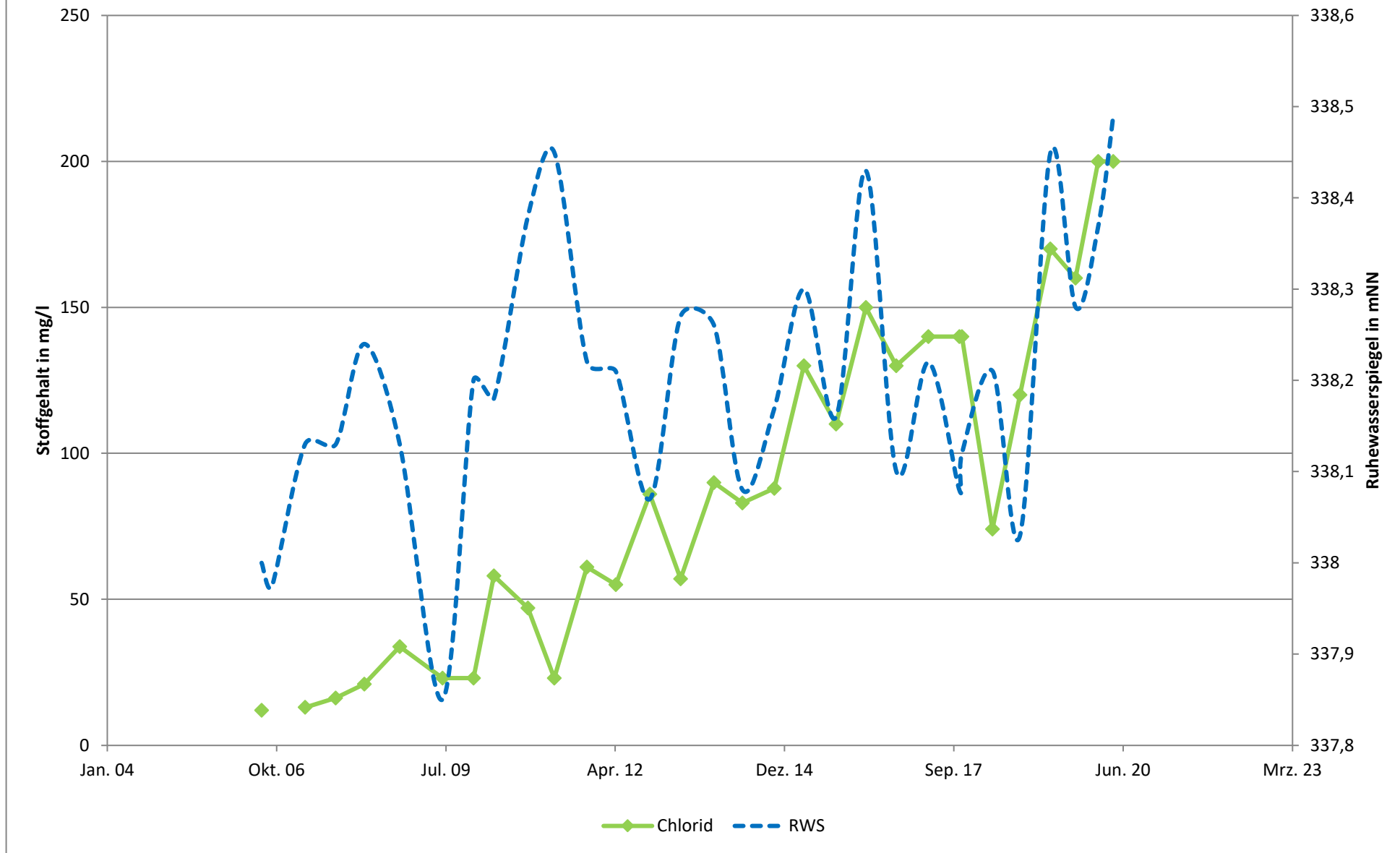
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Chlorid-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



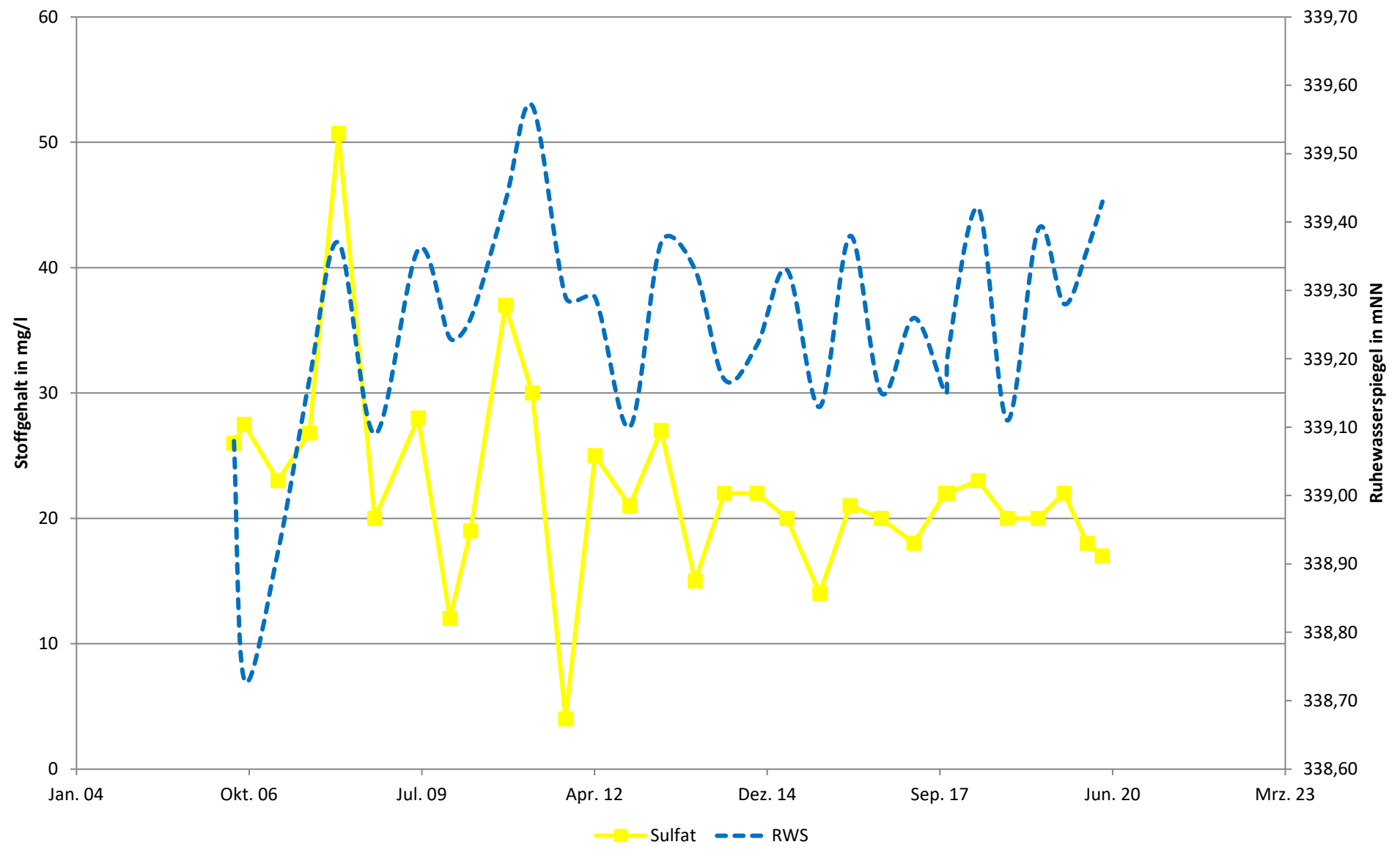
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Chlorid-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



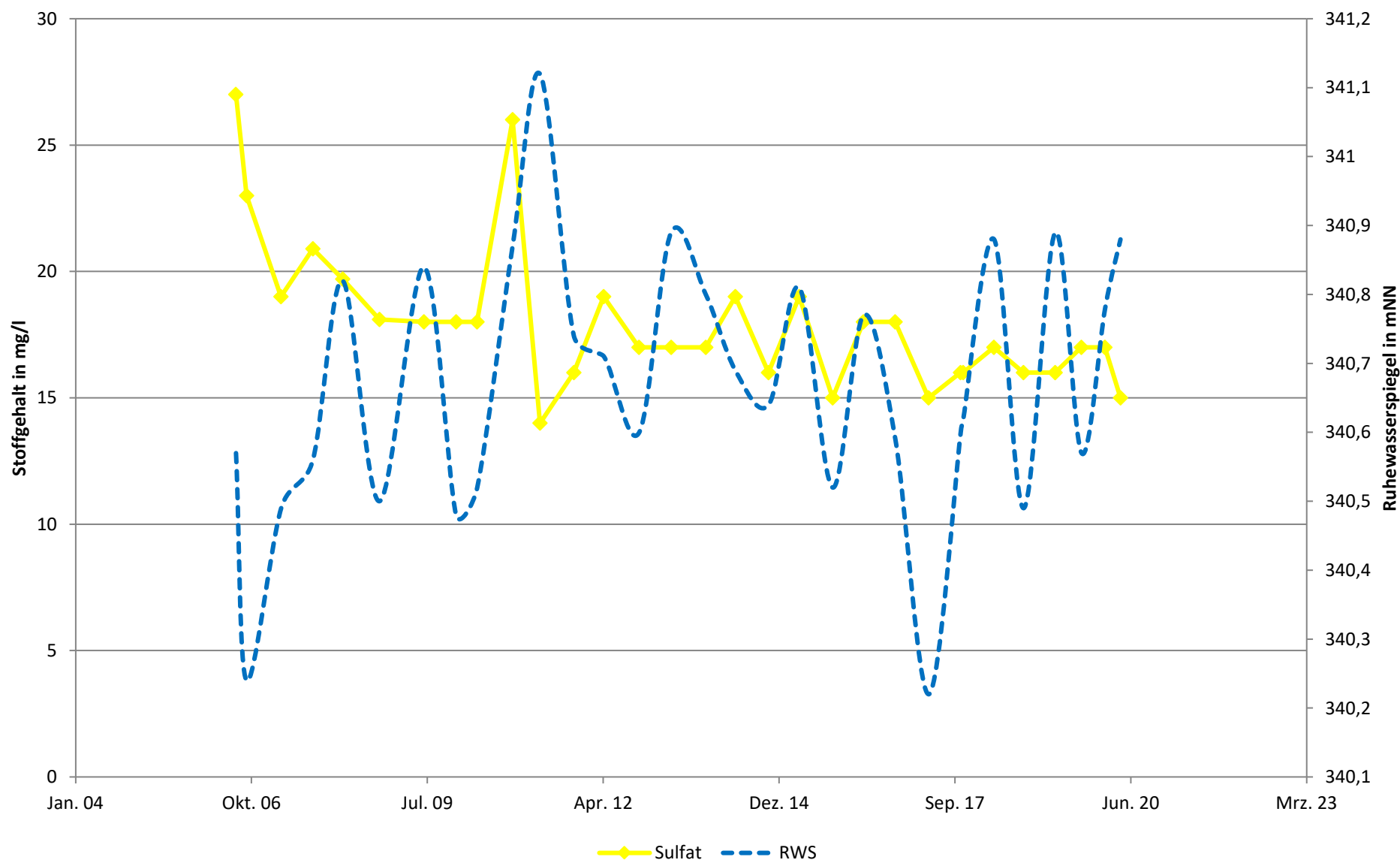
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Chlorid-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



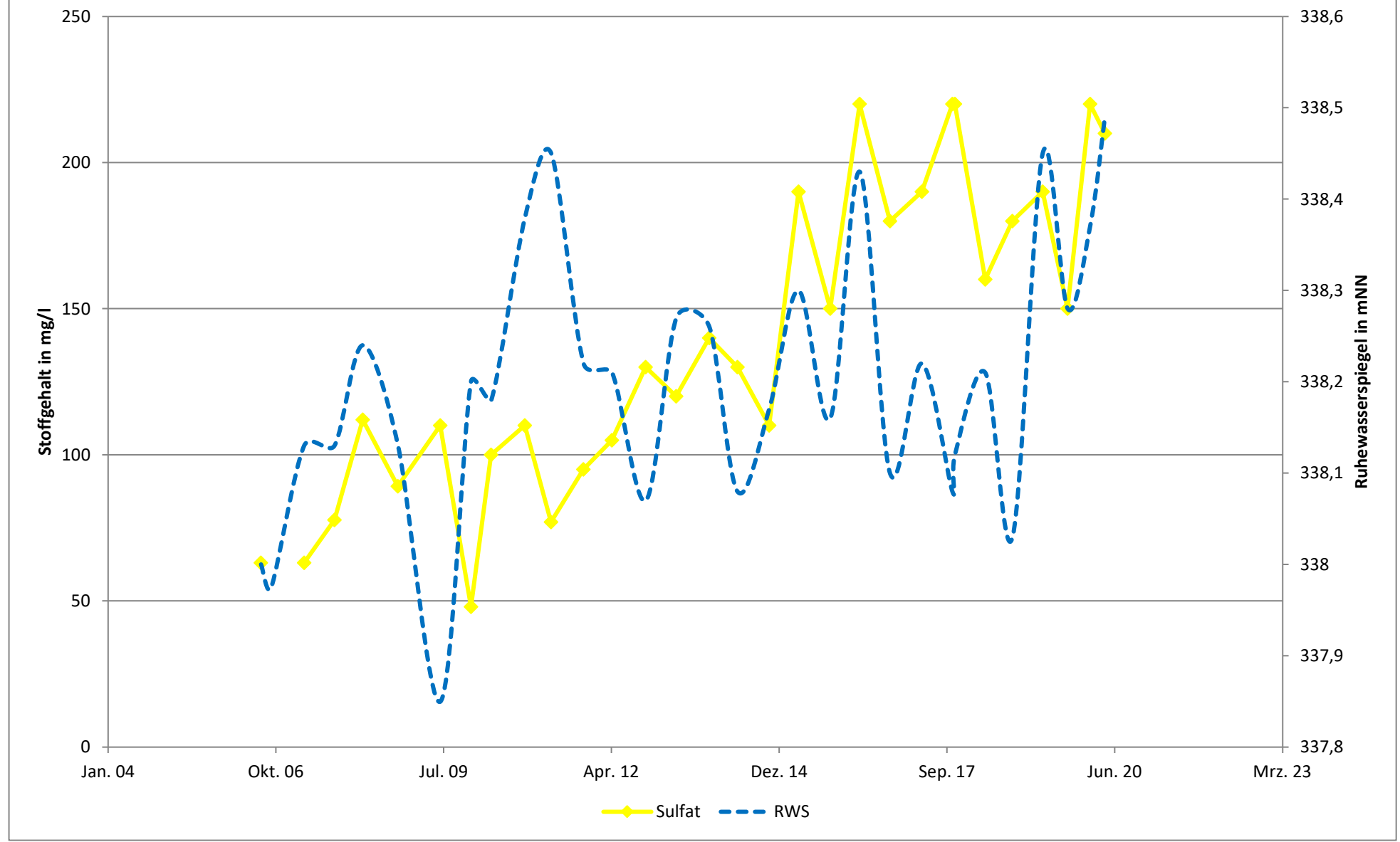
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Sulfat-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



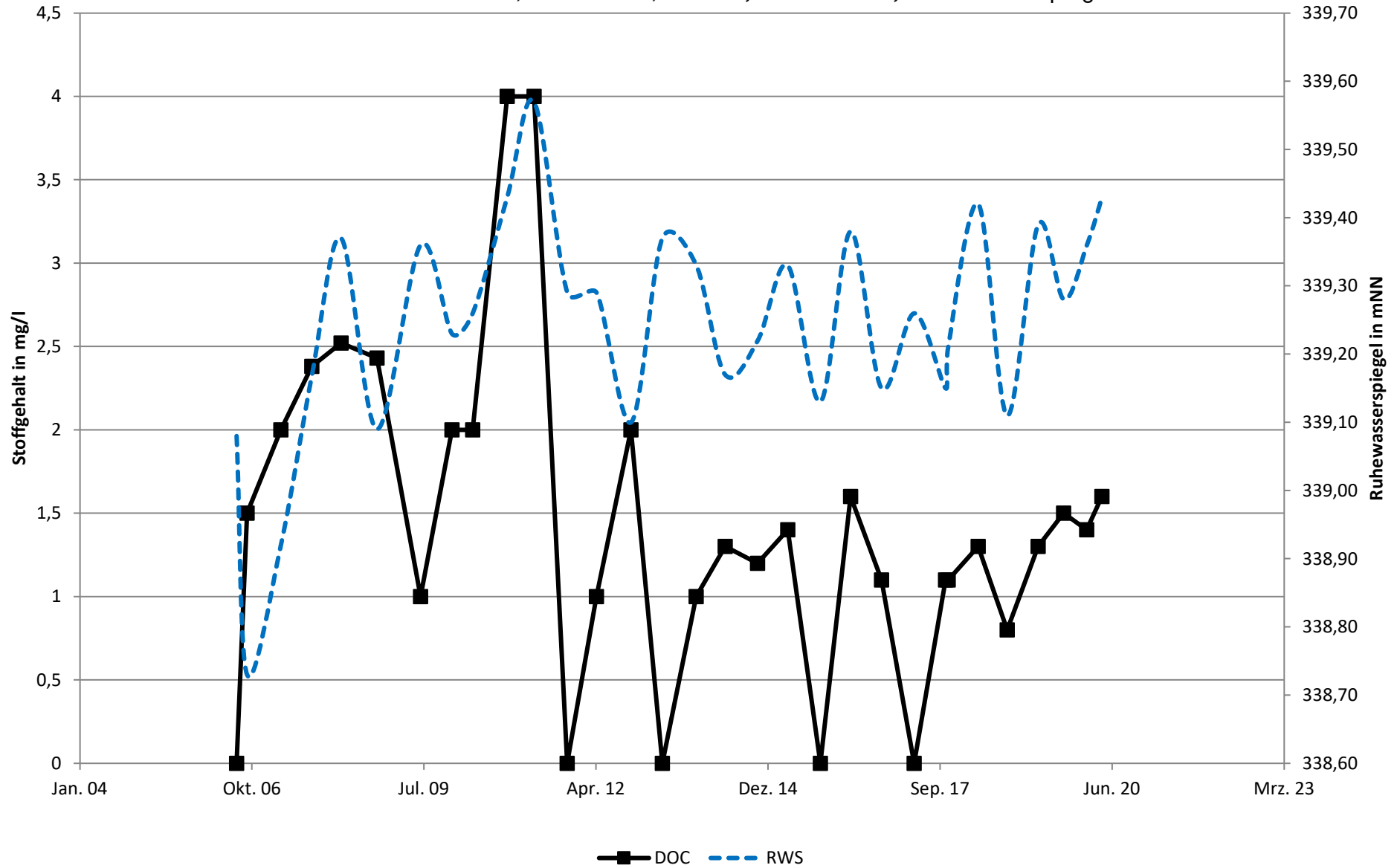
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Sulfat-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



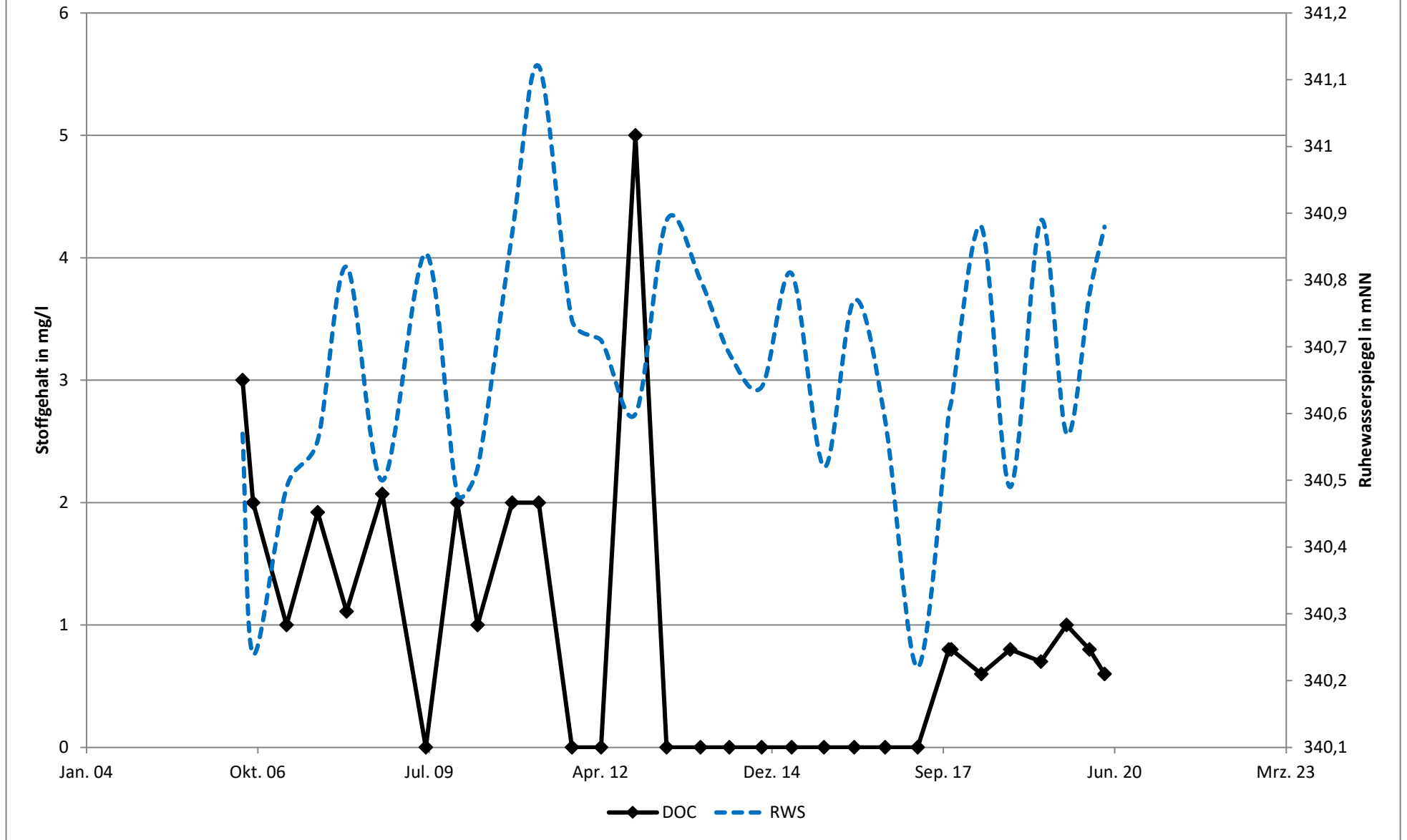
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Sulfat-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



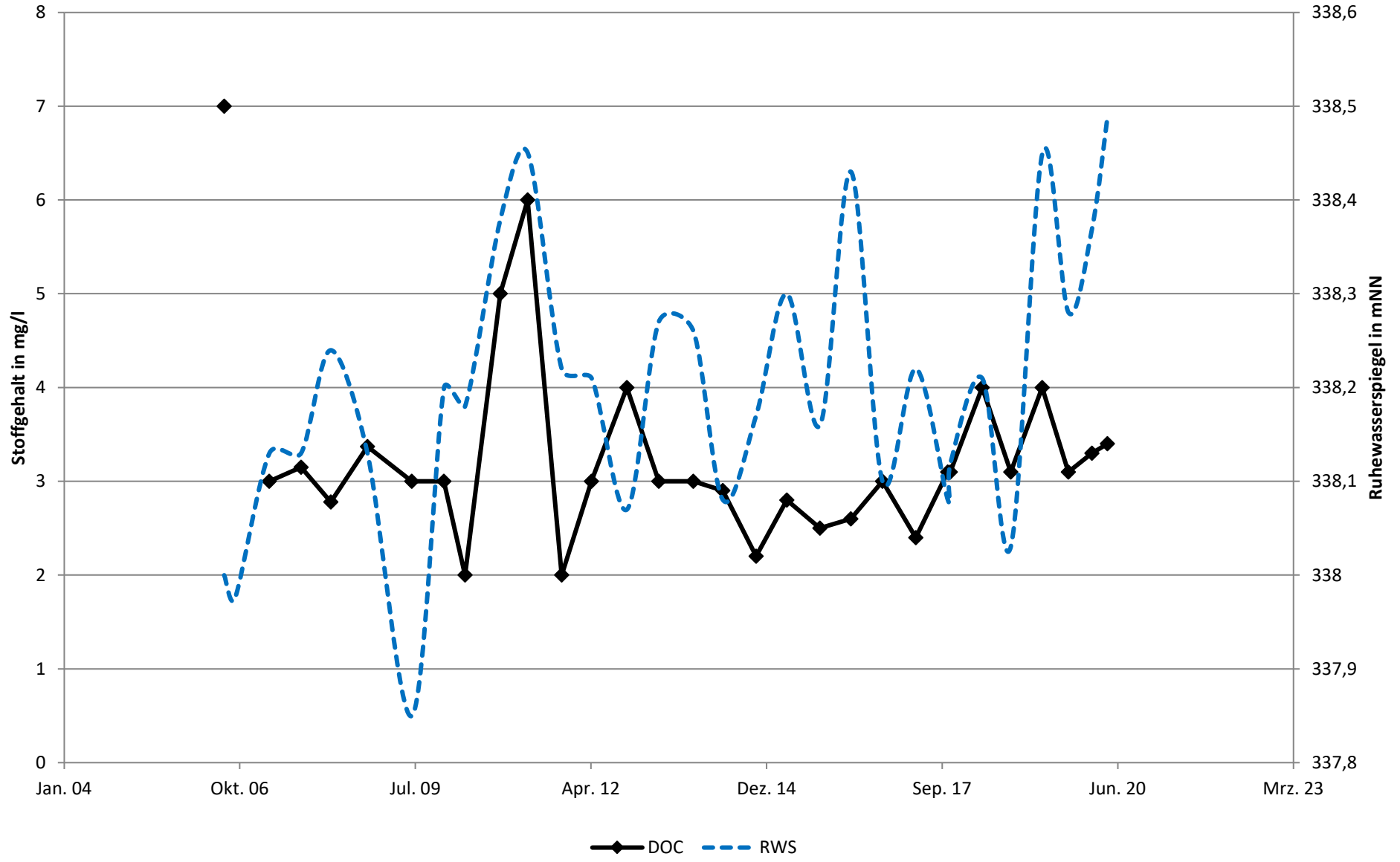
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, DOC-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



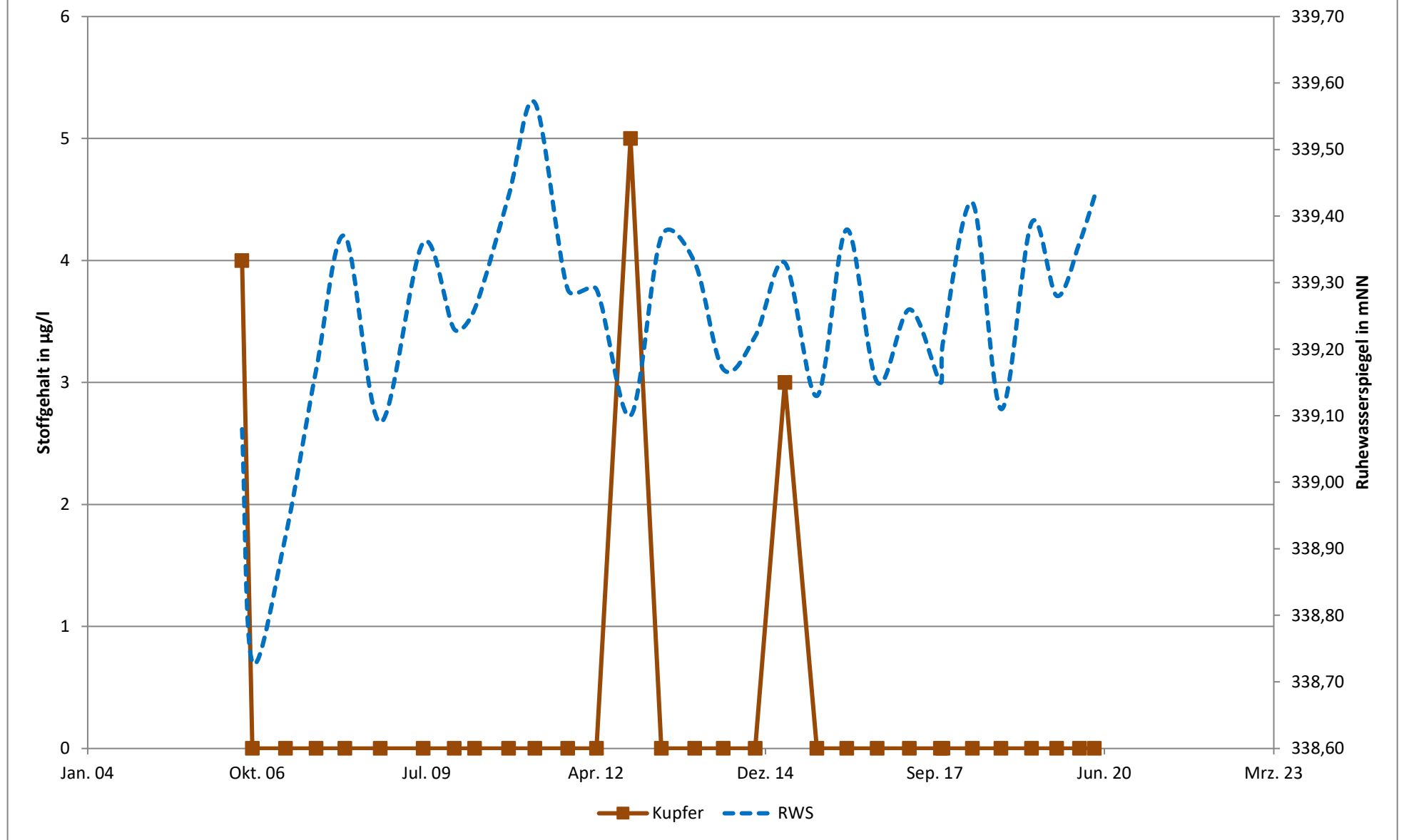
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, DOC-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



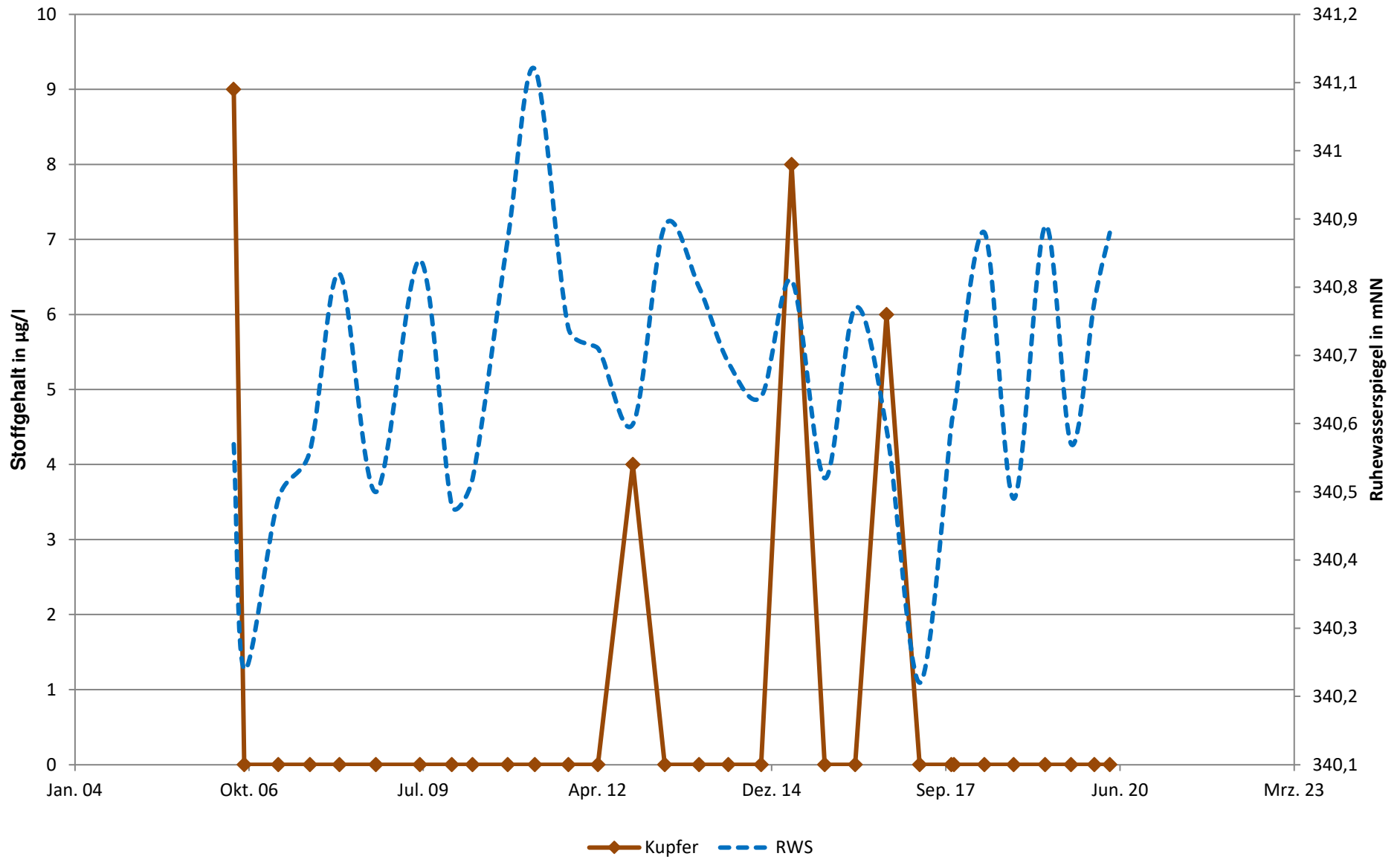
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, DOC-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



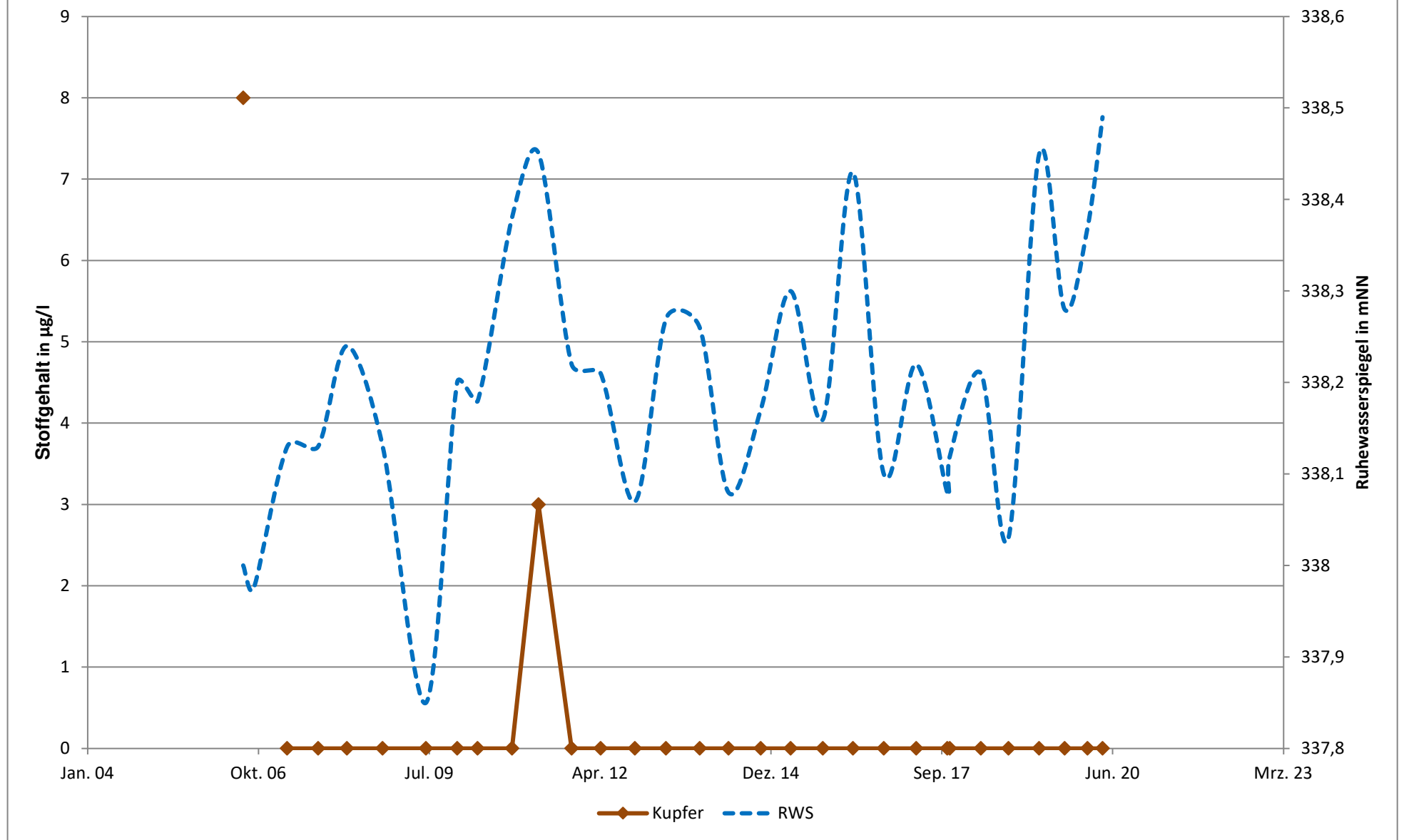
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Kupfer-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



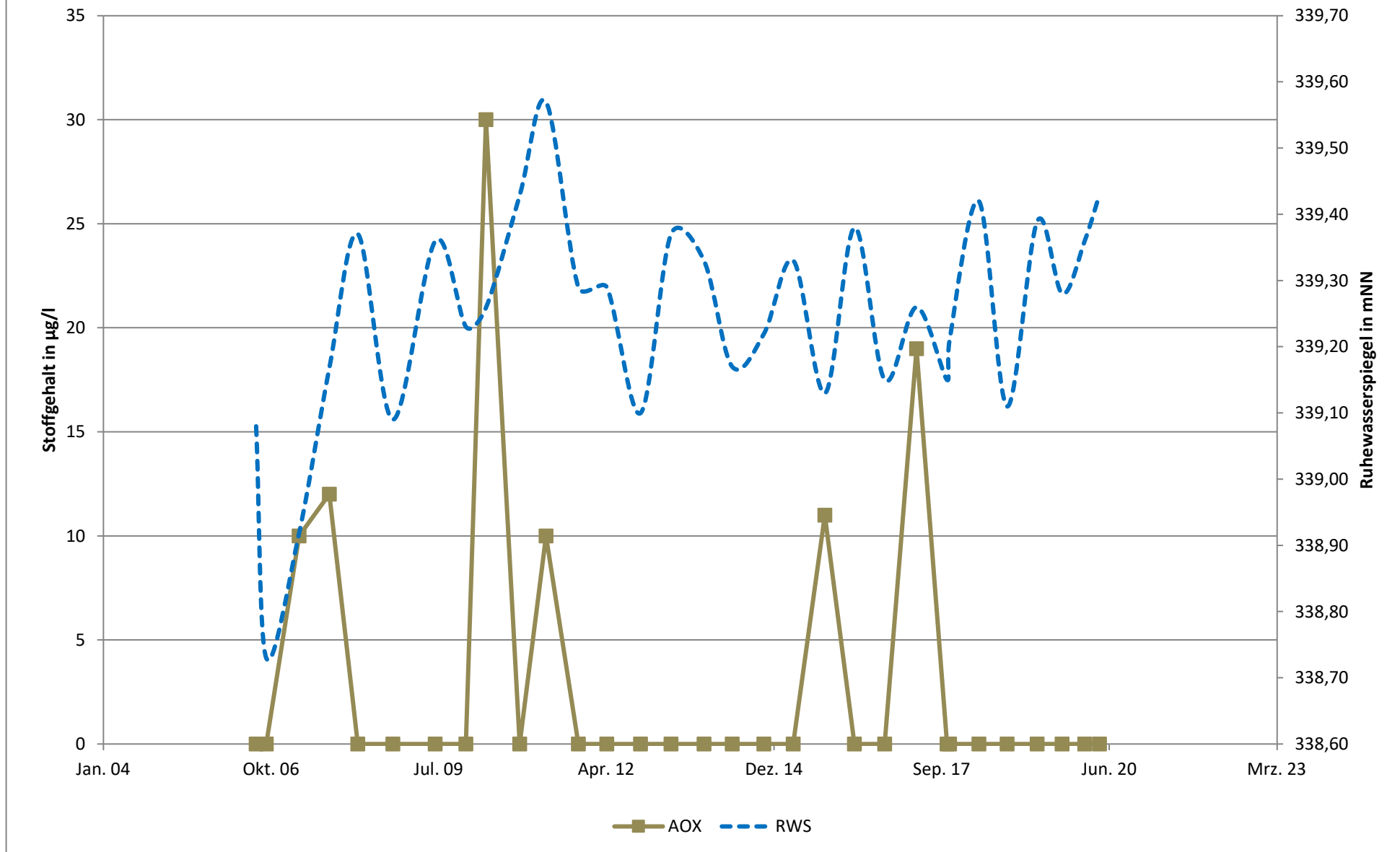
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Kupfer-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



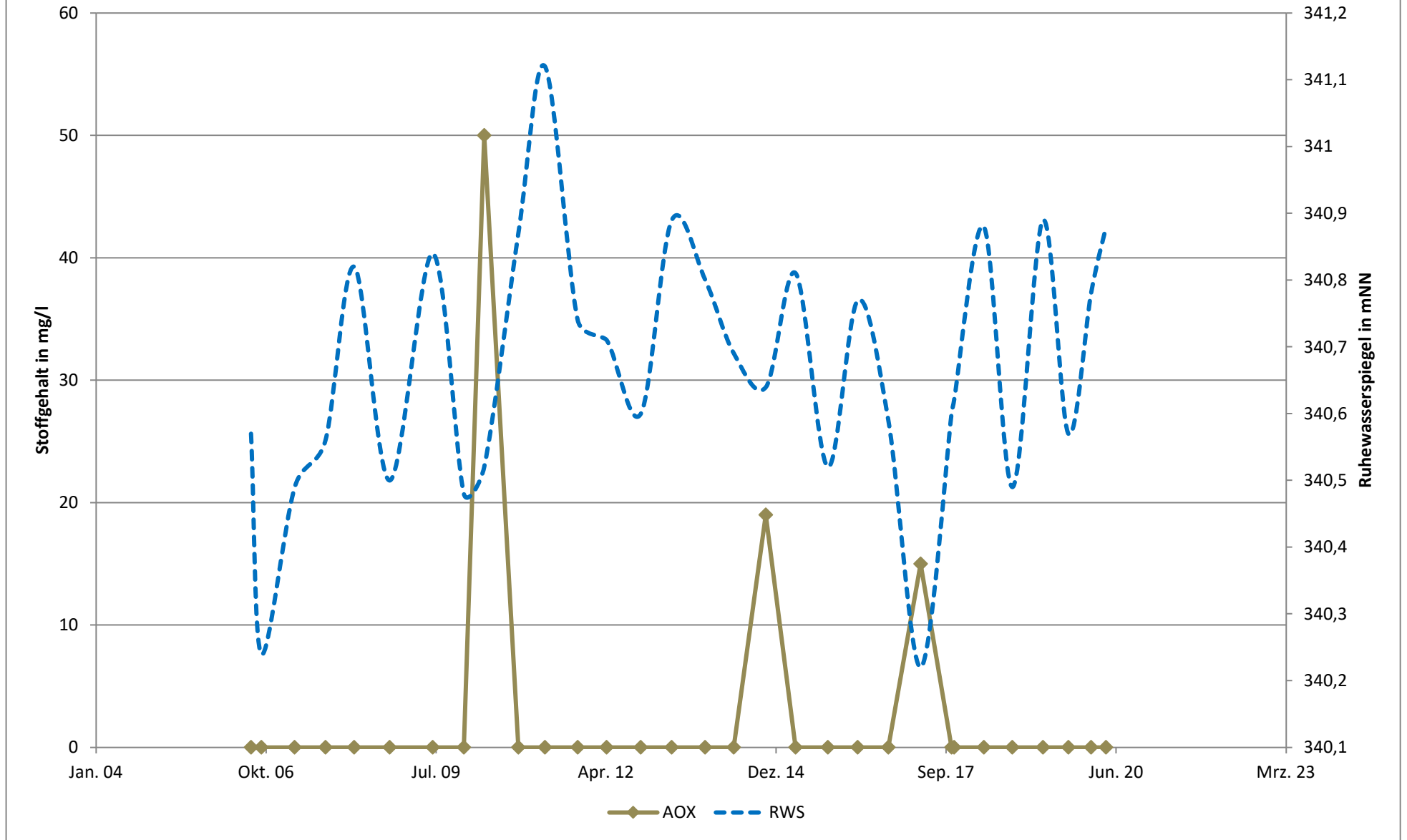
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Kupfer-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



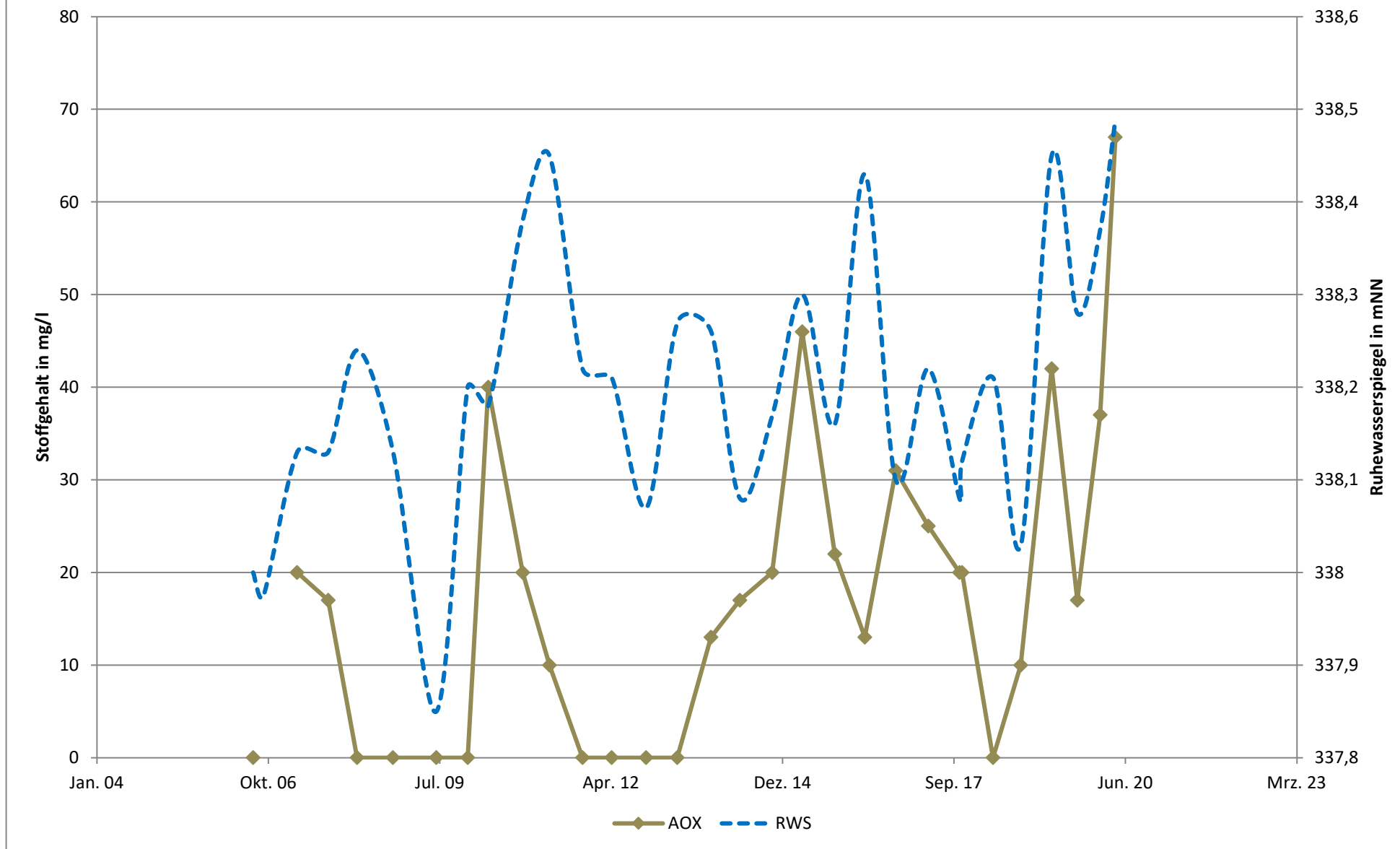
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, AOX-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



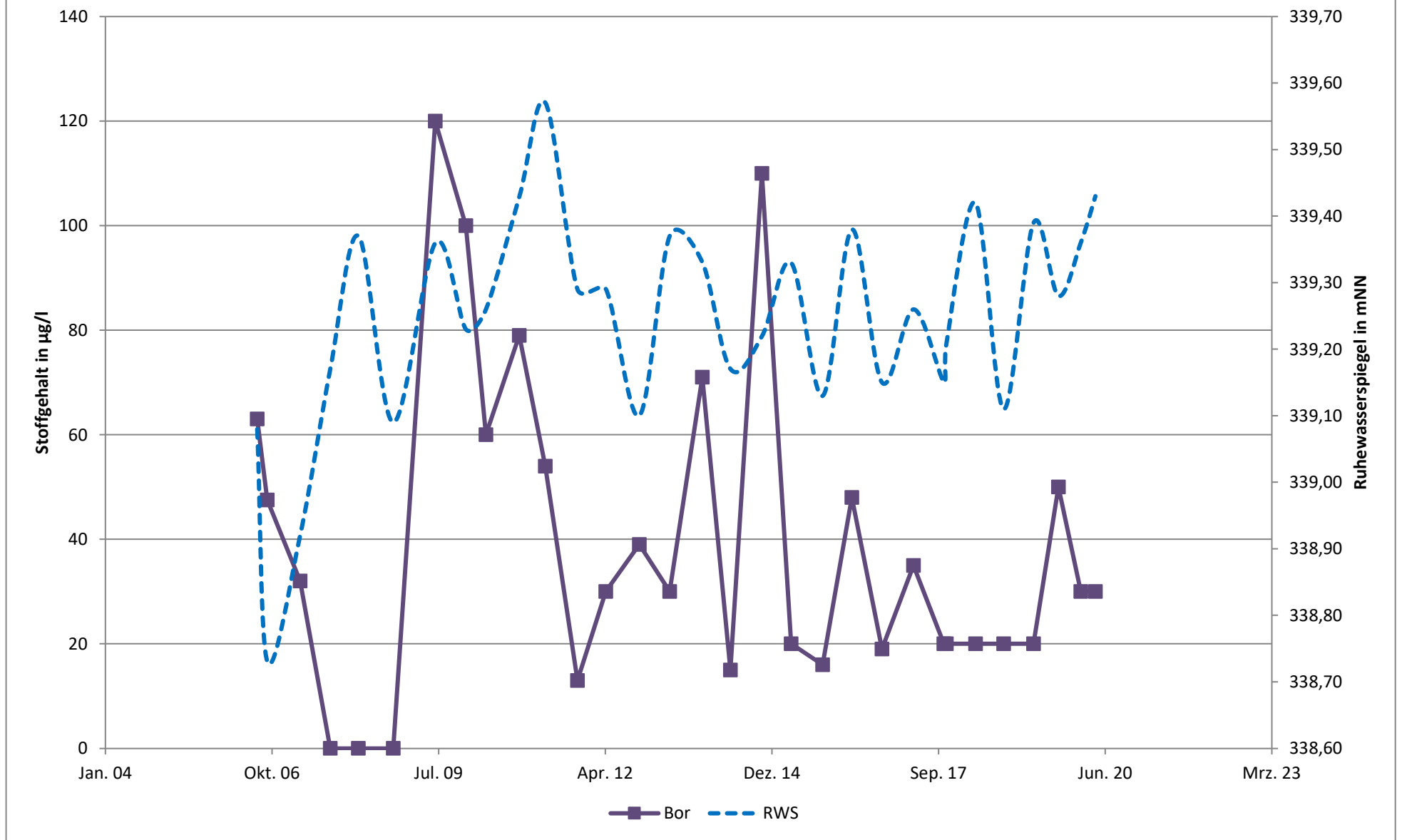
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 2, AOX-Gehalt, Ruhewasserspiegel



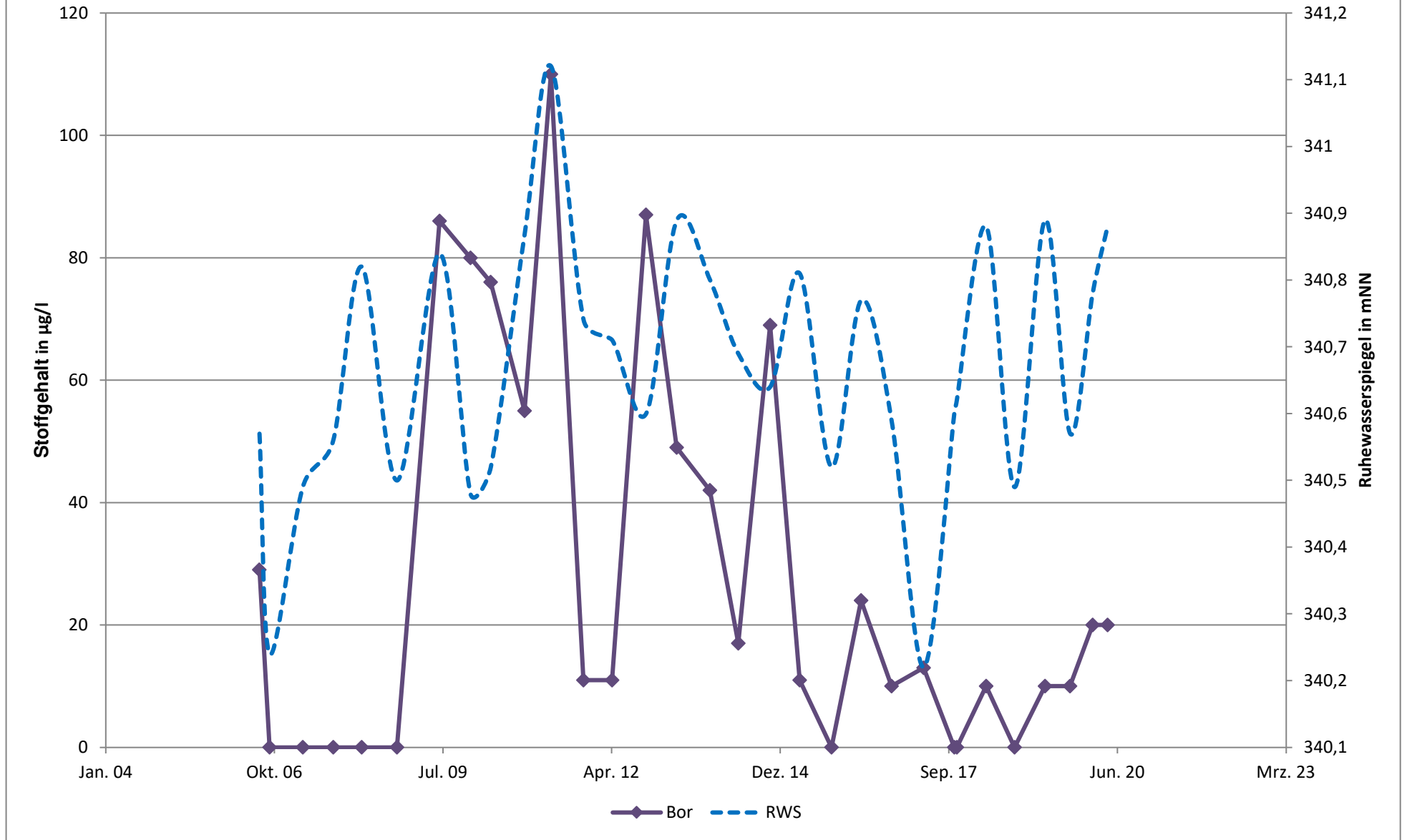
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, AOX-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



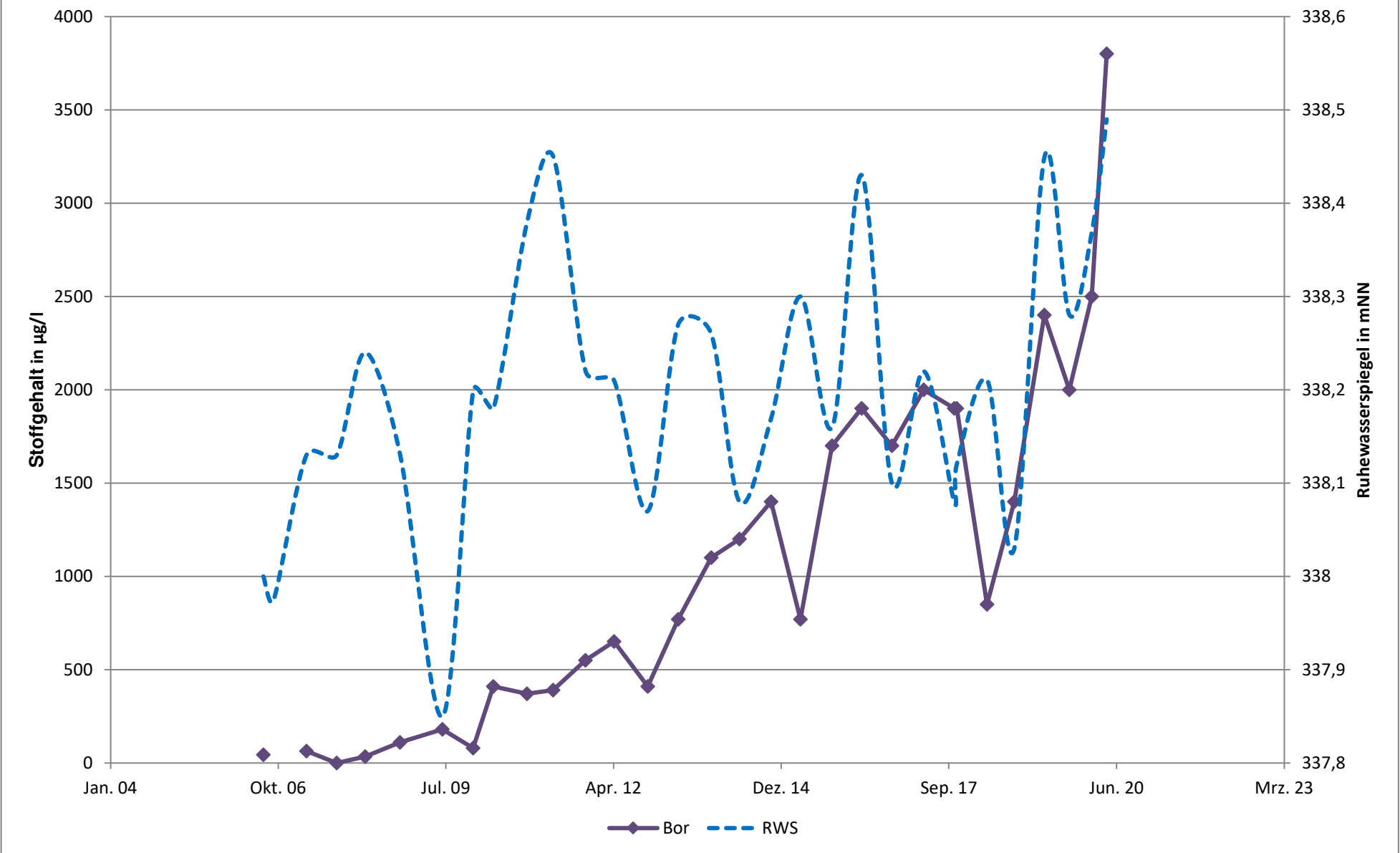
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Bor-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



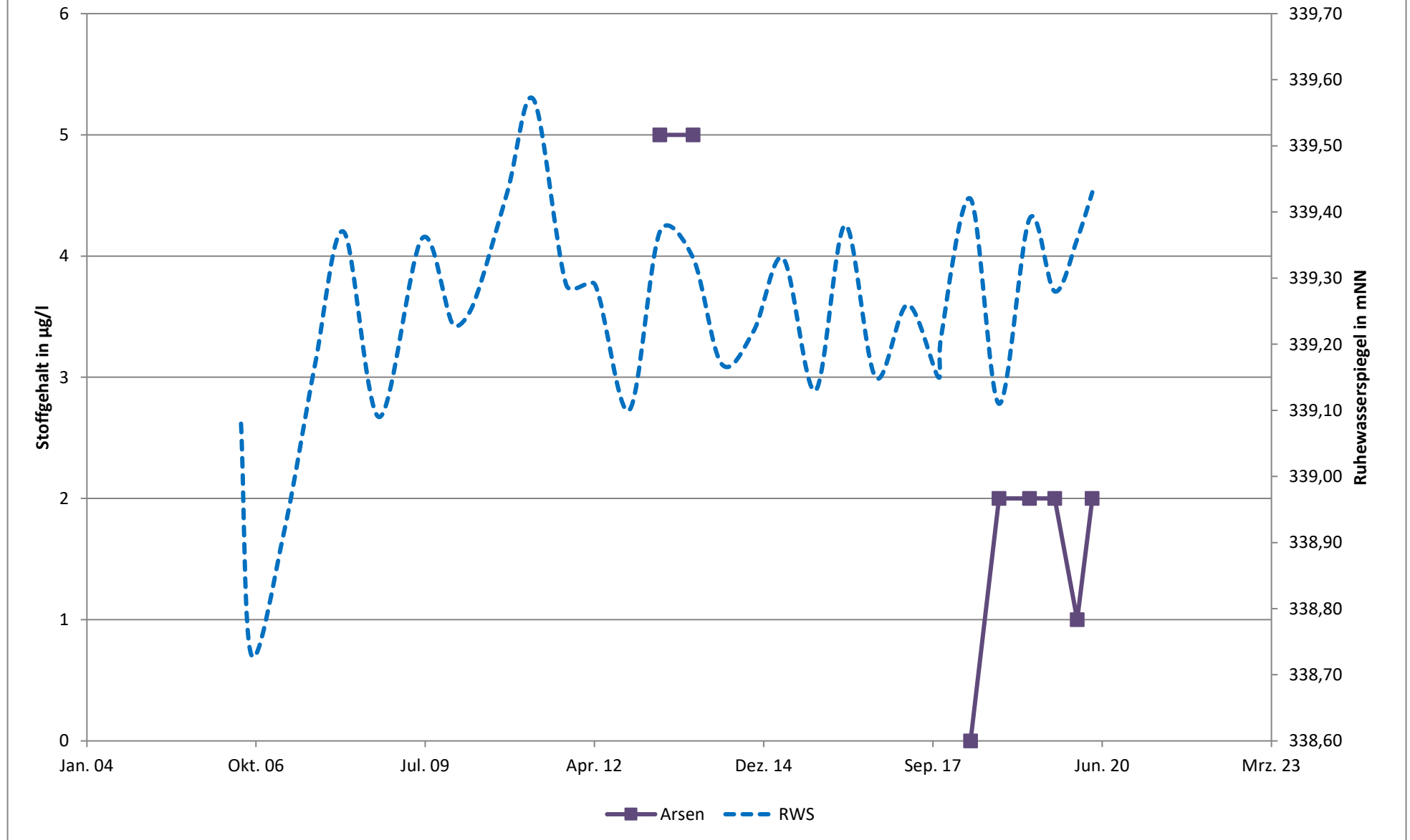
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Bor-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



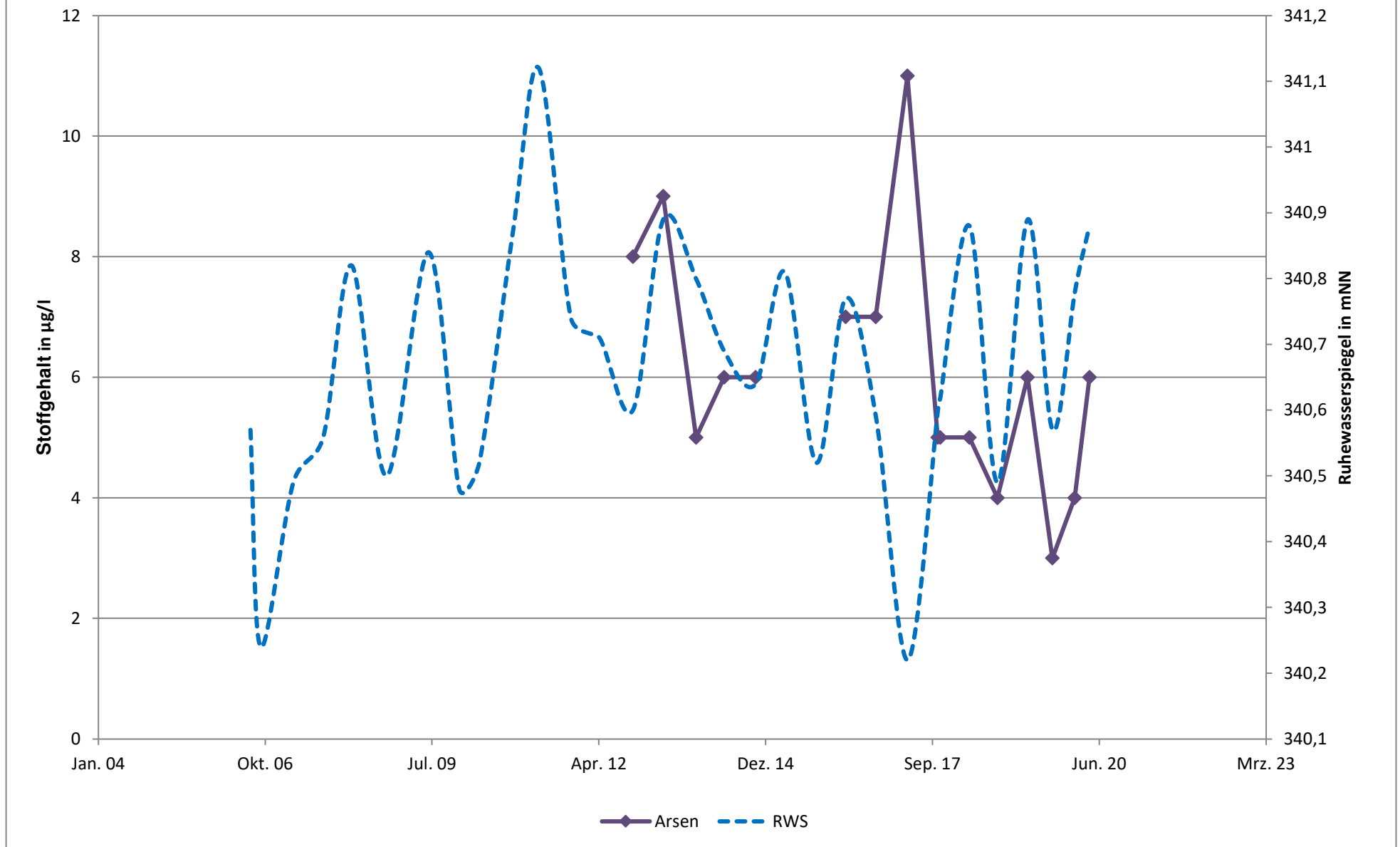
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Bor-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



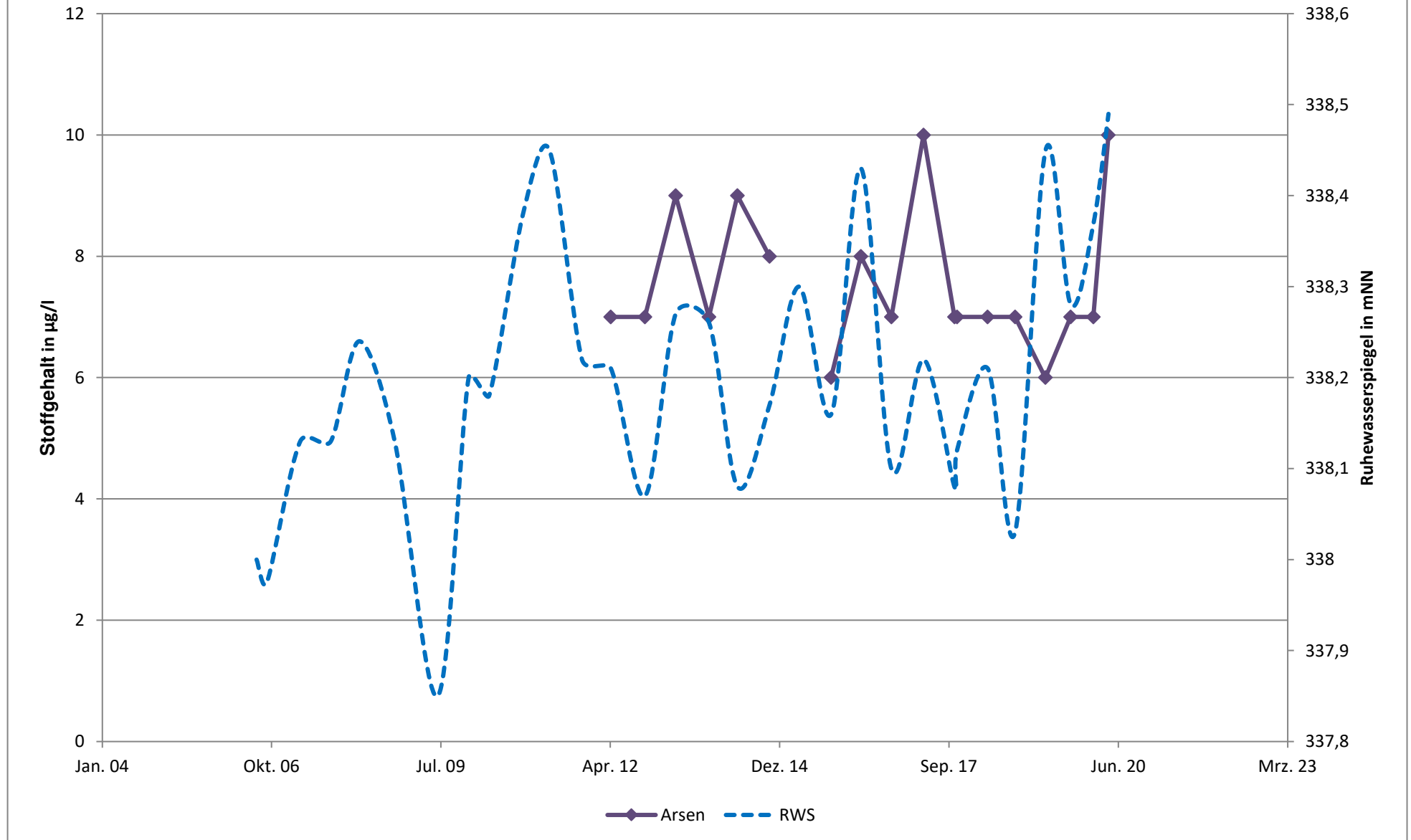
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Arsen-Gehalt**, Ruhewasserspiegel



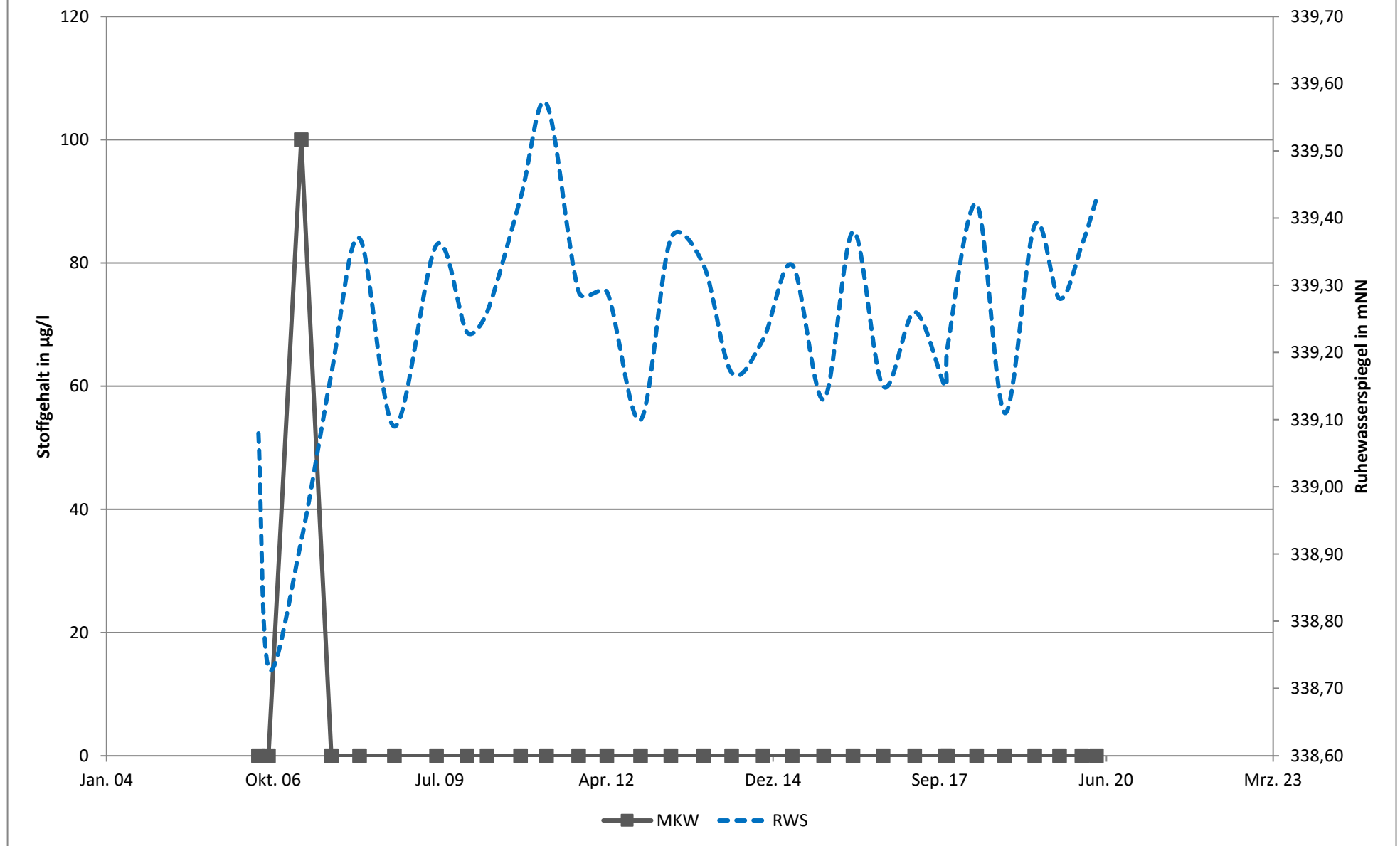
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Arsen-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



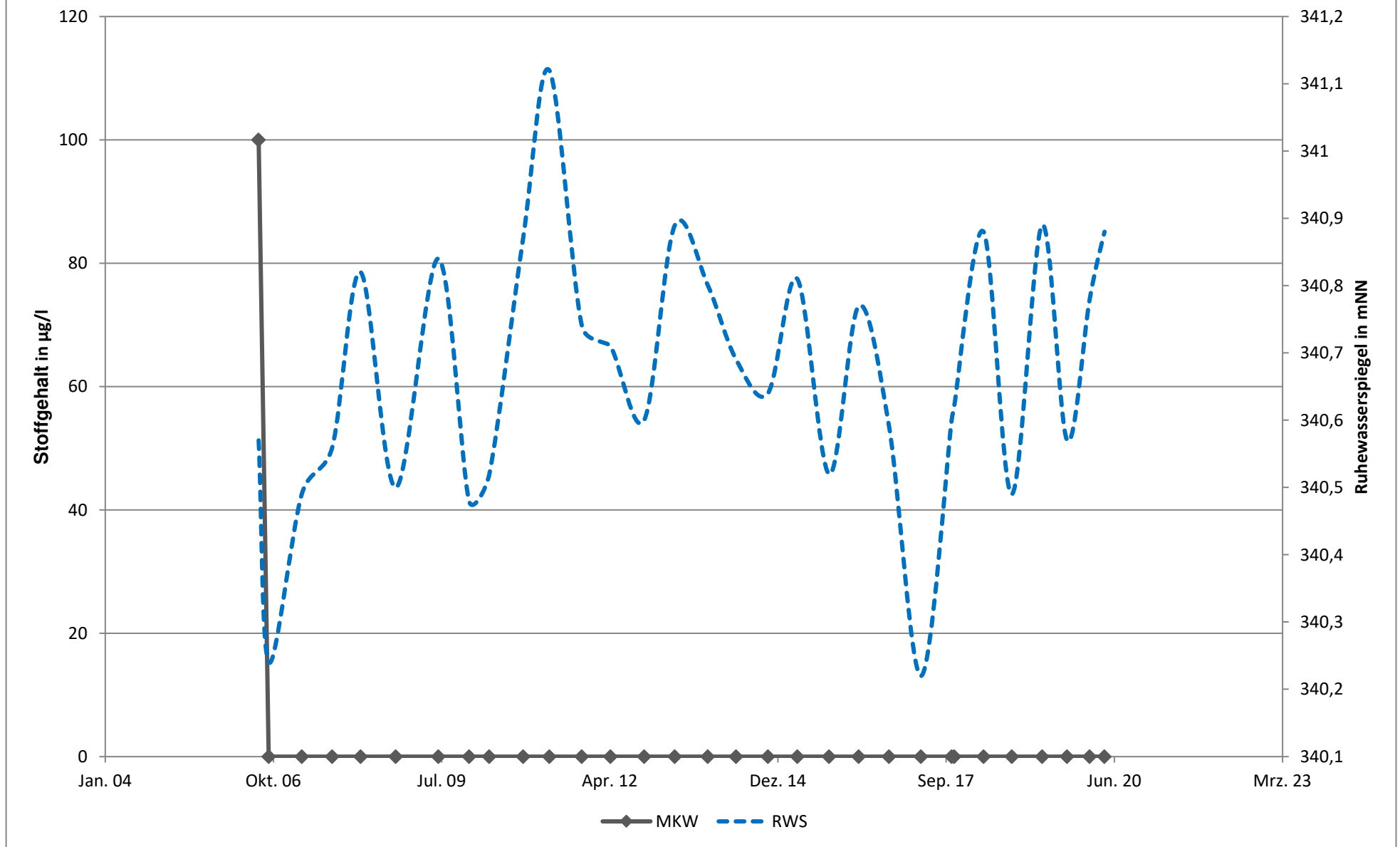
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Arsen-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



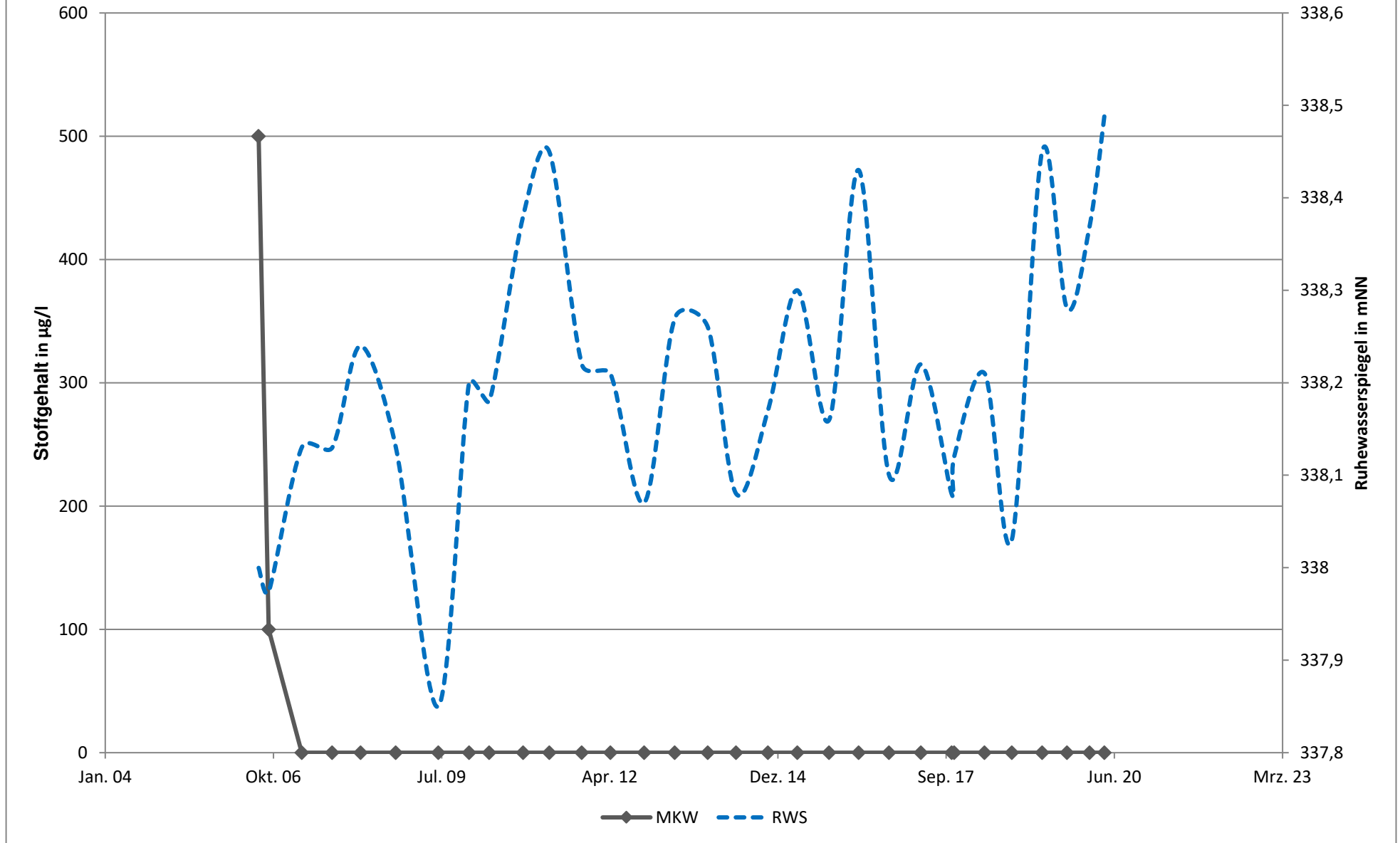
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 1, MKW-Gehalt, Ruhewasserspiegel



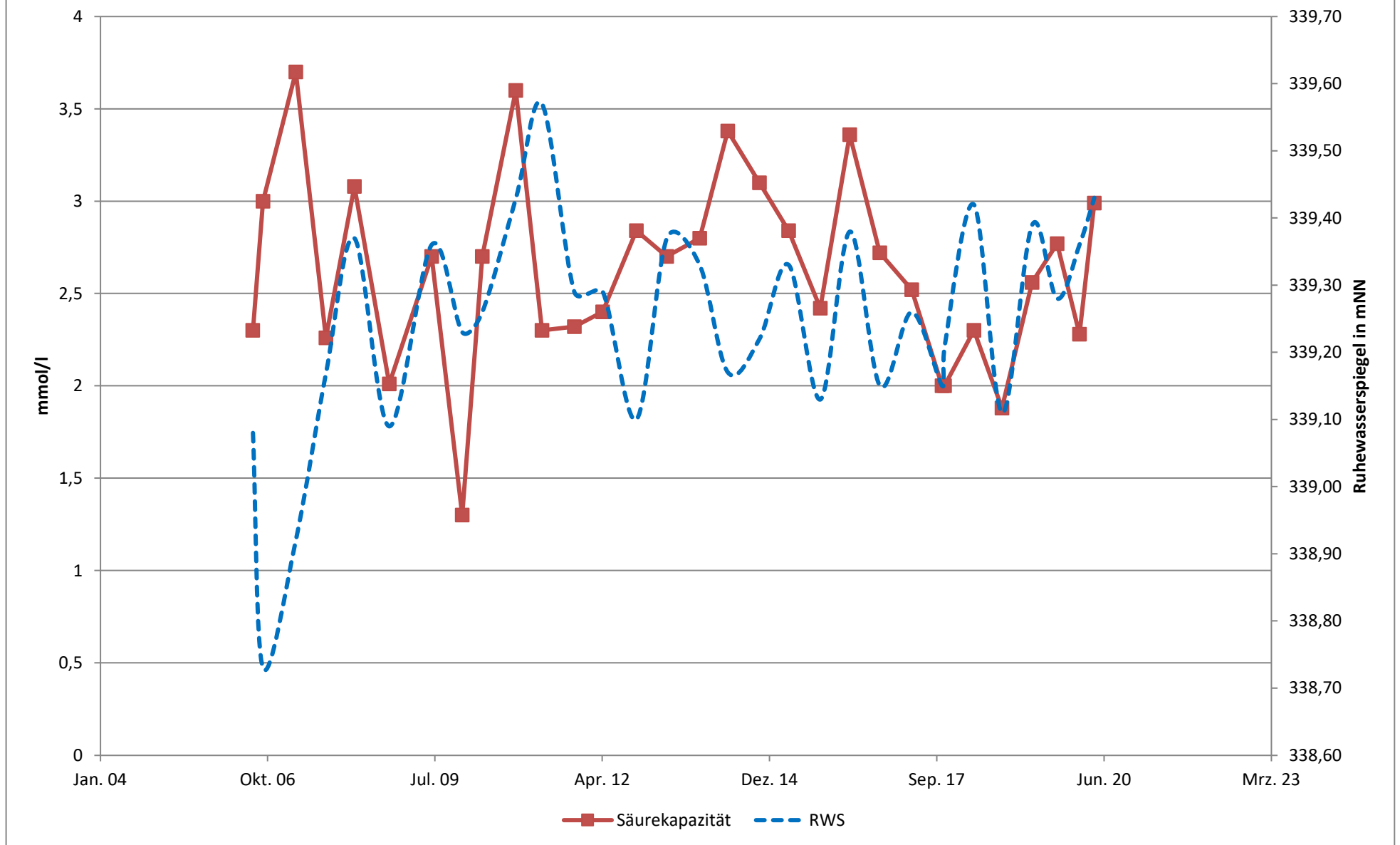
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 2, MKW-Gehalt, Ruhewasserspiegel



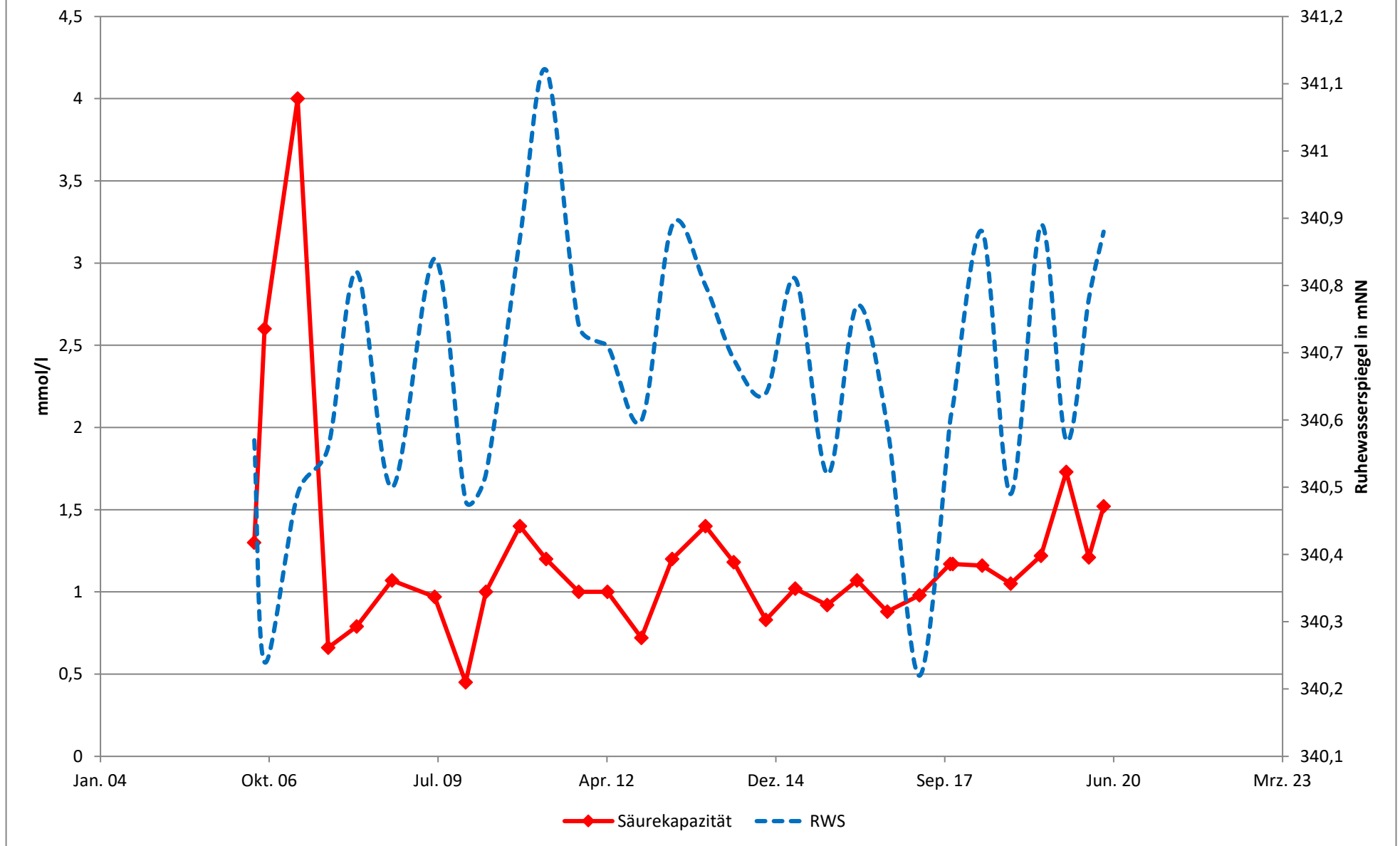
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, MKW-Gehalt, Ruhewasserspiegel**



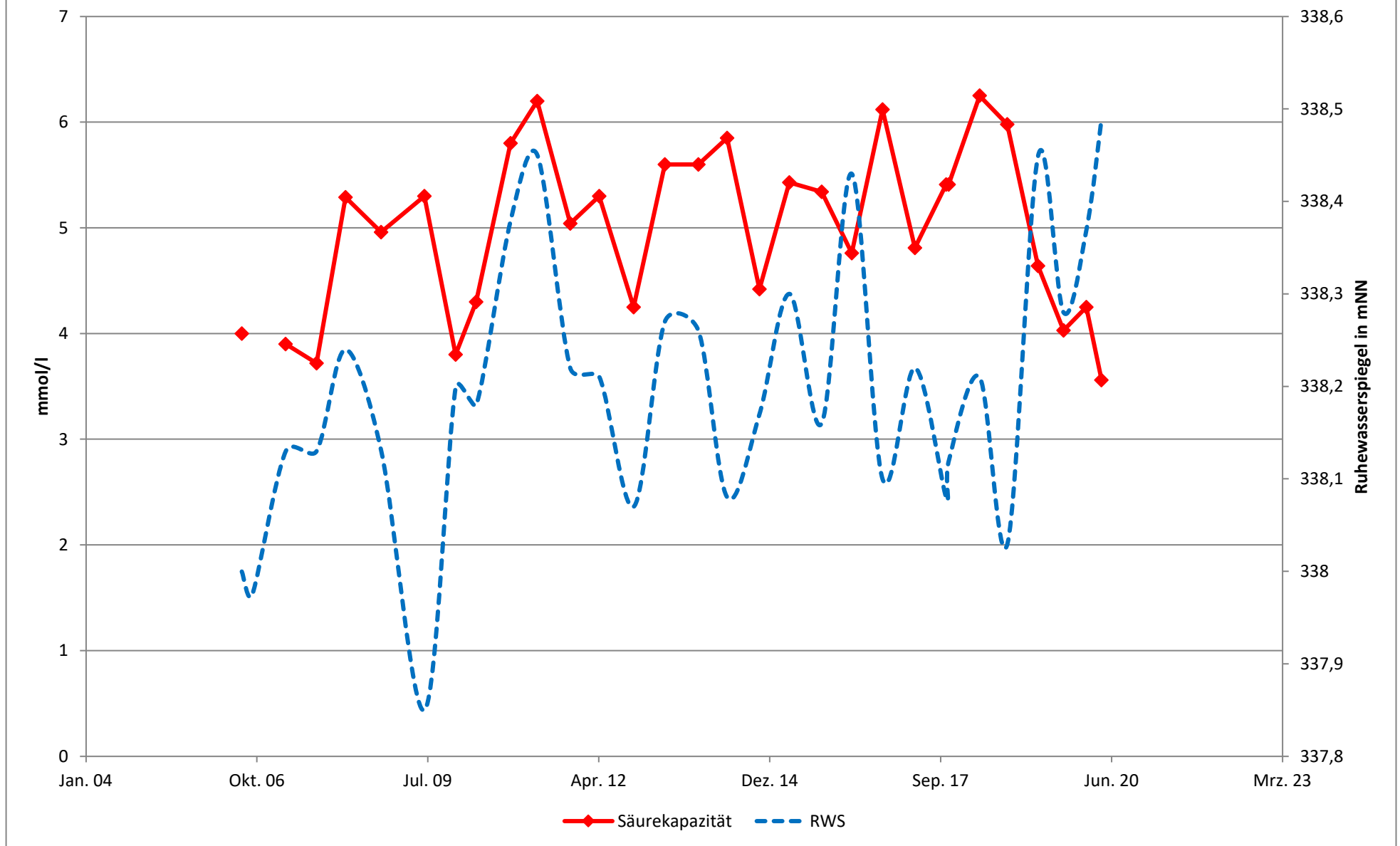
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach, **GWM 1, Säurekapazität pH 4,3, Ruhewasserspiegel**



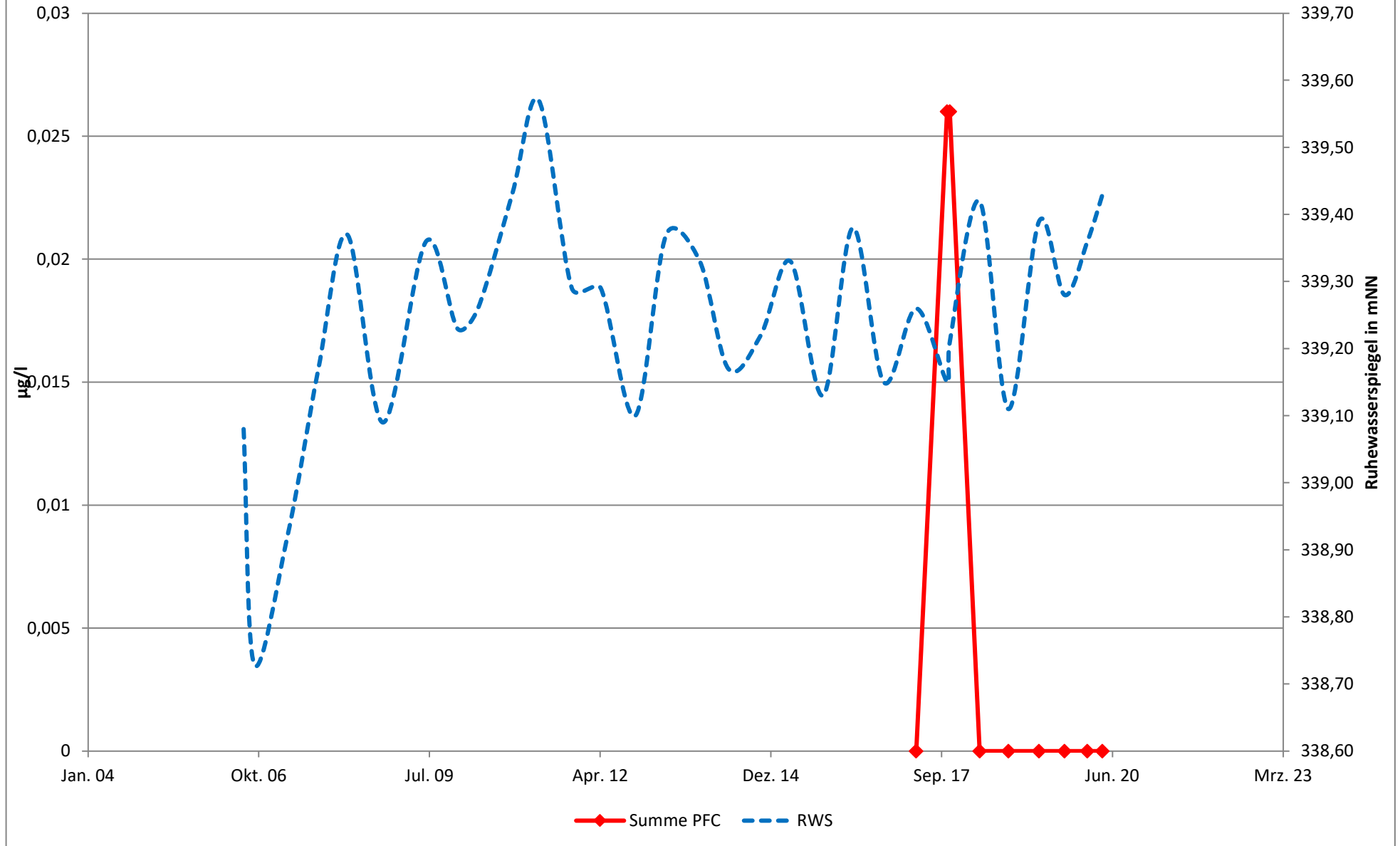
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 2, Säurekapazität ks 4,3, Ruhewasserspiegel



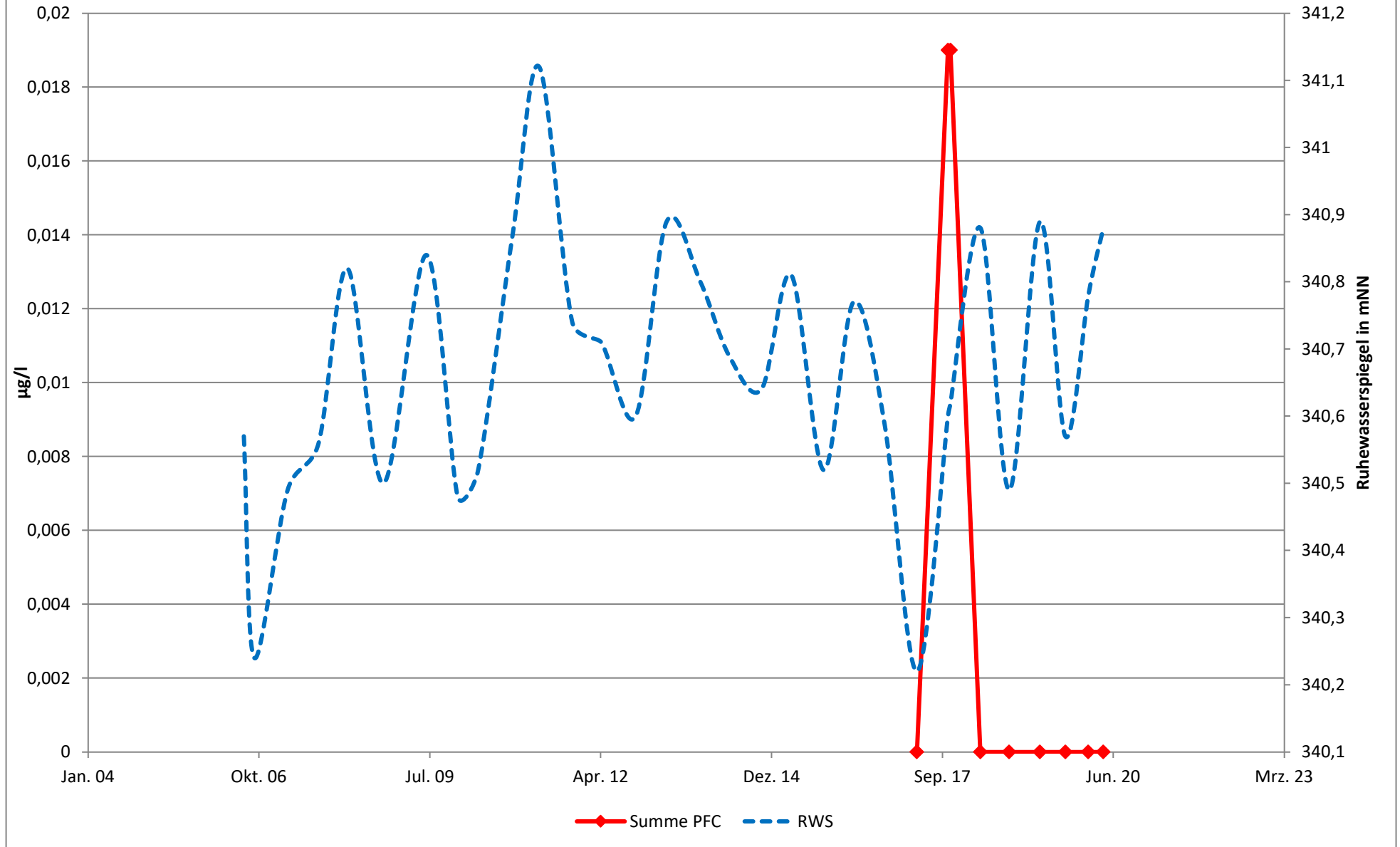
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 3, Säurekapazität ks 4,3, Ruhewasserspiegel**



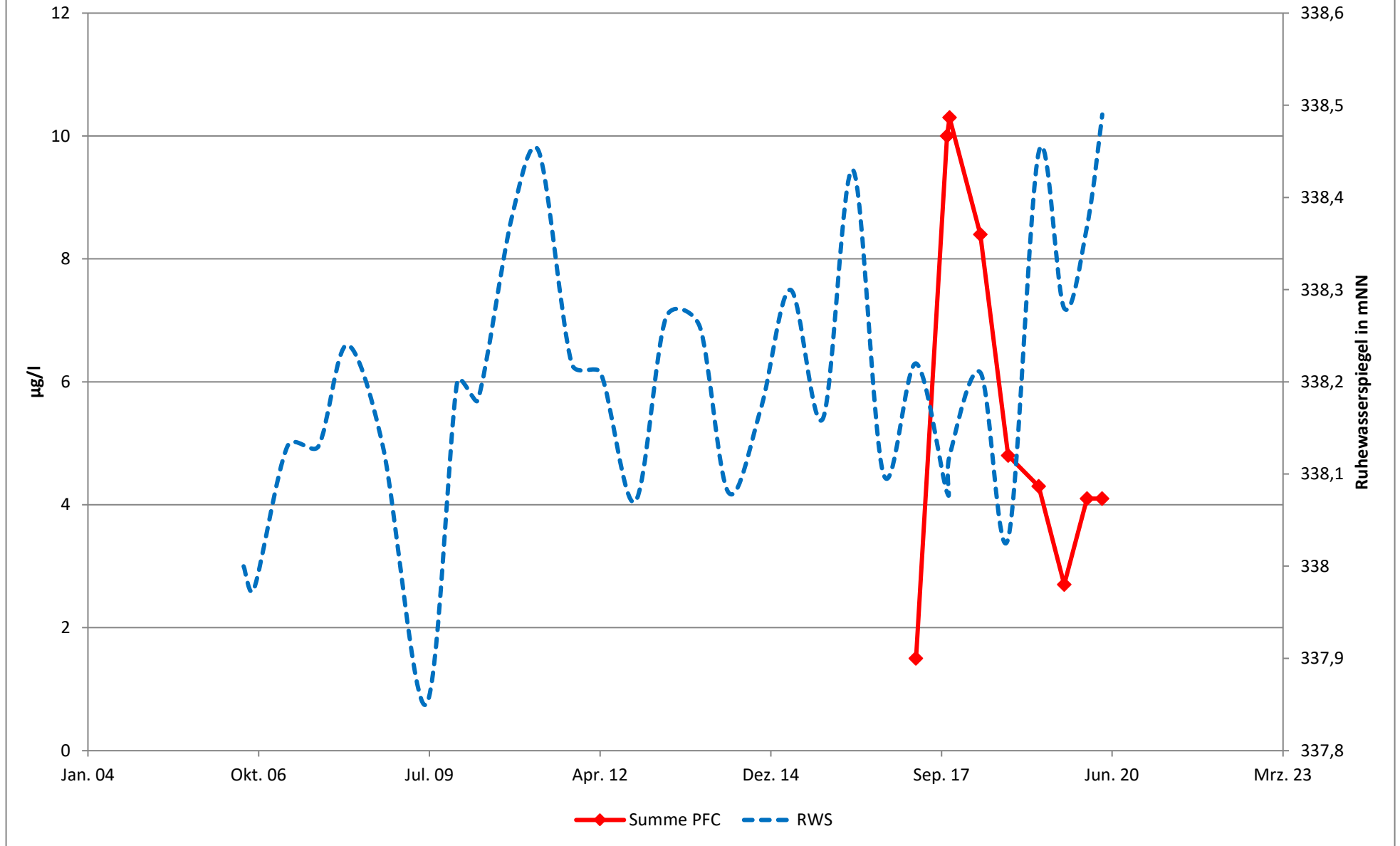
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 1, Summe PFC, Ruhewasserspiegel



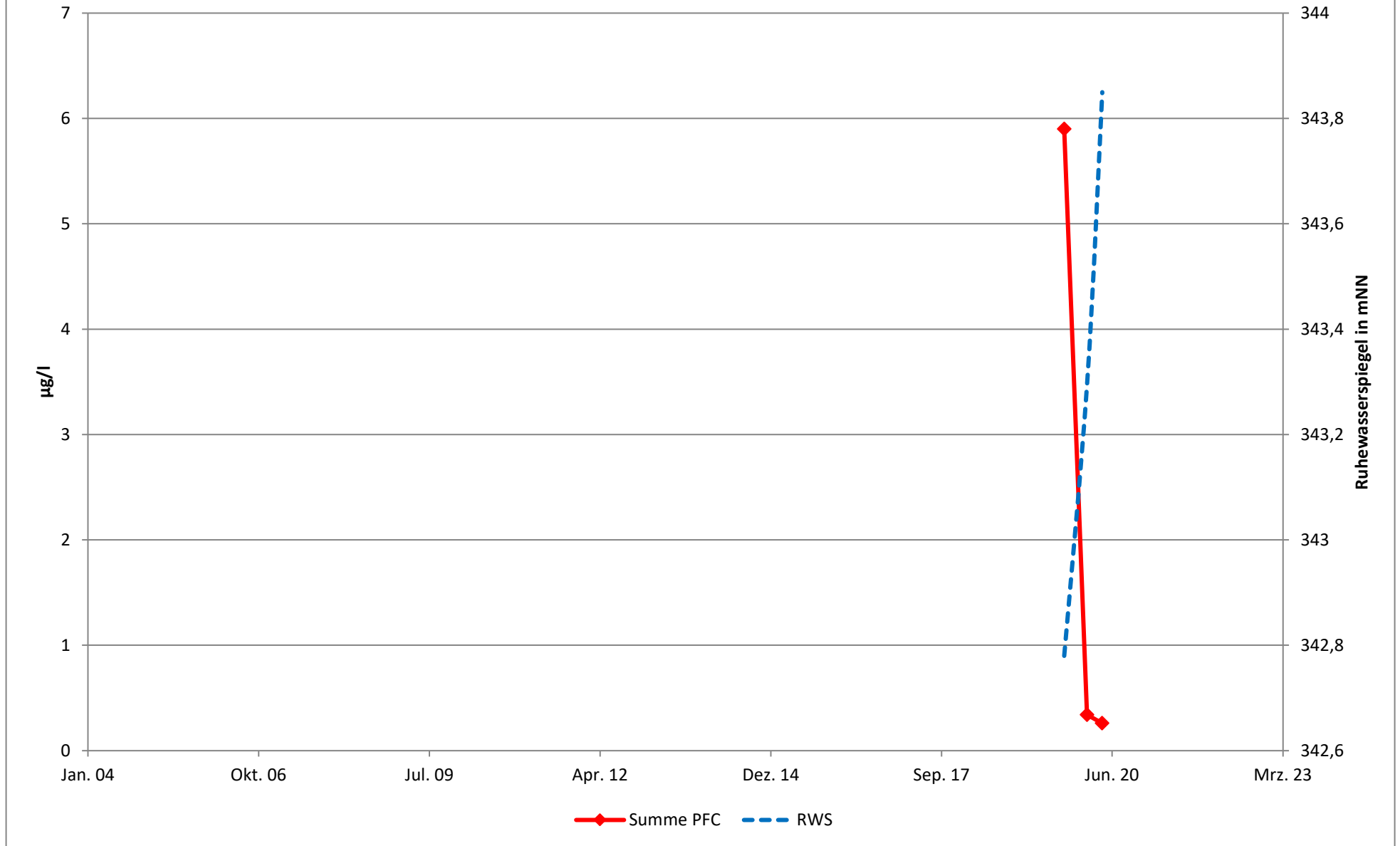
Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; **GWM 2, Summe PFC, Ruhewasserspiegel**



Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 3, Summe PFC, Ruhewasserspiegel



Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 4, Summe PFC, Ruhewasserspiegel



Fa. Sandwerke Altdorf, TB Seelach; GWM 5, Summe PFC, Ruhewasserspiegel

