©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wodurch werden die scheinbar beobachteten Bodenbewegungen im Dornstetter Gebiet veranlaßt?

Beobachtungen über abnorme Strahlenbrechungen. Entstehung ungewöhnlicher Fernsichten.

Von Dr. P. Dobler in Heilbronn.

Sattler berichtet in seiner im Jahre 1783 erschienenen „Topographischen Geschichte[1] von Württemberg“: „Es ist auch dieses merkwürdig, daß innerhalb der nächstvergangenen 40 Jahre der Weg zwischen Dornstetten und Freudenstadt durch eine verborgene Naturwirkung um 16 Schuh niedriger geworden ist, indem man vor solchen Jahren auf diesem Weg nur das Kirchenturmdach von Dornstetten gesehen hat, jetzt aber nicht nur bemeldtes Dach, sondern auch noch den Turm und dessen steinernen Umgang, mithin 16 Schuh weiter herunter sehen kann.“

Ebenso wird in den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg[2], Blatt 105, mitgeteilt, daß man in der Dornstetter Gegend Äußerungen über gewisse Niveauveränderungen hören kann, die sich in historischer Zeit vollzogen haben sollen. So sollen jetzt von Punkten bei Benzingerhof bestimmte Abschnitte des Kirchturms von Dornstetten sichtbar sein, die früher durch den dazwischenliegenden Silberberg verdeckt waren. Es wird dort die Vermutung ausgesprochen, daß diese Niveauveränderungen nur durch geringe junge Krustenbewegungen zu erklären sind.

Weitere Aufzeichnungen über diese Hebungen und Senkungen fand ich nicht, dagegen bestätigten mir mündliche Mitteilungen diese Niveauveränderungen. Genaue Angaben über die Größe der scheinbaren Hebung konnte ich nicht erlangen. Die Entfernung Freudenstadt-Dornstetten beträgt 6,8 km. Mit dem bloßen Auge sind deshalb Höhenänderungen von einigen Metern, die höchstens in Betracht kommen, nicht deutlich wahrnehmbar. Auch fehlt eine genaue Angabe der Jahreszeit und Tageszeit sowohl bei den schriftlichen wie

[1] a. a. O. S. 229.
[2] a. a. O. S. 105.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mündlichen Mitteilungen. Sommers ist der Silberberg angebaut. Befinden sich auf der Hochfläche Getreidefelder, dann ragt der Kirchturm etwa 2 m weniger weit hinter dem Bergrücken hervor, es ist scheinbar eine Hebung des Silberbergs eingetreten. Im Herbst und Frühjahr dagegen sieht man den Kirchtum höher heraufragen. Auch die Beleuchtung und die Tageszeit ist von Einfluß auf die Sichtbarkeit. Dornstetten liegt östlich von Freudenstadt; abends ist das Dornstetter Gebiet besser beleuchtet, der dunkle Turm ist dann deutlicher sichtbar. Von größtem Einfluß auf die scheinbaren Niveauveränderungen ist die Tageszeit, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Das Profil Dornstetten—Silberberg—Freudenstadt ist in Fig. 1 gezeichnet. Um Höhenänderungen des Silberbergs festzustellen, kann man von Freudenstadt oder von Dornstetten aus beobachten. Da der Silberberg näher bei Dornstetten liegt, so ist es vorteilhafter, die Beobachtungen von Dornstetten aus zu machen. Eine kleine Hebung oder Senkung des Silberbergs verursacht dann eine große scheinbare Niveauveränderung. Ich beobachtete deshalb von Dornstetten aus.

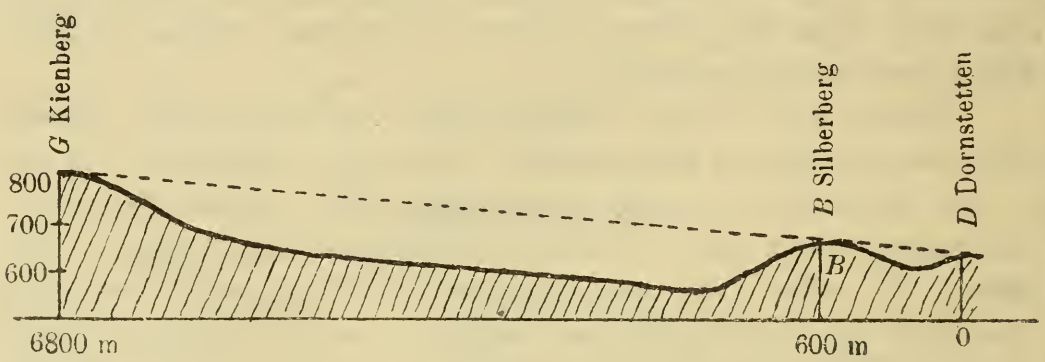

Fig. 1.
Profil Dornstetten—Silberberg—Freudenstadt.

Von meinem Beobachtungspunkt ist der Kienberg bei Freudenstadt und auch der dortige Kirchturm teilweise vom Silberberg verdeckt. Der obere Teil des Aussichtsturms auf dem Kienberg und das Dach eines danebenstehenden Wohnhauses ragen zum Teil hinter dem nach Süden ziehenden Silberberg hervor. Es ist gewöhnlich etwa die Hälfte des Daches sichtbar (Fig. 2).

Zu meiner Überraschung war eines Morgens nicht bloß das ganze Dach des Hauses sichtbar, sondern es waren auch noch die Fenster des oberen Stockwerks zu erblicken (Fig. 3). Im Verlauf von einigen Stunden senkte sich das Haus wieder und Mittags bot

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es den gewohnten Anblick. Gegen Abend trat wieder eine Hebung ein. Ich bestimmte durch Abschätzen die scheinbare Niveauveränderung. In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

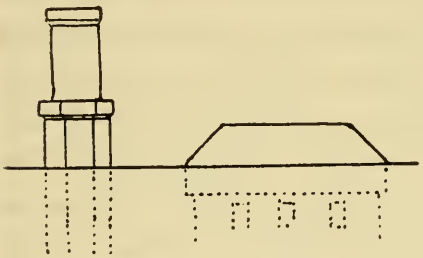

Fig. 2.
Anblick mittags.

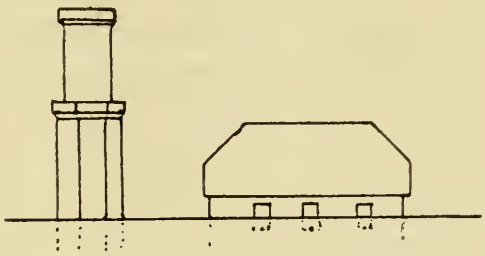

Fig. 3.
Anblick morgens.

Beobachtung am 13. Oktober 1912.

$7^1/_2{}^h$	Hebung	+ 1,7 m,
$9^1/_2{}^h$	Senkung	— 1,0 m,
11^h	Senkung	— 1,8 m,
$12^1/_2{}^h$	Senkung	— 1,8 m,
2^h	Senkung	— 1,6 m,
6^h (abends)	Hebung	+ 2,7 m.

Die Tabelle zeigt, daß zwischen $12^1/_2{}^h$ mittags und $6^1/_2{}^h$ abends eine Höhenänderung von 4,5 m eingetreten ist.

Beobachtung am 14. Oktober 1912.

$7^1/_2{}^h$	Hebung	+ 2,3 m,
8^h	Hebung	+ 1 m,
$9^1/_4{}^h$	Senkung	— 0,3 m,
10^h	Senkung	— 1,5 m,
$12^1/_2{}^h$	Senkung	— 1,8 m,
6^h (abends)	Hebung	+ 2,5 m.

Beobachtung am 31. Oktober. Stürmisches Wetter.

8^h	Hebung	+ 0,2 m,
12^h	Senkung	— 0,3 m,
2^h	Senkung	— 0,3 m,
5^h	Hebung	+ 0,3 m.

Am 13. und 14. Oktober war prachtvolles Wetter mit warmem Sonnenschein, außerdem herrschte noch Windstille. An diesen Tagen war, wie die Tabelle zeigt, die stärkste Niveauveränderung zu beobachten. Gegen Ende des Monats wurde das Wetter stürmisch und die Höhenänderung war kaum merkbar. Es ist klar, daß diese

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

scheinbaren Hebungen und Senkungen nicht durch Bodenbewegungen, durch Hebung und Senkung des Silberbergs hervorgerufen wurden, sondern daß atmosphärische Strahlenbrechung die Ursache war. Dies läßt sich schon aus der Abhängigkeit der Niveauveränderung von der Tageszeit schließen. Morgens, zur Zeit des Sonnenaufgangs, wenn die Luft kalt ist, war die stärkste Hebung. Nachdem die Sonne ein bis zwei Stunden lang die Luftschichten erwärmt hatte, trat Senkung ein, die zwischen 11 Uhr und 1 Uhr sich nur wenig änderte. In dem Maß wie die Sonne sich dem Horizonte näherte, wurde die Senkung immer kleiner und von 4 Uhr an war wieder starke Hebung zu beobachten, die zur Zeit des Sonnenuntergangs ihren größten Wert erreichte. Sobald ein Wind wehte, war die Niveauveränderung viel geringer, bei Sturm am kleinsten. Aufangs vermutete ich, daß die starke atmosphärische Strahlenbrechung durch ein gleichmäßig verteiltes Temperaturgefälle in der Luftschichte zwischen Dornstetten und Freudenstadt hervorgerufen werde und ich versuchte, dieses Temperaturgefälle zu bestimmen. Zu dem Zweck maß ich die Lufttemperatur in Dornstetten, auf dem Silberberg und auf dem Kienberg, je 1 m über dem Boden, fand aber nur einen ganz unbedeutenden Temperaturunterschied. Dagegen ergaben spätere Messungen ein bemerkenswertes Resultat. Ich fand, daß morgens und abends die Luft am Boden des Silberbergs viel kälter war als in 75 cm Höhe. Mittags war dagegen die Luft am Boden viel wärmer als 75 cm über dem Boden. Durch diese über dem Boden lagernden Luftschichten mit großer Temperaturdifferenz ging der beobachtete Lichtstrahl und wurde stark abgelenkt. Auch durch eine direkte Beobachtung der Ablenkung fand ich meine Vermutung bestätigt.

Am 29. Oktober 1912, einem prachtvollen Herbsttag, beobachtete ich mit dem Fernrohr den Kirchturm von Freudenstadt. Der steinerne Umgang, der einige Meter über den Schallfenstern verläuft, war gerade noch über dem Silberberg zu sehen. Zu meinem Erstaunen hob sich der Kirchturm innerhalb weniger Sekunden so hoch, daß der obere Teil der Schallfenster noch sichtbar wurde, blieb etwa 1 Minute in dieser Lage und senkte sich ebenso schnell wieder, wie er sich gehoben hatte. Die Hebung und Senkung wiederholte sich nach zwei bis drei Minuten und war einige Mal zu beobachten. Ich ging sofort auf den Silberberg, um die Lufttemperatur festzustellen. Die Messung ergab, daß in Zwischenräumen von zwei bis drei Minuten kalte Luft über den Bergrücken geweht wurde. Ließ der leichte, kaum wahrnehmbare Wind nach, dann wurde es sofort wieder wärmer.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der rasche Temperaturwechsel der Luft auf dem Rücken des Silberbergs veranlaßte also zweifellos die plötzliche Hebung und Senkung. Beim Vorüberziehen der kalten Luft hob sich der Turm; sobald die Luft auf dem Bergrücken wieder warm war, senkte er sich. Dies zeigt auch, daß die morgens und abends beobachtete Hebung der Gebäude auf dem Kienberg ebenfalls durch starke Lichtbrechung in kalten Luftschichten veranlaßt wird, die auf dem Silberberg lagern. Bei niedergehender Sonne überwiegt die Ausstrahlung des Bodens gegenüber der Einstrahlung und er kühlt sich rasch ab. Dadurch werden die untersten Luftschichten kalt. Diese kalten Luftschichten lagern die Nacht über auf dem Boden und verschwinden erst einige Stunden nach Sonnenaufgang. Mittags bei Windstille entstehen unter dem Einfluß starker Sonnenstrahlung am Boden heiße Luftschichten.

Ich konnte beobachten, daß die kalten Luftschichten am Boden sich häufig mit der darüber befindlichen wärmeren Luft nicht mischen, sondern wie eine schwere Masse auf dem Boden liegen bleiben. Entstehen sie an einem sanft geneigten Hang, so fließen sie sogar in gleichmäßig dicker Schicht langsam ins Tal hinab. Ob diese kalten Luftschichten ruhig auf dem Boden lagern oder ob sie einen Berg hinabfließen, in beiden Fällen geben sie Anlaß zu Lichtbrechungen. Die morgens und abends kalten, mittags warmen Luftschichten am Boden haben bloß eine Dicke von etwa 75 cm und schmiegen sich der Erdoberfläche an.

Eine interessante Beobachtung möge die Wirkung dieses Temperaturunterschieds der Luftschichten näher erläutern. Sieht man von Dornstetten aus über den Rücken des Silberbergs ($S\,S_1$ Fig. 4) weg, so erblickt man im Hintergrund den Weg $A\,B$, der auf den Kienberg bei Freudenstadt führt. Er erscheint als gerade Linie und schneidet scheinbar den Rücken des Silberbergs. Der unterste Teil des Weges ist vom Silberberg verdeckt. Der Silberberg ist 600 m, der Weg 6800 m vom Beobachtungspunkt Dornstetten entfernt. Morgens und abends erschien der Weg bei A (Fig. 5) nach oben gebogen und verbreitert, mittags dagegen nach abwärts gebogen und auch verbreitert (Fig. 6).

An sehr heißen Tagen konnte ich sogar beobachten, daß der Weg aufhörte, ehe er den Silberberg erreichte (Fig. 7), der untere Teil in der Nähe des Bergrückens schien in bläuliches, wogendes Wasser getaucht. Es liegt also die Erscheinung vor, die in der meteorologischen Optik als „Schwebung“ bezeichnet wird. Ebenso war das Dach des Hauses auf dem Kienberg an heißen, windstillen

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tagen vom Rücken des Silberbergs durch einen schmalen, bläulichweißen Streifen getrennt, es schien in der Luft zu schweben.

Als ich auf diese starken Lichtbrechungen aufmerksam geworden war, konnte ich sie häufig beobachten. Ist z. B. der Boden mit Schnee bedeckt und tritt bei Windstille Tauwetter ein, so sind die Luftschichten am Boden viel kälter als die höheren Luftschichten. Entweder bleiben sie ruhig liegen, wo sie entstanden sind oder fließen die Berghänge hinab. Blickt man über einen derartigen Hügel hinweg, so daß der Sehstrahl den Boden streift, dann erscheinen ferne Gegen-

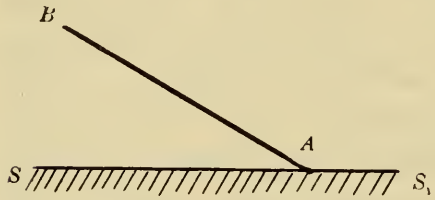

Fig. 4.
Gewöhnlicher Anblick.

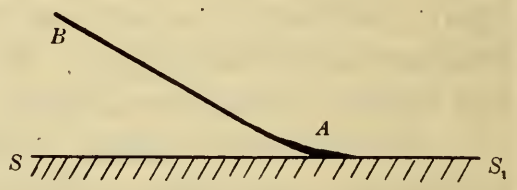

Fig. 5.
Anblick morgens und abends.

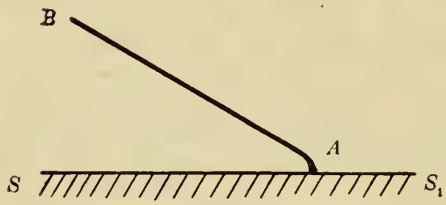

Fig. 6.
Anblick mittags.

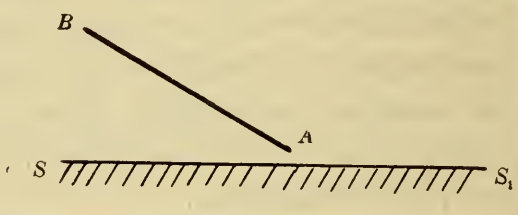

Fig. 7.
Anblick an sehr heißen, windstillen Tagen (Schwebungen).

SS_1 Silberberg, von Dornstetten aus gesehen (600 m entfernt).
AB Weg am Kienberg, 6800 m entfernt.

stände stark gehoben und verzerrt; bewegt sich die kalte Luftschicht, dann scheinen sie zu schwanken und ändern in kurzen Zeiträumen ihre Größe. Diese Schwankungen und Verzerrungen lassen sich gut nachahmen, wenn man Gegenstände durch eine stark schlierenhaltige Fensterscheibe betrachtet. Schon bei ruhiger Lage der Glastafel erscheint alles verzerrt. Bewegt man die Glasscheibe, so müssen die Lichtstrahlen in rascher Aufeinanderfolge verschiedenartige Schlieren durchdringen, sie werden verschieden stark abgelenkt. Die Größe und Lage der betrachteten Gegenstände ändert sich fortwährend, sie schwanken und sind verzerrt. Das Gleiche tritt ein, wenn man die Glasscheibe ruhig in ihrer Lage läßt und das Auge bewegt. Denkt man sich an Stelle der Glastafel eine Luftmasse, in der

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schichten verschiedener Dichte vorhanden sind, so kann diese die Erscheinungen noch schöner hervorbringen. Die Gegenstände erscheinen nicht so stark verzerrt, aber in wunderbarer Klarheit. Am auffallendsten sind die Verzerrungen durch die Luftschichten am Boden, wenn man das Auge ein wenig bewegt. Dann scheinen die betrachteten Gegenstände in rascher Folge ihre Größe zu ändern, sie schwanken und sind verzerrt.

Die Ablenkungen durch kalte Luftschichten sind häufiger zu beobachten als die Ablenkungen durch heiße Luft. Die kalten Luftschichten sind beständiger, da sie durch die Schwerkraft am Boden festgehalten werden, die warmen Luftschichten haben dagegen das Bestreben, den Boden zu verlassen, in die Höhe zu steigen; daß auch diese heißen Luftschichten Senkungen und Verzerrungen hervorrufen, kann man Sommers auf heißen Straßen sehen, besonders wenn die Straße über eine Anhöhe hinwegführt.

Bei den eben erwähnten, bloß zufällig beobachten Erscheinungen ist es schwer, genaue Messungen zu machen, da sie zu veränderlich sind. Bei der häufig auftretenden abnormen Lichtbrechung Dornstetten—Silberberg—Freudenstadt sind die Entfernungen bekannt und eine Messung ist leicht ausführbar. Anfangs bestimmte ich die Niveauveränderung durch Abschätzen. Der großen Entfernung wegen (6,8 km) konnte ich aber die scheinbare Höhe nur auf einige Dezimeter genau erhalten. Um genauere Werte der Ablenkung des Lichtstrahls zu finden, benützte ich folgende Versuchsanordnung.

Von Dornstetten aus beobachtete ich das in Fig. 2 gezeichnete Haus, das 6800 m entfernt war. Das Profil Dornstetten—Silberberg—Freudenstadt zeigt Fig. 1. Der Lichtstrahl streift auf dem Silberberg den Boden, dringt also in die morgens und abends dort vorhandenen kalten Luftschichten ein.

Er wird durch diese optisch dichteren Schichten konkav gegen die Erdoberfläche gebogen, es tritt Hebung ein. Mittags gelangt der Lichtstrahl auf dem Silberberg in wärmere, optisch dünnere Luftschichten, er wird konvex gegen die Erdoberfläche gebogen und die Folge ist eine Senkung der beobachteten Gegenstände.

Die Temperaturmessung ergab, daß die ablenkende Luftschichte 75 cm dick war und daß die Schichten gleicher Temperatur parallel dem Erdboden verliefen. Legt man durch den Lichtstrahl $G\,D$ (Fig. 8) eine Vertikalebene, so wird der Silberberg nach dem Kreisbogen $S\,S_1$ geschnitten. Die Vertikalebene schneidet auch die Luftschichten gleicher Temperatur nach konzentrischen Kreisbögen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Um die Größe der Ablenkung feststellen zu können, markierte ich auf der Skala DD_1 den Punkt, an dem das Fernrohr befestigt werden mußte, damit der Dachfirst des Hauses G auf dem Kienberg gerade noch sichtbar war. Um einen Nullpunkt zu erhalten, bestimmte ich den Punkt D der Skala, den der unabgelenkte Lichtstrahl traf. Der Ablenkung nach unten gab ich das positive, der Ablenkung nach oben das negative Vorzeichen. Ablenkungen mit positivem Vorzeichen entsprechen Hebungen des beobachteten Hauses, Ablenkungen mit negativem Vorzeichen dagegen Senkungen.

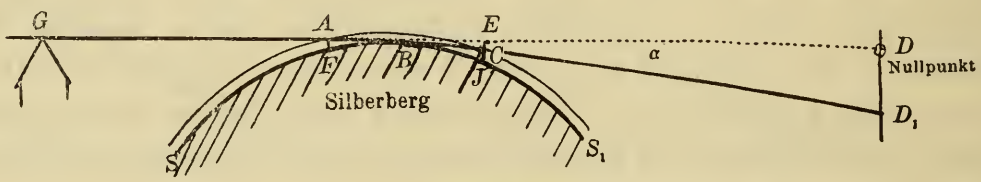

Fig. 8.

Es sei SS_1 der Vertikalschnitt des Silberbergs. Der Lichtstrahl verlaufe geradlinig vom Gegenstand G (Dachfirst des beobachteten Hauses auf dem Kienberg) bis zum Punkt A (Fig. 8). Dieser Punkt befinde sich 75 cm über dem Boden des Silberbergs.

Im Punkte A gelangt der Lichtstrahl in die kalte Luftschicht, die auf dem Boden lagert, er wird abgelenkt. Da die Temperatur und demgemäß die Dichte der Luftschicht sich ganz ällmählich ändert, so wird der Lichtstrahl allmählich aus seiner Richtung abgelenkt, er beschreibt eine flache Kurve. Bei meinen Beobachtungen betrug die Ablenkung bei 81 m Länge der Kurve höchstens 1,5 cm, die Lichtkurve läßt sich mit großer Annäherung als Kreisbogen betrachten. Dieser sehr flache Kreisbogen berührt den Silberberg im Punkte B und verläßt die kalte Luftschichte im Punkte C. Von C an verläuft der Lichtstrahl wieder geradlinig und trifft die Skala im Punkte D_1. Die Ablenkung DD_1 wird auf der Skala gemessen. Der Halbmesser des Hügelvertikalschnitts ist sehr groß, ebenso auch der Halbmesser der Lichtkurve. Es kann deshalb mit genügender Genauigkeit gesetzt werden:

Bogen FJ = Bogen AC = Strecke AE.

Die Kreisbögen sind in Wirklichkeit viel flacher wie in Fig. 8. Es sollte $AC = 81$ m sein, $CJ = 75$ cm, $CE = 1$ cm. In Fig. 9 ist der Kreisbogen der Lichtkurve größer gezeichnet wie in Fig. 8, die Bezeichnungen sind dieselben.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus Fig. 8 ergibt sich, wenn $R = 1100$ m der Halbmesser des Silberbergs ist:

$$\text{Bogen } FJ = 2\,AE = \sqrt{2 \cdot 0{,}75 \cdot 1100 \text{ m}} = 81 \text{ m}.$$

Also auch Bogen $AC = 81$ m, d. i. AC in Fig. 9!

In Fig. 8 ist Winkel DBD_1 sehr klein, also

$$\text{arc } \alpha = \frac{DD_1}{BD} = \frac{DD_1}{600}.$$

Aus Fig. 9 ersieht man, daß

$$\angle AMC = \angle \alpha.$$

Also Bogen $AC = R_1 \cdot \alpha$ (α in Bogenmaß, R_1 Halbmesser der Lichtkurve AC) und folglich

$$R_1 = \frac{AC}{\alpha} = \frac{81}{\alpha} = \frac{81 \cdot DD_1}{600}.$$

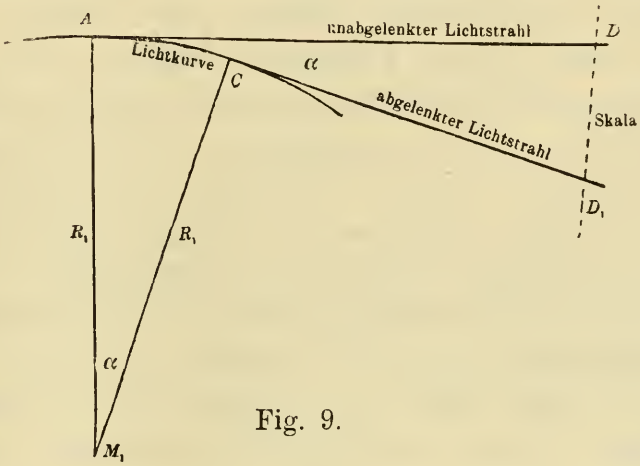

Fig. 9.

Für $DD_1 = 10$ cm wird z. B. $R_1 = 486$ km,
„ $DD_1 = -13{,}5$ cm wird $R_1 = -360$ km.

Für jeden Wert der gemessenen Ablenkung DD_1 läßt sich auf diese Weise der Halbmesser der Lichtkurve bestimmen. Die Temperaturdifferenz der Luftschichte, welche auf dem Silberberg liegt, findet man mit Hilfe der Gleichung[1]

$$t_0 - t = \frac{760\,(273 + t_0)^2}{R_1 \cdot 0{,}000293 \cdot b \cdot 273} - 0{,}034$$

(t Temperatur der Luft am Boden, t_0 Lufttemperatur in 1 m Höhe, b Luftdruck).

Bei meinen Beobachtungen war:
$b = 694$ mm, $GD = 6800$ m, $BD = 600$ m, $h = 75$ cm, $R = 1100$ m.

[1] Walter, Theorie der atm. Strahlenbrechung. S. 42 f.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Messung am 8. Mai 1913.

Zeit	Ablenkung DD_1	Temperaturdifferenz gemessen	Temperaturdifferenz berechnet
1^h	—13,5 cm	—1,5°	—2,3°
4^h 45	0	0°	0°
6^h 40	+10 cm	+1,1°	+1,7°

Der berechnete Wert der Temperaturdifferenz stimmt, wie man sieht, mit dem gemessenen Wert nicht überein, er ist zu groß. In den bisherigen Ausführungen wurde vorausgesetzt, daß die Temperaturdifferenz und damit das Lichtbrechungsvermögen der Luftschichten die höher als 75 cm über dem Boden sich befinden, unverändert bleibt. Dies ist aber nicht der Fall. Auch die Luftschichten, die mehr als 75 cm vom Erdboden entfernt sind, werden tagsüber erwärmt, wenn auch in viel geringerem Maß als die Luftschichten am Boden. Bekanntlich schwankt an einem Sommertag der Refraktionskoeffizient zwischen —0,1 (mittags) und +0,3 (morgens).

Um festzustellen, welche Ablenkung des beobachteten Lichtstrahls die Luftschicht am Boden hervorbringt und welche Ablenkung die höheren Luftschichten veranlassen, beobachtete ich gleichzeitig einen Lichtstrahl, der den Boden streift und einen Strahl, der 75 cm über dem Silberberg verläuft. Ich befestigte auf dem Silberberg in B einen 75 cm hohen Stab und markierte auf der Skala DD_1 jeweils den Punkt, für den das Ende des Stabs mit der Spitze des neben dem Hause stehenden Turms sich deckte (s. Fig. 2). Bei Sonnenschein änderte sich auf der Skala die Ablenkung für den untern Lichtstrahl zwischen 8^h und 11^h um 20 cm, für den Lichtstrahl, welcher 75 cm über dem Boden verlief, um 9,5 cm. Unter der Annahme, daß um 11^h der Lichtstrahl geradlinig verläuft, beträgt morgens um 8^h die Gesamtablenkung des den Boden streifenden Lichtstrahls auf der Strecke Kienberg—Dornstetten 2,26 m und die Ablenkung des 75 cm über dem Boden verlaufenden Lichtstrahls 1,04 m. Die kalte Luft am Boden lenkte also den Strahl um 1,22 m ab. Ist um 11^h der Lichtstrahl geradlinig, also der Refraktionskoeffizient 0, dann hat er um 8^h den Wert + 0,62. Wäre die ablenkende Luftschichte am Boden nicht vorhanden, dann wäre der Refraktionskoeffizient + 0,28.

Bei bedecktem Himmel war die Ablenkung für den Lichtstrahl am Boden 4,5 cm, für den Strahl, welcher 0,75 m über dem Boden

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verläuft, ebenfalls 4,5 cm. Am Boden war keine ablenkende Luftschicht vorhanden, die Ablenkung wurde durch die höheren Luftschichten hervorgebracht und der Refraktionskoeffizient hatte den normalen Wert + 0,14. In der Tabelle habe ich den Refraktionskoeffizienten für die gesamte Ablenkung angegeben. Ich nahm an, daß er den normalen Wert 0,14 hat, wenn der beobachtete Lichtstrahl den Nullpunkt der Skala trifft.

Messungen am 13. Oktober 1912.

Zeit	Abstand DD_1	Refraktionskoeffizient
$^1/_2 8^h$	+ 15 cm	+ 0,60
$^1/_2 10^h$	— 9,5 „	— 0,15
11^h	— 16,5 „	— 0,37
$^1/_2 1^h$	— 16,5 „	— 0,37
2^h	— 14,5 „	— 0,31
6^h	+ 24,5 „	+ 0,90

Messungen am 14. Oktober 1912.

Zeit	Abstand DD_1	Refraktionskoeffizient
$^1/_2 8^h$	+ 20 cm	+ 0,76
8^h	+ 9,5 „	+ 0,42
$^1/_4 10^h$	— 2,5 „	+ 0,07
10^h	— 13,5 „	— 0,28
$^1/_2 1^h$	— 16 „	— 0,36
6^h	+ 23 „	+ 0,86

Messungen am 31. Oktober 1912, stürmisches Wetter.

Zeit	Abstand DD_1	Refraktionskoeffizient
8^h	+ 2 cm	+ 0,20
12^h	— 2,5 „	+ 0,07
2^h	— 2,5 „	+ 0,07
5^h	+ 3 „	+ 0,23

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Messungen am 8. Mai 1813.

Zeit	Ablenkung DD_1	Refraktionskoeffizient
7^h	+ 4 cm	+ 0,26
8^h	— 5,5 „	— 0,03
9^h	— 8,5 „	— 0,12
10^h	—	—
11^h	— 13,5 „	— 0,28
12^h	— 13,5 „	— 0,28
1^h	— 13,5 „	— 0,28
2^h	— 10,5 „	— 0,19
3^h	— 9,5 „	— 0,16
4^h	— 6 „	— 0,04
5^h	+ 1,5 „	+ 0,18
6^h	+ 10 „	+ 0,45
7^h	+ 10,5 „	+ 0,47

Die Luftschichten am Boden sind, wie sich aus der Tabelle ersehen läßt, von großem Einfluß auf den Refraktionskoeffizienten. Damit der beobachtete Wert 0,90 ohne die brechende Luftschichte auf dem Hügel entstände, müßte nach der Gleichung für die Temperaturdifferenz t_0-t die Luft in Dornstetten um 26^0 kälter sein als auf dem Kienberg. Wiederholte Messungen zeigten mir, daß die Luft 1 m über dem Boden an beiden Orten höchstens um $0{,}5^0$ verschieden war.

Bilden sich Luftschichten mit großem Temperaturgefälle auf ebenen Flächen, so entstehen ebenfalls sehr große Refraktionskoeffizienten. Am 16. Juni 1913, mittags 2 Uhr, machte ich folgende Beobachtung.

Ich betrachtete, über einen ebenen, 300 m langen Bahndamm wegsehend, ein Geländer, dessen beide wagrechte Stangen 35 cm und 70 cm über dem Bahndamm befestigt waren. Als ich das Auge dem Boden bis auf 32 cm näherte, erblickte ich statt der zwei Geländerstangen deren drei, die untere Stange spiegelte sich in der heißen Luft am Boden, und zwar so, daß die drei jetzt sichtbaren Stangen gleichen Abstand hatten. Nimmt man an, daß die Temperatur in der 32 cm dicken Luftschicht am Boden derart verteilt war, daß die Lichtkurven Kreisform annahmen, dann war der Halbmesser des gespiegelten Lichtstrahls 128 km, der Refraktionskoeffizient — 42.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Befindet sich auf dem Boden eine kalte Luftschicht von 75 cm Dicke, deren Temperaturdifferenz 1,5° beträgt, dann haben die Lichtkurven Halbmesser von 550 km und der Refraktionskoeffizient ist 11,58. Den Erdboden streifende Lichtstrahlen werden durch derartige kalte Luftschichten so stark abwärts gebogen, daß sie vor dem Beobachter den Boden treffen. Sie können aber in unser Auge gelangen, wenn die kalte Luftschicht sich auf einem Hügel befindet, dessen kreisförmiger Vertikalschnitt einen kleineren Halbmesser hat als die Lichtkurve. Sie geben dann zu Erscheinungen Anlaß, wie sie oben beschrieben wurden, oder verursachen in besonderen Fällen ungewöhnliche Fernsichten.

Nach den vorliegenden Beobachtungen ist es sicher, daß die scheinbaren Niveauveränderungen, die gegenwärtig noch im Dornstetter Gebiet auftreten, nicht durch Bodenbewegungen hervorgebracht werden, sondern daß atmosphärische Strahlenbrechung die Ursache ist. Die Beobachtungen, die Sattler in seiner „Topographischen Geschichte" erwähnt, lassen sich jetzt nicht mehr nachprüfen, da die Straße Dornstetten—Freudenstadt verlegt worden ist. Wahrscheinlich ist die Niveauveränderung auch bloß scheinbar. Ein Nivellement, das im Sommer 1913 durchgeführt wurde, ergab gegen die 70iger Jahre keine Veränderungen, die Erdbeben der letzten Jahre hatten keine Niveauveränderungen in diesem Gebiet hervorgerufen.

Entstehung von ungewöhnlichen Fernsichten durch kalte, auf einem Bergrücken lagernde Luftschichten.

Schon öfter hat man vom Steilabfall der Alb über den Schwarzwald hinweg das Rheintal gesehen. Sehr genau wurde z. B. vom Hohen Neuffen aus die Stadt Schlettstadt beobachtet [1], die gewöhnlich durch den Schwarzwald verdeckt ist. Damit bei gewöhnlichen meteorologischen Verhältnissen diese Fernsicht möglich wäre, müßte, wie sich leicht berechnen läßt, der Neuffen 1800 m höher sein. Ein Lichtstrahl, der von Schlettstadt kommend den Höhenrücken des Schwarzwalds streift, muß eine vertikale Ablenkung von 1800 m erfahren, damit er den in Wirklichkeit 743 m hohen Neuffen erreichen kann. Nimmt man an, daß diese Ablenkung durch ein gleichmäßig in der Atmotsphäre verteiltes Temperaturgefälle hervorgerufen wird, dann muß in der Luftschicht Schlettstadt—Neuffen eine Temperaturdifferenz von 140° vorhanden sein. Dies ist unmöglich,

[1] Hochstetter, Württ. naturw. Jahreshefte 1880, S. 245.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf diese Weise kann die Fernsicht nicht zustande kommen. Die Fernsicht ist aber möglich durch starke Lichtbrechung in verhältnismäßig dünnen Luftschichten. Den Fall, daß solche Luftschichten sich in großer Höhe über der Erdoberfläche bilden, will ich außer Betracht lassen, da dies zu weit führen würde, und will mich auf die Luftschichten in der Nähe des Bodens beschränken. Angenommen, auf einem Bergrücken des Schwarzwalds der Linie Neuffen—Schlettstadt habe sich eine Luftschicht von 75 cm Dicke gebildet. Der Vertikalschnitt des Bergrückens, auf dem sie lagert, habe einen Halbmesser von 500 km. In der Luftschicht muß dann eine Temperaturdifferenz von 1,5° vorhanden sein, damit die Fernsicht möglich ist. Luftschichten mit derartigen Temperaturdifferenzen habe ich oft beobachtet. Die Fernsicht Hohen Neuffen—Schlettstadt ist nicht bloß möglich, sondern man muß sich wundern, daß sie nicht häufiger beobachtet wird. Sie ist wahrscheinlich deshalb so selten, weil die kalten Luftschichten am Boden meistens dunstig und undurchsichtig sind.

Die kalten Luftschichten bleiben nicht immer an der Stelle liegen, wo sie entstanden sind. Ich beobachtete oben, daß sie z. B. von einem leichten Wind über einen Hügel getragen werden. Wird eine kalte Luftmasse kurz nach Sonnenuntergang über einen günstig gelegenen Bergrücken geweht, so werden die den Boden streifenden Sonnenstrahlen stark nach unten gebrochen. Sie können hinter dem Bergrücken aufragende Berggipfel, für welche die Sonne schon untergegangen ist, noch einmal beleuchten, es entsteht das eigentliche Alpenglühen. Das sogenannte Nachglühen dagegen wird, wie Bezold gezeigt hat, durch das Purpurlicht hervorgerufen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 70

Autor(en)/Author(s): Dobler P.

Artikel/Article: Wodurch werden die scheinbar beobachteten Bodenbewegungen im Dornstetter Gebiet veranlaßt? 255-268