

	SuedOstLink – BBPIG Vorhaben Nr. 5a – Abschnitt D3b Konverterbereich ISAR Unterlagen Planänderung V nach PFB	 Das Vorhaben Nr. 5 im SuedOstLink ist von der Europäischen Union gefördert; sie haftet nicht für die Inhalte.  Kofinanziert von der Fazilität „Connecting Europe“ der Europäischen Union
Anlage N2 Konverterspezifische Unterlagen (V5a) PLANÄNDERUNG V		

01	07.04.2026	Planänderung V	Siemens Energy	M. Blechschmidt	J. Hoogeboom
00	02.12.2024	Unterlage gemäß § 76 Abs. 1 VwVfG	Siemens Energy	M. Blechschmidt	J. Hoogeboom
Rev.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Festgestellt nach §24 NABEG
Bonn, den

17.3.1 Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen



SüdOstLink - Konverterstation Isar 2

**Numerische Berechnungen
zur Bauwasserhaltung und
Löschwasserbrunnen**

Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung

Projekt-Nr.: **295628**

Bericht-Nr.: **01**

Erstellt im Auftrag von:

Siemens Energy Global GmbH & Co. KG

SE GP T HG HVDC ENEC PI SPM

Freyeslebenstr. 1

91058 Erlangen

Dipl.-Ing. Rudolf Wernecke

Dipl.-Geol. Arnold Pettera, Dr. Dipl.-Hydrol. Sebastian Leschik

~~2024-10-30~~ 2025-10-27

CDM Smith SE · Ingersheimer Straße 10 · 70499 Stuttgart · tel: 0711 83076-0 · fax: 0711 83076-76 · stuttgart@cdmsmith.com · cdmsmith.com
Bankverbindungen: Uni Credit Bank AG IBAN DE44 5082 0292 0003 0451 45 BIC (Swift) HYVEDEMM487
Landesbank Baden-Württemberg IBAN DE60 6005 0101 0002 3624 78 BIC (Swift) SOLADEST600
Commerzbank Bochum IBAN DE39 4304 0036 0221 1134 00 BIC (Swift) COBADEFF430
Sparkasse Darmstadt IBAN DE86 5085 0150 0022 0019 81 BIC (Swift) HELADEF1DAS
Sitz der Gesellschaft: Bochum · Amtsgericht Bochum HRB 20258
Vorstand: Dr. Ralf Bufler (Vorsitz), Andreas Roth · Vorsitzender des Aufsichtsrats: Thierry Desmaris

[20251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002](#) [20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx](#)
Planänderung V



LRQA-certified according to
ISO 9001:2015
ISO 45001:2018
ISO 14001:2015

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	7
3	UNTERLAGEN	8
4	STANDORTBESCHREIBUNG.....	10
4.1	Allgemeine geologische und hydrogeologische Situation.....	10
4.2	Ermittlung hydraulischer Durchlässigkeiten.....	11
4.3	Grundwassersituation	11
5	GRUNDLAGEN DER HYDRAULISCHEN BERECHNUNGEN	13
5.1	Beschreibung der eingesetzten Modellierungssoftware	13
5.2	Modellaufbau und Modellanpassung.....	13
5.3	Bauwerksteile und erforderliche Grundwasserabsenkung	13
6	ERGEBNISSE.....	16
6.1	Bauwasserhaltung Baugrube "Konverterkühler Pol 1/Pol 2" Ableitung Moosgraben.....	16
6.2	Bauwasserhaltung Baugrube "Leistungstransformator Pol 1" Ableitung Moosgraben.....	19
6.3	Bauwasserhaltung Baugrube "Leistungstransformator Pol 2" Ableitung Moosgraben.....	21
6.4	Bauwasserhaltung Baugrube Stauraumkanal "SRK" Ableitung Moosgraben	22
6.5	Bauwasserhaltung Baugrube Kabelendverschlüsse "AC Pol 1" Ableitung Moosgraben.....	24
6.6	Bauwasserhaltung Baugrube Kabelendverschlüsse "AC Pol 2" Ableitung Moosgraben.....	26
7	HERLEITUNG DER GESAMTFÖRDERMENGE DER BAUWASSERHALTUNG.....	29
8	EINRICHTUNG VON LÖSCHWASSERBRUNNEN.....	32
8.1	Betrieb Löschwasserbrunnen LWB5 und LWB6	34
8.2	Zeitgleicher Betrieb der Löschwasserbrunnen LWB1 _{ISKE} und LWB7 _{ISKZ}	36
8.3	Zeitgleicher Betrieb der Löschwasserbrunnen LWB3 _{ISKE} und LWB8 _{ISKZ}	38
9	AUSWIRKUNGEN AUF DRITTE	39
9.1	Verkehrswege.....	39
9.2	Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben	39
10	BEWERTUNG	40

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 4.1	Lage des Baufeldes	10
Abbildung 4.2	Grundwassergleichen im Bereich des Baufelds bei Normal- und Hochwasserstand ..12	
Abbildung 5.1	Absenkziele in mNHN Gründungsbereiche für Bauwasserhaltung und Absenkbetrag unter Anlagennull in Klammern.....	15
Abbildung 6.1	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "KK Pol1/Pol2" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	16
Abbildung 6.2	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "KK Pol1/Pol2" Moosgraben Hochwasserstand	18
Abbildung 6.3	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "LT Pol1" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	19
Abbildung 6.4	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "LT Pol1" Moosgraben Hochwasserstand	20
Abbildung 6.5	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "LT Pol2" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	21
Abbildung 6.6	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "LT Pol2" Moosgraben Hochwasserstand	22
Abbildung 6.7	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "SRK" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand.....	23
Abbildung 6.8	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "SRK" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand.....	24
Abbildung 6.9	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "AC Pol1" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand.....	25
Abbildung 6.10	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "AC Pol1" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand.....	26
Abbildung 6.11	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "AC Pol2" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand.....	27
Abbildung 6.12	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) Variante "AC Pol2" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand.....	28
Abbildung 8.1	Baufelder Konverter 1 (ISKE) und 2 (ISKZ) und Lage der vorgeschlagenen Ansatzpunkte für die Löschwasserbrunnen LWB1 – LWB6 LWB8.....	33
Abbildung 8.2	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB5"	35
Abbildung 8.3	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB6"	36
Abbildung 8.4	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB1 _{ISKE} und LWB7 _{ISKZ} "	37
Abbildung 8.5	Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB3 _{ISKE} und LWB8 _{ISKZ} "	38

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3.1	Kurzrecherche relevanter Daten	9
Tabelle 5.1	Übersicht Modellparameter Prinzipmodell	13
Tabelle 5.2	Zusammenstellung der im Bauablauf vorgesehenen Baugruben	14
Tabelle 6.1	Ergebnisse Wassermengen Variante "KK Pol1/Pol2" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	17
Tabelle 6.2	Ergebnisse Wassermengen Variante "KK Pol1/Pol2" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	18
Tabelle 6.3	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol1" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	19
Tabelle 6.4	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol1" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	20
Tabelle 6.5	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol2" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	21
Tabelle 6.6	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol2" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	22
Tabelle 6.7	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "SRK" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	23
Tabelle 6.8	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "SRK" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	24
Tabelle 6.9	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol1" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	25
Tabelle 6.10	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol1" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	26
Tabelle 6.11	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol2" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand	27
Tabelle 6.12	Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol2" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand	28
Tabelle 7.1	Bauzeiten geschätzt, Bauausführung teilweise überschneidend	29

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Lageplan mit Verzeichnung der Förder- und Infiltrationsbrunnen, Fundamente mit Sohltiefe, M 1:1.000
Anlage 2	Antragsformular zur Bauwasserhaltung
Anlage 3	Hydraulischer Nachweis Moosgraben (unverändert im Vergleich zur letzten Revision)

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Zusammenhang mit den Genehmigungsverfahren zum Bau der SüdOstLink - Konverter Station Isar 2 wird für die wasserrechtliche Genehmigung der erforderlichen Bauwasserhaltung eine Abschätzung der zu fördernden Wassermengen und deren möglichen Beeinflussung Dritter benötigt. Weiterhin erfolgt auch die Prüfung der Einrichtung weiterer Löschwasserbrunnen im Bereich Konverter 2.

Auch für das Baufeld des Konverters 2 (ISKZ) gilt, dass aufgrund der hohen hydraulischen Durchlässigkeit eine (Teil-)Versickerung nicht möglich ist. Durch den sich einstellenden hydraulischen Kurzschluss könnten die erforderlichen Absenkziele für keines der berechneten Szenarien erreicht werden.

Für die Ableitung des geförderten Grundwassers der Bauwasserhaltung über den Moosgraben wurde dessen Aufnahmekapazität bereits für die Bauwasserhaltung des Konverters 1 (ISKE) überprüft und eine ausreichende Leistungsfähigkeit für die Aufnahme des Abflusses bestätigt [U6].

Eine Reduzierung bzw. Verhinderung der Wasserzutritte in die Baugruben durch technische Maßnahmen der Baugrubenumschließung mittels Spundwände ist aufgrund der vorhandenen geologischen Bedingungen technisch und wirtschaftlich nicht zielführend. In den Baugrunderkundungsbohrungen wurde im Bereich des Baufeldes bis 20 m Tiefe kein zusammenhängender Stauhorizont (abdichtende, gering durchlässige Schicht) angetroffen. Ohne eine Einbindung der Spundwände in eine abdichtende Schicht ist eine Reduzierung der den Baugruben zutretenden Wassermenge aufgrund der geologischen Schichtlagerung im Baufeld nicht möglich.

Unter Berücksichtigung einer angenommenen Bauzeit von ca. 12 Monate für die Grundförderung zur Trockenlegung der ins Grundwasser einbindenden Bauteile wurde in einer groben Abschätzung die Gesamtfördermenge bei mittlerem Normalwasserstand von 2.834 Tm³ ermittelt. Sollte sich, wie im Winterhalbjahr 2023/24 über einen längeren Zeitraum ein Grundwasserhochstand einstellen, ist mit einer Gesamtfördermenge von rd. 4.161 Tm³ zu rechnen. Diese Gesamtfördermenge enthält den zur Stützung des Aquifers bei Variante „KK Pol1/Pol2“ reinfiltrierte Anteil von rd. 88 Tm³, so dass bei Hochwasser über die gesamte Bauzeit etwa 4.077 Tm³ Grundwasser über den Moosgraben abgeleitet werden. Unter Berücksichtigung der bisher gesammelten Erfahrungen am Baufeld des Konverters 1 entspricht diese Grundwassermenge der für die wasserrechtliche Genehmigung beantragten Gesamtförderung.

Die modellierten Szenarien der Bauwasserhaltungen zeigen, dass keine negativen Auswirkungen auf Dritte zu befürchten sind.

~~Unter~~ Die Bereitstellung der erforderlichen Löschwassermenge ist auch unter Berücksichtigung ~~der beiden des unwahrscheinlichen, jedoch denkbaren zeitgleichen Betriebs der~~ zwischen den ~~Konvertern~~ ISKE und ISKZ räumlich nahe beieinander liegenden ~~vorgesehenen~~ Löschwasserbrunnen ~~für die Maßnahme Konverter 1 ist für die Bereitstellung der erforderlichen Löschwassermenge die Errichtung von zwei weiteren Löschwasserbrunnen am Konverter 2 erforderlich~~ möglich.

2 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Im Zusammenhang mit den Genehmigungsverfahren zum Bau der SüdOstLink - Konverter Station Isar 2 wird eine Abschätzung der erforderlichen Bauwasserhaltung und deren möglichen Beeinflussung Dritter benötigt. Gemäß der Beauftragung von März 2024 durch die Siemens Energy erarbeitete CDM Smith ein Konzept zur bauzeitlichen Grundwasserabsenkung für das Vorhaben SüdOstLink - Konverterstation Isar 2.

Konzeptionell und inhaltlich lassen sich die Fragestellungen wie folgt gliedern:

A Bauwasserhaltung	Ziel
- Anordnung der Absenkbrunnen - Volumen des geförderten Grundwassers	Grundlagenermittlung für Bohran-satzpunkte
B Auswirkungen auf Dritte	
- Auswirkung auf BAB - Auswirkung auf Bahnstrecke - Leistungsnachweis für die Ableitung über den Moosgraben	Ausschluss einer Gefährdung
C Variantenbetrachtung	
Berechnung der Varianten für die jeweilige Tiefe der Bauwerksteile:	Konfiguration der Wasserhaltung und Hinweise zum Bauablauf
- Bauwasserhaltung Konverterkühler Pol1 und Pol2 mit Reinfiltration - Bauwasserhaltung Stauraumkanal - Bauwasserhaltung der Trafo-Tassen (LT Pol1 und Pol2) - AC-Anschlüsse Pol1 und Pol2	

Aufgrund der komplexen Fragestellung mit unregelmäßigen Geometrien der Baukörper und der Anforderung einer Bewertung der Gefährdung Dritter wurde für die Berechnung das bereits für den benachbarten Konverter 1 aufgebaute, stationäre Prinzipmodell für die numerische Simulation der Bauwasserhaltung vorgesehen. Hierzu wurde das Modell um die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung im Bau-feld 2 erweitert. Mit der Anlage der Baukörper, der Absenkbrunnen und der zu bewertenden Dritten, der Autobahn, der Bahnlinie und den relevanten Schutzgebieten wurden schließlich die erforderlichen Wasserhaltungen berechnet. Im Zeitraum des Winterhalbjahrs 2023/24 hat sich während des Baube-ginns des Konverters 1 auf dem benachbarten Bau-feld 1 aufgrund langandauernder Starkniederschläge ein ungewöhnlich hoher Grundwasserstand eingestellt. Deshalb wurde für die Konzeption der Bauwas-serhaltung am Konverter 2 vereinbart, zusätzlich zum langjährig dokumentierten mittleren Grundwas-serstand auch die Wassermenge für den Hochwasserfall in weiteren Rechenläufen zu ermitteln.

Der vorliegende Bericht zu den numerischen Berechnungen dokumentiert nur noch cursorisch den Mo-dellaufbau, da dieser detailliert für den Wasserrechtsantrag der Bauwasserhaltung am Konverter 1 vor-liegt. Im Rahmen der Erweiterung des Modells wurde als wesentliche Ergänzung der im Bau-feld des Konverters 2 ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert auf $k = 2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ angepasst.

3 UNTERLAGEN

- [U1] CDM Smith Consult GmbH: HGÜ SüdOstLink Konverterstation 5B Isar, Bericht Nr. 01, Revision 02 Geotechnischer Bericht und Gründungsberatung, 30.06.2022
- [U2] <https://www.lfu.bayern.de/>: "Fachdaten des UmweltAtlas Bayern", 2021
- [U3] CDM Smith Consult GmbH: HGÜ SüdOstLink Konverterstation 5B Isar, Bericht Nr. 04, Revision 02, Numerische Berechnungen zur Einrichtung von Feuerlöschbrunnen, 13.07.2022. (Kapitel 17.3.3 im Genehmigungsantrag)
- [U4] CDM Smith Consult GmbH: SüdOstLink Isar Konverterstation, Stellungnahme: Zusammenstellung der Ergebnisse zur Einrichtung von zwei Absenkbrunnen und der Durchführung von Pumpversuchen zur Ermittlung der hydraulischen Kenndaten des Aquifers, 09.06.2022
- [U5] Oemig + Stark: Brandschutzkonzept B21 / 1541.B, SuedOstLink, Konverterstation Isar bei Landshut, Kiel, 23.06.2022 (Kapitel 13.6.1 im Genehmigungsantrag)
- [U6] CDM Smith Consult GmbH: SüdOstLink Isar Konverterstation, Stellungnahme: Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben, 11.07.2022
- [U7] CDM Smith Consult GmbH: HGÜ SüdOstLink Konverterstation 5B Isar, Bericht Nr. 04, Revision 02, Numerische Berechnungen zur Einrichtung von Feuerlöschbrunnen, 13.07.2022. (Kapitel 17.3.3 im Genehmigungsantrag)
- [U8] CDM Smith Consult GmbH: HGÜ SüdOstLink Konverterstation 5B Isar, Bericht Nr. 05, Fortschreibung der Numerischen Berechnungen zur Bauwasserhaltung, 09.08.2022
- [U9] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH: SüdOstLink ‚Vorhaben 5A‘ – „Detaillierte Baugrunderkundung Isar Konverter Zwei“, Projekt Nr.: 231030 - Rev_01, 25.01.2024

Als Basis der Modellerstellung wurden Daten nach den Darstellungen in Tabelle 3.1 folgendermaßen erhoben:

Tabelle 3.1 Kurzrecherche relevanter Daten

Thema	Bereitsteller	Erhaltene Daten
Planungsdaten Bauvorhaben	Siemens Energy	13.2.1_P- 020858_EP_44001_AN_ISKZ_CLD020 _011_00.dwg vom 20.03.2024
Kartengrundlage	Siemens Energy http://www.geodaten.bayern.de/	13.2.1_P- 020858_EP_44001_AN_ISKZ_CLD020 _011_00.dwg 256536-0-01-003-c-LP_Verm.dwg
Grundwasser- neubildung	Bayerisches Landesamt für Umwelt [U2]	Mittlere Grundwasserneubildungs- rate 100 mm/a
Hydrogeologische Parameter	CDM Smith SE [U1] Mull und Partner GmbH [U9] Bayerisches Landesamt für Umwelt [U2]	Hydraulische Leitfähigkeiten $k_f = 1E-03 \text{ m/s}$ bis $5E-04 \text{ m/s}$
Grundwasser- stände	Bayerisches Landesamt für Umwelt [U2] HK100 Blatt 2 Grundwassergleichen der Haupt- grundwasserstockwerke CDM Smith SE [U1] Mull und Partner GmbH [U9]	Langjährige Mittlere Grundwasser- gleichen zuletzt publiziert 2007 Messungen von 2022 - 2024
Geologische Daten	Mull und Partner GmbH [U9] Bayerisches Landesamt für Umwelt [U2] CDM Smith SE [U1]	Bohrprofile Untersuchungsgebiet

4 STANDORTBESCHREIBUNG

Der Standort der Konverterstation 5A Isar 2 befindet sich am südlichen Ende des HVDC-Leitungssystems SuedOstLink in räumlicher Nähe des Netzverknüpfungspunktes, dem Umspannwerk Isar im Landkreis Landshut, Bayern. Der Standort liegt nordwestlich der Ortschaft Niederaichbach und südlich der Bundesautobahn A92 und ist umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Das Grundstück der beiden Konverteranlagen befindet sich auf den Flurstücken 1763, 1764, 1765, 1766 und 1767, Gemarkung Mettenbach, Markt Essenbach. Die Lage des Baufeldes sowie die der nächstgelegenen Vorflut, dem Moosgraben, sind aus Abbildung 4.1 ersichtlich.

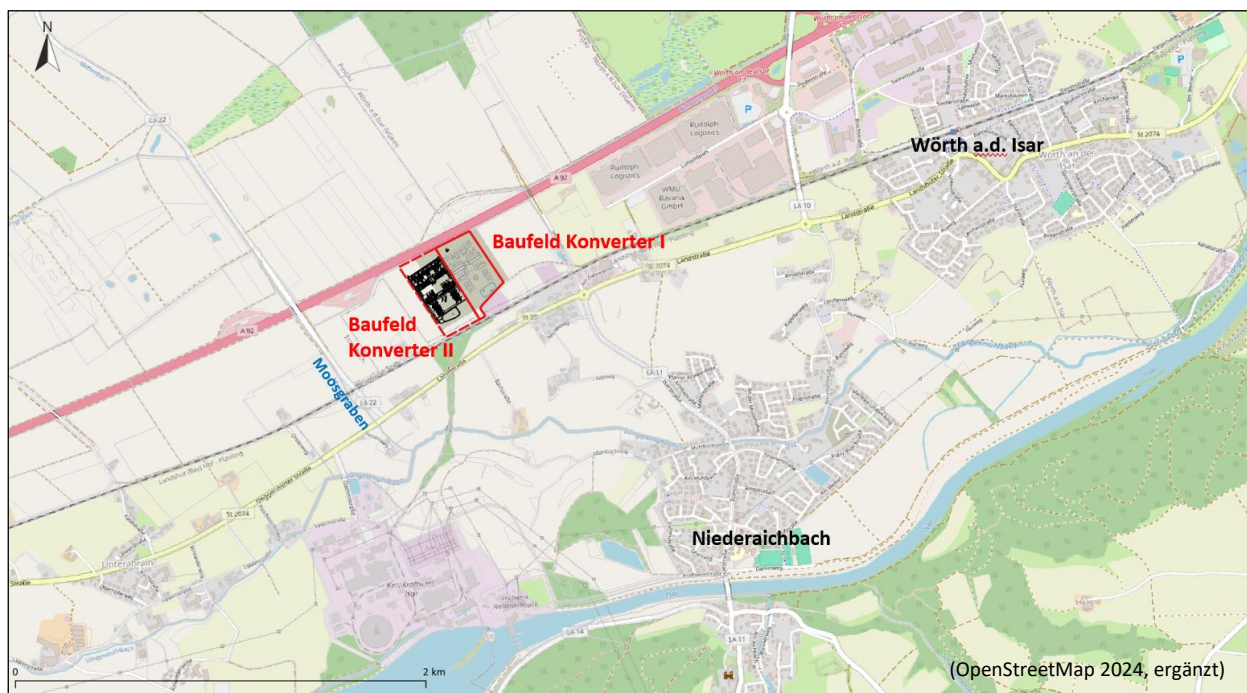


Abbildung 4.1 Lage des Baufeldes

Das Höhenniveau der Fläche im Bestand liegt gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen [U9] und den bereits vorhandenen Erkenntnissen auf dem Baufeld des östlich anschließenden Converters 1 zwischen 371,1 mNHN und 372,9 mNHN. Keines der Baufelder befindet sich in einem Schutzgebiet. Nordwestlich der BAB A92 sind ein Vogelschutzgebiet und ca. 1,5 km südlich ein Fauna-Flora-Habitat ausgewiesen.

4.1 Allgemeine geologische und hydrogeologische Situation

Im Untersuchungsgebiet stehen unterhalb einer Oberbodenschicht (Mutterboden, Ackerfläche) quartäre Lockersedimente an, die überwiegend aus starkmächtigen Niederterrassenablagerungen (Schmelzwasserschotter der Würmeiszeit) gebildet werden. Die Niederterrassen sind bereichsweise von geringmächtigen, zumeist feinkörnigen Auen- /Hochflutsedimenten (Lehme und Sande) überdeckt.

Unterhalb der quartären Niederterrassenablagerungen folgt das Tertiär mit den Nördlichen Vollscho-
tern der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Eine Abgrenzung der beiden Schichten ist nur schwer zu
treffen, da sich die Vollscho-ter ebenfalls vorwiegend aus Kiesen, aber auch Sanden, Mergeln und
Schluffen in Wechsellagerung zusammensetzen können. Der Übergang der Schichten wird zumeist
durch einen deutlichen Schluff- bzw. Tonanteil angezeigt.

Der obere, großräumig zusammenhängende und in der Regel wasserwirtschaftlich genutzte Grundwas-
serkörper im Projektgebiet wird durch die glazialen Schotter der Würmeiszeit gebildet und ist als er-
giebiger Porengrundwasserleiter mit hoher Porendurchlässigkeit ausgebildet. Aus dem Umweltatlas des
LfU Bayern werden für die Niederterrassenablagerungen hohe Durchlässigkeiten von 1×10^{-3} bis 1×10^{-2}
m/s angegeben. Die Grundwasserfließrichtung ist von NW nach SO gerichtet.

In den Kiesen sind teilweise feinsandige oder schluffige Linsen eingelagert, die jedoch keine über das
Baufeld reichende Distanzen durchgängigen Strukturen darstellen. Deshalb haben diese Ablagerungen
keinen wesentlichen, vor allem die Durchlässigkeit verringernden, Einfluss auf die für die Wasserhaltung
zu berücksichtigende hydraulische Durchlässigkeit. Allerdings sind die Ablagerungen für den Ausbau der
Absenkbrunnen durch entsprechende Anpassung der Filterstrecken hinsichtlich der Körnung des Filter-
kiese und der Schlitzweiten der Filterrohre zu berücksichtigen.

4.2 Ermittlung hydraulischer Durchlässigkeiten

Für die Kiese der quartären Terrassenablagerungen ergibt sich aus Pumpversuchen auf den Bau-
feldern des Konverters 1 und des Konverters 2 eine Bandbreite der Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 3,0 \times 10^{-3}$
bis $k \leq 5,0 \times 10^{-4}$ m/s, so dass die Terrassenschottern gemäß DIN 18130-1 als stark durchlässig bis durch-
lässig einzustufen sind [U3],[U9]. Der im Absenkbrunnen AB02 ermittelte k_f -Wert von $5,0 \times 10^{-4}$ m/s
kann im Bau-
feld nicht generell angesetzt werden, da dieser nicht mit dem angetroffenen geologischen
Schichtprofil in Einklang gebracht werden kann. Der geringeren Durchlässigkeit wird durch eine Absen-
kung des k_f -Wertes auf $2,0 \times 10^{-3}$ m/s Rechnung getragen.

4.3 Grundwassersituation

Im Projektgebiet wird, wie bereits oben dargestellt, der oberste, großräumig zusammenhängende
Grundwasserleiter durch die Flussschotter der Postglazialterrasse gebildet und ist als ergiebiger Poren-
grundwasserleiter mit hoher Porendurchlässigkeit von 5×10^{-4} bis 3×10^{-3} m/s angegeben [U2].

Im Rahmen der Feldarbeiten zwischen Juni und August 2021 auf dem Bau-
feld 1 und im Oktober 2023 auf dem Bau-
feld 2 wurde mit den Baugrundaufschlüssen beim Bohrvorgang ein Wasserzutritt bzw. ver-
nässte Bereiche ab ca. 1,7 m u. Bestands-
gelände festgestellt. Die in den Bohrungen angetroffenen
Grundwasserstände sind in [U1] und [U9] dokumentiert.

Ein genaueres Bild vermitteln die zwischen dem 24.10.2023 und 03.11.2023 gemessenen Grundwasser-
standsdaten der beiden für die Pumpversuche im Bau-
feld 2 eingerichteten Brunnen AB01 und AB02.

Proj.-Nr.: **295628**, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

[0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002_20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx](#)

Planänderung V

Die Grundwasserstände variieren zwischen ca. 368,9 m NHN und ca. 370,7 m NHN und zeigen nur geringe Schwankungen im Zeitraum der Messungen. Generell liegt der Grundwasserstand an der Nordwestecke rund einen Meter über der Südostecke des Baufeldes.

Aufgrund der extremen Niederschlagsmengen im Dezember 2023 und Januar 2024 wurden im Baufeld 1 ungewöhnlich hohe Grundwasserstände festgestellt. Diese lagen im Januar 2024 0,6 m bis 0,9 m oberhalb des mittleren Grundwasserstands. Die Auswertung der Wasserstände zeigt, dass im Quartär mit einer höher ansteigenden Amplitude, als der, die aus den langjährigen Grundwasserdruckspiegelschwankungen von 0,4 m bis 1,3 m bekannt ist, zu rechnen ist. In der Extremsituation um den Jahreswechsel 2023/24 lagen die Grundwasserstände im Mittel 0,75 m über dem mittleren Grundwasserstand. Der Grundwassergradient bleibt dabei annähernd identisch und kann mit $I = 0,0027$ angegeben werden.

Da sich bei der weiteren Planung zur Ausführung des Konverters 1 gezeigt hat, dass der höhere Grundwasserstand erhebliche Auswirkungen hinsichtlich der Förderraten und der Anzahl der benötigten Absenkbrunnen an den Baustrukturen bedingt, werden für die Planung am Konverter 2 separate Rechnungen für Normal- und Hochwasserstände durchgeführt.

Die Grundwassergleichenpläne der Referenz für den mittleren Normalwasserstand (MWS) und den Grundwasserhochstand (HWS) für das Baufeld des Konverters 2 sind aus Abbildung 4.2 ersichtlich.



Abbildung 4.2 Grundwassergleichen im Bereich des Baufelds bei Normal- und Hochwasserstand

5 GRUNDLAGEN DER HYDRAULISCHEN BERECHNUNGEN

5.1 Beschreibung der eingesetzten Modellierungssoftware

Die hydraulischen Berechnungen wurden mit der Modellierungssoftware FEFLOW 7.3 (Finite Element subsurface FLOW system) der Fa. DHI-WASY GmbH durchgeführt. Das interaktive Grundwassermodellierungssystem bietet Funktionen für Grundwassermodellierungen mit den folgenden Eigenschaften:

- zwei- und dreidimensional
- räumlich und schnittbezogen (horizontal, vertikal und achsensymmetrisch)
- dichte- und temperaturgekoppelt oder ungekoppelt
- variabel gesättigt
- stationär und instationär
- Wasser-, Stoff- und Wärmetransport
- reaktiver Transport mit verschiedenen Stoffen

5.2 Modellaufbau und Modellanpassung

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde das bereits für den Konverter 1 aufgebaute stationäre 1-Schicht-Prinzipmodell [U8] mit der Parameterverteilung in Tabelle 5.1 entsprechend den Erkundungsergebnissen aus [U9] erweitert und ergänzt. An allen Außengrenzen wurden weiterhin Festpotentiale als Randbedingungen 1. Art implementiert, die für die Simulation der Hochwassersituation entsprechend angehoben wurden.

Tabelle 5.1 Übersicht Modellparameter Prinzipmodell

Modellparameter	Wert im Prinzipmodell	Einheit
Modellgebiet Kantenlänge Quadrat	2.000	m
Gelände Oberkante GOK	372,2	mNHN
Basis Modellschicht Prinzipmodell (Grenze Quartär/Tertiär)	356,0	mNHN
Grundwasserneubildung GWN	100	mm/a
Hydraulische Leitfähigkeit k_f	0,002	m/s
Effektive Porosität	0,25	-

5.3 Bauwerksteile und erforderliche Grundwasserabsenkung

Die Konverterstation Isar 2, ISKZ besteht aus den beiden Konverterhallen Pol 1 (Ost) und Pol 2 (West), dem Betriebsgebäude, den Transformatorenbereichen Pol 1 und Pol 2, den Außenlüftern Pol 1 und Pol 2 sowie dem Netzersatzaggregat. Im nördlichen Bereich befindet sich das DC-Schaltfeld mit den elektrischen Komponenten und den beiden Konverterkühlungen Pol 1 und Pol 2. Auf dem südlichen AC-Schaltfeld liegt neben den elektrischen Komponenten auch der Stauraumkanal der Regenwasserfassung.

Proj.-Nr.: **295628**, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

[0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002_20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx](#)

Planänderung V

Seite 13/41
15 von 118

Aus den Gründungstiefen können zusammenfassend folgende Absenkziele für die Gründungsbereiche zur Bauwasserhaltung abgeleitet werden:

Tabelle 5.2 Zusammenstellung der im Bauablauf vorgesehenen Baugruben

	Anlagennull:	372,20	mNHN
Name	Bauzeit Wochen	Unterkannte Sauberkeitsschicht	m unter Anlagennull
Auffangkanal Konverterkühlung Pol1	5	368,25	3,95
Auffangkanal Konverterkühlung Pol2	5	368,25	3,95
Anbau Außenkühler Pol1		369,65	2,55
Anbau Außenkühler Pol2		369,65	2,55
Konverterhalle Pol1	3	370,20	2,00
Konverterhalle Pol2	3	370,20	2,00
Betriebsgebäude	6	370,90	1,30
Leistungstransformatoren Pol1	8	369,60	2,60
Leistungstransformatoren Pol2	8	369,60	2,60
Pumpensumpf Lt Pol1		368,60	3,60
Pumpensumpf Lt Pol2		368,60	3,60
Gerätefundamente	12	370,20	2,00
Entwässerung	12	369,25	2,95
Stauraumkanal	8	368,44	3,76
AC Pol1	1	369,20	3,00
AC Pol2	1	369,20	3,00

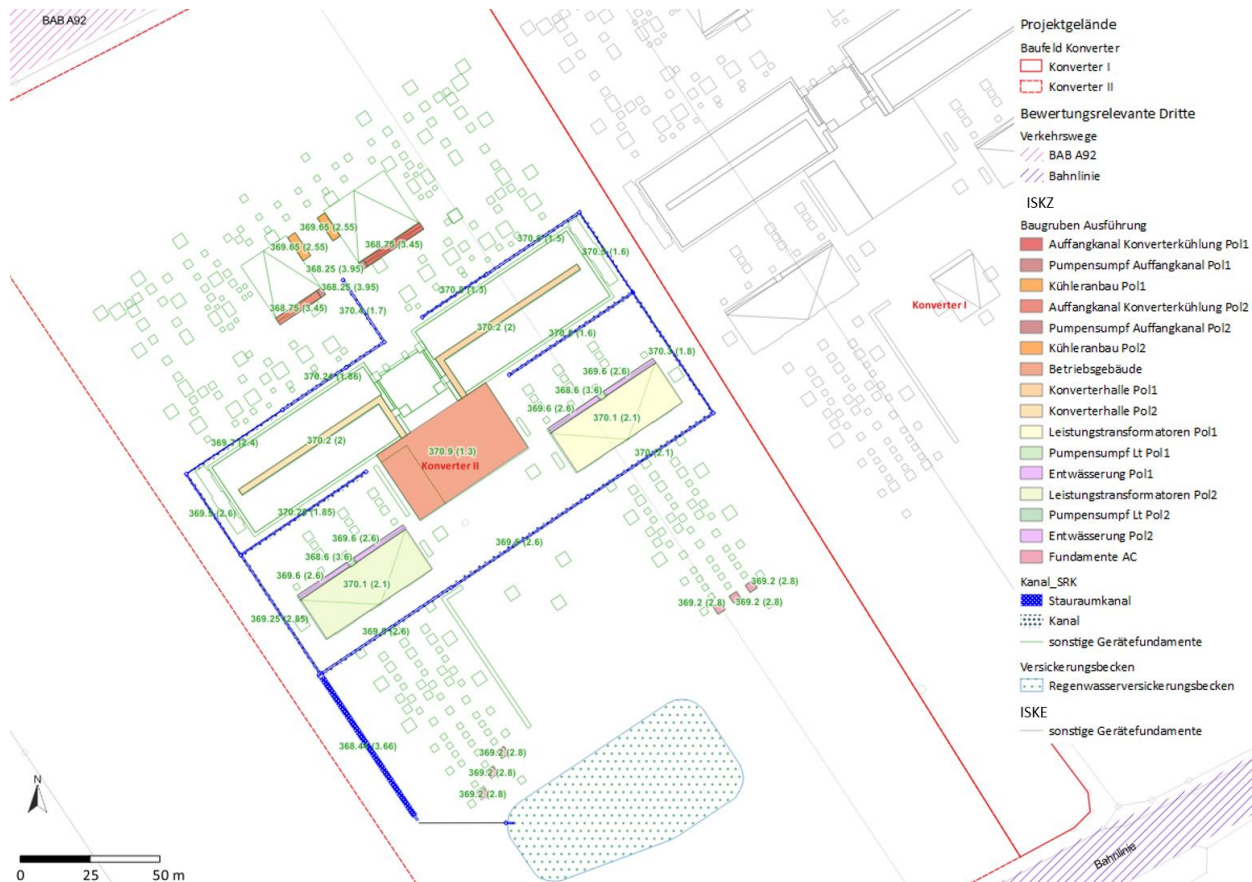


Abbildung 5.1 Absenkmale in mNHN Gründungsbereiche für Bauwasserhaltung und Absenkbetrag unter Anlagennull in Klammern

Für die Modellrechnungen wurde das erfolgreiche Erreichen der Zielabsenkungen unter den in Abbildung 5.1 eingefärbten Flächen der jeweiligen Sauberkeitsschicht -0,1 m angesetzt.

6 ERGEBNISSE

6.1 Bauwasserhaltung Baugrube "Konverterkühler Pol 1/Pol 2" Ableitung Moosgraben

Für die Modellrechnung der Bauwasserhaltung im Bereich der Konverterkühler Pol 1 und Pol 2 "KK Pol1/Pol2" werden die Absenkb Brunnen FB1 bis FB6 betrieben. Zur Stützung des quartären Aquifers entlang der Autobahn A92 sind an der Grundstücksgrenze nur für eine Hochwassersituation zwei Reinfiltrationsbrunnen erforderlich.

▪ Mittlerer Normalwasserstand

Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.1 für den mittleren Normalwasserstand ersichtlich. Dabei ist die Isohypse der angenommenen, tolerierbaren Absenkung von 1,3 m separat hervorgehoben.

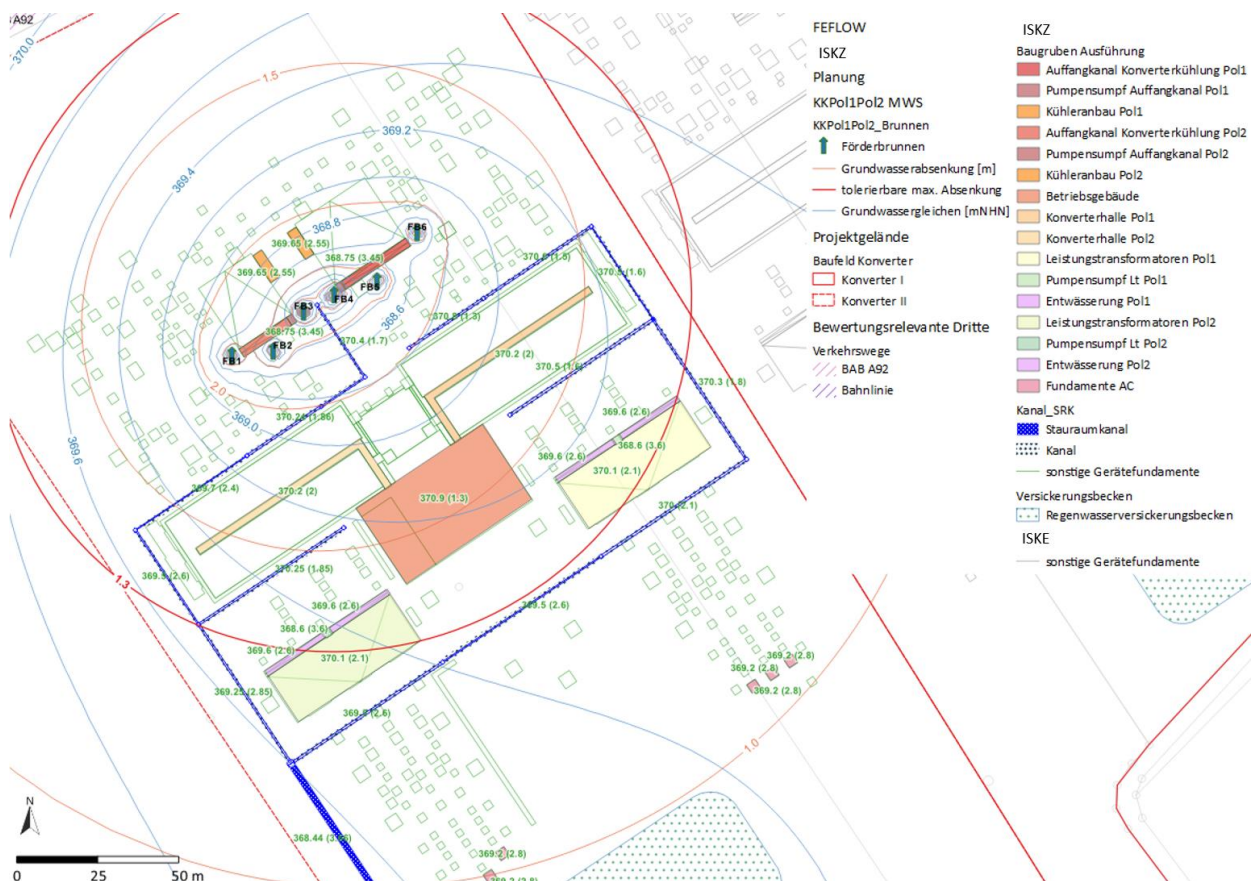


Abbildung 6.1 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "KK Pol1/Pol2" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Förder- und Infiltrationsmengen an den einzelnen Brunnengruppen können Tabelle 6.1 entnommen werden.

Tabelle 6.1 Ergebnisse Wassermengen Variante "KK Pol1/Pol2"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Förder- und Infiltrationsmengen Brunnen			Wasserableitung	
FB1 bis FB8:				
FB1	1.200 m³/d	14 l/s		
FB2	1.200 m³/d	14 l/s		
FB3	2.000 m³/d	23 l/s		
FB4	2.000 m³/d	23 l/s		
FB5	1.200 m³/d	14 l/s		
FB6	1.200 m³/d	14 l/s	1.200 - 2.000 m³/d (14 -23 l/s)	
IB1 bis IB2:				
IB1	0 m³/d	0 l/s		
IB2	0 m³/d	0 l/s	0 m³/d (0 l/s)	
Gesamt alle FB:			8.800 m³/d (102 l/s)	
			Vorflut:	8.800 m³/d
			Infiltration:	0 m³/d

Vorflut = Moosgraben

▪ Hochwasserstand

Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.2 für den Hochwasserstand ersichtlich.

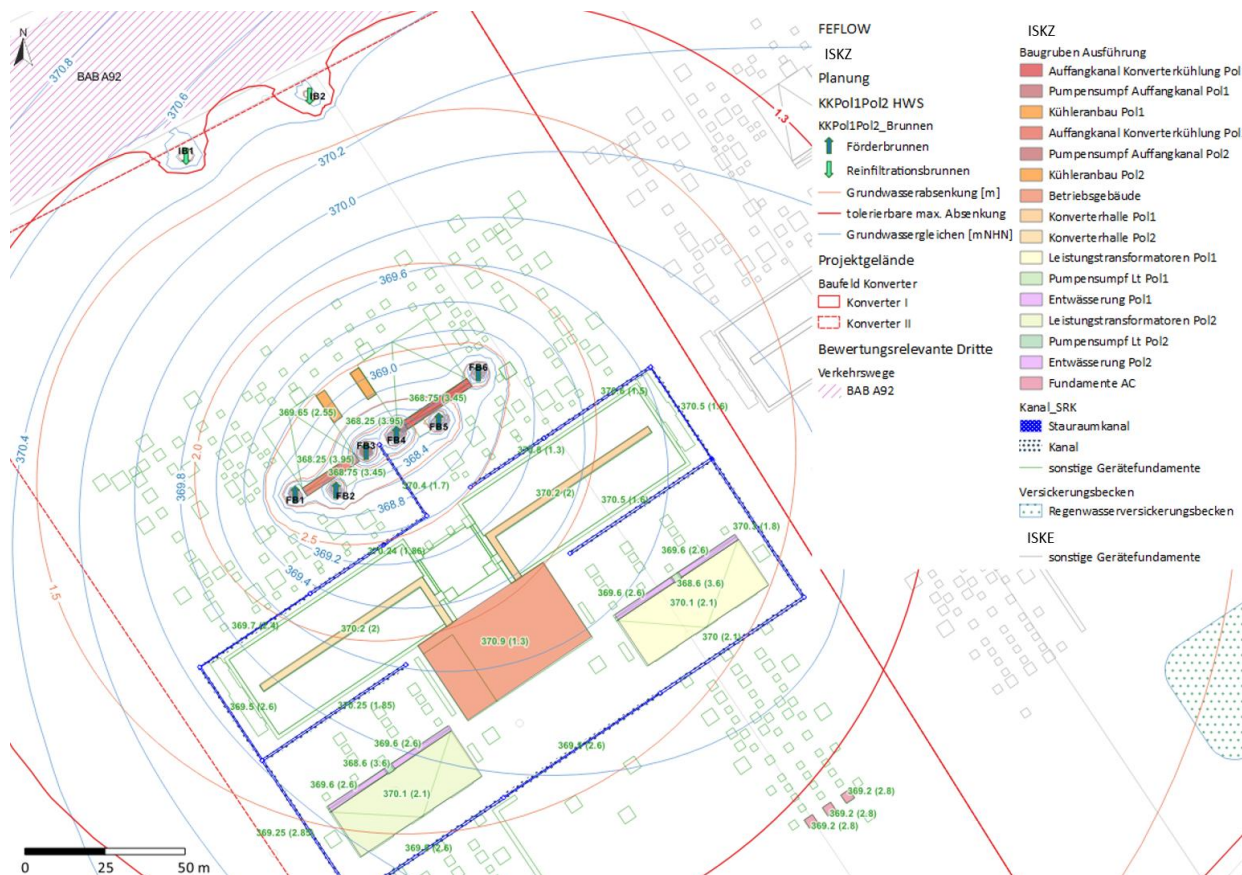


Abbildung 6.2 Modellerte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "KK Pol1/Pol2" Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Förder- und Infiltrationsmengen an den einzelnen Brunnengruppen können Tabelle 6.2 entnommen werden.

Tabelle 6.2 Ergebnisse Wassermengen Variante "KK Pol1/Pol2"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Förder- und Infiltrationsmengen Brunnen			Wasserableitung
FB1 bis FB8:			
FB1	1.600 m ³ /d	19 l/s	
FB2	1.600 m ³ /d	19 l/s	
FB3	2.600 m ³ /d	30 l/s	
FB4	2.600 m ³ /d	30 l/s	
FB5	1.800 m ³ /d	21 l/s	
FB6	1.800 m ³ /d	21 l/s	1.600 - 2.600 m ³ /d (19 - 30 l/s)
IB1 bis IB2:			
IB1	600 m ³ /d	7 l/s	
IB2	600 m ³ /d	7 l/s	1.200 m ³ /d (14 l/s)
Gesamt alle FB:			12.000 m³/d (139 l/s)
			Vorflut: 10.800 m ³ /d
			Infiltration: 14 m ³ /d

Vorflut = Moosgraben

6.2 Bauwasserhaltung Baugrube "Leistungstransformator Pol 1" Ableitung Moosgraben

Die Berechnung der zu fördernden Wassermengen zur Herstellung der Fundamentierung am Leistungstransformator Pol 1, "LT Pol1" ist für eine unabhängige Planung des Bauablaufs separat durchgeführt worden.

▪ Mittlerer Normalwasserstand

Um das Absenkziel bei mittlerem Normalwasserstand zu erreichen sind hierzu zwei, bei Hochwasserstand drei Förderbrunnen (FB7 bis FB9) notwendig. Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.3 ersichtlich.

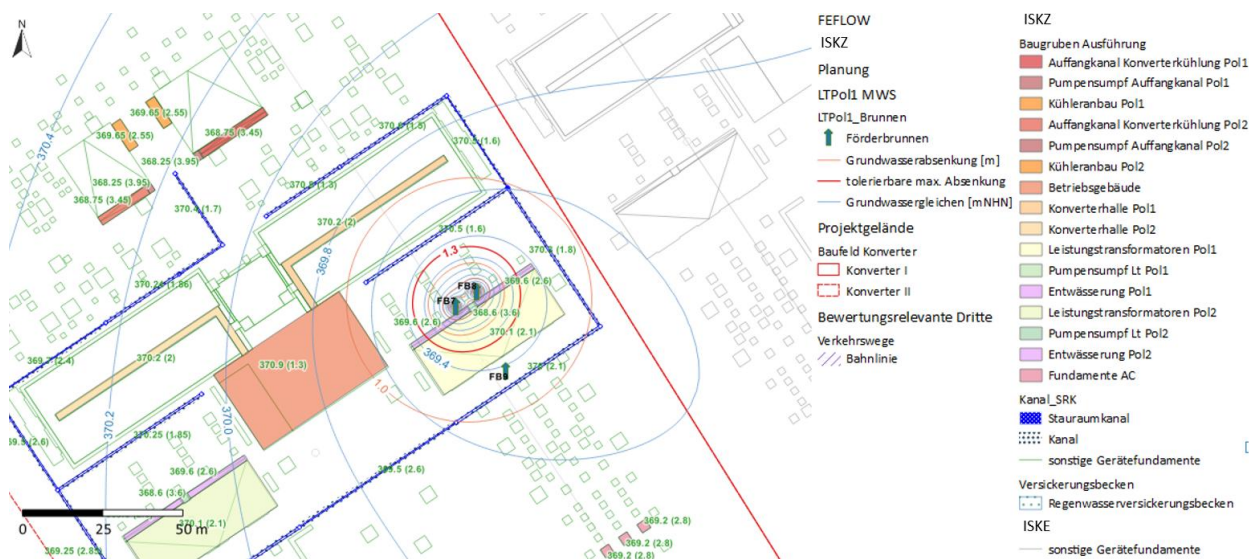


Abbildung 6.3 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "LT Pol1" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen FB7 und FB8 können Tabelle 6.3 entnommen werden.

Tabelle 6.3 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol1"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB7 und FB8 je	2.300 m ³ /d (27 l/s)	Vorflut: 4.600 m ³ /d
FB9	0 m ³ /d	
Gesamt alle FB:	4.600 m³/d (54 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

■ Hochwasserstand

Um das Absenkziel bei Hochwassersituation zu erreichen sind alle drei Förderbrunnen (FB7 bis FB9) notwendig. Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.3 ersichtlich.

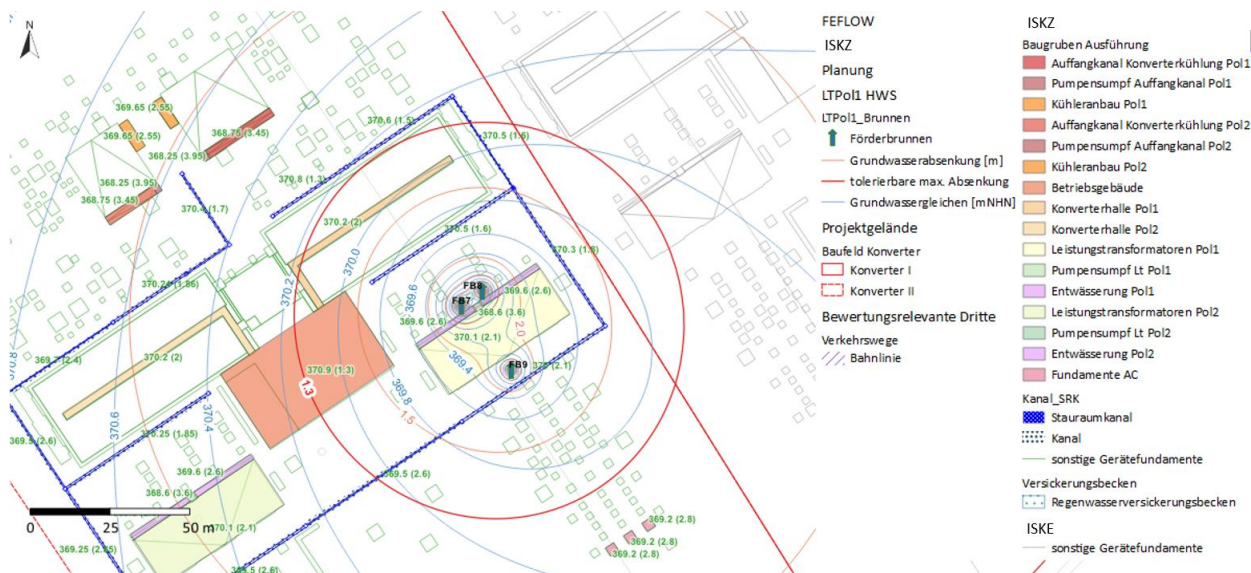


Abbildung 6.4 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "LT Pol1" Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen FB7 bis FB9 können Tabelle 6.4 entnommen werden.

Tabelle 6.4 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol1"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB7 und FB8 je	2.600 m ³ /d (30 l/s)	Vorflut: 7.200 m ³ /d
FB9	2.000 m ³ /d (23 l/s)	
Gesamt alle FB:	7.200 m³/d (83 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

6.3 Bauwasserhaltung Baugrube "Leistungstransformator Pol 2" Ableitung Moosgraben

Die Berechnung der zu fördernden Wassermengen zur Herstellung der Fundamentierung am Leistungstransformator Pol 2, "LT Pol2" ist für eine unabhängige Planung des Bauablaufs separat durchgeführt worden.

■ Mittlerer Normalwasserstand

Um das Absenkziel bei mittlerem Normalwasserstand zu erreichen sind hierzu zwei, bei Hochwasserstand drei Förderbrunnen (FB10 bis FB12) notwendig. Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.5 ersichtlich.

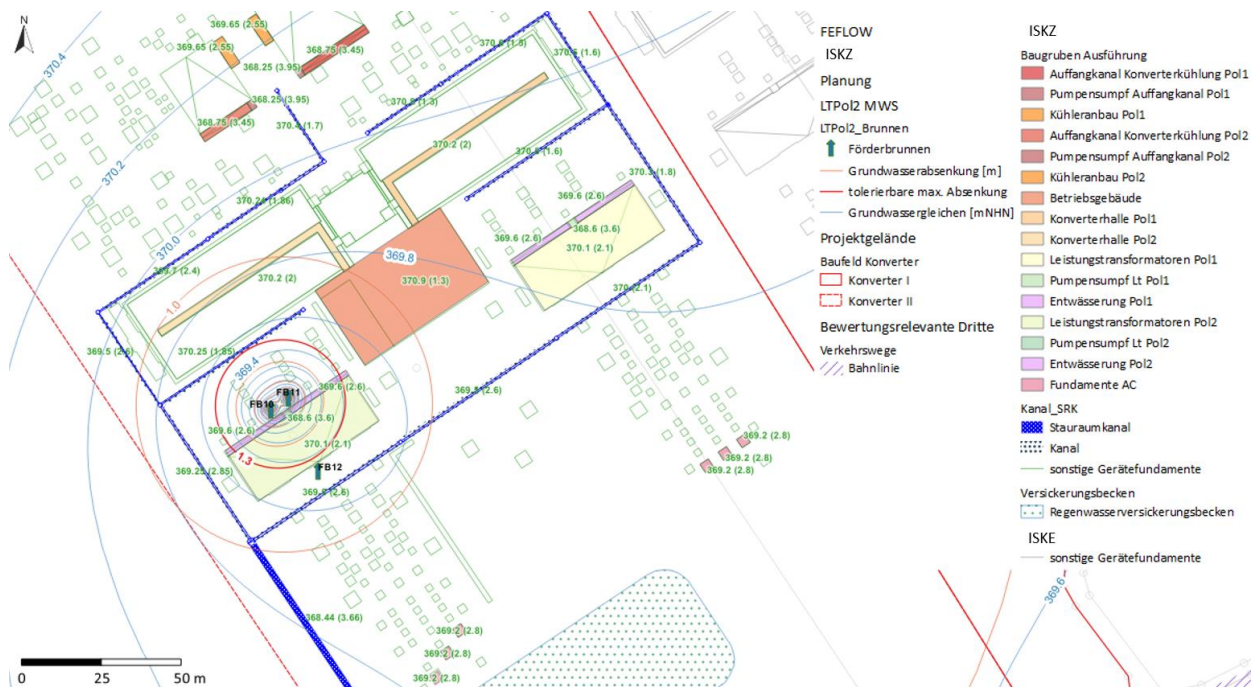


Abbildung 6.5 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "LT Pol2" Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen FB10 und FB11 können Tabelle 6.5 entnommen werden.

Tabelle 6.5 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol2"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB10 und FB11 je	2.500 m ³ /d (29 l/s)	Vorflut: 5.000 m ³ /d
FB12	0 m ³ /d	
Gesamt alle FB:	5.000 m³/d (58 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

Proj.-Nr.: 295628, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002 20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx

Planänderung V

■ Hochwasserstand

Um das Absenkziel bei Hochwassersituation zu erreichen sind alle drei Förderbrunnen (FB10 bis FB12) notwendig. Die erreichte Absenkung ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.6 ersichtlich.

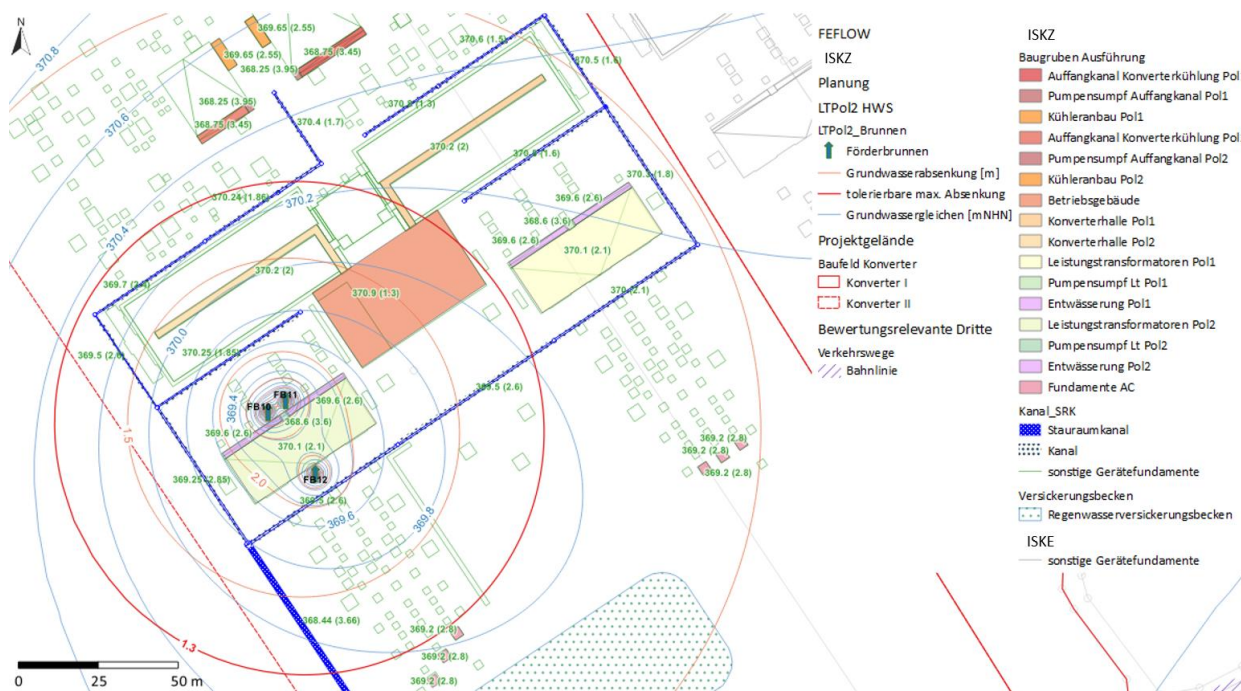


Abbildung 6.6 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "LT Pol2" Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen FB10 bis FB12 können Tabelle 6.6 entnommen werden.

Tabelle 6.6 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "LT Pol2"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB10 und FB11 je	2.800 m ³ /d (32 l/s)	Vorflut: 8.000 m ³ /d
FB12	2.400 m ³ /d (28 l/s)	
Gesamt alle FB:	8.000 m³/d (93 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

6.4 Bauwasserhaltung Baugrube Stauraumkanal "SRK" Ableitung Moosgraben

Für die Modellrechnung der Bauwasserhaltung zur Erstellung des Stauraumkanals "SRK" werden die Absenkbrunnen FB13 bis FB17 betrieben. Das Hebewerk als tiefster Punkt des Entwässerungssystems wird innerhalb einer Einspundung mit wasserdichter Sohle hergestellt.

Proj.-Nr.: **295628**, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

[0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002](#) [20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx](#)

Planänderung V

■ Mittlerer Normalwasserstand

Die erreichte Absenkung für den mittleren Normalwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.7 ersichtlich.

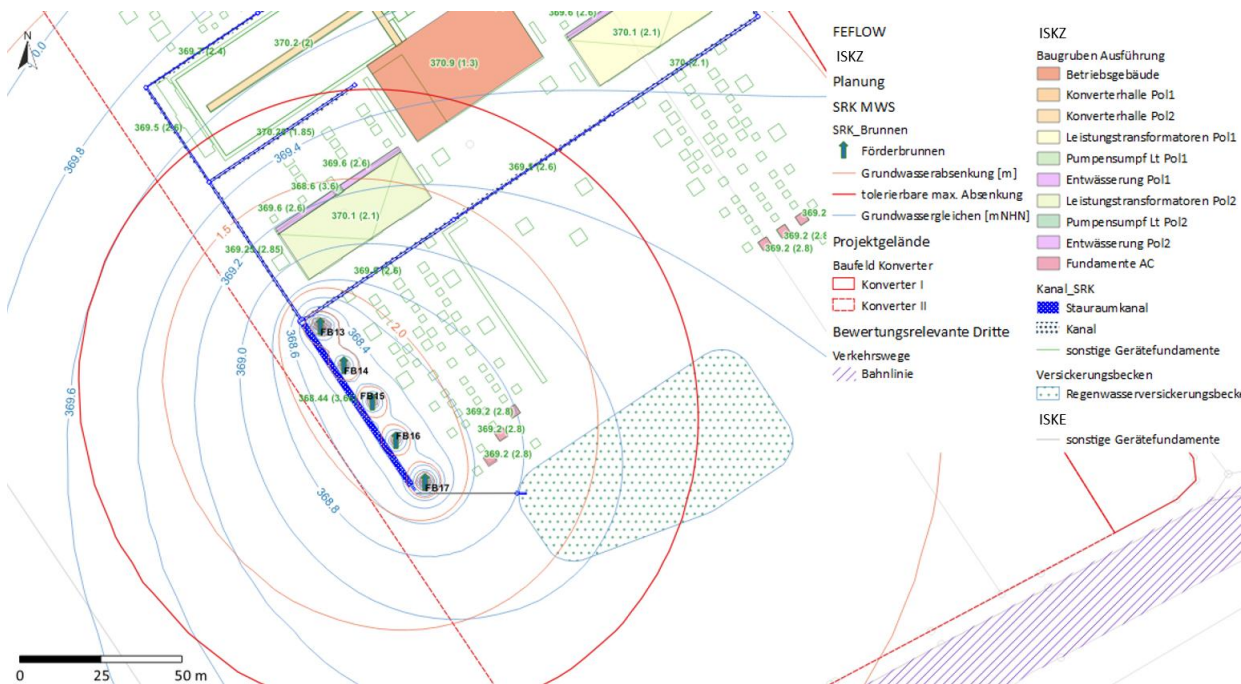


Abbildung 6.7 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "SRK" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbunnen können Tabelle 6.7 entnommen werden.

Tabelle 6.7 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "SRK"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB13 und FB17 je:	2.400 m ³ /d (28 l/s)	Vorflut: 8.400 m ³ /d
FB14 bis FB16 je:	1.200 m ³ /d (14 l/s)	
Gesamt alle FB:	8.400 m³/d (97 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

■ Hochwasserstand

Die erreichte Absenkung für den Hochwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.8 ersichtlich.

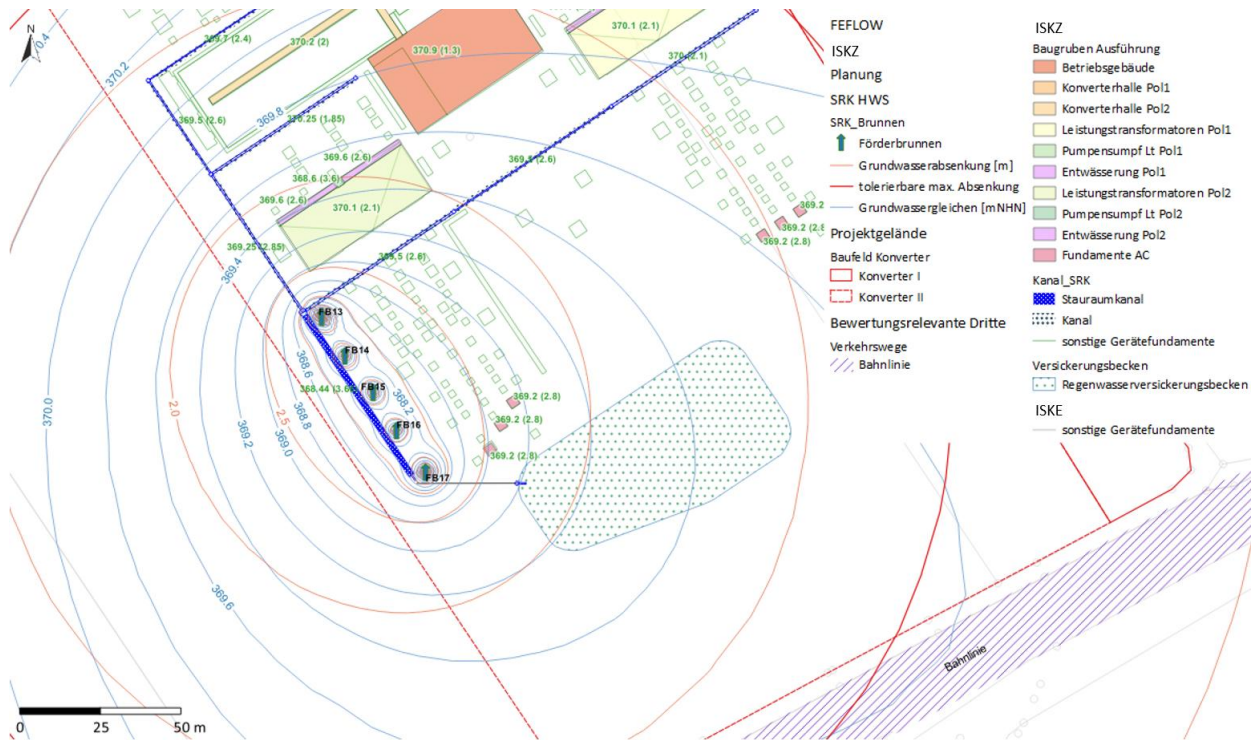


Abbildung 6.8 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "SRK" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen können Tabelle 6.8 entnommen werden.

Tabelle 6.8 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "SRK"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB13 und FB17 je:	3.000 m ³ /d (35 l/s)	Vorflut: 11.400 m ³ /d
FB14 bis FB16 je:	1.800 m ³ /d (21 l/s)	
Gesamt alle FB:	11.400 m³/d (132 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

6.5 Bauwasserhaltung Baugrube Kabelendverschlüsse "AC Pol 1" Ableitung Moosgraben

Für die Modellrechnung der Bauwasserhaltung zur Erstellung der AC-seitigen Kabelendverschlüsse "AC Pol1" werden die beiden Absenkbrunnen FB18 und FB19 betrieben.

▪ Mittlerer Normalwasserstand

Die erreichte Absenkung für den mittleren Normalwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.9 ersichtlch.

Proj.-Nr.: **295628**, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

[0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002](#) [20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx](#)

Planänderung V

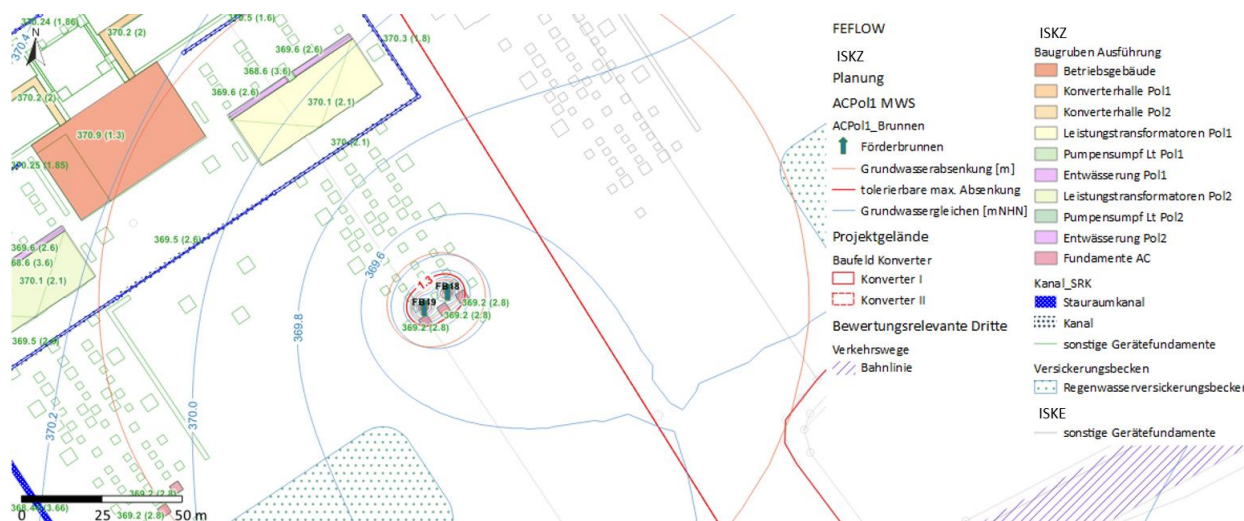


Abbildung 6.9 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "AC Pol1" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den Absenkb Brunnen FB18 und FB19 können Tabelle 6.9 entnommen werden.

Tabelle 6.9 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol1"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB18 und FB19 je	1.700 m ³ /d (20 l/s)	Vorflut: 3.400 m ³ /d
Gesamt alle FB:	3.400 m³/d (40 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

■ Hochwasserstand

Die erreichte Absenkung für den Hochwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.10 ersichtlich.

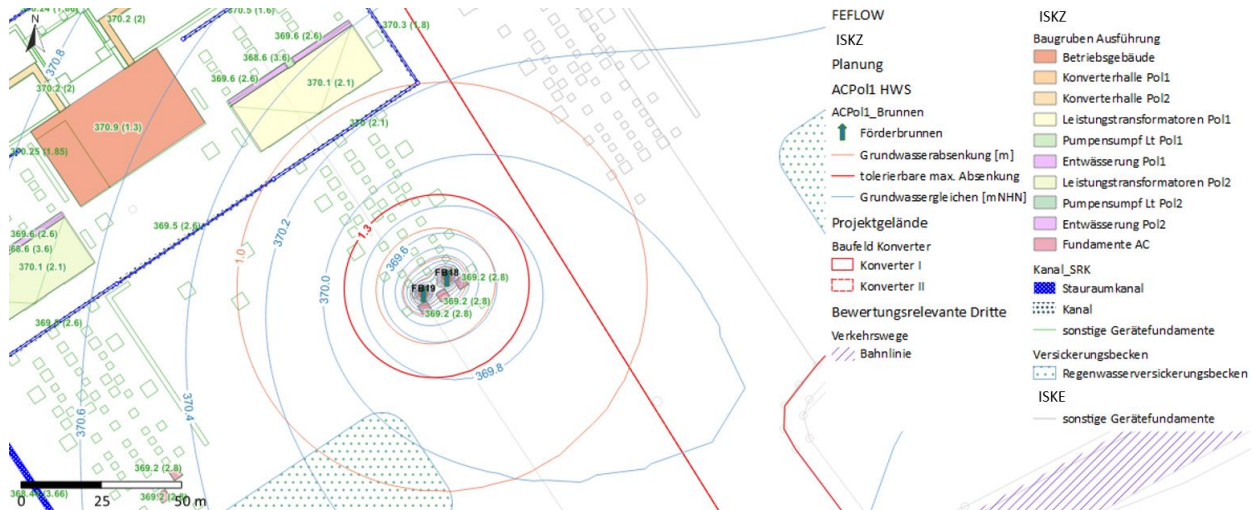


Abbildung 6.10 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "AC Pol1" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbunnen können Tabelle 6.10 entnommen werden.

Tabelle 6.10 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol1"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB18 und FB19 je	2.800 m ³ /d (32 l/s)	Vorflut: 5.600 m ³ /d
Gesamt alle FB:	5.600 m³/d (64 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

6.6 Bauwasserhaltung Baugrube Kabelendverschlüsse "AC Pol 2" Ableitung Moosgraben

Für die Modellrechnung der Bauwasserhaltung zur Erstellung der AC-seitigen Kabelendverschlüsse "AC Pol2" werden die beiden Absenkbunnen FB20 und FB21 betrieben.

▪ Mittlerer Normalwasserstand

Die erreichte Absenkung für den mittleren Normalwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.11 ersichtlich.

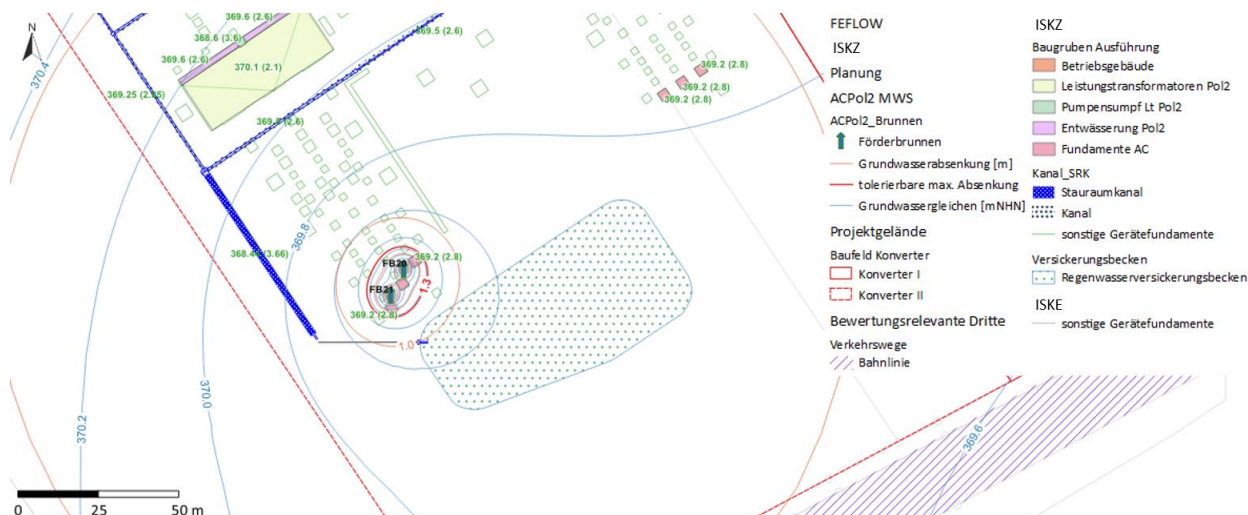


Abbildung 6.11 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "AC Pol2" Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den Absenkbrunnen FB20 und FB21 können Tabelle 6.11 entnommen werden.

Tabelle 6.11 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol2"
Ableitung Moosgraben mittlerer Normalwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB20 und FB21 je	1.900 m ³ /d (22 l/s)	Vorflut: 3.800 m ³ /d
Gesamt alle FB:	3.800 m³/d (44 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

■ Hochwasserstand

Die erreichte Absenkung für den Hochwasserstand ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 6.12 ersichtlich.

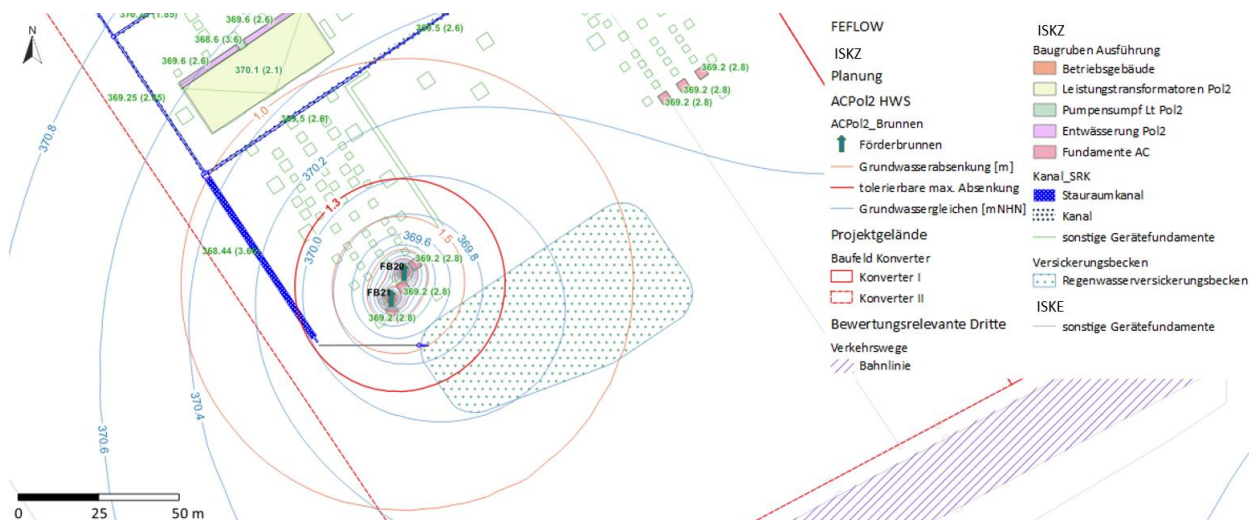


Abbildung 6.12 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot)
Variante "AC Pol2" Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Die erforderlichen Fördermengen an den einzelnen Absenkbrunnen können Tabelle 6.12 entnommen werden.

Tabelle 6.12 Ergebnisse Wassermengen Bauwasserhaltung "AC Pol2"
Ableitung Moosgraben Hochwasserstand

Fördermengen Brunnen		Wasserableitung
FB20 und FB21 je	3.000 m³/d (35 l/s)	Vorflut: 6.000 m³/d
Gesamt alle FB:	6.000 m³/d (70 l/s)	

Vorflut = Moosgraben

7 HERLEITUNG DER GESAMTFÖRDERMENGE DER BAUWASSERHALTUNG

Die in Tabelle 5.2 zusammengestellten Bauwerksteile für die Modellberechnungen sind mit den geschätzten Bauzeiten in Tabelle 7.1 zusammengestellt. Die Bauausführung erfolgt teilweise überschneidend, so dass in Summe von einer Bauzeit von 365 Tagen, in der eine Wasserhaltung betrieben werden muss, ausgegangen wird.

Tabelle 7.1 Bauzeiten geschätzt, Bauausführung teilweise überschneidend

Bauteil	Bauzeit		UK _{sauberkeitsschicht}	m u. Anlagennull
	Wochen	Tage		
Auffangkanal Konverterkühlung Pol1	5	35	368,25	3,95
Auffangkanal Konverterkühlung Pol2	5	35	368,25	3,95
Anbau Außenkühler Pol1			369,65	2,55
Anbau Außenkühler Pol2			369,65	2,55
Konverterhalle Pol1	3	21	370,20	2,00
Konverterhalle Pol2	3	21	370,20	2,00
Betriebsgebäude	6	42	370,90	1,30
Leistungstransformatoren Pol1	8	56	369,60	2,60
Leistungstransformatoren Pol2	8	56	369,60	2,60
Pumpensumpf Lt Pol1			368,60	3,60
Pumpensumpf Lt Pol2			368,60	3,60
Gerätefundamente	12		370,20	2,00
Entwässerung	12	84	369,25	2,95
Stauraumkanal	8	56	368,44	3,76
AC Pol1	1	21	369,20	3,00
AC Pol2	1	21	369,20	3,00
Bauzeit mit Grundwasserförderung	ca. 52	ca. 365		

Anlagennull: 372,20 mNHN

Als Basis wurde eine „Grundförderung“ für die Trockenlegung von Fundamenten, Entwässerungsleitungen und Bauwerksteilen bis zur Einbindetiefe in das Grundwasser von rd. 2,0 m über die gesamte angenommene Bauzeit von 12 Monaten angesetzt. Diese ist aus der Variantenrechnung „LT Pol1 / LT Pol2“ abgeleitet (angenommene Bauzeit 21 Tage bei einer Förderung von 4.600 m³/d LT Pol1 und 5.000 m³/d LT Pol2) und beträgt für den Normalwasserstand rd. 4.800 m³/d und bei Hochstand des Grundwassers rd. 7.600 m³/d. Dies bedeutet nicht, dass für eine Absenkung über das gesamte Baufeld nur die Brunnen der Variante „LT Pol1 / LT Pol2“ betrieben werden, sondern dass mit dieser Förderrate prinzipiell an allen Stellen im Baufeld durch den Betrieb ausgewählter Brunnen das Absenkziel von 2,0 m erreicht werden kann.

Die zu erstellenden, tiefer einbindenden Bauteile wurden separat abzüglich der vorgenannten „Grundförderung“ angesetzt. Dies entspricht jeweils den Variantenrechnungen „KK Pol1/Pol2“ sowie „SRK“ vermindert um die vorgenannte Grundförderung.

▪ Mittlerer Normalwasserstand

Zur Übersicht ist der Förderbetrieb bei mittlerem Normalwasserstand in einem fiktiven Ablaufplan mit monatlichen Fördermengen sowie der kumulierten Gesamtfördermenge in Tm³ nachfolgend zusammengestellt. Die Berechnung der in den Tabellen angegebenen Fördermengen je Monat erfolgte auf Basis der in Tabelle 7.1 angenommenen taggenauen Bauzeiten mit erforderlicher Bauwasserhaltung.

Bauteil	Bauzeit in Monaten											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Grundwasserförderung für Gerätefundamente, Konverterhalle Pol1/Pol2, Betriebsgebäude, Leistungstransformatoren Pol1/Pol2, Pumpensumpf Lt Pol1/Pol2, Schmutzwassersammelschacht, Entwässerung												
2 Konverterkühlung Pol1/Pol2												
3 Stauraumkanal												
Fördermenge [Tm ³ /Mon]	146	454	454	381	381	146	146	146	146	146	146	146
Fördermenge kumuliert [Tm ³]	146	599	1.053	1.434	1.814	1.960	2.106	2.251	2.397	2.542	2.688	2.834

 4.800 m³/d
  8.800 m³/d
  8.400 m³/d

Die Gesamtfördermenge über die angenommene einjährige Bauzeit beträgt mit dem beschriebenen Ansatz bei Normalwasserstand rd. 2.834 Tm³ Grundwasser, welches über den Moosgraben abgeleitet wird. Dabei beträgt die zeitweise maximale täglich in den Moosgraben eingeleitete Wassermenge mit 454 Tm³/Mon etwa 15.000 m³/d (175 l/s). Für die Berechnung der Einleitmengen sind 30 Tage je Monat angenommenen.

▪ Hochwasserstand

Bauteil	Bauzeit in Monaten											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Grundwasserförderung für Gerätefundamente, Konverterhalle Pol1/Pol2, Betriebsgebäude, Leistungstransformatoren Pol1/Pol2, Pumpensumpf Lt Pol1/Pol2, Schmutzwassersammelschacht, Entwässerung												
2 Konverterkühlung Pol1/Pol2												
3 Stauraumkanal												
Fördermenge [Tm ³ /Mon]	231	609	609	550	550	231	231	231	231	231	231	231
Fördermenge kumuliert [Tm ³]	231	839	1.448	1.997	2.547	2.778	3.008	3.239	3.469	3.700	3.930	4.161

 7.600 m³/d
  10.800 m³/d
  11.400 m³/d

Die Gesamtfördermenge beträgt mit dem beschriebenen Ansatz bei Hochwasserstand rd. 4.161 Tm³ und enthält den zur Stützung des Aquifers bei Variante „KK Pol1/Pol2“ reinfiltrierte Anteil von rd. 88 Tm³, so dass über die gesamte Bauzeit etwa 4.077 Tm³ Grundwasser über den Moosgraben abgeleitet werden. Dabei beträgt die zeitweise maximale täglich in den Moosgraben eingeleitete Wassermenge mit 609 Tm³/Mon je Monat etwa 20.000 m³/d (235 l/s).

Proj.-Nr.: 295628, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002_20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx

Planänderung V



Unter Berücksichtigung der bisher gesammelten Erfahrungen am Baufeld des Konverters 1 entspricht diese Grundwassermenge der für die wasserrechtliche Genehmigung beantragten Gesamtförderung.

8 EINRICHTUNG VON LÖSCHWASSERBRUNNEN

In der Ausführung der unmittelbar an das Baufeld angrenzenden Konverterstation 5B Isar I, ISKE ist für die Bereitstellung von Löschwasser die Einrichtung von Löschwasserbrunnen geprüft und genehmigt worden [U7]. Insgesamt werden für den Konverter 1 die vier Löschwasserbrunnen LWB1 bis LWB4, jeweils zwei an Pol1 und Pol2, eingerichtet. Gemäß Brandschutzgutachten [U5] ist die Dimensionierung der Löschwasserbereitstellung mit $192 \text{ m}^3/\text{h}$ für zwei Stunden vorgegeben. Die Ausbautiefe der Brunnen ist von der Genehmigungsbehörde auf 7,0 m unter GOK beschränkt worden.

Da die Baufelder der beiden Konverter sehr dicht beieinander liegen bestehen zwischen den beiden Konvertern nur noch eingeschränkte Möglichkeiten für Ansatzpunkte weiterer Löschwasserbrunnen. ~~Es wird deshalb vorgeschlagen, Dennoch sollen je Konverter vier Löschwasserbrunnen eingerichtet werden. Dadurch kommen die an der östlichen Grenze des Geländes ISKZ gelegenen Löschwasserbrunnen LWB7 und LWB8 räumlich in die Nähe, der bereits zwischen den Konvertern 1 und 2 liegenden für ISKE errichteten Löschwasserbrunnen LWB1 und LWB3 für beide Anlagen zu nutzen. Somit ist für die.~~

~~Die Entnahme an den am Südwestrand von ISKZ gelegenen LWB5 und LWB6 werden deshalb nachfolgend separat betrachtet. Der jeweils einzelne Betrieb der Löschwasserbrunnen LWB7 und LWB8 entspricht wegen der räumlichen Nähe den Modellrechnungen von LWB1 und LWB3 beim Konverter 1.~~

~~Um die Bereitstellung von Löschwasser am Konverter 2 die Einrichtung von zwei weiteren Löschwasserbrunnen, LWB5 und LWB6 erforderlich. bei einer theoretisch erforderlichen gleichzeitigen Nutzung bei ISKE und ISKZ sicherzustellen wird der zeitgleiche Betrieb an LWB1_{ISKE} und LWB7_{ISKZ} sowie LWB3_{ISKE} und LWB8_{ISKZ} berechnet. Die Berechnung wurde mit der für die Planung der Bauwasserhaltung von ISKE angesetzten hydraulischen Durchlässigkeit von $3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ durchgeführt.~~

Die Situation zur Lage der Löschwasserbrunnen ist aus nachfolgender Abbildung 8.1 ersichtlich.

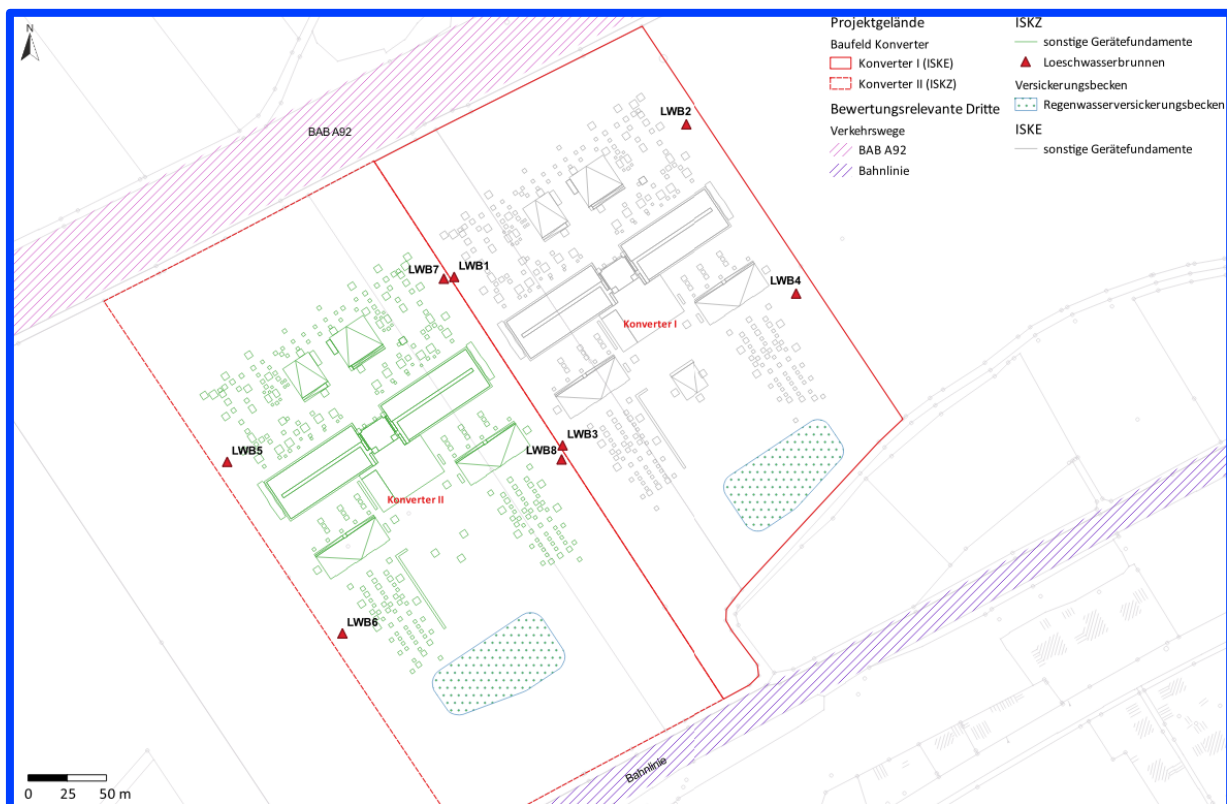
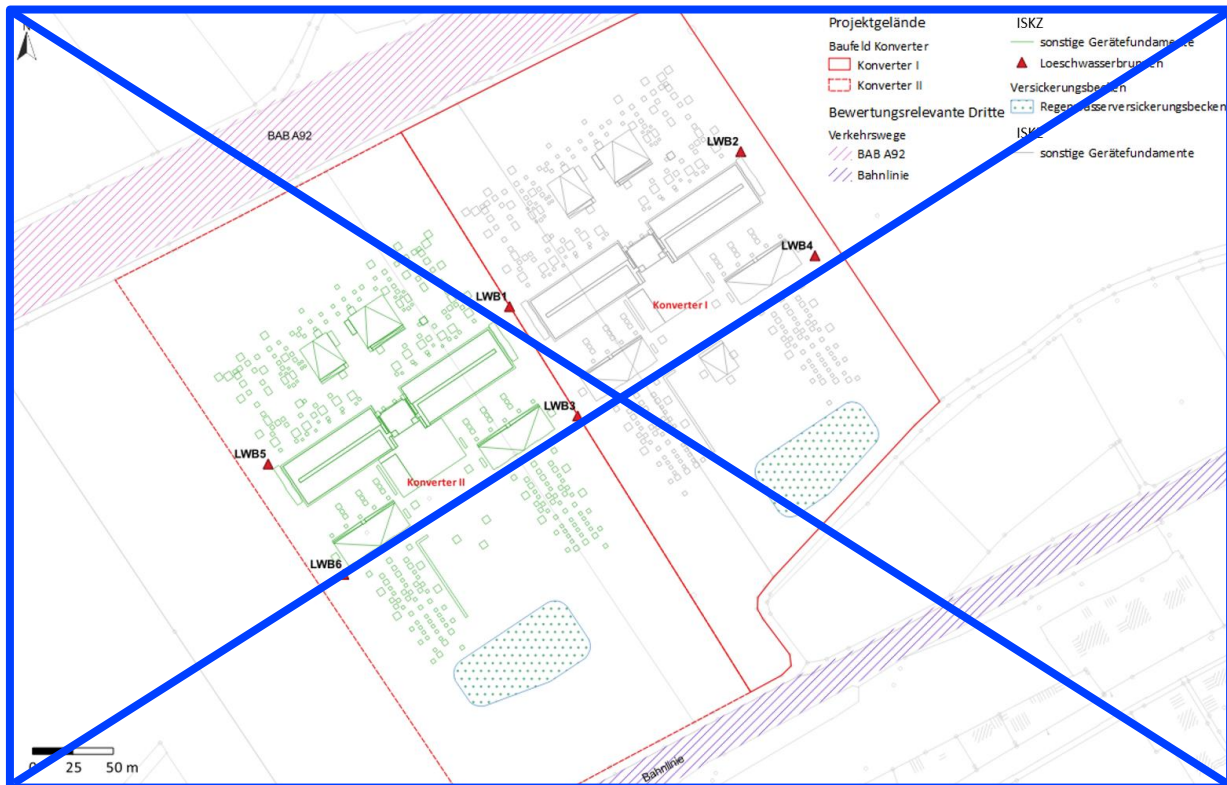
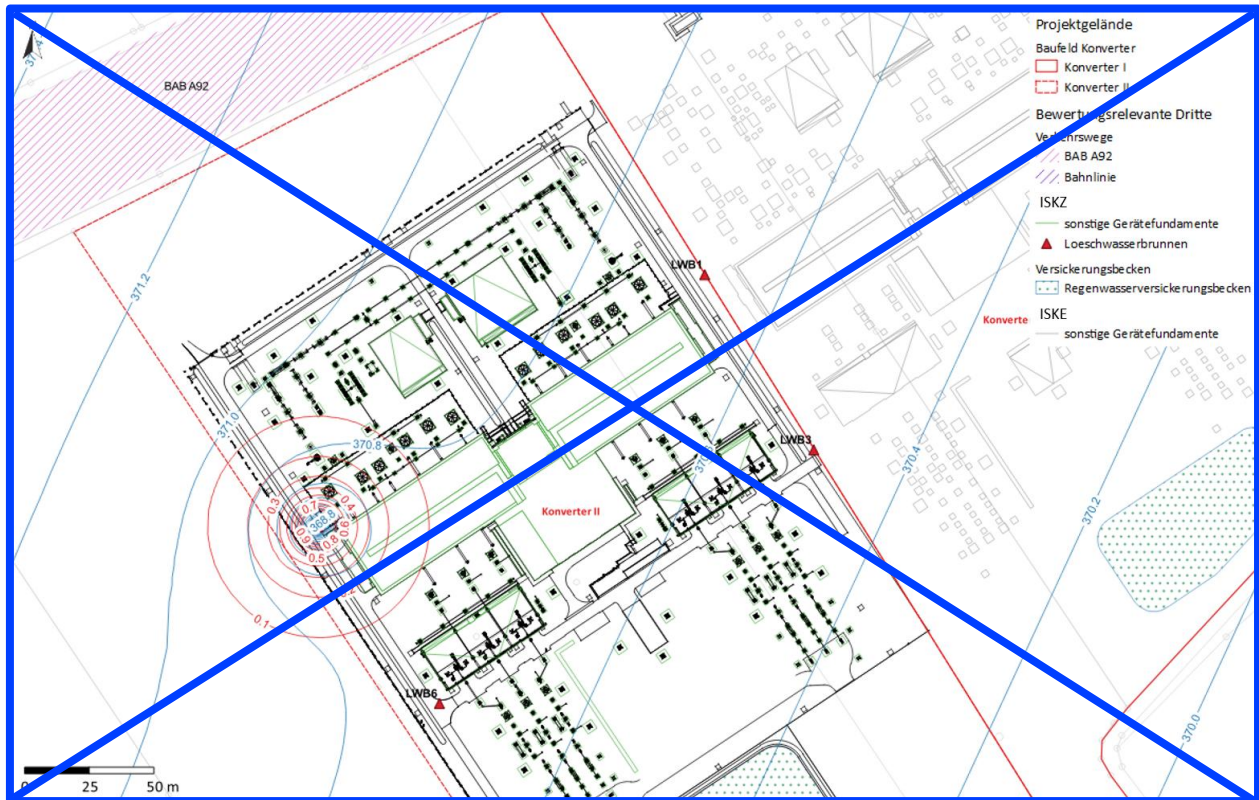


Abbildung 8.1 Baufelder Konverter 1 (ISKE) und 2 (ISKZ) und Lage der vorgeschlagenen Ansatzpunkte für die Löschwasserbrunnen LWB1 – LWB6 LWB8

8.1 Betrieb Löschwasserbrunnen LWB5 und LWB6

Die erreichte Absenkung beim Betrieb des Löschwasserbrunnen LWB5 ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 8.2 ersichtlich.



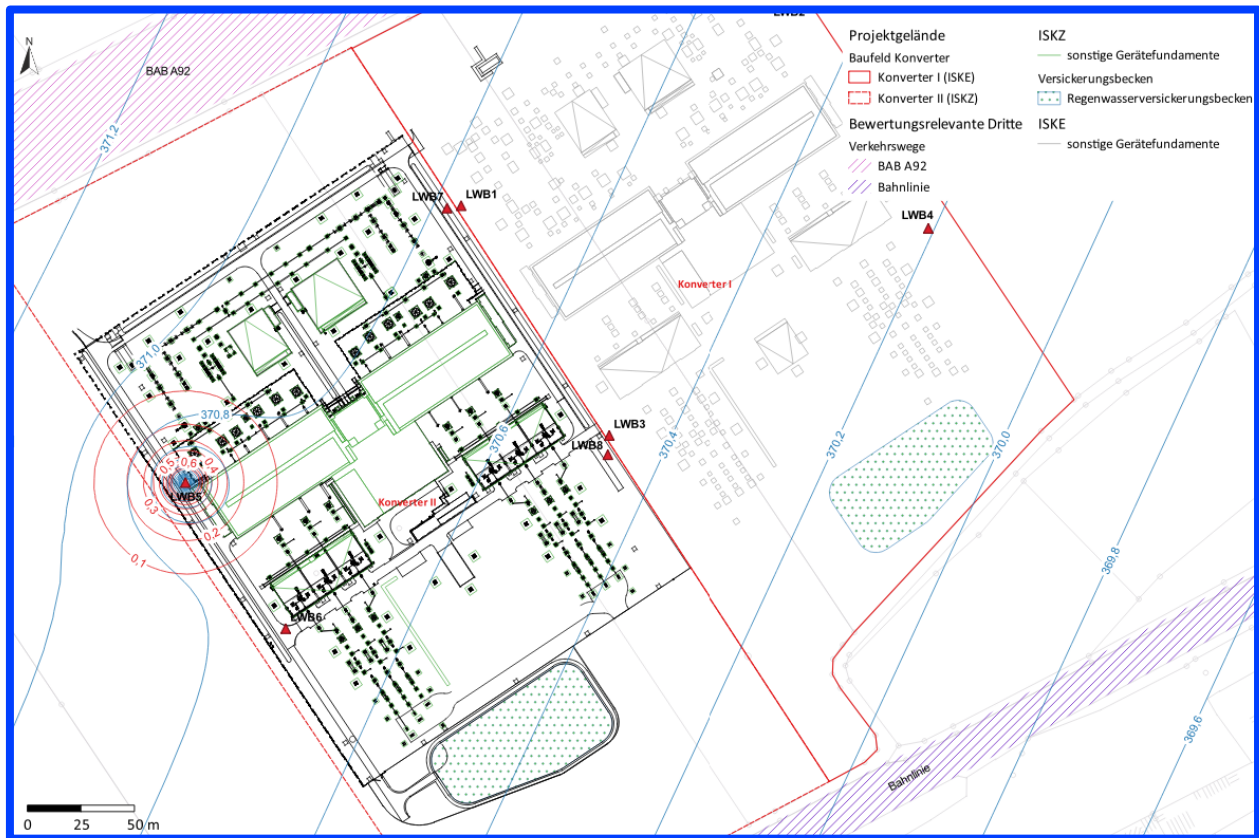


Abbildung 8.2 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB5"

Die erreichte Absenkung beim Betrieb des Löschwasserbrunnens LWB6 ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 8.3 ersichtlich.

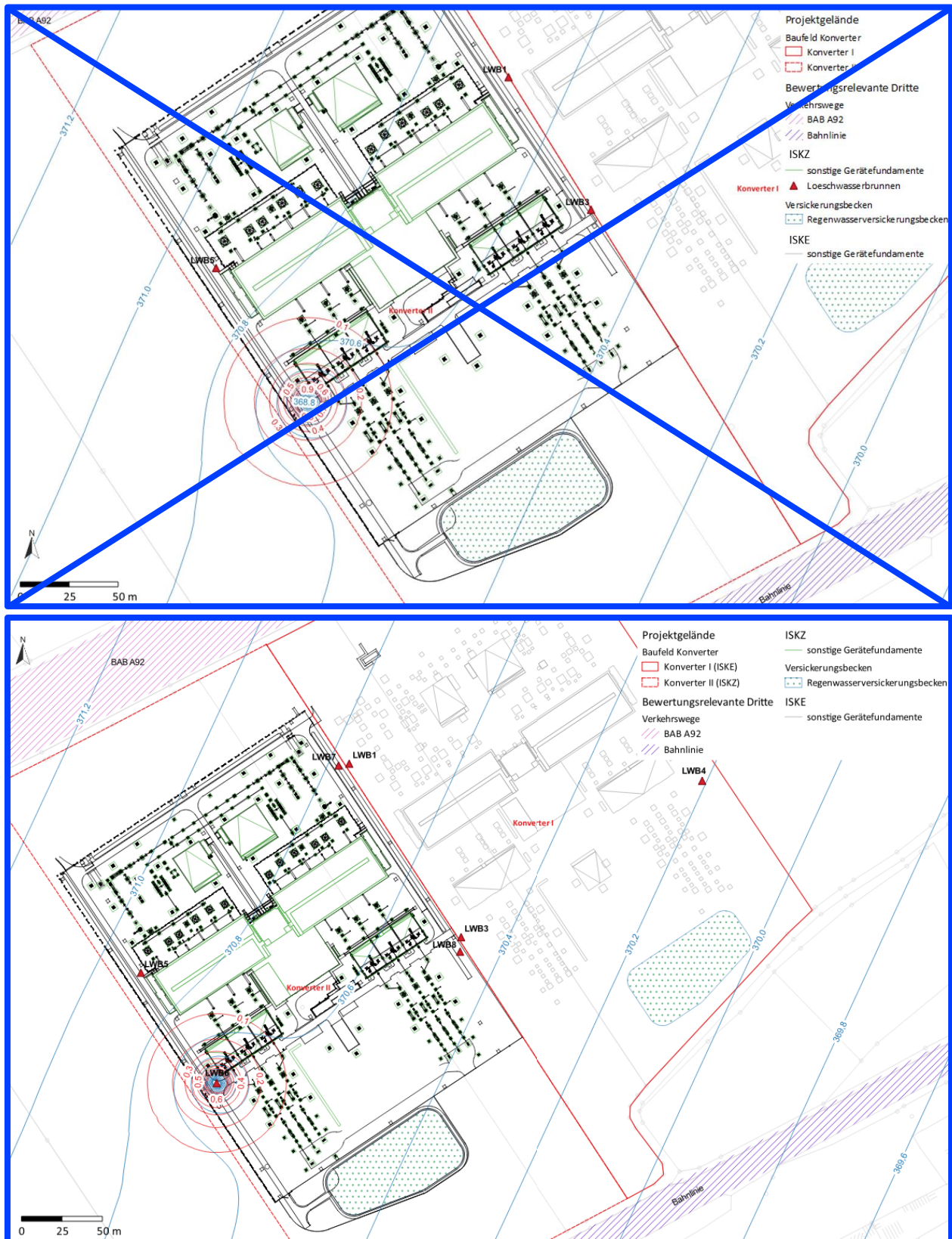


Abbildung 8.3 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB6"

8.2 Zeitgleicher Betrieb der Löschwasserbrunnen LWB1_{ISKE} und LWB7_{ISKZ}

Proj.-Nr.: **295628**, Bericht-Nr. 01: ISKZ Numerische Berechnungen zur Bauwasserhaltung und Löschwasserbrunnen

0251027_be295628_WRA_Rev.004_Vergleich_Rev.002 20260217_be295628_WRA_Rev04_Deckblatt_Rev02.docx

Planänderung V

Die erreichte Absenkung beim Betrieb des Löschwasserbrunnen LWB1_{ISKE} und LWB7_{ISKZ} ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 8.4 ersichtlich.

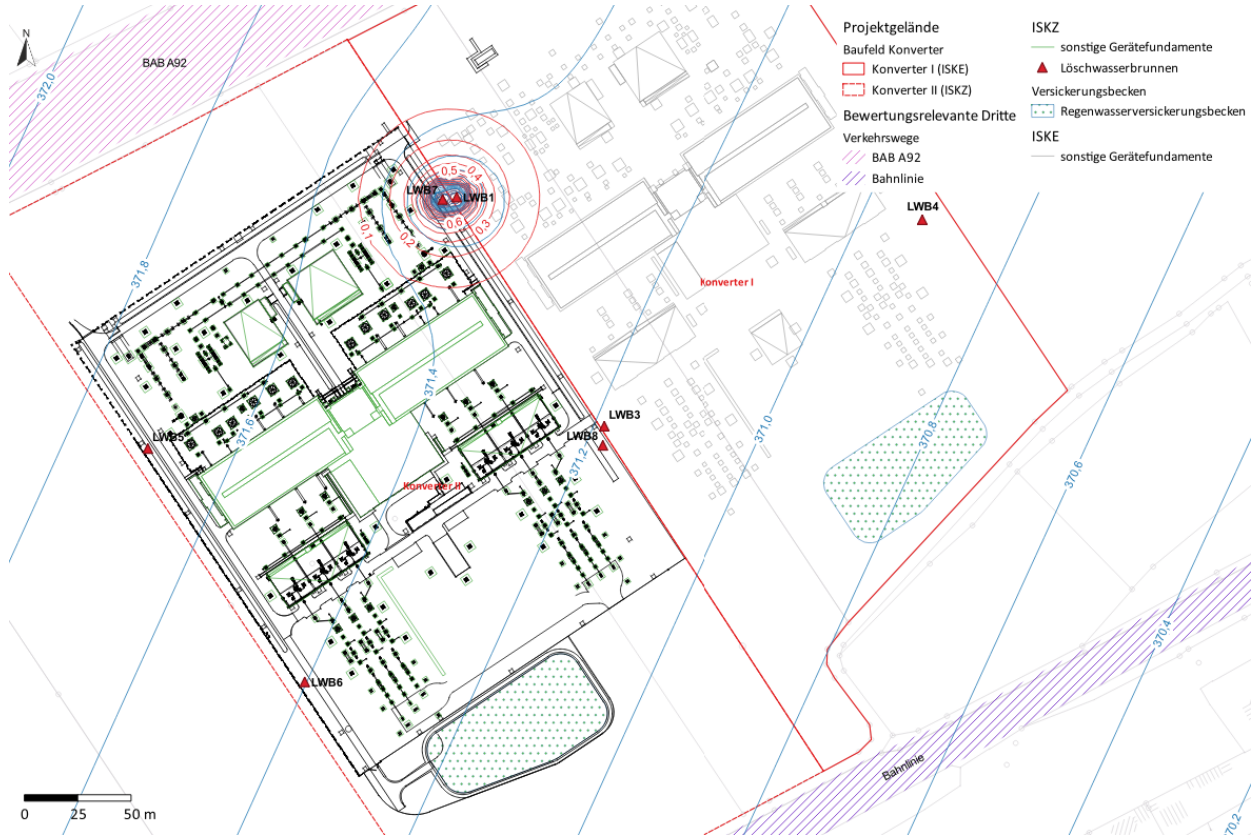


Abbildung 8.4 Modellierter Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB1_{ISKE} und LWB7_{ISKZ}"

8.3 Zeitgleicher Betrieb der Löschwasserbrunnen LWB3_{ISKZ} und LWB8_{ISKZ}

Die erreichte Absenkung beim Betrieb des Löschwasserbrunnen LWB3_{ISKZ} und LWB8_{ISKZ} ist zusammen mit den berechneten Grundwassergleichen aus Abbildung 8.5 ersichtlich.

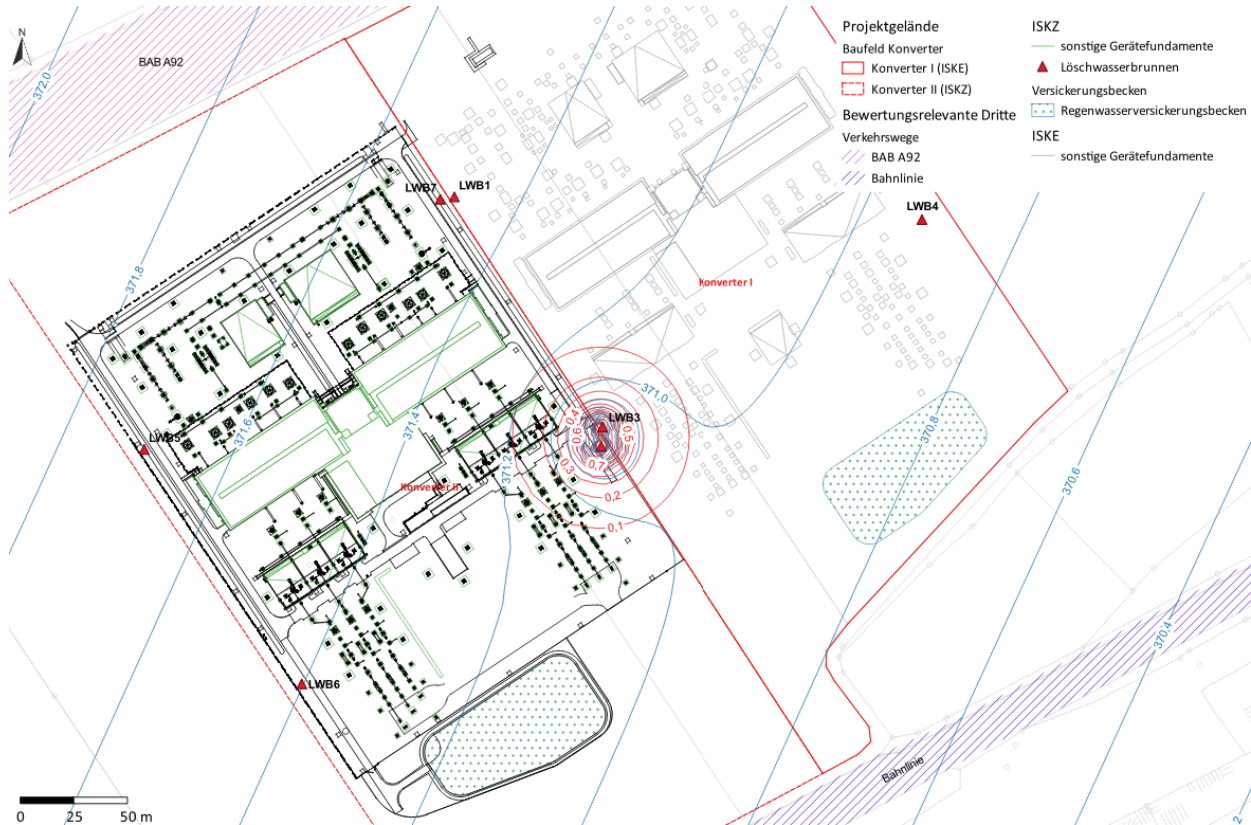


Abbildung 8.5 Modellierte Grundwassergleichen (blau) und Absenkung (rot) "LWB3_{ISKZ} und LWB8_{ISKZ}"

An allen möglichen Standorten der Löschwasserbrunnen wurden die Anforderungen der Feuerwehr für zwei Stunden eine Entnahme von 192 m³/h bereitzustellen simuliert. Die sich nach zweistündigem Betrieb eingestellten Absenkungsbeträge zeigen unmittelbar am Brunnen wenige Meter und liegen im weiteren Umfeld der Brunnen aufgrund der hohen Durchlässigkeit des Aquifers bei wenigen dm.

Die Simulation des zeitgleichen Betriebs der Löschwasserbrunnen an der Grenze der beiden Konverter mit einer Entnahme von jeweils 192 m³/h für zwei Stunden hat gezeigt, dass auch für diesen unwahrscheinlichen, jedoch denkbaren Fall die Ergiebigkeit des Aquifers den Anforderungen gerecht wird.

Eine Löschwasserentnahme aus den Brunnen ist damit an allen geprüften Standorten grundsätzlich möglich.

9 AUSWIRKUNGEN AUF DRITTE

9.1 Verkehrswege

Die Einflussnahme der Grundwasserabsenkung erstreckt sich räumlich über die betroffenen Dritten „BAB A92“ sowie der „Bahnlinie Landshut-Dingolfing“. Aus der Bandbreite der natürlichen Grundwasserschwankungen gilt, wie bereits am Konverter 1, auch für die Wasserhaltung am Baufeld des Konverters 2 der aus hydrogeologischer Sicht für die Modellberechnung abgeleitete tolerierbarer Absenkbetrag unter der Autobahn bzw. der Bahnlinie von 1,3 m.

Die Grundwasserabsenkung zeigt für alle modellierten Szenarien keine Auswirkungen im Bereich der BAB A92 oder der Bahnlinie. Hierbei ist eine Stützung des quartären Aquifers mittels Reinfiltrationsbrunnen entlang der Autobahn A92 an der Grundstücksgrenze für die Hochwassersituation der Bauwasserhaltung Baugrube Konverterkühler Pol 1 / Pol 2 zu berücksichtigen.

9.2 Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben

Für das bereits begonnene Bauvorhaben des Konverters 1 wurde eine Ableitung des Wassers zum Moosgraben entlang der geplanten Baustraßen verlegt. Der Nachweis der Gerinne- und Querbauwerksleistungsfähigkeit wurde für dieses Bauvorhaben ab Oberstrom des Querbauwerks zwischen Autobahntrasse und Bahntrasse geführt. Die Betrachtung der Leistungsfähigkeit erfolgte für vier Querbauwerke und sechs Gerinneprofile [U6](#) (Anlage 3).

Die Einleitung des Bauwassers beträgt bei Hochwasser maximal 235 l/s bei mittlerem Normalwasserstand 175 l/s (s. Kapitel 7). Alle weiteren Varianten mit geringeren Abflüssen sind daher grundsätzlich mit nachgewiesen.

Es kann festgestellt werden, dass das Gerinne des Moosgrabens den zusätzlichen Abfluss aus der Baumaßnahme bei mittleren Bedingungen ohne Probleme aufnehmen kann. Die Leistungsfähigkeit des Gerinnes liegt im Untersuchungsbereich in der Regel um ein Vielfaches höher. Die hydraulische Berechnung für den eingengten Durchlass unter der ‚Landstraße‘ ergibt einen maximalen Freispiegelabfluss von ca. 2,15 m³/s, der um ein Vielfaches größer als der nachzuweisende Abfluss von 0,175 m³/s (Hochwasser 0,235 m³/s) ist.

10 BEWERTUNG

Zur Konzeption für die wasserrechtlichen Erlaubnis der Bauwasserhaltung für den Bau der Isar Konverter Station 5A Isar 2, ISKZ wurden im Rahmen dieses Berichtes an den zu erstellenden Baugruben numerische Modellrechnungen für die Ermittlung einer Brunnenanordnung sowie der erforderlichen Entnahmemengen durchgeführt. Dabei sollten auch die möglichen Beeinflussungen Dritter sowie die Einrichtung von Löschwasserbrunnen bewertet werden.

Die Grundwasserabsenkung liegt für alle modellierten Szenarien der Bauwasserhaltungen sowohl im Bereich der BAB A92 als auch der Bahnlinie unterhalb der aus der natürlichen Schwankungsbreite des Grundwasserdruckspiegels abgeleiteten tolerierbaren Absenkung von 1,3 m. Somit findet unter den vorgenannten Annahmen keine Beeinflussung der BAB im Norden und auch keine Beeinflussung der Bahnlinie im Süden statt.

Generell werden für die Bauwasserhaltung die Sohlthiefen der Baugruben als Sollwert für eine Förderratenanpassung vorgegeben. Deshalb sind die berechneten Werte stets als maximale Beeinflussung des Grundwasserspiegels anzusehen. Die Absenkungsbeträge außerhalb des Baufeldes überschreiten an keiner Stelle die natürlich auftretende Grundwasserschwankungsbreite. Die Bauwasserhaltung ist zudem zeitlich begrenzt. Basierend auf den dargelegten Ausführungen sind somit keine negativen Auswirkungen auf Dritte zu befürchten.

Eine Versickerung über das für die spätere Regenwasserabführung angelegte Versickerungsbecken im Süden des Konverters 1st aufgrund der räumlichen Nähe zu den Baugruben nicht möglich. Eine Versickerung müsste außerhalb der Reichweite der Bauwasserhaltung, möglichst weit entfernt abstromig des Staupunkts, erfolgen.

Die Bauwasserhaltung ist somit grundsätzlich über Förder- und Reinfiltrationsbrunnen möglich. Hierfür ist die Ableitung eines erheblichen Anteils des Grundwassers in die Vorflut Moosgraben erforderlich. Es wurde nachgewiesen, dass das Gerinne des Moosgrabens den zusätzlichen Abfluss aus der Baumaßnahme bei mittleren Bedingungen und auch bei Grundwasserhochstand ohne Probleme aufnehmen kann. Die Leistungsfähigkeit des Gerinnes liegt im Untersuchungsbereich um ein Vielfaches höher.

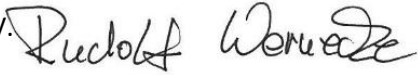
Eine Reduzierung bzw. Verhinderung der Wasserzutritte in die Baugruben durch technische Maßnahmen der Baugrubenumschließung mittels Spundwänden ist aufgrund der vorhandenen geologischen Bedingungen technisch und wirtschaftlich nur bei kleineren Strukturen wie dem Hebewerk und den DC-seitigen Kabelendverschlüssen unter Berücksichtigung einer wasserdichten Sohle zielführend.

In den Baugrunderkundungsbohrungen wurde im Bereich des Baufeldes bis 20 m Tiefe kein zusammenhängender Stauhorizont (abdichtende, gering durchlässige Schicht) angetroffen. Mit zunehmender Tiefe wurden tendenziell Kiesablagerungen mit geringerem Feinanteil angetroffen. Deshalb ist davon auszugehen, dass die hydraulische Durchlässigkeit zur Tiefe hin weiter zunimmt. Ohne eine Einbindung der

Spundwände in eine abdichtende Schicht ist eine Reduzierung der den Baugruben zutretenden Wassermenge aufgrund der geologischen Schichtlagerung im Baufeld nicht möglich.

CDM Smith SE

2025-10-27

i.V. 

Dipl.-Ing. Rudolf Wernecke
Senior Projektmanager

erstellt:

i.V. 

Dipl.-Geol. Arnold Pettera
Senior Consultant

i.V. 

Dr. Dipl.-Hydrol. Sebastian Leschik
Consultant



Bauwasserhaltung

Rechtliche Benutzungstatbestände

- Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer / das oberflächennahe Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG),
- Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG),
- Temporäres Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser (§ 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG)

1. Angaben

Flurstück:

1764, 1765, 1766, 1767 Gemarkung Mettenbach, Gemeinde Essenbach

Beschreibung Bauvorhaben:

Errichtung einer Konverterstation im Rahmen der neuen Stromtrasse SüdOst-Link.
ca. 16 Baugruben, Baugrubentiefen 2,0 - 5,0 m, Fläche der Baugruben 20 - 1.300 m², Bezugshöhe Anlagennull 372,20 mNHN.
Detaillierte Darstellung des Vorhabens im Bericht zur Bauwasserhaltung und zur Errichtung von Löschwasserbrunnen CDM Smith 20240502_be295628_WRA.pdf vom 02.05.2024.
Baugrubenumschließungen Spundwände und wasserdichte Sohle für Hebeanlage
Regenwasserstauraumkanal und Kabelendverschlüsse DC-Seite.

Befindet sich das Bauvorhaben in einem Überschwemmungsgebiet? (Mit Angabe)

nein

Befindet sich das Bauvorhaben in einem Wasserschutzgebiet? (Mit Angabe)

nein

Mittlere Geländeoberkante (GOK):	372,5	m ü. NN
Mittlerer GW-Stand (MGW):	1,9 (370,6)	m u. GOK
Bauzeitlicher Bemessungswasserstand:	variiert	m u. GOK
Max. Grundwasserabsenkung:	ca. 4,8 (367)	m u. GOK
Max. Baugruben-/Gründungssohle:	4,25 (368,2)	m u. GOK
Unterkante Baugrubenumschließung:	max. 6,0	m u. GOK
Max. Tiefe Förderbrunnen:	10,0	m u. GOK
Max. Tiefe Sickerbrunnen:	10,0	m u. GOK
Förderleistung der Pumpen:	40 - 139	l/s
Entnahmemenge pro Tag:	15.000 / 20	m³
Gesamtentnahmemenge:	2.834.000 /	m³



Geplanter Baubeginn:

04/2025

Geplante Dauer des Bauvorhabens:

Errichtung der Grundwasserhaltung voraussichtlich 08/2025 - 11/2025
voraussichtliche Grundwasserhaltung 10/2025 - 10/2026

2. Detailangaben Bauwasserhaltung

Detaillierte Beschreibung Bauwasserhaltung (Offen oder Geschlossen,
Baugrubenumschließung, Schlosswasser, Abdichtungen/Verpressungen etc.)

Aufgrund der komplexen Fragestellung mit unregelmäßigen Geometrien der Baukörper und der Anforderung einer Bewertung der Gefährdung Dritter wurde eine numerische Simulation der Bauwasserhaltung durchgeführt. Das Grundwassermodell beinhaltet die Anlage der Baukörper, die Lage und Anzahl der erforderlichen Absenkb Brunnen. Aufgrund der Erfahrungen beim Bau des östlich anschließenden Konverters 1 (ISKE) wurde neben dem mittleren Grundwasserstand auch ein Grundwasserhochstand simuliert.

Die beantragte Gesamtfördermenge liegt für Normalwasserstand bei den oben angegebenen 2.834.000 m³ und für den Grundwasserhochstand bei maximal 4.161.000 m³.

Insgesamt werden 21 Absenkb Brunnen verteilt auf die Baustrukturen und 2 Infiltrationsbrunnen zur Stützung des Grundwassers im Bereich der Autobahn vorgesehen.

Die Brunnen werden bauteilbezogen in Gruppen betrieben. Detaillierte Darstellung im Bericht zur Bauwasserhaltung CDM Smith 20240502_be295628_WRA.pdf vom 02.05.2024.

Bitte ankreuzen:

Die Baugrubenumschließung...

- ☐ verbleibt im Boden
- ☒ wird nach Beendigung der Baumaßnahme wieder entfernt
- ☐ wird nach Beendigung der Baumaßnahme aufgebohrt
(Wenn ja: Kurze Beschreibung)

Ist eine Grundwasserüberleitung geplant? (Beschreibung)

**2. Einleitung / Versickerung des geförderten Grundwassers**

Bitte ankreuzen:

Das geförderte Grundwasser wird...

- ☐ flächig wiederversickert
- ☐ über Sickerbrunnen/Versickerungsmulden/Sickerbecken wiederversickert
- ☒ in den nahegelegenen Vorfluter eingeleitet (mit Angabe des Vorfluters)

Moosgraben (hydraulischer Nachweis erfüllt und im Rahmen der Beantragung Konverter I bereits vorgelegt)

Bei Einleitung in einen Vorfluter: Begründung warum eine Versickerung nicht möglich ist (flächige Wiederversickerung ist zu priorisieren)

Die numerische Überprüfungen einer (Teil-)Versickerung ergab, dass aufgrund der hohen hydraulischen Durchlässigkeit eine Versickerung im Umfeld der Baumaßnahme nicht möglich ist. Durch den sich einstellenden hydraulischen Kurzschluss waren die erforderlichen Absenkeziele für keines der berechneten Szenarien erreichbar.

Aufgrund der hohen hydraulischen Durchlässigkeit ist eine Versickerung in der Nähe der Konverterstation auf Flächen des Vorhabenträgers nicht möglich. Eine Versickerung müsste außerhalb der Reichweite der Bauwasserhaltung, möglichst abstromig des Staupunkts, erfolgen. Dieser liegt für die berechneten Szenarien in einer Entfernung von mindestens 450 m in Richtung

3. Auswirkungen auf den Stauer

Ist eine abdichtende, stauende Schicht zwischen dem quartärem und dem tertiären Grundwasserstockwerk vorhanden (=Stauer)?

nein

Lage des Stauers: m u. GOK

Mächtigkeit des Stauers:
(falls bekannt) m

Binden Bauteile in den Stauer?

nein

Wird der Stauer durchteuft?

nein



Wenn Ja:

→ Ist eine formschlüssige Verbindung mit dem umliegenden Erdreich gewährleistet?

→ Kann ein hydraulischer Kurzschluss ausgeschlossen werden?

Kann ein hydraulischer Grundbruch ausgeschlossen werden? (Mit Erläuterung bzw. Angabe der Maßnahmen zur Tertiärentspannung)

4. Auswirkungen auf die Grundwasserfließverhältnisse

Ist eine ausreichend große hydraulische Durchgängigkeit im Bereich der Bauwasserhaltung/Baugrubenumschließung vorhanden? (= Aufstau/Absenkung geht nicht über Grundstücksgrenze hinaus bzw. Nachteilige Auswirkungen auf Dritte können ausgeschlossen werden)

☒ Ja

→ Nachweis (Rechnerisch oder Begründung)

Pumpversuche im Baufeld wurden durchgeführt



☐ Nein

→ Der rechnerische Aufstau / Absenkung beträgt:
(Rechnung, Unterströmung mitberücksichtigt)

→ Die Reichweite des Aufstaus / der Absenkung bis zum Wiederreichen des
allgemeinen Grundwasserniveaus beträgt:

→ Können nachteilige Auswirkungen auf angrenzende Bebauungen bzw. auf Dritte
ausgeschlossen werden?

Im Bericht CDM Smith 20240502_be295628_WRA.pdf vom 02.05.2024 mit numerischer
Modellierung im Detail nachgewiesen.



5. Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit

Sind im Einzugsbereich der geplanten Bauwasserhaltung Boden bzw. Grundwasserverunreinigungen bekannt? (Mit Angabe)

- ☐ Ja → Grundwasserbeprobung erforderlich
(Gemäß Kapitel 3.1 des LfU- Merkblattes Nr. 3.8/1)
- ☒ Nein → Keine Grundwasserbeprobung erforderlich

Bauteile im Grundwasser:

Für Bauteile im Grundwasser darf ausschließlich chromatarmer Zement zum Einsatz kommen.

→ Entsprechender Nachweis ist vorzulegen

Für die Beurteilung, ob zusätzlich eine Beprobung des Frischbetons bzw. der Bindemittelsuspension oder des Grundwassers auf den Cr(VI)-Gehalt mittels Schnelltest erforderlich ist, gilt folgendes zu unterscheiden:

1. Eine Messung ist immer erforderlich, wenn Frischbeton direkt in das Grundwasser eingebracht wird, z.B. bei Bohrpfählen, Verankerungen, Injektionssäulen. Die Messung ist gemäß den folgenden Inhalts- und Nebenbestimmungen durchzuführen.
→ Entsprechender Nachweis ist vorzulegen
2. Eine Messung ist nicht erforderlich, wenn durch eine Bauwasserhaltung das Grundwasser abgesenkt wird, sodass der eingebrachte Frischbeton keinen direkten Kontakt mit dem Grundwasser hat und erst nach der Aushärtephase (i.d.R. 28 Tage) wieder in Kontakt mit dem Grundwasser kommt, oder wenn aufgrund der geplanten technischen Ausführung (z.B. Fertigteilbauweise) kein Kontakt zwischen Frischbeton und Grundwasser besteht.

6. Zusätzlich einzureichende Unterlagen

- Lageplan (mit Standorte Förderbrunnen und Sickerbrunnen)
- Bohrprofile mit Höhenangabe GOK [müNN] und Grundwasserspiegeln
- Schnitte des Bauvorhabens

→ Vorzugsweise Bohrprofile und Schnitte des Bauvorhabens in einem Plan



CDM Smith Consult GmbH · Am Umweltpark 3-5 · 44793 Bochum

Siemens Energy Global GmbH & Co. KG
Herrn Jürgen Korte
Freyeslebenstr. 1
91060 Erlangen

2022-07-11
Rudolf Wernecke
tel: 0234 68775-518, fax: -10
rudolf.wernecke@cdmsmith.com

Projekt-Nr. CDM Smith: 256536
(bitte im Schriftverkehr
stets angeben)

SüdOstLink - Isar Konverter Station, Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben

Sehr geehrter Herr Korte,

im Zusammenhang mit der fortschreitenden Planung der Bauwasserhaltung für das Vorhaben SüdOstLink - Isar Konverter Station sollte die Leistungsfähigkeit des Vorfluters ‚Moosgraben‘ ermittelt und ein schadloses Abfließen des zusätzlichen Wassers aus der Bauwasserhaltung nachgewiesen werden.

1 ÜBERSICHT

Nach aktuellem Planungsstand ist es wahrscheinlich, dass die Leitung des Wassers zum Moosgraben entlang der geplanten Baustraßen (s. Abbildung 1) führen wird. Ein Nachweis der Gerinne- und Querbauwerksleistungsfähigkeit wird daher ab Oberstrom des Querbauwerks zwischen Autobahntrasse und Bahntrasse geführt.

CDM Smith Consult GmbH · Am Umweltpark 3-5 · 44793 Bochum · tel: 0234 68775-0 · fax: 0234 68775-10 · bochum@cdmsmith.com · cdmsmith.com
Bankverbindungen: Sparkasse Darmstadt IBAN DE86 5085 0150 0022 0019 81 BIC (Swift) HELADEF1DAS
Uni Credit Bank AG IBAN DE44 5082 0292 0003 0451 45 BIC (Swift) HYVEDEMM487
Commerzbank Bochum IBAN DE39 4304 0036 0221 1134 00 BIC (Swift) COBADEFF430
Sitz der Gesellschaft: Bochum · Amtsgericht Bochum HRB 10957
Geschäftsführung: Dr. Ralf Bufler (Vorsitz) · Andreas Roth
\\cdmeu.internal.cdm.com\region\Germany\Projects\256500-256999\256536\600_Arbeitsergebnisse\614_Ausgang_Hydraulik_Moosgraben\20220711_256536_Hydraulik_Wasserhaltung_Moosgraben.docx



DQS-zertifiziert nach
ISO 9001:2015
ISO 45001:2018
ISO 14001:2015
Registrier-Nr. 530602

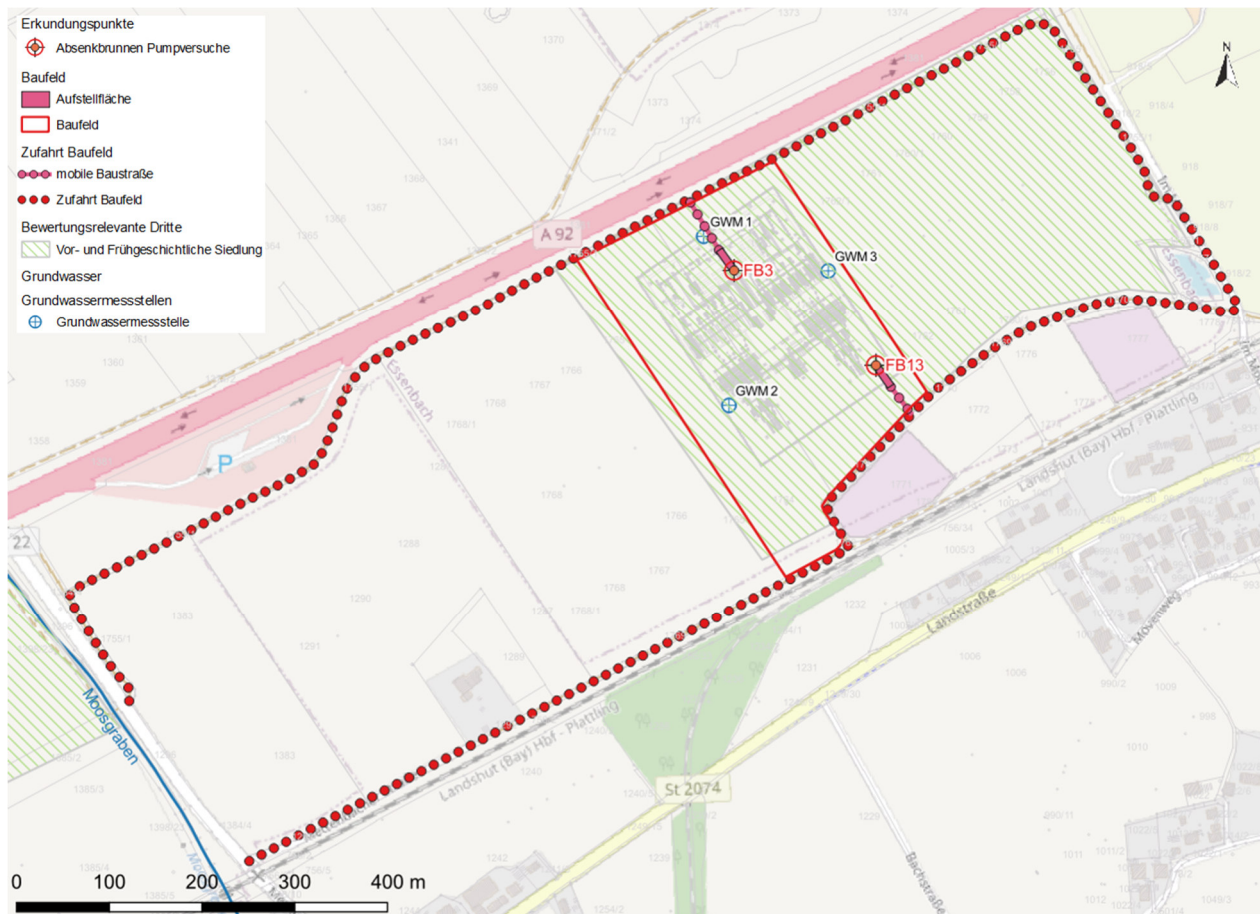


Abbildung 1 Übersichtsplan Baufeld und Zufahrt
(Hintergrundkarte: OpenStreetMap 2022)

Die Betrachtung der Leistungsfähigkeit erfolgt für vier Querbauwerke und sechs Gerinnepprofile. Als Grundlage dienen Handmessungen und Augenschein sowie Vermessungsdaten vor Ort. Die Ortsbegehung und Vermessung fanden am 27.06.2022 statt.

Der Moosgraben verläuft in diesem Bereich von Nordwest nach Südost und mündet unterstrom der ‚Landstraße‘ in den Längenmühlbach (siehe Abbildung 2). Der Moosgraben entwässert hier eine Einzugsgebietsfläche von ca. 29,5 km² bei einem mittleren Abfluss MQ von 0,117 m³/s1. Die Einleitung des Bauwassers soll maximal 222 l/s betragen (Variante Bauwasserhaltung "BW KK Pol1/Pol2")² – Alle weiteren Varianten mit geringeren Abflüssen sind daher grundsätzlich mit nachgewiesen.

Die Abfluss im Moosgraben wird also bei durchschnittlichen Verhältnissen in etwa verdreifacht.

¹ Aus: „Ergebnisse_MQ_MNQ_NQ“, erhalten am 04.05.2022 mit eMail „A060-DAN-05599--Abflussermittlung Moosgraben“ von TTG

² Aus Stellungnahme „20220609_256536_Ergebnisse_PV“, 09.06.2022



Abbildung 2 Übersicht über den Gewässerverlauf, Fließrichtung l. n. r., die vermessenen Gewässerprofile (rot) und zu überwindende Querbauwerke

2 HYDRAULISCHE NACHWEISE

2.1 Gerinne

Für das Gerinne des Moosgrabens wurde an den sechs vermessenen Querprofilen je ein eindimensionaler hydraulischer Nachweis mittels der Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler geführt. Das Gefälle in Längsrichtung wurde über die oberhalb und unterhalb liegenden Abschnitte gemittelt.

Die Ergebnisse der einzelnen Berechnungen sind den Anlagen 3.1 bis 3.6 (von Unterstrom nach Oberstrom) zu entnehmen, eine grafische Darstellung findet sich in den zugehörigen Schnitten (Anlagen 2.1 bis 2.6) bzw. der Übersicht dazu (Anlage 1).

Es kann festgestellt werden, dass das Gerinne des Moosgrabens den zusätzlichen Abfluss aus der Baumaßnahme bei mittleren Bedingungen ohne Probleme aufnehmen kann. Die Leistungsfähigkeit des Gerinnes liegt im Untersuchungsbereich in der Regel um ein Vielfaches höher.

Für den Längenmühlbach kann ein gesonderter Nachweis daher wegen der Geringfügigkeit des zusätzlichen Abflusses entfallen.

Die Betrachtung eines Zusammentreffens des zusätzlichen Abflusses aus der Bauwasserhaltung mit einem Hochwasserereignis im Moosgraben ist nicht Teil dieses Berichtes. Hier liegt es im Ermessen der zuständigen wasserwirtschaftlichen Behörde, auch die Geringfügigkeit des zusätzlichen Abflusses geltend zu machen.

2.2 Querbauwerke

Für drei der vier betrachteten Querbauwerke kann eine Einschränkung der Leistungsfähigkeit des Moosgrabens ausgeschlossen werden, da deren unterströmte Horizonte über dem umgebenden Gelände liegen. Lediglich beim Durchlass unter der ‚Landstraße‘ wird der Fließquerschnitt eingengt.

Die hydraulische Berechnung ergibt aber auch für diesen Durchlass einen maximalen Freispiegelabfluss von ca. 2,15 m³/s, also ein Vielfaches größer als der nachzuweisende Abfluss von 0,339 m³/s (s. Anlage 4)

3 FAZIT

Insgesamt kann für den Moosgraben gem. obiger Ausführungen und Anlagen zu diesem Dokument eine ausreichende Leistungsfähigkeit für die Aufnahme des Abflusses aus der Bauwasserhaltung bestätigt werden.

Wir stehen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

CDM Smith Consult GmbH

i.A. 

M.Sc. Jonathan Pietsch

i.V. 

Dipl.-Ing. Rudolf Wernecke

i.V. 

Dipl.- Geol. Arnold Pettera

Anlagen

- | | |
|----------|---|
| Anlage 1 | Übersichtslageplan Profilschnitte |
| Anlage 2 | Profilschnitte Gerinneprofile Nr. 1-1 (2.1) bis 6-6 (2.6) |
| Anlage 3 | Nachweisblätter Q_M , Q_M+Q_{Bau} , max. Leistung
für Gerinneprofile Nr. 1-1 (3.1) bis 6-6 (3.6) |
| Anlage 4 | Nachweisblätter Q_M , Q_M+Q_{Bau} , max. Leistung
für Durchlass Landstraße |

ANLAGEN

ANLAGE 1 ÜBERSICHTSLAGEPLAN PROFIL- SCHNITTE



Siemens Energy Global GmbH & CoK. G

SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536

Bericht-Nr.
1



Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitte Übersichtslageplan

Maßstab
1:2000

Datum
07.07.2022
Sachbearb.
591118

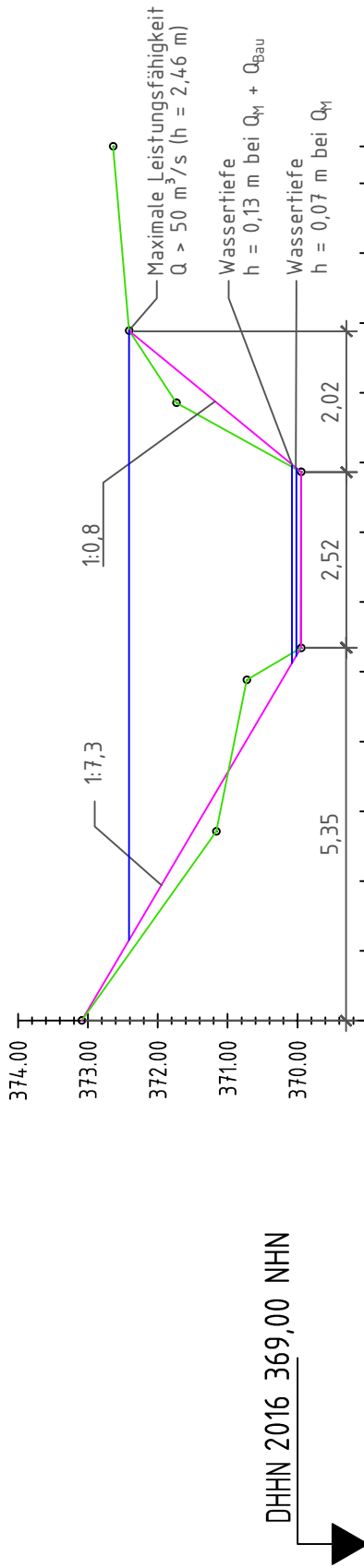
Anlage-Nr.
1

ANLAGE 2 PROFILSCHNITTE GERINNEPROFI- LE

Anlage 2.1	Gerinnequerschnitt 1-1
Anlage 2.2	Gerinnequerschnitt 2-2
Anlage 2.3	Gerinnequerschnitt 3-3
Anlage 2.4	Gerinnequerschnitt 4-4
Anlage 2.5	Gerinnequerschnitt 5-5
Anlage 2.6	Gerinnequerschnitt 6-6

Vermessungsprofil
angenähertes Profil für Berechnung

Schnitt 1-1



Geländehöhe	Stationierung
373.090	0+000.000
372.379	0+001.000
371.669	0+002.000
371.105	0+003.000
370.904	0+004.000
370.528	0+005.000
369.948	0+006.000
369.948	0+007.000
370.196	0+008.000
371.830	0+009.000
372.419	0+010.000
372.506	0+011.000
372.594	0+012.000
0+012.532	

Siemens Energy Global GmbH & CoK. G
SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536

Bericht-Nr.
1



Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitt 1-1
- Profilansicht v. l. n. r. : West n. Ost (Blickrichtung flussaufwärts)

Maßstab
1:100

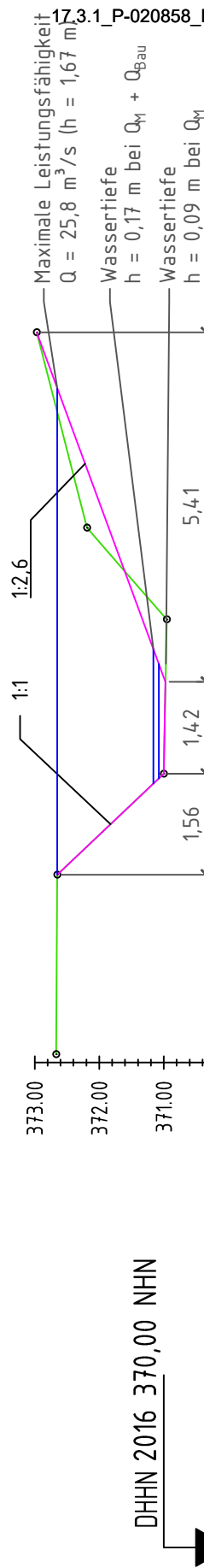
Datum
07.07.2022
Sachbearb.
58mm 118

Anlage-Nr.
2.1

Vermessungsprofil

angenähertes Profil für Berechnung

Schnitt 2-2



Geländehöhe	Stationierung
372,970	0+011,298
372,893	0+011,000
372,635	0+010,000
372,378	0+009,000
371,951	0+008,000
371,079	0+007,000
370,971	0+006,000
370,990	0+005,000
371,496	0+004,000
372,555	0+003,000
372,658	0+002,000
372,664	0+001,000
	0+000,000

Siemens Energy Global GmbH & CoK. G
SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536
Bericht-Nr.
1

**CDM
Smith**

Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitt 2-2
- Profilansicht v. l. n. r. : West n. Ost (Blickrichtung flussaufwärts)

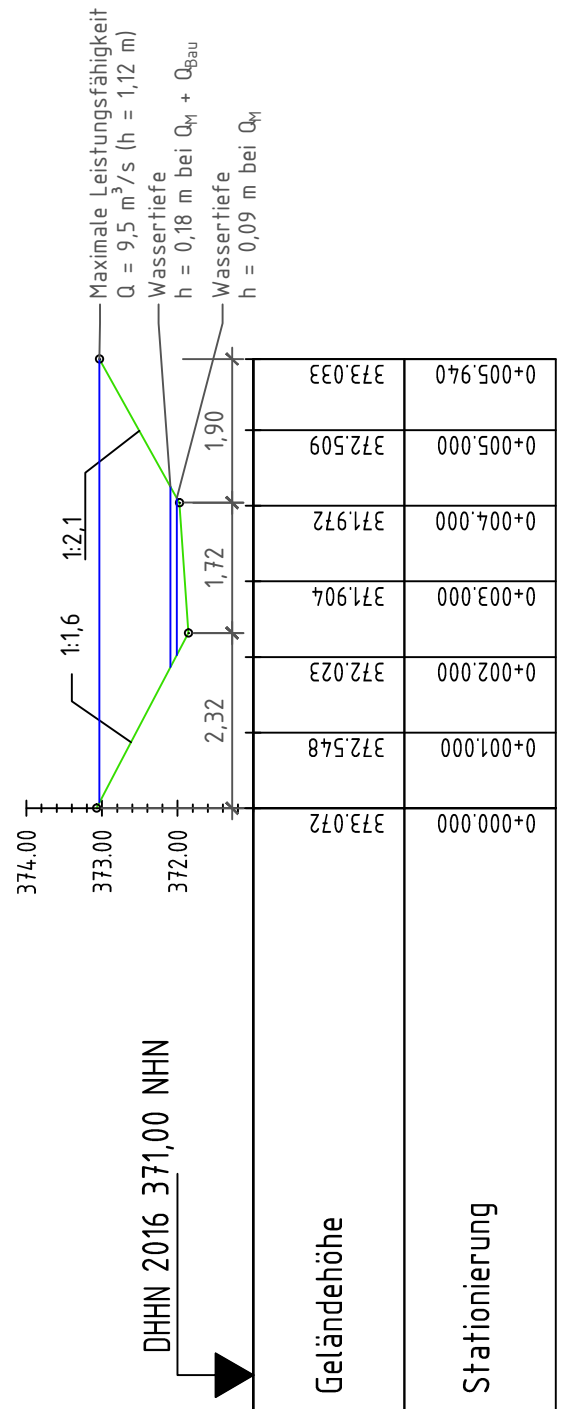
Maßstab
1:100

Datum
07.07.2022
Sachbearb.
gmo 118

Anlage-Nr.
2.2

Vermessungsprofil

Schnitt 3-3



Siemens Energy Global GmbH & CoK. G
SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536

Bericht-Nr.
1



Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitt 3-3
- Profilansicht v. l. n. r. : West n. Ost (Blickrichtung flussaufwärts)

Maßstab
1:100

Datum
07.07.2022
Sachbearb.
G. 118

Anlage-Nr.
2.3

Diagram showing the longitudinal profile of a road. The vertical axis represents elevation (Geländehöhe) in meters, ranging from 372.00 to 374.00. The horizontal axis represents stationing (Stationierung) in meters, ranging from 0+000.000 to 0+004.000. The profile shows the existing ground (blue line) and the proposed road (red line). Key points are marked with elevations and stationing values.

Stationierung	Geländehöhe
0+000.000	373.242
0+001.000	372.070
0+002.000	371.962
0+003.000	371.933
0+004.000	372.550

Additional data points from the diagram:

- Station 0+001.000: Elevation 372.070
- Station 0+002.000: Elevation 371.962
- Station 0+003.000: Elevation 371.933
- Station 0+004.000: Elevation 372.550

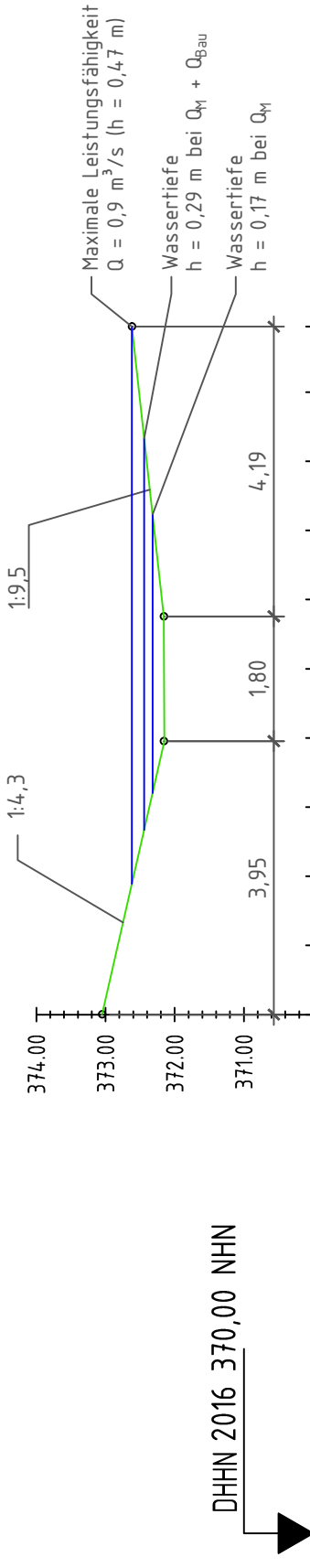
Labels on the diagram:

- Maximale Leistungsfähigkeit $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ($h = 1,18 \text{ m}$)
- Wassertiefe $h = 0,31 \text{ m}$ bei $Q_M + Q_{\text{Bau}}$
- Wassertiefe $h = 0,16 \text{ m}$ bei Q_M

C1 SuedOstLink

Vermessungsprofil

Schnitt 5-5



Geländehöhe	0+000.000	373.050	0+001.000	372.822	0+002.000	372.595	0+003.000	372.367	0+004.000	372.150	0+005.000	372.155	0+006.000	372.185	0+007.000	372.295	0+008.000	372.405	0+009.000	372.516	0+009.946	372.620
Stationierung																						

Siemens Energy Global GmbH & CoK. G
SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536
Bericht-Nr.
1



Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitt 5-5
- Profilansicht v. l. n. r. : West n. Ost (Blickrichtung flussaufwärts)

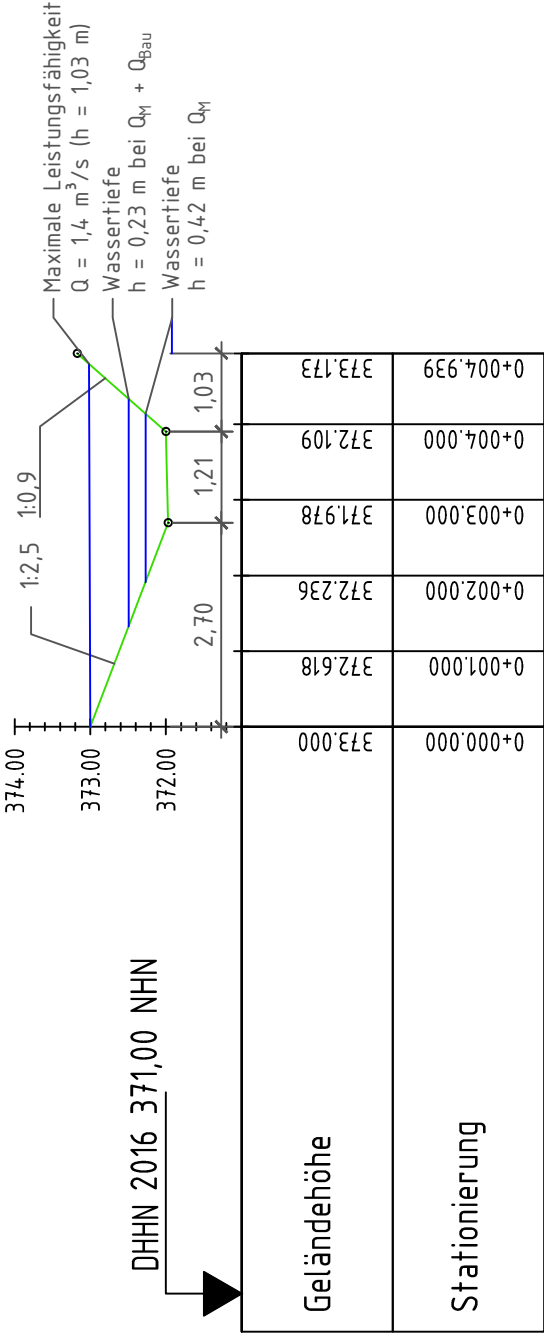
Maßstab
1:100

Datum
07.07.2022
Sachbearb.
gmo 118

Anlage-Nr.
2.5

Vermessungsprofil

Schnitt 6-6



Siemens Energy Global GmbH & CoK. G
SüdOstLink - Isar Konverter Station

Projekt-Nr.
256536

Bericht-Nr.
1



Hydraulischer Nachweis Bauwasserableitung Moosgraben,
- Gerinnequerschnitt 6-6
- Profilansicht v. l. n. r. : West n. Ost (Blickrichtung flussaufwärts)

Maßstab
1:100

Datum
07.07.2022
Sachbearb.
gmo 118

Anlage-Nr.
2.6

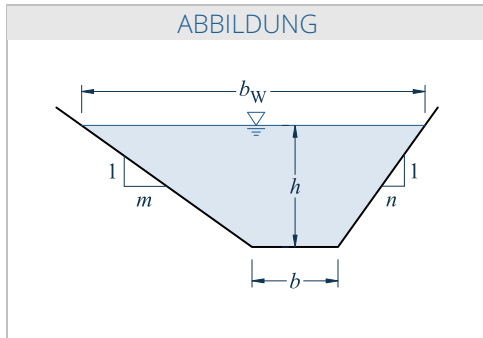
ANLAGE 3 NACHWEISBLÄTTER Q_M , Q_M+Q_{BAU} , MAX. LEISTUNG

Anlage 3.1	Gerinnequerschnitt 1-1
Anlage 3.2	Gerinnequerschnitt 2-2
Anlage 3.3	Gerinnequerschnitt 3-3
Anlage 3.4	Gerinnequerschnitt 4-4
Anlage 3.5	Gerinnequerschnitt 5-5
Anlage 3.6	Gerinnequerschnitt 6-6

Schnitt1-1_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,117 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	2,52 m	
Gefälle	$I =$	2,7 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	7,3 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,8 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,069 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,611 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,192 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	3,113 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,062 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	16,33 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	3,076 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	23,81 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,780 -	
Abflussform	$=$	strömend -	



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

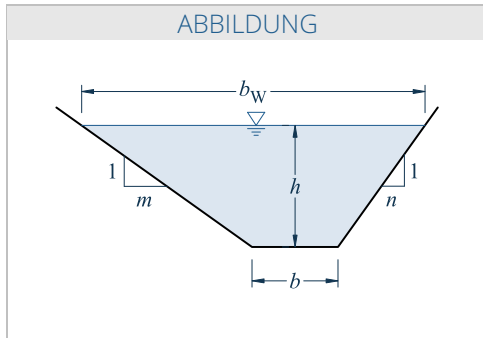
Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt1-1_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,339 m³/s
Sohlbreite	b	=	2,52 m
Gefälle	I	=	2,7 ‰
Böschungsneigung links	m	=	7,3 -
Böschungsneigung rechts	n	=	0,8 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,129 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,863 m/s
Durchflussfläche	A	=	0,393 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	3,637 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,108 m
Schleppspannung	τ_0	=	28,63 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	3,567 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	23,15 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,830 -
Abflussform		=	strömend -



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

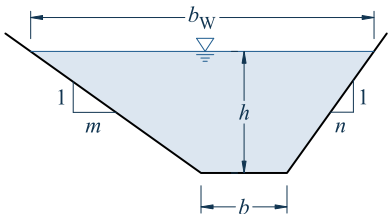
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt1-1_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	$h =$	2,46	m
Sohlbreite	$b =$	2,52	m
Gefälle	$I =$	2,7	%
Böschungsneigung links	$m =$	7,3	-
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,8	-
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20	$m^{1/3}/s$
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81	m/s^2
ERGEBNIS			
Durchfluss	$Q =$	122,083	m^3/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	3,976	m/s
Durchflussfläche	$A =$	30,708	m^2
Benetzter Umfang	$l_U =$	23,796	m
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	1,290	m
Schleppspannung	$\tau_0 =$	341,81	N/m^2
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	22,446	m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	20,41	$m^{1/3}/s$
Froude-Zahl	$Fr =$	1,085	-
Abflussform	$=$	schießend	-

ABBILDUNG	FORMELN
	$Q = v \cdot A \quad (1)$
	$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$
	$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$
	$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$
	$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$
	$b_W = b + h \cdot (m+n) \quad (6)$
	$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$
	$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$
	$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

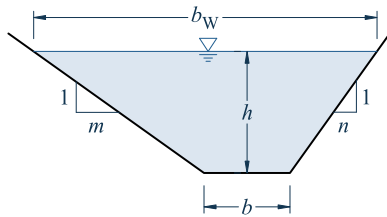
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

Schnitt2-2_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,117 m³/s
Sohlbreite	b	=	1,42 m
Gefälle	I	=	3,4 ‰
Böschungsneigung links	m	=	1 -
Böschungsneigung rechts	n	=	2,6 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,091 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,811 m/s
Durchflussfläche	A	=	0,144 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	1,803 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,080 m
Schleppspannung	τ_0	=	26,70 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	1,748 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	23,69 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,901 -
Abflussform		=	strömend -

ABBILDUNG



FORMELN

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

$$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$$

$$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$$

$$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$$

$$b_W = b + h \cdot (m + n) \quad (6)$$

$$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$$

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

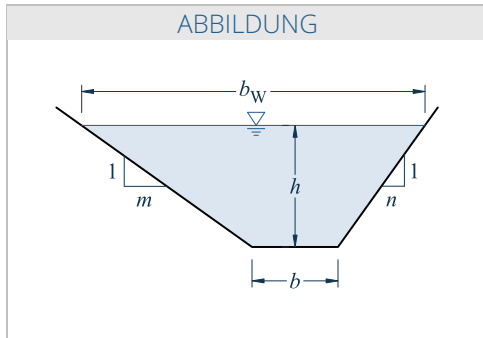
ANMERKUNGEN

Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt2-2_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,339 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	1,42 m	
Gefälle	$I =$	3,4 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	1 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	2,6 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,172 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	1,138 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,298 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	2,144 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,139 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	46,38 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	2,040 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	22,99 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,950 -	
Abflussform	$=$	strömend -	



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

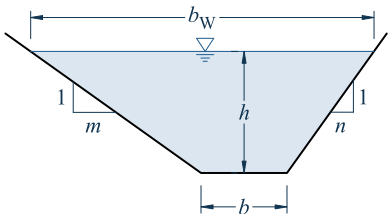
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt2-2_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	$h =$	1,67	m
Sohlbreite	$b =$	1,42	m
Gefälle	$I =$	3,4	%
Böschungsneigung links	$m =$	1	-
Böschungsneigung rechts	$n =$	2,6	-
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20	$m^{1/3}/s$
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81	m/s^2
ERGEBNIS			
Durchfluss	$Q =$	25,793	m^3/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	3,490	m/s
Durchflussfläche	$A =$	7,391	m^2
Benetzter Umfang	$l_U =$	8,434	m
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,876	m
Schleppspannung	$\tau_0 =$	292,32	N/m^2
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	7,432	m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	20,67	$m^{1/3}/s$
Froude-Zahl	$Fr =$	1,117	-
Abflussform	$=$	schießend	-

ABBILDUNG	FORMELN
	$Q = v \cdot A \quad (1)$
	$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$
	$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$
	$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$
	$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$
	$b_W = b + h \cdot (m+n) \quad (6)$
	$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$
	$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$
	$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

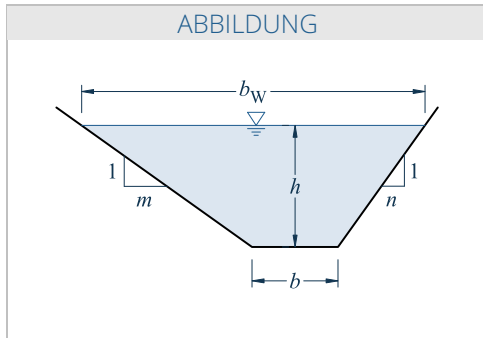
REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

Schnitt3-3_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,117 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	1,72 m	
Gefälle	$I =$	2,1 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	1,6 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	2,1 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,094 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,661 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,177 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	2,114 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,084 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	17,25 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	2,066 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	23,84 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,721 -	
Abflussform	$=$	strömend -	



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

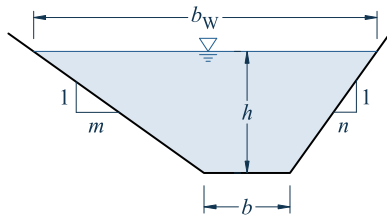
Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt3-3_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,339 m³/s
Sohlbreite	b	=	1,72 m
Gefälle	I	=	2,1 ‰
Böschungsneigung links	m	=	1,6 -
Böschungsneigung rechts	n	=	2,1 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,177 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,935 m/s
Durchflussfläche	A	=	0,362 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	2,466 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,147 m
Schleppspannung	τ_0	=	30,28 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	2,375 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	23,18 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,765 -
Abflussform		=	strömend -

ABBILDUNG



FORMELN

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

$$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$$

$$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$$

$$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$$

$$b_W = b + h \cdot (m + n) \quad (6)$$

$$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$$

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

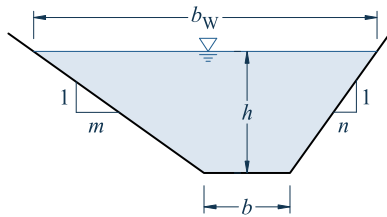
ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt3-3_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	$h =$	1,1	m
Sohlbreite	$b =$	1,72	m
Gefälle	$I =$	2,1	%
Böschungsneigung links	$m =$	1,6	-
Böschungsneigung rechts	$n =$	2,1	-
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20	$m^{1/3}/s$
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81	m/s^2
ERGEBNIS			
Durchfluss	$Q =$	9,476	m^3/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	2,294	m/s
Durchflussfläche	$A =$	4,131	m^2
Benetzter Umfang	$l_U =$	6,354	m
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,650	m
Schleppspannung	$\tau_0 =$	133,92	N/m^2
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	5,790	m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	21,10	$m^{1/3}/s$
Froude-Zahl	$Fr =$	0,867	-
Abflussform	$=$	strömend	-

ABBILDUNG



FORMELN

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

$$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$$

$$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$$

$$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$$

$$b_W = b + h \cdot (m + n) \quad (6)$$

$$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$$

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

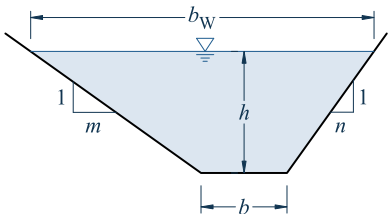
REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

Schnitt4-4_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,117 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	2,29 m	
Gefälle	$I =$	0,2 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	0,9 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,8 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,162 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,297 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,395 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	2,717 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,145 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	2,85 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	2,566 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	24,01 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,242 -	
Abflussform	$=$	strömend -	

ABBILDUNG	FORMELN
	$Q = v \cdot A \quad (1)$
	$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$
	$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$
	$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$
	$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$
	$b_W = b + h \cdot (m+n) \quad (6)$
	$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$
	$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$
	$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

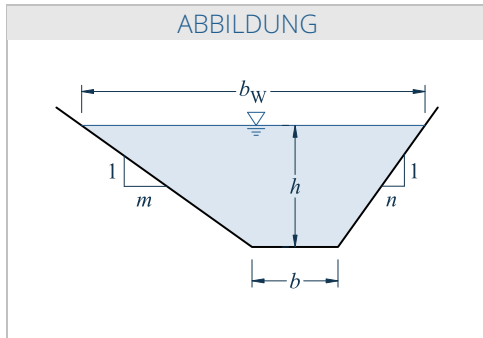
ANMERKUNGEN

Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt4-4_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,339 m³/s
Sohlbreite	b	=	2,29 m
Gefälle	I	=	0,2 ‰
Böschungsneigung links	m	=	0,9 -
Böschungsneigung rechts	n	=	0,8 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,313 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,423 m/s
Durchflussfläche	A	=	0,801 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	3,113 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,257 m
Schleppspannung	τ_0	=	5,05 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	2,823 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	23,39 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,254 -
Abflussform		=	strömend -



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

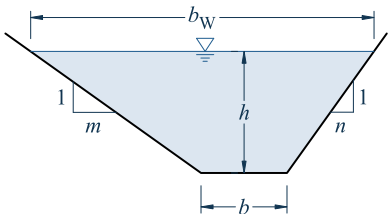
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt4-4_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	$h =$	1,18	m
Sohlbreite	$b =$	2,29	m
Gefälle	$I =$	0,2	%
Böschungsneigung links	$m =$	0,9	-
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,8	-
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20	$m^{1/3}/s$
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81	m/s^2
ERGEBNIS			
Durchfluss	$Q =$	3,045	m^3/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,784	m/s
Durchflussfläche	$A =$	3,886	m^2
Benetzter Umfang	$l_U =$	5,389	m
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,721	m
Schleppspannung	$\tau_0 =$	14,15	N/m^2
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	4,296	m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	21,79	$m^{1/3}/s$
Froude-Zahl	$Fr =$	0,263	-
Abflussform	$=$	strömend	-

ABBILDUNG	FORMELN
	$Q = v \cdot A \quad (1)$
	$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$
	$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$
	$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$
	$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$
	$b_W = b + h \cdot (m+n) \quad (6)$
	$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$
	$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$
	$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

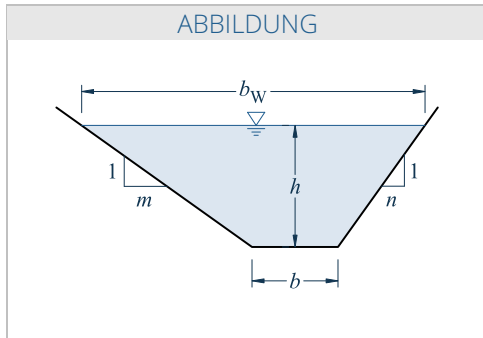
REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

Schnitt5-5_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,117 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	1,80 m	
Gefälle	$I =$	0,2 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	4,3 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	9,5 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,167 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,237 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,494 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	4,137 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,119 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	2,34 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	4,109 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	21,84 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,218 -	
Abflussform	$=$	strömend -	



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

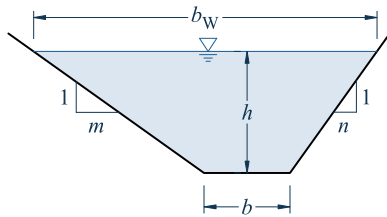
Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt5-5_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,339 m³/s
Sohlbreite	b	=	1,80 m
Gefälle	I	=	0,2 ‰
Böschungsneigung links	m	=	4,3 -
Böschungsneigung rechts	n	=	9,5 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,288 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,311 m/s
Durchflussfläche	A	=	1,090 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	5,820 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,187 m
Schleppspannung	τ_0	=	3,67 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	5,772 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	21,27 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,229 -
Abflussform		=	strömend -

ABBILDUNG



FORMELN

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

$$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$$

$$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$$

$$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$$

$$b_W = b + h \cdot (m + n) \quad (6)$$

$$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1.5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$$

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

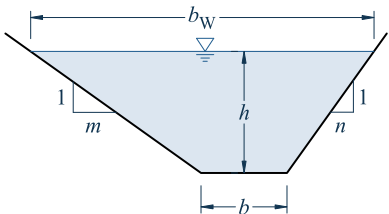
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt5-5_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	h	=	0,466 m
Sohlbreite	b	=	1,8 m
Gefälle	I	=	0,2 ‰
Böschungsneigung links	m	=	4,3 -
Böschungsneigung rechts	n	=	9,5 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Durchfluss	Q	=	0,936 m³/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,401 m/s
Durchflussfläche	A	=	2,337 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	8,309 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,281 m
Schleppspannung	τ_0	=	5,52 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	8,231 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	20,87 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,240 -
Abflussform		=	strömend -

ABBILDUNG	FORMELN
	$Q = v \cdot A \quad (1)$
	$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$
	$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right) \quad (3)$
	$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right) \quad (4)$
	$r_{hy} = \frac{A}{l_U} \quad (5)$
	$b_W = b + h \cdot (m+n) \quad (6)$
	$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3} \quad (7)$
	$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}} \quad (8)$
	$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I \quad (9)$

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

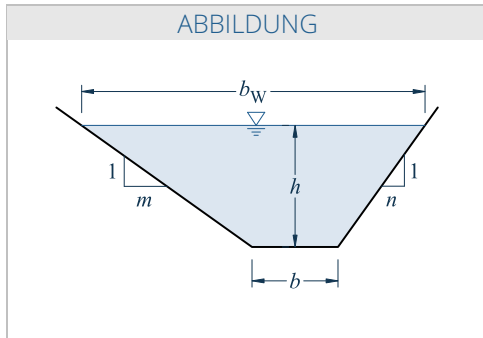
REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

Schnitt6-6_1_Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	$Q =$	0,117 m³/s	
Sohlbreite	$b =$	1,21 m	
Gefälle	$I =$	0,1 ‰	
Böschungsneigung links	$m =$	2,5 -	
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,9 -	
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20 m ^{1/3} /s	
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20 m ^{1/3} /s	
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81 m/s²	
ERGEBNIS			
Fließtiefe	$h =$	0,284 m	
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,243 m/s	
Durchflussfläche	$A =$	0,481 m²	
Benetzter Umfang	$l_U =$	2,357 m	
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,204 m	
Schleppspannung	$\tau_0 =$	2,00 N/m²	
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	2,176 m	
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	22,22 m ^{1/3} /s	
Froude-Zahl	$Fr =$	0,165 -	
Abflussform	$=$	strömend -	



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m + n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

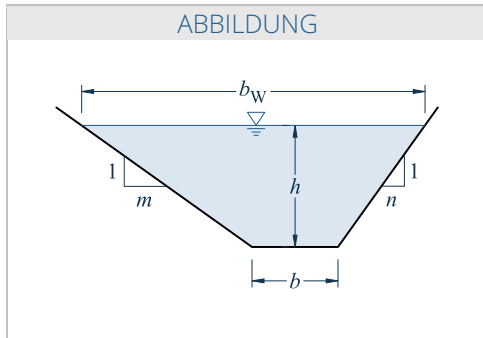
ANMERKUNGEN

Ohne Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt6-6_2_Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**

Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit dem Abfluss Q

EINGABE			
Abfluss	Q	=	0,339 m³/s
Sohlbreite	b	=	1,21 m
Gefälle	I	=	0,1 ‰
Böschungsneigung links	m	=	2,5 -
Böschungsneigung rechts	n	=	0,9 -
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S}$	=	25 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li}$	=	20 m ^{1/3} /s
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re}$	=	20 m ^{1/3} /s
Fallbeschleunigung	g	=	9,81 m/s²
ERGEBNIS			
Fließtiefe	h	=	0,509 m
Mittlere Fließgeschwindigkeit	v	=	0,321 m/s
Durchflussfläche	A	=	1,056 m²
Benetzter Umfang	l_U	=	3,265 m
Hydraulischer Radius	r_{hy}	=	0,323 m
Schleppspannung	τ_0	=	3,17 N/m²
Wasserspiegelbreite	b_W	=	2,941 m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m}$	=	21,54 m ^{1/3} /s
Froude-Zahl	Fr	=	0,171 -
Abflussform		=	strömend -



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m + n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Auf dieser Seite kann die Berechnung der Fließtiefe bei bekanntem Abfluss für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

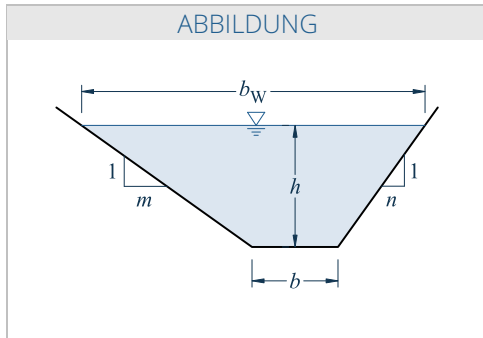
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.

ANMERKUNGEN

Mit Abfluss aus Bauwasserhaltung

Schnitt6-6_3_Maximale Leistungsfähigkeit**Gleichförmiger Abfluss in prismatischen Gerinnen**Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler - Berechnung mit der Fließtiefe h

EINGABE			
Fließtiefe	$h =$	1,028	m
Sohlbreite	$b =$	1,21	m
Gefälle	$I =$	0,1	%
Böschungsneigung links	$m =$	2,5	-
Böschungsneigung rechts	$n =$	0,9	-
Rauheitsbeiwert Sohle	$k_{St,S} =$	25	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung links	$k_{St,li} =$	20	$m^{1/3}/s$
Rauheitsbw. Böschung rechts	$k_{St,re} =$	20	$m^{1/3}/s$
Fallbeschleunigung	$g =$	9,81	m/s^2
ERGEBNIS			
Durchfluss	$Q =$	1,377	m^3/s
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v =$	0,453	m/s
Durchflussfläche	$A =$	3,040	m^2
Benetzter Umfang	$l_U =$	5,361	m
Hydraulischer Radius	$r_{hy} =$	0,567	m
Schleppspannung	$\tau_0 =$	5,56	N/m^2
Wasserspiegelbreite	$b_W =$	4,705	m
Mittlerer Rauheitsbeiwert	$k_{St,m} =$	20,90	$m^{1/3}/s$
Froude-Zahl	$Fr =$	0,180	-
Abflussform	$=$	strömend	-



FORMELN	
$Q = v \cdot A$	(1)
$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$	(2)
$A = h \cdot \left(b + h \cdot \frac{(n+m)}{2} \right)$	(3)
$l_U = b + h \cdot \left(\sqrt{1+m^2} + \sqrt{1+n^2} \right)$	(4)
$r_{hy} = \frac{A}{l_U}$	(5)
$b_W = b + h \cdot (m+n)$	(6)
$k_{St,m} = \left[\frac{l_U}{\sum_{i=1}^n \frac{l_{U,i}}{k_{St,i}^{1,5}}} \right]^{2/3}$	(7)
$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{b_W}}}$	(8)
$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I$	(9)

INFORMATION

Die Fließformel nach Gauckler, Manning und Strickler gemäß Gleichung (2) ist die gebräuchlichste Formel zur Berechnung von Fließgeschwindigkeit und Abflüssen in Gerinnen. Ihre Anwendung setzt stationär gleichförmige Abflussverhältnisse voraus. Das bedeutet, dass sowohl der Abfluss, wie auch die Gerinnegeometrie, das Sohlgefälle und die Rauheiten entlang des betrachteten Fließweges weitgehend konstant sind und keine örtlichen Störungen oder Rückstauereffekte vorliegen.

Die Berechnung kann hier für Gerinnequerschnitte mit Rechteck-, Dreieck- und Trapezform durchgeführt werden.

Bei der modifizierten GMS-Formel wird ein zusätzlicher Beiwert α zur Berücksichtigung von Gerinneunregelmäßigkeit verwendet. Dieser Beiwert beträgt beispielsweise 0,72 für gebaggerte Gerinne mit leicht unregelmäßigen Querschnitten. Grundsätzlich können geringfügige Unregelmäßigkeiten aber auch durch die Wahl eines niedrigeren Rauheitsbeiwertes berücksichtigt werden.

Unter Gleichung (7) ist die Formel von Horton und Einstein zur Ermittlung des mittleren Stricklerbeiwertes bei Querschnitten mit unterschiedlichen Rauheitsstrukturen angegeben. Der Gleichung liegt die Annahme zugrunde, dass die Fließgeschwindigkeit über den gesamten Gerinnequerschnitt konstant ist.

Informationen zur Froude-Zahl (Gleichung 8) können [dieser Seite](#) entnommen werden.

Die Berechnung von Grenztiefe, Grenzgeschwindigkeit und minimaler Energiehöhe ist auf [dieser Seite](#) möglich.

REFERENZEN

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Hydraulik naturnaher Fließgewässer. Teil 1 – Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren. 1. Auflage. Karlsruhe 2002.
- Gerhard Bollrich: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen. 7. Auflage. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- Alfons Goris (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Auflage. Werner Verlag, Köln 2012.