



HPC AG
Am Stadtweg 8
06217 Merseburg
Telefon: +49(0)3461-341-0
Telefax: +49(0)3461-341-332

Projekt-Nr.

Ausfertigungs-Nr.

Datum

2154330

3 / 3

15. März 2017

Aschehalden II/III und IV in Halle-Trotha

Verträglichkeit der Errichtung und des Betriebes einer Photovoltaikanlage

Ergänzungsbericht

Auftraggeber

**EVH GmbH
Bornknechtstraße 5
06108 Halle (Saale)**

**Bearbeiter: Dipl.-Ing. Harald Kubatz
Dipl.-Geol. Thomas Schwengfelder**

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Anlass und Aufgabenstellung	3
2. Untersetzung des Begriffes „ökologische Bauweise“	4
3. Hauptmerkmale der standortbezogenen „ökologischen Bauweise“	6
3.1 Einflussfaktoren	6
3.2 Rammen als bevorzugte Gründungsvariante	6
3.3 Minimierung von Bodenverdichtungen	7
3.4 Einfluss der Überdeckung auf den Bewuchs	9
4. Eingriffe in den Untergrund und abzuleitende Arbeitsschutzmaßnahmen	9

1. Anlass und Aufgabenstellung

Die Stadtwerke Halle, EVH GmbH, beabsichtigen eine Nachnutzung ihrer ehemaligen Aschedeponien II/III und IV in Halle-Trotha als Standorte für die Energiegewinnung aus Photovoltaikanlagen.

Die Aschedeponien sind mit einer Rekultivierungsschicht abgedeckt, die wasserhaushaltlich wirksam ist. Im Rahmen von Nachsorgeuntersuchungen wurde die Wirksamkeit und die ordnungsgemäße Stilllegung der Deponien überprüft. Das im Rahmen der Stilllegung und Nachsorge zuständige Landesverwaltungsamt LVwA Sachsen-Anhalt hat die ehemaligen Deponie inzwischen aus der Nachsorge entlassen. Damit ist der Standort nicht mehr nach Abfallrecht (KrWG, DepV) zu betrachten, sondern unterliegt Bodenschutz- und Wasserrecht.

Die HPC AG wurde am 30.11.2015 beauftragt, folgende Prüfungen vorzunehmen:

- Beurteilung der Standsicherheitssituation unter Berücksichtigung vorliegender Altgutachten sowie Durchführung von Untersuchungen zur Setzungsempfindlichkeit und Tragfähigkeit
- Beurteilung der wasserhaushaltlichen Wirkung der Rekultivierungsschicht nach Belegung der Deponieflächen mit Photovoltaikelementen in weitem, d.h. begrünungsbegünstigendem Aufstellungsraster mit herkömmlicher Gründung

Der vom 15.01.2016 datierende Bericht wurde nach Verteilung an die Behörden durch die EVH umgehend wieder eingezogen, da die Entscheidung auf Antragstellung zur Errichtung einer PVA auf den Zeitpunkt nach Entlassung aus der Nachsorge geändert wurde. Teilweise war der Bericht durch Behörden jedoch schon als Dokument erfasst und in Bewertungen integriert worden. Insofern ist der nun vorliegende Bericht als Ergänzung und zur Vertiefung spezifischer Fragen gedacht.

Die Ergänzung soll weiterführende Erläuterungen zu den folgenden Fragestellungen enthalten:

1. Erläuterungen zur Untersetzung des Begriffes „ökologische Bauweise“, der durch den Bericht eingeführt wurde. In diesem Zusammenhang ist die verträgliche Bodenpressung der beim flächenhaften Aufbau der Module einzusetzenden Fahrzeuge auf der Haldenfläche zu definieren.
2. Die Eingriffe in den Untergrund und der Wiedereinbau des Aushubmaterials für Grabenaushub und Einpflügen der Erdung werden unter Umwelt- und Schadstoffgesichtspunkten gutachterlich bewertet.
3. Gefährdungen für die beim Errichten der PVA auf der Fläche Tätigen werden bewertet. Im Ergebnis werden Verhaltensanforderungen und Arbeitsschutzmaßnahmen konzipiert.

2. Untersetzung des Begriffes „ökologische Bauweise“

Im Bericht von 15.01.2016 wird der Begriff „ökologische Bauweise“ in Bezug auf eine PVA eingeführt und wie folgt charakterisiert:

- weite Abstände der Modulreihen mit folglich minimierter Abschattung,
- geringe Erosionsgefahr, da keine Aufstellung der Module auf geneigten Flächen,
- minimierte Aufstellfläche durch Aufstellung auf Rammpfählen,
- schonende Bauweise ohne schwere Technik zur Vermeidung schädlicher Bodenverdichtung.

Da der Begriff in der Literatur noch nicht für derartige Bauwerke in Gebrauch ist, sollen nachfolgend nähere Erläuterungen dazu erfolgen, weshalb dieser Begriff gewählt wurde und auf welchen konkreten Kriterien seine Anwendung beruht.

Schon bei den ersten Überlegungen, eine PVA auf den Trothaer Aschehalden zu errichten, wurden die besonderen Standortbedingungen gewürdigt. Es war in jedem Fall zu berücksichtigen, dass die für die Aschehalden gewählte Abdeckung seine Funktion dauerhaft behalten muss.

Die Funktion der Haldenabdeckung entspricht der einer Rekultivierungsschicht mit wasserhaushaltlichen Aspekten unter rein qualitativen ökologischen Gesichtspunkten. Folgende Funktionen sind damit zu gewährleisten:

- Abdeckung der Aschen, um Verwehungen zu verhindern
- Rekultivierung als Grundlage für die Begrünung.
- Wasserhaushaltliche Speicherung von Niederschlägen und Reduzierung der Sickerwassermengen durch Verdunstung über die Begrünung. Damit wird die Fracht an löslichen Schadstoffen aus der abgelagerten Asche in das Grundwasser reduziert.

Die Errichtung und der Betrieb einer PVA haben demnach so zu erfolgen, dass die erforderliche Funktionalität des Abdecksystems nicht signifikant beeinträchtigt wird.

Insofern wurden Ansätze gewählt, und überprüft, die diesem Umstand Rechnung tragen. Die für den Standort angepasste Bauweise weist folgende Merkmale auf. Die ökologisch optimierten Faktoren sind fett hervorgehoben:

Gestellsystem als ökologische Bebauungsvariante:

- *Einfüßiges Gestellsystem mit **zentraler Stütze***

- **Gründung mit Rammprofilen**, maximale Eindringtiefe 1,5 m
- Maximale Gestellhöhe inkl. Module 2 m über GOK
- Minimale Gestellhöhe (Modulunterkante über GOK) 0,6 m
- Modultisch 2-reihige Modulmontage (hochkant)
- **Mindestabstand der Module 1cm zur Niederschlagsverteilung**
- **Gestellneigung 15° zur Verringerung der Beschattung**
- Reihenabstand Gestellsystem (Pfosten zu Pfosten) Minimum 6,2 m
- **Maximale Bebauungszahl des Geländes 0,4**

Transportfahrzeuge/Baufahrzeuge mit geringer Bodenpressung:

- Rammgerät mit Kettenfahrwerk bis maximal 2,5 Tonnen
- Radlader bis 7,5 Tonnen
- Bobcat mit Kettenfahrwerk maximal 1,5 Tonnen
- Minibagger mit Kettenfahrwerk maximal 1,5 Tonnen
- PKW/Kleintransporter bis 3,5 Tonnen

Erdarbeiten/Tiefbau:

- Gründung der 5 Trafostationen ca. 1m tief (Errichtung Schotterbett frostoffrei) auf einer Fläche von jeweils ca. 5x3 m
- Erstellung der Erdungsanlage (Erdergräben mit einer kleinen Grabenfräse) maximale Eindringtiefe 0,3m in einem Rastermaß von ca. 40x40m
- Kabeltiefbau für die Datenleitungen, Gleichstrom-, Wechselstrom-, und Hochspannungsverkabelung auf dem Gelände in einer maximalen Verlegetiefe von 0,7 m
- Der Erdaushub wird beim Verschließen der Kabelgräben vollständig in die Gräben zurück eingebracht und verdichtet

Einfriedung:

- Zaunanlage mit einer Gesamthöhe von maximal 2,3 m inkl. Übersteigenschutz auf Dammkrone
- Pfostengründung Zaunanlage mit Bohrfundament maximale Tiefe 0,7 m
- Pfostenabstand ca. 3m

Wartungs,- und Betriebswege:

- **Nutzung der vorhandenen Grundstückszuwegung inkl. Auffahrt auf den Deponiekörper**
- Wartungsweg in Nord/Süd Achse des Geländes als **wasserdurchlässiger Schotterrasen** maximale Breite ca. 3,5m

3. Hauptmerkmale der standortbezogenen „ökologischen Bauweise“

3.1 Einflussfaktoren

In der nachfolgenden Tabelle sind Faktoren getrennt nach Errichtung und Betrieb aufgelistet, die Einfluss auf die Funktion der Haldenabdeckung haben.

Einflussfaktor	Errichtung	Betrieb
Gründungsvariante	X	X
Bodenverdichtung durch Fahrzeuge	X	
Überdeckung Bewuchs (Verschattung, Niederschlag)		X

Tab. 1: Einflussfaktoren auf die Bodenverdichtung

3.2 Rammen als bevorzugte Gründungsvariante

Üblicherweise kommen zwei Gründungsvarianten zum Einsatz. Aus Tragfähigkeitsgründen und um die Oberflächenabdichtung nicht zu durchstoßen werden auf Aschenhalden teilweise Betonfundamente eingesetzt, die mit einer vergleichsweise hohen Aufstandsfläche auf der Oberfläche der Rekultivierungsschicht aufgesetzt werden. Eine frostfreie Gründung erfolgt in diesem Zusammenhang nicht. Die Nachteile dieser Gründungsvariante sind bezogen auf die Erhaltung der Funktionalität der Rekultivierungsschicht leicht nachzuvollziehen und liegen in der:

- starken Bodenverdichtung durch hohes Transportaufkommen während der Errichtung mit Dauerfolgen beim Betrieb aufgrund beeinträchtigten Pflanzenwachstums durch zu befürchtende reversible Bodenverdichtungen. Die Folge wäre eine Erhöhung der Sickerwasserrate.
- signifikanten Verringerung der wirksamen Verdunstungsoberfläche durch die Aufstandsflächen der Betonfundamente mit resultierender deutlichen Erhöhung der Sickerwasserrate in der Betriebsphase.

Als effiziente Gründungsmethode hat sich die Gründung mittels Rammpfählen durchgesetzt. Allerdings wird bei dieser Methode ein vorliegendes Oberflächenabdichtungssystem perforiert. Verständlicherweise ist deshalb bei Oberflächenabdichtungssystemen mit Folien oder Tondichtung eine deutliche Erhöhung der Sickerwasserrate zu befürchten und von daher nicht empfehlenswert.

Anders ist die Situation beim vorliegenden Fall einer homogenen Rekultivierungsschicht, die in erster Linie mit ihrer Wasserspeicherkapazität und ihrem Verdunstungspotential aufgrund des Bewuchses wirkt, zu bewerten.

Aufgrund der natürlichen Flexibilität der Rekultivierungsschicht legt sich der Boden nach dem Rammen wieder eng an die Rammprofile an. Möglicherweise entstehende Rammkanäle schließen sich wieder. Von großer Bedeutung für die Bewertung ist in diesem Zusammenhang, dass die Rammpfähle jeweils unter den Modultischen angeordnet sind. Die unmittelbare Benetzung mit Niederschlag und der konzentrierte Ablauf in den Boden entlang des Rammprofils ist damit verhindert.

Die Gründungsvariante wurde bei der Wasserhaushaltsberechnung (Anlage im Bericht vom 15.01.2016) berücksichtigt und hat die Funktionalität der wasserhaushaltlich wirksamen Rekultivierungsschicht bestätigt und ist im konkreten Einzelfall somit ökologisch vorteilhaft zu bewerten.

Die Einwirkung der Modultische durch Verschattung auf das Pflanzenwachstum werden in einem späteren Abschnitt bewertet.

3.3 Minimierung von Bodenverdichtungen

Wenn eine Bodenverdichtung zu Gefügeveränderungen führt, die anhaltende negative Auswirkungen auf die Funktionen des Bodens haben, liegt eine Bodenschadverdichtung vor, die das Wurzelwachstum einschränkt.

Die Bodenverdichtung durch Überfahren ist von vielen Einflussgrößen abhängig. Das Gewicht eines Fahrzeugs überträgt sich über die Auflagefläche seiner Räder oder seines Kettenlaufwerks auf den Untergrund und belastet diesen. Das Fahrzeuggewicht wirkt über den spezifischen Bodendruck, der sich vereinfacht ausgedrückt, aus dem Gesamtgewicht des Fahrzeugs geteilt durch die Auflagefläche berechnet. Bei Reifen spielt neben der Radlast der Reifendruck eine wichtige Rolle. In der Landwirtschaft werden deshalb bei der Feldbearbeitung deutlich niedrigere Reifendrücke als bei Straßenfahrten bis maximal 1 bar empfohlen.

Als Faustformel für Reifenfahrzeuge gilt, dass Bodendruck und Reifendruck sich annähernd gleich verhalten.

Die SI-Einheit des Bodenrucks ist Pascal ($100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar}$).

Folgende Fahrzeuge kommen bei der Errichtung der PVA zum Einsatz:

Transportfahrzeuge/Baufahrzeuge:

- Rammgerät mit Kettenfahrwerk bis maximal 2,5 Tonnen
- Radlader bis 7,5 Tonnen
- Bobcat mit Kettenfahrwerk maximal 1,5 Tonnen
- Minibagger mit Kettenfahrwerk maximal 1,5 Tonnen
- PKW/Kleintransporter bis 3,5 Tonnen

Die ausgewählten Kettenfahrzeuge verfügen aufgrund ihrer großen Aufstandsfläche und den niedrigem Gesamtgewicht über vergleichsweise günstige Bodendrücke.

Ein kritischer Bodendruck kann durch den zum Einsatz kommenden Radlader erzeugt werden, wenn sein Reifendruck nicht reguliert wird. Nachstehend erfolgt der Nachweis mit dem öffentlich zugänglichen Programm *terrano light*.

Zum Ansatz kommt ein leichter und mittelfeuchter Boden. Die Verdichtungsgefährdung kann bei einer Radlast von 2 t mit einem Reifendruck unter 0,9 bar verhindert werden.

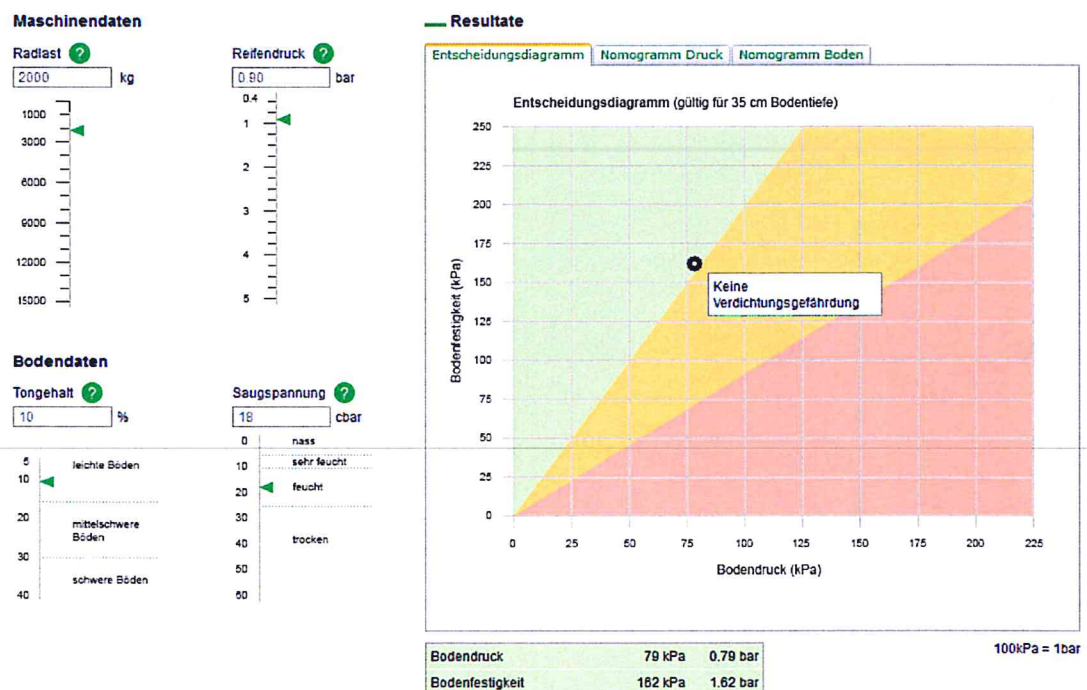


Abb. 1: Entscheidungsdiagramm Verdichtungsgefährdung (*terrano light*)

Nach der Errichtung wird die Abdeckchicht nicht mehr befahren.

Der Schlüssel zu optimaler Bodenschonung und Zugkraftumsetzung ist der angepasste Luftdruck. Niedriger Luftdruck ermöglicht eine große Aufstandsfläche mit niedrigem Kontaktflächendruck. Bei Radialreifen kann im Normalfall davon ausgegangen werden, dass der Bodendruck in 10 cm Tiefe in etwa dem Reifendruck entspricht. Der minimale Reifenluftdruck ist abhängig von Reifentyp, Reifengröße, Nutzlast bzw. Tragfähigkeit und Fahrgeschwindigkeit. Diese Zusammenhänge sind in den Reifenluftdrucktabellen bzw. Betriebsanleitungen der Reifenhersteller dargestellt.

Zur Verhinderung schädlicher Bodenverdichtungen sind bei der Errichtung der PVA folgende Verhaltensregeln zu beachten:

1. Ausreichendes Abtrocknen der Flächen abwarten;
2. Maschinengewichte, Achs- und Radlasten so weit wie möglich reduzieren;
3. So wenig Überfahrten wie nötig durchführen.
4. Kettenfahrzeuge oder Reifenfahrzeuge mit angepasstem, abgesenktem Reifeninnendruck einsetzen.

Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die Bodenverdichtung im Falle einer Gründung mittels aufgelegter Betonfertigteile transportbedingt deutlich höher ausfallen würde als bei der ökologischen Bebauungsvariante.

3.4 Einfluss der Überdeckung auf den Bewuchs

Der Einfluss der Überdeckung wurde schon hinreichend in den Wasserhaushaltsberechnungen (siehe Anhang zum Bericht vom 15.1.2016) gewürdigt. Wie die dort in Anlage 2 dokumentierte Bemaßung der Modultische zeigt, sind vergleichsweise flache Aufstellwinkel und große Tischreihenabstände geplant, die die Verschattung der Bodenoberfläche minimieren und sich dadurch im ökologischen Sinne bewuchsfördernd auswirken.

4. Eingriffe in den Untergrund und abzuleitende Arbeitsschutzmaßnahmen

Die Errichtung der PVA erfolgt auf einer ehemaligen Deponie. Aus diesem Grunde sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen bei den Baumaßnahmen zu berücksichtigen, die im Zusammenhang mit eingriffen in den Untergrund stehen. Hintergrund der Vorsichtsmaßnahmen ist der Umstand, dass auf einer Deponie üblicherweise Stoffe abgelagert wurden, die nicht verwertbar oder sogar gefährlich waren.

Grundsätzlich sind die Aschedehalden Trotha in diesem Zusammenhang als reine Monodeponien für Kraftwerksaschen aus der Braunkohlenverfeuerung in Kraftwerk Trotha einzuordnen. Es wurden ausschließlich die benannten

Kraftwerksaschen eingespült. Es ist nicht bekannt, dass auch andere bzw. gefährlichere Stoffe zur Ablagerung kamen.

Ebenso sind schädliche Ausgasungen aufgrund des mineralischen Stoffbestands, der zur Ablagerung kam, nicht zu befürchten.

Das Gefährdungspotential von Braunkohlenaschen, die auf dem direkten Pfad, also z.B. durch Berührung oder Kontakt zur Haut sowie durch Einatmen oder orale Aufnahme auf den Menschen einwirken ist vergleichsweise gering.

Die starke alkalische Wirkung der Aschen lässt mit der Ablagerungszeit nach. Die Schwermetallgehalte der Aschen sind vergleichsweise niedrig.

Eine weitere mögliche Gefahrenquelle stellt neben dem Deponiegut selbst die Rekultivierungsschicht dar. Die Rekultivierungsschicht wurde am Standort durch die gezielte Aufbereitung von Klärschlämmen mit der abgelagerten Asche zu einem erdähnlichen Substrat hergestellt. Zum einen resultiert die mögliche Gefährdung aus dem Aschenanteil und zum anderen aus dem Klärschlammanteil.

Es wurden nur Klärschlämme eingesetzt, die die Grenzwerte der Klärschlammverordnung für das Ausbringen auf Ackerböden einhalten. Die Rekultivierungsschicht hat im Laufe der Jahre durch Mahd und Mulchung an der Oberfläche eine Humusschicht ausgebildet und ist somit weitgehend abgedeckt.

Für auf der Fläche Tätige besteht deshalb keine Gefährdung, sofern vorsorglich kein unmittelbarer dermalen Kontakt zum abgelagerten Material bzw. der Rekultivierungsschicht hergestellt wird. Das Begehen und Befahren des Standortes sowie die erforderlichen Ramm- und Montagearbeiten sind -bezogen auf die Schadstoffsituation im Untergrund- gefahrfrei möglich.

Bei Eingriffen in den Untergrund, z.B. durch Schacht- und Gründungsmaßnahmen kann das Deponiegut freigelegt werden. Zumindest wird die schützende Vegetationsschicht beseitigt und es können lokal dermale sowie Staubexpositionen für die Beschäftigten auftreten.

Aufgrund der Umsetzung einer ökologischen Bauweise, s.o., sind die Schachtmaßnahmen im Untergrund auf folgende Maßnahmen beschränkt:

- Verlegung der Hauptleitungstrassen
- Setzen von Trafostationen

Die Hauptleitungstrassen werden durch übliche Tiefbauarbeiten (Grabenaushub bis ca. 0,7 m Tiefe) hergestellt. Dabei wird überwiegend das jeweils anstehende Material der Rekultivierungsschicht bzw. möglicherweise auch Deponiegut (Asche) mit dem Bagger aufgenommen und zur Wiederverfüllung seitlich abgelegt. Aus Umwelt- und Arbeitsschutzgründen sollte die Leitungsverlegung und Wiederverfüllung zeitnah erfolgen, damit das Aushubmaterial so

kurzzeitig wie möglich frei an der Oberfläche liegt, da das Aushubmaterial bei Austrocknung zur Staubentwicklung neigen kann.

Freigelegtes Aschenmaterial ist separat aufzunehmen und wieder als unterste Lage einzubauen.

Im Zusammenhang mit den Erdbaumaßnahmen und der Leitungsverlegung kann es erforderlich sein, dass die Gräben durch Beschäftigte betreten werden müssen. Zur Verhinderung von dermalen Kontakten sind für diese Arbeiten neben der unten angeführten standardmäßigen persönlichen Arbeitsschutzausrüstung zusätzlich Einwegschutzzanzüge verpflichtend zu tragen.

Die Verlegung der Erdungsleitungen erfolgt mittels Einpflügen, so dass in diesem Zusammenhang, ähnlich wie beim Rammen der Pfähle, kein Material aus dem Untergrund aufgenommen werden muss.

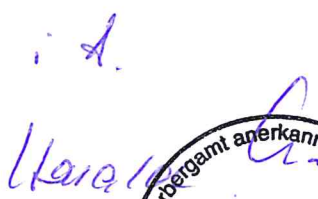
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die potentiellen Gefährdungen für die mit der Errichtung der PVA Beschäftigten sehr gering sind und sich bei Einhaltung der Arbeitsschutzvorgaben nicht realisieren können.

Vorsorglich sollten dazu die in der nachfolgenden Verhaltensanforderung fixierten Arbeitsschutzmaßnahmen zwingend umgesetzt werden:

- Das Ess-, Trink- und Rauchverbot für die Arbeitsbereiche ist strikt umzusetzen. Für die Pausen sind gesonderte Aufenthaltsbereiche auszuweisen, an die ein Sanitärtrakt (Toiletten, fließendes Wasser, Umkleieräume) angebunden ist.
 - Reinigungsanlage für Stiefel und Schuhe.
 - Tragen der persönlichen Schutzausrüstung (Arbeitsschuttschuhe und Handschuhe).
 - Bei trockener Witterung ist bedarfsweise ein Staubschutzfilter einzusetzen.
-
- Bei Arbeiten in Baugruben: Tragen von Einwegschutzzanzügen

HPC AG


Dipl. Geol. Thomas Schwengfelder
Projektleiter


Dipl.-Ing. Harald Kubatz
Sachverständiger
