

**Regionalwerk Obermain gKU
Kronacher Straße 32
96215 Lichtenfels**

**Stadt Lichtenfels
Ortsteil Trieb**

**HYDROTECHNISCHE BERECHNUNGEN ZUR ENTWÄSSERUNG
DES SOLARPARKS „TRIEB TEUFELSBERG“**

Aufgestellt:

Bamberg, 16.04.2026

GAUL INGENIEURE GmbH · Gundelsheimer Str. 110 · 96052 Bamberg

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorhabensträger	2
2.	Zweck des Vorhabens	2
3.	Grundstücksverzeichnis	3
4.	Grundlagen	3
4.1	Oberflächenabfluss im Bestand	3
4.2	Ortsbegehung	4
4.3	Einzugsgebiete	5
4.4	Einzugsflächen und Nutzungen im Bestand	5
4.5	Topografie	7
4.6	Hydrologische Grundlagen	7
4.7	Grundwasser-/Bodenverhältnisse	8
4.8	Vorfluter	9
5.	Geplante Bebauung	10
6.	Hydraulische Nachweise	11
6.1	Fließweganalyse	11
6.2	Abflussbeiwertermittlung	11
6.3	Hydrotechnische Berechnung des Abflussvolumens	13
7.	Entwässerungskonzept	14
7.1	Planung von Rückhaltemaßnahmen	14
7.2	Nachweis Rückhaltevolumen	16
8.	Zusammenfassung und Fazit	16
9.	Literatur- und Quellenverzeichnis	17

Anlagenverzeichnis

	Bezeichnung	Kurzzeichen	Maßstab
Anlage 1	Teileinzugsgebiete und Fließwege Bestand	LP 1	1 : 1.000
Anlage 2	Abflussbeiwertermittlung Einzugsgebiet – Bestand/ Planung		
Anlage 3	Lageplan Entwässerungskonzept	LP 2	1 : 1.000

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger ist das Regionalwerk Obermain gKU mit Sitz in der Kronacher Straße 32 in 96215 Lichtenfels.

2. Zweck des Vorhabens

Das Regionalwerk Obermain gKU plant die Errichtung eines Solarparks im Ortsteil Trieb der Stadt Lichtenfels. Die vorgesehenen Flächen entwässern im natürlichen Zustand südlich in das Gewässersystem Teufelsgraben (Gew. III. Ordnung). Der Teufelsgraben mündet vor dem Ortsteil Trieb in den Scheidsbach. Im Bereich „Am Eichenwäldchen“ ist es in der Vergangenheit immer wieder zu Überschwemmungen gekommen. Die Solarmodule sollen in aufgeständerter Bauweise errichtet werden, d.h. unter den Modulen findet freier Abfluss statt. Durch die Bebauung kann ein Eingriff in das natürliche Abflussverhalten erfolgen.

Für die Errichtung des Solarparks sollen daher hydrologische Untersuchungen durchgeführt werden, in welchem Umfang eine Reduzierung der Abflussspitzen und eine gedrosselte Entwässerung aus dem Solarpark in das Gewässersystem Teufelsgraben möglich ist. Die Maßnahmen werden hinsichtlich technischer Umsetzbarkeit untersucht.

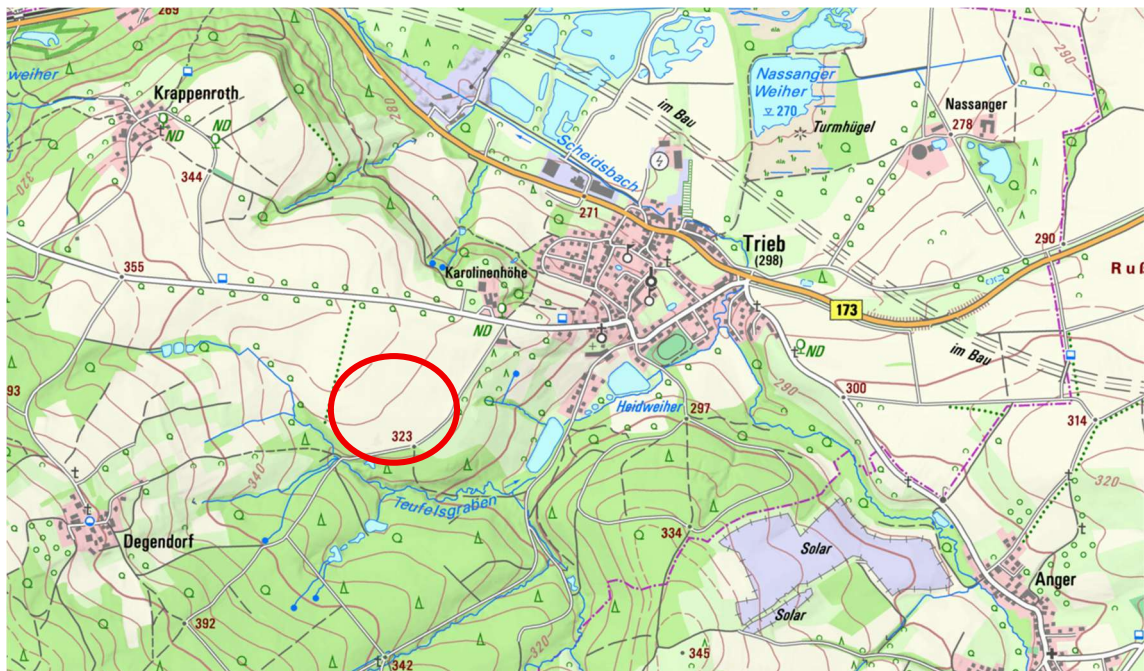


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (© Geobasisdaten Bayern)

3. Grundstücksverzeichnis

Folgende Grundstücke sind im Rahmen dieses Vorhabens betroffen:

Hauptnutzung	Flurnummer	Gemarkung
Landwirtschaft	182, 185, 185/2, 186, 187, 188, 189, 190, 191	Trieb

Tabelle 1: Grundstücksverzeichnis

4. Grundlagen

4.1 Oberflächenabfluss im Bestand

Im Untersuchungsgebiet liegen vorrangig landwirtschaftlich extensiv und intensiv genutzte Flächen vor. Die Fläche des geplanten Solarparks entwässert im Bestand in südlich und süd-östliche Richtung in Entwässerungsgräben. Diese fließen dem Teufelsgraben zu. Natürliche Senken oder Mulden liegen im Untersuchungsgebiet nicht vor.

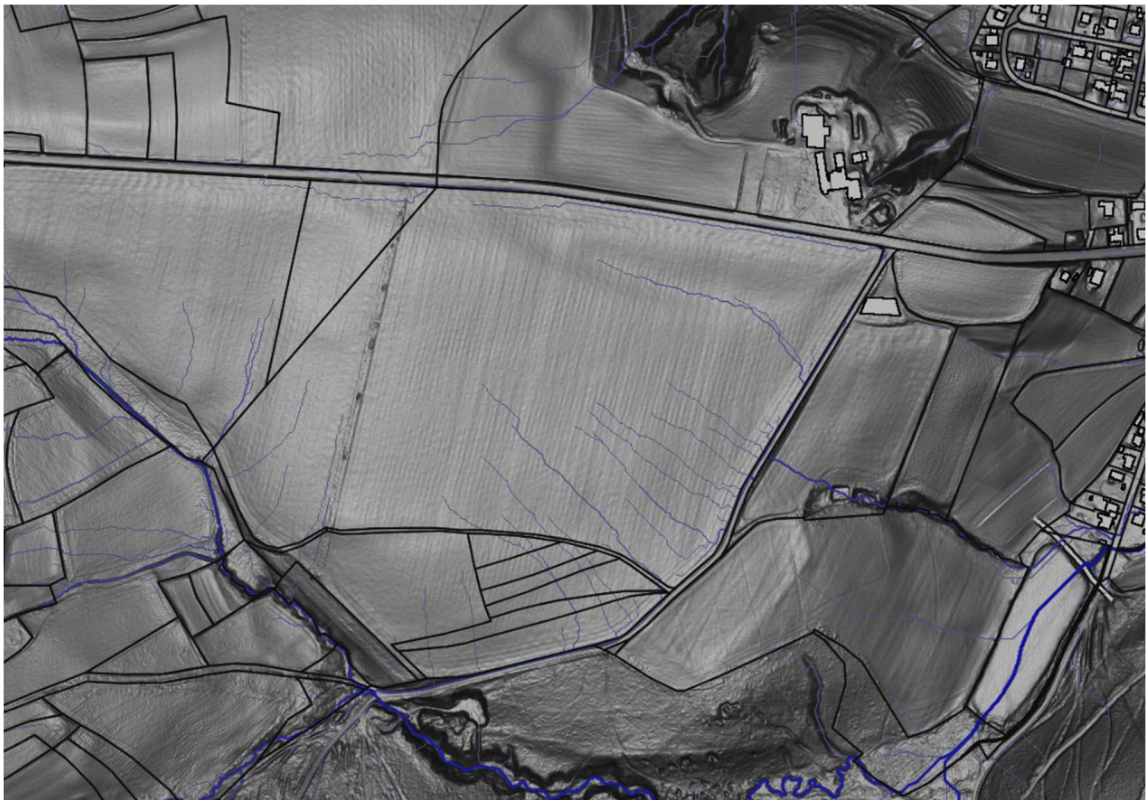


Abbildung 2: Geländeneigung im Bestand (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung: Geobasisdaten)

Das Gelände wurde bei einem Ortstermin am 01.04.2026 begangen, in Abbildung 3 bis Abbildung 8 sind die vorhandenen Strukturen dokumentiert.



Abbildung 3: Ackerflächen mit Gehölzen



Abbildung 4: Ackerflächen im Bereich der PV-Anlage



Abbildung 5: Entwässerungsgraben und Flurweg



Abbildung 6: Entwässerungsgraben und Flurweg



Abbildung 7: Ackerflächen mit Gehölzen



Abbildung 8: Ackerflächen und bestehender Entwässerungsgraben

4.3 Einzugsgebiete

Für die hydraulische Berechnung werden die natürlichen Einzugsgebiete des Oberflächenabflusses im Untersuchungsbereich ermittelt. Der Solarpark soll auf den Flurstücksnummern 182, 185, 185/2, 186, 187, 188, 189, 190, 191 Gemarkung Trieb umgesetzt werden. Hierzu wird das Einzugsgebiet auf Basis des digitalen Oberflächenmodells DGM1 der Bayerischen Vermessungsverwaltung ermittelt.

Die Flächengröße des Einzugsgebiets ist in der Tabelle 2 aufgeführt. Eine grafische Darstellung der Einzugsgebiete finden Sie in der Anlage 1. Das Einzugsgebiet befindet sich nahe an der Wasserscheide, so dass bei der Betrachtung alle abflusswirksamen Einzugsflächen mit berücksichtigt wurden.

Einzugsgebiet	Fläche [ha]
Teufelsgraben	9,07

Tabelle 2: Übersicht Daten Einzugsgebiete

Bei Betrachtung der Gesamteinzugsgebiete Teufelsgrabens bis zur Einleitung in den Scheidsbach ergibt sich die folgender Flächenanteile wie in Tabelle 3 dargestellt. Die Flächen des Geltungsbereiches betragen weniger als ein Viertel, gemessen an den gesamtabflussrelevanten Einzugsgebietsflächen der Gewässersysteme, siehe hierzu auch Anlage 3.

Einzugsgebiet	Fläche [ha]	Prozentualer Flächenanteil im Einzugsgebiet [%]
Solarpark	9,07	2,11 %
Gesamteinzugsgebiet Teufelsgraben	429,0	100,00 %

Tabelle 3: Übersicht Flächenanteile Vorhabensbereich an den Gesamteinzugsgebieten

4.4 Einzugsflächen und Nutzungen im Bestand

Die Flächennutzungen innerhalb des Einzugsgebietes für den Istzustand werden auf Grundlage der aktuell verfügbaren Daten zur tatsächlichen Nutzung der bayerischen Vermessungsverwaltung ermittelt und anhand von Plausibilitätsprüfungen mit Luftbildern und Vor-Ort-Begehungen validiert.

Istzustand - Nutzungsart	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
Ackerland	8,62	95,04
Offene Fläche	0,01	0,11
Versiegelte Fläche/ Weg	0,11	1,21
Wald	0,33	3,64
Summe	9,07	100

Tabelle 4: Flächennutzungen im Geltungsbereich

Wie in Tabelle 4 und den Bildern der Ortsbegehung in Abbildung 3 bis **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ersichtlich, wird im vorgesehenen Geltungsbereich vorrangig landwirtschaftliche Nutzung betrieben.

4.5 Topografie

Als topografische Basisdaten werden Laserscan-Daten in einem regelmäßig angeordneten Gitternetz mit einer Maschenweite von 1 m x 1 m verwendet. Sie wurden vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung zur Verfügung gestellt. Diese Daten werden über ein Laserscanning-Verfahren, u. a. mittels Doppel-Impuls ermittelt und enthalten auch in Waldgebieten genaue Information über die Geländeoberfläche (Trennung der Bodenpunkte und der Objektpunkte aufgrund des Doppel-Impuls-Verfahrens). Die Höhengenaugkeit wird mit mindestens $\pm 0,2$ m, die Lagegenauigkeit mit $\pm 0,5$ m angegeben. In der Praxis zeigt sich, dass die Höhengenaugkeit auch von der Geländenutzung und Topografie beeinflusst wird. Auf ebenen Flächen mit niedrigem Bewuchs ist die Höhengenaugkeit mindestens 0,05 m, in dichtbewachsenem Waldgebiet liegt die Genauigkeit bei $\pm 0,2$ m.

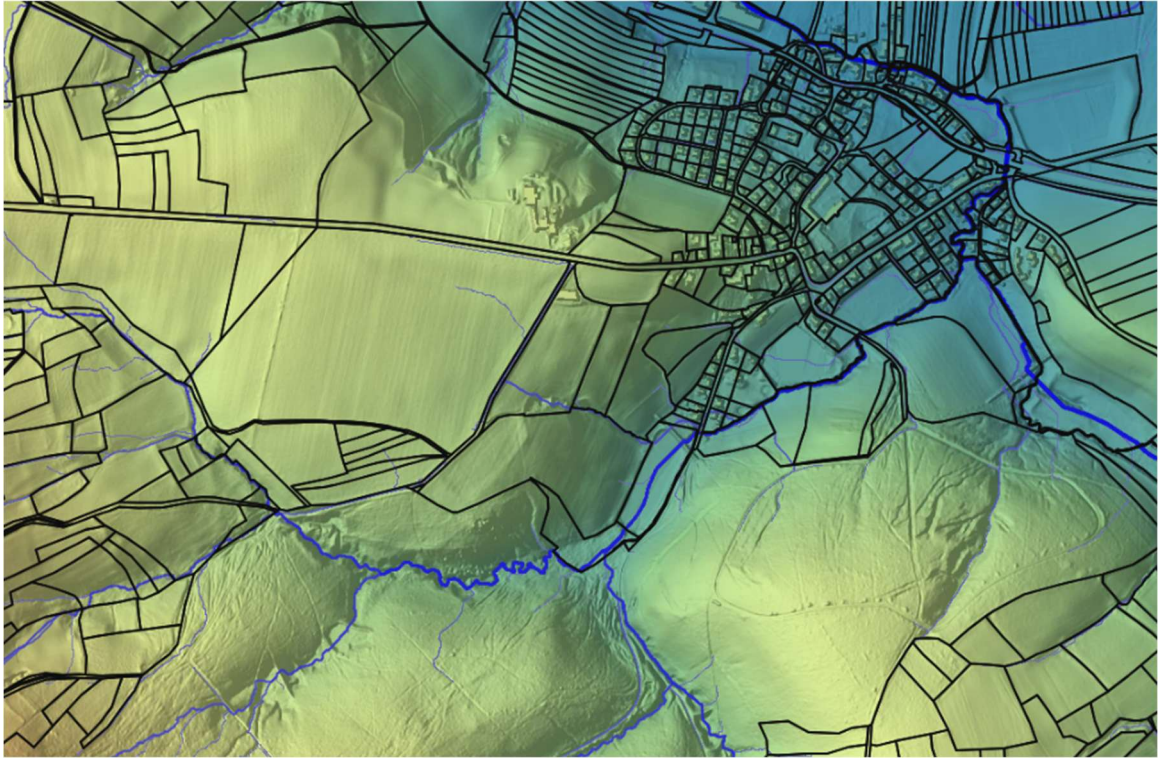


Abbildung 9: Auszug Topografie (Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung: Geobasisdaten)

4.6 Hydrologische Grundlagen

Die Niederschlagsspenden zur quantitativen Berechnung werden aus dem Starkregenkatalog KOSTRA-DWD (Stand 2020, Version KOSTRA-DWD 2020 4.1.3) gewählt. Für den Standort wird das KOSTRA-Datenblatt für Trieb aus dem Rasterfeld „Spalte 160, Zeile 159“ gewählt.

Für die hydrotechnische Berechnung werden die 1-, 10-, 50- und 100-jährigen Bemessungsregen näher untersucht. Als Dauerstufe wird gemäß dem Leitfaden für Integrale Sturzflut und Hochwasserkonzepte eine Regendauer von $D = 60$ min gewählt.



Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Zeile 159, Spalte 160 INDEX_RC : 159160
 Ortsname : Trieb/ Teufelsgraben
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	7,4	9,2	10,3	11,7	13,7	15,8	17,2	19,0	21,6
10 min	9,6	11,9	13,3	15,1	17,8	20,5	22,3	24,6	28,0
15 min	11,0	13,5	15,1	17,2	20,2	23,3	25,4	28,0	31,9
20 min	11,9	14,7	16,5	18,7	22,0	25,4	27,6	30,5	34,7
30 min	13,4	16,5	18,4	21,0	24,7	28,4	30,9	34,2	38,8
45 min	14,9	18,4	20,5	23,4	27,4	31,7	34,4	38,0	43,2
60 min	16,0	19,8	22,1	25,1	29,5	34,1	37,0	40,9	46,5
90 min	17,7	21,8	24,4	27,8	32,7	37,7	41,0	45,3	51,4
2 h	19,0	23,4	26,2	29,8	35,0	40,4	43,9	48,5	55,2
3 h	20,9	25,8	28,9	32,9	38,6	44,5	48,4	53,5	60,8
4 h	22,4	27,7	30,9	35,2	41,3	47,7	51,9	57,3	65,1
6 h	24,7	30,4	34,0	38,7	45,5	52,5	57,1	63,1	71,7
9 h	27,1	33,5	37,4	42,6	50,1	57,7	62,8	69,4	78,8
12 h	29,0	35,8	40,0	45,6	53,5	61,8	67,2	74,2	84,3
18 h	31,9	39,4	44,0	50,1	58,9	67,9	73,8	81,6	92,7
24 h	34,1	42,1	47,1	53,6	62,9	72,6	78,9	87,2	99,1
48 h	40,1	49,5	55,3	62,9	74,0	85,3	92,8	102,5	116,5
72 h	44,0	54,4	60,8	69,2	81,3	93,8	101,9	112,7	128,0
4 d	47,1	58,1	65,0	74,0	86,9	100,3	109,0	120,5	136,9
5 d	49,6	61,2	68,4	77,9	91,5	105,6	114,8	126,9	144,2
6 d	51,7	63,9	71,4	81,3	95,5	110,2	119,8	132,4	150,4
7 d	53,6	66,2	74,0	84,2	99,0	114,2	124,1	137,2	155,9

Abbildung 10: Auszug KOSTRA-Daten

4.7 Grundwasser-/Bodenverhältnisse

Die bodenkundlichen Verhältnisse wurden anhand der Übersichtsbodenkarte Bayern¹ sowie anhand von Erfahrungswerten im Einzugsbereich des Scheidsbachs ermittelt. Der Solarpark liegt demnach in einer Braunerde aus tonig-sandigen Bestandteilen bis Lehm. Die Versickerungsfähigkeit des Bodens ist stark eingeschränkt. Aufgrund der vorwiegend lehmigen Lagen der Bodenhorizonte wird keine regelkonforme Versickerung nach DWA A-138 möglich sein. Der Oberflächenabfluss bei Starkregen wird aufgrund der Gefällesituation und der Bodenverhältnisse direkt in die Gewässer abgeleitet. Dies deckt sich mit den Erfahrungen im Einzugsgebiet des Scheidsbachs.

¹ Quelle: https://www.lfu.bayern.de/boden/karten_daten/uebk25/index.htm

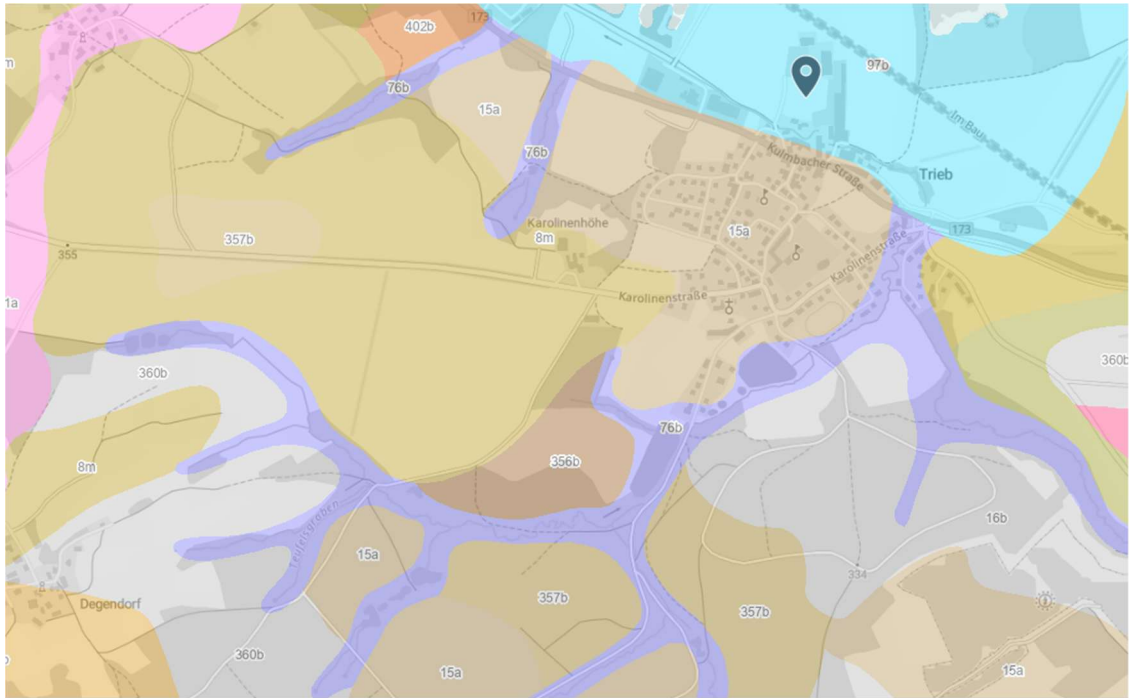


Abbildung 11: Auszug Übersichtsbodenkarte 1:25.000 (Quelle: <https://www.umweltatlas.bayern.de>)

4.8 Vorfluter

Vorfluter ist der Teufelsgraben (Gewässer III. Ordnung). Das natürliche Einzugsgebiet Teufelsgraben beträgt auf Höhe des Untersuchungsgebietes ca. $A_{EZG} = 1,46 \text{ km}^2$, das Gesamteinzugsgebiet des Teufelsgraben liegt bei $A=4,29 \text{ km}^2$.

Der Anteil des Untersuchungsgebietes (bzw. der geplanten PV-Anlage) am natürlichen Gesamteinzugsgebiet des Teufelsgraben beträgt ca. 2,1 %. Direkte Auswirkungen auf die Abflussbildung bei Hochwasser sind aufgrund des geringen Flächenanteils am gesamten Einzugsgebiet nicht zu erwarten. Im weiteren Verfahren wird daher die Abflusssituation bei Starkregenereignissen näher betrachtet.

Als natürlicher Abfluss des Einzugsgebietes wird eine Regenspende gemäß Kostra-Atlas mit $r_N = 44,4 \text{ l/s*ha}$ gewählt. Dies entspricht einem Bemessungsregen mit einer 1-jährigen Wiederkehrzeit $n = 1/a$ bei einer Dauer von 60 min. Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich folgender, natürlicher Abfluss in den Teufelsgraben:

	Fläche	Niederschlagsspende	Abflussbeiwert	Natürlicher Abfluss
	m ²	l/s*ha	$\Psi_{\max}$ nach Lutz	l/s
Istzustand	90.700 ²	44,4	0,06	24,2

Tabelle 5: Ermittlung natürlicher Abfluss

Im Istzustand findet bei einem 1-jährigen Bemessungsregen ein natürlicher Abfluss von $Q = 24,2 \text{ l/s}$ in den Teufelsgraben bzw. den Straßenentwässerungsgraben statt.

² Nachweis siehe Kapitel 4.4

5. Geplante Bebauung

Auf den im Kapitel 3 genannten Flurnummern soll ein Solarpark errichtet werden. Die Module werden reihenweise in einem Regelabstand von mindestens 3,0 m in Ständerbauweise mit einer Flächenprojektionsneigung von 15° angeordnet. Die minimale Höhe der Module beträgt bis 0,8 m ü. GOK. Der Oberboden, auch unterhalb der Module, wird bis auf notwendige Versorgungseinrichtungen, z.B. Transformatoren und Speicher, nicht weiter versiegelt sondern mit einer Magerrasensaatgutmischung begrünt.

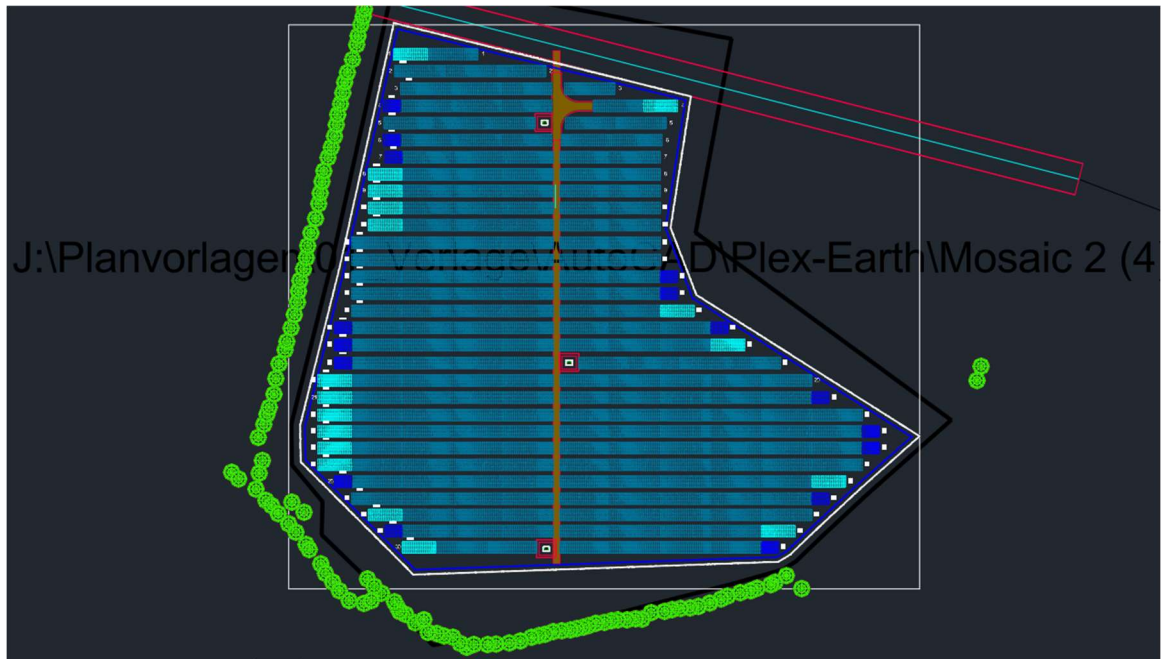


Abbildung 12: Modulordnung Stand 26.03.2026 (Quelle: MaxSolar GmbH)

Durch die vorgesehenen Nutzungen ändern sich die Flächenanteile des Gesamteinzugsgebietes wie in Tabelle 6 dargestellt. Des Weiteren kommt es durch die gezielte Ableitung des Oberflächenwassers in die geplanten Regenrückhalteräume zu einer Erweiterung des Einzugsgebietes um $A_{Erw}=0,96$ ha auf eine Gesamtfläche von $A_{EZG}=10,03$ ha.

Einzugsflächen Planung	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
Modulaufstellung und Trafos (vorher Ackerland)	4,65	46,4
Grünland	4,92	49,1
Weg	0,139	1,4
Gehölz	0,32	3,1
Summe	10,03	100

Tabelle 6: Flächennutzungen und -anteile der Planung im Einzugsbereich

6. Hydraulische Nachweise

6.1 Fließweganalyse

Für die topographische Analyse erfolgt eine belastungsunabhängige GIS-Analyse, in der die topographischen Basisdaten als Laserscan-Daten in einem regelmäßig angeordneten Gitternetz von 1 m verwendet werden. Dieses digitale Geländemodell wird vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung zur Verfügung gestellt. Hierbei erhält man genaue Informationen über die Geländeoberfläche und eine Höhengenaugigkeit von $\pm 0,2$ m, diese jedoch variiert je nach Bewuchs des Geländes (höhere Genauigkeit bei ebenen Flächen mit niedrigem Bewuchs). Die GIS-Analyse als belastungsunabhängige Methode liefert systematische und automatisierte Fließwege, lokale Senken und Tiefpunkte.

Wird der Abfluss vollständig oder teilweise zurückgehalten so führt das Oberflächengefälle zu einem lokalen Tiefpunkt (Senke). Diese wiederum können als potenzielle Gefährdungsbereiche ausgewiesen werden. Konzentriert sich hingegen der Oberflächenabfluss z. B. aufgrund einer angrenzenden Gefälleausrichtung, bildet sich ein Fließweg. Die GIS-Analyse der Geländetopografie nach Fließwegen und Tiefpunkten erfolgt ohne gesonderte Berücksichtigung der Hydraulik und der Strukturen des Abwassernetzes. Durchlässe an Gewässern werden hingegen berücksichtigt. Gebäude werden als Hindernisse simuliert, d.h. es kann kein Fließpfad durch Gebäude hindurchgehen, sondern muss um das Gebäude herumfließen.

Somit ergeben sich für das Untersuchungsgebiet Einzugsgebiete mit einer Gesamtgröße von ca. 9,07 - 10,03 ha. Hierfür werden als Erstes die Fließwege aus dem DGM1 errechnet. Dabei werden den einzelnen 1 x 1 m Zellen aufgrund der darin befindlichen Höhenangaben mittels einer Abflussakkumulation eine kumulierte Gewichtung zugeordnet. Somit entsteht jeweils ein Zu- oder Abfluss aus jeder einzelnen Zelle. Daraus erfolgt eine Visualisierung unterschiedlich gewichteter Abflüsse.

Die Fließpfade des Ist-Zustandes sind in Anlage 1 mit einer Einzugsfläche jeden Fließpfades von 2.000 m² dargestellt.

6.2 Abflussbeiwertermittlung

Die Abflussbeiwertermittlung erfolgt mit dem Verfahren nach Lutz. Als Bodentyp wird Klasse D „Böden mit sehr geringem Versickerungsvermögen, Tonböden, sehr flache Böden über nahezu undurchlässigem Material, Böden mit dauernd sehr hohem Grundwasserspiegel“ (Hydrologische Planungsgrundlagen, 2019) gewählt. Die Landnutzung wird nach tatsächlicher Nutzung ermittelt, siehe hierzu Kapitel 4.4 und Kapitel 5.

Für geplante Solarparkanlagen oder größere Photovoltaikanlagen gibt es hinsichtlich wasserwirtschaftlicher Betrachtungen noch keine Regelwerke oder allgemein anerkannte Regeln der Technik bezüglich der Abflussbeschaffenheiten. Der Oberboden wird durch die Modultische kaum versiegelt, jedoch kann bei Regen- und Starkregenereignissen eine stärkere Abflusskonzentration aufgrund der Modulflächen stattfinden. Die Folge kann ein schießender Abfluss auf den Moduloberflächen sein, der mit stärkerer Intensität und verkürztem zeitlichen Verlauf auf die begrünten Freiflächen zwischen den Modulreihen auftritt und unterhalb der umliegenden Module auf der Grünfläche abfließt. Bodenerosionen können durch die stärkeren Schleppspannungen und Regenintensitäten als Folgen auftreten.

Die Ergebnisse der Abflussbeiwertermittlung sind in Anlage 3 aufgeführt. Es zeigt sich, dass es durch das Vorhaben zu einer Erhöhung der Abflussbeiwerte kommt (siehe Abbildung 13).

Des Weiteren ist der Abflussbeiwert von der Größe des Bemessungsregens abhängig. Je größer der Bemessungsregen, desto größer werden auch die Abflüsse auf der Fläche. Die Wirkung von Verlusten, z.B. Benetzung, Mulden oder Infiltration nehmen mit steigender Niederschlagsbelastung

ab. Bei Anwendung auf natürlichen Flächen, wirkt sich dieser Effekt stärker aus als auf versiegelten Flächen. Daher gleichen sich die Abflusswerte insofern mit der Größe des Bemessungsregens leicht an.

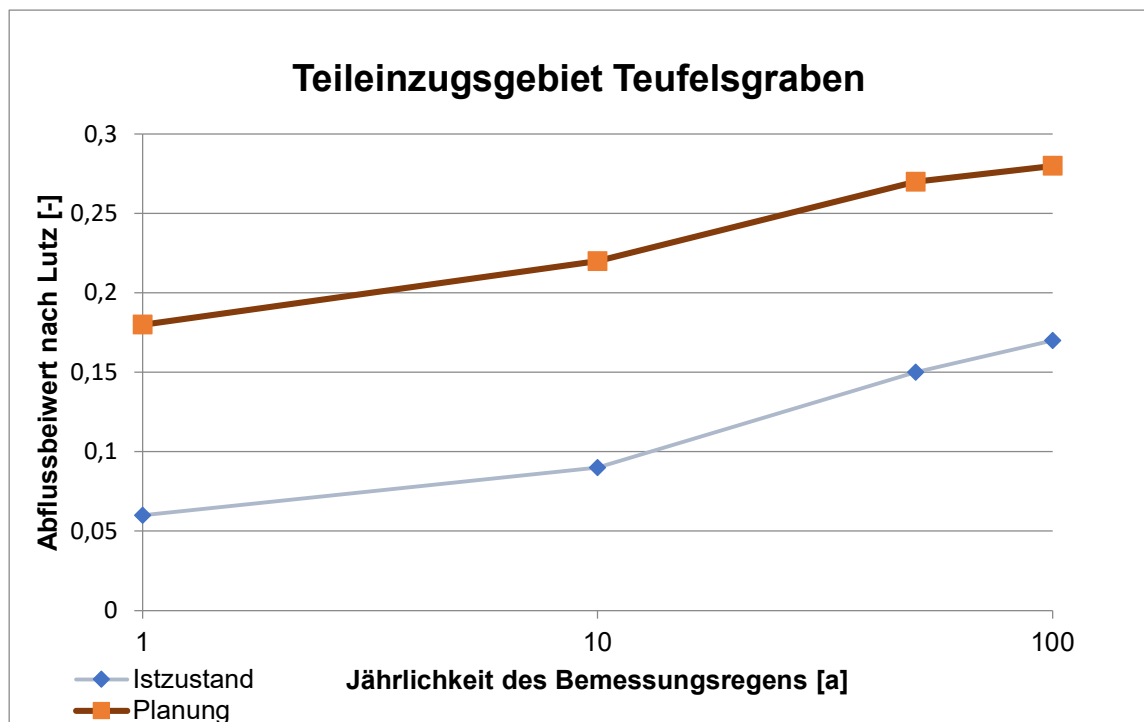


Abbildung 13: Vergleich Abflussbeiwerte Bestand - Planung

Bei der hydrotechnischen Berechnung werden die Abflussverhältnisse im Bestand mit dem Planungszustand verglichen. Als Bemessungsregen werden die 1-, 10-, 50- und 100-jährigen Ereignisse bei einer Regendauer von 60 Minuten verglichen (siehe Tabelle 7).

r _{60min,n=1,0/a}	Fläche	Niederschlags- höhe	Niederschlags- spende	Abfluss- beiwert	Niederschlags- volumen	Differenz
	m²	mm	l/s*ha	Ψ nach Lutz [-]	m³	m³
Istzustand	90.700	16.0	44,4	0.06	87.1	201.8
Planung	100.300	16.0.0	44,4	0.18	288.9	
r _{60min,n=0,1/a}	Fläche	Niederschlags- höhe	Niederschlags- spende	Abfluss- beiwert	Niederschlags- volumen	Differenz
	m²	mm	l/s*ha	Ψ nach Lutz	m³	m³
Istzustand	90.700	29.5	81,9	0.09	240.8	410.1
Planung	100.300	29.5	81,9	0.22	650.9	
r _{60min,n=0,02/a}	Fläche	Niederschlags- höhe	Niederschlags- spende	Abfluss- beiwert	Niederschlags- volumen	Differenz
	m²	mm	l/s*ha	Ψ nach Lutz	m³	m³
Istzustand	90.700	40.9	113,6	0.15	556.4	551.2
Planung	100.300	40.9	113,6	0.27	1107.6	
r _{60min,n=0,01/a}	Fläche	Niederschlags- höhe	Niederschlags- spende	Abfluss- beiwert	Niederschlags- volumen	Differenz
	m²	mm	l/s*ha	Ψ nach Lutz	m³	m³
Istzustand	90.700	46.5	129,2	0.17	717.0	588.9
Planung	100.300	46.5	129.2	0.28	1305.9	

Tabelle 7: Vergleich der Abflussvolumina im Teileinzugsgebiet Scheidebächlein bei einer Dauerstufe von 60 min

In der Spalte „Differenz“ sind die Volumendifferenzen für den jeweiligen Bemessungsregen angegeben. Es kommt bei einem 1-jährigen Bemessungsregen zu einer Differenz von 202 m³, bei einem 10-jährigen zu einer Differenz von 410 m³, bei einem 50-jährigen Bemessungsregen zu einer Differenz von 551 m³ und bei einem 100-jährigen Bemessungsregen zu einer Differenz von 589 m³.

Für die weitere Planung ist das maximale Volumen von $V_{\text{max}} = 589 \text{ m}^3$ bei einem 100-jährigen Niederschlagsereignis zu berücksichtigen. Ein Drosselabfluss aus der Fläche wurde bei der Volumenermittlung nicht angesetzt. Es handelt sich daher um die maximalen Differenzen bzw. die Betrachtung des ungünstigsten Falls.

7. Entwässerungskonzept

7.1 Planung von Rückhaltemaßnahmen

Im Bereich des Solarparks ist eine Versickerung nicht möglich. Das Oberflächenwasser soll daher über folgende Maßnahmen auf der Fläche des Solarparks zurückgehalten und gedrosselt in den Teufelsgraben bzw. Entwässerungsgraben eingeleitet werden:

- Verwallung im westlichen Bereich zum Rückhalt des Oberflächenwassers.
- Drossel zur beschränkten Einleitung.

Die Maßnahmen werden kurz beschrieben und sind in Anlage 2 planlich dargestellt. Die Maßnahmen haben einen Konzeptstatus, eine Entwurfsplanung ist noch nicht erfolgt.

Verwallung im südlichen Bereich zum Rückhalt des Oberflächenwassers

Zwei Verwallungen sollen das Oberflächenwasser in zwei Regenrückhalteräumen zurückhalten. Die Höhe der Verwallung liegt bei mind. 0,5 m bzw. 1,0 m, die Oberkanten der Verwallungen müssen bei 324,00 m NHN liegen. Die Böschungsneigung kann variabel an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

In Abbildung 14 ist ein beispielhafter Schnitt durch die Verwallung und den Regenrückhalteraum dargestellt.

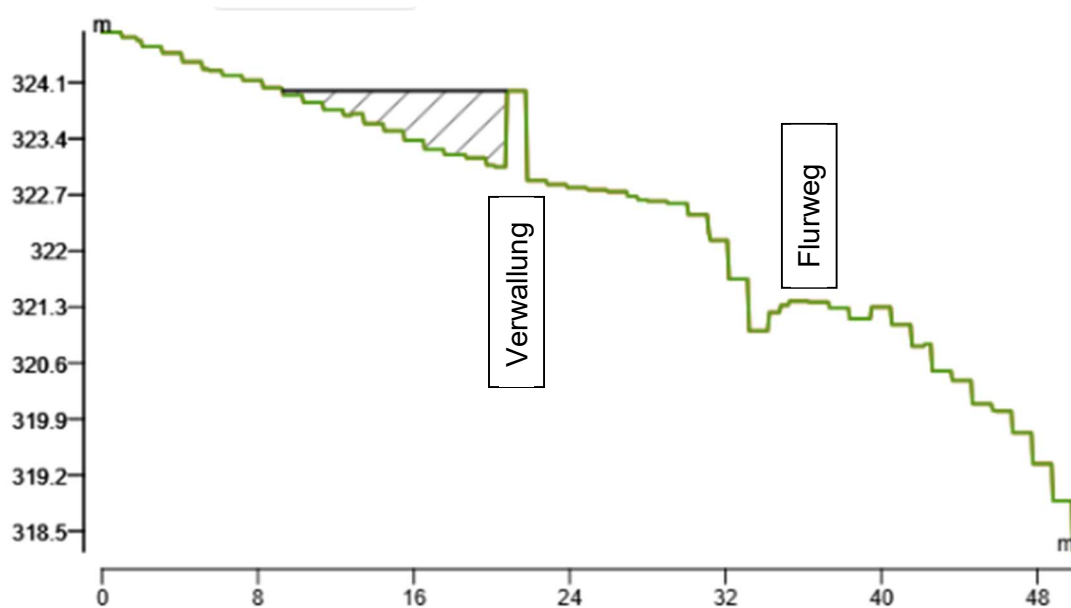


Abbildung 14: Beispielschnitt



Abbildung 15: beispielhafte Verwallung zum Rückhalt von Oberflächenwasser in einem Solarpark



Abbildung 16: begrünte Verwallung zum Rückhalt von Oberflächenwasser nach Abschluss der Bau-
maßnahme

Drossel zur beschränkten Einleitung

Der Drosselabfluss wird auf $Q_{Dr} = 24,4 \text{ l/s}$ festgelegt. Die Drossel kann bspw. als mechanische Rohrdrossel (Nennweite DN150, Gefälle = 0,5 %, $Q \approx 11 \text{ l/s}$) in die Verwallung integriert werden. In der weiteren Planung werden Absetzbereiche, eine Rechenanlage sowie ein Notüberlauf (OK=323,95 m NHN) empfohlen.

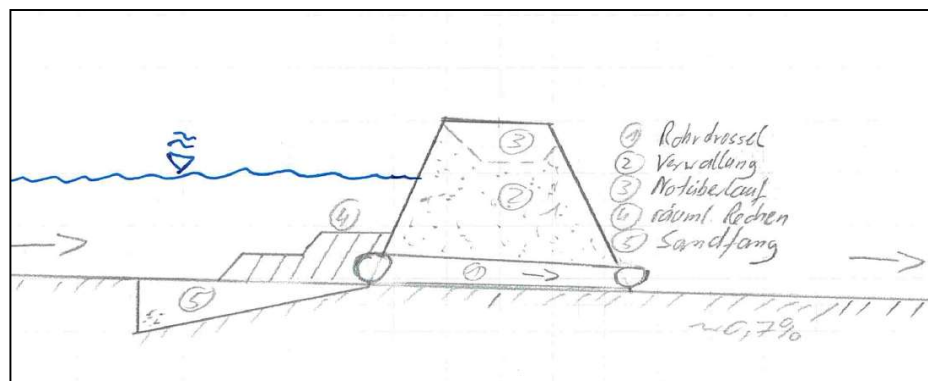


Abbildung 17: Handskizze GAUL INGENIEURE GmbH

Die Verwallungen tragen zu einem temporären Rückhalt des lokalen Oberflächenabflusses aus dem Bereich des Solarparks bei. Die Entwässerung kann über eine Rohrdrossel erfolgen, so dass es zu einem verzögerten Abfluss und einer Reduktion der Abflussspitze kommt. Durch die Maßnahmen wird eine Verschlechterung der Abflusssituation für die Unterlieger verhindert. Dadurch dass die Drossel bzw. Einleitmenge auf den 1-jährigen Bemessungsregen begrenzt wird, kommt es sogar zu einer Verbesserung der Unterlieger bei selteneren Regenereignissen.

7.2 Nachweis Rückhaltevolumen

Die vorweg genannten Maßnahmen weisen folgendes Rückhaltepotential auf:

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5
	Höhe der Verwaltung	Einstaufläche	Wall-Oberkante	Einstauvolumen
	m	m ²	m NHN	m ³
Verwaltung	0,50 – 1,0	3.020	324,00	1.276

Tabelle 5: Rückhaltevolumina der Planungsvarianten

Es kann ein Rückhaltevolumen von ca. 1.275 m³ hergestellt werden. Das maximale Ausgleichsvolumen nach Tabelle 7 beträgt 589 m³. Durch die Maßnahme wird eine Verschlechterung der Abflusssituation bei Starkregenereignissen berücksichtigt und deutlich ausgeglichen.

8. Zusammenfassung und Fazit

Die hydrotechnischen Berechnungen ergaben, dass sich durch die Umnutzung der Flächen im vorgesehenen Solarpark Änderungen im natürlichen Abflussgeschehen der Teileinzugsgebiete des Gewässersystem Teufelsgraben ergeben. Durch das Aufstellen der Photovoltaikmodultische kann oberhalb der Modulflächen eine stärkere Abflusskonzentration erfolgen, die zu einer Beschleunigung im zeitlichen Abflussgeschehen beiträgt. Der Anteil an bewachsener Fläche, die für die Oberflächenabflussprozesse zur Verfügung stehen bleibt aufgrund der aufgeständerten Bauweise der Module z.T. erhalten. Der Abflussbeiwert der Einzugsflächen wird durch die Bebauung erhöht. Daher sind Maßnahmen zum Rückhalt der auftretenden Niederschlagsmengen, insbesondere bei selteneren und Starkregenereignissen vorzusehen.

In den Berechnungen zum erforderlichen Rückhaltevolumen bei einem 100-jährigen Niederschlagsereignisses wird für das Teileinzugsgebiet aufgrund der Änderungen in der Flächennutzung ein Rückhaltevolumen von mindestens 589 m³ empfohlen.

Auf das Gesamteinzugsgebiet von A=4,29 km² hat das Vorhaben aufgrund seines geringen Anteils von rund 2,0% kaum einen Einfluss. Um den nachteiligen Veränderungen entgegenzuwirken, werden Maßnahmen zum lokalen Rückhalt in der Fläche und zur Anreicherung des örtlichen Landschaftswasserhaushalts vorgeschlagen. Durch die Maßnahmen kann die Verschlechterung deutlich ausgeglichen werden, so dass es insgesamt zu einer geringeren Abflussmenge im Einzugsgebiet des Teufelsgrabens kommen wird. Die Gefährdungslage bei Hochwasser und Starkregen wird für die Unterlieger dadurch verbessert.

9. Literatur- und Quellenverzeichnis

- Bayerische Vermessungsverwaltung. (2026). © Datenquellen: Bayerische Vermessungsverwaltung, GeoBasis-DE / BKG 2023 - Daten verändert.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). (2019). *Loseblattsammlung "Hydrologische Planungsgrundlagen"*. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt. (März - April 2026). *UmweltAtlas*. Von UmweltAtlas: <https://www.umweltatlas.bayern.de/>
- Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat. (2026). *BayernAtlas*. Von BayernAtlas: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>
- maxsolar energy concepts (2026); *Werkplanung PVA Teufelsgraben*, Stand 26.03.2026

Vorhabensträger:

Ort, Datum

Regionalwerk Obermain gKU

Berichtsverfasser:

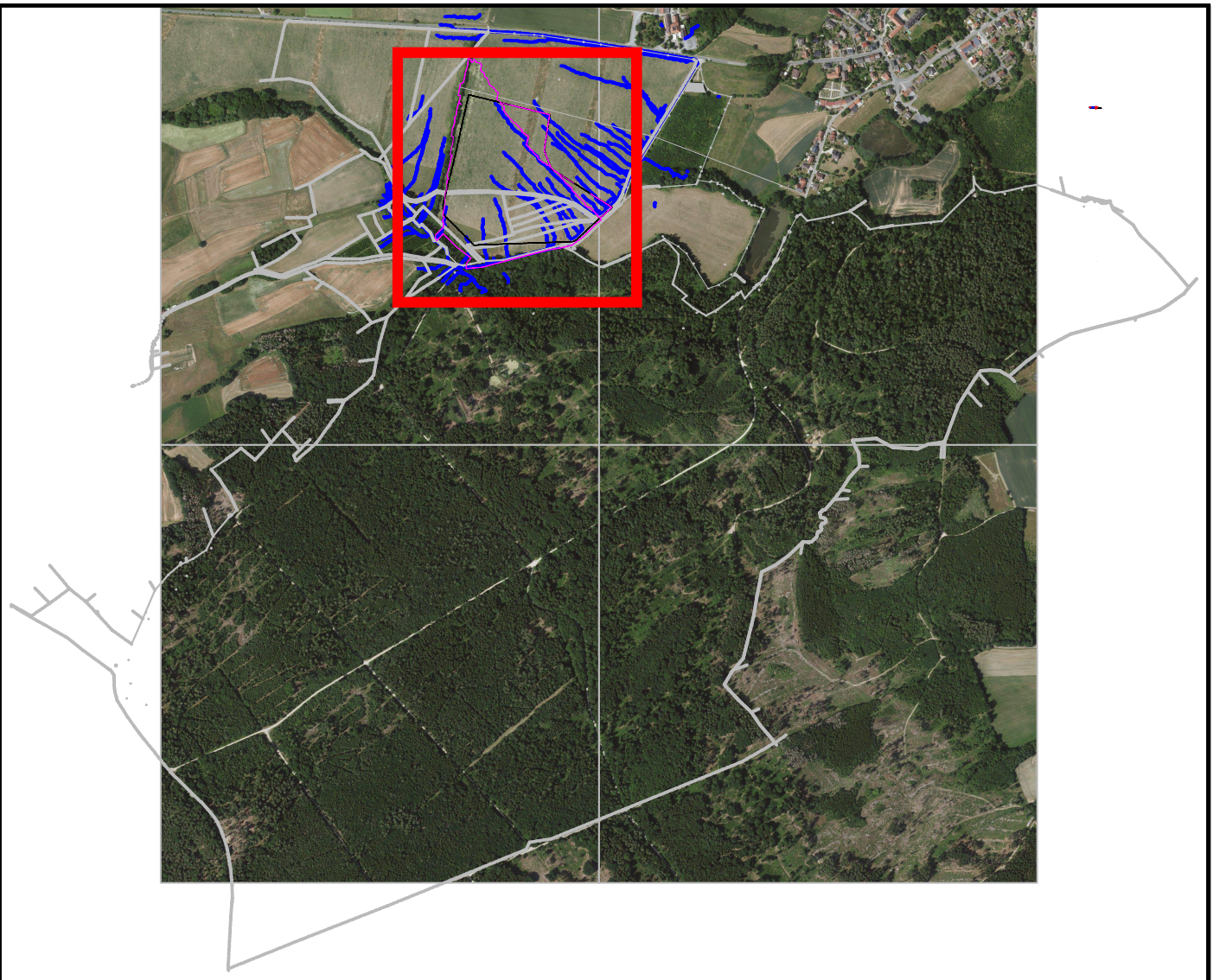
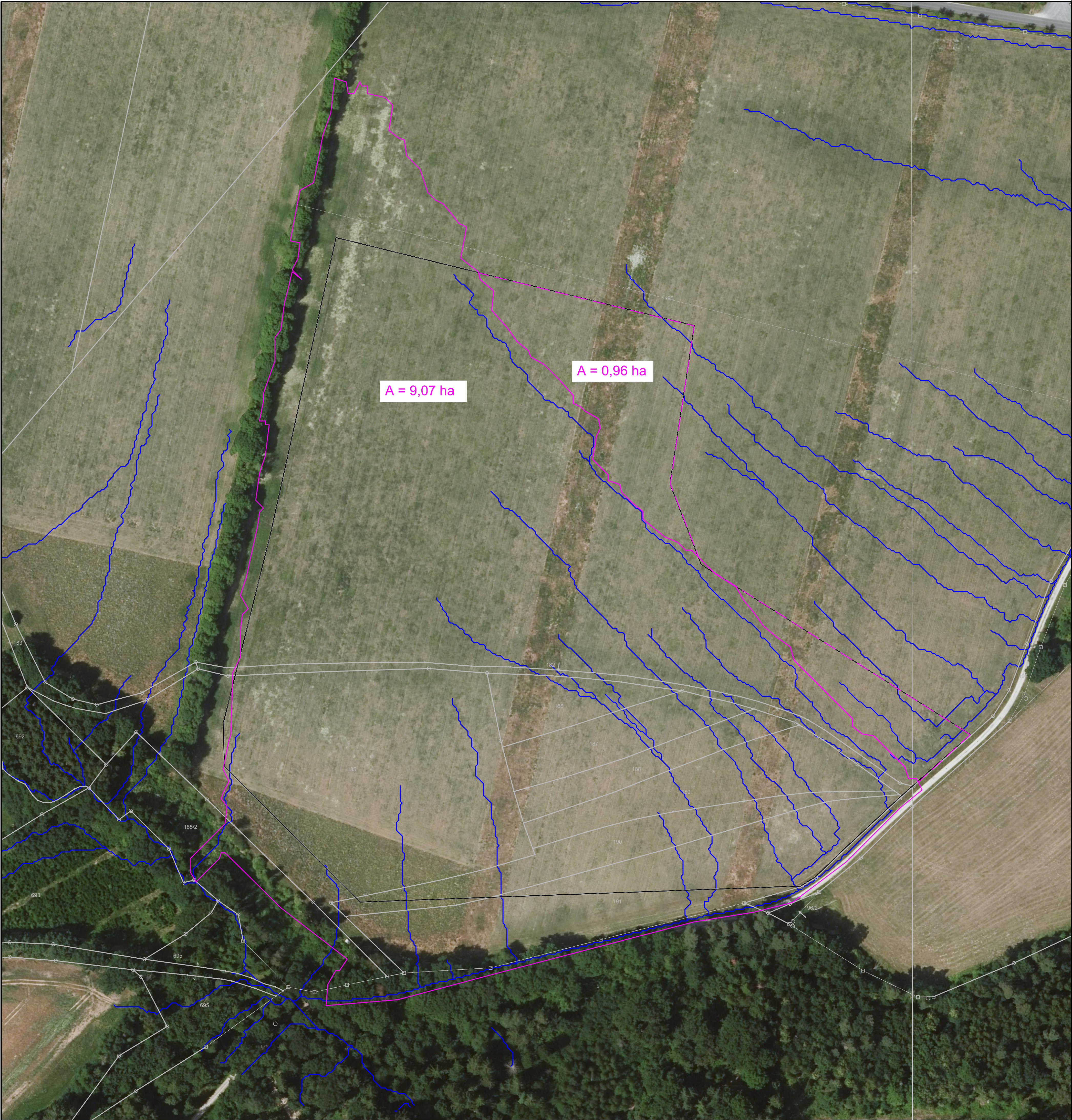
Bamberg, 16.04.2026
Ort, Datum



Steffen Gaul
(Geschäftsführer)
GAUL INGENIEURE GmbH

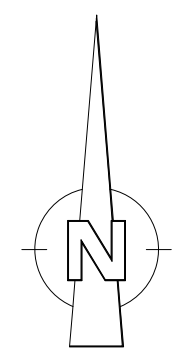


Martin Löffler
(Projektleiter)
GAUL INGENIEURE GmbH



Legende:

- Fließpfade - Bestand
- Einzugsgebiet
- Zaun (geplant)



Nr.:			Änderung:		Datum:		gezeichnet:		geprüft:						
Lagebezug:			☐ Gauß-Krüger-Koordinatensystem			☒ UTM-Koordinatensystem			☐ Lokal						
Höhenbezug:			☐ DHHN12 (NN)			☒ DHHN2016 (NN)			☐ Lokal						
Projekt:															
Hydraulisches Gutachten PV-Anlage Teufelsgraben															
Planinhalt:															
Lageplan - Einzugsflächen und Fließpfade im Bestand															
Leistungsphase:								Datum:		Name:					
-						entworfen:									
Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage:		gezeichnet:		15.04.2026		Manah					
1:1000		2026-041		LP 1		geprüft:		15.04.2026		Löffler					
Vorhabensträger:						Verfasser:									
						Neuwieder Str. 15 D-90411 Nürnberg 09 112009874 www.gaul-ingenieure.de nuernberg@gaul-ingenieure.de									
Regionalwerk Obermain Kronacher Straße 32 96215 Lichtenfels															
Datum				Unterschrift				Datum				Unterschrift			

Berechnung des Abflussbeiwertes nach dem Verfahren von Lutz

Projekt:

Solaranlage - TEZG Teufelsgraben - Bestand

Parameter													Bemerkung
Name	Zeichen	Dimension	Wert	Default	weitere Niederschlagswerte								
Niederschlagshöhe	h_N	mm	16		25,1	29,5	40,9	46,5					eine Eingabe erforderlich
bebauter Anteil	A_b	%		0	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Versiegelungsgrad	V_A	%	0	30	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Anfangsverlust versiegelte Flächen	$A_{v'}$	mm		1,0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Abflussbeiwert versiegelte Fläche	PSI_s	--		1,0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
maximaler Endabflussbeiwert	c	--		0,87	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich.								
Anfangsverlust unversiegelte Fläche	A_v	mm		1,5	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Eichparameter	c1			0,02	Eingabe möglich (für Südbayern wurde c1 zu 0,05 (Ebene) bis 0,1 (Alpen) ermittelt)								
Parameter Jahreszeiteinfluss	c2			4,6	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Wochennummer	WN				Eingabe möglich. Eingabe sinnvoll, wenn nicht Sommer berechnet wird								
Wochenzahl	WZ			10	Berechnungsergebnis, Defaultwert 10 wenn Wochennummer nicht eingegeben								
Parameter Vorregen	c3			2	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Basisabflussspende	q_B	l/s/km ²		10	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Parameter Niederschlagsdauer	c4			0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Niederschlagsdauer	D	h			Eingabe nicht erforderlich wenn c4 = 0								
Proportionalitätsfaktor	a	1/mm	0,010		Zwischenergebnis								
Abflusshöhe versiegelte Fläche	$h_{A,s}$	mm	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Berechnungsergebnis
Abflusshöhe unversiegelte Fläche	$h_{A,u}$	mm	0,9		2,3	3,2	6,1	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	Berechnungsergebnis
Abflusshöhe Gesamtgebiet	h_A	mm	0,9		2,3	3,2	6,1	7,8					Berechnungsergebnis
Abflussbeiwert	PSI	--	0,06		0,09	0,11	0,15	0,17					Berechnungsergebnis

Hinweis: Die grau unterlegten Zellen sind Eingabefelder für Projektangaben und Erläuterungen.

Beschreibung s.a. Loseblattsammlung hydrologische Planungsgrundlagen, Kap. 5.4, Anlage 13.

Berechnung des Abflussbeiwertes nach dem Verfahren von Lutz

Projekt:

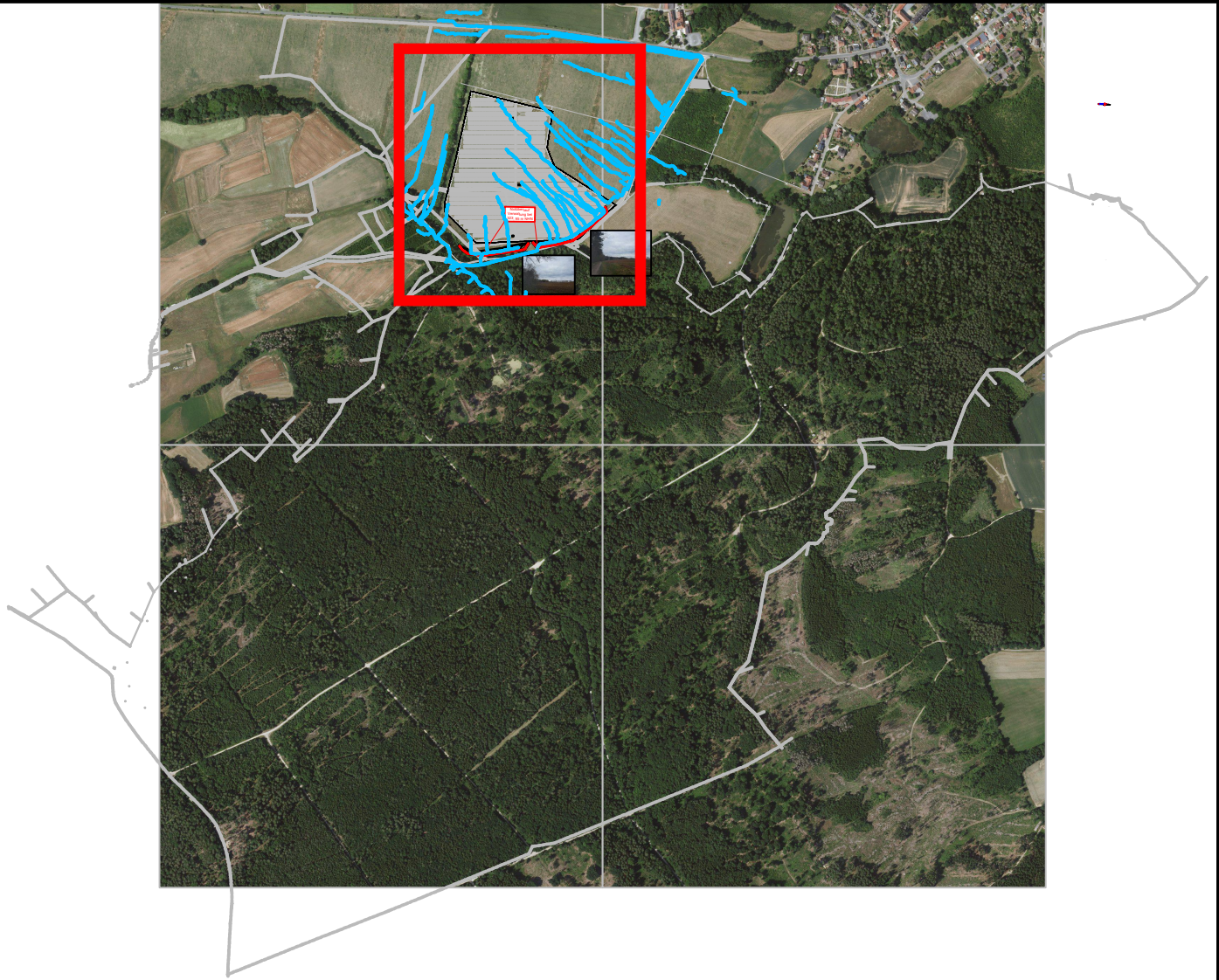
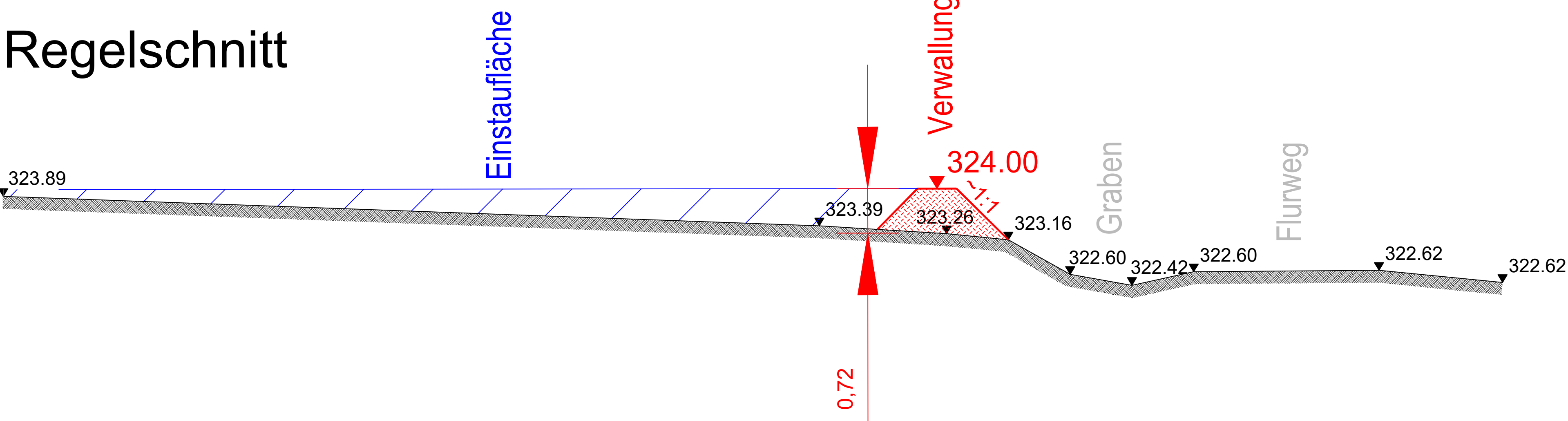
Solaranlage - TEZG Teufelsgraben - Planung

Parameter													Bemerkung
Name	Zeichen	Dimension	Wert	Default	weitere Niederschlagswerte								
Niederschlagshöhe	h_N	mm	16		25,1	29,5	40,9	46,5					eine Eingabe erforderlich
bebauter Anteil	A_b	%		47,8	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Versiegelungsgrad	V_A	%	0	30	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Anfangsverlust versiegelte Flächen	$A_{v'}$	mm		1,0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Abflussbeiwert versiegelte Fläche	PSI_s	--		1,0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
maximaler Endabflussbeiwert	c	--		0,71	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich.								
Anfangsverlust unversiegelte Fläche	A_v	mm		1,9	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Eichparameter	c1			0,02	Eingabe möglich (für Südbayern wurde c1 zu 0,05 (Ebene) bis 0,1 (Alpen) ermittelt)								
Parameter Jahreszeiteinfluss	c2			2,1	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, direkte Eingabe möglich, Defaultwert 3								
Wochennummer	WN				Eingabe möglich. Eingabe sinnvoll, wenn nicht Sommer berechnet wird								
Wochenzahl	WZ			10	Berechnungsergebnis, Defaultwert 10 wenn Wochennummer nicht eingegeben								
Parameter Vorregen	c3			2	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Basisabflussspende	q_B	l/s/km ²		10	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Parameter Niederschlagsdauer	c4			0	Eingabe möglich, alternativ Defaultwert nach Lutz								
Niederschlagsdauer	D	h			Eingabe nicht erforderlich wenn c4 = 0								
Proportionalitätsfaktor	a	1/mm	0,013		Zwischenergebnis								
Abflusshöhe versiegelte Fläche	$h_{A,s}$	mm	2,2		3,5	4,1	5,7	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	Berechnungsergebnis
Abflusshöhe unversiegelte Fläche	$h_{A,u}$	mm	0,8		2,0	2,7	5,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	Berechnungsergebnis
Abflusshöhe Gesamtgebiet	h_A	mm	2,9		5,4	6,8	10,9	13,2					Berechnungsergebnis
Abflussbeiwert	PSI	--	0,18		0,22	0,23	0,27	0,28					Berechnungsergebnis

Hinweis: Die grau unterlegten Zellen sind Eingabefelder für Projektangaben und Erläuterungen.

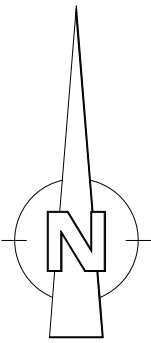
Beschreibung s.a. Loseblattsammlung hydrologische Planungsgrundlagen, Kap. 5.4, Anlage 13.

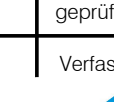
Regelschnitt



Legende:

- Fließpfade - Planung
- Solarmodul
- Regenrückhalteraum



Nr.:		Änderung:		Datum:		gezeichnet:		geprüft:	
Lagebezug:		☐ Gauß-Krüger-Koordinatensystem		☒ UTM-Koordinatensystem		☐ Lokal			
Höhenbezug:		☐ DHHN12 (NN)		☒ DHHN2016 (NNH)		☐ Lokal			
Projekt:									
Hydraulisches Gutachten PV-Anlage Teufelsgraben									
Planinhalt:									
Lageplan - Entwässerungskonzept									
Leistungsphase:						Datum:		Name:	
-				entworfen:					
Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage:		gezeichnet:		15.04.2026	
1:1000		2026-041		LP 2		geprüft:		15.04.2026	
						Manah		Löffler	
Vorhabensträger:					Verfasser:				
									
Regionalwerk Obermain Kronacher Straße 32 96215 Lützenfels					Neuwieder Str. 15 D-90411 Nürnberg 09 110200974 www.gaul-ingenieure.de nurnberg@gaul-ingenieure.de				
Datum					Datum				
Unterschrift					Unterschrift				