

Beobachtungen über Höhenänderungen und über Krümmung der Lichtstrahlen bei Alpenfernsichten.

Von Studienrat Dr. P. Dobler, Heilbronn.

Mit 5 Textfiguren.

Vom nördlichen Schwarzwald aus hat man ausgedehnte Alpenfernsichten. Je nach der Meereshöhe des Standorts ragen die Alpen mehr oder weniger hoch über den Horizont herauf. Noch ein weiterer Unterschied ist bei genauerem Beobachten zu bemerken. Vom gleichen Standpunkt aus betrachtet sind die Alpen das eine Mal höher, das andere Mal niedriger; ja es kommt vor, daß innerhalb weniger Minuten die Höhe der Berge sich bedeutend ändert. Über ähnliche Erscheinungen, die zwischen Dornstetten und Freudenstadt zu bemerken waren, habe ich im Jahrgang 1914 dieser Zeitschrift berichtet. Einige Beobachtungen über Höhenänderungen bei Alpenfernsichten werde ich im folgenden schildern und die Krümmung der Lichtstrahlen und die Temperaturverteilung in den Luftschichten berechnen.

Alpenfernsicht vom „Bäumle“ bei Dornstetten.

Von der Aussichtskanzel beim „Bäumle“ in Dornstetten hat man eine weitausgedehnte Rundschau: Man überblickt den Höhenrücken des Schwarzwalds vom Hohloh bis zum Feldberg, die Alpen von der Jungfrau bis zu den Churfürsten, die Alb vom Dreifaltigkeitsberg bis zum Roßberg. Gegen Osten ragt mauergleich der Steilrand der Alb herauf, gegen Westen begrenzt der Schwarzwald das Gesichtsfeld. Im Süden sinkt das Gelände durchweg unter 1000 m herab, so daß über dieser Einsenkung, der Baar, die Hochgipfel der Schweizer Alpen heraufragen. Die Baar bildet, von Dornstetten aus betrachtet, eine einförmige, ziemlich gleichmäßig verlaufende Linie. Bloß zwei auffallende Erhebungen bringen Abwechslung herein, der kegelförmige Hohenkarpfen und der breite Lupfen (siehe Fig. 1).

Beim Hohenkarpfen erscheinen die ersten Alpengipfel. Hart rechts von ihm zeigt sich der Saurenstock, er ragt gewöhnlich gleich hoch über den Horizont herauf wie der Hohenkarpfen. Gegen Westen wird die Alpenkette von dem sanft ansteigenden Vordergrund unterbrochen, erst rechts vom Lupfen ist sie wieder sichtbar, und zwar zeigt sich zunächst der Glärnisch, dann folgt in einigem Abstand der Grieseltstock, Bifertenstock, Tödi (siehe Fig. 1 a u. Fig. 1 b).

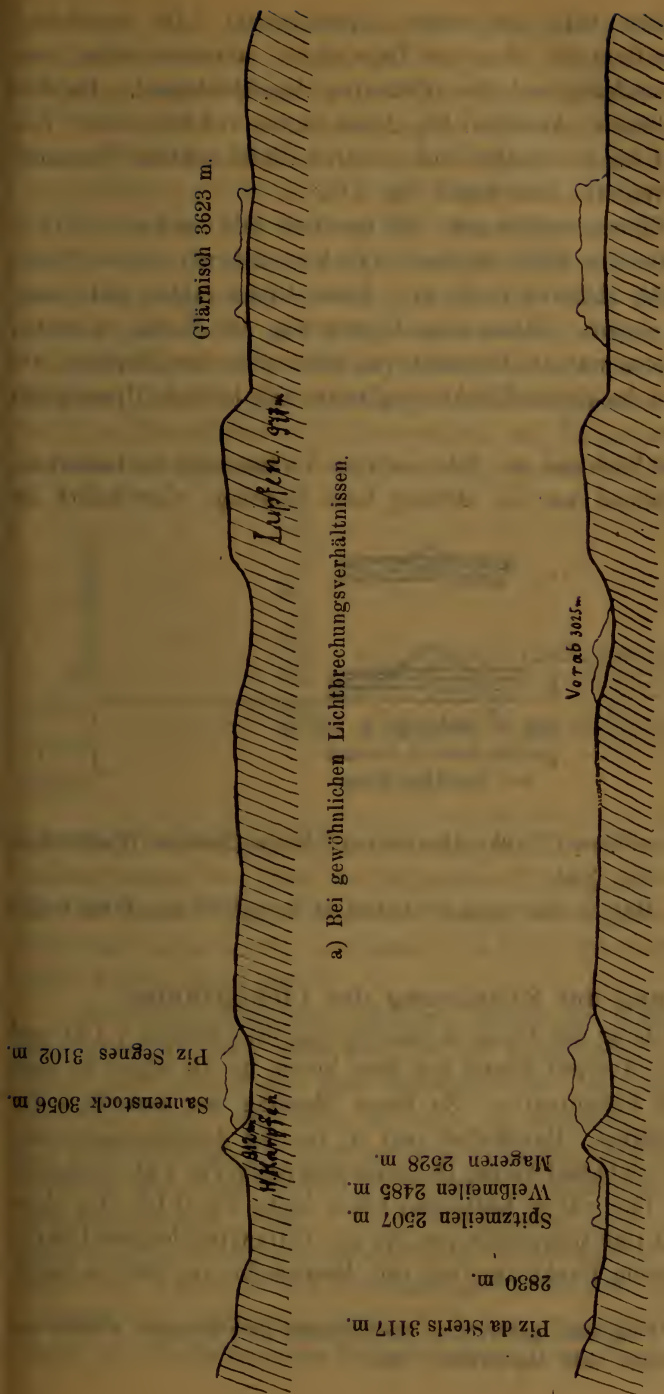


Fig. 1. Alpenfernsicht von der Aussichtskanzel bei Dornstetten (715 m).

Im November 1912 war schöne Alpenfernsicht. Da mancherlei Anzeichen Alpenfernsicht schon am Tage vorher vermuten ließen, war ich vor Sonnenaufgang auf der erwähnten Aussichtskanzel. Da bot sich mir ein seltsamer Anblick. Die Alpen ragten viel höher über den Horizont herauf wie gewöhnlich und es waren Gipfel sichtbar, die sonst von der Baar verdeckt sind (siehe Fig. 1 b):

An neuen Gipfeln zeigten sich: Piz da Sterls (3117 m hoch, 185 km entfernt), Spitzmeilen (2507 m hoch, 171 km entfernt), ferner Weißmeilen (2485 m), Mageren (2528 m). Diese Gipfel ragten links vom Hohenkarpfen empor. Neben dem Lupfen war der Vorab zu sehen, rechts vom Lupfen war der Glärnisch viel höher über dem Horizont wie gewöhnlich, und die gleiche Erscheinung zeigte sich bei den Alpengipfeln westlich davon.

Auch beim Steilrand der Alb war eine Veränderung zu bemerken. Besonders auffallend war die Hebung beim Roßberg. Gewöhnlich ist

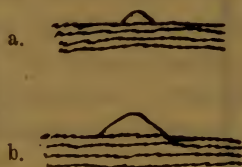


Fig. 2. Roßberg: a. bei gewöhnlicher, b. bei starker Lichtbrechung.

sein Gipfel als hellblauer Punkt über einem 7 km entfernten Waldrücken sichtbar (siehe Fig. 2 a).

An diesem Morgen überragte er als breiter Berggipfel den Wald (siehe Fig. 2 b).

Messung der Krümmung der Lichtstrahlen¹.

Um die Hebung der Alpen zu messen, ging ich zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr von der Aussichtskanzel den Berg hinab, bis die Alpen so hoch wie gewöhnlich heraufragten. Zu dieser Messung war besonders der Saurenstock geeignet. Gewöhnlich ragt er, von der Aussichtskanzel aus betrachtet, so hoch herauf wie der Hohenkarpfen (siehe Fig. 1 a). Zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr war er bedeutend höher (siehe Fig. 1 b). Die Aussichtskanzel hat eine Meereshöhe von 715 m. Betrachtete ich den Hohenkarpfen von einem Punkt aus, der eine Meereshöhe von 680 m hatte,

¹ Die zum Folgenden gehörenden ausführlichen Berechnungen wurden des Raummangels wegen nicht abgedruckt. Red.

also 35 m tiefer lag als die Aussichtskanzel, so erschienen Hohenkarpfen und Saurenstock wieder gleich hoch, wie es auch bei den gewöhnlichen Lichtbrechungsverhältnissen von 715 m aus der Fall ist.

Noch einfacher war die Messung beim Roßberg. Stieg ich die Treppe, die zur Plattform der Aussichtskanzel führt, $3\frac{1}{4}$ m abwärts und betrachtete den Roßberg, so überragte er den Waldrücken wie gewöhnlich.

Denkt man sich von der Spitze des Saurenstocks (3056 m hoch, 181 km entfernt) nach dem Gipfel des Hohenkarpfen (912 m hoch, 51 km entfernt) eine gerade Linie gezogen, so trifft sie verlängert bei Dornstetten einen Punkt in 795 m Meereshöhe (siehe Fig. 3).

Da nach den eben erwähnten Beobachtungen der vom Saurenstock über den Hohenkarpfen verlaufende Lichtstrahl gewöhnlich einen Punkt in 715 m Meereshöhe trifft (Saurenstock und Hohenkarpfen erscheinen von der Aussichtskanzel aus gleich hoch), so sind die Lichtstrahlen nicht

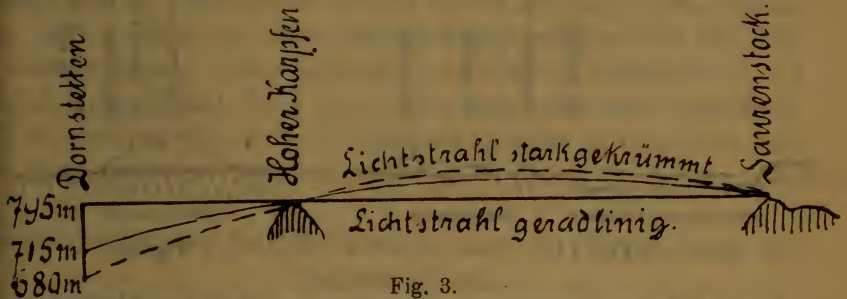


Fig. 3.

geradlinig, sondern gekrümmt (siehe Fig. 3). Die Krümmung der Lichtstrahlen ändert sich, denn bei der starken Hebung zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{8}$ Uhr traf der Lichtstrahl einen Punkt in 680 m Meereshöhe (Saurenstock und Hohenkarpfen erschienen, von 680 m Meereshöhe betrachtet, gleich hoch). Siehe Fig. 3.

Die Lichtstrahlen sind so gebogen, daß sie ihre hohle Seite der Erdoberfläche zuwenden, man kann sie als Kreisbögen mit sehr großem Halbmesser betrachten. Der Halbmesser der Lichtstrahlen läßt sich berechnen, denn man kennt die Höhe des Standorts (Aussichtskanzel, 715 m Meereshöhe), die Höhe des Zwischenpunkts, der die Alpen teilweise verdeckt (Baar) und die Höhe der Alpengipfel, außerdem die entsprechenden Entfernungen. Ragt z. B. der Saurenstock (3056 m hoch, 181 km entfernt), von der Aussichtskanzel (715 m Meereshöhe) aus betrachtet, gleich hoch herauf wie der Hohenkarpfen (912 m hoch, 51 km entfernt), so ergibt die Berechnung, daß der Halbmesser der Lichtstrahlen das 9fache des Erdhalbmessers (6375 km) ist.

Erscheint der Saurenstock und der Hohenkarpfen, von 680 m Meereshöhe aus betrachtet, gleich hoch (zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr war dies der Fall), so ist der Halbmesser der Lichtstrahlen das 6fache des Erdhalbmessers.

Führt man die gleiche Berechnung für den Roßberg (869 m hoch, 47,6 km entfernt) durch, so ergibt sich, daß zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr der vom Roßberg über den Waldrücken nach der Aussichtskanzel gehende Lichtstrahl einen Halbmesser von 4.6375 km hatte.

Man sieht aus diesen Berechnungen, daß der Lichtstrahl zu verschiedenen Zeiten verschiedene Krümmung hat und daß er außerdem in den unteren Luftschichten stärker gekrümmt ist als in den höheren Schichten, daß also die Krümmung des Lichtstrahls mit der Zeit und mit dem Ort sich ändert.

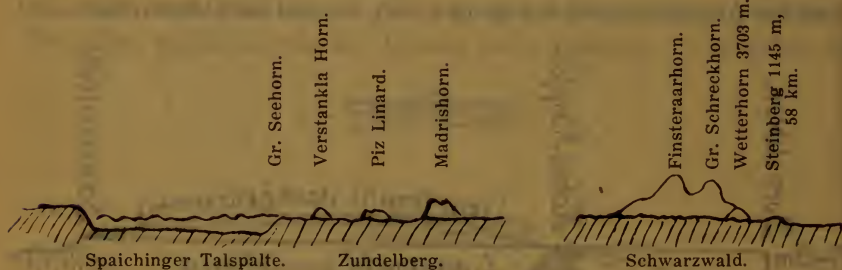


Fig. 4.

Fig. 5.

Es ist bei den Berechnungen vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl kreisförmig gebogen ist, was bloß angenähert richtig ist. Der berechnete Halbmesser ist bloß ein Mittelwert, der Halbmesser der Lichtstrahlen zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr ist in den unteren Luftschichten kleiner als 6.6375 km, in den höheren Luftschichten muß er größer als 6.6375 km sein. Da der Zweck der vorliegenden Abhandlung ist, die Ursache der scheinbaren Hebung und Senkung der Alpengipfel klarzulegen, so genügt die angenäherte Berechnung der Halbmesser der Lichtkurve.

Beobachtungen, bei denen sich der Halbmesser der Lichtstrahlen innerhalb kurzer Zeit bedeutend ändert, sind selten. Wie oben gezeigt wurde, läßt sich der Halbmesser der Lichtstrahlen bestimmen, wenn man beobachtet hat, daß ein Alpengipfel gleich hoch über den Horizont heraufragt wie ein weniger weit entfernter Berg. Derartige Beobachtungen sind häufig und liefern einen Mittelwert des Halbmessers der Lichtkurve für die betreffende Tageszeit.

Vom Schlifkopf aus waren z. B. im Dezember 1912 die Alpen mehrere Wochen ununterbrochen sichtbar, ich beobachtete sie von 10 Uhr morgens

bis 2 Uhr mittags, konnte aber keine Höhenänderung feststellen. Für die Berechnung der Krümmung des Lichtstrahls stellte ich fest, daß die Fläche am Ostabhang des Zundelbergs (900 m hoch, 66 km entfernt) gleich hoch heraufragte wie das große Seehorn (3123 m hoch, 225 km entfernt). Die Berechnung ergibt, daß der Halbmesser der Lichtstrahlen das 9fache des Erdhalbmessers ist (siehe Fig. 4).

Vom Schliffkopf aus ist auch das Wetterhorn (3703 m hoch, 208 km entfernt) zu sehen. Es ragt gleich herauf wie der Steinberg (1145 m hoch, 68 km entfernt). Der entsprechende Halbmesser der Lichtstrahlen ergibt sich zu 9.6375 km (siehe Fig. 5).

Vom Hohloh aus hat MILLER beobachtet¹, daß die Säntisgruppe am 24. Oktober 1898 um 200 m weiter herunter sichtbar wurde. Nimmt man an, daß bei gewöhnlichen Alpenfernsichten der Halbmesser der Lichtstrahlen das 9fache des Erdhalbmessers ist, so ergibt sich für den Halbmesser der Lichtstrahlen bei der starken Hebung am 24. Oktober der Wert 4.6375 km. Diese Beobachtungen stimmen mit den oben erwähnten überein. Morgens herrscht die stärkste Lichtbrechung, der Refraktionskoeffizient ist $k = 0,25$, die Berge sind stark „gehoben“. Mittags und abends ist der Refraktionskoeffizient geringer, $k = 0,11$, die Berge erscheinen „gedrückt“.

Bestimmung der Lufttemperatur aus der Krümmung der Lichtstrahlen.

Die Krümmung der Lichtstrahlen ist abhängig von der Temperatur, dem Luftdruck und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, wie eingehende Untersuchungen gezeigt haben². Den größten Schwankungen ist die Temperatur unterworfen und Temperaturänderung ist die Hauptursache der starken Ablenkung der Lichtstrahlen bei den erwähnten Beobachtungen. Den Zusammenhang zwischen Temperatur und Krümmung der Lichtstrahlen ersieht man aus folgender Tabelle:

Halbmesser der Lichtstrahlen	3 R	4 R	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R
Temp.-Diff. für 100 m Höhenuntersch.	+ 2,1°	+ 0,9°	0°	- 0,5°	- 0,9°	- 1,2°	- 1,5°	- 1,7°

Die Aussichtskanzel bei Dornstetten hat eine Meereshöhe von 715 m, der Saurenstock ist 3056 m hoch, dem Halbmesser der Lichtstrahlen

¹ Blätter des Württ. Schwarzwaldvereins. 6. Jahrg. S. 171.

² Walter, Theorie der atm. Strahlenbrechung.

6. 6375 km entspricht nach der Tabelle eine Temperaturdifferenz $-0,5^{\circ}$ pro 100 m, es mußte also zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr ein Temperaturunterschied zwischen Aussichtskanzel und Saurenstock von $-12,7^{\circ}$ vorhanden sein, vorausgesetzt, daß die Temperaturabnahme durch die ganze Höhe gleichmäßig erfolgte. Nach $\frac{1}{2}$ 8 Uhr war der Halbmesser der Lichtstrahlen nach den erwähnten Beobachtungen 9. 6375 km, diesem Halbmesser entspricht eine Temperaturdifferenz von $-1,5^{\circ}$ für 100 m. Für 2344 m, dem Höhenunterschied zwischen Saurenstock und der Aussichtskanzel, beträgt die entsprechende Temperaturdifferenz $-35,2^{\circ}$. Gegen $\frac{1}{2}$ 8 Uhr, in den wenigen Minuten, innerhalb derer die Alpen in die Tiefe sanken, mußte es auf dem Saurenstock um $22,5^{\circ}$ kälter geworden sein, vorausgesetzt, daß die Temperaturabnahme durch die ganze Höhe gleichmäßig erfolgte. Ein derartiger Temperaturwechsel in so kurzer Zeit ist natürlich unmöglich und die Beobachtung der starken Hebung des Roßbergs zeigt, daß in den unteren Luftschichten andere Temperaturverhältnisse vorhanden waren wie in größerer Höhe.

Zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr war, wie die Berechnung zeigte, der Halbmesser der Lichtstrahlen Roßberg—Aussichtskanzel 4. 6375 km, die entsprechende Temperaturzunahme für 100 m Höhenunterschied ist $+0,9^{\circ}$. Auf dem Roßberg war es zwischen 7 Uhr und $\frac{1}{2}$ 8 Uhr um $1,4^{\circ}$ wärmer als in Dornstetten. In den Luftschichten zwischen 715 m und 900 m Meereshöhe wurde es an diesem Morgen gegen oben wärmer, es herrschte Temperaturumkehr, erst in größerer Höhe trat eine Abnahme der Temperatur ein. Temperaturumkehr ist überhaupt bei Alpenfernsichten häufig. Langjährige Beobachtungen vom südlichen Schwarzwald aus haben ergeben, daß bei mehr als der Hälfte aller beobachteten Alpenfernsichten Temperaturumkehr herrschte¹. Auch durch direkte Beobachtung findet man, daß bei den starken Hebungen der Alpen in der Atmosphäre besondere Temperaturverhältnisse herrschen. Unten im Tal ist es kalt; je höher man steigt, desto wärmer und durchsichtiger wird die Luft und man ist überrascht von der lauen Luft, die man auf den Berghöhen antrifft.

Die Temperaturmessungen bei Ballonaufstiegen zeigen manchmal eine ähnliche Temperaturverteilung in der Luft, wie sie hier durch Berechnung der Halbmesser der Lichtstrahlen erschlossen wurde. Der Ballonaufstieg in Friedrichshafen am 5. Februar 1915 zwischen 8 Uhr und 9 Uhr vormittags hatte z. B. folgendes Ergebnis:

¹ Schultheiß, Verhandl. des Naturwissenschaftl. Ver. in Karlsruhe. 1896

Meereshöhe	Temperatur
1000 m	— 0,8°
1500 m	+ 2,7°
2500 m	— 2,1°
4500 m	— 11,7°

Nimmt man an, daß die Temperaturverteilung in den Luftschichten über dem nördlichen Schwarzwald die gleiche war wie über dem Bodensee, so mußten an diesem Tag bei den Alpenfernsichten starke Hebungen zu beobachten gewesen sein. Führt man z. B. die Berechnung für die Alpenfernsicht vom 1055 m hohen Schlifflkopf durch, so findet man, daß der Halbmesser der Lichtstrahlen in der Luftschicht zwischen 1000 m und 1500 m den Wert $4,2 \cdot 6375$ km hatte. In den Luftschichten über 1500 m war der Halbmesser $6 \cdot 6375$ km. Es ergeben sich bei diesen Berechnungen die gleichen Werte wie bei den oben erwähnten Beobachtungen von Dornstetten aus. Auch die Hebung, die diese Temperaturverteilung verursacht hätte, läßt sich berechnen. Nimmt man als Halbmesser der Lichtstrahlen bei gewöhnlichen Alpenfernsichten vom Schlifflkopf (siehe Beobachtung im Dezember 1912) $9 \cdot 6375$ km, so wäre an diesem Morgen eine Hebung der Alpen um 410 m zu beobachten gewesen.

Bei der Beobachtung von der Aussichtskanzel bei Dornstetten im Herbst 1912 wurden die Alpen durch eine 200 m dicke Luftschicht mit starker Temperaturdifferenz um 90 m weiter herunter sichtbar. Ich will jetzt untersuchen, was für Hebungen eingetreten wären, wenn die Luftschicht mit der gleichen Temperaturdifferenz sich z. B. beim Gipfel des Saurenstocks zwischen 2856 m Höhe gebildet hätte. Die Berechnung zeigt, daß, von der Aussichtskanzel bei Dornstetten beobachtet, eine Hebung der Alpen um 50 cm festzustellen gewesen wäre, also eine sehr viel kleinere Hebung als die, welche die Luftschicht verursachte, als sie sich zwischen 700 m und 900 m Höhe befand. Ebenso wäre bloß eine Hebung der Alpen um 4 m zu beobachten gewesen, wenn die Temperaturdifferenz von $1,4^\circ$ sich gleichmäßig in der 2344 m dicken Luftschicht zwischen Aussichtskanzel und Saurenstock verteilt hätte.

Zusammenfassend läßt sich das Ergebnis der Beobachtungen und Berechnungen folgendermaßen ausdrücken: Die starken Hebungen, die manchmal bei Alpenfernsichten vom nördlichen Schwarzwald aus zu

beobachten sind, werden durch verhältnismäßig dünne Luftschichten mit starker Temperaturdifferenz hervorgerufen (Temperaturumkehr). Die stärkste Hebung kommt zustande, wenn sich die Temperaturdifferenz auf eine dünne Luftschicht sozusagen konzentriert und diese Luftschicht sich in der Nähe des Beobachters befindet.

Heilbronn, im Februar 1920.

Beiträge zur Wildrosenflora des oberen Donautales und seiner Umgebung.

I.

Von E. Rebholz in Tuttlingen.

Wer just um die Zeit, wenn der Holunder seine schweren Blüten dolden über Busch und Hag legt, auf unsere Schwabenalb hinaufwandert, dem begegnen auf Schritt und Tritt, an Rainen und Büheln, auf öden Steinzeilen und mageren Böden, an Wand und First der Felsen, an sonnigen Waldrändern und im lichten Gebüsch, auf Hochweiden und Bergwiesen unsere Heckenrosen im leuchtenden Sonntagsstaat: zarte, lichtgerötete Knospen und erschlossene Kelche, feurige Glut inmitten frischen Laubgrüns, in ihrer Umgebung süße Düfte streuend, den Sinnen ein köstlicher Genuß, dem Herzen ein erquickender Labetrunk.

Es ist ein anspruchsloses Völklein. Mit dem kärglichsten, steinigsten Boden nehmen die wilden Rosen vorlieb; nur eines können sie auf die Dauer nicht missen: Licht und Sonnenschein. Wo sie vom Wald überrannt werden, wo sie in den düsteren, feuchtkühlen Schatten geraten, da ist's aus mit üppigem Blütenschmuck und früchteschweren Zweigen.

So sind also unsere Wildrosen echte Sonnenkinder. Unsere Alb mit ihren freien, lichtüberfluteten Hängen, Felsen und Hochweiden vermag ihnen ihr Liebstes in reichstem Maße zu gewähren. Nicht umsonst ist gerade sie Heimstätte zahlreicher Arten und Formen.

Vor allem reich bedacht mit Vertretern dieser außerordentlich interessanten und teilweise auch pflanzengeographisch wichtigen Pflanzengruppe ist unser oberes Donautal und seine benachbarte Umgebung.

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: 1922

Band/Volume: [78](#)

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

Artikel/Article: [Beobachtungen über Höhenänderungen und über Krümmung der Lichtstrahlen bei Alpenfernsichten. 12-20](#)