

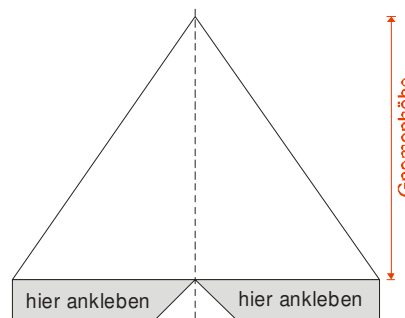
Ausrichtung einer Ebene (z.B. Hauswand) mit Hilfe der Sonne bestimmen

von Volker Lotze
www.volker-lotze.de
Stand: Dezember 2007

Wenn man z.B. eine Sonnenuhr für eine Wand oder Schräge erstellen möchte, muss zunächst die genaue Ausrichtung der Ebene, auf der die Sonnenuhr befestigt werden soll, bestimmt werden. Eine einfache Möglichkeit die Ausrichtung zu bestimmen bietet das Programm „Ebenenrechner“, welches ich als Teil meiner Homepage unter www.volker-lotze.de zur Verfügung gestellt habe. Zur Durchführung der Ausrichtungsbestimmung wird eine Sonnenuhr ohne Skala auf der Ebene befestigt und die Schattenspitzen zu unterschiedlichen Uhrzeiten markiert. Der Ebenenrechner kann aus den Schattenlängen die Ausrichtung der Ebene berechnen. Die Position der Ebene in geographischer Länge und Breite muss dazu bekannt sein und ggf. mit einem GPS-Gerät bestimmt werden.

Vorbereitung

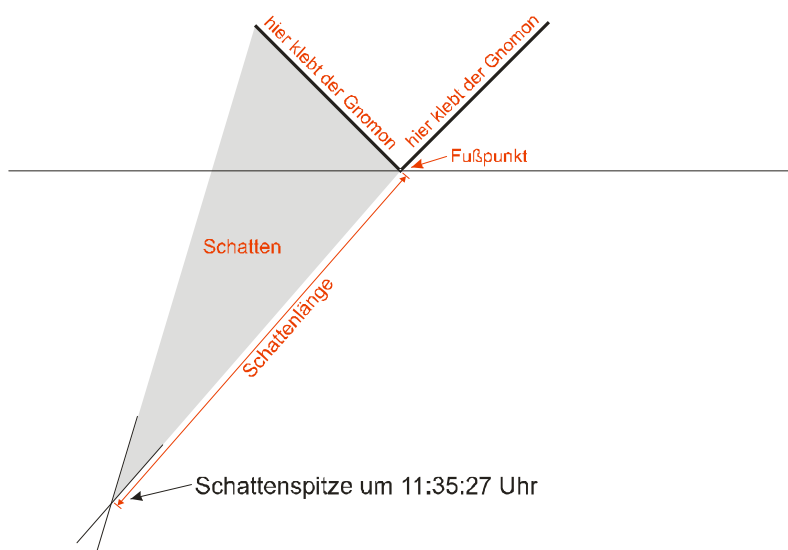
Drucken Sie die Blanko-Skala und die Seite mit den Gnomonen (bzw. Schattenwerfern) aus. Beides befindet sich am Ende dieses Dokuments. Die Gnomone haben die im Bild dargestellte Form, variieren jedoch in der Höhe. Suchen Sie sich einen Gnomon aus, messen Sie die Gnomonhöhe mit einem Lineal und schreiben Sie diese auf. Sie wird später gebraucht. Es empfiehlt sich zunächst einen ca. 4cm hohen Gnomon auszuprobieren.



Schneiden Sie den Gnomon aus und falten Sie ihn entlang der gestrichelten Linie. Kleben Sie den Gnomon auf die Blanko-Skala, so dass sich die Spitze des Gnomons senkrecht über dem Fußpunkt auf der Skala befindet. Achten Sie darauf, dass sich in unmittelbarer Nähe des Fußpunkts kein Klebstoff befindet. Der Gnomon muss sich später entfernen lassen, ohne dass der Fußpunkt beschädigt wird. Kleben Sie die Skala auf ein stabiles Stück Pappe. Die Skala muss überall glatt aufliegen und darf keine Wellen haben. Die fertige Sonnenuhr legen/befestigen Sie auf der Schräge oder Wand, deren Ausrichtung Sie bestimmen wollen.

Durchführung der Messungen

Die Sonne wirft nun zusammen mit dem Gnomon einen Schatten auf die Skala. Markieren Sie die Spitze des Schattens mit einem spitzen Bleistift zu mehreren unterschiedlichen Uhrzeiten mit einem kleinen Kreuz. Schreiben Sie neben die Kreuze die Uhrzeit, zu der sich die Schattenspitze dort befand. Sie sollten darauf achten, dass die Uhrzeit auf etwa eine halbe Minute genau ist. (Funkuhr verwenden und Sekunden mit aufschreiben!) Um die Lage der Schattenspitze genau zu bestimmen, empfiehlt es sich zunächst ein Lineal an die jeweilige Schattenkante anzulegen und dann einen Strich zu ziehen.



Wählen Sie aus allen Schattenmessungen drei aus, von denen Sie glauben, dass sie besonders genau geworden sind. Sie sollten möglichst gut auf der Skala verteilt sein. Die einzelnen Messungen sollten mindestens zwei bis drei Stunden (oder länger) auseinander liegen.

Entfernen Sie den Gnomon von der Skala. Achten Sie dabei darauf, dass der Fußpunkt auf der Blanko-Skala nicht beschädigt wird. Messen Sie die Abstände der Kreuze vom Fußpunkt (Schattenlängen) mit einem Lineal. Wenn sich eine Schattenspitze in unmittelbarer Nähe des Fußpunkts befindet, ist es wichtig, dass Sie die Schattenlänge auf einen halben Millimeter genau messen. Ist der Schatten jedoch lang, ist seine Spitze unscharf und eine genaue Längenbestimmung oft nicht möglich. Da sich ein Messfehler bei langen Schatten jedoch nicht so stark auf das Ergebnis auswirkt wie bei einem kurzen Schatten, ist das nicht so tragisch.

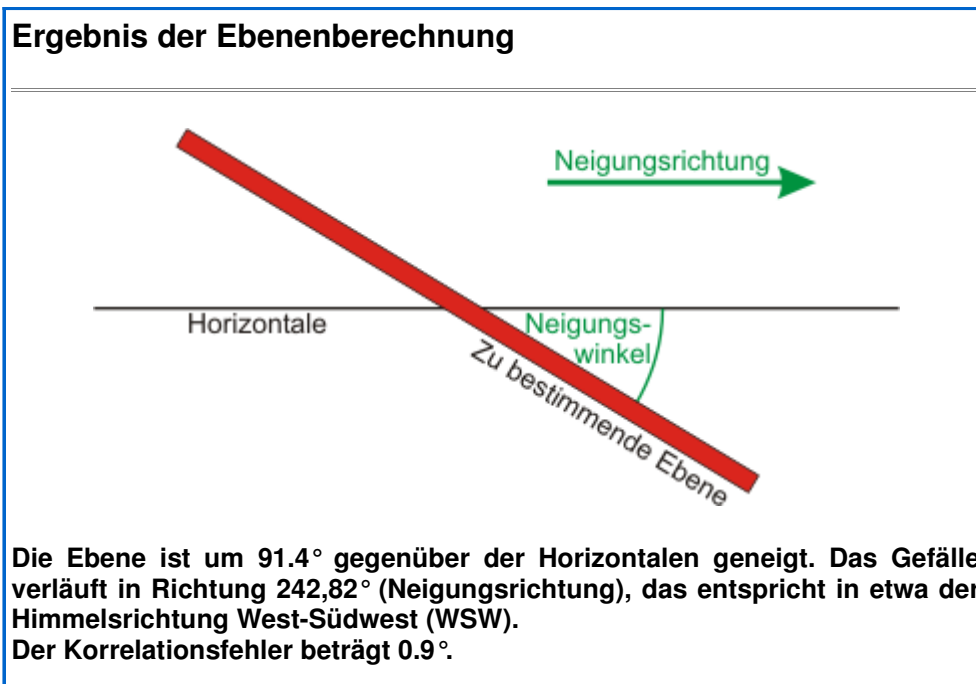
Auswertung

Rufen Sie die Adresse www.volker-lotze.de in einem Webbrowser auf und klicken Sie auf den Link „Ebenenrechner“. Es erscheint eine Eingabemaske, in die Sie die Position der Ebene, die Gnomonhöhe sowie die Uhrzeiten und Schattenlängen der Messungen eingeben müssen.

Um den Ebenenrechner auszuprobieren, können Sie die folgenden Werte verwenden:

Position der zu bestimmenden Ebene: $51^{\circ} 43,21' \text{ N} -- 8^{\circ} 46,68' \text{ E}$ Gnomonhöhe: 2,9cm
Datum/Uhrzeit der ersten Messung: 9. Juni 2004 13:15:15 Uhr (Sommerzeit) Schattenlänge der ersten Messung: 17,4cm
Datum/Uhrzeit der zweiten Messung: 9. Juni 2004 14:55:40 Uhr (Sommerzeit) Schattenlänge der zweiten Messung: 5,15cm
Datum/Uhrzeit der dritten Messung: 9. Juni 2004 18:38:30 Uhr (Sommerzeit) Schattenlänge der dritten Messung: 2,6cm

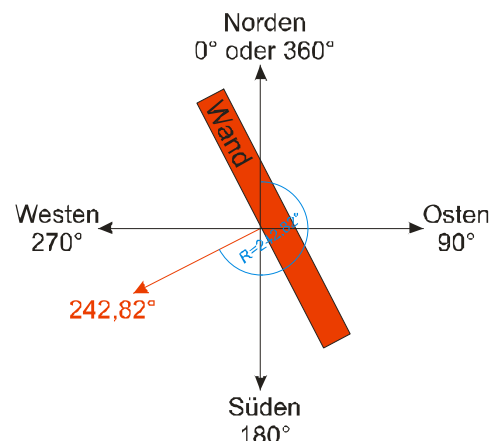
Nach einem Klick auf die Schaltfläche „Ebene berechnen“ wird die Lösung angezeigt. Bei den oben angegebenen Werten sieht die Lösung im Browser wie folgt aus:



Das Programm hat berechnet, dass es sich in unserem Beispiel um eine vertikale Wand handelt. (Die Ebene ist um $91,4^{\circ}$ geneigt.) Bei einer waagerechten Ebene würde dieser Winkel 0° betragen. Weiterhin hat das Programm berechnet, dass die Ebene in Richtung $242,82^{\circ}$ geneigt ist. Da es sich hier um eine vertikale Wand handelt, ist dies die Richtung, in welche die Vorderseite der Wand, also die Seite auf der Sie die Sonnenuhr befestigt haben, zeigt.

Die Grafik soll verdeutlichen, wie die Wand ausgerichtet ist.

Das Programm berechnet zudem den Korrelationsfehler, welcher Auskunft über die Genauigkeit Ihrer Messungen gibt. Je kleiner dieser Wert ist, desto genauer ist die Messung gewesen. Arbeiten Sie beim Einzeichnen und Ausmessen der Schattenspitzen möglichst sorgfältig um den Fehler klein zu halten. Ein Korrelationsfehler kleiner als 1° ist sehr gut! Fehler bis 5° sind akzeptabel. Ist der Fehler größer, sollten Sie die Messung wiederholen.

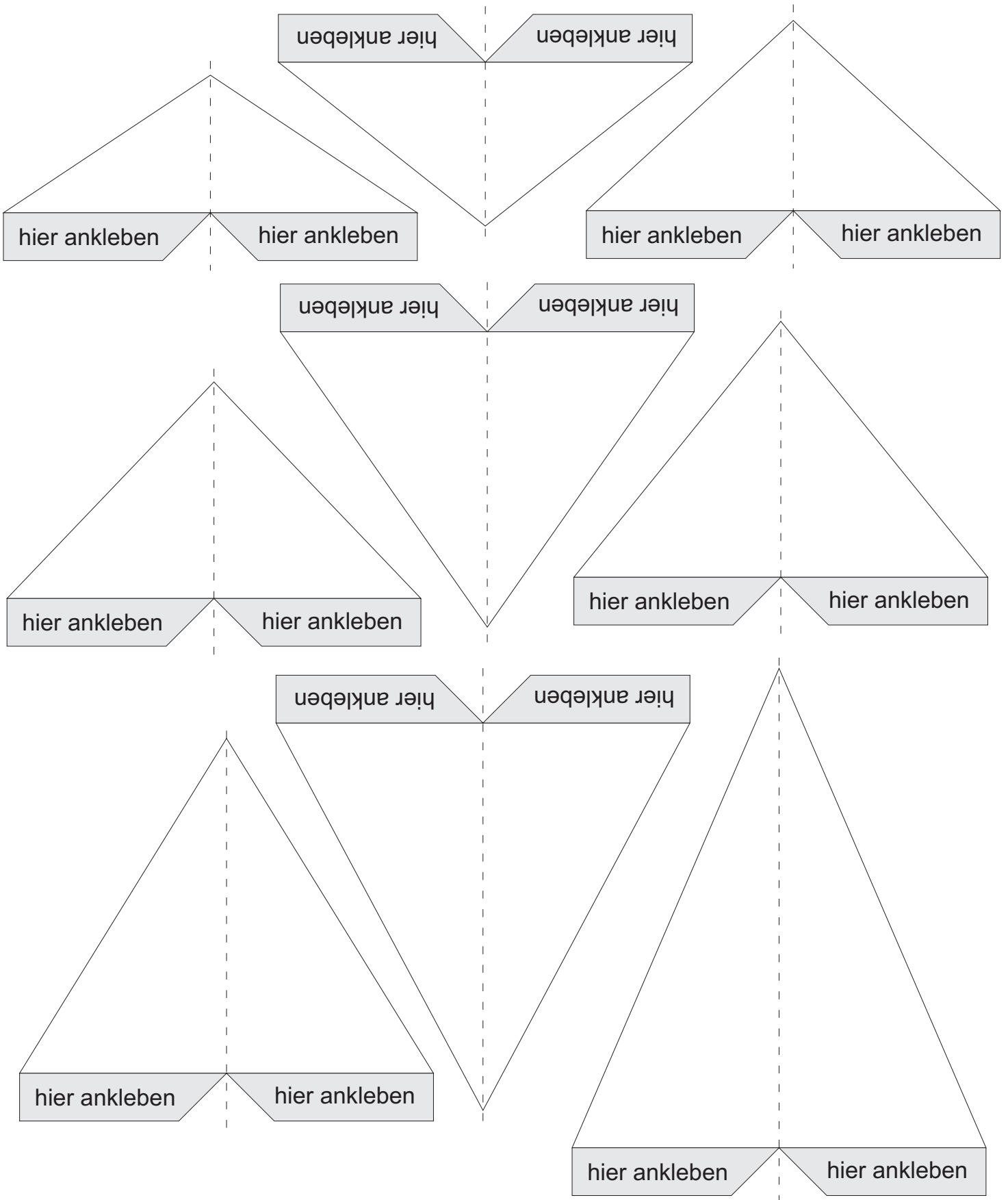


Tipps und Tricks

Probieren Sie unterschiedliche Gnomonhöhen aus. Je größer der Gnomon, desto geringer wird der Fehler beim Ausmessen. Natürlich müssen Sie darauf zu achten, dass der Gnomon nicht zu groß ist, und der Schatten die Blanko-Skala verlässt, sodass seine Spitze nicht mehr eingezeichnet werden kann. Ebenfalls besteht die Gefahr, dass der Papiergnomon bei zu großer Höhe instabil wird. Es muss stets sichergestellt sein, dass sich die Gnomonspitze senkrecht über dem Fußpunkt befindet.

Da der Winkel zwischen den einzelnen Schattenrichtungen für die Rechnung uninteressant ist, ist es möglich die Skala zwischendurch von der Wand abzunehmen, bzw. nur zum Zeitpunkt der Messung an die Wand zu halten. Die Schattenlänge ändert sich nicht, wenn die Skala gedreht wird. Die Ebene, auf der die Skala aufliegt, darf selbstverständlich nicht geändert werden.

Verschiedene Gnomone zum ausschneiden:



Blanko-Skala

hier ankleben

hier ankleben

Fußpunkt

