

Erdanker und Ankerplatten

Ungewisse Bodenverhältnisse machen es aussergewöhnlich schwer, die Ankertragfähigkeit exakt zu bestimmen und zu berechnen. Dieses Dokument liefert dir eine Einschätzung der Tragfähigkeit anhand unserer Erfahrungen und einer empirischen Näherungsmethode. Outdoorsolutions empfiehlt zwingend eine genaueste Betrachtung der Belastung am Aufstellort und im Zweifelsfall eine Probelastung! Sehr kritisch sind unter anderem Böden mit frischen Aufschüttungen, Sand, Torf, Humus, Faulschlamm, Sumpf, Lehm, Ton, und so weiter.

Grundsatz: Die Verankerung von Seilen im Boden ist häufig das schwächste Glied in der Kette. Ein einzelner Erdanker hat bei gutem, festem, kiesigem Boden rund 2kN bis 4kN Tragfähigkeit.

Erdanker

Ein Erdanker, auch Erdnagel oder Stabanker genannt, ist ein Rundstahl zur Verankerung von fliegenden Bauten (wie Zelte) in der Erde.



Konstruktion

Typischerweise verwendest du für einen Erdanker einen Armierungsstahl zwischen 20 und 30mm Durchmesser. Als Gesamtlänge empfehlen wir 100cm – dann passen sie noch in einen Palletrahmen -, wovon du 80cm eintreiben solltest. Am unteren Ende soll der Erdanker angespitzt werden, um das Eintreiben zu erleichtern. Sehr wichtig ist es, am oberen Ende des Erdankers ein Element einzubauen, dass ein Wegrutschen des Seiles verhindert. Das geht beispielsweise mit einem T-Stück (Flachstahl, wie in den Bildern gezeigt) oder durch eine Schlaufe, wie sie bei Hängematte-Vorrichtungen üblich ist.

Tragfähigkeit – Erfahrungswerte aus der Praxis

Unsere Erfahrung zeigt: Bei gutem, festem, kiesigem Boden haben Erdanker, wie im Bild gezeigt, rund 200kg bis 400kg Tragfähigkeit. Je nach Boden hatten wir auch schon Situationen, bei denen der Anker nach 100kg Belastung bereits aus dem Boden gezogen wurden.

Anschlagmittel

Wenn immer möglich, solltest du das Seil nicht direkt um den Erdanker legen. Einerseits können die Erdanker scharfkantig sein oder durch das Einschlagen eine Braue erhalten, welche mit Leichtigkeit einen Seilmantel aufschlitzt. Andererseits entsteht viel Reibung, sodass das Spannen des Seiles erschwert wird. Besser ist es, eines der folgenden Anschlagmittel zu verwenden, wobei bei Materialien mit spezifizierten **Bruchlasten grün** markiert sind und **WLL rot**:



- **Karabiner:** Stahlkarabiner mit rund 24kN Bruchlast, für das Anschlagen von Statikseilen mit rund 33kN Bruchlast (Mastabspannungen).



- **Stahlringe:** Stahlring (d=10mm, di=50mm) mit rund 8kN Bruchlast, für das Anschlagen von Statikseilen mit rund 10kN Bruchlast (Blachenabspannungen). Deutlich preiswerter als ein Karabiner.



- **Schäkel:** Das Pendant des Karabiners in der WLL-Welt ist der Schäkel (oder „Chueschnurre“). Perfekt für das Anschlagen von Spannset oder Rundschlingen. Ein 2to-Schäkel hat einen Innendurchmesser, der sehr gut zu 20mm-Erdankern passt.

Einsatz mehrerer Erdanker

Das Einschlagen von weiteren Erdankern hinter dem ersten Erdanker und eine Verbindung mit einem Seil/Spanset hilft, die Tragfähigkeit massiv zu erhöhen.

Wichtig ist, die einzelnen Erdanker genügend weit voneinander zu entfernen – mindestens den 5-fachen Stabdurchmesser gemäss EN 13782, wir empfehlen den 10-fachen Stabdurchmesser. Bei 2.5cm Durchmesser brauchst du somit einen Abstand von mindestens 12.5cm resp. 25cm zwischen den Erdankern. Es gibt mehrere Möglichkeiten, wie du die Anker anordnen und verbinden kannst:



V-förmig hintereinander, Verbindung mit Spanset

Um den Tragfähigkeit zu erhöhen, können mehrere Erdanker V-förmig hintereinander geschlagen werden. Wir haben mit 3 bis 5 Erdanker sehr gute Erfahrungen gemacht, die dann mit einem kleinen Spanset miteinander verbunden werden. Der vorderste Erdanker wird mit dem Abspannseil verbunden (im Bild ein grosser Schäkel).

Ein kleines Spanset hat eine WLL von 8kN. Jeder Erdanker hat eine Tragfähigkeit von 4kN, du solltest daher maximal drei Erdanker mit einem Spanset verbinden (wie im Bild gezeigt).

V-förmig hintereinander, Verbindung mit Bindestrick

Anstelle eines Spansets kann auch ein Bindestrick verwendet werden, entweder von J+S oder einer von unserer Bestellliste. Beachte auch hier die Bruchlast der Seile.



Ankerplatte: Falls du viele Abspannpunkte hast, die du mit mehreren Erdankern ausführen willst, lohnt es sich u.U., Ankerplatten zu verwenden. Im Vergleich zu den obig erwähnten Verbindungsmöglichkeiten sind Platten schneller geschlagen und weniger fehleranfällig. Mit einem Schäkel verbinden wir das Spanset mit der Ankerplatte.

Die Befestigung eines Spansets im Erdreich ist anspruchsvoll. Da ein Erdanker eine Tragfähigkeit von 2kN bis 4kN hat, benötigst du haufenweise Erdanker, um 2to WLL zu erreichen – mit einem Sicherheitsfaktor von 1.6 (gemäss EN 13782) sind dies 3.2to Tragfähigkeit, also je nach Boden zwischen 8 und 16 Erdanker! Wenn du unsere Bauten schon ein bisschen studiert hast, wirst du sehen, dass wir nie so viele Erdanker einsetzen. Wir verwenden auf guten Böden meist eine Ankerplatte mit 4 Erdanker pro Spanset, und erreichen so eine Tragfähigkeit von 16kN (oder 1to WLL). Damit ist die Ankerplatte das schwächste Glied der Kette und es muss während dem Lager besondere Aufmerksamkeit darauf gerichtet werden.

Tipps zum Recken und zur Bodenbeschaffenheit

- Frag den Bauern, wo er empfehlen würde, eine Pionierbaute zu stellen. Er kennt seine Wiese am besten.
- Erkundige dich, ob Leitungen in der Wiese sind – beispielsweise Drainage-Leitungen vom Bauer, oder auch Strom- und Wasserleitungen. Schau dir die Katasterpläne an.
- Nimm eine Stechschaufel mit, grab ein 80cm tiefes Loch dort, wo deine Baute stehen soll und schau dir die Erde an:
 - Ist sie steinig oder kiesig? Das deutet auf dicht gelagerten, [nichtbindigen Boden](#) hin. Der beste Boden für Erdanker.
 - Ist sie lehmig oder tonig? Das deutet auf bindigen Boden hin. Die Erdanker halten schlechter.
 - Ist sie schwarz, schlammig oder sumpfig? Das deutet auf schlechten Boden hin für Erdanker; da musst du sehr vorsichtig sein. Eine Probelastung am Aufstellort kann je nach Umständen von Nöten sein; auch alternative Verankerungen wie Betonblöcke können von Nöten sein.
- Komme ich bis auf 80cm runter, oder stosse ich auf Fels? Wir sind im Sommer 2019 bei einem Zeltaufbau nach 50cm auf Fels gestossen und mussten alle Löcher für die Erdanker mit einem Steinbohrer vorbohren. Die Frage ist weniger doof, als sie scheint 😊

Wartung während dem Lager

Wichtig ist es, die Erdanker regelmässig zu überprüfen. Dabei ist insbesondere eine Verschiebung des Erdankers zu beachten. Sobald sich der Erdanker um 2cm verschoben hat, ist die Tragfähigkeit nicht mehr vollständig sichergestellt. In diesem Falle empfehlen wir entweder den Einsatz mehrerer Erdanker oder das Eintreiben von Holzkeilen.

Weiter empfiehlt die EN 13782, das Eindringen von Oberflächenwasser (z.B. durch Regen) zu verhindern. Das ist beispielsweise möglich mit einer Blache, die du während Regen über den Erdanker legst. Natürlich solltest du in der Nähe von Erdankern keine Schlammlöcher oder andere Wasserquellen haben/bauen.

Erdanker selbst herstellen

Erdanker selbst herstellen ist keine Hexerei – falls du nicht zwei linke Daumen hast, kannst du das wahrscheinlich selbst. Die einzige seltene Fähigkeit: Du brauchst jemanden, der schweissen kann. Sobald du diese Person hast, kannst du dich an die Beschaffung des Stahls machen. Wir empfehlen Bewehrungsstahl B500B (gemäss SIA-Norm 262) mit einem Durchmesser von 20mm bis 30mm. Einige Details:

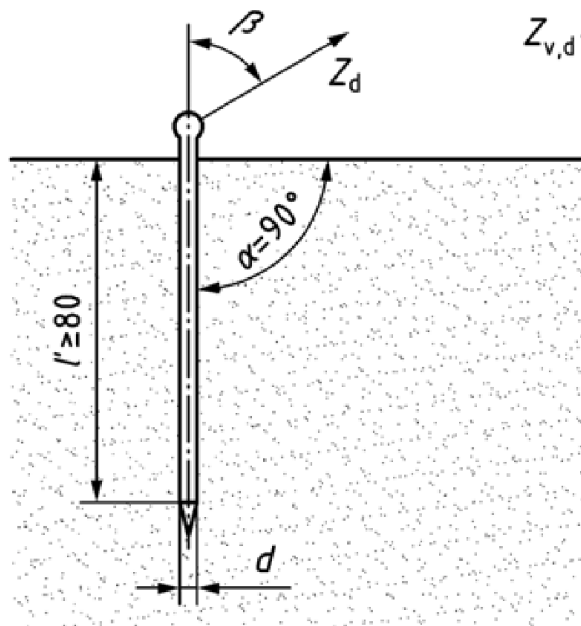
- Ø20mm: Unsere Erdanker haben diesen Durchmesser. Perfekt für 2to-Schäkel, du kannst die Schäkel sogar nach dem Schlagen der Erdanker noch montieren. Nachteil ist, dass die Anker etwas zu dünn sind und sich verbiegen bei Lasten von mehreren kN.
- Ø25mm: Empfohlener minimaler Durchmesser gemäss EN 13782 für eine Länge von 80cm. Die Tragfähigkeit nimmt linear mit dem Durchmesser zu, der 25mm wird also auch 25% mehr Tragfähigkeit haben im Vergleich zum 20mm-Erdanker.
- Ø30mm: Durchmesser, wie sie Zirkuszeltbauer verwenden. Die beste Tragfähigkeit, doch daran kannst du nur 3.25to-Schäkel oder Stahlkarabiner anschlagen.

Als Gesamtlänge empfehlen wir 100cm – dann passen sie noch in einen Palletrahmen -, wovon du 80cm eintreiben solltest. Als T-Stück empfehlen wir ein 100mm-Stück Flachstahl 30x8mm, das du auf einer Länge von 93cm montierst.

Erdanker und Ankerplatten kaufen

Falls du die Erdnägel kaufen möchtest, empfehlen wir ISEL: <https://www.igelgmbh.de/>. Wir haben mit diesen Erdnägeln keine Erfahrung, würden dir als Ausgangslage aber den Typ 054 empfehlen. Wichtig ist sicher der Durchmesser der Scheibe, damit der Karabiner/Schäkel nicht darüber rutschen kann. Weiter scheinen die Spirafix-Anker sehr interessant, wir haben damit bisher aber noch keine Erfahrung gesammelt. Da empfehlen wir Typ SF50-10-1050B (B-Type, 50 x 1050mm). Betreffend Ankerplatten: Kontaktiere uns, falls du unsere Pläne möchtest.

Berechnung der Tragfähigkeit von Stabankern nach EN 13782



Legende:

Z_d	Bemessungswert der Ankertragfähigkeit [N]
$Z_{h,d}$	Bem.wert der horizontalen Ankertragfähigkeit [N]
$Z_{v,d}$	Bem.wert der vertikalen Ankertragfähigkeit [N]
d	Ankerdurchmesser [cm]
l'	Einschlagtiefe [cm]
α	Einschlagwinkel [°]
β	Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen [°]

Notizen zu den Winkeln

Erfahrungsgemäss erreichen schräg belastete Erdanker bei rechtwinkligem Einschlagwinkel (wie in der Grafik gezeigt) die maximale Tragfähigkeit. Wir empfehlen auf jeden Fall, den Anker so weit vom Mast zu entfernen, dass β grösser 45° wird. Das ist eine gute Massnahme zur Vermeidung von Gefahren: Wenn die Personen bei den Anker stehen, können sie nicht von einem umfallenden Masten getroffen werden. Weiter können die Seile so besser Horizontalkräfte aufnehmen und ihr benötigt weniger Kraft beim Aufstellen des Mastens.

Berechnung der Ankertragfähigkeit in mindestens halbfesten bis steifig bindenden Böden

Die Ankertragfähigkeit für Stabanker mit einer Mindesteinschlagtiefe von 80cm in dicht gelagerten, [nichtbindigen Böden](#) kann für $\beta \geq 45^\circ$ mit folgender empirischen Formel berechnet werden:

$$Z_d = 17 \cdot d \cdot l'$$

Für einen Erdanker mit einer Einschlagtiefe von 80cm und einer Dicke von 2cm ergibt das:

$$Z_d = 17 \cdot 80 \cdot 2 = 2720N \cong 277kg$$

Achtung Bodenbeschaffenheit: Diese Formel gilt nicht bei aufgeschüttetem Boden, Torfboden, Humus, Faulschlamm, sehr lehmigem/tonhaltigem Boden, Schnee, und so weiter. In halbfesten bis steife bindige Böden reduziert sich der Faktor von 17 auf 10, also auf 59% des obigen Wertes.

Falls du dir unsicher bist, welche Bodenart bei deinem Aufstellort vorliegt, empfiehlt Outdoorsolutions **zwingend** eine genaue Betrachtung der Bodenbeschaffenheit am Aufstellort und im Zweifelsfall eine Probelastung!

Probelastung am Aufstellort

Für die Probelastung benötigst du nebst Erdankern auch ein Kraftmessgerät und entsprechend weiteres Versuchsmaterial. Eine Probelastung muss aus mindestens drei Versuchen bestehen. Anschliessend nimmst du den niedrigsten Wert der Probelastung und teilst ihn durch den Sicherheitsfaktor. Die EN 13782 empfiehlt hier einen Sicherheitsfaktor von 1.6:

$$Z_d = \frac{P}{S} = \frac{P}{1.6}$$

(mit P = niedrigster Wert der Probelastungen [N] und S = Sicherheitsfaktor)