



FW Group

Justus-Liebig-Straße 2

36093 Künzell

Schulstraße 37

D-36093 Künzell

Telefon (0661) 93450-0

Telefax (0661) 93450-11

eMail info@bglfd.de

Proj.-Nr. 4450

Zeichen Ob

Datum 18.03.2025

Proj.: Freiflächen-PV-Anlage Budenrain, Bad Salzschlirf

Beurteilung der oberflächennahen hydrogeologischen Verhältnisse

Hydrogeologische Stellungnahme

VORGELEGT AM: 18.03.2025

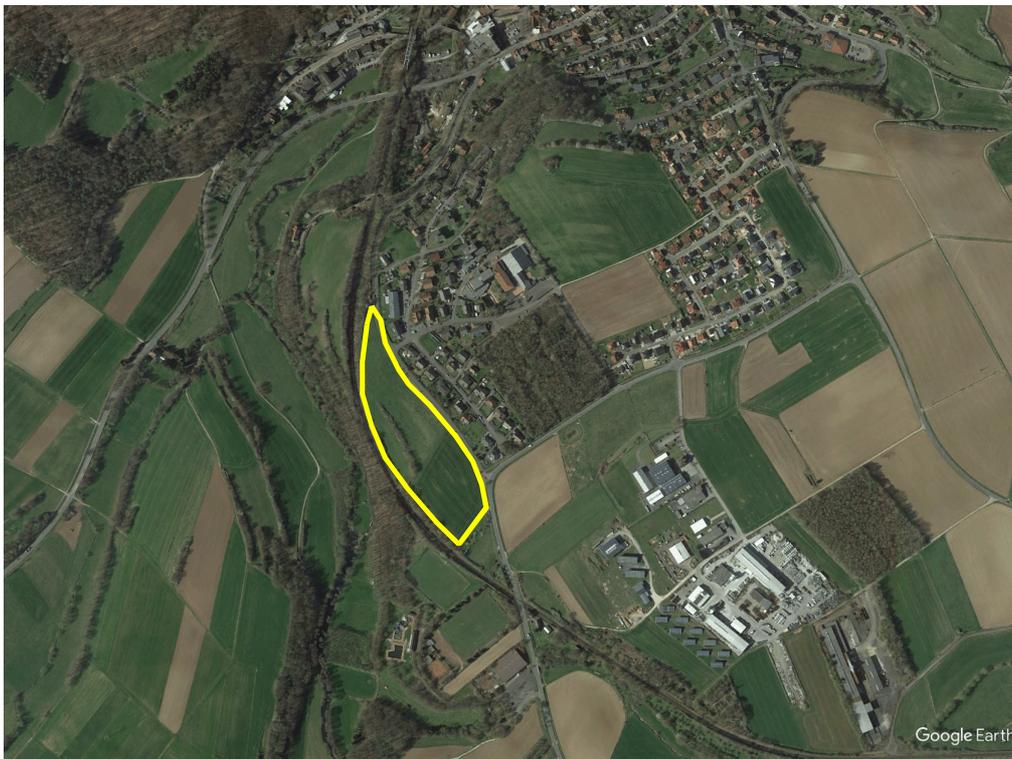
PROJEKT-NR.: 4450
Ob

PROJEKTBEARBEITER: Dipl.-Geol. Obermanns



1. Vorgang und Aufgabenstellung

Die FW GROUP (Künzell), vertreten durch Herrn Florian Wehner, plant die Errichtung einer Freiflächen-PV-Anlage auf einem Hanglage aufweisenden, aktuell in Teilen landwirtschaftlich genutzten Gelände südwestlich von Bad Salzschlirf. Die Lage der zur Diskussion stehenden Fläche kann dem nachfolgenden Luftbild-Auszug entnommen werden.



Für das Bauvorhaben, das planerisch vom Planungsbüro PDS (Großenlüder) betreut wird, wurde ein vorhabenbezogener Bebauungsplan (B-Plan Nr. 27 "Sondergebiet Freiflächen-PV-Anlage Budenrain") aufgestellt.

Das Planungsgelände befindet sich östlich der Bahnlinie Fulda-Lauterbach innerhalb der weiteren Schutzzone (Zone III) des Wasserschutzgebietes Tiefbrunnen 1 und 2 Bad Salzschlirf (WSG-ID 631-017) sowie in den Schutzzonen C/IV des Heilquellenschutzgebietes Bad Salzschlirf (WSG-ID 631-130).

Im Zuge der frühzeitigen Beteiligung der Behörden gem. § 4 Abs. 1 BauGB wurden seitens des RP Kassel, Dezernat 31.2 (Grundwasserschutz, Wasserversorgung, Altlasten, Bodenschutz) im Rahmen des Genehmigungsverfahrens Auflagen gemacht, die in der uns vorliegenden Stellungnahme vom 18.10.2023 näher beschrieben sind.



Unter anderem soll im Rahmen eines zu erstellenden Baugrundgutachtens mit Blick auf die beim Solarpark-Bau erforderlichen Baumaßnahmen und Bodeneingriffe eine Beurteilung der hydrogeologischen Unbedenklichkeit vorgenommen und der Frage nachgegangen werden, ob die Installation der geplanten Solaranlage (Gründung, Versiegelung) ungünstige Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung bzw. den Oberflächenabfluß am Standort hat.

Zur Klärung der vorgenannten Fragestellungen wurde das BAUGRUNDLABOR FULDA mit der Durchführung einer diesbezüglichen Untersuchung und der Erstellung einer hydrogeologischen Stellungnahme beauftragt.

Für die Durchführung der erforderlichen Standortuntersuchungen sind wir davon ausgegangen, dass die behördlicherseits geforderte hydrogeologische Stellungnahme den im vorliegenden Fall für die Gründung der Solarpaneele sowie den Oberflächenabfluß in erster Linie relevanten, oberflächennahen Tiefenbereich am Standort bis ca. 3 m unter aktuellem Gelände zum Gegenstand hat.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur orientierenden, flächendeckenden Erkundung der örtlichen Baugrund- und Bodenwasser- verhältnisse wurden von unserem Bohr- und Sondiertrupp im Zeitraum vom 19.-26.02.2025 im Bereich der zur Diskussion stehenden Fläche (flächig über das Gelände verteilt) insgesamt

- **10 Kleinrammbohrungen (KRB, Bohr-Ø 66/33 mm) nach DIN EN ISO 22475-1** bis in ca. 0,9 - 4,0 m Tiefe unterhalb der vorhandenen Geländeoberfläche (GOF) geteuft sowie,

parallel dazu, zur Ermittlung der Tragfähigkeit bzw. Rammbarkeit der im Untergrund anstehenden Böden,

- **10 Rammsondierungen mit der mittelschweren/schweren Rammsonde (DPM/DPH) nach DIN EN ISO 22476-2** bis in ca. 1,4 - 5,0 m Tiefe unter GOF niedergebracht.

Das Erreichen der geplanten Erkundungstiefen war an einer Reihe von Aufschlußstellen nicht möglich, da entweder die zur Tiefe hin dichte Lagerungsstruktur bzw. feste bis harte Ausbildung des z.T. vergleichsweise oberflächennah anstehenden Buntsandstein-Felsuntergrundes oder aber steinig-blockige Gerölleinschlaltungen im aufliegenden Felszersatz ein Tieferführen der Bohrungen bzw. Rammsondierungen verhinderten.

Den bergfrisch gewonnenen Bohrkernen wurden Bodenproben entnommen. Auf die Durchführung bodenmechanischer Laborversuche wurde zunächst verzichtet.



Die Aufschlußstellen wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel des in der oberhalb des Planungsgeländes verlaufenden Straße liegenden Abwasserkanals herangezogen, dessen NN-Höhe wir einem eingeholten Bestandsplan-Auszug entnommen haben.

Im Ergebnis unseres Nivellements fällt die GOF im Bereich der zur Diskussion stehenden Fläche von den am höchsten gelegenen Flächenteilen (KRB 5) zum tiefst-gelegenen Teil des Geländes (KRB 8) um ca. 13 m in Richtung der im SW unterhalb der Bahnlinie befindlichen Talniederung der Altefeld ab.

Die Lage der Aufschlußstellen kann dem unmaßstäblichen Lageplan der Anlage 1 zum vorliegenden Bericht entnommen werden. In der Anlage 2 sind die Bohrerergebnisse graphisch in Form von Bohrprofilen dargestellt. Die Kennzeichnung der Böden in der Anlage 2 erfolgt in Anlehnung an die Zeichen- und Buchstabenabkürzungen der DIN 4023.



3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Baugrundaufbau, Baugrundbeurteilung

Vorbemerkungen

Nach den Eintragungen im Blatt Schlitz der Geologischen Karte 1 : 25.000 (GK 25) wird der tiefere Untergrund am Standort von den Gesteinen des Mittleren Buntsandstein (Solling-Folge) und deren Verwitterungsbildungen aufgebaut. Der Festgesteinsuntergrund bzw. aufliegende, in-situ-Verwitterungsböden werden an Standorten vergleichbarer topographischer Lage häufig in wechselnder Stärke von Hangschuttablagerungen oder quartären Deckböden überlagert.

Die durchgeführten Untersuchungen haben die allgemeinen Vorabinformationen bzgl. des örtlichen Baugrundaufbaus im großen und ganzen bestätigt.

Unterhalb der vorhandenen GOF trafen unsere Erkundungsbohrungen zunächst einen ca. 30 - 40 cm mächtigen, durchwurzelten Ober- bzw. Ackerboden in der Körnung eines schwach bis stark schluffigen Sandes in grenzwertig weich- bis steifplastischer Ausbildung an.

An der Aufschlußstelle 1 wurden unterhalb des Oberbodens bis in ca. 3,2 m Tiefe gemischt-körnige Böden in lockerer bis mitteldichter Lagerungsstruktur erbohrt, die als aufgefüllt angesprochen wurden. An den anderen 9 Aufschlußstellen wurden im Ergebnis der Baugrunderkundung keine Auffüllungen nachgewiesen.

An den übrigen Aufschlußstellen folgen unterhalb des Oberbodenhorizontes in wechselnder, meist eher geringer Mächtigkeit bis in ca. 0,6 - max. 2 m Tiefe unter GOF quartäre Deckböden, die teils stärker sandig-schluffig, teils stärker kiesig ausgebildet sind und im Ergebnis der parallel zu den Bohrungen niedergebrachten Rammsondierungen eine mehrheitlich mitteldichte Lagerungsstruktur aufweisen.

Unterhalb der im Vortext beschriebenen Baugrundhorizonte trafen unsere Erkundungsbohrungen an der Mehrzahl der Aufschlußstellen Böden an, die nach Zusammensetzung, Farbe und Lagerungsstruktur bereits der Aufwitterungszone des unterlagernden Buntsandsteinfels zugeordnet wurden, eine mitteldichte bis dichte Lagerungsstruktur sowie in wechselndem Umfang steinig-blockige Gerölleinschaltungen aufweisen, die in den Widerstandslinien der Rammsondierungen in Form von Rammspitzen hervortreten.



Unterhalb der Verwitterungsböden, die in der Anlage 2 in der Signatur eines Felsersatz ausgehalten sind, bzw. örtlich bereits unmittelbar unterhalb der quartären Deckböden (\Rightarrow KRB 7) steht der verwitterte Sandsteinfels an. Der Schichtwechsel vom Felsersatz zum verwitterten Sandstein-, örtlich auch Schluffsteinfels ist in den Widerstandslinien der Anlage 2 am meist sprunghaften Anstieg der Sondierwiderstände gut erkennbar und liegt am Standort in wechselnden Tiefen ca. 1,4 - 3 m unter aktueller GOF (mehrheitlich in ca. 1,5 - 2 m Tiefe).

Es ist davon auszugehen, dass das rammtechnische Einbringen von Paneel-Trägern in den kompakten, verwitterten Sandsteinfels, im Gegensatz zum Felsersatz und den aufliegenden quartären Deckböden, nur mit Schwierigkeit möglich sein wird.

3.2 Erdbautechnische Klassifizierung / Homogenbereiche

Die zur Diskussion stehende Baumaßnahme wird unter Zugrundelegung des aktuell bekannten Kenntnisstandes im Hinblick auf die Homogenbereich-Definition vorläufig wie folgt eingestuft:

- Maßgebendes Gewerk: Rammarbeiten (DIN 18.304)
- Geotechnische Kategorie: GK 1

Im vorliegenden Fall werden für den innerhalb des erdbautechnisch relevanten Tiefenbereichs angetroffenen Baugrundaufbau mit Blick auf das Einbringen der Gründungspfosten der Solarpaneele folgende Homogenbereiche für die anstehenden Böden / Lockergesteine (L) definiert:

- L1** Durchwurzeltete Oberböden und schluffig-sandige quartäre Deckböden in weicher bis steifer Zustandsform bzw. mitteldichter Lagerung mit geringerem Anteil kiesig-steinig-blockiger Einschaltungen.
- L2** Mitteldicht bis dicht gelagerte quartäre Deckböden mit lagenweise höheren Anteilen kiesig-steiniger und z.T. blockiger Gerölleinschaltungen sowie Bunt-sandstein-Verwitterungs-Böden (Felsersatz) vergleichbarer Zusammensetzung und Lagerungsstruktur.
- F1** Verwitterter Sandsteinfels, örtlich im Wechsel mit verwittertem Schluffsteinfels.

Die Zuordnung der erbohrten Bodenhorizonte zu den vorgenannten Homogenbereichen ist in der Anlage 2 jeweils rechts neben den Bohrprofilen kenntlich gemacht. In den nachfolgenden Tabellen sind die im vorliegenden Fall definierten Homogenbereiche gem. den aktuellen normativen Beschreibungs-Kriterien tabellarisch aufgelistet bzw. beschrieben. In der letzten Tabellenzeile jedes Homogenbereichs wurde eine Korrelation zum alten Bodenklassen-System hergestellt.



L1

Kennwert / Eigenschaft	Zeichen	Einheit	
Anteil Steine (D > 63 mm)	-	%	< 5
Anteil Blöcke (D > 200 mm)	-	%	< 5
Anteil große Blöcke (D > 630 mm)	-	%	< 5
Konsistenz	-	-	weich bis steif
Plastizität	-	-	gering
Lagerungsdichte, Definition	-	-	-
Bodengruppe nach DIN 18.196	-	-	OU - SÜ - UL
Entsprechung alte DIN 18.300	Bodenklasse		3 - 4

L2

Kennwert / Eigenschaft	Zeichen	Einheit	
Anteil Steine (D > 63 mm)	-	%	lw. > 20
Anteil Blöcke (D > 200 mm)	-	%	k.A.
Anteil große Blöcke (D > 630 mm)	-	%	k.A.
Konsistenz	-	-	-
Plastizität	-	-	-
Lagerungsdichte, Definition	-	-	mitteldicht bis dicht
Bodengruppe nach DIN 18.196	-	-	SU/SÜ - GU/GÜ
Entsprechung alte DIN 18.300	Bodenklasse		3 - 5, örtl./lw. 6

F1

Kennwert / Eigenschaft	Zeichen	Einheit	
Benennung	-	-	Sandsteinfels / Schluffsteinfels
Verwitterung und Veränderungen Veränderlichkeit	-	-	veränderlich (Sst) stark veränderlich (Ust)
Raumorientierung der maßgebenden Trennflächen	-	-	k.A.
Trennflächenabstand	-	mm	k.A.
Gesteinskörperform	-	-	k.A.



3.3 Grundwasser

Im Zuge der geotechnischen Felduntersuchungen wurde an einigen Bohrstellen zwar eine lagenweise stärkere Durchfeuchtung einzelner Bodenhorizonte festgestellt, jedoch keine darüber hinaus gehenden Beobachtungen gemacht, die auf eine Grund- oder Schichtenwasserführung (eines oberflächennahen Grundwasserstockwerks) innerhalb des aufgeschlossenen Tiefenbereichs hingewiesen hätten. Zudem war in keinem der unverrohrten Bohrlöcher nach Abschluss der Bohrarbeiten ein meßbarer Wasserstand nachzuweisen.

Auf der Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes ist daher davon auszugehen, dass die am Standort anstehenden Böden im oberflächennahen, für die Gründung der Solarpaneele relevanten Tiefenbereich grundwasserfrei sind. Ihre natürlichen Wassergehalte werden in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen und Niederschlagsereignissen und den damit zusammenhängenden Versickerungsraten im Jahresverlauf variieren.

Der eigentliche Grundwasserspiegel im Standort-Untergrund dürfte erst in deutlich größerer Tiefe im Buntsandsteinfels liegen - mit einer damit zu unterstellenden, eher höheren Schutzwirkung der überlagernden Deckböden. Buntsandsteinfels dürften auch die beiden trinkwassertechnisch genutzten Tiefbrunnen des Wasserschutzgebietes verfiltert sein.

4. Kriegseinwirkungen

Ob mit Blick auf die im Zuge der Baumaßnahme erforderlichen Bodeneingriffe am Standort mit Kriegseinwirkungen gerechnet werden muß, kann nicht beurteilt werden. Daher wird im Vorfeld der Baumaßnahme eine diesbezügliche Anfrage beim zuständigen Kampfmittelräumdienst hinsichtlich einer evtl. Kampfmittelrelevanz für das Planungsgelände empfohlen. Einzelheiten ggf. erforderlicher Maßnahmen, z.B. vorbauzeitige und bauzeitige Hinzuziehung von Fachunternehmen zur Überprüfung auf Kampfmittel, wären dann dem Bescheid der Fachbehörde zu entnehmen.



5. Hydrogeologische Standort-Beurteilung

5.1 Gründung der Solarpaneel-Träger

Die in Reihen aufgestellten Solarpaneele werden auf Modulstützen aufgelagert. Diese werden, vergleichbar der Einbringung der Leitplanken-Trägern im Straßenbau, mittels spezieller Gerätschaften üblicherweise schlagend, in den Boden eingerammt. In der Regel betragen die Einramm-Tiefen ca. 2 m unter Gelände.

Im Ergebnis der Baugrunderkundung wurde die OK des am Standort den tieferen Untergrund aufbauenden Sandsteinfels mehrheitlich in ca. 1,5 - 2 m unter aktueller GOF angetroffen. Beim aktuellen Kenntnisstand ist somit davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der Paneel-Träger im Solarpark bis in die vorgenannte Tiefe mit konventioneller Rammtechnik eingebracht werden kann. Die ausführende Firma sollte jedoch im Vorfeld unter Zugrundelegung des vorliegenden geotechnischen Berichtes auf örtlich größere Eindringwiderstände und die Erfordernis des Einsatzes einer Rammgerätschaft mit hinreichend großer Rammenergie hingewiesen werden.

Verfahrensbedingt ist von erhöhten Wasserwegsamkeiten für die Versickerung von Oberflächen- und Niederschlagswasser im Bereich der erdeinbindenden Teile der Modulstützen nicht auszugehen. Durch das Einrammen entsteht zwischen dem Stützenträger und dem umgebenden Boden Mantelreibung. Über diese werden die Lasten der aufliegenden Konstruktion in den Baugrund eingeleitet. Auflockerungen, verbunden mit erhöhten Wasserwegsamkeiten, wären diesbezüglich eher kontraproduktiv.

Die Einramm-Tiefen der Paneel-Träger reichen mit den vorgenannten Tiefen nicht bis in den Bereich der wassergesättigten Bodenzone bzw. des erwartungsgemäß deutlich tiefer liegenden Grundwasserspiegels im Buntsandstein. Der Einsatz von verzinkten Stahlprofilen für die Paneel-Träger sollte auch vor diesem Hintergrund beim aktuellen Kenntnisstand unproblematisch sein.

Auf der Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes ist zusammenfassend einzuschätzen, dass die Gründung der Modulstützen im Bereich des geplanten Solarparks nach Art und Tiefe nicht das Potential hat, eine Beeinträchtigung des Grundwassers bzw. der Grundwasserneubildung herbeizuführen.

5.2 Verfüllung von Kabelgräben

Anzulegende Kabelgräben, für die Grabentiefen \leq ca. 0,6 m zu unterstellen sind, sollten nach Möglichkeit mit den beim Aushub anfallenden oder vergleichbaren Böden wieder verfüllt werden (durchwurzelter Oberböden ausgenommen).



5.3 Oberflächenabfluß und Versickerung

Es wird davon ausgegangen, dass die bislang größtenteils landwirtschaftlich genutzte, unversiegelte Fläche des geplanten Solarparks nach Beendigung der Bewirtschaftung für die zukünftige Nutzung einen durchgehenden (Gras-)Bewuchs erhält und hierdurch die Oberflächenabfluß- und Versickerungsverhältnisse aus hydrogeologischer Sicht weitgehend unverändert bleiben.

Die anstehenden Böden (belebte Bodenschicht, quartäre Deckböden, Felsersatz) weisen zwar, insbesondere oberflächennah, keine allzu großen Wasserdurchlässigkeiten, jedoch hohe nutzbare Feldkapazitäten auf, d.h. sie können, in Verbindung mit dem flächigen Bewuchs, relativ hohe Niederschlagsmengen binden, bevor es zu einem Oberflächenabfluß kommt.

Das Einrammen der Modulstützen bzw. Stützträger selbst führt aufgrund der geringen Querschnitts-Abmessungen derselben nicht zu einer nennenswerten Versiegelung der Gesamtfläche, auf welcher der Solarpark errichtet wird. Durch die geneigte Aufstellung der Solarpaneele sowie die Wahl eines ausreichend großen Abstandes zwischen den Modulreihen, der sich aufgrund der Erfordernis der Schaffung einer Zugänglichkeit für Unterhaltungs- und Wartungszwecke ohnehin ergeben dürfte, sollte nach Einschätzung des Unterzeichners davon auszugehen sein, dass der Effekt der "Niederschlags-Abschattung" unterhalb der Modulreihen, bezogen auf die Gesamtfläche des Solarparks, eher vernachlässigbar ist. Beobachtungen bzgl. der Bewuchs-Situation unter den Solarmodulen vorhandener Solarparks andernorts lassen jedenfalls nicht den Schluß zu, dass es hier zu nennenswerten Beeinträchtigungen der Sickerraten bzw. zu einem lokal erhöhten Oberflächenabfluß auf den unterhalb der Solarpaneele anstehenden Böden kommt.

Beim aktuellen Kenntnisstand ist auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrunderkundung sowie der Ausführungen im Vortext einzuschätzen, dass eine Erfordernis zur Ausbildung von "Mulden bzw. Kiespackungen unter den Tropfkanten der Modulreihen" zur Verbesserung der Oberflächenabfluß-Verhaltens am Standort des geplanten Solarparks Budenrain nicht besteht.

5.4 Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen

Sollten im Bereich des geplanten Solarparks Transformatoren aufgestellt werden, sind diese wegen der darin enthaltenen Betriebsmittel (Isolierung, Kühlung) als Anlagen gem. § 62 WHG einzustufen. Aufgrund der Lage in der Schutzzone III eines Wasserschutzgebietes ist zu fordern, dass im Solarpark aufzustellende Transformatoren über entsprechende Schutzvorrichtungen verfügen (Auffangwannen mit Sensorvorrichtungen zur Benachrichtigung im Havariefall), um den Austritt wassergefährdender Stoffe in den Untergrund dauerwirksam zu verhindern.



6. Schlußbemerkungen

Die vorliegende hydrogeologische Stellungnahme hat mögliche Auswirkungen der geplanten Freiflächen-PV-Anlage Budenrain hinsichtlich evtl. Beeinträchtigungen des Oberflächenabflusses und der Versickerung in den oberflächennahen Bodenbereich und damit letztlich einer evtl. Beeinträchtigung der lokalen Grundwasserneubildung zum Gegenstand.

Die vorliegende hydrogeologische Stellungnahme ist nur in ihrer Gesamtheit verbindlich.


(Klaus-Friedrich Obermanns)
Dipl.-Geol.



2 Anlagen:

Anlage 1: Bohrplan
Anlage 2: Bohrprofile

Verteiler:

FW GROUP, Künzell: 3 x und 1 x per E-Mail
PLANUNGSBÜRO DAGMAR SIPPEL,
Großenlüder: 1 x per E-Mail



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Vorgang und Aufgabenstellung	1
2.	Durchgeführte Untersuchungen	2
3.	Untersuchungsergebnisse	4
3.1	Baugrundaufbau, Baugrundbeurteilung	4
3.2	Erdbautechnische Klassifizierung / Homogenbereiche	5
3.3	Grundwasser	7
4.	Kriegseinwirkungen	7
5.	Hydrogeologische Standort-Beurteilung	8
5.1	Gründung der Solarpaneel-Träger	8
5.2	Verfüllung von Kanalgräben	8
5.3	Oberflächenabfluß und Versickerung	9
5.4	Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen	9
6.	Schlußbemerkungen	10