



TEGTMEYER GEOPHYSIK GMBH

Bruchkampweg 28A · 29227 Celle
Telefon: 0 51 41 / 8 30 61 · Telefax: 0 51 41 / 88 26 30
www.tegeo.de · info@tegeo.de

B e r i c h t

*Zu den geophysikalischen Untersuchungen
im Brunnen I
Müllverbrennungsanlage Stelling Moor
(R: 35 60 305; H: 59 39 625)
Bestandsaufnahme*



Eigentümer/Bauherr:

*Stadtreinigung Hamburg
Bullerdeich 19
20537 Hamburg*

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Angaben zur geophysikalischen Untersuchung, Messprogramm	3
2. Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchung	5
a) Ausbauregime	5
b) Ringraumverfüllung.....	6
c) Leitfähigkeits- und Temperatur-Ausgangszustände	7
d) Produktionsmessungen (Flowmeter-Messung)	8
e) TV-Untersuchung.....	9
3. Zusammenfassung	10

Anlage zu diesem Bericht: Messplot im DIN A3-Format und DVD

1. Allgemeine Angaben zur geophysikalischen Untersuchung, Messprogramm

Die geophysikalischen Untersuchungen, beauftragt von der Gebr. Lange & Söhne Brunnenbau GmbH, Ludwig-Meyn-Str. 6-8, 25469 Halstenbek, im Brunnen I, Müllverbrennungsanlage Stelling Moor, Schnackenburgallee 100, Hamburg-Bahrenfeld, wurden am 14.03.2019, mit dem Teufenbezugspunkt Oberkante Brunnenkopf durchgeführt.

Zum Zeitpunkt der geophysikalischen Untersuchungen lagen eine Ausbauzeichnung sowie ein lithologisches Schichtenprofil (Stand: 24.01.2000) des Brunnens I vor. Lt. der vorliegenden Bohr- und Brunnendokumentation kann folgendes Bauregime (Ausbau-SOLL) abgeleitet werden:

Der Bohrlochdurchmesser ist nicht explizit ausgewiesen. Jedoch ist erkennbar, dass im Filterbereich der Bohrlochdurchmesser größer ist. In dem Teufenabschnitt von 64,0 – 81,0 m ist der Brunnen hydraulisch an überwiegend Sand und Kies angeschlossen (insgesamt 17 m NW 200 OBO-Filterrohre). Den Ausbau komplettieren ein von 1,6 – 64,0 m reichendes 411 mm Mantelrohr, das am Gebirge ansteht, sowie ein NW 200 OBO-Aufsatzrohr im Teufenabschnitt von 49,0 – 64,0 m. In diese Verrohrung wurde ein DN 300 PVC-Vollrohr von 1,6 – 49,0 m, ein 350 mm Edelstahlrohrschuh von 40,0 – 50,0 m sowie ein Teleskopstützrohr (Edelstahleinschub 219 mm mit Durchmesserminde rung in 49,0 m Tiefe) bis 52,0 m eingeschoben. Der Ringraum zwischen dem Mantelrohr und den PVC-Einschub wurde mit Brutoplast von 1,6 – 41,0 m verfüllt. Hinter der Mantelrohrtour wurde eine Monazit angereicherte Brutoplastabdichtung bis 14,0 m und im Teufenbereich von 18,3 – 39,0 m eingebracht. Im Liegenden der Brutoplastabdichtung wurden Füllkies (von 41,0 – 50,0 m) und Filterkies 1 – 2 mm von 50,0 – 82,0 m sowie eine innere Filterkiesschüttung 3 – 6 mm teufenorientiert der Filterstrecke geschüttet. Unterhalb von 82,0 m wurde die Bohrung mit einem Füllkies 2 – 8 mm rückverfüllt.

In diesem Bestandsbrunnen waren bohrlochgeophysikalische Untersuchungen mit dem Ziel durchzuführen, die Hinterfüllung (vor allem hinsichtlich des Vorhandenseins der Abdichtungen bzw. Filterkiesschüttungen und möglicher Verdichtungen oder Brückenbildung innerhalb der Filterkiesschüttung), ein vertikales Zustromprofil, die Grundwasserchemie sowie den optischen Zustand zu untersuchen.

Zur Erreichung der Zielvorgaben wurde die Firma tegeo Tegtmeyer Geophysik GmbH, Celle, beauftragt folgende Messverfahren in Anlehnung an das DVGW-Regelwerk W110 durchzuführen:

- GAMMA-RAY-LOG (SGL-MITTELWERT), GAMMA-GAMMA-DICHTE (GG.D) UND NEUTRON-LOG (NN) → Ableitung und Beurteilung der Ringraumverfüllung (Charakterisierung der Ringraumverfüllung)
- SEGMENTIERTES GAMMA-RAY-LOG (SGL) → 360°-Messung der homogenen horizontalen Verteilung; Ableitung und Beurteilung der Ringraumverfüllung (Charakterisierung der Ringraumverfüllung)
- SALINITÄT/TEMPERATUR-NULFAHRT → Bestimmung der Leitfähigkeit und der Temperatur in der ruhenden Wassersäule und unter Anregung
- FLOWMETER-NULFAHRT & -LEISTUNGSFAHRT → Bestimmung der vertikalen Zustromverteilung in Ruhe und unter Anregung
- TV-UNTERSUCHUNG → optische Zustandskontrolle

Darstellung und Deutung der geophysikalischen Untersuchungen

Radiometrische bohrlochgeophysikalische Untersuchungen in einem Brunnen liefern Informationen zur Bestimmung und Art der Ringraumverfüllung und deren Teufenorientierung.

- Bei Ringraumverfüllungen mit einem hohen Gehalt von bindigem Material (z.B. einem technisch markierten Ton oder Tonmehl-Zement-Suspension) ist eine hohe Gammaeigenstrahlung [API] bei reduzierter Dichte [g/cm^3] und reduzierten Neutron-Werten [cps] (hohe Gesamtporosität - Tonpartikel weisen eine scheinbar höhere Porosität, u.a. durch Haftwasser, als z.B. ein Kies auf) zu erwarten. Bei rolligen Hauptkomponenten der Ringraumverfüllung verhalten sich die ermittelten Messkurven entgegengesetzt.
- Kolmatisierte Filterkiesschüttungen bilden sich i.d.R. im Vergleich zu einer sauberen Filterkiesschüttung mit einer erhöhten Gammaeigenstrahlung [API], einer erhöhten Dichte [g/cm^3] und erhöhten Neutron-Werten [cps] aus den geophysikalischen Messkurven ab. Bei einer Filterkies-Brückenbildung verhalten sich die ermittelten Messkurven gegenläufig.

Relevante Ergebnisse sind als schraffierte Bereiche im Messplot ausgewiesen:

Grau → Brutoplast, Rot-Grau → Monazit angereichertes Brutoplast.

Die in segmentierter Messanordnung durchgeführte Untersuchung wird in einer 360°-Falschfarben-Imageprojektion dargestellt. Ein Image lässt eine Beurteilung der homogenen horizontalen Verteilung der Verfüllmaterialien zu, jedoch unter der Voraussetzung, dass das eingebrachte bindige Material eine ausreichende Gammadotierung aufweist. In einer Imageprojektion entspricht eine dunkle Farbgebung einer bindigen Ringraumverfüllung, grau einer rolligen Ringraumverfüllung.

Grundlegende Informationen zur Grundwasserchemie (Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$] und Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]) werden in der ruhenden Wassersäule aufgezeichnet. Die abgebildeten Ausgangszustände können durch geringfügige Varianzen, erste Hinweise auf hydraulische Undichtigkeiten des Gesamtbauwerkes, des Ausbaustrangs oder der Rohrverbindungen geben, die ggf. durch weitere Messverfahren bestätigt oder ausgeschlossen werden, bzw. lassen Rückschlüsse auf die Qualität von zufließenden Wässern zu. Die Trinkwasserverordnung weist 2790 $\mu\text{S/cm}$ bzw. 1585 mg/l, in weitestgehend tonfreien Sedimenten, als Grenzwerte für die Leitfähigkeit bzw. das NaCl-Äquivalent aus.

Geophysikalische Produktionsmessungen (Flowmeter-Messung) in einem Bestandsbrunnen bilden ein Ergebnis der vertikalen Zustromverteilung des Grundwassers innerhalb der Filterstrecken, in Ruhe und unter Förderleistung, ab. Aus den Zustromverteilungen werden teufenorientierte Zuflussprofile ermittelt.

Neben den Messergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen sind im Messdiagramm folgende Zeichnungen abgebildet:

- a) SOLL: der Bohr- und Brunnendokumentation entnommene Ausbau- und Verfüllplan
- b) IST: Darstellung des Ausbaus und der Ringraumverfüllung nach der Auswertung der geophysikalischen Untersuchungen
- c) Lithologie, der Bohr- und Brunnendokumentation entnommen

Die Ergebnisse und Angaben werden auf der beigefügten Anlage mit dem Teufenbezug OK Brunnenkopf im Teufenmaßstab 1:200 bis zur maximalen Messteufe von 75,3 m (Geophysik) bzw. 75,7 m (TV) dargestellt.

2. Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchung

a) Ausbauregime

Für die Ableitung des Ausbauregimes referenziert auf Oberkante Brunnenkopf wird die TV-Untersuchung in Abgleich mit den radiometrischen Messungen zu Grunde gelegt.

Der Edelstahlanschub lässt sich anhand von Peaks in der Dichte ableiten. Die sprunghafte Erhöhung der Dichte in 47,4 m Tiefe beschreibt die Durchmesserminde rung im Einschub.

Der Materialwechsel von Edelstahl zu OBO in 50,4 m Tiefe lässt sich besonders in der Dichte-Kurve AS anhand der stark erhöhten Messwerte nachvollziehen. Aber auch in dem Dichte-Log, sowie in dem Neutron-Log ist der Materialwechsel eindeutig identifizierbar. Die Filteroberkante zeichnet sich nicht in den radiometrischen Messkurven ab.

Die Dichteminderung in 60,2 m Tiefe könnte die Unterkante des Mantelrohres widerspiegeln. Im Neutron-Log ist teufenorientiert eine geringe Erhöhung der Gesamtporosität messbar.

Die Stahl-Mantelrohrtour sowie der Edelstahlschuh sind nicht nachweisbar.

In einer Tabelle zusammengefasst ergibt sich, unter Berücksichtigung aller diesbezüglichen Messindikationen, folgendes Ausbauregime:

Tabelle: Brunnen I, Ausbauregime

Verrohrung	Teufen der Bohr- und Brunnendokumentation entnommen	Teufen von der TV-Untersuchung abgeleitet
	SOLL [m]	IST [m]
	Nullpunkt = GOK	
PVC-Vollrohr	1,6 – 49,0	0,0 – 42,4
Mantelrohr	1,6 – 64,0	bis 60,2
Edelstahlrohrschuh	49,0 – 50,0	nicht nachweisbar
Edelstahleinschub	bis 52,0	42,4 – 50,4
OBO-Aufsatzrohr	50,0 – 64,0	50,4 – 62,4
OBO-Filterrohr	64,0 – 81,0	62,4 – 79,4?
Auflandungen	--	75,7 – 79,4?

b) Ringraumverfüllung

Die zur Beurteilung der Ringraumverfüllung durchgeführten Messungen der Parameter Dichte (Gamma-Gamma-Dichte (GG.D)), Gesamtporosität (Neutron-Log (NN)) und natürliche Radioaktivität in segmentierter Messanordnung (SGL) können die Monazit angereicherte Brutoplastabdichtung hinter dem Mantelrohr eindeutig nachweisen. Diese Abdichtung lässt sich deutlich anhand der erhöhten natürlichen Radioaktivität von maximal 88 API vom anstehenden Gebirge in den Teufenbereichen von 3,0 – 10,7 m und 18,5 – 38,2 m abgrenzen. Auch in der Dichte-Kurve AL lässt sich die angereicherte Brutoplastabdichtung (siehe rötlich graue Schraffierung im Messplot) von der inneren Brutoplastverpressung (siehe graue Schraffierung im Messplot) von 3,0 – 42,0 m durch die erhöhten Messwerte ableiten.

Die olivgrünen Bereiche im segmentierten Gamma-Ray sind den schwankenden Messwerten der natürlichen Radioaktivität bzw. der geringeren Durchdringung des Monazit angereicherten Brutoplast teufenorientiert dem anstehenden Gebirge (Ton und Geschiebemergel) geschuldet. Diese Tatsache wurde bei der Interpretation berücksichtigt.

Die radiometrischen Messkurven werden stark von den unterschiedlichen Verrohrungen beeinflusst (vgl. a) Ausbaugometrie).

Rollige Schüttgüter als Ringraumverfüllung sind durch ein Abfallen der natürlichen Radioaktivität, bei gleichzeitig maximalen Dichteverhältnissen und einer verminderten Gesamtporosität, gekennzeichnet. Rolliges Material ist in dem Teufenabschnitt von 42,0 m bis zur maximalen Messteufe von 75,3 m zu finden. Innerhalb der Filterkiesschüttung schwanken die Dichte-Werte zwischen 1,6 – 1,7 g/cm³ bei einer natürlichen Radioaktivität von etwa 27 – 37 API.

Eine Unterscheidung von Filterkies, Innen- und Außenschüttung und/oder des Korngrößenspektrums, kann aufgrund der nahezu identischen petrophysikalischen Eigenschaften nicht vorgenommen werden.

Die Dichte-Logs [cps] mit größerer (AL) und geringerer (AS) Eindringtiefe zeigen einen ähnlichen Verlauf zur Gamma-Gamma-Dichte (GG.D). AS und AL bilden mit dem Kaliber (KAL) die Grundlage zur Berechnung der GG.D. AS bildet hauptsächlich die Rohrtour ab, wodurch sich der Materialwechsel vom Edelstahl zum OBO besonders deutlich abzeichnet. LSD bildet den Ringraum ab und zeigt somit eine stärkere Ausprägung der Brutoplastabdichtungen.

Eindeutige Hinweise auf eine Brückenbildung oder defizitäre Abschnitte in der Filterkiesschüttung sind aus den radiometrischen Untersuchungen nicht abzuleiten.

In einer Tabelle zusammengefasst ergibt sich, unter Berücksichtigung aller diesbezüglichen Messindikationen, folgende Zusammensetzung der Ringraumverfüllung:

Tabelle: Brunnen I, Ringraumverfüllung

Verfüll-Material		Bohr- und Brunnendokumentation	Auswertung der geophysikalischen Untersuchungen
		Verfüllung SOLL [m]	Verfüllung IST [m]
		Nullpunkt = GOK	Nullpunkt = OK Brunnenkopf
innen	Brutoplast	1,6 – 41,0	3,0 – 42,0
	Füllkies	41,0 – 50,0	--
	Filterkies 3 – 6 mm	kurz oberhalb OK Filter bis 81,0 m	
außen	Brutoplast Monazit angereichert	? – 14,0	3,0 – 10,7
	Brutoplast Monazit angereichert	18,3 – 39,0	18,5 – 38,2
	Filterkies 1 – 2 mm	50,0 – 82,0	42,0 – 75,3
	Rückverfüllung Filterkies 2 – 8 mm	82,0 – 150,0	nicht nachweisbar

c) Leitfähigkeits- und Temperatur-Ausgangszustände

Die Salinität (Leitfähigkeit) wurde auf eine Temperatur von 25 °C korrigiert.

Die Leitfähigkeits- und Temperatur-Ausgangszustände wurden ab einer Teufe von 12,5 m (Ruhewasserspiegel am Untersuchungstag: 11,76 m) als erste Messung (stationäre Wassersäule), bis zur maximalen Messteufe von 75,1 m aufgezeichnet.

Die Leitfähigkeit wird im oberen Bereich von der Oberflächentemperatur beeinflusst. Zunächst fallen die Messwerte von 602 µS/cm in 15,0 m auf 569 µS/cm in 26,0 m ab, wobei sich eine kleine sprunghafte Abnahme in 24,2 m Tiefe abzeichnet. Im weiteren Verlauf der Messung steigt die Leitfähigkeit zunächst sprunghaft und dann kontinuierlich auf ein Maximum von 642 µS/cm in 39,4 m Tiefe an. In 38,2 m Tiefe ist ein Knick in der Leitfähigkeit erkennbar, der durch die Unterkante der Edelstahlverrohrung verursacht ist. In den nachfolgenden ca. 4 m Messstrecke bleibt die Leitfähigkeit auf annähernd hohem Niveau, um dann bis zur Unterkante des Edelstahleinschubes auf 561 µS/cm zu fallen. Innerhalb der OBO-Verrohrung ist eine tendenzielle Abnahme der Leitfähigkeit auf ein Minimum von 496 µS/cm in 72,6 m zu verzeichnen. Bis zur maximalen Messteufe ist ein minimaler Anstieg der Leitfähigkeit erkennbar.

Die Temperatur wird bis in eine Teufe von etwa 19 m stark von der Oberflächentemperatur beeinflusst. Im weiteren Verlauf fallen die Messwerte von 10,6 °C minimal um weniger als 0,1°C bis zur Oberkante des Edelstahleinschubes in 42,4 m ab. Bis zur Filteroberkante in 62,4 m Tiefe ist die Temperatur konstant. Innerhalb der Filterstrecke steigt die Temperatur kontinuierlich an und erreicht ihr Maximum von 10,7 °C in der maximalen Messteufe von 75,1 m.

d) Produktionsmessungen (Flowmeter-Messung)

Die Flowmeter-Nullfahrt zeigt einen gleichmäßigen Verlauf der Messkurve bis zu einer Messteufe von 74,5 m. Im Bereich des Edelstahleinschubes wird die Nullfahrt minimal von den Durchmesseränderungen beeinflusst. Es sind keine vertikalen Wasserbewegungen oder hydraulische Kurzschlüsse innerhalb der Filterstrecke, erkennbar.

Flowmeter-Leistungsfahrt bei $Q = 61 \text{ m}^3/\text{h}$

Pumpeneinlauf: ca. 23,0 m

Ruhewasserspiegel: 11,76 m; **Betriebswasserspiegel:** 14,07 m, **Absenkung Δ :** = 2,31 m

spez. Förderleistung: $26,4 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$.

Im Filtertiefsten von 75,1 m bis zur Oberkante der Auflandungen in 75,7 m wurde ein kontinuierlicher Zustrom angenommen.

Die Flowmeter-Leistungsfahrt bei $Q = 61 \text{ m}^3/\text{h}$ belegt, dass die gesamte Filterstrecke aktiviert wird. Es ist deutlich eine Zweiteilung der Filterstrecke (bis zur Oberkante der Auflandungen) erkennbar. In der oberen Hälfte der Filterstrecke fließen etwa 85 % der gesamten Fördermenge in den Brunnen. Über die untere Filterhälfte strömen lediglich 15 % der Wassermenge zu. Der größte Zufluss mit fast einem Viertel (24,9 %, $15,2 \text{ m}^3/\text{h}$) der gesamten Förderrate wird im Teufenabschnitt von 65,2 – 66,0 m ermittelt. Dies ist auch der Bereich mit dem größten spezifischen Zufluss von $19,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$. Direkt oberhalb dieses Bereiches befindet sich ein Abschnitt mit einem relativ geringen spezifischen Zufluss von $3,8 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$. Jedoch lässt sich der geringste spezifische Zufluss im Teufenbereich von 69,0 – 72,3 m mit $0,8 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m})$ nachweisen.

Tabelle: **Brunnen I, Zuflussprofil unter Anregung bei $Q = 61 \text{ m}^3/\text{h}$**

	Teufe	Zufluss		Spez. Zufluss
	[m]	[%]	[m^3/h]	[$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$]
Filterstrecke	62,4 – 63,8	12,9	7,8	5,6
	63,8 – 64,4	10,5	6,4	10,7
	64,4 – 65,2	4,9	3,0	3,8
	65,2 – 66,0	24,9	15,2	19,0
	66,0 – 67,4	17,8	10,9	7,8
	67,4 – 69,0	13,8	8,4	5,3
	69,0 – 72,3	4,1	2,5	0,8
	72,3 – 75,1	6,2	3,8	1,4
	75,1 – 75,7	4,9	3,0	5,0
		100	61	

e) TV-Untersuchung

Die TV-Untersuchungen wurden am 13.03.2019 zur Bestandsaufnahme mit dem Nullpunkt Oberkante Brunnenkopf durchgeführt.

Oberhalb des Wasserspiegels sind die Rohrwandungen und Rohrverbindungen belegt. Es können geringmächtige Ablagerungen identifiziert werden. An den Rohrverbindungen ist teilweise ein Spalt sichtbar.

Der Wasserspiegel wurde in einer Teufe von 11,76 m gelotet. In der Wassersäule ist die Sicht aufgrund kleiner Schwebeteilchen beeinträchtigt. Zur Verbesserung der Sichtverhältnisse wurde die TV-Untersuchung mit angelegter Förderrate fortgesetzt. Die Sichtverhältnisse wurden somit deutlich verbessert. Die Rohrwandungen weisen Beläge und geringmächtige Ablagerungen auf. Mit zunehmender Teufe nehmen die Ablagerungen an der Rohrwandung ab. Es kann eine Scheuerstelle nachgewiesen werden. An der Rohrverbindung oberhalb des Edelstahl-Einschubes befinden sich mächtige Ablagerungen (vgl. Standbilder 1_15A und 1_16A).

Das Edelstahl-Vollrohr ist weitestgehend sauber. Es können lediglich geringe Beläge nachgewiesen werden. Auf dem Übergang des nächsten Einschubes sind Ablagerungen sedimentiert. Die Rohrwandung weist einseitige Beläge auf. Nach etwa 3 m ist eine Durchmessererweiterung erkennbar. Die ursprüngliche OBO-Verrohrung ist sichtbar. Die OBO 1/3 Schalen sowie die Verbindungen weisen Beläge und geringmächtige Ablagerungen auf. Teilweise sind die OBO-Schalen nicht einwandfrei auf Stoß gesteckt.

Die Filteroberkante kann sicher identifiziert werden. Über nahezu der gesamten Filterrohrtour sind in und an den Filterschlitz Ablagerungen erkennbar. Im oberen Filterbereich ist der Grad der Ablagerungen in den Filterschlitz geringer.

Die maximal mögliche Einfahrt mit der Kamera in das OBO-Filterrohr beträgt ca. 13,3 m. Unter Annahme eines projektgerechten Ausbaus (17,0 m OBO-Filterrohre) beträgt die Mächtigkeit der sedimentierten Auflagerungen ca. 3,7 m.

Von der TV-Untersuchung wurde eine DVD erstellt auf der weitere Details erkennbar sind. Außerdem wurden 22 Standbilder an verschiedenen Positionen angefertigt (vgl. extra TV-Anlagen).

3. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen zur Bestandsaufnahme im Brunnen I, Müllverbrennungsanlage Stelling Moor, Stadtreinigung Hamburg, zusammenfassend dargestellt und erläutert, wobei sich zeigt, dass der Ringraum zwischen dem Mantelrohr und dem PVC-Vollrohr mit Brutoplast bis 42,0 m verfüllt ist. Das Monazit angereicherte Brutoplast hinter dem Mantelrohr lässt sich in den Teufenbereichen von 3,0 – 10,7 m und 18,5 – 38,2 m nachweisen.

Die Flowmeter-Leistungsfahrt belegt, dass die gesamte Filterstrecke unter der angelegten Förderrate aktiviert wird. Jedoch fließt ca. 85 % der gesamten Fördermenge über die obere Filterhälfte in den Brunnen.

Innerhalb der Wassersäule im Brunnen liegt die Leitfähigkeit im Wertebereich von 496 – 642 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei Temperaturen von 10,5 – 11,2 °C.

Die TV-Untersuchung konnte keinerlei beeinträchtigende Beschädigungen aufweisen. An einer Rohrverbindung können mächtige Ablagerungen nachgewiesen werden. Eine Scheuerstelle ist erkennbar. In der gesamten Filterstrecke befinden sich zum großen Teil Ablagerungen in und an den Filterschlitzten. Unter Annahme eines projektgerechten Ausbaus mit einer Filterrohrlänge von 17 m beträgt die Mächtigkeit der sedimentierten Auflagerungen ca. 3,7 m.

tegeo

Tegtmeyer Geophysik GmbH

Celle, den 02.04.2019

Dipl.-Geophys. Hanna Beyer