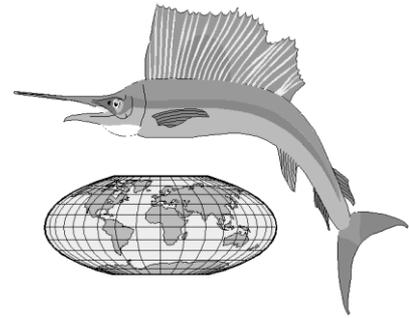


Geo-Dive

Inh. Dr. Thomas Pohl
Sachsenhofstr.10
09599 Freiberg



An

Lausitz Energie Bergbau AG

Herr Torsten Bahl
Leagplatz 1
03050 Cottbus

Kurzbericht zum Projekt:

Cottbuser Ostsee und Gefährdungspotential für Taucher
an einer aquatisch positionierten Solaranlage

Freiberg, den 21.02.2022

1. Einleitung

Diese Kurzstudie beschäftigt sich mit der Gefährdungsbeurteilung für Taucher an einer geplanten aquatisch positionierten Solaranlage im Cottbuser Ostsee und schlägt Lösungsansätze vor.

Eine Besichtigung der Unterwasserlandschaft und deren Einzugsgebiet ist aktuell noch nicht möglich, da der Cottbuser Ostsee sich noch in Flutung befindet. Damit sind detailliertere Einschätzungen noch nicht möglich.

Es liegen 2 unterschiedliche Anlagenkonzepte vor, die im Folgenden als Sol-Anlage 1 und Sol-Anlage 2 benannt werden.

Die geplante Sol-Anlage 1 (System Fa. Zimmermann) wird maximal ca. 460 m x 260 m groß werden (Stand 10/2021). Der Tiefgang der Schwimmkonstruktion soll maximal ca. 0,5 m betragen. Die Wassertiefe an der Stelle beträgt im Mittel ca. 2,7 m, aber mindestens 2 m. Die gesamte Konstruktion wird mittels Dalben an der Position gehalten. Ein Wellenbrechersystem (max. Wellenhöhe von 1,4 m) bzw. Prallschutz für Boote ist der Schwimmkonstruktion voraussichtlich vorgeschaltet. Die geplante Laufzeit der kompletten Anlage ist auf 30 Jahre Nutzung konzipiert.

Die geplante Sol-Anlage 2 (System Fa. Ocean Sun) hat ein anderes Konzept. Sie besteht aus einem ringförmigen System, das aus dünnen hydroelastischen Polymerträger-Schwimmmembranen besteht (UV-beständig und 10-12 mm dick), auf der die PV-Module flach aufliegen.

Die Fläche wird durch einen HDPE Ring aufgehängt, welcher auch für den Auftrieb der Anlage sorgt. Aufgrund dieses Ringsystems, dessen Dicke an das Projekt angepasst wird (Bsp. d=40 cm dicke 15,38 mm), ist auch kein Wellenbrecher für die Anlage notwendig. Der Ring hat einen Durchmesser von ca. 71 m (Membran ca. 69 m + Ringstruktur). Die Materialien sind für den Gebrauch in Trinkwasser-Reservoirs zugelassen.

Im Projektlayout wurden 3 Anlagen der Sol-Anlage 2 nebeneinander, südlich der Hauptanlage berücksichtigt. Die Anlage hat kaum Tiefgang, ca. 0,3 m, und schwimmt auf der Wasseroberfläche. Die Wassertiefe beträgt auch in diesem Bereich im Mittel 2,7 m, mindestens 2 m.

Die Position der Sol-Anlage 2 wird ebenfalls mittels Dalben stabilisiert (Anlage 3, Bild 5).

Vom Auftraggeber wurden Fotos der geplanten Konstruktion sowie der aquatischen Positionierung zur Verfügung gestellt (Siehe Anlagen 1 und 3).

Die Detaillierung der Ausführungsfestsetzungen erfolgt mit der Qualifizierung des Bebauungsplans vom Vorentwurf zum Entwurf. (ANLAGE 1 zur Begründung – Vorhabenbeschreibung)

Das geplante Einsatzgebiet liegt isoliert im freien Flachwasser und hat mindestens einen Abstand zur nächsten Uferlinie von ca. 300 m.

2 Kernfragen sind zu beleuchten:

Einerseits eventuelle, von dieser Anlage ausgehende, potentielle Risiken für Taucher zu identifizieren und andererseits ggf. die Prävention durch geeignete Maßnahmen im Vorfeld aufzuzeigen.

An dieser Stelle darf bzw. muss an die Eigenverantwortung der Taucher appelliert und hingewiesen werden!

2. Sachlage und Gefährdungsbeurteilung für Taucher

Für die Sachlage und Beurteilung der Gefahrenlage ist von lizenzierten, d.h. ausgebildeten Tauchern, auszugehen.

Die unterschiedlichen Anlagenkonzepte (Sol-Anlage 1 und 2) spiegeln sich teilweise auch in der Gefährdungsbeurteilung wieder.

Die zusammenhängende überdeckte Fläche der Sol-Anlagen, und damit die Größe und Dimension der geplanten Gesamtanlage im aquatischen Milieu, muss nach der bildhaften Darstellung (Anlage 1, Bild 1) als potentielles Risiko für Taucher eingeschätzt werden.

Gleiches gilt für Sol-Anlage 2, deren Fläche außerdem mit der Wasseroberfläche abschließt.

Die ersichtlichen streifenartigen Verbindungen (Sol-Anlage 1) der einzelnen Solarelementmodule (dachförmig) über der Wasseroberfläche und das scheinbar größere reale Platzangebot unter diesen Solarelementen mildern diese Einschätzung jedoch deutlich ab. Das sollte im Folgenden noch klarer werden.

Bei Sol-Anlage 2 bleibt das potentielle Risiko allerdings bestehen, da die komplette Fläche an der Wasseroberfläche abgeschlossen wird und ein "Eistauch- bzw. Höhlentauchgefühl" verbunden mit entsprechenden möglichen Angstzuständen entstehen kann. Ein eventuelles Auftauchen bleibt verwehrt. Dennoch ist es zumindest möglich, die Membran von unten anzuheben, sollte man diese untertauchen (Aussage der Herstellerfirma).

Deutlich als Sperrzone gekennzeichnete Technische Anlagen und durch gut sichtbare Hinweise (Piktogramme und Schrift) für alle Taucher verständlich gemachte Sachlage appelliert nicht nur an die Eigenverantwortung der Taucher, sondern fordert diese ein. Auch zu erwartende Personengruppen der Nachbarländer sollten diese Warnhinweise gut umsetzen können, da die Tauchausbildung auf Basis international einheitlicher Grundlagen geregelt ist.

Die geplante aquatische Positionierung der Anlagen hat eine große räumliche Entfernung zum Ufer einerseits sowie einen bzw. mehrere Schilf- oder Pflanzengürtel (Bildvorlage) mit paralleler Lage zum Ufer andererseits als ernstes Hindernis des möglichen Untertauchen's für zufällige Tauchtouristen. Nach der bisherigen Planzeichnung und der endgültigen Wasserlinie sind im freien Wasser keine Angaben über Schilf - oder andere Pflanzengürtel erkennbar. Außerdem hält die geplante oberflächennahe Wellenbrecherinstallation (Sol-Anlage 1) und der schwimmende Begrenzungsring (Sol-Anlage 2) geplante Tauchgänge mit Oberflächenkontakt fern. Somit ist von einer weiteren Abschwächung des anzunehmenden Risiko's von Tauchgefährdung nach dem heutigen Kenntnisstand (12 /2021) auszugehen.

Ein unbeabsichtigtes Untertauchen der Anlagen und der vorgeschalteten oberflächlichen Hinweise (Wellenbrecher, Sperrbojen, usw.) aus mangelnder Erfahrung, geringen horizontalen Sichtweiten oder das beliebte "Abkürzen" aus den unterschiedlichsten Situationen heraus, ist nicht auszuschließen, aber als eventuelles potentielles Risiko zu behandeln. Beim Konzept der Sol-Anlage 2 ist ein Untertauchen unbedingt zu erschweren, da die geschlossene Oberfläche mit 71 m im Durchmesser im schlechtesten Fall eine sehr heikle taucherische Risikosituation darstellt (Gasverbrauch, Angst bis zu Panik).

Trotzdem kann nach menschlichem Ermessen ein aktives Betauchen der Anlagen-Zone mit plötzlichem Auftauchen unter bzw. an der Anlagengrenze mit Kopfkollision, hängen bleiben bzw. verhaken mit der Ausrüstung, nicht ausgeschlossen werden, auch in Kombination mit eventuellen Angelsehnen, altem Tauwerk oder ähnlichen Befestigungen oder deren Relikten. Dies gilt vor allem für die Sol-Anlage 1.

Weiterhin sind erhebliche Wellenbewegung oder Dünung und damit in Verbindung stehender Oberflächenströmung oder Drift ein Grund für unabsichtlichem Kontakt mit der Anlage. Auf großen Seenflächen sind kurze Wellenamplituden ein nicht zu unterschätzendes Problem (Wetterwechsel, Gewitter, Windböen). Beispielsweise auch auf dem Senftenberger See nicht

selten zu beobachten.

Die geplante Wellenbrecherkonstruktion sollte diese Situationen deutlich entschärfen. Das Begrenzungsringssystem des Konzeptes Sol-Anlage 2 sollte nach den vorliegenden Fakten ebenfalls ausreichen.

Eine eventuelle Kollision oder ein wie auch immer geartetes Verkeilen oder Verhängen, wird nicht unwesentlich vom scharfkantigen Design bzw. dem "korrosivem Schärfen" von Bauteilbegrenzungen/Kanten (z.B. rostige Nähte/Kanten, Schraubverbindungen, Verformungen durch Wellenschlag, etc.) beeinflusst. Ein evtl. scharfkantiger Bewuchs, d.h. sessiler Benthos, z.B. Muscheln, sind weniger als gefährdend zu betrachten, wenn auch zu erwarten. Nach den zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen kommen bevorzugt unbedenkliche Kunststoffe zum Einsatz sowie Edelstahl. Somit sind eher die Korrosionsprozesse der Wasserwechselzone dominierend zu betrachten im Vergleich zu den hydrochemischen Prozessen.

Auch die leidige "Neugier" bzw. das "Vertauchen" durch mangelnde Orientierung und /oder Kompassablenkung durch eingebrachte Materialien ist nicht selten in Tauchgewässern zu beobachten. Da die Wahrnehmung und Anwendung deutlich vom Überwasser gewohnten Erfahrungen abweicht.

Die Thematik der Dekompression ist aufgrund der beschriebenen Flachwasserbereiche unkritisch. Erschöpfte Taucher als Problem sind eher als Einzelfall zu betrachten.

Mittelfristig sind sicher auch Tauchfreunde der Foto- / Videoszene zu erwarten.

Erwähnenswert ist eine weitere optionale Risikogruppe der Tauchgefährdung durch die bautechnischen Eingriffe in den Unterwasserteil, also dem vorhergehenden bergbaulich genutzten Untergrund. Durch die sorgfältige Installation (Bauausführung) sind Unterspülungen, oder Kippmomente bei bzw. nach Sturmereignissen oder evtl. Grundwasserzutritten als sehr gering einzustufen. Das gilt ebenso für eingebrachte Ketten oder Stahlseile und deren Verankerungen (geplante Dalben, Metallanker). Zitat: "Die Verankerung im Seeboden (statisch-dynamische Auslegung) erfüllt in allen drei Varianten die Norm EN 1991 (Einwirkung auf Tragwerke)", nach vorliegender Vorhabenbeschreibung.

Die Thematik erinnert wiederum an die Eigenverantwortung der Taucher, niemals unter Ketten oder Ankersystemen wegen der Schlaggefahr zu tauchen. Außerdem muss das Gebiet als Sperrzone definiert werden und in die zugänglichen Wassernutzungskarten eingetragen sein.

3. Lösungsansätze für Taucher an der großflächigen Solaranlage

Notwendig sind auf jeden Fall Warneinrichtungen die einfach zu installieren und auch zu warten sind bei beiden Konzepten.

An der Wasseroberfläche Sperrung der Anlage mittels gelber Sperrbojen. In der aktuellen Vorhabenbeschreibung bereits vorgesehen.

Weiterhin kann das NICHT Untertauchen der Anlage durch rot-weiß quer-gestreifte bzw. rot-gelb quer-gestreifte vertikale Bänder aus Kunststoff mit geringer Beschwerung (Metall oder Keramikschrot, Bleiblättchen, oder Ähnliches) kenntlich gemacht und damit deutlich erschwert werden (Abb. 1).

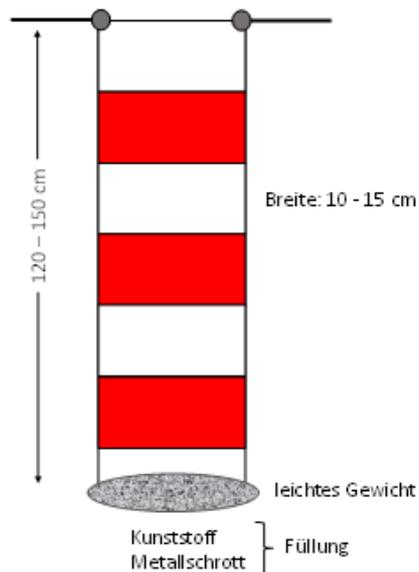


Abb 1.: Schema eines Kunststoffbandes rot/weiß oder auch gelb/weiß

Eine Alternative ist oder ist in Kombination mit den Bändern auch eine rot/weiße handelsübliche Kunststoffkette, die unbedenklich verwendet werden kann. (Siehe Abb. 2)

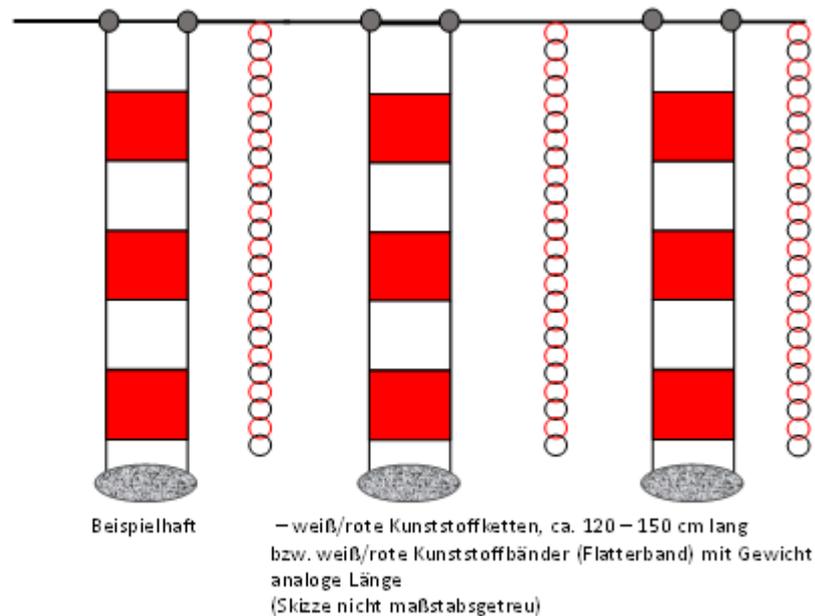


Abb. 2: Kombinationsvorschlag Bänder mit Kunststoffketten

Die vorgeschlagene Farbgebung dient der besseren Sichtbarkeit unter Wasser, trotz Biofilme, Algen, Sediment-Trübe, oder Ähnlichem.

Aus diesem Grunde bewähren sich auch bekannte internationale Straßenschilder mit (!) kurzen Ketten, frei hängend, und ergänzen die Unterwasser Warneinrichtungen (Anlage 1, Bild 2 a, b). Die Bilder in Anlage 2, (3 a, b) zeigen aus der Unterwasser-Praxis deutlich die Sichtbarkeit und beispielhafte Wirkung der Hinweis- oder Sperrschilder aus Steinbrüchen der Region Leipzig. Hier geht es nicht um die verkehrstechnische Bedeutung der Schilder, sondern um die preiswerte Anwendung langlebiger Schilder auf der einen Seite und die internationale, vertraute Bedeutung der Schilder auf der anderen Seite.

Wesentlichen Einfluss auf die Psyche, Stressresistenz und Handlungsfähigkeit der Taucher, insbesondere in der unbeabsichtigten Situation des Untertauchens der großen Anlage wie bereits beschrieben, hat die horizontale Sichtweite. Im Süßwasser sind Sichtweiten von 2-6 m üblich und werden als gut eingestuft. Als schlecht sind Sichtweiten von weniger als 1 m bis 2 m oder darunter zu betrachten. Dabei spielt die Schulterbreite und ein ausgebreiteter Arm eine große Rolle. Damit sind die Abstände der Hinweise (Schilder, Ketten, Bänder, usw.) Unterwasser entsprechend anzupassen. Als Kompromiss schlage ich Abstände von ca 2-5 m für die Bänder/Ketten-Kombi vor (siehe Abb. 2). Die Anzahl und der Abstand der Warnschilder mit breit hängenden Ketten sollten die Dimension der Solaranlage abbilden. Als Orientierung würde ich 2-5 m Breite von Kette zu Kette mit dem Schild in der Mitte auf ca. 1,0 m Wassertiefe vorschlagen und je nach finaler Position der gesamten Anlage zur potentiellen Antauchrichtung von Tauchern in 5-25 m Abständen zur Anlage selbst. Die finale konstruktive Anordnung bestimmt letztendlich die Abstände. So sind jederzeit auch 2-5 m oder Abwandlungen kein Problem.

Da Taucher immer zu zweit unterwegs sein sollten (Buddy-Team-Prinzip) bei mittlerer Sicht, sollte ein Teil der Hinweise immer sichtbar sein.

Bei bewusster Wahrnehmung der Anlage durch den Taucher, wird erfahrungsgemäß versucht über Grund diese unangenehme Situation (über Mir ist ein Deckel!) "sicher" zu verlassen. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes (sandig, schluffig, schlammig, weiße "Nebel" (Bakterien), usw.) ist dann auch der Abstand zum realen Grund praktisch definiert. In dieser Situation sind die installierten Anker- und Dalbensysteme mit ihren Befestigungen die Orientierung der Wahl. Hier sind bei der Bauausführung, wenn möglich, Markierungen in Form von Zahlen oder breiten Farbringen (oder ähnlichem) sicher hilfreich. Im Fall des Falles sind dies alles Hilfen, die diese Situation entschärfen können, auch wenn prinzipiell in diesem Sperrgebiet nicht getaucht werden darf. Gerade bei der Unterwassergestaltung der Sol-Anlage 2 sollten Orientierungspfeile, farbige Ringe oder Punkte oder Symbole (Kompass, etc.) angebracht werden, die jeweils zum "Außen- Rand" zwingend führen. 71 m "Höhle" sind Unterwasser eine gewaltige Distanz und Angst der schlechteste Ratgeber für die richtige Richtung.

Hier sollten natürlich keine neuen Gefahrenquellen durch diese Einrichtungen entstehen, die ein verhängen, verklemmen oder vergleichbare Situationen provozieren (z.B. Wellenschlag, Oberflächenströmung, geringe Sichtweiten). Eine feste Verstrebung ist deshalb ungünstig.

Ebenfalls sind keine festen Gitter- oder Stangen zum Boden zu empfehlen, da diese auch lokale Strömungsänderung erzeugen können. Diese Änderungen wirken auf Akkumulation von Sedimenten bzw. erosionsfördernd, führen zur verstärkten Veralgung bzw. fördern mächtigere Biofilme. Ebenfalls möglich ist die stärkere Förderung von sessilem Benthos (z.B. Muscheln, *Dreissena polymorpha*, (PALLAS, 1771))

Die organisierte zyklische Wartung der Unterwasserbereiche mit Reinigung, Kontrolle und evtl. Austausch von Komponenten sollte in die wartungsfreundliche Gestaltung der Unterwasserteile der Anlage wie auch der Zugang durch Boote Berücksichtigung finden. Die entsprechende Bewertung ist dann am besten durch Taucher durchzuführen, die in diesen Fragestellungen erfahren und trainiert sind.

4. Zusammenfassung:

Betrachtet wurde die Gefährdungsbeurteilung für Taucher an geplanten aquatisch positionierten Solaranlagen unterschiedlicher konstruktiver Konzepte im Cottbuser Ostsee. Lösungen wurden vorgeschlagen.

Die geplante Sol-Anlage 1 (System Fa. Zimmermann) wird maximal ca. 460 m x 260 m groß werden (Stand 10/2021). Der Tiefgang der Schwimmkonstruktion soll maximal ca. 0,5 m betragen. Die Wassertiefe an der Stelle beträgt im Mittel ca. 2,7 m, aber mindestens 2 m. Die gesamte Konstruktion wird mittels Dalben und Ankersystem an der Position gehalten. Ein Wellenbrechersystem (max. Wellenhöhe von 1,4 m) ist der Schwimmkonstruktion vorgeschaltet. Die geplante Laufzeit der kompletten Anlage ist auf 30 Jahre Nutzung konzipiert.

Die geplante Sol-Anlage 2 (System Fa. Ocean Sun) hat ein anderes Konzept. Sie besteht aus einem ringförmigen System, dass aus dünnen hydroelastischen Polymerträger-Schwimmmembranen besteht (UV-beständig und 10-12 mm dick) auf der die PV-Module flach aufliegen.

Die Fläche wird durch einen HDPE Ring aufgehängt, welcher auch für den Auftrieb der Anlage sorgt. Durch diesen Ring, dessen Dicke an das Projekt angepasst wird (Bsp. d=40 cm dicke 15,38 mm), ist auch kein Wellenbrecher für die Anlage notwendig. Der Ring hat einen Durchmesser von 71 m (Membran 69 m + Ringstruktur). Die Materialien sind für den Gebrauch in Trinkwasser-Reservoirs zugelassen. Im Projektlayout wurden 3 Anlagen der Sol-Anlage 2 nebeneinander südlich der Hauptanlage berücksichtigt. Die Anlage hat kaum Tiefgang, ca. 0,3 m und schwimmt auf der Wasseroberfläche. Die Wassertiefe beträgt auch in diesem Bereich im Mittel 2,7 m, mindestens 2 m.

Mittels Dalben wird die Position der Sol-Anlage 2 stabilisiert (Anlage 3, Bild 5).

Die zusammenhängende überdeckte Fläche, und damit die Größe und Dimension der geplanten Gesamtanlage im aquatischen Milieu muss nach der bildhaften Darstellung (Anlage 1, Bild 1; Anlage 3, Bild 4) als potentiell Risiko für Taucher eingeschätzt werden. Besonders bei der Sol-Anlage 2 ist ein Untertauchen der Anlage maximal zu erschweren.

Als Reduzierung des potentiellen Gefahrenrisikos ist die Position der Anlage in Relation zum Ufer, die vorgeschaltete Wellenbrecheranlage (Konzept 1) sowie das schwimmende Ring-system" (Konzept 2), die zum jetzigen Zeitpunkt vorhandene geringe Wahrscheinlichkeit von zufälligen Tauchern und die Eigenverantwortung der Taucher zu nennen.

Die potentiellen Gefährdungen für Taucher wurden umfassend betrachtet und auch auf Taucher der Nachbarländer hingewiesen. Warneinrichtungen zur Sicherung und Prävention Über wie auch Unterwasser wurden vorgeschlagen und erläutert.

Dazu zählen Überwasser die einzurichtende Sperrzone mit gelben Bojen und der Eintrag in alle relevanten Wassernutzungskarten neben zusätzlichen Hinweisen mit Piktogrammen.

Unterwasser verhindern die Umsetzung der Lösungsvorschläge ein bewußtes Untertauchen der Anlage und eine zügige Warnung und Hilfestellung bei unbeabsichtigtem Untertauchen der Anlage.

Bei der Bewertung wurde auf umsetzbare Vorschläge Wert gelegt, welche den geforderten Schutz der Taucher und der Anlage sicherstellen.

Das Sondergebiet mit seiner geplanten Überwassergestaltung, den geplanten oberflächennahen und unter- Wassermaßnahmen stellt somit kein akutes Risiko für Taucher dar.

Die potentiellen Risiken wurden beleuchtet. Prinzipiell ist innerhalb der Anlagen bzw, des Sondergebietes das Tauchen verboten und wird gekennzeichnet. Lizensierte Taucher haben Risikobewertung und Eigenverantwortung gelernt.

Anlage 1:

Bild 1: Solaranlage 1 (technischer Überblick)



Anlage 2:

Bild 2 a, b: Beispiele bekannter Sperrscheiben aus dem internationalem Straßenverkehr

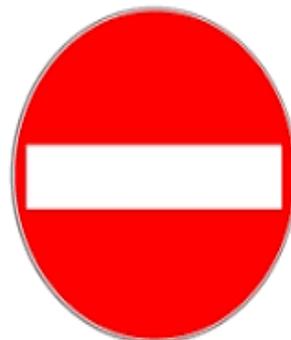
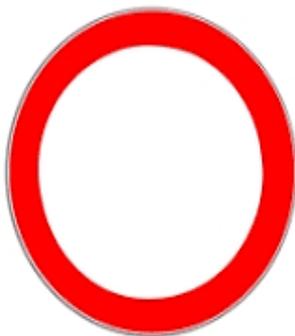




Bild 3 a, b: Fallbeispiele der Sichtbarkeit der Hinweis- oder Sperrschilder Unterwasser in Steinbrüchen um Leipzig (Quelle: TAZA Tauchverein)



Anlage 3:

Bild 4: Solaranlage 2 (technischer Überblick)

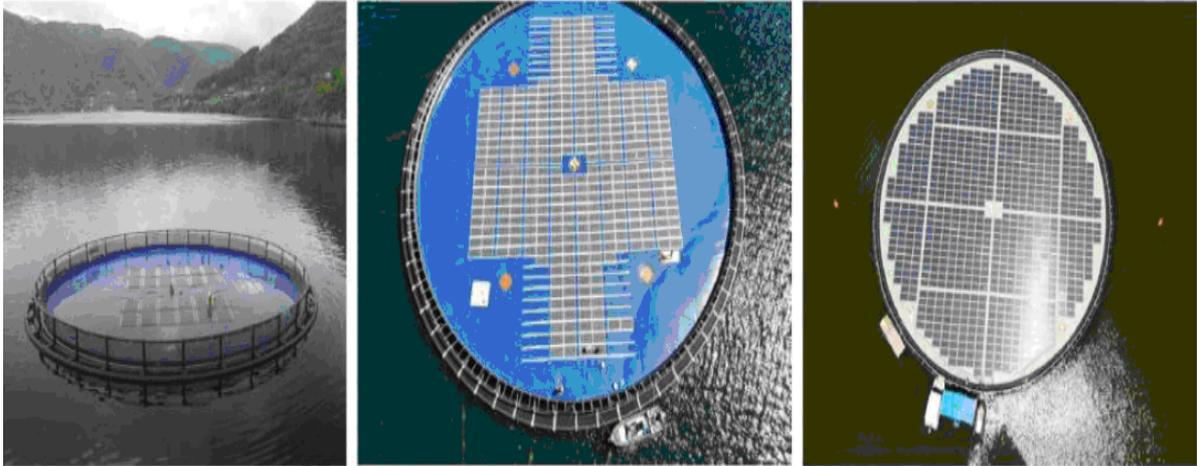


Bild 5: Solaranlage 2, Position der Dalben (technischer Überblick)

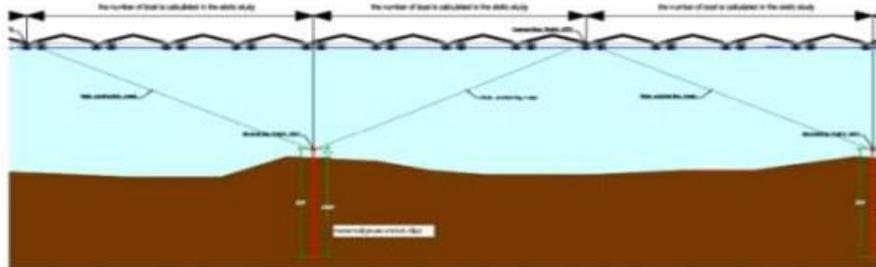


Abbildung 5: Unterkonstruktion -Schematischer Aufbau Verankerung Rechteckstruktur mittels Metallanker | Quelle: Zimmermann PV Floating



Abbildung 6: Unterkonstruktion -Schematischer Aufbau Verankerung Ringstruktur mittels Dalben | Quelle: Ocean Sunf