



Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93, 52072 Aachen

Stadt Würselen
c/o Stadtentwicklung Würselen GmbH & Co. KG

Klosterstraße 33
52146 Würselen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG

Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93
52072 Aachen

Telefon: +49 241 980 97 90
Fax: +49 241 980 97 910

E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de

www.geotechnik-aachen.de

05.11.2019
2019-0403
7 Seiten

**Bebauungsplan Nr. 224 im Bereich Lindenplatz, Poststraße und Mittelstraße
(Sportplatz Lindenplatz) in Würselen**

Geohydrologisches Gutachten

über

die Bodenschichtung, die Bodendurchlässigkeit sowie zum Grundwasserflurabstand
im Hinblick auf eine gezielte Versickerung von Niederschlagswasser

- Anlagen: 1 Lageplan zu den Bodenaufschlussbohrungen und zu den Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern mit Darstellung der Bohrergebnisse als Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100
- 2 Dokumentation und Auswertung der Versickerungsversuche in den Bohrlöchern
- 3 Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen

Umsatzst.-ID: DE299337077
Steuernr: 201 5823 3747
HRA: HRA 8606

Aachener Bank
IBAN: DE 2239 0601 8012 2540 2015
BIC: GENODED1AAC
Konto-Nr: 12 2540 2015
BLZ: 390 60 180

www.geotechnik-aachen.de
E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de
Geschäftsführer: Kramm Verwaltung GmbH
vertreten durch die Gesellschafter
Dipl.-Ing. Rüdiger Kramm, Dipl.-Ing. Angela Kramm

Inhalt

1. Aufgabenstellung
2. Örtliche Untersuchungen
3. Geländehöhen
4. Bodenschichtung
5. Grundwasser
6. Bodendurchlässigkeit
7. Geohydrologische Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

1. Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht gibt für das Bebauungsplangebiet Nr. 224 im Bereich Lindenplatz, Poststraße und Mittelstraße (Sportplatz Lindenplatz) in Würselen auf der Grundlage einer örtlichen Baugrunderkundung Auskunft über

- a) den oberflächennahen Baugrund und seine Wasserführung sowie
- b) die Versickerungsmöglichkeiten für nicht verunreinigtes Niederschlagswasser gemäß §51a LWG.

2. Örtliche Untersuchungen

Am 25.06.2019 wurden im Bereich des Bebauungsplangebietes Nr. 224 (Sportplatz Lindenplatz) insgesamt fünf Rammkernbohrungen als direkte Bodenaufschlüsse abgeteuft und anschließend in den offenen Bohrlöchern jeweils ein Versickerungsversuch nach den Regeln des USBR-Earth-Manuals durchgeführt.

Die Lage der einzelnen Bohransatzstellen mit den Bezeichnungen RKB 1 bis RKB 5 ist auf Anlage 1 in einem Lageplan zur Baugrunderkundung eingetragen. Auf der gleichen Anlage sind auch die Bohrergebnisse als Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf drei Profilschnitten durch die erbohrte Bodenschichtung zeichnerisch dargestellt. Die über den Bohrsäulen eingetragenen Bohransatzhöhen wurden von uns auf NN / NHN einnivelliert. Als Höhenfestpunkt für dieses Nivellement diente die Oberkante eines Kanaldeckels (OK KD) in der Poststraße (Lage KD s. Lageplan Anlage 1), dessen Höhe in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit +193,34 m angegeben ist. Die Zahlen rechts neben den Bohrsäulen sind dagegen Tiefenangaben in [m] unter der jeweiligen Geländeoberkante an der Bohransatzstelle und geben so Tiefen unter Flur an, in denen sich der Boden signifikant ändert.

Die in / an den Bohrsäulen verwendeten Kennbuchstaben und Bodensymbole sind in einer Legende auf Anlage 1 erklärt.

Die in den Bohrlöchern durchgeführten Versickerungsversuche sind auf Anlage 2 dokumentiert und ausgewertet.

3. Geländehöhen

Mit einnivellierten Geländehöhen an den Bohransatzstellen zwischen +194,00 m (RKB 4) und +194,69 m (RKB 3) fällt die Geländeoberfläche um rd. 0,7 m leicht in Richtung Norden bis Nordwesten ab.

4. Bodenschichtung

Die Geländeoberfläche besteht aus einer ca. 0,2 m dicken Schicht aus umgelagertem, humosem Oberboden (Schicht 1a). Unter dem Oberboden folgen bis in Tiefen von rd. 0,3 m bis 1,0 m künstlich aufgefüllte Böden (Aufschutt, Schicht 1b) aus überwiegend wechselnd kiesigen, teils schwach schluffigen Sanden und z. T. aus schwach kiesigen, schwach sandigen Schluffen. Die Auffüllungen weisen größtenteils geringe mineralische Fremddanteile aus wenigen Ziegel-, Bauschutt- und Schlackeresten auf ($\leq 5\%$). Lediglich im Bereich der RKB 5 wurden unter dem Oberboden und einer 20 cm dicken Betonschicht aufgefüllte Sande angetroffen, die erhöhte Fremddanteile aus Ziegelbruch und Schlacke enthalten ($> 10\%$). In künstlichen und mit Fremddanteilen durchmischten Anschüttungen darf aus wasserrechtlichen Gründen grundsätzlich kein Niederschlagswasser gezielt versickert werden.

Ab Tiefen zwischen ca. 0,3 m und 1,0 m unter Flur beginnt überall die gewachsene Baugrundoberseite. Sie wird durchgehend aus steifplastischen, schwach feinsandigen bis feinsandigen und überwiegend schwach tonigen Schluffen in der geologischen Form von „Lößlehm“ gebildet (Schicht 2). Diese „lehmige“ Deckschicht reicht bis 4,0 m und 4,8 m unter Flur. Die v. g. Kornverteilung des Bodens führt zu einem sehr engen Bodenporenraum, wodurch sich dort einer Versickerung von Niederschlagswasser generell große Reibungs- und Kapillarkräfte entgegenstellen. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von erfahrungsgemäß $k < 1 \times 10^{-7}$ m/s ist eine gezielte Versickerung in dieser Bodenschicht nicht möglich.

Unter dem „Lößlehm“ folgen ab Tiefen von ca. 4,0 m und 4,8 m unter Gelände eiszeitliche Ablagerungen der „Hauptterrasse“ in Form von teils kiesigen Sanden (Schicht 3, „Terrassensande“), die überwiegend dicht gelagert und an ihrer Schichtoberseite teilweise durch schluffige und / oder tonige Nebenanteile mehr oder weniger „verlehmt“ sind. Durch diese „Verlehmung“ wird die Bodendurchlässigkeit der ansonsten gut wasserdurchlässigen „Terrassensande“ an der Schichtoberseite eingeschränkt.

5. Grundwasser

Am Tag der Baugrunderkundung am 25.06.2019 blieben alle Bohrlöcher bis in ihre Endteufen von 4,6 m und 5,9 m unter Flur erwartungsgemäß „trocken“, d. h. ohne seitlichen Wasserzulauf.

Von den Unterzeichnern wurde eine Recherche in der Grundwasserdatenbank des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Demnach gibt es eine Grundwassermessstelle (GWM) knapp 200 m nordwestlich des geplanten Baufeldes. In dieser GWM mit der Bezeichnung „Würselen Zus 846“ (Nr. 011006201) wurde im Beobachtungszeitraum von April 1953 bis Oktober 2007 ein maximaler Wasserstand von +184,66 m gemessen (vgl. Anlage 3).

Für das untersuchte Grundstück ergibt sich damit in Verbindung mit der o. a. topografischen Höhenlage der Geländeoberfläche (s. Kapitel 3) ein geringster Grundwasserflurabstand von rd. 9 m bis 10 m.

6. Bodendurchlässigkeit

Bei den anschließenden Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern wurde im Tiefenbereich der „Terrassensande“ der Durchlässigkeitsbeiwert nach den Regeln des USBR-Earth-Manuals ermittelt. Gemäß Tabelle B1 des Arbeitsblattes DWA-A 138 muss für die Nachrechnung (Bemessung) der Versickerung der in den Feldversuchen methodenspezifisch bestimmte k-Wert (wie im vorliegenden Fall) mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu einem Bemessungs- k_{cal} -Wert modifiziert werden:

Versickerungsversuch 1, Bohrung RKB 1, Versuchstiefe 4,1 m bis 5,1 m unter Flur:

aus Versickerungsversuch: k = $2,7 \times 10^{-6}$ m/s (s. Anlage 2)

modifiziert: rd. k_{cal} = **$5,4 \times 10^{-6}$ m/s**

Versickerungsversuch 2, Bohrung RKB 2, Versuchstiefe 4,1 m bis 4,6 m unter Flur:

aus Versickerungsversuch: k = $4,4 \times 10^{-6}$ m/s (s. Anlage 2)

modifiziert: rd. k_{cal} = **$8,8 \times 10^{-6}$ m/s**

Versickerungsversuch 3, Bohrung RKB 3, Versuchstiefe 4,5 m bis 5,5 m unter Flur:

aus Versickerungsversuch: k = $2,5 \times 10^{-6}$ m/s (s. Anlage 2)

modifiziert: rd. k_{cal} = **$5,0 \times 10^{-6}$ m/s**

Versickerungsversuch 4, Bohrung RKB 4, Versuchstiefe 4,4 m bis 4,9 m unter Flur:

aus Versickerungsversuch: k = $2,5 \times 10^{-5}$ m/s (s. Anlage 2)
modifiziert: rd. k_{cal} = **$5,0 \times 10^{-5}$ m/s**

Versickerungsversuch 5, Bohrung RKB 5, Versuchstiefe 4,9 m bis 5,9 m unter Flur:

aus Versickerungsversuch: k = $2,7 \times 10^{-5}$ m/s (s. Anlage 2)
modifiziert: rd. k_{cal} = **$5,4 \times 10^{-5}$ m/s**

Die vorstehenden Ergebnisse der Versickerungsversuche zeigen eine ca. 5-fach bis 10-fach bessere Wasserdurchlässigkeit im Bereich der feinkornfreien, "unverlehmten" Sande bei RKB 4 und RKB 5 im Vergleich zu den schwach "verlehmten" (schwach schluffigen und teils schwach tonigen) Sanden bei RKB 1 bis RKB 3.

Nach der maßgebenden Richtlinie des Arbeitsblattes DWA-A 138 für die Planung, den Bau und den Betrieb von Versickerungsanlagen liegt der entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeitsbereich für Lockergesteine zwischen 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s. Diese Begrenzung begründet sich darauf, dass

- zum einen das in Versickerungsanlagen eingeleitete Niederschlagswasser für den Fall möglicher Verunreinigungen nicht zu schnell dem Grundwasser zusickert, um die natürliche Reinigungskraft des Bodens in der wasserungesättigten Bodenzone noch hinreichend nutzen zu können, und
- zum anderen das in Versickerungsanlagen eingeleitete Niederschlagswasser dort und in dem unterlagernden Boden nicht zu lange verweilt, um z. B. zum Funktionserhalt der Anlagen zu starke Absetzvorgänge von mitgeführten Feinanteilen zu verhindern (Verhinderung einer „Verschlammung“).

Die örtlichen Untersuchungen ergaben, dass grundsätzlich eine ausreichende Bodendurchlässigkeit für das Betreiben einer gezielten Versickerung in der Schicht 3 – „Terrassensande“ – ab Tiefen zwischen rd. 4,0 m und 4,8 m unter Flur besteht. Die überlagernde Schicht 2 – „Löblehm“ – muss hierbei von Versickerungsanlagen stets durchstoßen werden.

7. Geohydrologische Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Die in den Versuchen innerhalb der Schicht 3 – „Terrassensande“ – ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k_{cal} liegen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 im zulässigen Bereich der Bodendurchlässigkeit von $1 \times 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_{cal} \leq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ für das betriebssichere und wasserrechtlich genehmigungsfähige gezielte Versickern von Niederschlagswasser. Der anstehende gewachsene Boden ist damit in der untersuchten, oberflächennahen Bodenzone ab ca. 4,0 m und 4,8 m unter Flur aus technischer und wasserrechtlicher Sicht grundsätzlich für eine betriebssichere gezielte Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Bei einem Grundwasserflurabstand von mindestens rd. 9 m ergibt sich eine Dicke der ungesättigten Bodenzone von mindestens ca. $d = 4,0 \text{ m}$, in der eine natürliche Restreinigung des eingeleiteten Niederschlagswassers stattfinden kann. Aus wasserrechtlicher Sicht ist für den ausreichenden Schutz des Grundwassers der Nachweis einer Mindestdicke der ungesättigten Bodenzone von $d_{min} \geq 1,5 \text{ m}$ gefordert. Diese Forderung ist im vorliegenden Fall somit reichlich erfüllt.

Das Untersuchungsgebiet liegt nicht im Bereich eines bestehenden oder geplanten Trinkwasserschutzgebietes (Quelle: ELWAS).

Damit erfüllen die geohydrologischen Standortbedingungen die grundsätzlichen wasserrechtlichen und technischen Kriterien für das Betreiben von Versickerungsanlagen im untersuchten Bebauungsplangebiet. Es muss allerdings im vorliegenden Fall vorsorgehalber darauf hingewiesen werden, dass von der Unteren Wasserbehörde der StädteRegion Aachen als zuständige Genehmigungsbehörde Versickerungen in Tiefen von über 3 m unter Flur,- wie sie im vorliegenden Fall baugrundbedingt notwendig sind-, generell im Hinblick auf den Grundwasserschutz kritisch beurteilt werden. Es wird diesbezüglich deshalb noch eine frühzeitige Abstimmung mit der Behörde empfohlen.


(Dipl.-Ing. R. Kramm)



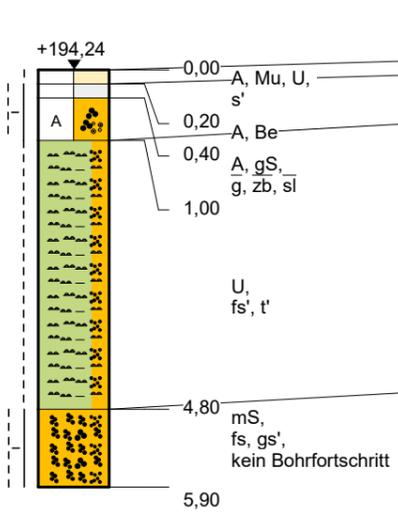
Jochen Tietjen
Dipl.-Geologe

Anlage 1

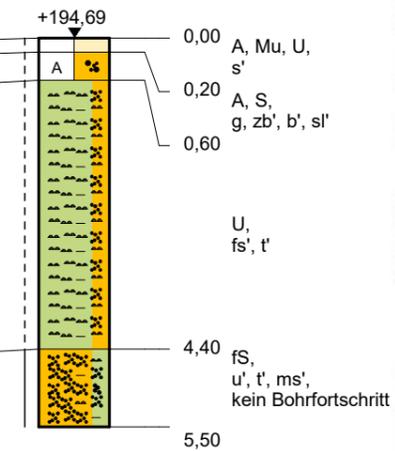
**Lageplan zu den Bodenaufschlussbohrungen und zu den
Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern mit
Darstellung der Bohrergebnisse als Bohrsäulen im
Tiefenmaßstab 1:100**

PROFIL 1-1

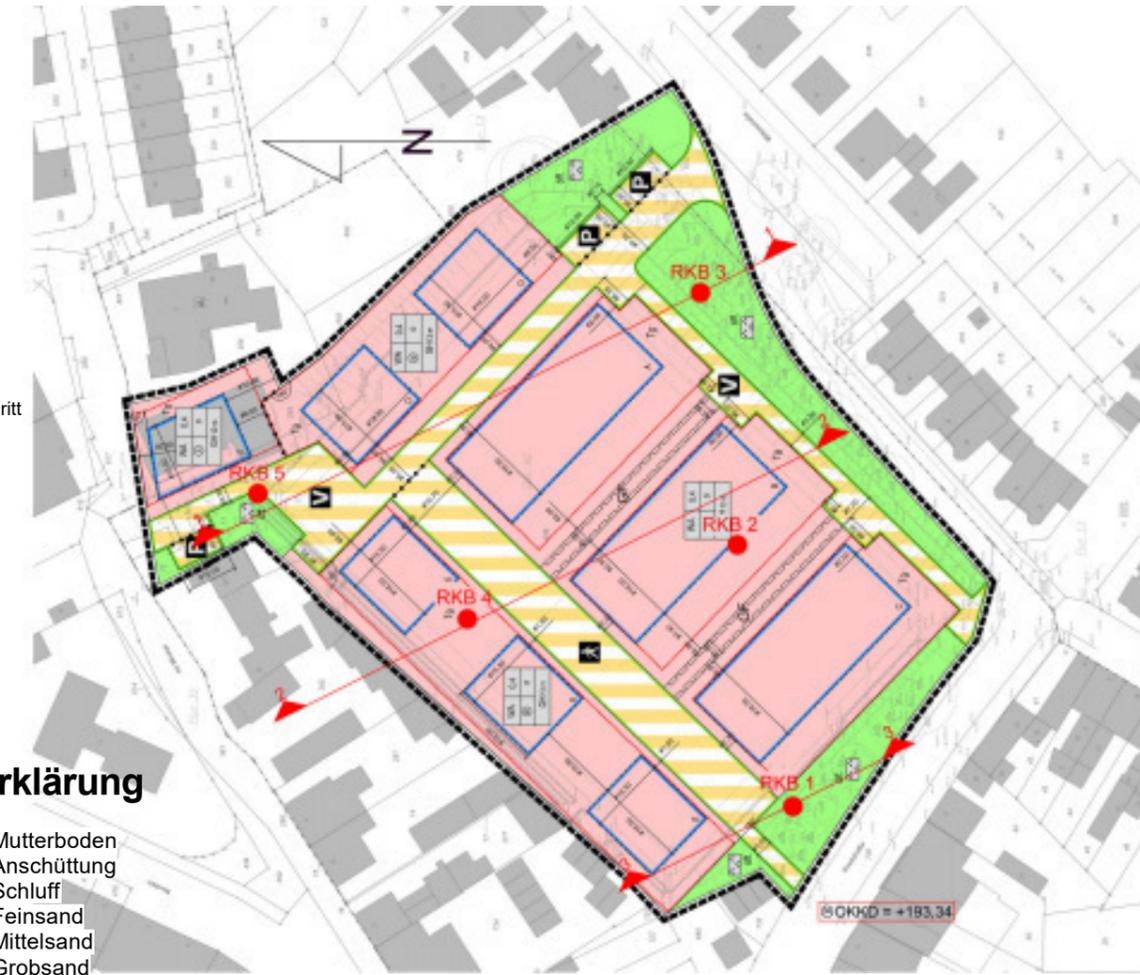
RKB 5



RKB 3

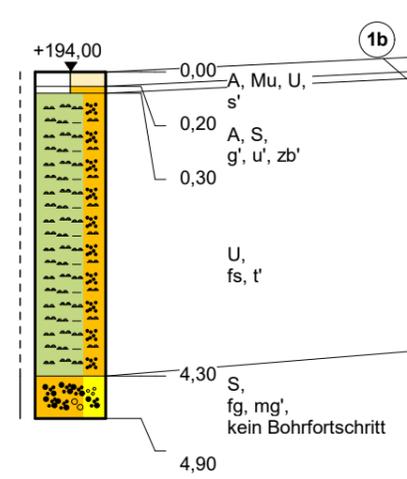


LAGEPLAN

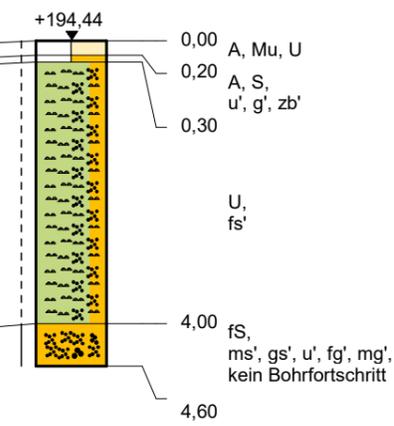


PROFIL 2-2

RKB 4



RKB 2

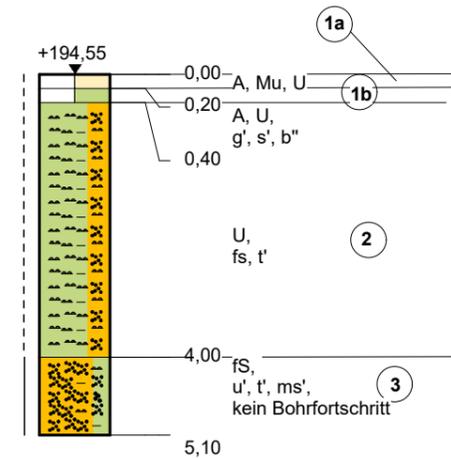


Zeichenerklärung

- Mu Mutterboden
- A Anschüttung
- U Schluff
- fS Feinsand
- mS Mittelsand
- gS Grobsand
- S Sand
- Be Beton
- u schluffig
- fs feinsandig
- ms mittelsandig
- gs grobsandig
- s sandig
- fg feinkiesig
- mg mittelkiesig
- g kiesig
- t tonig
- b Bauschuttreste
- zb Ziegelreste
- sl Schlackereste
- Schicht steif-halbfest
- Schicht halbfest
- Schicht steif

PROFIL 3-3

RKB 1



Schicht	Bezeichnung
1a	umgelagerter Oberboden
1b	Aufschutt
2	"Löblehm"
3	"Terrassensande"

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG Beratender Ingenieur für Geotechnik

Adele-Weidtmann-Straße 87 - 93
52072 Aachen
E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de

Auftraggeber: **Stadt Würselen**
Klosterstraße 33, 52146 Würselen

Projekt-Nr.
19-0403

Projekt: **Bebauungsplan Nr. 224**
Bereich Lindenplatz, Würselen

Anlage-Nr.
1

Maßstab	Höhen-Maßstab	Gezeichnet:	Geprüft:	Gutachter:	Datum
	1 : 100	va			02.07.2019

Anlage 2

Dokumentation und Auswertung der Versickerungsversuche in den Bohrlöchern

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	25.06.2019	Pö Projekt-Nr: 199142

Proj.: Felduntersuchungen in **Würselen**, Lindenplatz, Proj.-Nr. 2019-0403

Auswertung Versickerungsversuch 1 / RKB 1

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,10 bis 5,10m unter Geländeoberfläche.

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach mittelsandiger, schwach toniger und schwach schluffiger Feinsand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 5,10m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,10m unter GOF bis in 5,10m Tiefe (h = 1,00m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,10m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 1,00m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 159sec 200ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $1,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($3,0 \geq 1,0 \geq 1,0$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 1,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,020\text{m}$$

$$h = 1,0\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = \text{min. } 1,0\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (1,3 \times 10^{-6}/1,0^2) \times (\ln(1,0/0,02)) / (0,1667 + 1,0/3 \times 1,0) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 2,7 \times 10^{-6} (m/s)}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	25.06.2019	Pö Projekt-Nr: 199142

Proj.: Felduntersuchungen in **Würselen**, Lindenplatz, Proj.-Nr. 2019-0403

Auswertung Versickerungsversuch 2 / RKB 2

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,10 bis 4,60m unter Geländeoberfläche.

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach mittel- und grobsandiger und schwach schluffiger Feinsand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 4,60m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,10m unter GOF bis in 4,60m Tiefe (h = 0,50m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 4,60m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,50m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 312sec 200ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $6,4 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($1,5 \geq 0,5 \geq 0,5$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 6,4 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,020\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = \text{min. } 0,5\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (6,4 \times 10^{-7}/0,5^2) \times (\ln(0,5/0,02)) / (0,1667 + 0,5/3 \times 0,5) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 4,4 \times 10^{-6} (m/s)}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	25.06.2019	Pö Projekt-Nr: 199142

Proj.: Felduntersuchungen in **Würselen**, Lindenplatz, Proj.-Nr. 2019-0403

Auswertung Versickerungsversuch 3 / RKB 3

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,50 bis 5,50m unter Geländeoberfläche.

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach mittelsandiger, schwach toniger und schwach schluffiger Feinsand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 5,50m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,50m unter GOF bis in 5,50m Tiefe (h = 1,00m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,50m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 1,00m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 164sec 200ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $1,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($3,0 \geq 1,0 \geq 1,0$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 1,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,020\text{m}$$

$$h = 1,0\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = \text{min. } 1,0\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (1,2 \times 10^{-6}/1,0^2) \times (\ln(1,0/0,02)) / (0,1667 + 1,0/3 \times 1,0) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 2,5 \times 10^{-6} (m/s)}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	25.06.2019	Pö Projekt-Nr: 199142

Proj.: Felduntersuchungen in **Würselen**, Lindenplatz, Proj.-Nr. 2019-0403

Auswertung Versickerungsversuch 4 / RKB 4

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,40 bis 4,90m unter Geländeoberfläche.

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein fein- mittelkiesiger Sand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 4,90m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,40m unter GOF bis in 4,90m Tiefe (h = 0,50m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 4,90m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,50m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 271sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $3,7 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($1,5 \geq 0,5 \geq 0,5$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 3,7 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,020\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = \text{min. } 0,5\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (3,7 \times 10^{-6}/0,5^2) \times (\ln(0,5/0,02)) / (0,1667 + 0,5/3 \times 0,5) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 2,5 \times 10^{-5} (m/s)}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	25.06.2019	Pö Projekt-Nr: 199142

Proj.: Felduntersuchungen in **Würselen**, Lindenplatz, Proj.-Nr. 2019-0403

Auswertung Versickerungsversuch 5 / RKB 5

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,90 bis 5,90m unter Geländeoberfläche.

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach grobsandiger, schwach feinsandiger Mittelsand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 5,90m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,90m unter GOF bis in 5,90m Tiefe (h = 1,00m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,90m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 1,00m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 75sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $1,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($3,0 \geq 1,0 \geq 1,0$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,020\text{m}$$

$$h = 1,0\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = \text{min. } 1,0\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (1,3 \times 10^{-5}/1,0^2) \times (\ln(1,0/0,02)) / (0,1667 + 1,0/3 \times 1,0) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 2,7 \times 10^{-5} (m/s)}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

Anlage 3

Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen

Messstelle 011006201 Würselen Zus 846

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte	
1953-2011	Winter	Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	183,89	183,89	-	183,89	9,97	9,97	9,97	59
1953-2011	Sommer	Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	183,79	183,79	-	183,79	10,07	10,07	10,07	59
1953-2011	Gesamt	Mittelwerte der Jahres-Hauptwerte	-	183,75	183,84	-	183,93	9,93	10,02	10,11	118
1953	Winter	1953-04-15	183,98	183,98	1953-04-15	183,98	9,90	9,90	9,90	1	
1953	Sommer	1953-10-15	183,86	183,86	1953-10-15	183,86	10,02	10,02	10,02	1	
1954	Winter	1954-04-15	183,48	183,48	1954-04-15	183,48	10,40	10,40	10,40	1	
1954	Sommer	1954-10-15	183,80	183,80	1954-10-15	183,80	10,08	10,08	10,08	1	
1955	Winter	1955-04-15	184,31	184,31	1955-04-15	184,31	9,57	9,57	9,57	1	
1955	Sommer	1955-10-15	184,45	184,45	1955-10-15	184,45	9,43	9,43	9,43	1	
1956	Winter	1956-04-15	184,01	184,01	1956-04-15	184,01	9,87	9,87	9,87	1	
1956	Sommer	1956-10-15	183,88	183,88	1956-10-15	183,88	10,00	10,00	10,00	1	
1957	Winter	1957-04-15	184,63	184,63	1957-04-15	184,63	9,25	9,25	9,25	1	
1957	Sommer	1957-10-15	184,66	184,66	1957-10-15	184,66	9,22	9,22	9,22	1	
1958	Winter	1958-04-15	184,60	184,60	1958-04-15	184,60	9,28	9,28	9,28	1	
1958	Sommer	1958-10-15	184,63	184,63	1958-10-15	184,63	9,25	9,25	9,25	1	
1959	Winter	1959-04-15	183,83	183,83	1959-04-15	183,83	10,05	10,05	10,05	1	
1959	Sommer	1959-10-15	183,42	183,42	1959-10-15	183,42	10,46	10,46	10,46	1	

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		15			15					
1960	Winter	1960-04-15	183,24	183,24	1960-04-15	183,24	10,64	10,64	10,64	1
1960	Sommer	1960-10-15	183,33	183,33	1960-10-15	183,33	10,55	10,55	10,55	1
1961	Winter	1961-04-24	183,85	183,85	1961-04-24	183,85	10,03	10,03	10,03	1
1961	Sommer	1961-10-31	183,98	183,98	1961-10-31	183,98	9,90	9,90	9,90	1
1962	Winter	1962-04-02	184,03	184,03	1962-04-02	184,03	9,85	9,85	9,85	1
1962	Sommer	1962-10-15	184,00	184,00	1962-10-15	184,00	9,88	9,88	9,88	1
1963	Winter	1963-04-15	183,69	183,69	1963-04-15	183,69	10,19	10,19	10,19	1
1963	Sommer	1963-10-14	183,71	183,71	1963-10-14	183,71	10,17	10,17	10,17	1
1964	Winter	1964-04-13	183,69	183,69	1964-04-13	183,69	10,19	10,19	10,19	1
1964	Sommer	1964-10-30	183,52	183,52	1964-10-30	183,52	10,36	10,36	10,36	1
1965	Winter	1965-04-30	184,06	184,06	1965-04-30	184,06	9,82	9,82	9,82	1
1965	Sommer	1965-10-07	184,10	184,10	1965-10-07	184,10	9,78	9,78	9,78	1
1966	Winter	1966-04-15	184,55	184,55	1966-04-15	184,55	9,33	9,33	9,33	1
1966	Sommer	1966-10-15	184,40	184,40	1966-10-15	184,40	9,48	9,48	9,48	1
1967	Winter	1967-04-04	184,51	184,51	1967-04-04	184,51	9,37	9,37	9,37	1
1967	Sommer	1967-10-25	183,69	183,69	1967-10-25	183,69	10,19	10,19	10,19	1
1968	Winter	1968-04-15	184,03	184,03	1968-04-15	184,03	9,85	9,85	9,85	1

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
1968	Sommer	1968-10-15	183,85	183,85	1968-10-15	183,85	10,03	10,03	10,03	1
1969	Winter	1969-04-14	184,00	184,00	1969-04-14	184,00	9,88	9,88	9,88	1
1969	Sommer	1969-10-20	183,80	183,80	1969-10-20	183,80	10,08	10,08	10,08	1
1970	Winter	1970-04-20	184,13	184,13	1970-04-20	184,13	9,75	9,75	9,75	1
1970	Sommer	1970-10-15	184,05	184,05	1970-10-15	184,05	9,83	9,83	9,83	1
1971	Winter	1971-04-19	183,43	183,43	1971-04-19	183,43	10,45	10,45	10,45	1
1971	Sommer	1971-10-18	183,37	183,37	1971-10-18	183,37	10,51	10,51	10,51	1
1972	Winter	1972-04-17	183,38	183,38	1972-04-17	183,38	10,50	10,50	10,50	1
1972	Sommer	1972-10-15	183,57	183,57	1972-10-15	183,57	10,31	10,31	10,31	1
1973	Winter	1973-04-16	183,71	183,71	1973-04-16	183,71	10,17	10,17	10,17	1
1973	Sommer	1973-10-15	183,86	183,86	1973-10-15	183,86	10,02	10,02	10,02	1
1974	Winter	1974-04-15	183,73	183,73	1974-04-15	183,73	10,15	10,15	10,15	1
1974	Sommer	1974-10-15	183,84	183,84	1974-10-15	183,84	10,04	10,04	10,04	1
1975	Winter	1975-04-15	184,37	184,37	1975-04-15	184,37	9,51	9,51	9,51	1
1975	Sommer	1975-10-15	183,95	183,95	1975-10-15	183,95	9,93	9,93	9,93	1
1976	Winter	1976-04-15	183,64	183,64	1976-04-15	183,64	10,24	10,24	10,24	1
1976	Sommer	1976-10-15	183,55	183,55	1976-10-15	183,55	10,33	10,33	10,33	1
1977	Winter	1977-04-	183,47	183,47	1977-04-	183,47	10,41	10,41	10,41	1

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		15			15					
1977	Sommer	1977-10-15	183,72	183,72	1977-10-15	183,72	10,16	10,16	10,16	1
1978	Winter	1978-04-15	183,76	183,76	1978-04-15	183,76	10,12	10,12	10,12	1
1978	Sommer	1978-10-15	183,82	183,82	1978-10-15	183,82	10,06	10,06	10,06	1
1979	Winter	1979-04-15	183,95	183,95	1979-04-15	183,95	9,93	9,93	9,93	1
1979	Sommer	1979-10-15	183,78	183,78	1979-10-15	183,78	10,10	10,10	10,10	1
1980	Winter	1980-04-15	183,86	183,86	1980-04-15	183,86	10,02	10,02	10,02	1
1980	Sommer	1980-10-15	184,05	184,05	1980-10-15	184,05	9,83	9,83	9,83	1
1981	Winter	1981-04-15	184,21	184,21	1981-04-15	184,21	9,67	9,67	9,67	1
1981	Sommer	1981-10-15	183,91	183,91	1981-10-15	183,91	9,97	9,97	9,97	1
1982	Winter	1982-04-15	184,18	184,18	1982-04-15	184,18	9,70	9,70	9,70	1
1982	Sommer	1982-10-15	183,94	183,94	1982-10-15	183,94	9,94	9,94	9,94	1
1983	Winter	1983-04-15	184,08	184,08	1983-04-15	184,08	9,80	9,80	9,80	1
1983	Sommer	1983-10-15	183,98	183,98	1983-10-15	183,98	9,90	9,90	9,90	1
1984	Winter	1984-04-15	183,85	183,85	1984-04-15	183,85	10,03	10,03	10,03	1
1984	Sommer	1984-10-15	183,94	183,94	1984-10-15	183,94	9,94	9,94	9,94	1
1985	Winter	1985-04-15	183,96	183,96	1985-04-15	183,96	9,92	9,92	9,92	1
1985	Sommer	1985-10-15	183,85	183,85	1985-10-15	183,85	10,03	10,03	10,03	1

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
1986	Winter	1986-04-15	183,68	183,68	1986-04-15	183,68	10,20	10,20	10,20	1
1986	Sommer	1986-10-15	183,69	183,69	1986-10-15	183,69	10,19	10,19	10,19	1
1987	Winter	1987-04-15	184,10	184,10	1987-04-15	184,10	9,78	9,78	9,78	1
1987	Sommer	1987-10-15	183,98	183,98	1987-10-15	183,98	9,90	9,90	9,90	1
1988	Winter	1988-04-15	184,32	184,32	1988-04-15	184,32	9,56	9,56	9,56	1
1988	Sommer	1988-10-15	183,93	183,93	1988-10-15	183,93	9,95	9,95	9,95	1
1989	Winter	1989-04-15	183,84	183,84	1989-04-15	183,84	10,04	10,04	10,04	1
1989	Sommer	1989-10-15	183,72	183,72	1989-10-15	183,72	10,16	10,16	10,16	1
1990	Winter	1990-04-15	183,50	183,50	1990-04-15	183,50	10,38	10,38	10,38	1
1990	Sommer	1990-10-15	183,43	183,43	1990-10-15	183,43	10,45	10,45	10,45	1
1991	Winter	1991-04-15	183,66	183,66	1991-04-15	183,66	10,22	10,22	10,22	1
1991	Sommer	1991-10-15	183,56	183,56	1991-10-15	183,56	10,32	10,32	10,32	1
1992	Winter	1992-04-15	183,62	183,62	1992-04-15	183,62	10,26	10,26	10,26	1
1992	Sommer	1992-10-15	183,78	183,78	1992-10-15	183,78	10,03	10,03	10,03	1
1993	Winter	1993-04-15	183,83	183,83	1993-04-15	183,83	9,98	9,98	9,98	1
1993	Sommer	1993-10-15	183,49	183,49	1993-10-15	183,49	10,32	10,32	10,32	1
1994	Winter	1994-04-15	184,09	184,09	1994-04-15	184,09	9,72	9,72	9,72	1
1994	Sommer	1994-10-15	183,63	183,63	1994-10-15	183,63	10,18	10,18	10,18	1

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		15			15					
1995	Winter	1995-04-15	184,02	184,02	1995-04-15	184,02	9,79	9,79	9,79	1
1995	Sommer	1995-10-15	183,67	183,67	1995-10-15	183,67	10,14	10,14	10,14	1
1996	Winter	1996-04-15	183,32	183,32	1996-04-15	183,32	10,49	10,49	10,49	1
1996	Sommer	1996-10-15	183,34	183,34	1996-10-15	183,34	10,47	10,47	10,47	1
1997	Winter	1997-04-15	183,54	183,54	1997-04-15	183,54	10,27	10,27	10,27	1
1997	Sommer	1997-10-15	183,67	183,67	1997-10-15	183,67	10,14	10,14	10,14	1
1998	Winter	1998-04-15	183,45	183,45	1998-04-15	183,45	10,36	10,36	10,36	1
1998	Sommer	1998-10-15	183,47	183,47	1998-10-15	183,47	10,34	10,34	10,34	1
1999	Winter	1999-04-15	184,31	184,31	1999-04-15	184,31	9,50	9,50	9,50	1
1999	Sommer	1999-10-15	183,81	183,81	1999-10-15	183,81	10,00	10,00	10,00	1
2000	Winter	2000-04-15	183,78	183,78	2000-04-15	183,78	10,03	10,03	10,03	1
2000	Sommer	2000-10-15	183,82	183,82	2000-10-15	183,82	9,99	9,99	9,99	1
2001	Winter	2001-04-15	183,94	183,94	2001-04-15	183,94	9,87	9,87	9,87	1
2001	Sommer	2001-10-15	183,65	183,65	2001-10-15	183,65	10,16	10,16	10,16	1
2002	Winter	2002-04-15	184,22	184,22	2002-04-15	184,22	9,59	9,59	9,59	1
2002	Sommer	2002-10-15	183,78	183,78	2002-10-15	183,78	10,03	10,03	10,03	1
2003	Winter	2003-04-15	183,84	183,84	2003-04-15	183,84	9,97	9,97	9,97	1

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
2003	Sommer	2003-10-15	183,51	183,51	2003-10-15	183,51	10,30	10,30	10,30	1
2004	Winter	2004-04-15	183,50	183,50	2004-04-15	183,50	10,31	10,31	10,31	1
2004	Sommer	2004-10-15	183,56	183,56	2004-10-15	183,56	10,25	10,25	10,25	1
2005	Winter	2005-04-15	183,84	183,84	2005-04-15	183,84	9,97	9,97	9,97	1
2005	Sommer	2005-10-15	183,66	183,66	2005-10-15	183,66	10,15	10,15	10,15	1
2006	Winter	2006-04-15	183,50	183,50	2006-04-15	183,50	10,31	10,31	10,31	1
2006	Sommer	2006-10-15	183,61	183,61	2006-10-15	183,61	10,20	10,20	10,20	1
2007	Winter	2007-04-23	183,68	183,68	2007-04-23	183,68	10,13	10,13	10,13	1
2007	Sommer	2007-10-15	183,66	183,66	2007-10-15	183,66	10,15	10,15	10,15	1