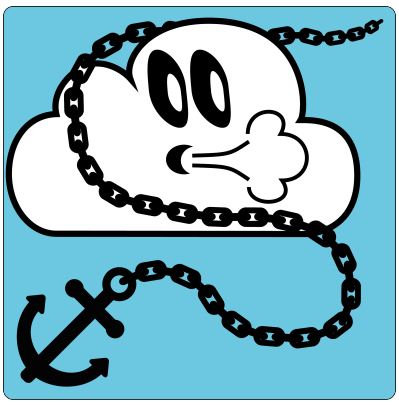
Wieviel Kette brauche ich beim Ankern?



Im März 2020 hatte ich auf blauwasser.de schon einmal über die beim Ankern benötigte minimale Länge der Kette geschrieben. Dabei wurde deutlich, dass die vielfach zitierte und gelehrte Faustformel “Kettenlänge = dreifache Wassertiefe” (oder auch einfach “mehr bei viel Wind”), viel zu unspezifisch ist, um den verschiedenen Bootstypen und -größen und den sehr unterschiedlichen Ankerszenarien Rechnung zu tragen.

Die damaligen Ergebnisse bezogen sich auf das sogenannte **statische Ankern**, bei dem sich alles eingependelt hat: Der Wind drückt das Schiff vom Anker weg, aber es liegt ruhig. Insbesondere gibt es keine Böen und keinen Schwell, und das Schiff segelt auch nicht am Anker. In diesem Fall findet man einen einfachen Zusammenhang, $L = \sqrt{Y(Y+2a)}$, wobei *L* die minimal benötigte Kettenlänge ist damit die Kette immer noch waagerecht am Ankerschaft angreift, *Y* die Ankertiefe, vom Bugroller aus gerechnet, und *a* ein Parameter, der das Verhältnis von am Schiff angreifender Windkraft zum Kettengewicht (im Wasser) pro laufendem Meter angibt. Diese Annahmen sind natürlich nicht ganz realistisch, und so möchte ich hier nun die Erweiterung auf das **dynamische Ankern** präsentieren und in diesem Zusammenhang auch meine einfach zu bedienende App für Apple, Android und Web-Online (LITE) vorstellen, welche u.a. die **minimal benötigte Ankerkettenlänge** und die am **Anker angreifende Last** berechnet. In diesem erweiterten Szenario sind Böen und Schwell mit berücksichtigt. Zudem macht es viel Sinn, auch einen elastischen Ankerstropp / Hahnepot mit in die Überlegungen einzubeziehen, sowie eine Kombination aus Kette und Trosse, oder nur Trosse. Damit sind die meisten Ankerszenarien abgedeckt. Es zeigt sich, dass das dynamische Ankern besonders relevant ist für Schiffe, die sich stärker am Ankerplatz bewegen, wie z.B. kleinere Boote oder leichte Mehrfachrümpfer mit einer relativ großen Windangriffsfläche. Sehr schwere Schiffe, welche Böen und Schwell einfach “aussitzen” ohne sich nennenswert zu bewegen, sind weniger davon betroffen.

Wie vorher auch, ist der Ansatz der folgende: Wenn Wind, Böen oder Schwell/Wellen auf das Schiff treffen, wird es temporär weiter weg vom Anker gedrückt. Dazu muss es sich zunächst erst einmal bewegen, wird dann wieder langsamer und kommt für einen kurzen Moment zum Stillstand. Dies ist der Moment, bei dem das Schiff die Kette / Trosse besonders lang gezogen hat und damit am stärksten am Anker zieht. Es ist nun die gesamte anfängliche Bewegungsenergie des Schiffes in potentielle Energie der Kette (und gegebenenfalls — soweit vorhanden — in die Dehnung eines Ankerstropps / Hahnepots / Trosse) umgewandelt worden. Kinetische Energie ist die in einem Körper gespeicherte Energie, wenn er sich bewegt. Mit potentieller Energie bezeichnet man die Energie, die ein Körper speichert, wenn er vom Boden hochgehoben wird oder sich elastisch dehnt. Pumpspeicherkraftwerke funktionieren z.B. nach diesem Prinzip. Wenn man also die durch einen Schwell oder eine Böe auf das Schiff übertragene Energie berechnen kann, dann kann man auch angeben, um wie viel sich die potentielle Energie der Kette dadurch verändern wird, da die Summe aller Energien konstant bleibt, solange man keine Reibung o.ä. berücksichtigt. Reibung hilft, Energie beim Ankern ‘loszuwerden’ und damit die Last am Anker zu verringern. Wir liegen also bei der Rechnung auf der sicheren Seite, wenn wir sie ignorieren.

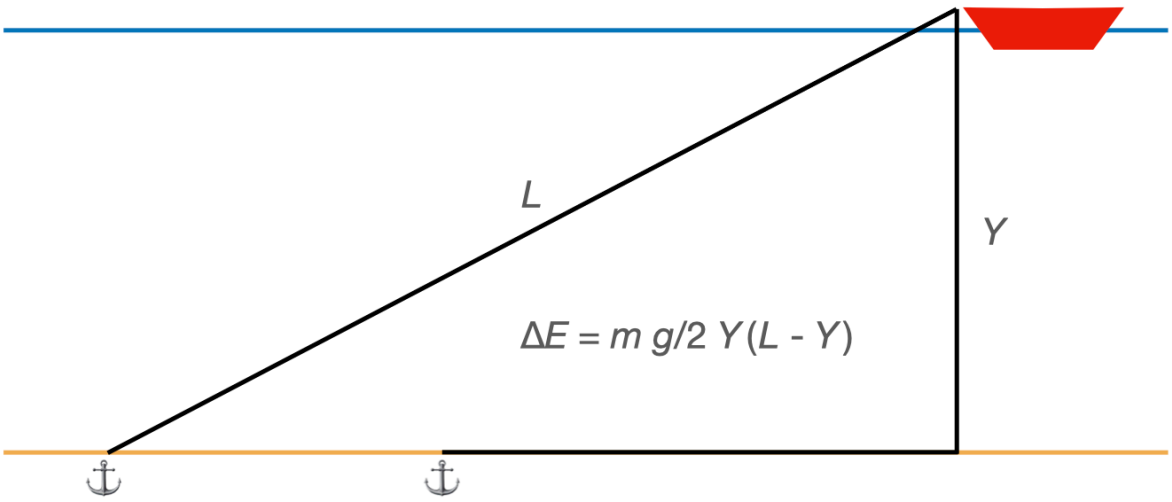


Bild 1: Der Unterschied in potentieller Energie zweier extremer Grenzfälle beim Ankern: Gar kein Wind und Schwell mit senkrechter Kette versus soviel Wind und Schwell, dass die Kette vollkommen steif kommt und zur einer Geraden zwischen Anker und Bug wird. Der Unterschied ΔE dieser beiden potentiellen Energien ist die Energie, die diese Kette maximal aufnehmen kann.

Die Energie eines Schwells oder einer Böe exakt auszurechnen ist schwierig, aber man kann sie abschätzen, indem man sich anschaut, mit welcher maximalen Geschwindigkeit sich das Schiff zunächst vom Anker weg bewegt, nachdem es von einem Schwell / einer Böe getroffen wurde. Mit Hilfe dieser Geschwindigkeit und der Masse des Schiffes kann man dann die auf das Schiff übertragene Energie des Schwells / der Böe näherungsweise berechnen — es ist die kinetische Energie des Schiffes bei maximaler Geschwindigkeit am Anker. Damit ergibt sich gleich die nächste Frage, wie gut eine Kette (ohne Ankerstropp / Hahnepot / Trosse) überhaupt Energie aufnehmen kann? Eine Kette nimmt Energie auf, wenn sie höher über Grund hängt als vorher (potentielle Energie), aber wieviel Energie ist das?

Dazu betrachte ich zunächst qualitativ zwei extreme Grenzfälle: Erstens den Fall, dass die Kette sehr flach hängt, wenn also der Anker und der Bugroller nur wenige Meter Höhenunterschied zueinander haben. In diesem Fall tut sich die Kette schwer damit, zusätzliche Energie aufzunehmen. Sie ist rein geometrisch betrachtet nur wenig entfernt von einer geraden Linie zwischen Anker und Bugrolle und kann sich kaum mehr straffen, also weitere Höhe über Grund gewinnen, um so noch mehr Energie aufzunehmen. Dies ist das Flachwasser Szenario mit einer eventuell sehr steifen Kette. Andererseits, wenn die Kette fast senkrecht nach unten hängt bei sehr wenig Wind, dann nimmt sie ebenfalls nur wenig Energie auf, da die Kette sich dann im wesentlichen nur seitwärts bewegt, also keine Höhe gewinnt. Zwischen diesen beiden Extremen funktioniert die Kette deutlich besser. Dies genauer und mit Hilfe meiner App zu ergründen — und daraus Empfehlungen für das sichere Ankern herzuleiten — ist also mein Ziel in diesem Beitrag.

Betrachten wir diese beiden extremen Fälle nun quantitativer wie im Bild 1 gezeigt: A) kein Wind, kein Schwell, die Kette hängt einfach senkrecht am Bug runter. B) die Kette ist nach einer extrem starken und lang anhaltenden Böe oder Schwell so gut wie vollkommen straff gespannt und zieht am Anker mit einem gewissen Winkel. Klarerweise hat die Kette im Fall B eine größere potentielle Energie, da die Kette im Schnitt höher über Grund hängt und zudem noch mehr Kette gebraucht wird. Der Unterschied an potentieller Energie

zwischen den beiden Fällen B und A beträgt $m\,g\,/\,2\,Y\,(L - Y)$, wobei $G = m\,g$ das Gewicht der Kette (in Wasser) pro laufendem Meter ist, Y die Ankertiefe, vom Bugroller aus gerechnet, und L die Länge der Kette. Wenn eine Böe oder ein Schwell also versucht, noch mehr Energie auf die Kette zu übertragen, wird der Anker sehr wahrscheinlich ausreissen, oder zumindest durch den Boden gezogen werden. Allerdings wird er dies vielleicht auch schon dann tun, wenn diese maximale Energie noch gar nicht ganz erreicht ist, da die Kette umso mehr Kraft auf den Anker ausübt, je weiter sie durchgestreckt ist. Enorme Kräfte können so entstehen.

Es gibt hier nun mindestens zwei interessante Ergebnisse: Erstens wird die maximal von einer Kette **fester** Länge L aufnehmbare Energie kleiner, wenn die Ankertiefe Y kleiner wird: Wenn ich die Ankertiefe halbiere, dann halbiere ich in etwa auch die maximale Energie, die die Kette aufnehmen kann. Die Kette funktioniert im Flachwasser also nicht gut, um Energie aufzunehmen — je flacher desto schlechter. Die Kette mag Tiefe. Aber auch hier sind Grenzen gesetzt. Man findet mit der obigen Formel, dass die Kette bei fester Länge L am meisten Energie aufnehmen kann, wenn sie im vollkommen gespannten Zustand ein Verhältnis von Kettenlänge zu Wassertiefe von 2:1 aufweist, $L/Y = 2$. Dies heisst jedoch nicht, dass man nun losziehen sollte und beim Ankern nur die zweifache Wassertiefe als Kette stecken sollte. Ja, die Kette mag dies, aber der Anker ganz und gar nicht. Zum einen wird dann mit einem recht steilen Winkel an ihm gezogen, welcher die maximale Haltekraft sehr negativ beeinflusst, und zum anderen — noch viel gravierender — sind die vom Bug zum Anker durchgereichten Lastspitzen enorm. Sonst würde die Kette ja nicht so extrem steif kommen. Man braucht also deutlich mehr Kette, um dieses Szenario B mit sehr steifer Kette zu verhindern.[1]

Nehmen wir also im Folgenden an, die Kette greift immer waagerecht am Anker an, um diesen nur minimal zu belasten. Und ausserdem sei die Kette schon mehr oder weniger vorgespannt aufgrund eines Grundwindes ohne Schwell und Böen. Wie gut kann die Kette dann mehr Energie “wegstecken”, wenn man bei fester Ankertiefe Y den Grundwind und damit die für einen waagerechten Ansatz am Anker benötigte Kettenlänge L langsam erhöht?

Man kann diese Fragestellung sehr schön anhand der **Elastizität der Ankerkette** beantworten. Hiermit meine ich nicht die Elastizität des Metalls der einzelnen Kettenglieder sondern die Federeigenschaft der Kette als Ganzes, wenn sie an einem Ende, dem Anker, fest angekettet ist und am anderen Ende, am Bug, strammer gezogen wird. Ihr Eigengewicht wird sie immer wieder in die ursprüngliche Position zurück federn lassen, wenn dieser Zug nachlässt.

Um es etwas exakter zu formulieren: Wenn Böen oder Schwell (bei festem Grundwind) an der Kette am Bug etwas mehr ziehen, z.B. mit der zusätzlichen Kraft von 1 N, wieviel **mehr** Energie kann die Kette dann aufnehmen? Klarerweise möchte man, dass dieser Wert hoch ist. Die Kette soll viel wegstecken können!

---

[1] An dem Beispiel steifer Kette sieht man auch sehr schön, worum es sich hier eigentlich dreht: Wenn die Kette nicht mehr sehr viel steifer werden kann, dann heißt das, dass das Boot sich nur sehr wenig weiter nach hinten bewegt. Da nun Energie (oder Arbeit) gleich Kraft mal Weg ist, muss also bei gleichem Energieeintrag die Kraft, sprich die Ankerlast, entsprechend anwachsen, um einen kürzeren Weg so auszugleichen. Im Extremfall kann dies sogar bedeuten, dass ein Teil der Kette ungenutzt auf dem Meeresgrund liegt, während die Ankerlast noch immer durch die Decke geht! Mehr Kette hilft hier einfach nicht weiter!

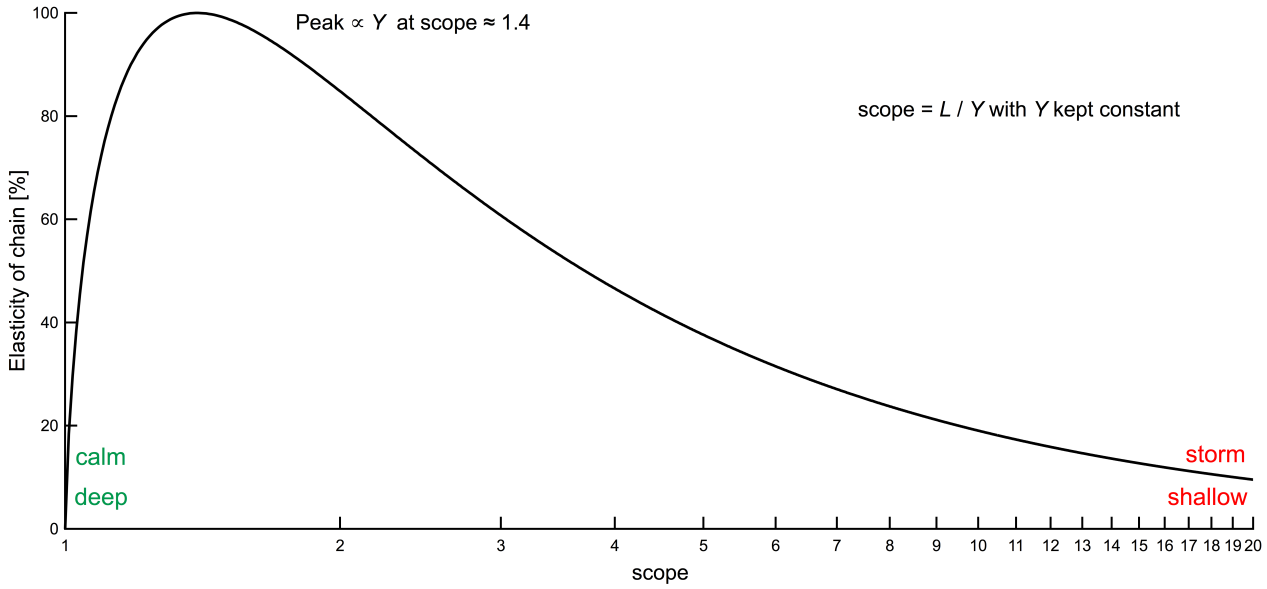


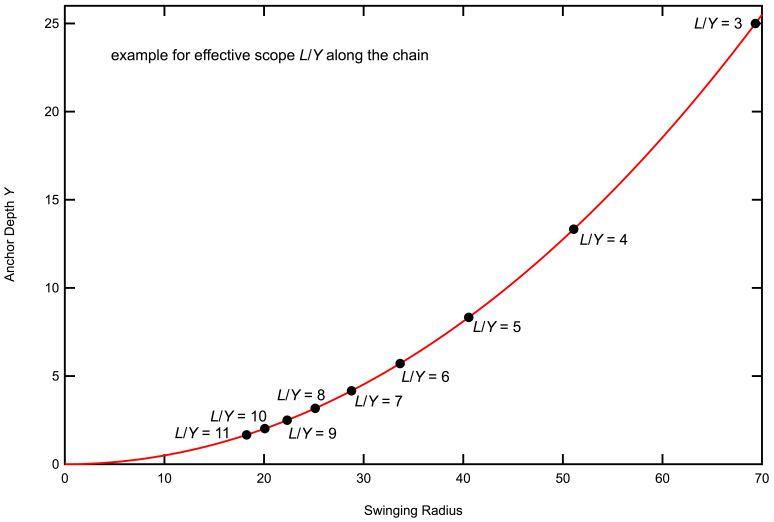
Bild 2: Elastizität einer Ankerkette als universelle Funktion des Verhältnisses Kettenlänge zu Ankertiefe (= Scope). Das Maximum bei Scope $L/Y \approx 1{,}4$ ist hier mit 100% angegeben, ist aber in absoluten Werten gemessen proportional zur Ankertiefe Y. In anderen Worten: Wenn die Ankertiefe sich verdoppelt, verdoppelt sich auch die maximale Elastizität. Allein deshalb schon ist Ankern auf Tiefe besser. Wichtig ist hier, dass der Scope nicht einfach das Verhältnis irgendeiner willkürlich gewählten Kettenlänge zur Wassertiefe ist, sondern zudem auch noch die Bedingung erfüllen muss, dass die Kette waagerecht am Anker angreift. Dies ist am Einfachsten dadurch gewährleistet, dass man mehr als ausreichend Kette verwendet und bei der Bestimmung des Scope nur den Teil der Kette L berücksichtigt, der sich vom Seeboden abgehoben hat.

Wie schaut das nun konkret aus? Nehmen wir eine Kette, die genügend lang ist, sodass immer noch etwas Kette vor dem Anker auf dem Grund liegt und diese somit immer waagerecht am Anker angreift. Im Rahmen meines Modells kann ich dann die Elastizität der Kette exakt ausrechnen — siehe Bild 2. Links im Graphen ist Windstille (calm), rechts ist Sturm (storm). Die waagerechte Achse ist Scope, also das Verhältnis von Kettenlänge L zu Ankertiefe Y — wobei nur der Teil der Kette zählt, der keine Grundberührung mehr hat. Die vertikale Achse ist die Elastizität dividiert durch die Elastizität im Maximum der Kurve (welches bei einem Scope von ≈ 1,4 liegt und proportional zur Ankertiefe Y ist). Im Maximum der Kurve sind dann automatisch 100% erreicht.

Vielleicht hilft dieses einfache Gedankenexperiment, die Graphik in Bild 2 besser zu verstehen: Ich ankere auf 5 Meter Tiefe, vom Bugroller gemessen. Es sind 100 Meter Kette draussen, aber die werden noch gar nicht genutzt, da so gut wie kein Wind da ist. Ich befinde mich nun ganz links im Diagramm. Die Elastizität der Kette ist schlecht, aber das macht nichts, da kaum Wind weht. Nun fängt der Grundwind immer kräftiger an zu blasen und ich bewege mich langsam weiter nach rechts in dem Diagramm. Wenn 1,4 x 5 = 7 Meter Kette vom Seegrund abgehoben sind, befinde ich mich schon im Maximum der Elastizität der Kette. Klarerweise ist das immer noch nicht viel Wind — gerade mal 7 Meter Kette werden benötigt, damit diese am Anker in 5 Meter Tiefe immer noch waagerecht angreift. So, nun bläst es immer mehr und ich bewege mich immer weiter nach rechts, vom Maximum weg. Wenn die 100 Meter Kette ganz vom Boden abgehoben ist, habe ich ein Kettenlängen zu Ankertiefen Verhältnis von 100 : 5 und damit den rechten Rand der

Graphik erreicht. Obwohl ich immer mehr Kette nutze, wird die Kette also immer weniger elastisch. Mit anderen Worten, sie ist immer schlechter in der Lage, zusätzlich starke Böen oder starken Schwell aufzufangen, je höher der Grundwind ist. Klar kann sie große statische Kräfte aufnehmen, aber Böen und Schwell — Fehlanzeige. Hier braucht man also einen sehr guten Stropp oder Hahnepot, um diese Spitzenlasten anderweitig aufzufangen und vom Anker fernzuhalten. Qualitativ ist dies das gleiche Ergebnis wie in Bild 1, aber nun mit sehr viel realistischeren Randbedingungen für die Kette.

Man kann im Graph in Bild 2 als waagerechte Achse also nicht nur den Scope, sondern alternativ auch die Windstärke verwenden: Links wenig, rechts viel Wind. Und nicht nur das, diese Achse könnte auch mit der Ankertiefe beschriftet werden: Links tief, rechts flach. Dazu muss man sich nur vor Augen führen, dass eine Kette, welche waagerecht am Anker angreift, zunächst auch nur sehr flach zur Wasseroberfläche strebt, wie im Beispielbild rechts zu sehen ist, und den steilsten Verlauf am Bug hat, wo bei Bedarf mehr Kette “nachgefüttert” wird. Der **benötigte** Scope *L*/*Y* — also das Verhältnis von Kettenlänge zu Ankertiefe — wird damit bei ansonsten gleichen Wind- und Schwellverhältnissen **kleiner**, wenn man in **tieferem** Wasser ankert. Einige *L*/*Y* Werte sind exemplarisch im nebenstehenden Diagramm für eine feste Windstärke eingezeichnet. Und aus diesem Grund ist die rechte Seite des Diagrams von Bild 2 mit großem Scope eher im flachen Wasser als im tiefen Wasser anzutreffen.



Es bestätigt sich also wieder das Ergebnis von oben: Eine Kette im flachen Wasser funktioniert nicht gut bei Sturm, ihre Elastizität geht in den Keller. Und man kann es gar nicht häufig genug wiederholen: Ankerstropp oder Hahnepot sind hier unerlässlich, um die Ankerlast gering zu halten, wie wir auch gleich an einem konkreten Beispiel sehen werden.

Damit nicht genug — diese schlechten Eigenschaften einer Kette im flachen Wasser führen dazu, dass jede Böe, jeder Schwell ruckartig am Anker zieht — mit enormen Kräften, die ein vielfaches der statischen Last am Anker sein können. Weder der Anker noch die Klampen am Bug mögen es, wenn die Kette steif kommt! Erfahrene Ankerlieger kennen dieses Problem nur zu gut und vermeiden es.

Andererseits, eine Kette fester Länge funktioniert also am Besten bei einem benötigten Scope von nur 1,4. Von daher verwundert es nicht, wenn Segler berichten, vor Grönland mit 100 Meter Kette auf 40 Meter Ankertiefe ohne Probleme im Sturm geankert zu haben. Bei so großen Ankertiefen ist das für einen waagerechten Ansatz der Kette am Anker benötigte Verhältnis von Kettenlänge zu Ankertiefe — also dem benötigten Scope — schon recht klein geworden. Entsprechend dicht befindet sich der “Arbeitspunkt” der Kette am optimalen Maximum in Bild 2. Und — zweiter Pluspunkt — dieses Maximum ist auch noch größer, weil es proportional zur Ankertiefe ist. **Kette mag Tiefe!**

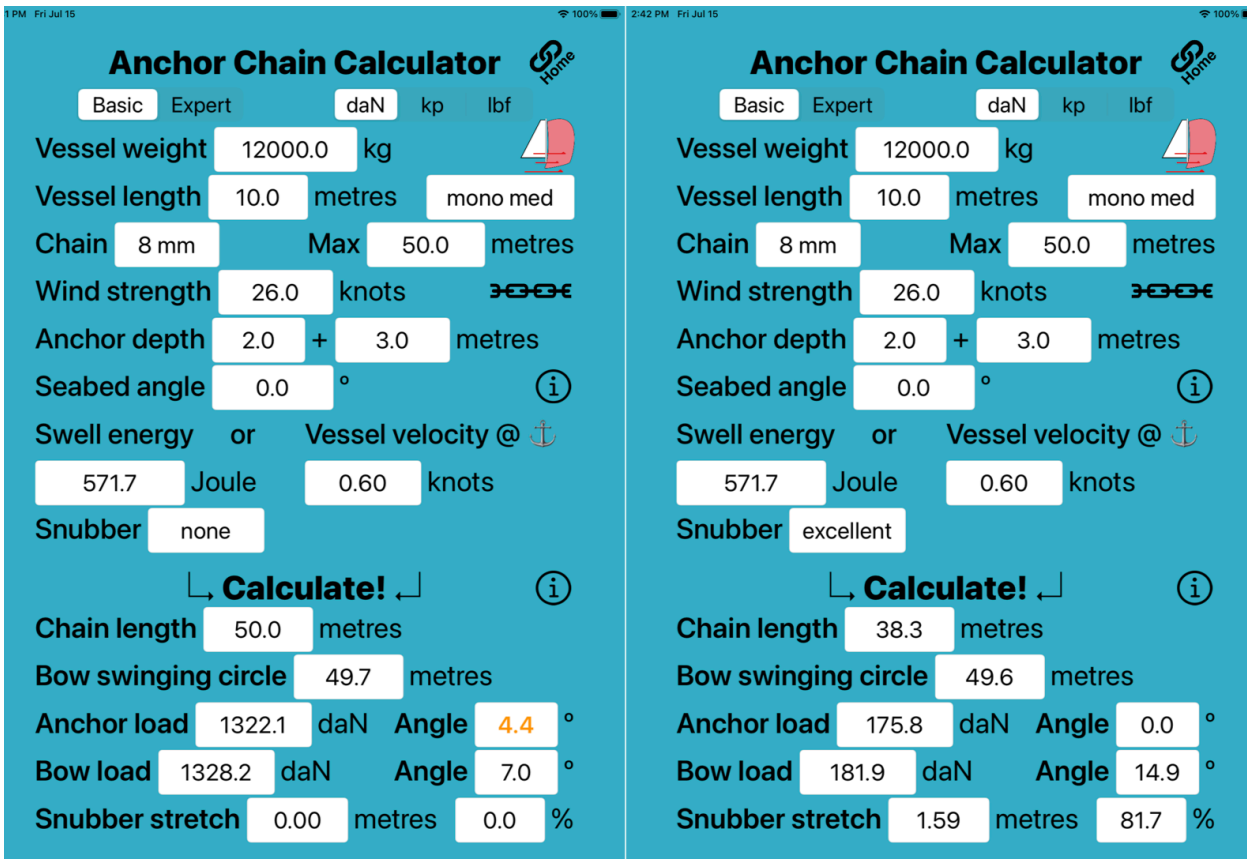


Bild 3: AnchorChainCalculator App: Ankerlast im flachen Wasser (5 Meter) bei viel Schwell. Links: Kein Stropp / Hahnepot. Rechts: Exzellenter Stropp / Hahnepot. Die Ankerlast im ersten Fall ist gigantisch groß — deutlich über einer Tonne!

Um die oben angesprochenen Probleme beim Ankern in flachem Wasser genauer und quantitativ zu ergründen, verwende ich nun meine **AnchorChainCalculator** App. Diese gibt es sowohl für Apple als auch für Android, aber auch eine abgespeckte LITE Version ist online verfügbar, welche für die folgenden Zwecke vollkommen ausreichend ist.

Es gibt zwei Modi, in denen die App verwendet werden kann: “Basic Mode” und “Expert Mode”. Ich fange mal im Basic Mode an. Nach Eingabe von einigen Parametern wie Ankertiefe (vom Bugroller aus gerechnet), Windstärke, Kettenstärke, Bootslänge und Typ (also Mono, Kat, Tri, und ob dick, normal, oder schlank), Gewicht des Bootes, Schwell- oder Böenenergie in der Form von Velocity Over Ground am Anker, Qualität des Ankerstropps / Hahnepots, und eventuell noch der Steigung des Seebodens am Anker, errechnet die App u.a. die **minimal benötigte Kettenlänge** und die am **Anker angreifende Kraft**. Um es klar zu sagen, die App gibt keine Garantie dafür, dass der Anker hält, dies hängt u.a. von der Größe und Art des Ankers und von der Beschaffenheit des Seegrundes ab. Aber die App errechnet, wie lang die Kette sein muss, damit sie immer noch waagerecht (oder entsprechend der Steigung des Seegrundes) am Anker angreift. Dies ist eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür, dass die Last am Anker möglichst klein bleibt und er somit die bestmögliche Chance hat zu halten. Natürlich ist es auch möglich, die Kette auf eine maximale Länge zu begrenzen. In diesem Fall wird die Kette mit einem gewissen Winkel am Anker angreifen und die Ankerlast sich erhöhen.

Im ersten betrachteten Fall limitiere ich die maximale Kettenlänge auf 50 m und verwende überhaupt keinen Ankerstropp / Hahnepot. Ich ankere auf 5 m Ankertiefe bei 26 Knoten

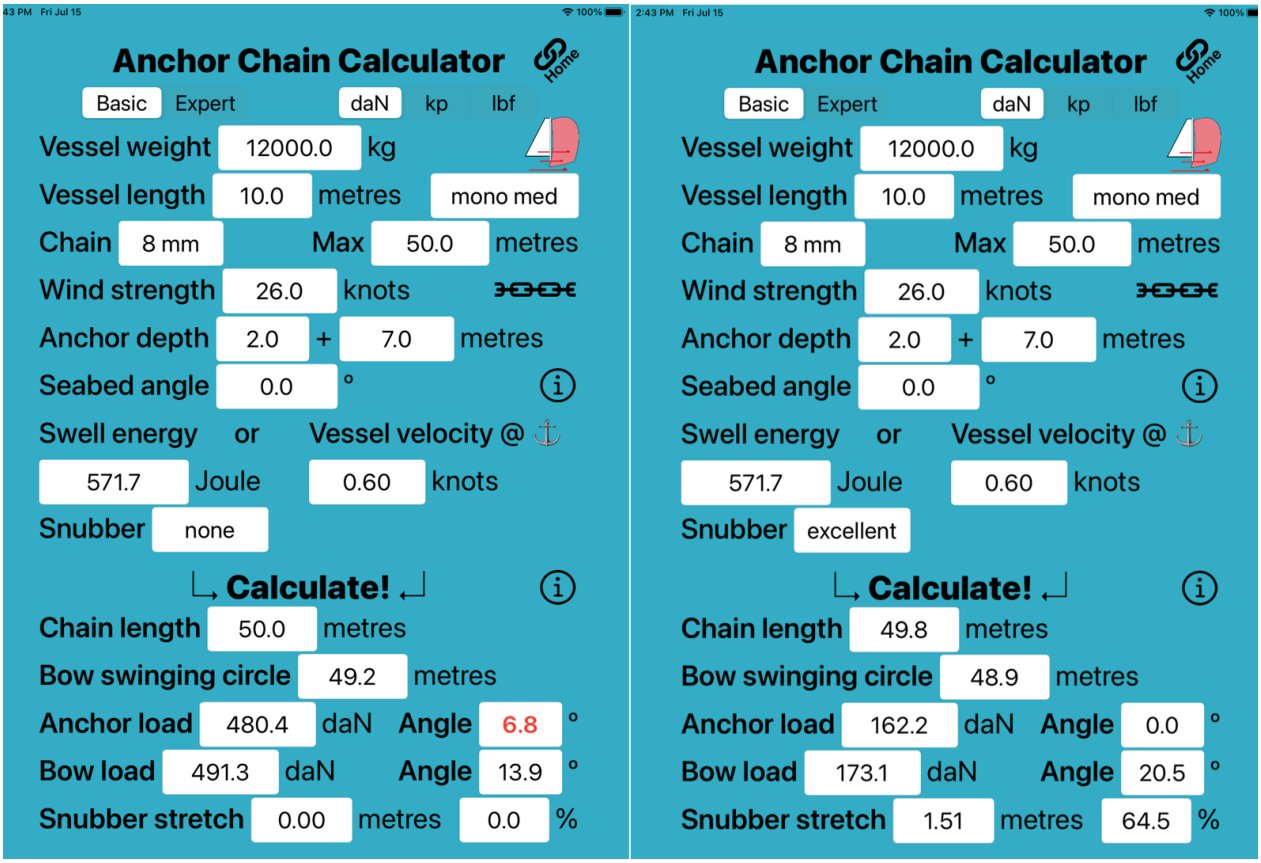


Bild 4: AnchorChainCalculator App: Ankerlast in etwas tieferem Wasser (9 Meter) bei viel Schwell. Links: Kein Stropp / Hahnepot. Rechts: Exzellenter Stropp / Hahnepot. Die Ankerlast im ersten Fall ist immer noch groß, aber deutlich weniger als im Fall von 5 Metern Ankertiefe.

Wind, und es sind ein recht heftiger Schwell oder starke Böen vorhanden. Auf dem Kartenplotter sehe ich ab und an, dass die vom Anker weggerichtete Geschwindigkeitskomponente von SOG (Speed Over Ground, Geschwindigkeit über Grund) groß ist: 0,6 Knoten. Die App errechnet dann in der Spitze eine riesige Ankerlast von 1322 daN (Bild 3, links), also deutlich über einer Tonne! Zudem zieht die Kette am Anker mit einem Winkel von mehr als 4°. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Anker bei diesen Bedingungen ausbrechen wird.

Das ist also recht heftig — und dies obwohl ich ein Verhältnis von Kettenlänge zu Ankertiefe von 10 : 1 habe — weit mehr als die eingangs angesprochene Faustformel verlangt — aber es hängt halt damit zusammen, dass ich in recht flachem Wasser mit viel Schwell oder starken Böen ankere und sich das Schiff dadurch recht heftig bewegt. Als zweiten Fall nehme ich die gleiche Situation an, aber ich füge nun einen exzellenten Ankerstropp oder Hahnepot hinzu (im Englischen Snubber / Bridle genannt). Alles andere bleibt gleich. Nun geht die Ankerlast dramatisch auf nur noch 176 daN zurück (Bild 3, rechts), und die Kette greift nun auch wieder waagerecht am Anker an. Noch besser — ich brauche nicht einmal mehr die ganze Kette: Nur gut 38 m Kette müssen ausgebracht werden und knapp 12 m bleiben entweder in der Kiste oder am Grund liegen. Die Ankerlast ist um mehr als einen Faktor 7 kleiner geworden!

Alles aus dem einzigen Grund, weil ich einen exzellenten Ankerstropp / Hahnepot eingesetzt habe, der fast 82% der Schwellenergie absorbiert. Und was heißt nun “Exzellent”? Man bekommt davon eine Vorstellung, wenn man die elastische Dehnung

Anker mit Motorkraft eingraben

Wie verhält sich all dies nun im Vergleich zu der Ankerlast, die generiert wird, wenn man den Motor in den Rückwärtsgang schaltet, um den Anker beim Setzen einzugraben? Die Antwort auf diese Frage ist sehr nützlich: Sie gibt Aufschluss darüber, bis zu welcher Windstärke bzw. bis zu welchem Schwell der Anker beim Setzen des Ankers tatsächlich getestet wurde, was uns eine gewisse Zuversicht gibt, dass wir bis zu diesem Punkt — ohne Winddreher oder Stromumkehr — am Ankerplatz ok sind, und wann wir möglicherweise **nicht** mehr ok sind. Manche Leute graben ihren Anker mit Motorhilfe ein und vergessen ihn dann. Aber in den meisten Fällen ist diese Prozedur nicht gleichbedeutend mit Orkanstärke, ganz im Gegenteil. Um eine Vorstellung von der Ankerlast zu bekommen, die durch den Motor erzeugt wird, sei daran erinnert, dass $p = f\,v$ ist, wobei p die Leistung, f die Kraft und v die Geschwindigkeit ist. Alles, was wir also tun müssen, ist — während wir nicht vor Anker liegen und keine Segel gesetzt haben — unseren Motor auf vollen Rückwärtsgang zu stellen und die Geschwindigkeit v zu messen, die wir auf diese Weise erreichen können. Im Idealfall gibt es weder Strömung noch Wellen, und der scheinbare Wind ist gleich Null. Die Kraft, mit der das Schiff dann durch das Wasser geschoben wird, ist einfach gegeben durch $f = \eta\, p/v$, wobei wir eine Wirkungsgradkorrektur η eingeführt haben, welche alle Verluste von der nominalen Motorleistung zur tatsächlichen effektiven Leistung des Propellers berücksichtigt. Dieser Wirkungsgrad liegt in der Regel zwischen 30% und 60%, wobei er bei Außenbordern im Allgemeinen niedriger ist. (Alternativ kann man auch die Ergebnisse eines Pfahltests verwenden.) Nehmen wir für unser in Tabelle 1 beschriebenes Beispiel einen Motor mit 40 PS, eine Höchstgeschwindigkeit von 6 kn und einen Wirkungsgrad von 50% an, so ergibt sich f = 50% * 40 PS / 6 kn = 483 daN. Dies ist sehr vergleichbar mit den Ankerlasten in Tabelle 1, wenn ein Ankerstropp / Snubber verwendet wird, aber nur ein Bruchteil dessen, wenn nur in 5 Metern oder weniger Wassertiefe geankert wird und zudem kein Ankerstropp verwendet wird.

betrachtet, die dieser Ankerstropp / Hahnepot in diesem Szenario erfährt: Erstaunliche 1,59 Meter. Das ist viel und nicht mit so einem kurzen Stummel von Ankerstropp machbar, wie man ihn leider nur zu häufig in Ankerbuchten sieht. Da Ankerstropps / Hahnepots nicht überdehnt werden dürfen, kann eine solche starke Dehnung nur von einem sehr langen Ankerstropp / Hahnepot verkraftet werden (oder einer längeren Trosse). Er wird sicherlich 12 Meter oder länger sein müssen. In der App wird ein exzellenter Ankerstropp dadurch definiert, dass er sich bei einer Windstärke von 8 Beaufort (und 0 Meter Ankertiefe und keinem Schwell / keine Böe) um 1,6 Meter dehnt.

Wenn ich keinen Ankerstropp / Hahnepot habe, hilft es immer noch, in tieferes Wasser auszuweichen. Bei 9 m Ankertiefe und immer noch nur 50 m Kette ergibt sich eine Ankerlast von 480 daN in der Spitze (Bild 4, links), was schon deutlich weniger ist als die enorme Ankerlast bei 5 m Ankertiefe (Bild 3, links). Dies mag gegen die Intuition gehen, aber tieferes Wasser ist in diesem Fall besser als flacheres Wasser, bei ansonsten gleichen Bedingungen und insbesondere gleicher Kettenlänge! Anders formuliert: **Der gleiche Schwell / die gleiche Böe ist in flacherem Wasser wesentlich gefährlicher als in tieferem Wasser.** (Ich rede hier nicht von den Gefahren einer starken Brandung! Diese Belastung kommt noch zusätzlich oben drauf.) Auch hier bringt ein exzellenter Ankerstropp / Hahnepot noch deutlich etwas — die Ankerlast reduziert sich dann auf 162 daN (Bild 4, rechts), die Kette ist wieder ausreichend lang, sodass sie waagerecht am Anker angreift,

12000 kg weight, 8 mm chain, 10 m mono hull, 26 kn wind, 0.6 kn vessel velocity at ⚓	3 m ⚓ depth	5 m ⚓ depth	9 m ⚓ depth
No snubber	50 m chain ⚓: Error, Error Error	50 m chain ⚓: 1322.1 daN, 4.4° 0 m stretch	50 m chain ⚓: 480.4 daN, 6.8° 0 m stretch
Lousy snubber Stretch @ 8 Beaufort: 0.05 m	50 m chain ⚓: 558.5 daN, 0.3° 0.15 m stretch	50 m chain ⚓: 450.0 daN, 1.9° 0.12 m stretch	50 m chain ⚓: 338.9 daN, 5.3° 0.10 m stretch
Ok-ish snubber Stretch @ 8 Beaufort: 0.2 m	41.8 m chain ⚓: 352.8 daN, 0° 0.39 m stretch	50 m chain ⚓: 310.8 daN, 0.2° 0.35 m stretch	50 m chain ⚓: 257.7 daN, 3.8° 0.29 m stretch
Excellent snubber Stretch @ 8 Beaufort: 1.6 m	30.2 m chain ⚓: 182.7 daN, 0° 1.63 m stretch	38.3 m chain ⚓: 175.8 daN, 0° 1.59 m stretch	49.8 m chain ⚓: 162.2 daN, 0° 1.51 m stretch

Tabelle 1: Übersicht über alle hier betrachteten Szenarien — und mehr. Die Ankerlast wird gerade im Flachwasser mit starkem Schwell oder starken Böen am Besten durch einen Ankerstropp oder Hahnepot deutlich reduziert. Je besser diese sind, desto mehr wird der Anker entlastet. Bei 3 Meter Ankertiefe und einem starken Schwell oder einer starken Böe, ohne jeglichen Ankerstropp / Hahnepot, gibt es keine Lösung im Rahmen meines Modells, da die Kette alleine einfach nicht genug Energie aufnehmen kann (vgl. Bild 1). Sie kommt erst steif und dann bricht der Anker aus, oder er wird entlang des Seegrundes gezogen, um auf diese Weise die Energie abzubauen.

und auch die Dehnung des Ankerstropps / Hahnepots ist marginal geringer als im flachen Wasser. Was für ein Unterschied: 162 daN verglichen mit 1322 daN im ersten Fall. Und alles nur, weil ich von 5 auf 9 Meter Ankertiefe gegangen bin und einen exzellenten Ankerstropp / Hahnepot verwendet habe. Hier wird der Anker sehr wahrscheinlich nicht mehr ausbrechen.

In Tabelle 1 sind diese 4 Fälle und einige weitere tabellarisch zusammengefasst. Man sieht, dass eine Kette es im flachen Wasser schwer hat, einen starken Schwell / eine starke Böe abzufedern und die Spitzenlast vom Anker fernzuhalten, aber selbst ein schlechter Ankerstropp / Hahnepot bringt schon sofort eine große Erleichterung. Allerdings kann ein schlechter Stropp auch sehr schnell überfordert werden, da zum einen die Kräfte immer noch deutlich größer sind, als wenn man einen sehr elastischen Stropp verwendet, und zum anderen die Dehnung des unelastischen Stropps sehr wahrscheinlich über dem vom Hersteller empfohlenen Maximalwert liegt.

Ferner sieht man, dass es nicht substantiell hilft, in flachem Wasser einfach noch mehr Kette auszubringen. Auf 3 Meter Ankertiefe und mit einem “ok-ish snubber” reichen in meinem Beispiel 41,8 Meter Kette aus, damit dieselbe am Anker waagerecht angreift.

Wieviel hilft eigentlich eine am Boden liegende Kette?

Immer wieder hört man die Ansicht, dass die am Seegrund liegende Kette das Schiff hält und der Anker nur wenig beiträgt. Deshalb hier kurz als Vergleich eine Analyse, wie groß — oder vielmehr wie klein — die Haftreibung einer auf dem Seegrund liegenden Kette ist: Nach Taylor und Valent liegt der statische Haftreibungskoeffizient μ einer Kette je nach Bodenbeschaffenheit bei 0,9 bis 0,98. Die Haltekraft einer am Boden liegenden Kette mit Gewicht G ist damit μG, und um diese Kraft wird der Anker entlastet. Betrachten wir als Beispiel aus Tabelle 1 den Fall “Excellent snubber” und 3 m Ankertiefe mit 30,2 m Kette. Wenn ich diese Kette nun auf 49,8 m verlängere, um mit dem Beispiel 9 m Ankertiefe zu vergleichen, dann liegen knapp 20 m Kette (8 mm) auf dem Seeboden. Damit ergibt sich eine durch Haftreibung der Kette verursachte Haltekraft von μG = 0,9 * 20 m * 1,22 daN/m = 22 daN. Dies ist nicht viel, aber zufälligerweise kompensiert es in diesem Fall gerade den Unterschied in der Ankerlast zwischen 3 m und 9 m Ankertiefe bei exzellenten Ankerstropp. Im Allgemeinen muss man jedoch sagen, dass die Haftreibung der Ankerkette am Seegrund einen guten Ankerstropp / Hahnepot bei weitem nicht ersetzen kann — und dies insbesondere dann nicht, wenn es ordentlich kachelt und der größte Teil der Kette eh vom Seeboden abgehoben ist. Wenn im obigen Beispiel eine am Seegrund liegende Kette allein durch Haftreibung die Last am Anker von 1322 daN auf 176 daN reduzieren soll — also den exzellenten Ankerstropp vollkommen ersetzen soll — dann bräuchte man zusätzlich (1322 - 176)/ (0,9 * 1,22) = 1044 Meter Kette! Die Haftreibung der Kette am Seegrund ist also im Vergleich viel zu schwach, um einen nennenswerten Effekt zu haben — und wenn die Kette erst einmal ins Rutschen gekommen sein sollte, dann ist sowieso kein Halten mehr, da die Haftreibung beim Rutschen noch einmal deutlich geringer ist. Aus diesem Grund ist es auch Unsinn, wenn einige Leute behaupten, das Schiff werde nicht vom Anker, sondern von der Kette gehalten. Der Anker ist der Haltepunkt und die Kette verbindet das Schiff mit demselben und das möglichst elastisch.

Bringe ich nun noch mehr Kette aus, so liegt diese trotz starkem Schwell / starker Böe praktisch nutzlos am Seegrund rum und hilft nur marginal über ihre Haftreibung am selbigen. Die Ankerlast wird dadurch nicht deutlich reduziert. Wenn also der Ankergrund schlecht ist und die 352 daN den Anker überfordern, dann muss ich entweder den Ankerstropp / Hahnepot verbessern und / oder mich in tieferes Wasser verholen und dort mehr Kette stecken. Das alte Motto “Viel Kette hilft viel” ist also etwas irreführend. Korrekter wäre es zu sagen **“Viel Kette hilft viel, sofern man ihr die dazu notwendige Ankertiefe gibt, damit sie ihre Arbeit tun kann”**.

Um es noch einmal zu betonen: In allen betrachteten Fällen war der Schwell oder die Böe zwar sehr groß, aber gleich groß.[2] Es macht dann Sinn auf größerer Tiefe zu ankern und so dem Schwell oder der Böe etwas die Wucht zu nehmen. Das heißt aber natürlich nicht, dass man diesem Rat auch folgen sollte, wenn am neuen Ankerplatz im tieferen Wasser der Schwell oder die Böen noch deutlich größer als im flachen Wasser ist! In jedem Fall

[2] Tatsächlich habe ich alle Variablen konstant gehalten, mit Ausnahme der Ankertiefe und der Qualität des Ankerstropps / Hahnepots, die sowohl einzeln als auch gemeinsam variiert wurden. Dies ist ein typischer wissenschaftlicher Ansatz, um zu verstehen, wie ein System von einem bestimmten Parameter abhängt. Das bedeutet keineswegs, dass ich behaupte, dass der Schwell / die Böe in flachem und tiefem Wasser immer der / die gleiche ist. Es ist einfach ein Mittel, um die Ergebnisse miteinander zu vergleichen und gezielt die Wirkung eines Parameters zu verstehen.

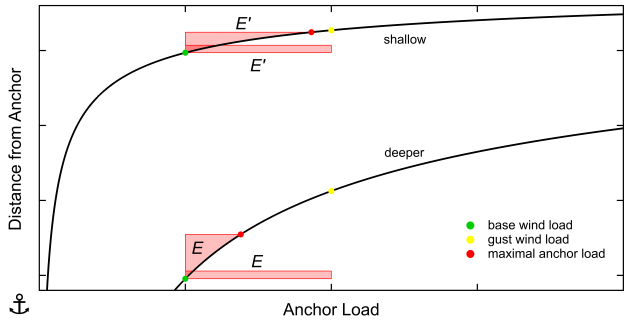
12000 kg weight, 10 m x 8 mm chain, 10 m mono hull, 26 kn wind, 0.6 kn vessel velocity at ⚓	**3 m ⚓ depth**	**5 m ⚓ depth**	**9 m ⚓ depth**
No elasticity	30 m rope ⚓: Error, Error Error	30 m rope ⚓: Error, Error Error	30 m rope ⚓: Error, Error Error
Lousy Stretch @ 8 Beaufort: 0.7 %	30 m rope ⚓: 387.8 daN, 2.7° 1.5 % stretch	30 m rope ⚓: 387.1 daN, 5.5° 1.5 % stretch	30 m rope ⚓: 387.6 daN, 11.3° 1.5 % stretch
Ok-ish Stretch @ 8 Beaufort: 3 %	30 m rope ⚓: 227.5 daN, 1.5° 3.7 % stretch	30 m rope ⚓: 227.0 daN, 4.3° 3.7 % stretch	30 m rope ⚓: 227.4 daN, 10.0° 3.8 % stretch
Excellent Stretch @ 8 Beaufort: 24 %	30 m rope ⚓: 130.2 daN, 0° 17.1 % stretch	30 m rope ⚓: 130.0 daN, 1.6° 17.1 % stretch	30 m rope ⚓: 130.1 daN, 6.8° 17.3 % stretch

Tabelle 2: Wie Tabelle 1, aber nun für eine Kombination aus 10 Metern Kettenvorläufer und 30 Metern Trosse mit verschieden großer Elastizität (definiert als prozentuale Streckung bei einer vorgegebenen Arbeitslast bei 8 Beaufort). Klarerweise ist es nun nicht mehr von Vorteil, in tieferes Wasser auszuweichen — es ist sogar von Nachteil, wegen des zunehmenden Winkels, mit dem der Kettenvorläufer am Anker angreift. Die Ankerlast ist fast unabhängig von der Ankertiefe, sondern hängt viel stärker von der Elastizität der Trosse ab. Trossen mit geringer Elastizität werden hier schon mehr beansprucht als ihnen gut tut. Im Vergleich zur Tabelle 1 ist der Schwoikreisradius in diesem Beispiel sogar ungefähr 10 Meter kleiner.

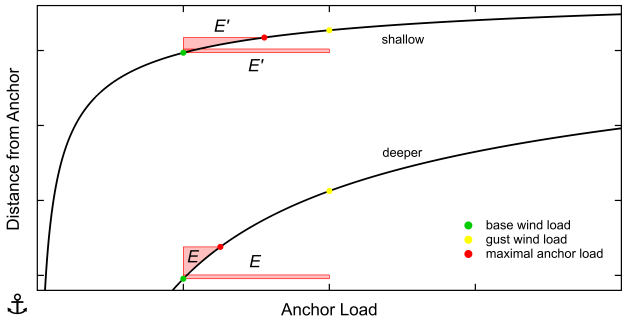
macht es sehr viel Sinn, sehr elastische Ankerstropps oder Hahnepots zu verwenden, egal wo man ankert.

Schwere Verdränger / Einrumpfboote bewegen sich sehr viel weniger vor Anker als sehr leichte Mehrrümpfer, welche im Vergleich zudem eine deutlich größere Windangriffsfläche haben. Deshalb wird der hier beschriebene Effekt des dynamischen Ankers bei letzteren

Nicht jedes Schiff ist gleich betroffen von diesem dynamischen Effekt!



Nur Kette: In Abhängigkeit von der Windlast ist das Boot dichter oder weiter weg vom Anker. Eine Böe läßt das Schiff beim grünen Punkt startend entlang der Kurve wandern.



Das Gleiche wie links, aber nun für ein Schiff, welches zwar die gleiche Windangriffsfläche hat, aber doppelt so schwer ist. Die transferierte Energie is halbiert!

Wenn der Wind stärker bläst, bewegt sich das Schiff weiter vom Anker weg und mehr Kette wird vom Seegrund abgehoben (immer davon ausgehend, dass noch genügend Kette am Seegrund liegt). In den Graphiken oben ist die dem statischen Grundwind entsprechende Position mit einem grünen Punkt bezeichnet. Wenn nun eine sehr starke, aber nur kurz wirkende Böe auf das Schiff trifft, wird das Schiff entsprechend der obigen Kurve in Richtung des gelben Punktes gedrückt. Dabei wird Energie aufgenommen, die z.T. als potentielle Energie der Kette gespeichert wird (dunkelrote Fläche), z.T. aber auch zu einer Beschleunigung des Schiffes führt (kinetische Energie = hellrote Fläche). Nachdem die Böe aufgehört hat, wird das Schiff wieder langsamer und seine kinetische Energie wird in die potentielle Energie der Kette umgespeichert. An dem **roten Punkt** ist das Schiff zum Stillstand gekommen und die **maximale Ankerlast** ist erreicht – dies ist die Last, an der wir interessiert sind. Das Schiff wird sich gleich wieder Richtung Anker bewegen.

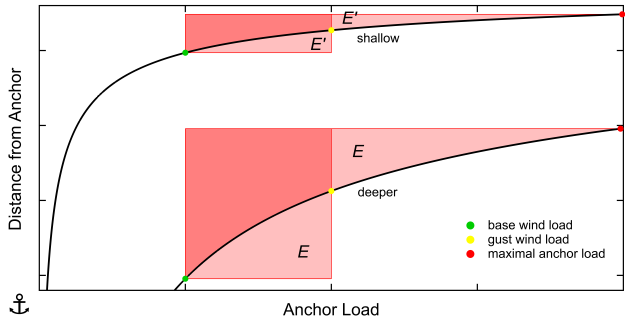
Im flachen Wasser ist diese maximale Ankerlast deutlich größer als im tiefen Wasser, da die Kette schneller und “brutaler” steif kommt.

Die Graphik auf der rechten Seite zeigt die gleiche Situation, aber für ein doppelt so schweres Schiff mit identischer Windangriffsfläche. Da nach $F = m * a$ dessen Beschleunigung a dann nur halb so groß ist wie für das Schiff auf der linken Seite, ist auch der Energieübertrag nur ca halb so groß. Dementsprechend sind die maximalen Ankerlasten auch deutlich geringer. **Fazit:** Leichte Schiffe mit großer Windangriffsfläche sind deutlich stärker von diesem dynamischen Effekt betroffen als schwere, kompakte Verdrängerschiffe.

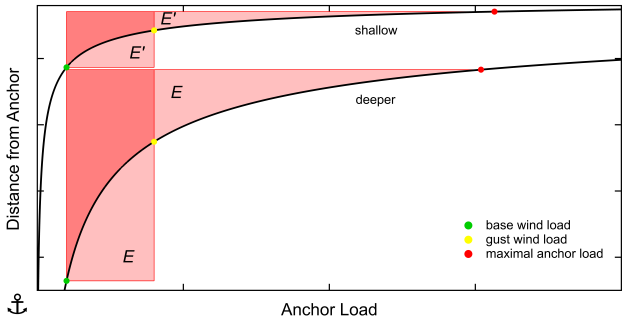
Wenn die Böe nicht kurz ist, sondern für länger weht (bis über den roten Punkt hinaus), dann vergrößert sich diese maximale Ankerlast noch einmal deutlich. In diesem Fall gibt es jedoch keinen Unterschied mehr zwischen flachem und tiefem Wasser, oder schwerem und leichtem Schiff.

Eine Trosse oder ein sehr elastischer Ankerstropp / Hahnepot hat eine sehr viel bessere Elastizitätseigenschaft als eine Kette und führt zu deutlich kleineren maximalen Ankerlasten!

Während Fallböen können extreme Ankerlasten auftreten!



Nur Kette: Bei dieser Fallböe wirkt die Böe so lang, dass das Boot schon am Punkt der maximalen Entfernung vom Anker angekommen ist.



Hier ist die Situation noch deutlich heftiger! Ankern im tiefen Wasser ist nur marginal besser.

Fallböen können enorme Kräfte entwickeln. Ihre Besonderheit ist, dass sie deutlich stärker sind als der Grundwind. Wenn sie dann auch noch länger andauern, wird sehr viel Energie auf das Boot übertragen – einfach weil Kette ursprünglich nur wenig durchgesetzt war und das Boot damit einen ordentlichen Anlauf nehmen konnte, bevor die Kette steif kommt. In der Graphik oben links ist die Kraft der Böe “nur” doppelt so groß wie der Grundwind, aber sie führt zu einer dreifachen maximalen Ankerlast. Beispiel: Grundwind ist 10 kn, Böe ist 14.1 kn, dann entspricht die maximale Ankerlast einem Grundwind von 20 kn. In der rechten Graphik ist die Situation noch extremer: Beispiel: Grundwind ist 10 kn, Böe ist 20 kn, dann entspricht die maximale Ankerlast einem Grundwind von 40 kn. Und Fallböen können noch deutlich heftiger sein!

In all diesen Fällen spielt das Gewicht des Bootes keine Rolle und der Unterschied zwischen Ankern im flachen und im tiefen Wasser ist ebenfalls marginal.

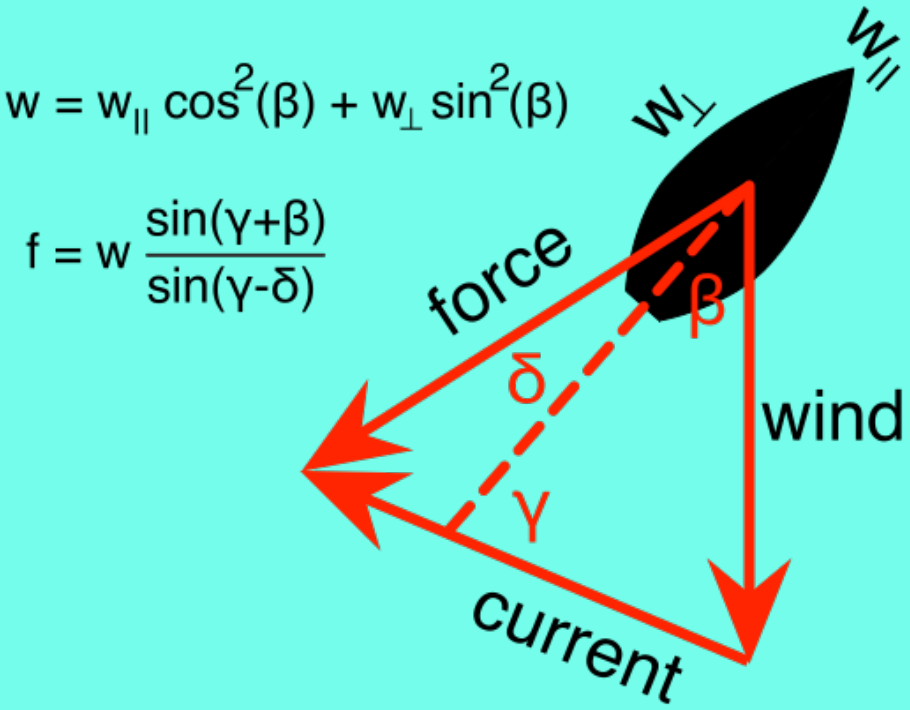
Aber ein elastisches Ankerseil oder ein elastischer Ankerstropp / Hahnepot hilft!

auch deutlich größer sein als bei den schweren Verdrängern.[3]

---

[3] Um das besser zu verstehen, hier ein einfaches Beispiel: Ich betrachte eine schwere ruhende Kugel der Masse M und eine vergleichsweise leichte Kugel der Masse m, die mit einer gewissen Geschwindigkeit auf erstere auftrifft und sie in Bewegung versetzt. Mit den Erhaltungssätzen der Physik zu Energie und Impuls läßt sich leicht ausrechnen, dass die von der kleinen auf die große Kugel übertragene Energie immer kleiner wird, je größer das Verhältnis der Massen beider Kugeln ist: Der Energieübertrag ist proportional zu $M\,m^2/(m + M)^2$. Genauso ist es mit Böen und Schwell. Je schwerer das Schiff ist, desto weniger Energie kann von einer Welle gegebener Größe oder einer Böe gegebener Stärke auf das Schiff übertragen werden. Wenn alles andere gleich bleibt, dann wird auf ein doppelt so schweres Schiff nur ungefähr die halbe Energie übertragen. Damit wird der Effekt des dynamischen Ankerns kleiner. Aus diesem Grund sind Tanker und andere sehr große Schiffe auch von diesem Effekt nicht mehr betroffen. Ebenso sind ältere, traditionell gebaute Schiffe, die noch nicht so hochgezüchtet sind, tendenziell weniger davon betroffen, was vielleicht erklärt, warum viele alte Seebären sich schwer damit tun, die Effekte des dynamischen Ankerns mit ihrer langjährigen Erfahrung in Einklang zu bringen.

Wenn in **starker Strömung** geankert wird, dann muß dies wie in der Kräftezerlegung in der Zeichnung unten berücksichtigt werden. Man benötigt hier als zusätzliche Parameter nicht nur die bisher immer verwendete Windangriffsfläche von vorne, $w_{||}$, sondern auch noch die Windangriffsfläche von der Seite, $w_{\perp}$, sowie den Winkel β zwischen Wind und Schiffsausrichtung, den Winkel γ zwischen Strömung und Schiffsausrichtung, und schließlich den Winkel δ zwischen Ausrichtung der Ankerkette und Schiffsausrichtung. Damit wird zunächst die vom Wind gesehene effektive Windangriffsfläche als gewichtetes Mittel ausgerechnet, $w(\beta) = w_{||} \cos^2(\beta) + w_{\perp} \sin^2(\beta)$, und dann im zweiten Schritt die bei Strömung fiktiv wirkende Windangriffsfläche $f = w \sin(\gamma+\beta)/\sin(\gamma-\delta)$, welche letztendlich im Expert Mode einzugeben ist. *f* ist eine fiktive Größe und im eigentlichen Sinne keine Windangriffsfläche, aber es ist praktisch, den Effekt der Strömung in einer solchen fiktiven Windangriffsfläche zu subsumieren. Hierbei ist zu beachten, dass der Winkel δ der Ankerkette ein negatives Vorzeichen haben kann. Dies ist von Schiff zu Schiff unterschiedlich und hängt mit der relativen lateralen Position der Angriffspunkte von Wind und Strom (am Schiff) zusammen. Wenn — ohne Segel — der Bug nur durch den Wind in der Regel aus dem Wind gedreht wird, dann wird dieser Winkel δ negativ sein. Beispiel: Das Schiff liegt mit einem Winkel von β = 30° zum Wind und seine laterale Windangriffsfläche ist drei mal so groß wie die Windangriffsfläche frontal von vorne, also $w_{\perp} = 3\, w_{||}$. Damit erhält man $w = 0{,}75\, w_{||} + 0{,}25\, w_{\perp} = 1{,}5\, w_{||}$, also um 50% erhöht. Der Winkel zum Strom sei γ = 45° und der Winkel zur Ankerkette sei δ = 15°. Damit ist $f = w \sin(75°)/\sin(30°) = 2{,}9\, w_{||}$, und die fiktive Windangriffsfläche *f*, welche man im Expert Mode eingeben muss, hat sich also fast verdreifacht! Für Mehrrümpfer ist zusätzlich noch zu berücksichtigen, dass in diesem Szenario eine Seite des Hahnepots mehr belastet wird als die andere Seite. Dies hat einen Einfluss auf das dynamische Ankern.



Kräftezerlegung, wenn Strom und Wind beide am Schiff angreifen. Die resultierende Kraft zeigt in die gleiche Richtung wie die Ankerkette am Bug.

Dies ist nur ein Beispiel, wie man die **AnchorChainCalculator** App verwenden kann: Szenarien untersuchen, was wäre wenn… Es ist bewusst etwas krass gewählt: Eine SOG am Anker von 0,6 kn ist recht viel — zumal bei einem vergleichsweise moderaten Wind von nur 26 kn. In der Regel wird man vielleicht nur 0,1 – 0,3 kn sehen. Auch die Kettenstärke könnte für diese Bootsgröße noch eine Nummer größer gewählt werden, was ihre Federwirkung verbessern würde.

Die App (für Apple und Android) erlaubt es auch, eine Kombination aus Kette und Trosse zu analysieren (siehe Tabelle 2). Hier zeigt sich dann, dass bei einem nicht zu langen Kettenvorläufer die Kette kaum Energie absorbiert verglichen zur Trosse, und daher die Kette effektiv immer im obigen “Flachwassermodus” betrieben wird, egal wie tief oder flach man ankert. Die Absorption von Schwell und Böen erfolgt in diesem Szenario fast ausschliesslich durch die Trosse, und die Ankerlast hängt nur sehr unwesentlich von der Ankertiefe ab. Dies ist auch verständlich, weil halt die Trosse die Energie aufnimmt, und im Gegensatz zur Kette ist es einer Trosse egal, ob sie flach oder steil ins Wasser verläuft. Ihre Elastizität hängt nicht von diesem Winkel ab. Es ist deshalb in diesem Szenario nicht mehr von Vorteil, in tieferem Wasser zu ankern, um die Last am Anker zu verringern. Im Gegenteil, wenn die Länge des Kettenvorläufers und der Trosse konstant bleiben, verschlechtert sich der Zugwinkel am Anker dadurch, und die maximale Haltekraft des Ankers nimmt ab.

Im Expert Mode der App kann man einige Parameter noch genauer einstellen, z.B. die effektive Windangriffsfläche und den Ankerstropp / Hahnepot. Durch Hin- und Herschalten zwischen den beiden Modi sieht man, wie die entsprechenden Parameter voneinander abhängen. Ich muss aber zugeben, dass ich selber meistens im Basic Mode bleibe und dort meinen Hahnepot als “custom” abgespeichert habe, nachdem ich ihn einmal mit den im Expert Mode beschriebenen Tipps ausgemessen hatte.

Sowohl für die Eingabewerte als auch für die Ausgabewerte sind offline Beschreibungen und Tipps auf Deutsch, Französisch, Englisch, Spanisch, Dänisch, Schwedisch, Norwegisch, Holländisch, Portugiesisch und Italienisch hinterlegt, welche sich hinter den beiden kleinen **i** wie Info Knöpfen am rechten Rand der App verstecken. Oben rechts in der Ecke ist der Home Knopf, mit dem man auf die Web Page mit der ausführlichen Beschreibung gelangt: https://trimaran-san.de/ankerketten-rechner/ (Oder entsprechend die englische / französische / spanische Beschreibung, wenn das die Sprache im Telefon / Tablett ist.) Und wer lieber in kp statt in daN rechnen möchte, kann auch dies festlegen. Oder Fuß und Pfund, das geht auch. Und natürlich werden alle Eingaben gespeichert, sodass man beim nächsten Mal nur geänderte Werte neu eingeben muss. Und schließlich ist es möglich, verschiedene Konfigurationen unter verschiedenen Namen abzuspeichern, also z.B. eine Konfiguration für den leichten Ankerstropp, wenn man einmal Mittags nur für einige Stunden vor Anker geht, eine weitere Konfiguration für den Ankerstropp für ‘normale’ Nächte, und schließlich eine Konfiguration für den Sturm Ankerstropp, wenn es mal richtig kachelt.

Wenn man sich erst einmal auf sein Boot “eingeschossen” hat, bekommt man schnell ein Gefühl dafür, welche Kettenlänge die App so ausspucken wird. Aber es ist immer wieder beruhigend, wenn man bei 40+ Knoten vor Anker liegt, noch einmal zu prüfen, dass die Kette lang genug ist und der Ankerstropp / Hahnepot nicht überlastet wird! :)

Zusammengefasst kann man mit meiner **AnchorChainCalculator App** zum einen die minimal benötigte Kettenlänge ausrechnen, mit der die Kette immer noch waagerecht am Anker angreift und ihn damit so wenig wie möglich belastet, und zum anderen die Last, die dann am Anker angreift. Sollte die Kette nicht lang genug sein, so berechnet die App, wie sich dadurch die Ankerlast erhöht und mit welchem Winkel die Kette am Anker angreift. Als Eingabewerte dienen eine Reihe von einfachen Bootsparametern und natürlich Angaben zum Wetter und der See, welche in der Offline Hilfe genauer beschrieben sind. Es ist auch möglich, einen Mix aus Ankerkette und Trosse oder eine reine Trosse zu analysieren. Strömungen können momentan nur über einen kleinen Trick berücksichtigt werden. Aber ansonsten werden alle wesentlichen Faktoren in die Rechnungen mit einbezogen. Gerade die Berücksichtigung von Schwell und Böen führt manchmal zu erstaunlichen Ergebnissen, die man vielleicht intuitiv so nicht erwartet hätte, zumindest nicht in dieser Heftigkeit. Auf jeden Fall aber zeigen die Ergebnisse, dass die alten Regeln von kleinen Vielfachen der Ankertiefe manchmal extrem daneben liegen können und deren blinde Anwendung nicht mit dem Geist von Guter Seemannschaft vereinbar ist. Des weiteren wurde gezeigt, dass Ankerstropps und Hahnepots in erster Linie nicht dazu da sind, lästige Geräusche der Kette am Bug zu unterbinden, sondern vielmehr ein wesentliches Mittel sind, extreme Spitzenlasten am Bug abzufedern und so zu verhindern, dass diese auf den Anker durchschlagen — gerade im flachen Wasser, wenn die Kette versagt.

Fazit: Im flachen Wasser ankern tendenziell eher die Schiffe mit einem sehr guten, elastischen Ankerstropp / Hahnepot, oder einer Kombination aus Kette und Trosse, oder nur Trosse, während im tiefen Wasser eher die Schiffe mit reiner Kette zu Hause sind. Andererseits sind schwere Verdränger mit reiner Kette, die sich auch in starken Böen und bei viel Schwell kaum bewegen, von den Effekten des dynamische Ankerns nicht so betroffen wie, z.B., leichte Mehrrümpfer mit relativ viel Windangriffsfläche oder auch kleine Boote, die sich sehr viel am Anker bewegen. Deshalb können schwere kompakte Verdränger auch eher ohne Probleme im flachen Wasser ankern, auch wenn sie keinen (guten) elastischen Ankerstropp / Hahnepot verwenden. Aber besser ist es… ;)

Aber wie immer sind beim Ankern mehrere Gesichtspunkte zu berücksichtigen und dies ist nur einer von vielen. Im tiefen Wasser ist man häufiger auch größeren Böen oder mehr Schwell ausgesetzt, und dann werden die Vorteile der Kette bei Tiefe schnell wieder aufgebraucht. Was ich in der Regel mache ist folgendes: Ich schaue mir die Tiefenlinien in meiner gewählten Ankerbucht an und suche nach einer tieferen Stelle im noch von der Küste geschützten Bereich. Ich vermeide also, auf einer vom Ufer herausragenden Flachwasserzone zu ankern und suche mir lieber umgekehrt eine Tiefwasserzone aus, die möglichst dicht ans Ufer heranreicht. Natürlich nicht zu dicht! ;)

Links:

Beschreibung der App auf Deutsch: https://trimaran-san.de/ankerketten-rechner/

Video Tutorial: https://www.youtube.com/watch?v=4PsbMtYCUqE

AnchorChainCalculator App im Apple Store: https://apps.apple.com/de/app/id1533741243

AnchorChainCalculator App im Google Store: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.trimaran_san.anchorchaincalculator

AnchorChainCalculator App Online (LITE mit reduzierter Funktionalität): https://www.anchorchaincalculator.com

Genaue Beschreibung der zugrunde liegenden Mathematik und Modelle: https://trimaran-san.de/die-kettenkurve-oder-wie-ein-mathematiker-ankert/

Die seminale Arbeit von Alain Fraysse (Im Unterschied zu meinem Zugang über Energien hat er alles in der Kraft-Zeit Domäne berechnet): http://alain.fraysse.free.fr/sail/rode/rode.htm

Harald Melwisch's frühe seminale Arbeit zu diesem Thema: https://www.sfv-strongbow.com/images/Toernberater/MathAnkern.pdf