

## Astronomie Teil 3, Orientierung

# Der Sextant, das GPS der alten Seebären

Fortsetzung aus Heft 4/17

**Bis vor wenigen Jahrzehnten waren die Sterne die einzige Orientierungshilfen und alleinige Wegweiser in den Wasser- und Sandozeanen dieser Welt. Schiffe und Karawanen haben sich nach ihnen gerichtet. Erst mit dem GPS hat sich das geändert. Das Wissen um die genaue Position der Sterne hat schon vielen Reisenden das Leben gerettet. Spezielle Instrumente helfen, sich an den Sternen zu orientieren: Uhr, Kompass und Sextant. Manchmal – besonders in Notsituationen – sind diese Instrumente nicht vorhanden. Wer das Prinzip kennt, kann die Instrumente mit Ersatzmaterial behelfsmässig nachbauen. Christian Weber, Urs Heck, Daniel Vögelin und René Providoli**

### Orientierung

Sich orientieren bedeutet nichts anderes als anhand bekannter Merkmale wissen, wo man ist. Ein sehr bekanntes Merkmal gerade in geografischer Hinsicht ist die Sonne. Sie geht im Osten auf. Da liegt für uns das Morgenland, der Orient. Orientierung meinte zumindest früher sich irgendwie nach der aufgehenden Sonne zu richten.

Heute gibt es natürlich ganz andere Orientierungshilfen: Landkarten, Strassenschilder, Kompass, Höhenmeter oder das Handy. Alle haben ihre Vor- und Nachteile. Die Land-

karte zum Beispiel setzt gewisse Kenntnisse voraus. Man muss sie lesen können und überhaupt erst einmal dabei haben. Das Handy ist schnell und einfach. Es zeigt einem sofort, wo man sich persönlich befindet – falls man Empfang hat.

Je nach Hilfsmittel werden ganz unterschiedliche Fähigkeiten gefördert. Die relativ abstrakte Landkarte kann sich beim Durchqueren einer Landschaft im Gehirn abbilden. Lässt man sich von einem GPS leiten, lernt man den Befehlen «links», «rechts» und ,ge-

radeaus» folgen und weiss am Ziel vielleicht nichts mehr von der zurückgelegten Route. Hilfsmittel führen nicht nur zum Ziel, sie beeinflussen auch in hohem Masse das Verständnis für Gegebenheiten, beispielsweise die Wegführung.

### Uhr, Kompass und Sextant

Wer sich in der Nacht orientieren will, kann sich schlecht auf die Sonne verlassen. Da sind Sterne wesentlich hilfreicher. Drei Hilfsmittel sind für die Orientierung an den Sternen unentbehrlich: Uhr, Kompass und Sextant. Mit dem Sextanten lässt sich die Höhe der Sterne über dem Horizont messen, der Kompass zeigt die Himmelsrichtung, in der ein bestimmter Stern zu finden ist, und mit der Uhr (auch Chronometer genannt), lässt sich die genaue Zeit feststellen. Das ist wichtig, weil sich die Positionen der Sterne im Laufe der Nacht, aber auch im Laufe der Jahreszeiten kontinuierlich ändern.

Im folgenden Artikel wird der Sextant vorgestellt. Er ist nicht nur ein raffiniertes Hilfsmittel. An ihm lässt sich gut zeigen, was das Prinzip jeder Vermessung ist. Und wie man aus einfachen Materialien Sextanten bauen kann, wenn man das Prinzip verstanden hat.

### Winkel messen mit dem Sextanten

Ein Sextant ist ein Messgerät, mit dem sich besonders gut Winkel in der Senkrechten messen lassen. Abb.2 und 3 zeigen Bei-



Abb. 1: Zeichnung von Peter Gut.

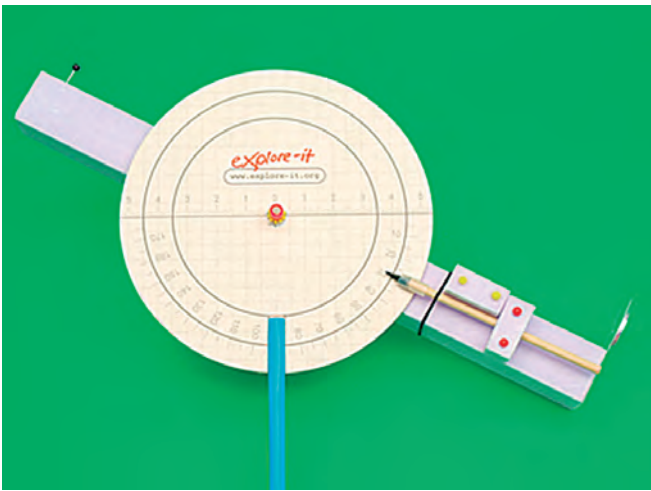


Abb. 2: Sextant mit Horizont aus dem Lernlass Raum und Zeit (explore-it)

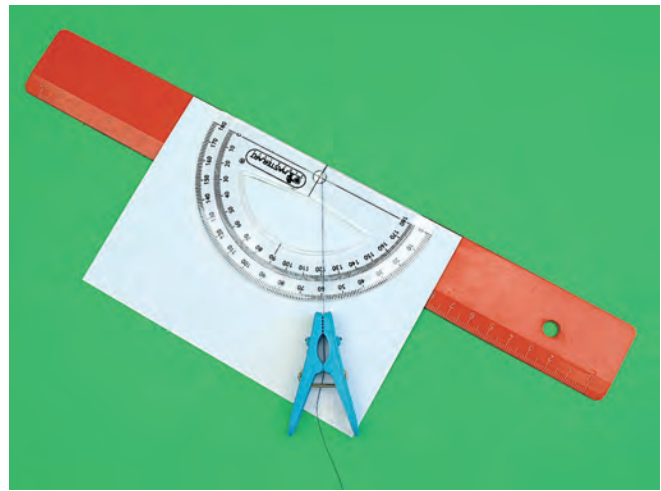


Abb. 3: Ein einfacher Sextant ohne Horizont mit Schulmaterial improvisiert.

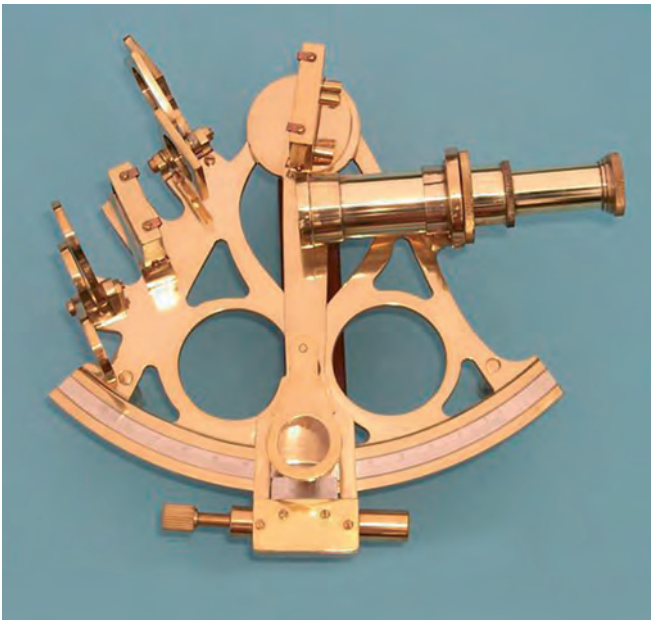


Abb. 4: Sextant.

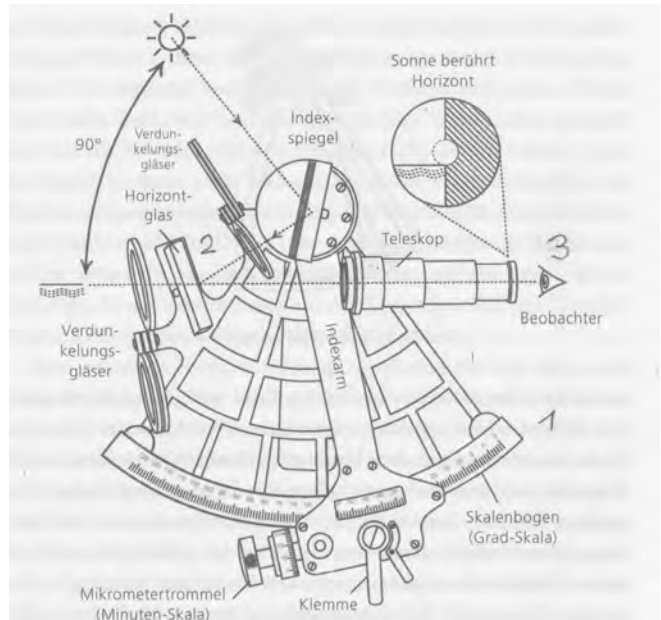


Abb. 5: Schematische Darstellung.

spiele, wie man ein solches selber bauen kann. Besonders einfach ist das Modell in Abb. 3. Es braucht dazu nur eine weisse Karte (A6), einen Massstab, einen Transporteur, einen Faden und eine Wäscheklammer.

Damit ist ein einfacher Sextant gebaut: Winkelmessung, Visierlinie (Massstab) und ein Bezug zur Waagrechten sind nötig (im vorliegenden Fall ist es das Lot, bei einem richtigen Sextanten ist es der sog. Horizont).

### Der Sextant auf hoher See

Das Gerät, das die Seefahrer über Jahrhunderte gebraucht haben, sieht natürlich etwas komplizierter aus. Aber es hat genau die oben erwähnten drei Funktionen eingebaut:

1. Eine sehr genaue Winkelmessskala,
2. eine ausgeklügelte Visiereinrichtung, bei der über Spiegel und Lichtschutzfilter z.B. die Sonne auf die Höhe des Horizontes geklappt werden kann. Damit ist dann auch der Winkel zwischen Sonne und Horizont bestimmt und
3. eine raffinierte Einrichtung, um die Waagrechte zu ermitteln (Horizontlinie), ohne dass ein Lot gebraucht wird (das Schiff Schaukelt ja).

### Mit Material improvisieren: Transporteur-Variationen

Bei allen Vermessungsangelegenheiten ist die Winkelmessung von zentraler Bedeutung. Nicht immer hat man einen Transporteur zur Hand, oder er ist vielleicht zu

klein, wenn man im Wald z.B. drei Pflöcke in einem gleichschenkligen Dreieck aufstellen will. Winkelmessgeräte lassen sich auf viele verschiedene Arten improvisieren! Dies gelingt z.B. mit Hilfe von sechs gleich langen Elementen, seien es Stecken, Streichhölzer oder Trinkhalme.

**Zu beachten:** Die Summe der Innenwinkel ist bei jedem Dreieck 180°. Bei einem gleichseitigen Dreieck (alle Seiten gleich lang) sind alle Innenwinkel gleich gross, also 60°.

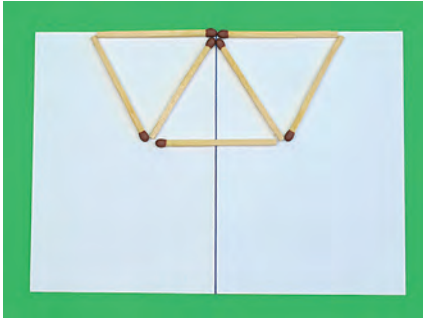


Abb. 6

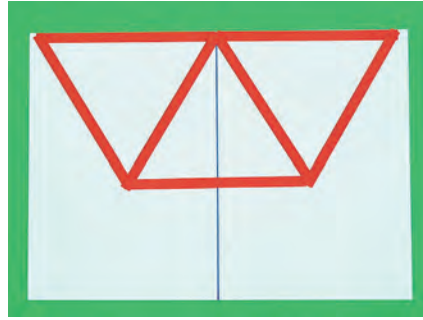


Abb. 7

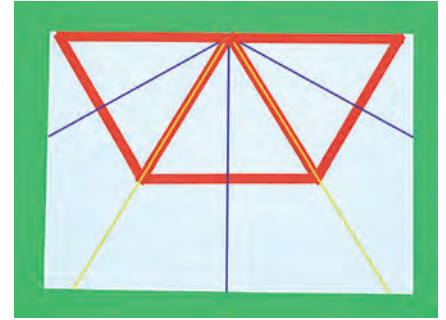


Abb. 8

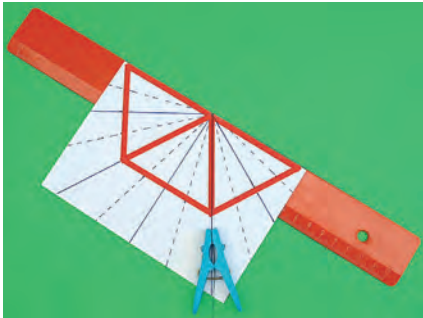


Abb. 9

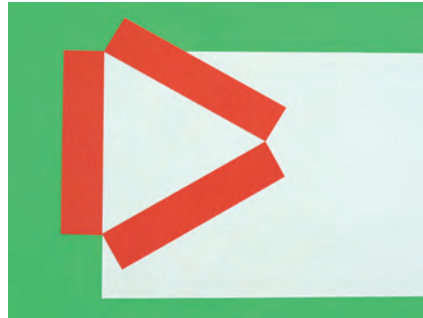


Abb. 10

Aber auch schon drei Teile genügen ...

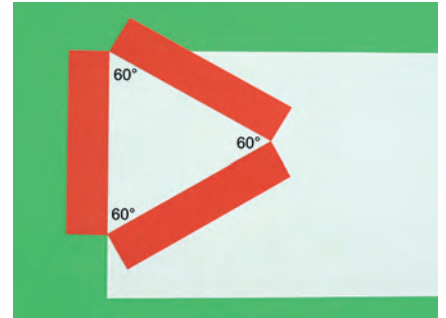


Abb. 11

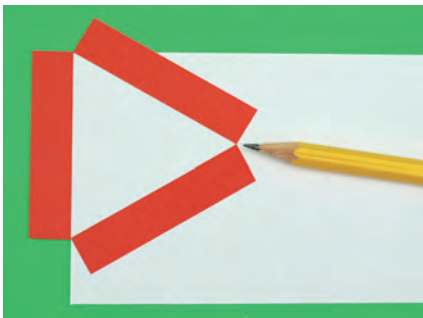


Abb. 12

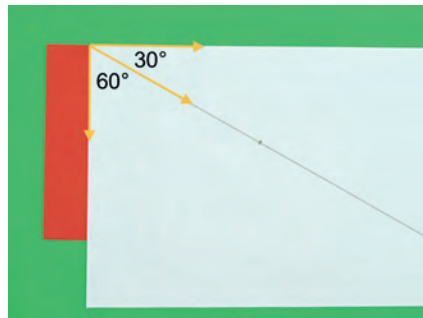


Abb. 13



Abb. 14–17 ...und dann noch zusätzlich falten

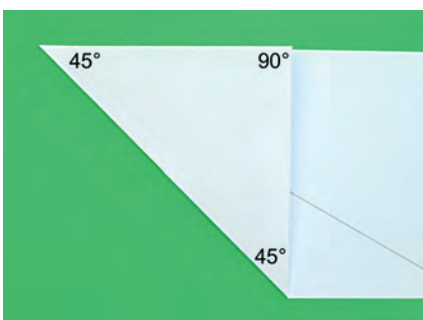


Abb. 15

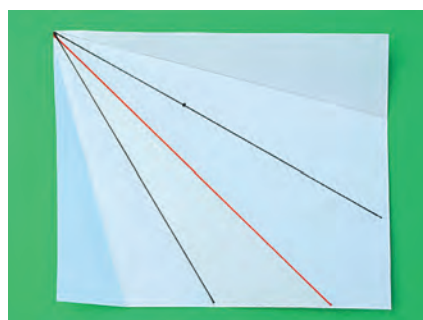


Abb. 16

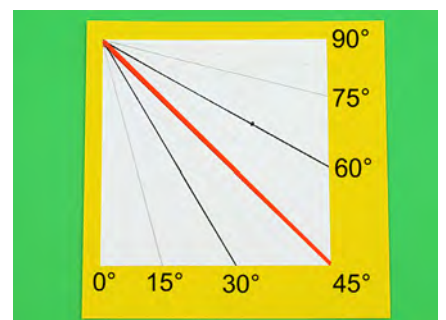


Abb. 17

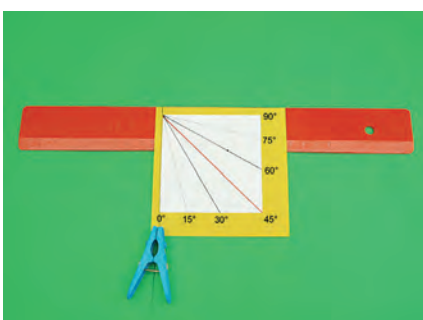


Abb. 18

## Der Sextant im Einsatz

### Mondbeobachtungen

Um den Umgang mit dem Sextanten zu üben, kann man ihn dazu benutzen, das Wandern des Mondes z.B. innerhalb einer Stunde zu beschreiben. Dazu hält man an einem Abend die Höhe des Mondes alle 10 Minuten mit dem Sextanten fest und misst mit einem Kompass jeweils auch die Himmelsrichtung, in der er steht. Das kann man mehrere Tage hintereinander immer zur gleichen Abendzeit wiederholen. Wie könnte man die Veränderungen erklären? **Tipp:** Zur Beobachtung eignet sich vor allem der zunehmende Mond, möglichst kurz nach dem Neumond, weil er dann relativ früh am Abend zu sehen ist.

### Grosser Wagen

Die Stellung des Grossen Wagens verändert sich sowohl im Laufe der Nacht als auch über die Jahreszeiten hinweg. Das lässt sich feststellen, wenn einzelne Sterne dieses Sternbildes zu verschiedenen Zeiten mit Sextant, Uhr und Kompass ausgemessen werden. **Tipp:** Das ist ein Langzeitprojekt. Es lohnt sich, im Schulzimmer eine Beobachtungstabelle zu führen und die Beobachtungen zu koordinieren.

### Einzelne Sterne

Wenn die Klasse auf dem freien Feld Sterne beobachtet, können die Kinder über die Winkelangabe einzelne Sterne bezeichnen, die sie ihren Mitschülern zeigen wollen.

### Kirchturmmessung

Der Umgang mit dem Sextanten kann auch tagsüber geübt werden. Der Vorteil liegt darin, dass bei Tageslicht gearbeitet werden kann und die Objekte wie Türme, Häuser, Masten oder Bäume gut anzupeilen sind. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass an diesen Beispielen wunderbar zu erfahren ist, auf welchen Prinzipien die Vermessung des Raumes basiert. Das wird im nächsten Abschnitt gezeigt.

**Achtung: Nie direkt in die Sonne schauen: also nie mit dem Sextanten die Sonne ausmessen!**

## Das Prinzip erkennen

Wer Distanzen messen will, nimmt immer ein Dreieck zu Hilfe, ganz egal, ob er mit einem Theodoliten, mit GPS oder einfach mit Lineal und Papier misst. Das Prinzip ist dabei einfach, die Umsetzung allerdings nicht immer.

Damit ein Dreieck genau bestimmt ist, muss man drei seiner Eigenschaften kennen, also z.B. alle drei Winkel oder die Länge aller drei Seiten. Kennt man diese, lässt es sich geometrisch konstruieren. Interessant ist, dass es nicht darauf ankommt, ob man die Winkel oder die Seitenlängen oder sogar jede beliebige Kombination davon kennt: eine Seitenlänge und zwei Winkel oder zwei Seitenlängen und nur einen Winkel. Das Dreieck ist in jedem Fall mit drei Angaben genau bestimmt, das Vorgehen beim Konstruieren ist dann allerdings jeweils unterschiedlich.

Am Beispiel Kirchturm lässt sich zeigen, wie man dieses Prinzip einsetzen kann: Um die Höhe abzuschätzen, stellt man sich einfach in einer gewissen Distanz vom Kirchturm entfernt auf, z.B. 10 m. Damit kennen wir schon eine Seitenlänge, nämlich die Grundlinie des Dreiecks. Ein Winkel des Dreiecks ist auch schon bekannt, weil der Kirchturm senkrecht steht ( $90^\circ$ ). Mit dem Sextanten wird die Kirchturmspitze angepeilt und der Winkel festgestellt. Damit hat man die drei Eigenschaften eines Dreiecks bestimmt: eine Seitenlänge und zwei Winkel. Nun lässt sich das Dreieck auf einem Stück Papier aufzeichnen. Wenn man den Massstab dabei etwas schlau wählt, kann die gesuchte Höhe des Kirchturms einfach aus der Skizze herausgelesen werden. Schlau wäre vermutlich  $1\text{m in natura} = 1\text{cm auf dem Papier}$ .

## Die Welt aufs Papier bringen.

Dieses Prinzip des Dreiecks ist die Grundlage für alle Karten und Messungen des Raumes. Also nicht nur Kirchtürme und Bäume lassen sich in dieser Art vermessen, sondern auch Distanzen in der Ebene. In der Schule kann z.B. jedes Kind die Distanz seines Platzes zur Wandtafel auf diese Art messen.

## Zurück zur Seefahrt

Aus dem Tagebuch von Frank Worsley (über eine Messung mit dem Sextanten): Ich rief: «Achtung!» und kniete auf die Ruderbank, während mich zwei Männer an beiden Seiten festhielten. Ich brachte die Sonne herunter auf den Punkt, wo der Horizont sein sollte, und nahm, während das Boot hektisch auf der Spitze der Woge nach oben schnellte, eine vage Schätzung der Höhe vor. Dann rief ich: «Stopp!» Sir Ernest nahm die Zeit, und ich berechnete das Ergebnis...

Das tönt ja dramatisch. Aber was macht da der Herr Worsley eigentlich? Und wieso scheint das so schwierig zu sein?

## Rettung aus der Eishölle

Frank Worsley war Kapitän und Navigator und zur Zeit der Tagebuchnotiz zusammen mit fünf weiteren Leuten in einem kleinen Rettungsboot unterwegs im stürmischen Südpolarmeer. Gemeinsam versuchten sie verzweifelt, Hilfe zu holen für die 22 Mannschaftsmitglieder, die sie auf der Elefantinsel, 480 Meilen südöstlich von Kap Hoorn, zurücklassen mussten. Am 15. April

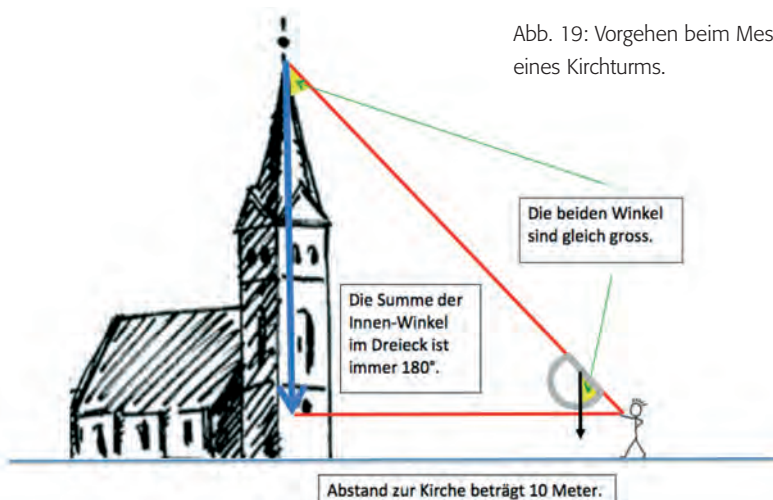


Abb. 19: Vorgehen beim Messen eines Kirchturms.

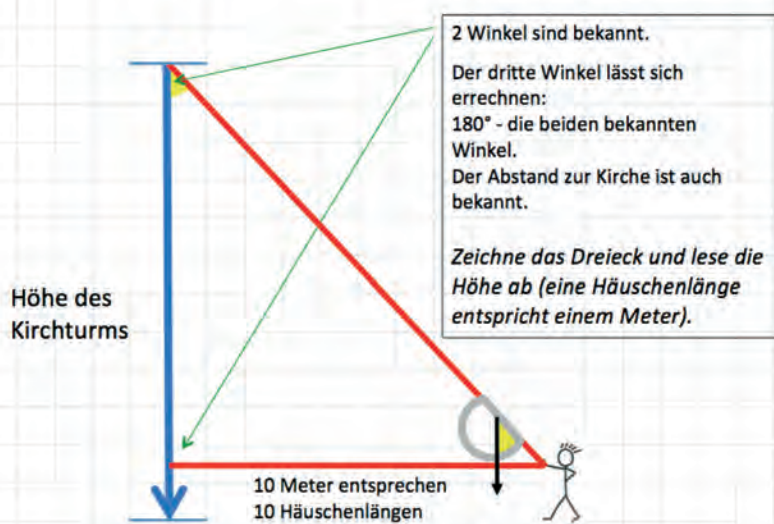


Abb. 20: Übertragen der Messwerte auf Hauschenpapier (z.B. 1 Häuschen = 1 cm).

### Die Schulbank vermessen

1. Markiere einen Zielpunkt auf der Wandtafel.
2. Lege eine Basislinie auf deiner Schulbankkante fest, die parallel zur Wandtafel verläuft, und miss ihre Länge.
3. Miss von den beiden Endpunkten der Basislinie aus den Winkel zum Zielpunkt. Dazu musst du den Sextanten in einer schlaun Weise in die Ebene kippen.
4. Jetzt sind drei Eigenschaften des Dreiecks festgelegt und du kannst es auf einem Stück Papier aufzeichnen: die Basislinie mit den anliegenden zwei Winkeln.
5. Die Distanz zur Wandtafel lässt sich jetzt aus dem Dreieck auf dem Papier herausmessen.
6. Zur Kontrolle kannst du die Distanz mit einem Meterband nachmessen. Stimmen die Angaben überein?

1916, also vor etwa 100 Jahren, waren sie dort gelandet, nachdem sie schon über ein Jahr unterwegs gewesen waren. Das Ziel dieser Expedition, die von Sir Ernest Shackleton geleitet wurde, wäre es gewesen, den Südpol zu überqueren. Aber ihr Schiff Endurance blieb im Packeis stecken, ging unter und die Mannschaft konnte sich unter dramatischen Umständen gerade noch mit den drei Rettungsbooten auf die Elefantinsel retten. Aber wirklich gerettet waren sie noch lange nicht. Der antarktische Winter stand vor der Tür und die Distanz zur nächstgelegenen Walfangstation betrug immer noch 800 Meilen. Vor die Wahl gestellt, dort zu bleiben und so lange auszuharren, bis die Vorräte aufgebraucht waren und dann zu verhungern, oder mit einem der Rettungsboote zu versuchen, Hilfe zu holen, entschied sich Shackleton für letzteres. Mit einer Mannschaft von fünf Leuten machte er sich am 24. April 1916 auf den Weg durch das stürmische Südpolarmeer. Zehn Tage dauerte die Fahrt, auf der Worsley auf die oben beschriebene Art die Richtung festzulegen versuchte. Neben dem unruhigen Meer, das immer wieder Wasser

ins Boot spülte und die Sextant-Messung fast verunmöglichte, machten den Seeleuten zwei weitere Umstände grosse Mühe. Damit sie die mit dem Sextanten gemessenen Werte zur Positionsbestimmung überhaupt brauchen konnten, benötigten sie erstens das Logbuch mit den entsprechenden Tabellen und Angaben. Dieses hatten sie zwar dabei, aber durch Regen und Meerwasser waren seine Seiten zusammengeklebt und jene mit den Tabellen ab Mai waren nicht mehr auseinander zu blättern. Die Walfangstation musste also

unbedingt vor Ende April erreicht werden. Zweitens war es wichtig, zu wissen, wie viele Meilen schon zurückgelegt waren. Weil der Himmel oft bewölkt war, konnten sie sich nicht an Sonne und Sternen orientieren, sondern mussten mit Hilfe der Logleine ihre Geschwindigkeit abschätzen. Dazu befestigte man an einer Leine ein Holzstück, das ins Wasser geworfen wurde. Die Fahrgeschwindigkeit schätzte man ab, indem man die Sekunden zählte, bis die ganze Leinenlänge abgelaufen war. Manchmal hatte das Seil auch Knoten in gleichmässigen Abständen, die man durch die Hand laufen lassen und zählen konnte.

Endlich hatten sie die Insel erreicht, auf der die Walfangstation lag. Aber leider befanden sie sich auf der falschen Inselfeite. Während zwei Tagen durchstiegen drei der Männer ein unbekanntes und unwegsames Schneegebirge, bis sie die Walfangstation Stromness erreichten. Sie sahen so schreckerregend aus, dass man sie zuerst für Gespenster hielt und vor ihnen davonlief. Auch die Rückkehr zur Elefantinsel entpuppte sich als äusserst schwierig. Nach zwei gescheiterten Versuchen – die Schiffe waren zu schwach für die raue See – konnte die ausgesetzte Mannschaft endlich, beim dritten Anlauf, gerettet werden. Sie hatten vier Monate lang ausgeharrt in zwei Rettungsbooten, die umgedreht als Behausung dienen mussten.

### Literatur

**Barrie, D.** (2015). Die Vermessung der Meere. mareverlag Hamburg.

**Grill, W.** (2016). Shackletons Reise. Nord Süd Verlag Zürich.

### Link

[www.explore-it.org](http://www.explore-it.org)

*explore-it*



Abb. 21: Zeichnung von William Grill.