
Verankerungsdesign und Ankerkräfte für die schwimmende PV-Anlage Stürmlinger See – Deutschland mit E-W-Ausrichtung und 12° Modulneigung

Kunde:

BayWa r.e. Solar Projects GmbH

Arabellastraße 4

81925 München

Dokumentname: BLC-074-2403-prePRT-Rev2

März 2023

Dieses Dokument mit Anhängen enthält vertrauliche und/oder rechtlich geschützte Informationen. Wenn Sie nicht der richtige Adressat sind oder die Dokumente irrtümlich erhalten haben, informieren Sie bitte sofort den Absender und vernichten Sie die Dokumente. Das unerlaubte Kopieren sowie die unbefugte Weitergabe der Dokumente sind nicht gestattet. Das Originaldokument wurde in deutscher Sprache verfasst. Wir übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit des Dokuments und der Beschreibungen bei Übersetzungen in andere Sprachen.

Brühl, 24. März. 2023



Blue C GmbH

Zur Gabjei 75, 50321 Brühl

mobil: +49 151 10634122

web: www.blueC.engineering



Prof. Dr.-Ing. A. Hildebrandt

(Geschäftsführer)



Dipl.-Ing. A. Michl

(Geschäftsführer)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 4 |
| TABELLENVERZEICHNIS | 4 |
| 1. PROJEKTSTANDORT | 5 |
| 2. BEMESSUNGSANKERKRÄFTE UND ÜBERPRÜFUNG DER ANKER | 7 |
| 2.1. Wellenbrecher | 9 |
| 3. ANKERLAYOUT..... | 10 |
| 3.1. Verankerungskomponenten..... | 12 |
| 3.2. Erwartete Seillängen..... | 14 |
| 4. BAGGERKONZEPT | 19 |
| 5. ZUSAMMENFASSUNG | 20 |
| A. ANHANG | 21 |
| A.1. Zimmermann PV Stahlbau GmbH & Co. KG..... | 21 |
| A.2. Gleistein Mega Twin Flex MAX 26 mm | 22 |
| A.3. Gleistein Mega Twin Flex MAX 32 mm | 23 |
| A.4. Green Pin Bow Shackle BN GPGHMB25 | 24 |
| A.5. Green Pin DNV Master Link GMLDNV26 | 25 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Lage von Stürmlinger See in Deutschland (Quelle: Google Earth)..... | 5 |
| Abbildung 2: Layout der schwimmenden PV-Anlage in der ersten Bauphase, Draufsicht | 6 |
| Abbildung 3: Layout der schwimmenden PV-Anlage in der zweiten Bauphase, Draufsicht | 6 |
| Abbildung 4: Darstellung des Wellenbrechers..... | 9 |
| Abbildung 5: Übersicht der Verankerungspunkte und Seillagen der FPV-Anlage im ersten Bauabschnitt | 10 |
| Abbildung 6: Übersicht der Verankerungspunkte und Seillagen der FPV-Anlage im zweiten Bauabschnitt ... | 11 |
| Abbildung 7: Darstellung der Verankerungskomponenten bei Unterwasserverankerung..... | 12 |
| Abbildung 8: Schematische Darstellung der benötigten Verankerungskomponenten..... | 13 |
| Abbildung 9: Definition der Seillänge..... | 14 |
| Abbildung 10: Wasserlevel Schwankung | 14 |
| Abbildung 11: Winkeldefinition der Ankerseile | 14 |
| Abbildung 12: Übersicht des Bewegungsmaßes der FPV-Anlage | 15 |
| Abbildung 13: Konzeptskizze der Verankerung des Baggers bei großem FPV-Layout..... | 19 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Bemessungslasten aus Wind- und Wellenlasten des kleinen Systems | 7 |
| Tabelle 2: Bemessungslasten aus Wind- und Wellenlasten des großen Systems..... | 8 |
| Tabelle 3: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im ersten Bauabschnitt | 16 |
| Tabelle 4: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im zweiten Bauabschnitt (1/2)..... | 17 |
| Tabelle 5: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im zweiten Bauabschnitt (2/2)..... | 18 |
| Tabelle 6: Übersicht der benötigten Verankerungskomponenten | 20 |

1. Projektstandort

Die schwimmende PV-Anlage Stürmlinger See befindet sich in Deutschland (Abbildung 1). Die Koordinaten des Projektstandorts sind 48°55'47.12"N und 8°17'11.92"E. Die FPV-Anlage besteht in der ersten Bauphase aus 1.230 Booten und einer Inverterreihe und in der zweiten Bauphase aus 2.766 Booten und einer Inverterreihe. Die erwartete Leistung beträgt in der ersten Bauphase ca. 12 MWp und in der zweiten Bauphase ca. 26,75 MWp.



Abbildung 1: Lage von Stürmlinger See in Deutschland (Quelle: Google Earth)

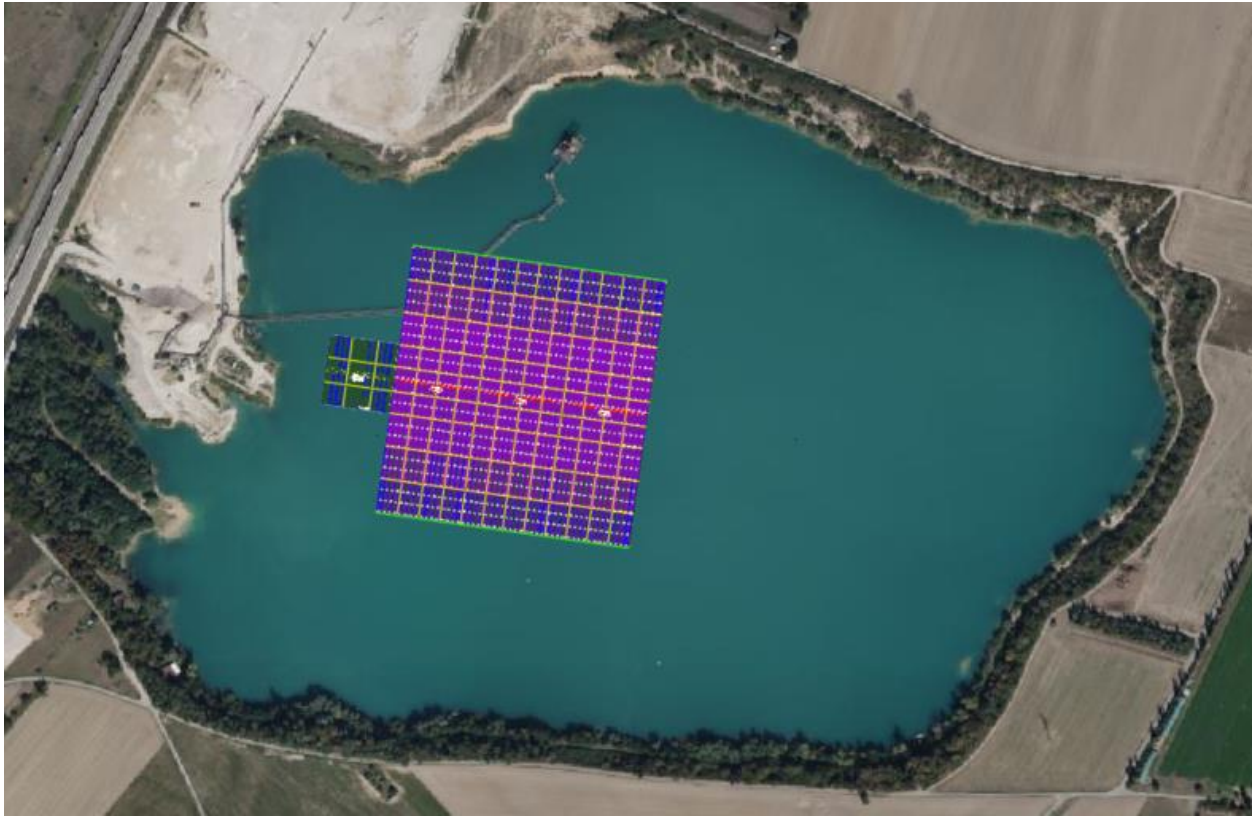


Abbildung 2: Layout der schwimmenden PV-Anlage in der ersten Bauphase, Draufsicht



Abbildung 3: Layout der schwimmenden PV-Anlage in der zweiten Bauphase, Draufsicht

2. Bemessungsankerkräfte und Überprüfung der Anker

In der folgenden Tabelle sind die vorläufigen Bemessungslasten für die beiden Hauptwindrichtungen aufgeführt. Die Bemessungswindlast pro Bootsreihe wird anhand der charakteristischen Windkraft pro Bootsreihe in Kombination mit den Beiwerten γ_Q (1,50) und KFI (1,00) bestimmt. Dieser Wert multipliziert mit der Anzahl der Bootsreihen ergibt die Bemessungswindlast für das gesamte Feld. Die Windlast pro Bootsreihe ist je nach Windzone unterschiedlich und wird unter Einbezug von durchgeführten Windkanaltests für das ZIM System ermittelt. In ähnlicher Weise wird die Bemessungswellenlast berechnet, die mit Hilfe von numerischen Modellen für die standortabhängigen Windwirklängen auf dem See und für die entsprechenden Wellenrichtungen bestimmt wird. Die charakteristische Wellenlast pro Bootsreihe wird summiert und mit den Faktoren γ_Q (1,50) und KFI (1,00) multipliziert.

| Lasten in X-Richtung (W-O) | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|---|--------------------------|---|--|--|---|
| Reihen | Reihenaufbau | F_k [kN] (Charakteristischer Wert der Windkraft für eine Reihe) | $F_d = F_k \cdot \gamma_Q \cdot k_{fi}$ | | $W_{i,k}$ [kN] (Charakteristischer Wert der Gesamtwindkraft) | $W_{i,d}$ [kN] (Bemessungswert der Gesamtwindkraft) | $W_{w,d}$ [kN] (Bemessungswert der Gesamtwellenkraft) | H_d [kN] (Bemessungswert der horizontalen Gesamtkraft) |
| | | | F_d [kN] (Bemessungswert der Windkraft für eine Reihe) | Anzahl der Reihen [Stk.] | | | | |
| 1 - 9, 16 - 24 | 48 Boote | 20.54 | 30.81 | 18 | 536.21 | 804.32 | 129.60 | 933.92 |
| 10 - 15 | 61 Boote | 25.64 | 38.46 | 6 | | | | |
| IV + T | 61 Wechselrichter + 4 Trafo | 12.61 | 18.91 | 1 | | | | |
| Lasten in Y-Richtung (N-S) | | | | | | | | |
| Reihen | Reihenaufbau | F_k [kN] (Charakteristischer Wert der Windkraft für eine Reihe) | $F_d = F_k \cdot \gamma_Q \cdot k_{fi}$ | | $W_{i,k}$ [kN] (Charakteristischer Wert der Gesamtwindkraft) | $W_{i,d}$ [kN] (Bemessungswert der Gesamtwindkraft) | $W_{w,d}$ [kN] (Bemessungswert der Gesamtwellenkraft) | H_d [kN] (Bemessungswert der horizontalen Gesamtkraft) |
| | | | F_d [kN] (Bemessungswert der Windkraft für eine Reihe) | Anzahl der Reihen [Stk.] | | | | |
| 1 - 13 | 6 Boote + 1 Wechselrichter | 1.80 | 2.70 | 13 | 307.45 | 461.17 | 103.80 | 564.97 |
| 14- 61 | 24 Boote + 1 Wechselrichter | 5.64 | 8.46 | 48 | | | | |
| - | 4 Trafo | 13.41 | 20.11 | 1 | | | | |

Tabelle 1: Bemessungslasten aus Wind- und Wellenlasten des kleinen Systems

Lasten in X-Richtung (W-O)

| Reihen | Reihenaufbau | F _k [kN] (Charakteristischer Wert der Windkraft für eine Reihe) | F _d =F _k *V ₀ *k _{fi} | | W _{1,k} [kN] (Charakteristischer Wert der Gesamtwindkraft) | W _{1,d} [kN] (Bemessungswert der Gesamtwindkraft) | W _{a,d} [kN] (Bemessungswert der Gesamtwellenkraft) | H _d [kN] (Bemessungswert der horizontalen Gesamtkraft) |
|----------------|------------------------------|---|--|--------------------------|--|---|---|--|
| | | | F _d [kN] (Bemessungswert der Windkraft für eine Reihe) | Anzahl der Reihen [Stk.] | | | | |
| 1 - 9, 16 - 24 | 112 Boote | 45.65 | 68.47 | 18 | 1149.32 | 1723.99 | 64.80 | 1788.79 |
| 10 - 15 | 125 Boote | 50.75 | 76.12 | 6 | | | | |
| IV + T | 125 Wechselrichter + 7 Trafo | 23.16 | 34.74 | 1 | | | | |

Lasten in Y-Richtung (N-S)

| Reihen | Reihenaufbau | F _k [kN] (Charakteristischer Wert der Windkraft für eine Reihe) | F _d =F _k *V ₀ *k _{fi} | | W _{1,k} [kN] (Charakteristischer Wert der Gesamtwindkraft) | W _{1,d} [kN] (Bemessungswert der Gesamtwindkraft) | W _{a,d} [kN] (Bemessungswert der Gesamtwellenkraft) | H _d [kN] (Bemessungswert der horizontalen Gesamtkraft) |
|---------|-----------------------------|---|--|--------------------------|--|---|---|--|
| | | | F _d [kN] (Bemessungswert der Windkraft für eine Reihe) | Anzahl der Reihen [Stk.] | | | | |
| 1 - 13 | 8 Boote + 1 Wechselrichter | 2.23 | 3.34 | 13 | 683.88 | 1025.81 | 190.20 | 1216.01 |
| 14- 125 | 24 Boote + 1 Wechselrichter | 5.64 | 8.46 | 112 | | | | |
| - | 7 Trafo | 23.46 | 35.19 | 1 | | | | |

Tabelle 2: Bemessungslasten aus Wind- und Wellenlasten des großen Systems

Es wurde für das Projekt „Stürmlinger See“ eine Vorbemessung für eine Verankerung unter Wasser durchgeführt.

2.1. Wellenbrecher

Ein Wellenbrecher wird aufgrund des im See operierenden Baggers im Norden und Süden der Anlage empfohlen. Der Einfluss des Wellenbrechers wurde in den Bemessungsankerkräften bereits berücksichtigt.

Die Beschaffenheit des möglichen Wellenbrechers ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Wellenbrecher besteht aus miteinander verbundenen langen und kurzen Stahlkomponenten inklusive Auftriebskörpern. Die Schwimmkörper sind dabei zum Teil mit Wasser gefüllt, sodass der Wellenbrecher auf der gleichen Höhe liegt wie die Solarboote. Dadurch wird die Trägheit und effektive Funktionsweise des Wellenbrechers erhöht.

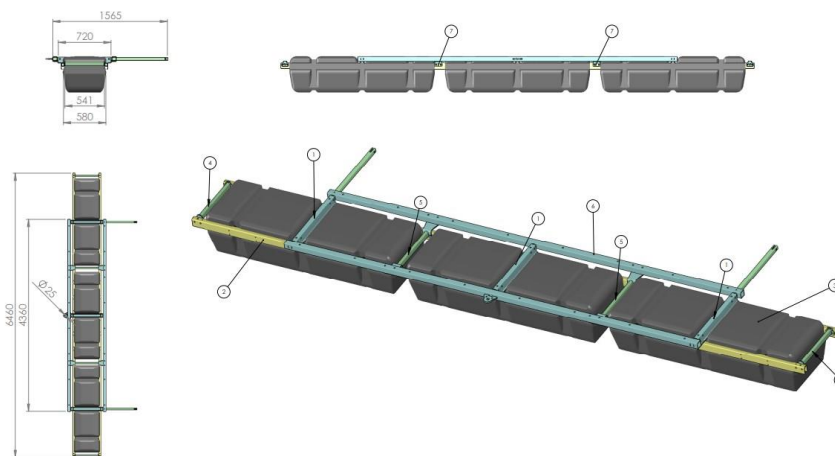


Abbildung 4: Darstellung des Wellenbrechers

3. Ankerlayout

Die Verankerung der Floating-PV-Anlage erfolgt unter Wasser. Die Anlage wird mithilfe von Ankerbooten und Verankerungsleinen, die mit individuellen horizontalen und vertikalen Winkeln unter der Anlage bis zum Boden gespannt verlaufen, an den Ankern befestigt.

Für die Anker wird eine gleichmäßige Verteilung der gesamten horizontalen und vertikalen Lasten angestrebt. Die tatsächlichen Ankerlasten werden je nach finaler Anker-Seillänge und ausrichtung, Wasserstandschwankung und final installierter Ankerkopfposition aktiviert. Nach der Installation und Einmessung der Ankerköpfe werden mit dynamischen Simulationen die gleichmäßige Lastverteilung und Feinanpassung der Seillängen berechnet.

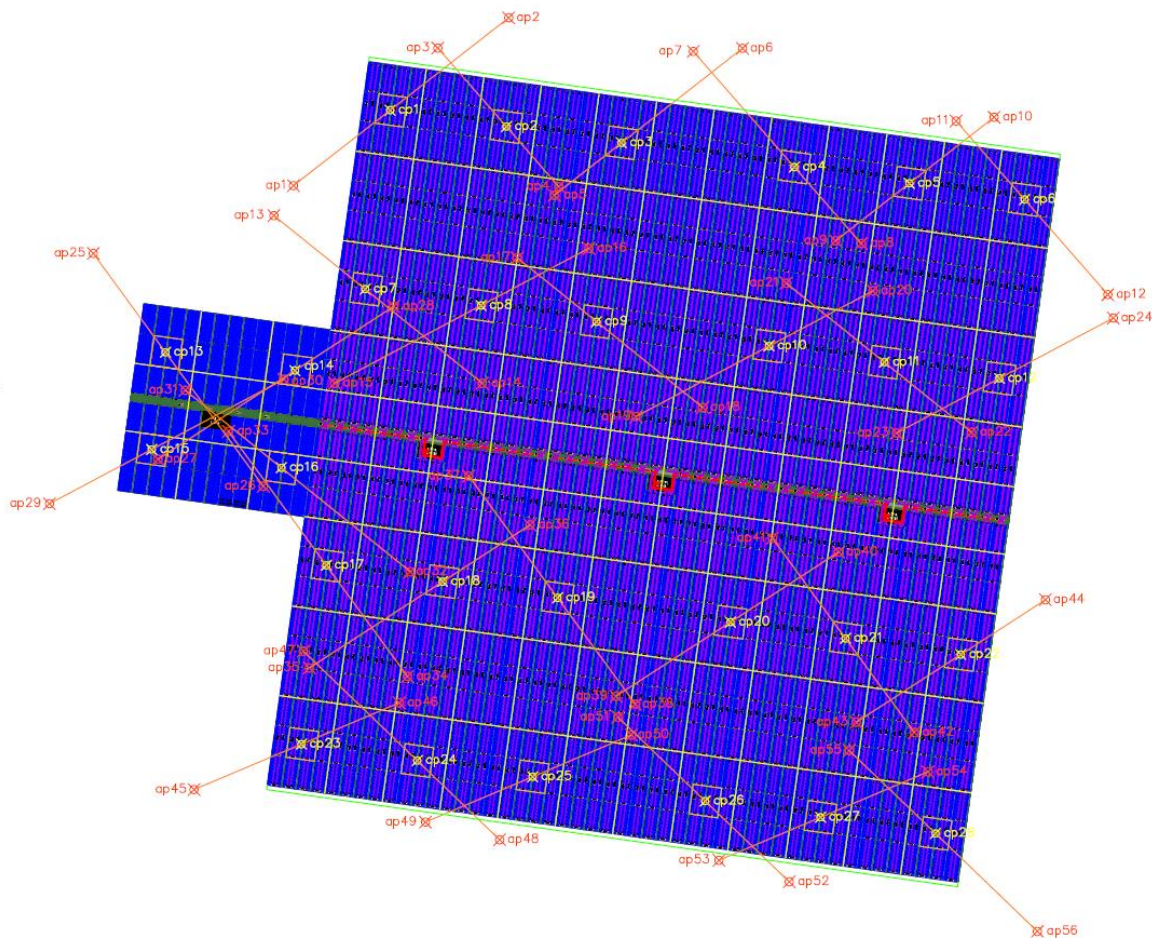


Abbildung 5: Übersicht der Verankerungspunkte und Seillagen der FPV-Anlage im ersten Bauabschnitt

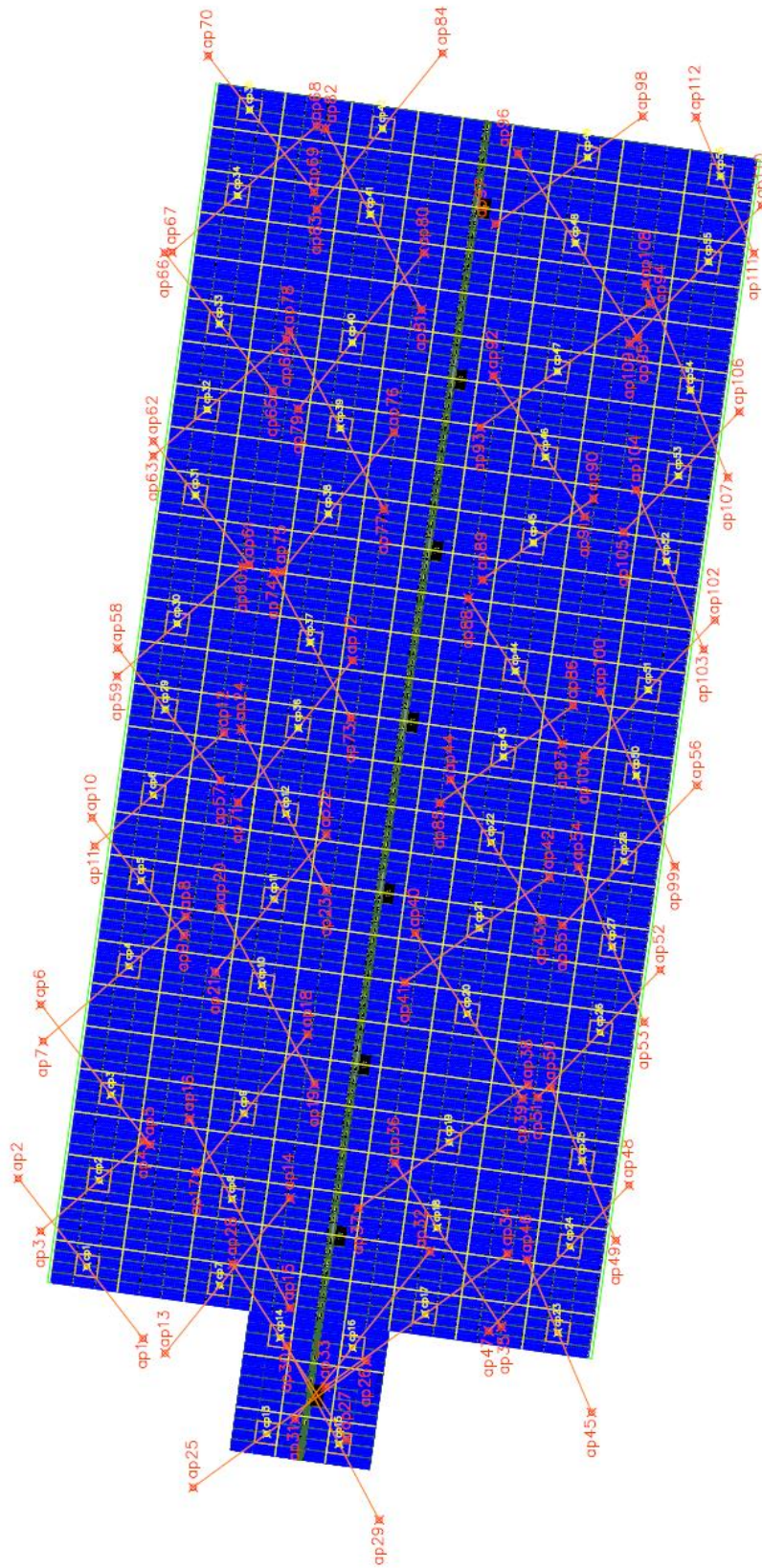


Abbildung 6: Übersicht der Verankerungspunkte und Seilagen der FPV-Anlage im zweiten Bauabschnitt

3.1. Verankerungskomponenten

Zu den Verankerungskomponenten bei Unterwasserverankerungen gehören die Verankerungsleinen, die an beiden Enden gespleißt und mit einem Schäkel versehen werden. Der Schäkel wird mit der Anschlussplatte am Ankerboot bzw. dem Ankerpunkt (AP) verbunden. Für eine gleichmäßigere Lastverteilung wird bei Ankerleinen mit hohem Elastizitätsbedarf zwischen dem oberen Schäkel und dem Ankerboot ein Flex-Element eingebaut. Es besteht aus einem Dehnkörper und zwei Zugplatten. Das Flex-Element dehnt sich bei Belastung und zieht sich bei Entlastung wieder zusammen. Dadurch verhindert es ruckartige Bewegungen des Systems bei mittleren Lasten. Ein Bypass-Seil wird zwischen die Zugplatten des Flex-Elements eingebaut, sodass dieses belastet wird, wenn die maximale Dehnung des Flex-Elements erreicht ist.

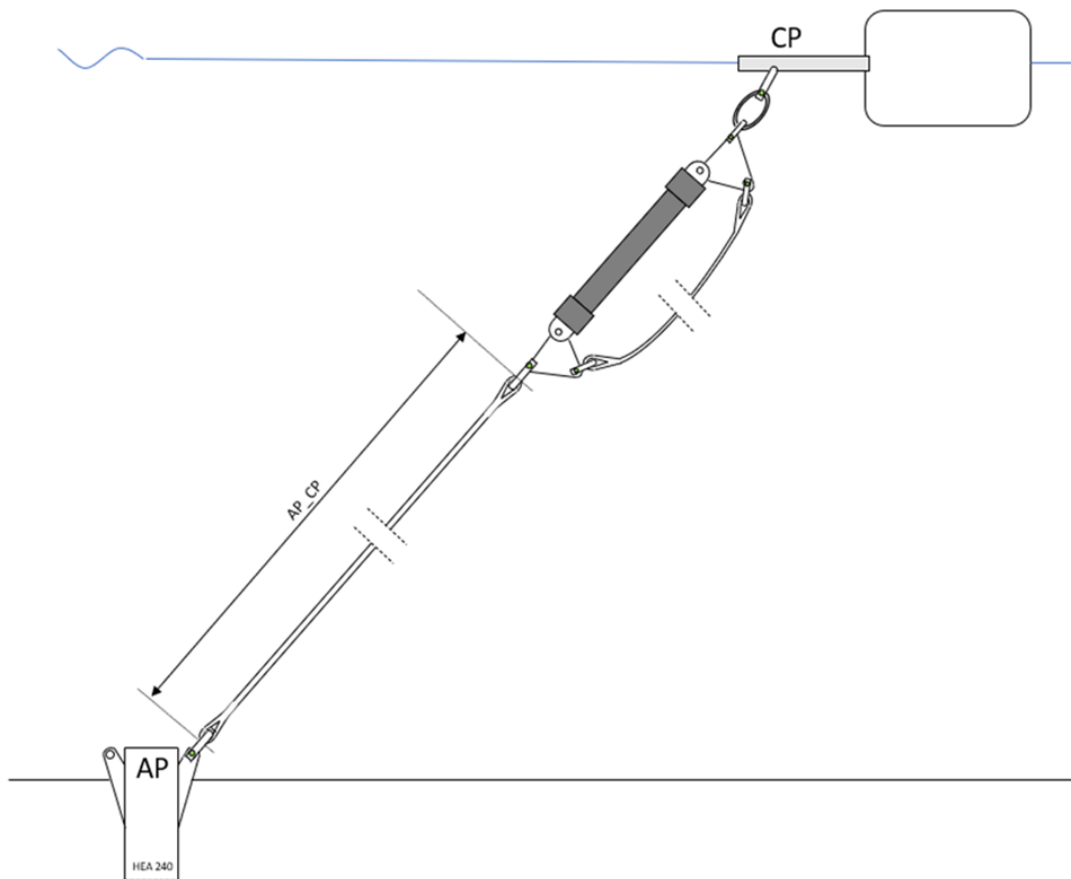


Abbildung 7: Darstellung der Verankerungskomponenten bei Unterwasserverankerung

Als Verankerungsleinen werden ummantelte Seile wie das MegaTwin Flex Max mit einem Durchmesser von 26 mm bzw. 32 mm empfohlen (s. A.2 und A.3). Dieses ist widerstandsfähig gegenüber Sandpartikeln und weist eine hohe UV-Beständigkeit auf. Der Schlaufenspleiß wird mit einer Kausche versehen, damit die Verbindung zwischen gespleißtem Seil und Schäkel gegen Abrasion geschützt ist. Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen die benötigten

Verankerungskomponenten. Die Datenblätter der empfohlenen Schäkel und Ringe sind im Anhang aufgeführt (s. A.4 und A.5).

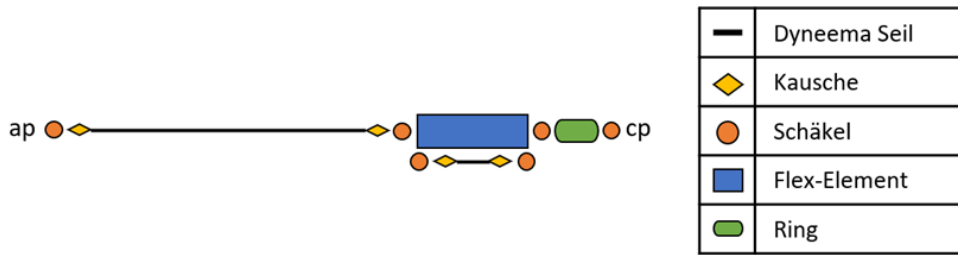


Abbildung 8: Schematische Darstellung der benötigten Verankerungskomponenten

Zu Beginn der Installation der Anlage sind die Ankerseile bereits an der einen Seite mit dem Ankerpunkt verbunden. Damit die andere Seite des Seils an der Wasseroberfläche schwimmt, wird hier temporär eine Boje mit mindestens 40 L Auftrieb befestigt. So kann zuerst das Flex-Element am Seil und dann dieses mit der Anlage verbunden werden. Nach der Montage wird die Boje wieder entfernt.

3.2. Erwartete Seillängen

Die in den folgenden Tabellen abgebildeten Seillängen sind durch die Außenkanten des gespleißten Seils definiert (s. Abbildung 9).

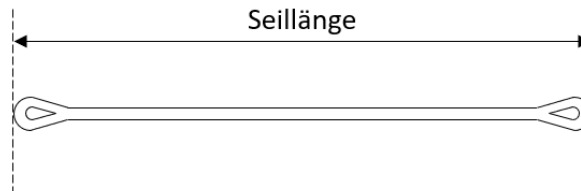


Abbildung 9: Definition der Seillänge

Alle Seile sind für den höchsten auftretenden Wasserstand definiert, der 2,0 m über dem Bemessungswasserstand liegt. (s. Abbildung 10).

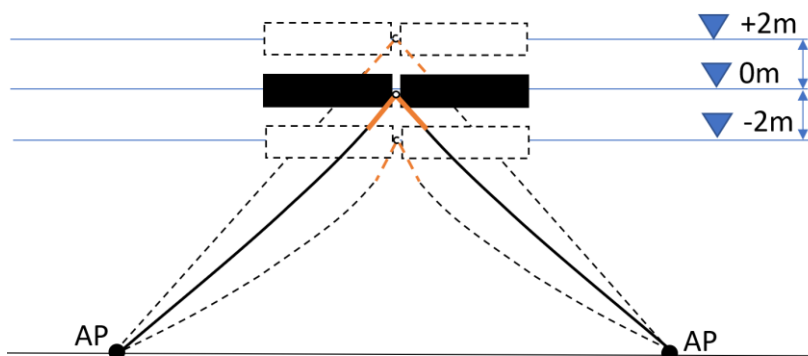


Abbildung 10: Wasserlevel Schwankung

Die senkrecht gerammten Anker müssen so eingebaut werden, dass der seitlich am Ankerkopf befestigte Verbindungspunkt sowie der daran befestigte Schäkkel in Richtung des Seils zeigt (siehe Abbildung 7). Der genaue Winkel ist in Tabelle 3 bis Tabelle 5 angegeben. Die dazugehörige Winkelkonvention ist in Abbildung 11 abgebildet.

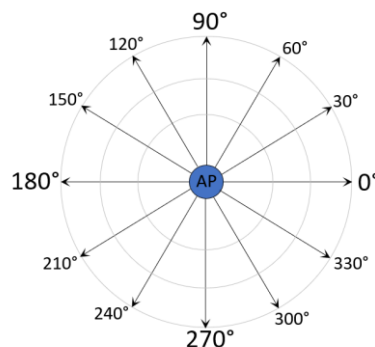


Abbildung 11: Winkeldefinition der Ankerseile

Die größte Verschiebung erfährt das System bei niedrigem Wasserstand. Die maximale Bewegung beträgt 6.5 m in Ost-West-Richtung. Die folgende Abbildung zeigt den erwarteten Bereich der Bewegung (rot). Die blaue Linie stellt die Uferlinie dar.



Abbildung 12: Übersicht des Bewegungsmaßes der FPV-Anlage

Anchoring Stürmlinger See (Small)

All heights are referred to a water level of/ the specified reference height of: **109 m**

| Rope no. | Label Rope | Anchoring Point [AP] | AP - X | AP - Y | AP - Z | Connection point [CP] | CP - X | CP - Y | CP - Z | Vertical Angle | Horizontal Angle | horiz. Distance CP - AP [m] | Total Rope Length [m] |
|---------------------------|------------|----------------------|----------|-----------|--------|-----------------------|----------|-----------|--------|----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | ap1_cp1 | ap1 | 447542.1 | 5420027.8 | -22.7 | cp1 | 447576.1 | 5420054.3 | 0.2 | 27.9 | 52.1 | 43.1 | 47.2 |
| 2 | ap2_cp1 | ap2 | 447617.8 | 5420086.7 | -29.0 | cp1 | 447576.1 | 5420054.3 | 0.2 | 28.9 | 232.1 | 52.8 | 58.8 |
| 3 | ap3_cp2 | ap3 | 447592.9 | 5420076.1 | -19.0 | cp2 | 447617.0 | 5420048.5 | 0.2 | 27.6 | 138.8 | 36.6 | 39.8 |
| 4 | ap4_cp2 | ap4 | 447635.4 | 5420027.5 | -14.0 | cp2 | 447617.0 | 5420048.5 | 0.2 | 26.8 | 318.8 | 28.0 | 29.8 |
| 5 | ap5_cp3 | ap5 | 447633.8 | 5420024.4 | -14.0 | cp3 | 447657.4 | 5420042.8 | 0.2 | 25.3 | 52.1 | 30.0 | 31.6 |
| 6 | ap6_cp3 | ap6 | 447700.0 | 5420076.0 | -29.0 | cp3 | 447657.4 | 5420042.8 | 0.2 | 28.4 | 232.1 | 53.9 | 59.8 |
| 7 | ap7_cp4 | ap7 | 447682.7 | 5420074.9 | -29.0 | cp4 | 447718.2 | 5420034.3 | 0.2 | 28.4 | 138.8 | 54.0 | 59.8 |
| 8 | ap8_cp4 | ap8 | 447741.7 | 5420007.4 | -18.6 | cp4 | 447718.2 | 5420034.3 | 0.2 | 27.8 | 318.8 | 35.7 | 38.8 |
| 9 | ap9_cp5 | ap9 | 447732.7 | 5420008.4 | -16.5 | cp5 | 447758.7 | 5420028.6 | 0.2 | 26.9 | 52.1 | 32.9 | 35.3 |
| 10 | ap10_cp5 | ap10 | 447788.4 | 5420051.8 | -19.7 | cp5 | 447758.7 | 5420028.6 | 0.2 | 27.7 | 232.1 | 37.7 | 41.1 |
| 11 | ap11_cp6 | ap11 | 447775.1 | 5420050.5 | -19.0 | cp6 | 447799.2 | 5420022.9 | 0.2 | 27.6 | 138.8 | 36.6 | 39.8 |
| 12 | ap12_cp6 | ap12 | 447828.4 | 5419989.5 | -23.5 | cp6 | 447799.2 | 5420022.9 | 0.2 | 28.0 | 318.8 | 44.4 | 48.7 |
| 13 | ap13_cp7 | ap13 | 447535.2 | 5420017.3 | -21.7 | cp7 | 447567.3 | 5419991.4 | 0.2 | 27.9 | 128.8 | 41.2 | 45.1 |
| 14 | ap14_cp7 | ap14 | 447608.4 | 5419958.4 | -27.7 | cp7 | 447567.3 | 5419991.4 | 0.2 | 27.9 | 308.8 | 52.7 | 58.1 |
| 15 | ap15_cp8 | ap15 | 447556.6 | 5419958.4 | -31.5 | cp8 | 447608.1 | 5419985.7 | 0.2 | 28.5 | 62.1 | 58.3 | 64.8 |
| 16 | ap16_cp8 | ap16 | 447646.0 | 5420005.8 | -22.1 | cp8 | 447608.1 | 5419985.7 | 0.2 | 27.4 | 242.1 | 42.9 | 46.7 |
| 17 | ap17_cp9 | ap17 | 447620.8 | 5420002.4 | -18.1 | cp9 | 447648.7 | 5419980.0 | 0.2 | 27.0 | 128.8 | 35.8 | 38.6 |
| 18 | ap18_cp9 | ap18 | 447686.0 | 5419949.9 | -25.1 | cp9 | 447648.7 | 5419980.0 | 0.2 | 27.8 | 308.8 | 48.0 | 52.7 |
| 19 | ap19_cp10 | ap19 | 447662.5 | 5419946.7 | -28.7 | cp10 | 447709.3 | 5419971.5 | 0.2 | 28.6 | 62.1 | 53.0 | 58.8 |
| 20 | ap20_cp10 | ap20 | 447745.9 | 5419990.8 | -19.6 | cp10 | 447709.3 | 5419971.5 | 0.2 | 25.6 | 242.1 | 41.3 | 44.3 |
| 21 | ap21_cp11 | ap21 | 447715.3 | 5419993.6 | -23.7 | cp11 | 447749.9 | 5419965.8 | 0.2 | 28.3 | 128.8 | 44.3 | 48.8 |
| 22 | ap22_cp11 | ap22 | 447780.5 | 5419941.2 | -20.3 | cp11 | 447749.9 | 5419965.8 | 0.2 | 27.5 | 308.8 | 39.2 | 42.7 |
| 23 | ap23_cp12 | ap23 | 447754.1 | 5419940.9 | -21.5 | cp12 | 447790.3 | 5419960.1 | 0.2 | 27.9 | 62.1 | 41.0 | 44.8 |
| 24 | ap24_cp12 | ap24 | 447830.3 | 5419981.3 | -23.7 | cp12 | 447790.3 | 5419960.1 | 0.2 | 27.8 | 242.1 | 45.3 | 49.7 |
| 25 | ap25_cp13 | ap25 | 447471.7 | 5420004.0 | -22.2 | cp13 | 447497.1 | 5419969.3 | 0.2 | 27.4 | 143.8 | 43.0 | 46.9 |
| 26 | ap26_cp13 | ap26 | 447531.5 | 5419922.2 | -31.5 | cp13 | 447497.1 | 5419969.3 | 0.2 | 28.5 | 323.8 | 58.3 | 64.8 |
| 27 | ap27_cp14 | ap27 | 447494.5 | 5419931.7 | -30.6 | cp14 | 447542.6 | 5419962.9 | 0.2 | 28.2 | 57.1 | 57.3 | 63.5 |
| 28 | ap28_cp14 | ap28 | 447577.4 | 5419985.4 | -21.7 | cp14 | 447542.6 | 5419962.9 | 0.2 | 27.9 | 237.1 | 41.4 | 45.3 |
| 29 | ap29_cp15 | ap29 | 447456.3 | 5419916.1 | -14.1 | cp15 | 447492.3 | 5419935.1 | 0.2 | 19.3 | 62.1 | 40.7 | 41.5 |
| 30 | ap30_cp15 | ap30 | 447538.8 | 5419959.8 | -28.2 | cp15 | 447492.3 | 5419935.1 | 0.2 | 28.3 | 242.1 | 52.6 | 58.2 |
| 31 | ap31_cp16 | ap31 | 447504.1 | 5419955.9 | -20.2 | cp16 | 447537.9 | 5419928.7 | 0.2 | 25.2 | 128.8 | 43.4 | 46.4 |
| 32 | ap32_cp16 | ap32 | 447583.3 | 5419892.2 | -30.9 | cp16 | 447537.9 | 5419928.7 | 0.2 | 28.0 | 308.8 | 58.3 | 64.5 |
| 33 | ap33_cp17 | ap33 | 447519.3 | 5419941.5 | -30.3 | cp17 | 447553.7 | 5419894.5 | 0.2 | 27.6 | 143.8 | 58.3 | 64.2 |
| 34 | ap34_cp17 | ap34 | 447582.2 | 5419855.4 | -21.0 | cp17 | 447553.7 | 5419894.5 | 0.2 | 23.6 | 323.8 | 48.4 | 51.2 |
| 35 | ap35_cp18 | ap35 | 447547.7 | 5419858.4 | -28.8 | cp18 | 447594.5 | 5419888.7 | 0.2 | 27.4 | 57.1 | 55.7 | 61.3 |
| 36 | ap36_cp18 | ap36 | 447625.3 | 5419908.6 | -19.0 | cp18 | 447594.5 | 5419888.7 | 0.2 | 27.6 | 237.1 | 36.6 | 39.8 |
| 37 | ap37_cp19 | ap37 | 447603.7 | 5419925.8 | -29.4 | cp19 | 447635.0 | 5419883.0 | 0.2 | 29.2 | 143.8 | 52.9 | 59.1 |
| 38 | ap38_cp19 | ap38 | 447662.3 | 5419845.7 | -24.5 | cp19 | 447635.0 | 5419883.0 | 0.2 | 28.1 | 323.8 | 46.2 | 50.8 |
| 39 | ap39_cp20 | ap39 | 447655.5 | 5419848.5 | -25.1 | cp20 | 447695.7 | 5419874.5 | 0.2 | 27.8 | 57.1 | 47.9 | 52.6 |
| 40 | ap40_cp20 | ap40 | 447733.8 | 5419899.1 | -21.1 | cp20 | 447695.7 | 5419874.5 | 0.2 | 25.1 | 237.1 | 45.3 | 48.5 |
| 41 | ap41_cp21 | ap41 | 447710.5 | 5419904.0 | -22.8 | cp21 | 447736.2 | 5419868.8 | 0.2 | 27.8 | 143.8 | 43.6 | 47.7 |
| 42 | ap42_cp21 | ap42 | 447760.4 | 5419835.7 | -21.5 | cp21 | 447736.2 | 5419868.8 | 0.2 | 27.9 | 323.8 | 41.0 | 44.8 |
| 43 | ap43_cp22 | ap43 | 447740.0 | 5419839.3 | -23.2 | cp22 | 447776.7 | 5419863.1 | 0.2 | 28.0 | 57.1 | 43.7 | 48.0 |
| 44 | ap44_cp22 | ap44 | 447806.5 | 5419882.4 | -18.0 | cp22 | 447776.7 | 5419863.1 | 0.2 | 27.2 | 237.1 | 35.4 | 38.3 |
| 45 | ap45_cp23 | ap45 | 447507.2 | 5419815.7 | -21.5 | cp23 | 447544.9 | 5419831.6 | 0.2 | 27.9 | 67.1 | 40.9 | 44.8 |
| 46 | ap46_cp23 | ap46 | 447579.3 | 5419846.2 | -19.4 | cp23 | 447544.9 | 5419831.6 | 0.2 | 27.7 | 247.1 | 37.3 | 40.6 |
| 47 | ap47_cp24 | ap47 | 447545.6 | 5419864.3 | -31.5 | cp24 | 447585.6 | 5419825.9 | 0.2 | 29.7 | 133.8 | 55.5 | 62.3 |
| 48 | ap48_cp24 | ap48 | 447614.6 | 5419798.1 | -21.0 | cp24 | 447585.6 | 5419825.9 | 0.2 | 27.7 | 313.8 | 40.1 | 43.8 |
| 49 | ap49_cp25 | ap49 | 447588.5 | 5419804.3 | -21.5 | cp25 | 447626.2 | 5419820.2 | 0.2 | 27.9 | 67.1 | 40.9 | 44.8 |
| 50 | ap50_cp25 | ap50 | 447660.9 | 5419834.9 | -19.8 | cp25 | 447626.2 | 5419820.2 | 0.2 | 27.9 | 247.1 | 37.7 | 41.1 |
| 51 | ap51_cp26 | ap51 | 447656.2 | 5419841.1 | -22.5 | cp26 | 447686.9 | 5419811.7 | 0.2 | 28.0 | 133.8 | 42.6 | 46.6 |
| 52 | ap52_cp26 | ap52 | 447716.4 | 5419783.3 | -21.5 | cp26 | 447686.9 | 5419811.7 | 0.2 | 27.9 | 313.8 | 41.0 | 44.8 |
| 53 | ap53_cp27 | ap53 | 447691.7 | 5419790.9 | -20.2 | cp27 | 447727.4 | 5419806.0 | 0.2 | 27.7 | 67.1 | 38.8 | 42.2 |
| 54 | ap54_cp27 | ap54 | 447765.2 | 5419821.9 | -21.5 | cp27 | 447727.4 | 5419806.0 | 0.2 | 27.8 | 247.1 | 41.0 | 44.8 |
| 55 | ap55_cp28 | ap55 | 447737.5 | 5419829.4 | -22.2 | cp28 | 447767.9 | 5419800.3 | 0.2 | 28.0 | 133.8 | 42.1 | 46.1 |
| 56 | ap56_cp28 | ap56 | 447803.6 | 5419765.9 | -26.5 | cp28 | 447767.9 | 5419800.3 | 0.2 | 28.2 | 313.8 | 49.6 | 54.8 |
| Total Rope Length: | | | | | | | | | | | | | 2719.3 |

Tabelle 3: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im ersten Bauabschnitt

Anchoring Stürmlinger See (Big)

All heights are referred to a water level of/ the specified reference height of: **109 m**

| Rope no. | Label Rope | Anchoring Point [AP] | AP - X | AP - Y | AP - Z | Connection point [CP] | CP - X | CP - Y | CP - Z | Vertical Angle | Horizontal Angle | horiz. Distance CP - AP [m] | Total Rope Length [m] |
|----------|------------|----------------------|----------|-----------|--------|-----------------------|----------|-----------|--------|----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | ap1_cp1 | ap1 | 447542.1 | 5420027.8 | -22.7 | cp1 | 447576.1 | 5420054.3 | 0.2 | 27.9 | 52.1 | 43.1 | 47.2 |
| 2 | ap2_cp1 | ap2 | 447617.8 | 5420086.7 | -29.0 | cp1 | 447576.1 | 5420054.3 | 0.2 | 28.9 | 232.1 | 52.8 | 58.8 |
| 3 | ap3_cp2 | ap3 | 447592.9 | 5420076.1 | -19.0 | cp2 | 447617.0 | 5420048.5 | 0.2 | 27.6 | 138.8 | 36.6 | 39.8 |
| 4 | ap4_cp2 | ap4 | 447635.4 | 5420027.5 | -14.0 | cp2 | 447617.0 | 5420048.5 | 0.2 | 26.8 | 318.8 | 28.0 | 29.8 |
| 5 | ap5_cp3 | ap5 | 447633.8 | 5420024.4 | -14.0 | cp3 | 447657.4 | 5420042.8 | 0.2 | 25.3 | 52.1 | 30.0 | 31.6 |
| 6 | ap6_cp3 | ap6 | 447700.0 | 5420076.0 | -29.0 | cp3 | 447657.4 | 5420042.8 | 0.2 | 28.4 | 232.1 | 53.9 | 59.8 |
| 7 | ap7_cp4 | ap7 | 447682.7 | 5420074.9 | -29.0 | cp4 | 447718.2 | 5420034.3 | 0.2 | 28.4 | 138.8 | 54.0 | 59.8 |
| 8 | ap8_cp4 | ap8 | 447741.7 | 5420007.4 | -18.6 | cp4 | 447718.2 | 5420034.3 | 0.2 | 27.8 | 318.8 | 35.7 | 38.8 |
| 9 | ap9_cp5 | ap9 | 447732.7 | 5420008.4 | -16.5 | cp5 | 447758.7 | 5420028.6 | 0.2 | 26.9 | 52.1 | 32.9 | 35.3 |
| 10 | ap10_cp5 | ap10 | 447788.4 | 5420051.8 | -19.7 | cp5 | 447758.7 | 5420028.6 | 0.2 | 27.7 | 232.1 | 37.7 | 41.1 |
| 11 | ap11_cp6 | ap11 | 447775.1 | 5420050.5 | -19.0 | cp6 | 447799.2 | 5420022.9 | 0.2 | 27.6 | 138.8 | 36.6 | 39.8 |
| 12 | ap12_cp6 | ap12 | 447828.4 | 5419989.5 | -23.5 | cp6 | 447799.2 | 5420022.9 | 0.2 | 28.0 | 318.8 | 44.4 | 48.7 |
| 13 | ap13_cp7 | ap13 | 447535.2 | 5420017.3 | -21.7 | cp7 | 447567.3 | 5419991.4 | 0.2 | 27.9 | 128.8 | 41.2 | 45.1 |
| 14 | ap14_cp7 | ap14 | 447608.4 | 5419958.4 | -27.7 | cp7 | 447567.3 | 5419991.4 | 0.2 | 27.9 | 308.8 | 52.7 | 58.1 |
| 15 | ap15_cp8 | ap15 | 447556.6 | 5419958.4 | -31.5 | cp8 | 447608.1 | 5419985.7 | 0.2 | 28.5 | 62.1 | 58.3 | 64.8 |
| 16 | ap16_cp8 | ap16 | 447646.0 | 5420005.8 | -22.1 | cp8 | 447608.1 | 5419985.7 | 0.2 | 27.4 | 242.1 | 42.9 | 46.7 |
| 17 | ap17_cp9 | ap17 | 447620.8 | 5420002.4 | -18.1 | cp9 | 447648.7 | 5419980.0 | 0.2 | 27.0 | 128.8 | 35.8 | 38.6 |
| 18 | ap18_cp9 | ap18 | 447686.0 | 5419949.9 | -25.1 | cp9 | 447648.7 | 5419980.0 | 0.2 | 27.8 | 308.8 | 48.0 | 52.7 |
| 19 | ap19_cp10 | ap19 | 447662.5 | 5419946.7 | -28.7 | cp10 | 447709.3 | 5419971.5 | 0.2 | 28.6 | 62.1 | 53.0 | 58.8 |
| 20 | ap20_cp10 | ap20 | 447745.9 | 5419990.8 | -19.6 | cp10 | 447709.3 | 5419971.5 | 0.2 | 25.6 | 242.1 | 41.3 | 44.3 |
| 21 | ap21_cp11 | ap21 | 447715.3 | 5419993.6 | -23.7 | cp11 | 447749.9 | 5419965.8 | 0.2 | 28.3 | 128.8 | 44.3 | 48.8 |
| 22 | ap22_cp11 | ap22 | 447780.5 | 5419941.2 | -20.3 | cp11 | 447749.9 | 5419965.8 | 0.2 | 27.5 | 308.8 | 39.2 | 42.7 |
| 23 | ap23_cp12 | ap23 | 447754.1 | 5419940.9 | -21.5 | cp12 | 447790.3 | 5419960.1 | 0.2 | 27.9 | 62.1 | 41.0 | 44.8 |
| 24 | ap24_cp12 | ap24 | 447830.3 | 5419981.3 | -23.7 | cp12 | 447790.3 | 5419960.1 | 0.2 | 27.8 | 242.1 | 45.3 | 49.7 |
| 25 | ap25_cp13 | ap25 | 447471.7 | 5420004.0 | -22.2 | cp13 | 447497.1 | 5419969.3 | 0.2 | 27.4 | 143.8 | 43.0 | 46.9 |
| 26 | ap26_cp13 | ap26 | 447531.5 | 5419922.2 | -31.5 | cp13 | 447497.1 | 5419969.3 | 0.2 | 28.5 | 323.8 | 58.3 | 64.8 |
| 27 | ap27_cp14 | ap27 | 447494.5 | 5419931.7 | -30.6 | cp14 | 447542.6 | 5419962.9 | 0.2 | 28.2 | 57.1 | 57.3 | 63.5 |
| 28 | ap28_cp14 | ap28 | 447577.4 | 5419985.4 | -21.7 | cp14 | 447542.6 | 5419962.9 | 0.2 | 27.9 | 237.1 | 41.4 | 45.3 |
| 29 | ap29_cp15 | ap29 | 447456.3 | 5419916.1 | -14.1 | cp15 | 447492.3 | 5419935.1 | 0.2 | 19.3 | 62.1 | 40.7 | 41.5 |
| 30 | ap30_cp15 | ap30 | 447538.8 | 5419959.8 | -28.2 | cp15 | 447492.3 | 5419935.1 | 0.2 | 28.3 | 242.1 | 52.6 | 58.2 |
| 31 | ap31_cp16 | ap31 | 447504.1 | 5419955.9 | -20.2 | cp16 | 447537.9 | 5419928.7 | 0.2 | 25.2 | 128.8 | 43.4 | 46.4 |
| 32 | ap32_cp16 | ap32 | 447583.3 | 5419892.2 | -30.9 | cp16 | 447537.9 | 5419928.7 | 0.2 | 28.0 | 308.8 | 58.3 | 64.5 |
| 33 | ap33_cp17 | ap33 | 447519.3 | 5419941.5 | -30.3 | cp17 | 447553.7 | 5419894.5 | 0.2 | 27.6 | 143.8 | 58.3 | 64.2 |
| 34 | ap34_cp17 | ap34 | 447582.2 | 5419855.4 | -21.0 | cp17 | 447553.7 | 5419894.5 | 0.2 | 23.6 | 323.8 | 48.4 | 51.2 |
| 35 | ap35_cp18 | ap35 | 447547.7 | 5419858.4 | -28.8 | cp18 | 447594.5 | 5419888.7 | 0.2 | 27.4 | 57.1 | 55.7 | 61.3 |
| 36 | ap36_cp18 | ap36 | 447625.3 | 5419908.6 | -19.0 | cp18 | 447594.5 | 5419888.7 | 0.2 | 27.6 | 237.1 | 36.6 | 39.8 |
| 37 | ap37_cp19 | ap37 | 447603.7 | 5419925.8 | -29.4 | cp19 | 447635.0 | 5419883.0 | 0.2 | 29.2 | 143.8 | 52.9 | 59.1 |
| 38 | ap38_cp19 | ap38 | 447662.3 | 5419845.7 | -24.5 | cp19 | 447635.0 | 5419883.0 | 0.2 | 28.1 | 323.8 | 46.2 | 50.8 |
| 39 | ap39_cp20 | ap39 | 447655.5 | 5419848.5 | -25.1 | cp20 | 447695.7 | 5419874.5 | 0.2 | 27.8 | 57.1 | 47.9 | 52.6 |
| 40 | ap40_cp20 | ap40 | 447733.8 | 5419899.1 | -21.1 | cp20 | 447695.7 | 5419874.5 | 0.2 | 25.1 | 237.1 | 45.3 | 48.5 |
| 41 | ap41_cp21 | ap41 | 447710.5 | 5419904.0 | -22.8 | cp21 | 447736.2 | 5419868.8 | 0.2 | 27.8 | 143.8 | 43.6 | 47.7 |
| 42 | ap42_cp21 | ap42 | 447760.4 | 5419835.7 | -21.5 | cp21 | 447736.2 | 5419868.8 | 0.2 | 27.9 | 323.8 | 41.0 | 44.8 |
| 43 | ap43_cp22 | ap43 | 447740.0 | 5419839.3 | -23.2 | cp22 | 447776.7 | 5419863.1 | 0.2 | 28.0 | 57.1 | 43.7 | 48.0 |
| 44 | ap44_cp22 | ap44 | 447806.5 | 5419882.4 | -18.0 | cp22 | 447776.7 | 5419863.1 | 0.2 | 27.2 | 237.1 | 35.4 | 38.3 |
| 45 | ap45_cp23 | ap45 | 447507.2 | 5419815.7 | -21.5 | cp23 | 447544.9 | 5419831.6 | 0.2 | 27.9 | 67.1 | 40.9 | 44.8 |
| 46 | ap46_cp23 | ap46 | 447579.3 | 5419846.2 | -19.4 | cp23 | 447544.9 | 5419831.6 | 0.2 | 27.7 | 247.1 | 37.3 | 40.6 |
| 47 | ap47_cp24 | ap47 | 447545.6 | 5419864.3 | -31.5 | cp24 | 447585.6 | 5419825.9 | 0.2 | 29.7 | 133.8 | 55.5 | 62.3 |
| 48 | ap48_cp24 | ap48 | 447614.6 | 5419798.1 | -21.0 | cp24 | 447585.6 | 5419825.9 | 0.2 | 27.7 | 313.8 | 40.1 | 43.8 |
| 49 | ap49_cp25 | ap49 | 447588.5 | 5419804.3 | -21.5 | cp25 | 447626.2 | 5419820.2 | 0.2 | 27.9 | 67.1 | 40.9 | 44.8 |
| 50 | ap50_cp25 | ap50 | 447660.9 | 5419834.9 | -19.8 | cp25 | 447626.2 | 5419820.2 | 0.2 | 27.9 | 247.1 | 37.7 | 41.1 |
| 51 | ap51_cp26 | ap51 | 447656.2 | 5419841.1 | -22.5 | cp26 | 447686.9 | 5419811.7 | 0.2 | 28.0 | 133.8 | 42.6 | 46.6 |
| 52 | ap52_cp26 | ap52 | 447716.4 | 5419783.3 | -21.5 | cp26 | 447686.9 | 5419811.7 | 0.2 | 27.9 | 313.8 | 41.0 | 44.8 |
| 53 | ap53_cp27 | ap53 | 447691.7 | 5419790.9 | -20.2 | cp27 | 447727.4 | 5419806.0 | 0.2 | 27.7 | 67.1 | 38.8 | 42.2 |
| 54 | ap54_cp27 | ap54 | 447765.2 | 5419821.9 | -21.5 | cp27 | 447727.4 | 5419806.0 | 0.2 | 27.8 | 247.1 | 41.0 | 44.8 |
| 55 | ap55_cp28 | ap55 | 447737.5 | 5419829.4 | -22.2 | cp28 | 447767.9 | 5419800.3 | 0.2 | 28.0 | 133.8 | 42.1 | 46.1 |
| 56 | ap56_cp28 | ap56 | 447803.6 | 5419765.9 | -26.5 | cp28 | 447767.9 | 5419800.3 | 0.2 | 28.2 | 313.8 | 49.6 | 54.8 |
| 57 | ap57_cp29 | ap57 | 447806.2 | 5419991.1 | -22.4 | cp29 | 447839.7 | 5420017.2 | 0.2 | 28.0 | 52.1 | 42.5 | 46.5 |
| 58 | ap58_cp29 | ap58 | 447868.6 | 5420039.7 | -18.9 | cp29 | 447839.7 | 5420017.2 | 0.2 | 27.5 | 232.1 | 36.6 | 39.7 |
| 59 | ap59_cp30 | ap59 | 447855.3 | 5420040.0 | -19.6 | cp30 | 447880.2 | 5420011.5 | 0.2 | 27.5 | 138.8 | 37.8 | 41.1 |
| 60 | ap60_cp30 | ap60 | 447907.1 | 5419980.7 | -21.2 | cp30 | 447880.2 | 5420011.5 | 0.2 | 27.6 | 318.8 | 41.0 | 44.7 |
| 61 | ap61_cp31 | ap61 | 447908.1 | 5419977.4 | -20.4 | cp31 | 447940.9 | 5420003.0 | 0.2 | 26.4 | 52.1 | 41.6 | 44.8 |
| 62 | ap62_cp31 | ap62 | 447966.4 | 5420022.8 | -16.5 | cp31 | 447940.9 | 5420003.0 | 0.2 | 27.3 | 232.1 | 32.3 | 34.8 |
| 63 | ap63_cp32 | ap63 | 447959.4 | 5420022.8 | -17.5 | cp32 | 447981.4 | 5419997.3 | 0.2 | 27.6 | 139.3 | 33.7 | 36.5 |
| 64 | ap64_cp32 | ap64 | 448014.5 | 5419959.9 | -26.5 | cp32 | 447981.4 | 5419997.3 | 0.2 | 28.1 | 318.5 | 49.9 | 55.0 |
| 65 | ap65_cp33 | ap65 | 447989.9 | 5419966.4 | -21.5 | cp33 | 448021.9 | 5419991.6 | 0.2 | 28.0 | 51.7 | 40.7 | 44.6 |
| 66 | ap66_cp33 | ap66 | 448055.6 | 5420017.5 | -21.0 | cp33 | 448021.9 | 5419991.6 | 0.2 | 26.4 | 232.4 | 42.5 | 45.9 |
| 67 | ap67_cp34 | ap67 | 448055.8 | 5420014.1 | -21.5 | cp34 | 448082.7 | 5419983.1 | 0.2 | 27.9 | 139.2 | 41.0 | 44.8 |
| 68 | ap68_cp34 | ap68 | 448115.7 | 5419945.7 | -23.1 | cp34 | 448082.7 | 5419983.1 | 0.2 | 25.0 | 318.6 | 49.9 | 53.5 |
| 69 | ap69_cp35 | ap69 | 448084.3 | 5419946.9 | -26.5 | cp35 | 448123.1 | 5419977.4 | 0.2 | 28.3 | 51.8 | 49.4 | 54.6 |
| 70 | ap70_cp35 | ap70 | 448148.7 | 5419997.0 | -16.0 | cp35 | 448123.1 | 5419977.4 | 0.2 | 26.6 | 232.5 | 32.2 | 34.4 |

Tabelle 4: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im zweiten Bauabschnitt (1/2)

| Anchoring Stürmlinger See (Big) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|----------------------|----------|-----------|--------|-----------------------|----------|-----------|--------|----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|
| All heights are referred to a water level of/ the specified reference height of: | | | | | | | | | | | 109 m | | |
| Rope no. | Label Rope | Anchoring Point [AP] | AP - X | AP - Y | AP - Z | Connection point [CP] | CP - X | CP - Y | CP - Z | Vertical Angle | Horizontal Angle | horiz. Distance CP - AP [m] | Total Rope Length [m] |
| 71 | ap71_cp36 | ap71 | 447795.6 | 5419982.8 | -24.0 | cp36 | 447830.9 | 5419954.4 | 0.2 | 28.1 | 128.9 | 45.3 | 49.8 |
| 72 | ap72_cp36 | ap72 | 447862.8 | 5419928.7 | -21.5 | cp36 | 447830.9 | 5419954.4 | 0.2 | 27.9 | 308.8 | 41.0 | 44.8 |
| 73 | ap73_cp37 | ap73 | 447835.5 | 5419929.5 | -21.5 | cp37 | 447871.4 | 5419948.7 | 0.2 | 28.0 | 61.8 | 40.7 | 44.5 |
| 74 | ap74_cp37 | ap74 | 447904.4 | 5419966.0 | -19.0 | cp37 | 447871.4 | 5419948.7 | 0.2 | 27.2 | 242.4 | 37.3 | 40.3 |
| 75 | ap75_cp38 | ap75 | 447904.7 | 5419962.3 | -18.2 | cp38 | 447932.1 | 5419940.2 | 0.2 | 27.6 | 128.9 | 35.3 | 38.2 |
| 76 | ap76_cp38 | ap76 | 447970.8 | 5419909.1 | -25.3 | cp38 | 447932.1 | 5419940.2 | 0.2 | 27.1 | 308.8 | 49.6 | 54.2 |
| 77 | ap77_cp39 | ap77 | 447934.2 | 5419913.9 | -23.1 | cp39 | 447972.6 | 5419934.5 | 0.2 | 28.1 | 61.8 | 43.5 | 47.8 |
| 78 | ap78_cp39 | ap78 | 448018.5 | 5419958.6 | -26.5 | cp39 | 447972.6 | 5419934.5 | 0.2 | 27.2 | 242.3 | 51.9 | 56.8 |
| 79 | ap79_cp40 | ap79 | 447981.7 | 5419954.3 | -21.4 | cp40 | 448013.1 | 5419928.8 | 0.2 | 28.0 | 129.1 | 40.5 | 44.3 |
| 80 | ap80_cp40 | ap80 | 448055.5 | 5419894.9 | -29.0 | cp40 | 448013.1 | 5419928.8 | 0.2 | 28.2 | 308.6 | 54.3 | 60.0 |
| 81 | ap81_cp41 | ap81 | 448028.7 | 5419896.1 | -27.3 | cp41 | 448073.8 | 5419920.2 | 0.2 | 28.2 | 61.9 | 51.1 | 56.5 |
| 82 | ap82_cp41 | ap82 | 448114.2 | 5419941.5 | -21.5 | cp41 | 448073.8 | 5419920.2 | 0.2 | 25.4 | 242.3 | 45.7 | 49.0 |
| 83 | ap83_cp42 | ap83 | 448076.0 | 5419945.6 | -26.5 | cp42 | 448114.3 | 5419914.6 | 0.2 | 28.4 | 129.1 | 49.3 | 54.5 |
| 84 | ap84_cp42 | ap84 | 448149.9 | 5419886.1 | -24.0 | cp42 | 448114.3 | 5419914.6 | 0.2 | 27.9 | 308.6 | 45.6 | 50.0 |
| 85 | ap85_cp43 | ap85 | 447795.3 | 5419887.4 | -19.3 | cp43 | 447817.2 | 5419857.4 | 0.2 | 27.6 | 143.8 | 37.1 | 40.3 |
| 86 | ap86_cp43 | ap86 | 447841.4 | 5419824.4 | -21.5 | cp43 | 447817.2 | 5419857.4 | 0.2 | 27.9 | 323.8 | 41.0 | 44.8 |
| 87 | ap87_cp44 | ap87 | 447823.3 | 5419829.5 | -21.5 | cp44 | 447857.7 | 5419851.7 | 0.2 | 27.9 | 57.1 | 41.0 | 44.8 |
| 88 | ap88_cp44 | ap88 | 447892.1 | 5419874.0 | -20.3 | cp44 | 447857.7 | 5419851.7 | 0.2 | 26.6 | 237.1 | 41.0 | 44.2 |
| 89 | ap89_cp45 | ap89 | 447900.9 | 5419867.2 | -14.6 | cp45 | 447918.5 | 5419843.2 | 0.2 | 26.3 | 143.9 | 29.7 | 31.6 |
| 90 | ap90_cp45 | ap90 | 447939.3 | 5419814.8 | -18.2 | cp45 | 447918.5 | 5419843.2 | 0.2 | 27.5 | 323.8 | 35.2 | 38.2 |
| 91 | ap91_cp46 | ap91 | 447930.7 | 5419818.9 | -16.7 | cp46 | 447959.0 | 5419837.5 | 0.2 | 26.5 | 56.7 | 33.8 | 36.2 |
| 92 | ap92_cp46 | ap92 | 447997.4 | 5419862.1 | -24.0 | cp46 | 447959.0 | 5419837.5 | 0.2 | 27.9 | 237.4 | 45.6 | 50.0 |
| 93 | ap93_cp47 | ap93 | 447973.1 | 5419868.3 | -24.0 | cp47 | 447999.5 | 5419831.8 | 0.2 | 28.2 | 144.1 | 45.0 | 49.6 |
| 94 | ap94_cp47 | ap94 | 448031.6 | 5419788.2 | -29.0 | cp47 | 447999.5 | 5419831.8 | 0.2 | 28.3 | 323.6 | 54.2 | 60.0 |
| 95 | ap95_cp48 | ap95 | 448015.3 | 5419793.9 | -29.0 | cp48 | 448060.2 | 5419823.3 | 0.2 | 28.5 | 56.8 | 53.7 | 59.5 |
| 96 | ap96_cp48 | ap96 | 448102.6 | 5419850.4 | -22.3 | cp48 | 448060.2 | 5419823.3 | 0.2 | 24.0 | 237.3 | 50.3 | 53.5 |
| 97 | ap97_cp49 | ap97 | 448069.2 | 5419861.1 | -29.0 | cp49 | 448100.7 | 5419817.6 | 0.2 | 28.5 | 144.1 | 53.7 | 59.6 |
| 98 | ap98_cp49 | ap98 | 448120.1 | 5419791.5 | -16.5 | cp49 | 448100.7 | 5419817.6 | 0.2 | 27.1 | 323.4 | 32.5 | 35.0 |
| 99 | ap99_cp50 | ap99 | 447765.4 | 5419776.4 | -24.9 | cp50 | 447808.4 | 5419794.6 | 0.2 | 28.2 | 67.1 | 46.7 | 51.5 |
| 100 | ap100_cp50 | ap100 | 447847.9 | 5419811.3 | -22.5 | cp50 | 447808.4 | 5419794.6 | 0.2 | 27.8 | 247.1 | 42.9 | 47.0 |
| 101 | ap101_cp51 | ap101 | 447817.6 | 5419819.2 | -23.1 | cp51 | 447848.9 | 5419788.9 | 0.2 | 28.1 | 134.1 | 43.5 | 47.8 |
| 102 | ap102_cp51 | ap102 | 447881.9 | 5419757.5 | -24.0 | cp51 | 447848.9 | 5419788.9 | 0.2 | 27.9 | 313.6 | 45.6 | 50.0 |
| 103 | ap103_cp52 | ap103 | 447868.0 | 5419762.7 | -22.7 | cp52 | 447909.6 | 5419780.4 | 0.2 | 26.8 | 67.0 | 45.2 | 49.1 |
| 104 | ap104_cp52 | ap104 | 447943.5 | 5419794.6 | -19.0 | cp52 | 447909.6 | 5419780.4 | 0.2 | 27.5 | 247.1 | 36.7 | 39.9 |
| 105 | ap105_cp53 | ap105 | 447923.5 | 5419800.5 | -19.1 | cp53 | 447950.1 | 5419774.7 | 0.2 | 27.4 | 134.1 | 37.1 | 40.2 |
| 106 | ap106_cp53 | ap106 | 447980.4 | 5419745.9 | -21.9 | cp53 | 447950.1 | 5419774.7 | 0.2 | 27.8 | 313.6 | 41.8 | 45.6 |
| 107 | ap107_cp54 | ap107 | 447949.3 | 5419751.3 | -24.0 | cp54 | 447990.6 | 5419769.0 | 0.2 | 28.3 | 66.8 | 44.9 | 49.4 |
| 108 | ap108_cp54 | ap108 | 448040.7 | 5419789.9 | -29.0 | cp54 | 447990.6 | 5419769.0 | 0.2 | 28.2 | 247.3 | 54.3 | 60.1 |
| 109 | ap109_cp55 | ap109 | 448012.7 | 5419797.8 | -29.0 | cp55 | 448051.4 | 5419760.4 | 0.2 | 28.5 | 134.0 | 53.7 | 59.6 |
| 110 | ap110_cp55 | ap110 | 448077.8 | 5419735.3 | -18.8 | cp55 | 448051.4 | 5419760.4 | 0.2 | 27.4 | 313.5 | 36.5 | 39.6 |
| 111 | ap111_cp56 | ap111 | 448055.2 | 5419739.1 | -20.4 | cp56 | 448091.8 | 5419754.8 | 0.2 | 27.3 | 66.8 | 39.8 | 43.3 |
| 112 | ap112_cp56 | ap112 | 448119.6 | 5419766.3 | -15.0 | cp56 | 448091.8 | 5419754.8 | 0.2 | 26.7 | 247.5 | 30.1 | 32.2 |
| Total Rope Length: | | | | | | | | | | | | 5333.6 | |

Tabelle 5: Position der Ankerpunkte und Seillängen für die Verankerung im zweiten Bauabschnitt (2/2)

Die Liste der Anker für den zweiten Bauabschnitt beinhaltet in der Vorplanung ebenfalls die im ersten Bauabschnitt bereits gesetzten Anker. Dies dient der besseren Übersichtlichkeit auf Grund der verschiedenen Positionen der Layouts.

Nach der Installation der Anker muss zwingend die tatsächliche Ankerposition inklusive Höhe des Ankerpunkts bestimmt werden. Die Höhe des Ankerpunkts kann bezogen auf nN oder bezogen auf die Wassertiefe angegeben werden, hier muss jedoch auch die Höhe der Wasseroberfläche eingemessen werden, damit bestimmt werden kann, ob der derzeitige Zustand Hoch- oder Niedrigwasser entspricht. Die Koordinaten sind außerdem im bisher genutzten Koordinatensystem anzugeben. Anschließend werden die Seillängen noch mal mittels dynamischer Simulation überprüft.

4. Baggerkonzept

Zusätzlich zur Planung der Verankerung der FPV-Anlage wurde ein Konzept für die Verankerung eines Baggers erstellt. In den nächsten 30 Jahren sollen Flächen im Norden und Süden des Sees sukzessiv ausgebaggert werden. Für das Mooring des dazu benötigten Baggers besteht die Voraussetzung eines Mindestabstandes von ca. 250 m zwischen Bagger und Ankerpunkt. Abbildung 13 zeigt die geplanten Ankerpunkte.

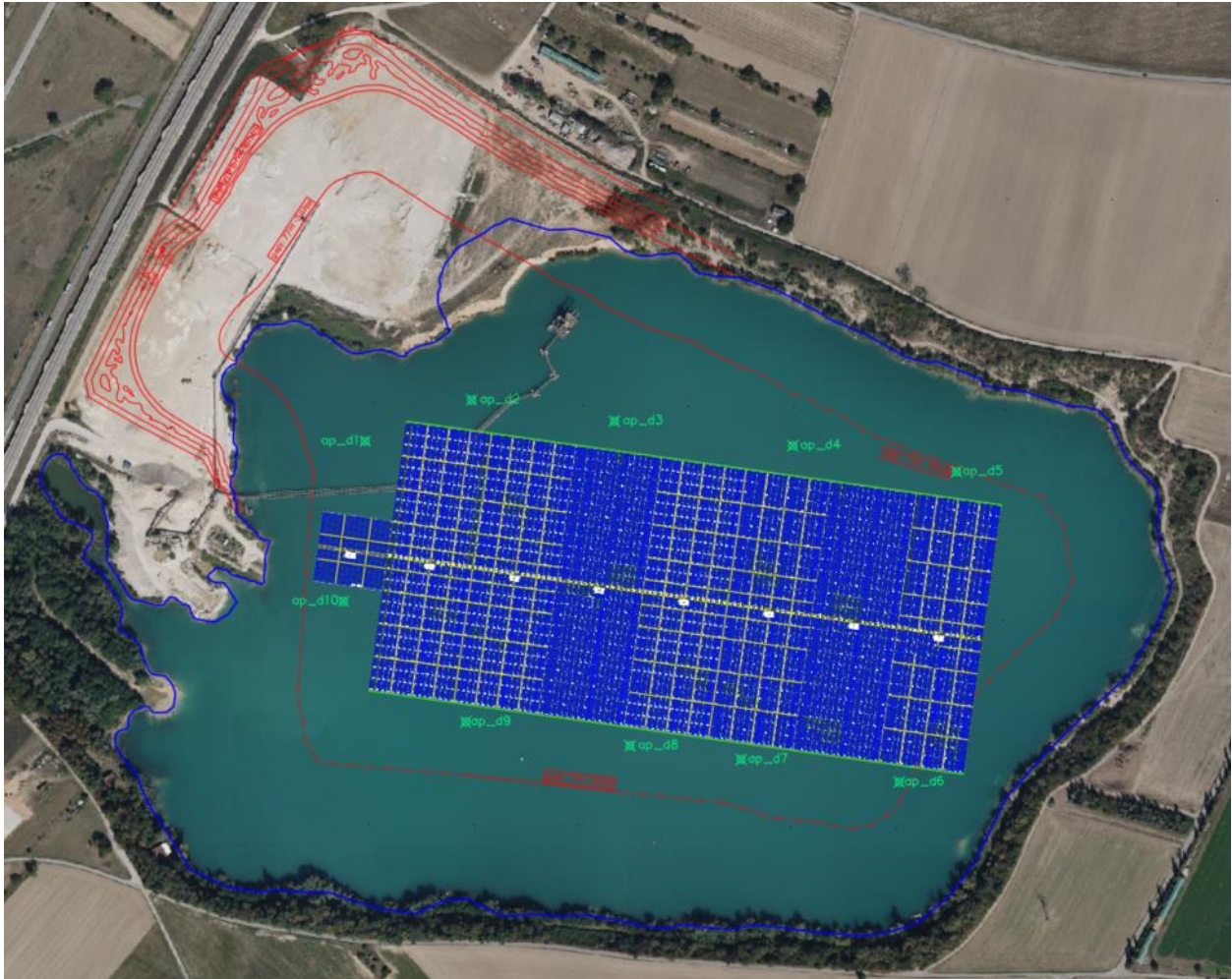


Abbildung 13: Konzeptskizze der Verankerung des Baggers bei großem FPV-Layout

5. Zusammenfassung

Die Verankerung der FPV Anlagen auf dem Stürmlinger See in Deutschland erfolgt durch Unterwasserverankerung.

Für das FPV-Layout des ersten Bauabschnitts werden 56 Anker benötigt. Die Seillänge beträgt etwa 2.720 m plus zusätzliche 224 m für den Spleißvorgang. Hinzu kommen außerdem Bypass-Seile für die Flex-Elemente, sowie Pufferlängen für die finalen Berechnungen anhand der as-built Koordinaten. Für das kleine Layout werden 56 Flex-Elemente, 336 Schäkel und 56 Ringe benötigt.

Für das FPV-Layout im zweiten Bauabschnitt werden zusätzlich 56 Anker und Flex-Elemente benötigt. Die gesamte Seillänge für das große Layout beträgt etwa 5.334 m plus 147 m für den Spleißvorgang. Auch hier sind Bypass-Seile, sowie Pufferlängen nicht berücksichtigt.

| | | Bauabschnitt 1 | Bauabschnitt 2 | Gesamt |
|-------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Anker | | 56 | + 56 | 112 |
| Flex-Elemente | | 56 | + 56 | 112 |
| Dyneema Seil [m] | Netto | 2.719,3 | + 2.614,3 | 5.333,6 |
| | Spleißen | 224 | + 224 | 448 |
| | Bypass | 76,7 | + 76,7 | 153,4 |
| | Spleißen | 112 | +112 | 224 |
| | Summe | 3.132 | +3.027 | 6.159 |
| Kauschen | | 224 | +224 | 448 |
| | GPGHMB25 | 336 | +336 | 672 |
| Ringe | MLDNV26 | 56 | + 56 | 112 |

Tabelle 6: Übersicht der benötigten Verankerungskomponenten

Darüber hinaus werden zehn Anker für die Verankerung des Baggers benötigt.

Die Anzahl der Anker kann sich erhöhen, wenn die Bodenverhältnisse nicht den Eigenschaften von konsolidiertem Sand entsprechen oder aus anderen Gründen eine geringere Tragfähigkeit aufweisen.

A.2. Gleistein Mega Twin Flex MAX 26 mm

More than Ropes.

Gleistein

Technical data sheet

| | |
|-------------------------------------|---|
| Article no.GGS | 689260199 |
| Rope type | MegaTwin Flex MAX 26 mm Ø Anthracite/black mottled |
| Raw material | Core: Dyneema® DM20 Cover: Gleistein Plus yarns |
| Rope standard | Manufactured according to factory standard |
| Break load spliced [kN] | 243,0 |
| Weight | 27,8 |
| Floating | Yes |
| Water resistance of DM20 | DM20 as manufactured and delivered by DSM Dyneema® has an excellent resistance to water. It does not swell, hydrolyze or otherwise degrade in water, seawater or moisture. |
| Chemical resistance of DM 20 | It is highly crystalline and does not contain any chemical groups as aromatic rings, amide, hydroxyl or other that are susceptible to attack by aggressive agents. The result ist hat DM20 fibers are very resistant against chemicals. |
| UV resistance of DM20 | All polymers show a degradat ion of properties due to UV-radiation. The rate is dependent upon the environment (e.g. sunlight intensity, temperature and humidity) and on the type of polymer. After UV-exposure, UHMWPE fibers show a slight increase in |

A.3. Gleistein Mega Twin Flex MAX 32 mm

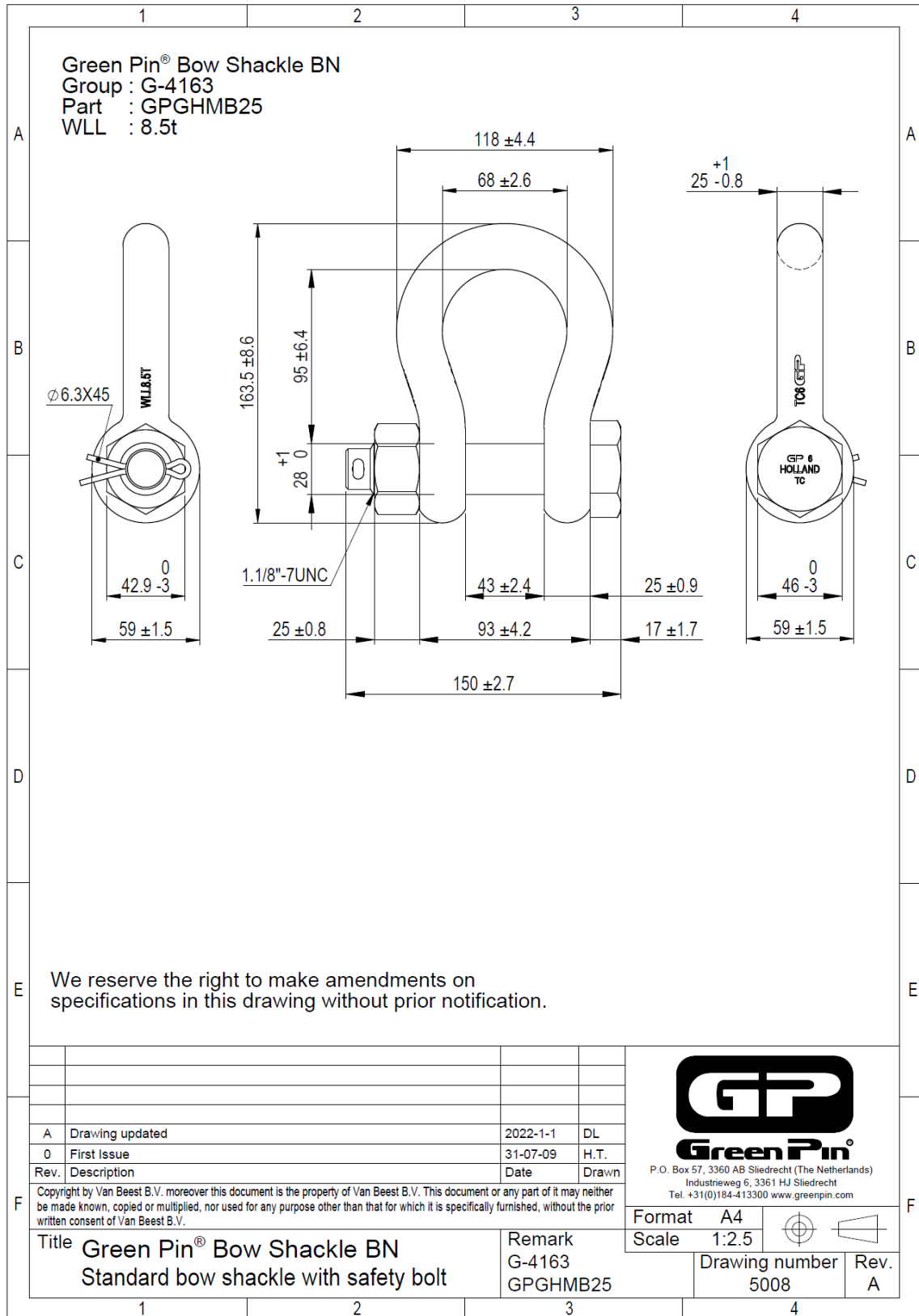
More than Ropes.

Gleistein

Technical data sheet

| | |
|-------------------------------------|--|
| Article no.GGS | 689320199 |
| Rope type | MegaTwin Flex MAX 32 mm Ø Anthracite/black mottled |
| Raw material | Core: Dyneema® DM20 Cover: Gleistein Plus yarns |
| Rope standard | Manufactured according to factory standard |
| Break load linear [kN] | 463,62 |
| Break load spliced [kN] | 417,26 |
| Weight | 41,27 |
| Floating | Yes |
| Water resistance of DM20 | DM20 as manufactured and delivered by DSM Dyneema® has an excellent resistance to water. It does not swell, hydrolyze or otherwise degrade in water, seawater or moisture. |
| Chemical resistance of DM 20 | It is highly crystalline and does not contain any chemical groups as aromatic rings, amide, hydroxyl or other that are susceptible to attack by aggressive agents. The result is that DM20 fibers are very resistant against chemicals. |
| UV resistance of DM20 | All polymers show a degradation of properties due to UV-radiation. The rate is dependent upon the environment (e.g. sunlight intensity, temperature and humidity) and on the type of polymer. After UV-exposure, UHMWPE fibers show a slight increase in |

A.4. Green Pin Bow Shackle BN GPGHMB25



A.5. Green Pin DNV Master Link GMLDNV26

