

Die Alpensicht von der Kalmit in alter und neuer Bewertung

1 Historische Belege für Alpensichtungen

Fernsichten erfreuen sich spätestens seit dem Aufkommen von Reiseliteratur sorgfältiger Beachtung. Da sie eine kostbare Ressource im Wettstreit um die Gunst des Publikums darstellen, wird in den meisten Aufzählungen nicht versäumt, die fernsten Ziele am Horizont namentlich aufzuführen.

Der Pfälzerwald besitzt zahlreiche Aussichtspunkte, die beeindruckende Fernsichten ermöglichen. Aber schon in der Morgendämmerung des Tourismus wird vom Boden des Pfälzerwaldes aus nach der Krone der Fernziele, den majestätischen Häuptern der Alpen gegriffen. Die früheste Erwähnung einer Alpensicht, jedenfalls soweit dem Verfasser bekannt, erfolgt 1822. In einer anonym veröffentlichten Reiseanleitung wird uns folgendes mitgeteilt [1]: *„Ein Tag ist hinreichend, um zu den merkwürdigen Schlössern Bussenberg, Lindelborn, Barbelstein und Nothweiler oder Wegeleburg - zu gelangen. Die nicht unbedeutende Mühe, Letztere zu ersteigen, bringt großen Lohn, denn hier wird der Blick ausserordentlich weiter als auf allen vorher bestiegenen Anhöhen getragen; Strassburg und das Jura=Gebürg - ja selbst die vordersten Schweizergebürge sind gegen Süden, und östlich die ganze Bergstraße ohne Mühe zu sehen.“*

Das könnte als bedauerlicher Fehlgriff abgetan werden, wenn nicht 1858 der für seine Pfalzkenntnisse bekannte und geschätzte Schriftsteller August Becker in einer Beschreibung der Rundschau von der Wegelburg folgende Schilderung gegeben hätte [2]: *„Fern aber prangt die elsässische Ebene, das Münster von Straßburg steigt riesenhaft aus ihr empor und weit dahinter tauchen an hellen Sommertagen in geisterhafter Ferne die weißen Häupter der Alpenwelt empor und die freie Schweiz grüßt über das verlorne Elsaß herüber die schöne Pfalz am Rhein. Die Fernsicht ist überwältigend, eben so genußreich der Blick in die herrliche, malerische nächste Umgebung ...“* Es fällt schwer, über die Stellungnahme einer Autorität wie August Becker stillschweigend hinwegzugehen.

Wer mit der Topographie der Pfalz vertraut ist, muss sich in Anbetracht der vorstehenden

Schilderungen unwillkürlich fragen, ob bei derart gelagerten Verhältnissen eine Alpensicht vom höchsten Punkt des Pfälzerwaldes, dem Gipfel der Kalmit aus, nicht entschiedener zu erreichen wäre. Diese Vermutung findet ihre Bestätigung durch eine 1917 erschienene, kurze Notiz. Dort lässt uns Prof. Dr. C. Mehli wissen [3]: *„Die Kalmit bietet aber dem Wanderer nicht nur Aussicht auf das ganze Gebiet des Pfälzer Waldes, die an reinen Wintertagen selbst bis zu den Spitzen der Alpen reicht, wie der Verfasser vor mehreren Jahren beobachtet hat, sondern an Sonn- und Feiertagen auch Labung in der Ludwigshafener Hütte, die seit 1908 besteht.“*

Mit dieser Meldung reißt die Kette der Alpensichtungen ab, ein Nachweis in späteren Zeiten ist nicht mehr gelungen. Sollte etwa die Luft als Folge der Industrialisierung ihre Klarheit unwiederbringlich verloren haben?

2 Bewertung im Auftrag des Pfälzerwald-Vereins

Es gab 1917 auch kritische Stimmen, die an der prinzipiellen Möglichkeit einer Alpensicht zweifelten und den Ausführungen des Herrn Dr. Mehli entgegentraten. Den Auftakt macht eine Rundfrage in Wald-Heil, dem Vereinsorgan der Ortsgruppe Ludwigshafen des Pfälzerwaldvereins [4]: *„Wir bitten Kalmitbesucher, die glauben, von der Kalmit aus auch schon die Alpen gesehen zu haben, um ihre Anschrift und um nähere Angaben.“* Die Redaktion erhielt genau eine Zuschrift, und zwar von Herrn Dr. Mehli selbst. Hierin führt er aus [5]: *„Meine Mitteilungen über die Alpenaussichten der Kalmit beruhen auf sicherer Grundlage. 1) Von dem nach Westen vorgeschobenen Felsgipfel der kleinen Kalmit aus (656 m) beobachtete ich an zwei klaren Winternachmittagen, also zweimal, den deutlichen Umriß der Alpen (SO=S) und zwar der Berner Gruppe, verdeutlicht durch das Profil der Jungfrau, des Mönches usw.“*

In Anbetracht einer derart nachdrücklich vorgebrachten Behauptung bemühte sich die Redaktion der Zeitschrift Wald-Heil um eine fachgerechte Bewertung. Es gelang ihr, Herrn Real-schulassistent Würstle für eine Untersuchung

der Sichtmöglichkeit zu gewinnen. Seine Betrachtungen legte dieser in einem Aufsatz nieder, der die folgenden, bemerkenswerten Ergebnisse enthält: Wenn zwischen der Kalmit und dem Finsteraarhorn als der höchsten Erhebung der Berner Alpen nur Meer läge, würde sich ohne weiteres eine direkte Sichtverbindung ergeben. Diese Möglichkeit verhindert jedoch der 1495 m hohe Feldberg im Schwarzwald, der sich dem Sehstrahl in den Weg stellt. Auch der Einfluss der Strahlenbrechung wird von Herrn Würstle diskutiert, in dieser Hinsicht kommt er zu folgendem Ergebnis [6]: *„Um die genannten Gipfel aber über die höchsten Erhebungen des Schwarzwaldes heraufzurücken, dazu wäre eine ganz außerordentlich große Strahlenbrechung nötig, die aber in unseren geographischen Breiten nur sehr selten auftritt und gewöhnlich nur in den Tropen und Polarländern - und auch dort nur selten - beobachtet wird. Man nennt diese auf ungewöhnlich starker Strahlenbrechung oder Luftspiegelung beruhende Erscheinung in jenen Ländern Fata morgana. Wenn also die Alpen tatsächlich von der Kalmit aus über den Schwarzwald hin gesehen worden sind, so hätten wir es hier geradezu mit einer Fata morgana, mit einem äußerst seltenen Ausnahmefall zu tun, für dessen Eintreten in unseren Gegenden nur geringe Wahrscheinlichkeit vorhanden ist.“*

Weniger um die Sache bemüht, sondern mehr auf den Unterhaltungswert bedacht, wurde in der Tagespresse die emotionale Seite der Angelegenheit geschürt. Hier tat sich der Neustadter Stadt- und Dorfanzeiger besonders hervor, der schreibt [7]: *„Unser altehrwürdiger Wanderer Herr Professor Mehlis behauptete mit mathematischer Sicherheit, daß er von der Kalmit aus die Schweizer Alpen gesehen habe. ... Jetzt fehlt nur noch die Meldung aus der Schweiz, daß man dort von der Jungfrau aus das wohlbekannte Profil des Professors Mehlis auf dem Gipfel der Kalmit gesehen haben will.“*

In einer der nächsten Ausgaben dieser Zeitung wird dann eine nachlässig recherchierte Leserzuschrift veröffentlicht. Als Beleg für Alpensicht von der Wegelnburg wird ein Vertreter des geistlichen Standes, der von Berufs wegen als Zeuge geeignet erscheint, mit einer sinnentstellenden Auslassung zitiert [8], die hier beleuchtet werden soll. Der Pfarrer J. Candidus schrieb 1884 [9]: *„Vor uns steht, auf dem höchsten Punkte der Burg, eine Orientierungstafel. Auf dieser Tafel, die ein Werk des kgl. Försters Helmstätter ist, sind alle Punkte des großarti-*

gen Rundbildes zu unsern Füßen, welche irgend von Bedeutung sind, verzeichnet: Städte, Dörfer, Burgen, Felsen, Berge und Gebirge.“ In der Zeitung wird jedoch erst der nun folgende Satz mitgeteilt, wobei das verräterische Wort ‚Darnach‘ einfach weggelassen und der Satzbau entsprechend umgestellt wird; richtig heißt es [9]: *„Darnach sind diese dunkeln Streifen, die wir in der nicht ganz reinen Atmosphäre am Horizonte gegen Süden, Westen und Norden sehen, keine Wolken oder Nebelgebilde, sondern Gebirgszüge. Dieser Streifen im Westen sind die Ardennen, jener im Norden der Hunsrück und jener im Süden der Jura und die Alpen.“* Im Kern lautet die Aussage des Pfarrers Candidus also, dass auf einer vorgefundenen Orientierungstafel die Alpen verzeichnet waren; ohne diesen Hinweis hätte er die fernen Gebilde für atmosphärische Trübungen gehalten. Nur so gibt auch der nächste Satz des Herrn Candidus einen klaren Sinn, der lautet [9]: *„Dieses Gebirg nach Osten, auch ohne die Orientierungstafel erkennbar, ist der Schwarzwald und in seiner nördlichen Fortsetzung der Odenwald.“*

Zuletzt erreichen die Pressenotizen das Niveau einer Talk-Show. Bezeichnend ist, dass gerade der Aufsatz von Herrn Würstle, der von allen Beiträgen die meiste Sachkunde erkennen lässt, Herrn Dr. Mehlis veranlasst, ausfällig zu werden. Er schreibt [10]: *„Von einer "Täuschung" kann in Sachen der Wissenschaft keine Rede sein. Männer, wie der Verfasser, Dr. Nachreiner, Apotheker Heyer u.a., die ihre Ansichten beweisen können, täuschen sich in solchen Fragen nicht. Wohl aber täuschen sich Leute, die von Mathematik und Physik kein Jota verstehen.“* Die Redaktion des Wald-Heil antwortete darauf mit feiner Ironie und schrieb [11]: *„Herr Oberrealschulassistent Würstle versteht nach Professor Dr. Mehlis, (siehe den Neustadter Stadt- und Dorfanzeiger vom 10. Dezember) kein Jota von Mathematik und Physik. Er wird sich damit trösten, daß der staatliche Prüfungsausschuß für das Lehramt der Mathematik und Physik seine Kenntnisse für diesen Beruf als ausreichend befunden und der Staat ihn daraufhin angestellt hat.“*

3 Untersuchung mit zeitgemäßen Hilfsmitteln

Nachdem die Argumente ausgetauscht sind müssen wir feststellen, dass es seinerzeit nicht gelungen ist, uns ein deutliches Bild von den näheren Umständen der Alpensicht zu geben. Einerseits beharrte Herr Dr. Mehlis auf der

Richtigkeit seiner Aussage, die Alpen beobachtet zu haben, andererseits wollte dies Herr Würstle in außerordentlich seltenen Fällen, etwa infolge von Luftspiegelungen oder bei arktischen Klimaverhältnissen, nicht ausschließen. Wir sehen uns daher genötigt, das Alpensichtproblem noch einmal nach allen Regeln der Kunst aufzurollen.

3.1 Auswirkung der Erdkrümmung

Im ersten Schritt soll der geodätische Aspekt der Fragestellung behandelt werden. Es gilt zu klären, unter welchen Umständen gegenseitige Sichtbarkeit bei herausragenden Höhenpunkten gegeben ist. Wir stützen uns bei der Ableitung auf Erkenntnisse, die im Zusammenhang mit der Erkundung von Dreiecksnetzen gewonnen wurden [12]. Ausgangspunkt sind die geometrischen Verhältnisse gemäß Abbildung 1:

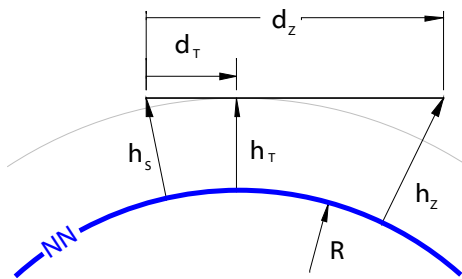


Abb. 1: Auswirkung der Erdkrümmung

Auf der Erdkugel mit Radius R nimmt ein Beobachter den Standort mit Höhe h_s über Normal-Null (NN) ein, das Ziel in der Entfernung d_z erhebt sich auf die Höhe h_z über NN. Der Sehstrahl passiert in der Entfernung d_T vom Beobachter die am tiefsten gelegene Stelle der Sehstrecke: den Tiefpunkt mit der Höhe h_T . Bei aufwärts gerichtetem Sehstrahl kann d_T auch negative Werte annehmen; der Tiefpunkt befindet sich dann auf der Verbindungslinie Standort - Zielpunkt im Rücken des Beobachters. Weiter ergeben sich negative Werte für h_T , falls der Tiefpunkt unter Meeresniveau liegt.

Vereinfachungen:

- die Erdkugel wird durch eine Parabel angenähert, deren Scheitel beim Tiefpunkt platziert wird
- Entfernungen, bei denen es sich um Bogenlängen auf der Erdkugel handelt, werden mit Distanzen auf dem geradlinigen Sehstrahl gleichgesetzt
- die Lotlinien an Standort, Tief- und Zielpunkt werden näherungsweise als Parallelen behandelt

3.1.1 Die Parabelnäherung

Von der Position T aus betrachtet sinkt ein um d entfernter Punkt infolge der Erdkrümmung

unter die Tangentialebene in T ab, und zwar um die Höhe u (Abbildung 2).

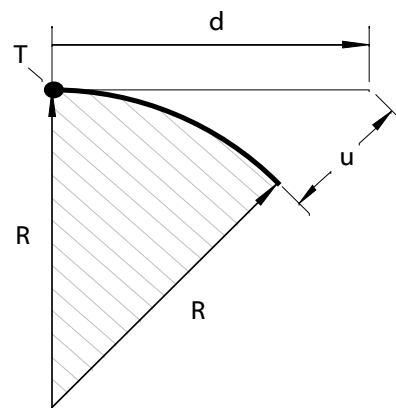


Abb. 2: Zur Parabelnäherung

Der Satz des Pythagoras liefert:

$$(R + u)^2 = R^2 + d^2$$

$$\Rightarrow u \cdot (2R + u) = d^2$$

Da Absenkungen nur bis zur Größe der höchsten Berge der Erde interessieren, wird u immer klein gegenüber dem Durchmesser der Erde bleiben; dies rechtfertigt die Näherung

$$2R + u \approx 2R$$

und man erhält schließlich:

$$u = \frac{d^2}{2R} \quad (\text{Parabelnäherung!})$$

Die Dichteabnahme der Atmosphäre mit zunehmender Höhe bewirkt, dass sich der Sehstrahl nicht auf einer Geraden, sondern etwas zur Erde hin gekrümmt ausbreitet; das Phänomen wird als terrestrische Refraktion bezeichnet. Unterstellt man eine näherungsweise kreisförmige Strahlkrümmung, dann wirkt sich die Refraktion proportional zur geometrischen Absenkung u aus und vermindert diese; der Refraktionskoeffizient beträgt im Mittel $k = 0,13$.

Die verbleibende Absenkung unter Beachtung der Refraktion beträgt mithin:

$$u = \frac{1-k}{2R} \cdot d^2 \quad (1)$$

3.1.2 Der Halbmesser des Sehkreises

Als wichtiger Zwischenschritt soll untersucht werden, welche Aussichtsweite ein Standpunkt gegebener Höhe zu bieten vermag. Hierzu bestimmen wir, wie weit vom Tiefpunkt aus Standort und Ziel höchstens abstehen dürfen, damit sie nicht unter die Tangentialebene des Tiefpunktes abtauchen.

Mit Gleichung 1 erhält man als Ansatz für d_T :

$$h_s - h_T = \frac{1-k}{2R} \cdot d_T^2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow d_T = \sqrt{\frac{h_s - h_T}{1-k} \cdot 2R}$$

und entsprechend für d_Z :

$$h_Z - h_T = \frac{1-k}{2R} \cdot (d_Z - d_T)^2 \quad (3)$$

$$\Rightarrow d_Z - d_T = \sqrt{\frac{h_Z - h_T}{1-k} \cdot 2R}$$

Aus Gleichung 2 und Gleichung 3 ergibt sich für den Halbmesser d_Z des Sehkreises vom Standpunkt in Höhe h_s :

$$d_Z = \left(\sqrt{h_Z - h_T} + \sqrt{h_s - h_T} \right) \cdot \sqrt{\frac{2R}{1-k}} \quad (4)$$

Mit Gleichung 4 erweist sich, dass die Ausichtsweite nicht allein von der Höhe des Standorts, sondern auch davon abhängt, wie weit das Ziel über NN aufragt und welche Höhe am Tiefpunkt zugrunde gelegt wird. Der Wert von h_T ist dabei keinesfalls in unser Belieben gestellt, sondern mit dem (zumeist auch noch von der Himmelsrichtung abhängigen) Höhenniveau der überblickten Landschaft gleichzusetzen.

Damit besitzt der Sehkreis eines Standortes gegebener Höhe mit schöner Regelmäßigkeit keine Kreisform und eine Angabe des richtungsab-

hängigen Halbmessers kann erst nach Berücksichtigung von zwei weiteren Einflussgrößen erfolgen. Als graphische Beschreibung dieser Abhängigkeit erhält man eine Kurvenschar; Abbildung 3 gibt die Funktion $d_Z(h_Z)$ mit der Höhe des Tiefpunkts h_T als Parameter wieder. Sind keine das Niveau h_T überragenden Ziele vorhanden, soll unter der Sehweite die Entfernung d_T zum Tiefpunkt verstanden werden.

3.1.3 Lage des Tiefpunkts

Kennt man neben der Höhe von Standort und Ziel auch die Zielentfernung, so ist die Lage des Tiefpunkts eindeutig festgelegt; man kann den Tiefstand h_T des Sehstrahls allgemein berechnen und angeben, in welcher Entfernung d_T vom Standort dieser Fall eintritt.

Die Gleichungen 2 und 3 liefern ein Gleichungssystem für die gesuchten Größen d_T und h_T . Zum Eliminieren von h_T bildet man die Differenz Gleichung 3 minus Gleichung 2:

$$h_Z - h_s = \frac{1-k}{2R} \cdot \left[(d_Z - d_T)^2 - d_T^2 \right]$$

$$\Rightarrow \frac{2R}{1-k} \cdot (h_Z - h_s) = d_Z^2 - 2d_Z d_T$$

und löst schließlich nach d_T auf:

$$d_T = \frac{d_Z}{2} - \frac{R}{1-k} \cdot \frac{h_Z - h_s}{d_Z} \quad (5)$$

Geographische Sichtweite
für einen Standort mit 673 m Augenhöhe

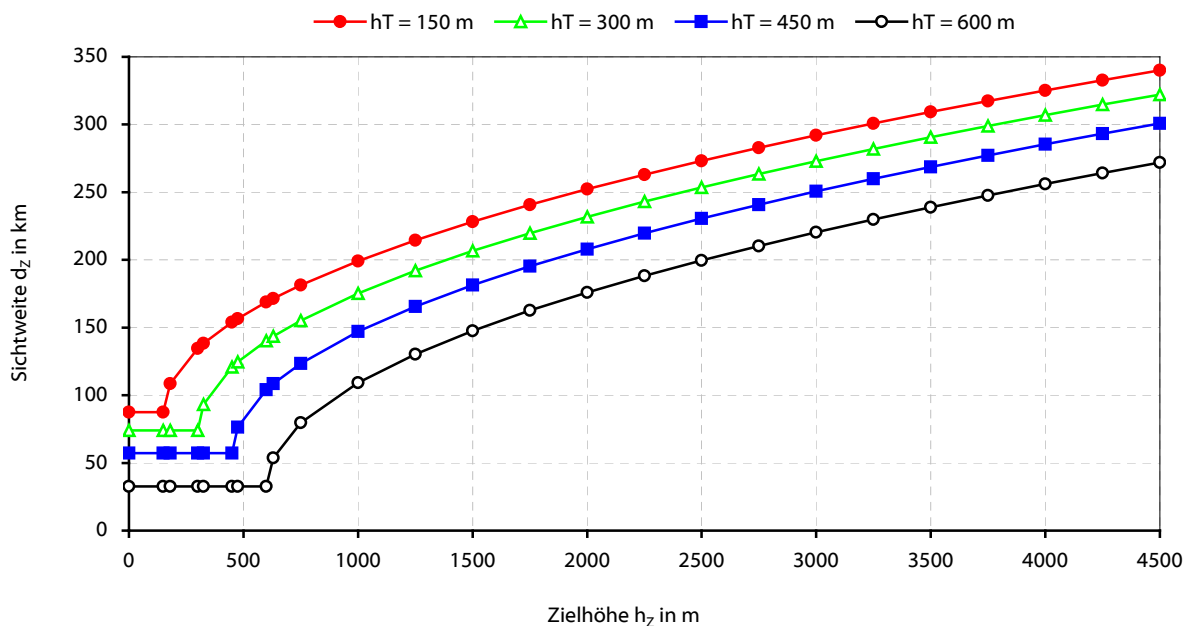


Abb. 3: Die Sichtweite in Abhängigkeit von der Höhe des Zieles und des Tiefpunkts

Umstellen von Gleichung 2 liefert den Ansatz für h_T :

$$h_T = h_S - \frac{1-k}{2R} \cdot d_T^2$$

und Einsetzen von Gleichung 5 ergibt nach einigen Umformungen:

$$h_T = \frac{h_Z + h_S}{2} - \frac{1-k}{8R} \cdot d_Z^2 - \frac{R}{1-k} \cdot \frac{(h_Z - h_S)^2}{2d_Z^2} \quad (6)$$

Die Gleichungen 5 und 6 gestatten es, für jedes Ziel die Verhältnisse am Tiefpunkt anzugeben. Sollte dieser zwischen Standort und Zielpunkt unter dem Geländeniveau zu liegen kommen, so kann das ins Auge gefasste Ziel nicht gesehen werden. Näher zum Standort hin als auch näher auf das Ziel zu sind die Anforderungen im allgemeinen weniger streng.

3.1.4 Die Sehstrahlhöhe längs der Visierlinie

Will man die Sichtbarkeit eines Zieles lückenlos prüfen, so ist die Kenntnis der Sehstrahlhöhe für alle Punkte zwischen Standort und Ziel erforderlich. Der Tiefpunkt erweist sich aufgrund der Symmetrieeigenschaften der Parabel als besonders eleganter Ausgangspunkt zur Klärung dieser Frage. Verlegt man den Ursprung des Sehstrahls in den Tiefpunkt und zählt die Richtung d'_x auf das Ziel zu positiv, so erhält man für die Sehstrahlhöhe:

$$h_x(d'_x) = h_T + \frac{1-k}{2R} \cdot d_x'^2$$

Die Rückverlegung des Sehstrahlursprungs in den Standort entspricht einer Lineartransformation mit $d'_x = d_x - d_T$, sodass auch gilt:

$$h_x(d_x) = h_T + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_x - d_T)^2$$

Wegen $h_T = h_S - \frac{1-k}{2R} \cdot d_T^2$ (aus Gleichung 2) erhält man noch:

$$h_x = h_S + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_x - 2d_T) d_x$$

und nach Einsetzen von Gleichung 5 gewinnt man schließlich die Sehstrahlhöhe h_x für beliebige Punkte d_x auf der Visierlinie: (7)

$$h_x = h_S + (h_Z - h_S) \cdot \frac{d_x}{d_Z} + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_x - d_Z) d_x$$

Mit Gleichung 7 wurde gedanklich zwischen Standort und Zielpunkt ein masseloses und deshalb nicht durchhängendes Seil gespannt, auf dem sich ein mathematischer Seiltänzer ge-

fahrlos fortbewegen kann; für jeden gegebenen Abstand vom Standort kann man feststellen, in welcher Höhe über NN dieser fiktive Akrobat gerade balanciert. Verfolgt man auf einer Karte das Geländeprofil unter der Visierlinie, so lassen sich weitergehende Schlüsse ziehen.

3.1.5 Beurteilung der Sichtbarkeit

Kommt dem Sehstrahl irgendwo zwischen Standort und Ziel ein Hindernis nahe, so stellt sich regelmäßig die Frage, ob das ins geistige Auge gefasste Ziel noch über das Hindernis hinausragt oder bereits von ihm verdeckt wird. Eine Entscheidung lässt sich verhältnismäßig einfach finden, wenn man die Neigung des Sehstrahls zum Ziel bestimmt [13]:

$$\frac{\partial h_2}{\partial d_x} = \frac{h_Z - h_S}{d_Z} + \frac{1-k}{2R} \cdot (2d_x - d_Z)$$

und gleichermaßen zum Hindernis (mit Höhe h_H im Abstand d_H):

$$\frac{\partial h_1}{\partial d_x} = \frac{h_H - h_S}{d_H} + \frac{1-k}{2R} \cdot (2d_x - d_H)$$

Bildet man die Differenz der Neigungen von Ziel- und Hindernisstrahl

$$D = \frac{\partial h_2}{\partial d_x} - \frac{\partial h_1}{\partial d_x}, \text{ ausführlich:}$$

$$D = \frac{h_Z - h_S}{d_Z} - \frac{h_H - h_S}{d_H} + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_H - d_Z) \quad (8)$$

so kann man am Vorzeichen von D sofort ableiten, welcher Fall eingetreten ist, und zwar gilt:

$$\begin{aligned} \text{sgn}(D) > 0 &\Rightarrow \text{Ziel überragt Hindernis,} \\ \text{sgn}(D) < 0 &\Rightarrow \text{Hindernis verdeckt Ziel.} \end{aligned}$$

Für eine differenzierte Bewertung der Situation ist es besser, den Abstand a_H des Zielstrahls zu bestimmen, mit dem dieser über den Kulminationspunkt des Hindernisses hinwegstreicht:

$$\begin{aligned} a_H = D \cdot d_H = h_S - h_H + (h_Z - h_S) \cdot \frac{d_H}{d_Z} \\ + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_H - d_Z) d_H \quad (9) \end{aligned}$$

Negative Werte von a_H bedeuten, dass sich der Sehstrahl im Abstand $-a_H$ unter dem Kulminationspunkt des Hindernisses hindurchbohrt, das Ziel also verdeckt wird. Positive Werte bedeuten nur dann freie Sicht, wenn im Falle einer baumbestandenen Firstlinie dem Höhengniveau über Grund die Höhe der Vegetation zugeschlagen wurde!

Entsprechende Überlegungen lassen sich für den Zielort anstellen, hier erhält man:

$$a_z = D \cdot d_z = h_z - h_s + (h_s - h_H) \cdot \frac{d_z}{d_H} + \frac{1-k}{2R} \cdot (d_H - d_z) d_z \quad (10)$$

Das Vorzeichen von a_z ist sinngemäß zu interpretieren: negative Zahlen sagen, wieviel an vertikaler Erstreckung dem Ziel fehlt, um hinter dem Hindernis auftauchen zu können; positive Werte von a_z geben an, wieviele von den Höhenmetern des Zieles über das Hindernis hinweg sichtbar sind.

3.1.6 Schlussfolgerungen für den Alpenblick

Die vorstehende Ableitung liefert ein geeignetes Werkzeug, um die Alpenblickfrage anhand von Messvorgängen in topographischen Karten und wiederholten Berechnungen der Sehstrahlhöhe längs der Verbindungslinie zu entscheiden. Die kartographischen Daten werden zweckmäßig digitalen Karten entnommen und die anfallenden umfangreichen Kalkulationen beschäftigen einen elektronischen Rechner einige Millisekunden. Das Ergebnis menschlicher und maschineller Bemühungen nimmt schließlich folgende Gestalt an:

Mit dem Kalmitgipfel als Standort und der höchsten Erhebung in den Berner Hochalpen, dem Finsteraarhorn als Ziel, erhält man $h_s = 673$ m, $h_z = 4274$ m und $d_z = 310$ km. Der Tiefpunkt des Sehstrahls ergibt sich mit Gleichung 5 und 6 zu $h_T = 344$ m in $d_T = 69$ km Entfernung, mithin über einem Naturschutzgebiet in der Rheinebene nahe Bühl am Westrand des Schwarzwalds. Das Gelände weist dort eine Höhe von 130 m über NN auf, der Sehstrahl liegt somit 214 m über Grund. Auf seinem weiteren Weg durch den Schwarzwald passiert der Sehstrahl Mooskopf, Ibichkopf und Oberen Habsberg, ehe er mit dem Erreichen des Bodenseegebiets die restliche Strecke frei von allen Bedrängnissen zurücklegen kann. Eine Überprüfung der aufgezählten, potentiellen Hindernisse bringt an den Tag, dass unter allen Sichtbehinderungen der Mooskopf dominiert: Der Sehstrahl zum Gipfel des Finsteraarhorns bohrt sich 460 m unter seinem Bodenniveau hindurch!

Kaum andere Sichtbedingungen herrschen für den etwas westlicher gelegenen Alpengipfel der Jungfrau. Der Sehstrahl zur Jungfrau lässt zwar den Mooskopf links liegen, dafür stellen sich ihm Kräheneck, Kandelwasen und Feld-

berg in den Weg. Diesmal dominiert die Behinderung durch den Kandelwasen, auch hier kämpft sich der Sehstrahl bergmännisch voran, und zwar 560 m unter Grund.

Ohne Zögern wird eingeräumt, dass Zahlenwerte nicht die Anschaulichkeit einer bildhaften Darstellung erreichen. Die Verhältnisse für Alpensicht lassen sich jedoch mit Hilfe photogrammetrischer Methoden eindrucksvoll verdeutlichen. Statt einer Ableitung des Verfahrens begnügen wir uns mit einem Hinweis auf die Fachliteratur [14], [15]. Die nachstehende Abbildung 4 wurde aus zahllosen Sehstrahlen nach den Gesetzen der Zentralprojektion berechnet.

Dank elektronischer Rechenmaschinen, die auch vor endlosen Zahlenkolonnen nicht kapitulieren, gelingt es heute, die vagen Angaben und vorsichtigen Aussagen der Vergangenheit durch eine deutliche Nennung der maßgeblichen Umstände zu ersetzen. An überraschenden Ergebnissen ist festzuhalten, dass die höchste Erhebung des Schwarzwaldes, der Feldberg, von dem näher gelegenen Kandel verdeckt wird und mithin von der Kalmit aus gar nicht zu sehen ist; die Alpengipfel sind ausnahmslos unter die Firstlinie des Schwarzwalds abgesunken; sollten sie unerwarteten Auftrieb erhalten, so wird zuerst der diesbezüglich verkannte Mönch auftauchen, während das Erscheinen der prominenteren Gipfel der Berner Hochalpen, des Finsteraarhorns und der Jungfrau, noch lange von entsprechend beherrschenden Höhenzügen des Schwarzwaldes, nämlich dem Mooskopf und dem Kandelwasen, vereitelt wird.

Die nachgewiesene Verhinderung der Alpensicht durch den Schwarzwald gilt für den Regelfall, wenn längs des gesamten Sehstrahls die durchschnittliche terrestrische Refraktion $k = 0,13$ herrscht. Es bleibt als letzte Hoffnung, dass Extremwerte von k die Alpen doch noch über den Schwarzwald heben könnten. Der Höchstwert des geometrisch erforderlichen Refraktionskoeffizienten einerseits und des meteorologisch möglichen andererseits werden daher die Glaubwürdigkeit der Alpenbeobachtung von Herrn Dr. Mehliis stützen oder zu Fall bringen.

Anhand der oben dargelegten Zusammenhänge berechnet man, dass zur Wahrnehmung des Mönch ein Refraktionskoeffizient von $k = 0,38$ erforderlich ist; will man auch die Jungfrau über den Schwarzwald hinweg sehen können, muss hingegen $k = 0,47$ meteorologisch möglich sein.

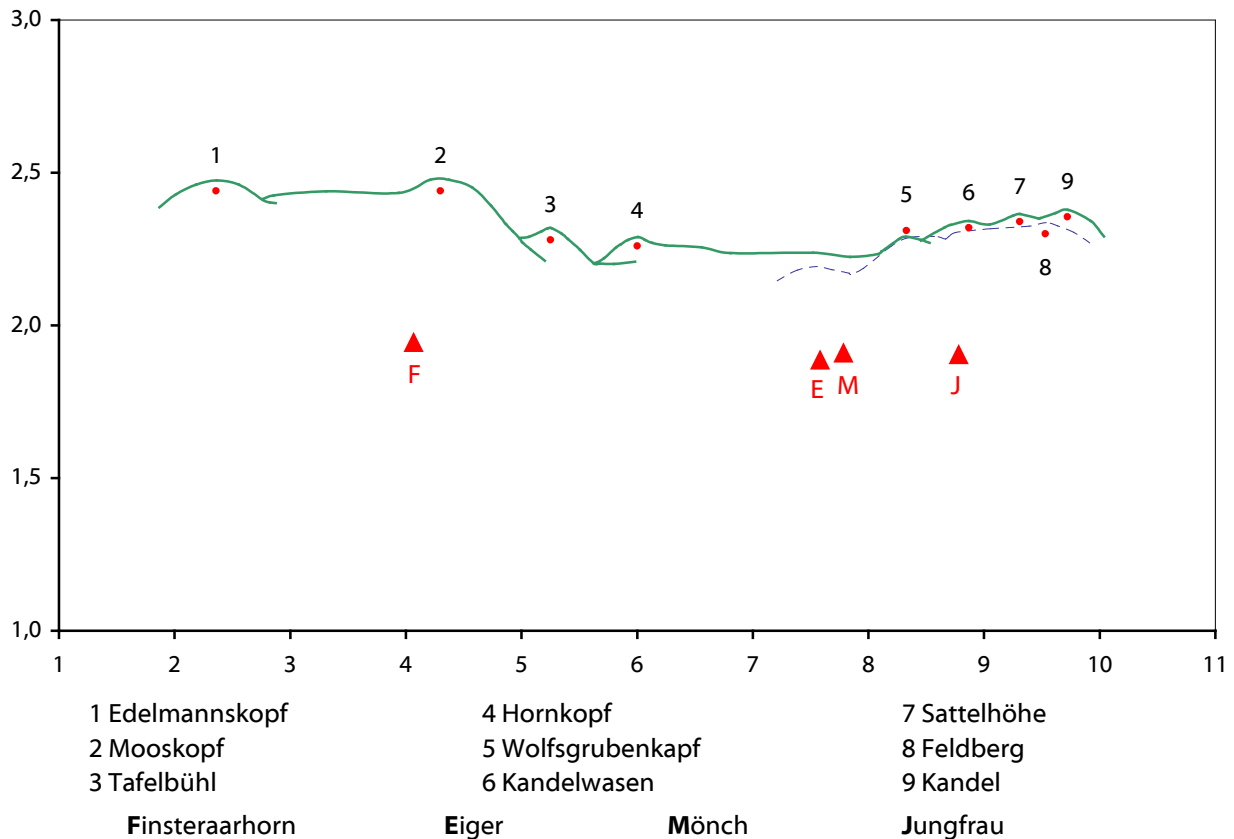


Abb. 4: Fiktiver Kalmit-Alpenblick mit Schwarzwaldprofil (gut zweifach überhöht)

3.2 Strahlenbrechung in der Atmosphäre

Im letzten Schritt stehen wir vor der Aufgabe, das mögliche Ausmaß der Strahlenbrechung auf der Verbindungsstrecke Kalmit - Alpen zu untersuchen. Der überraschende Befund, dass ein Lichtstrahl die Atmosphäre auf einer gekrümmten Bahn durchheilt, hat folgende Ursache [16]: der Atmosphärendruck nimmt mit der Höhe stetig ab, da die verbleibende Luftschicht und damit deren Gewicht nach dem Weltraum hin immer geringer wird; ein gleichlaufendes Verhalten zeigt die Dichte der Luft. Da die Lichtgeschwindigkeit in dichten Luftschichten geringer ausfällt als in dünnen, kommen höher liegende Abschnitte der Wellenfront rascher voran als tiefer gelegene; die Folge ist eine Verbiegung der Wellenfront oder - wenn wir das Fortschreiten der Wellenerscheinung vereinfacht durch das Lot auf die Wellenfront beschreiben und als Strahl bezeichnen - eine Krümmung des Sehstrahls. Eine starke Strahlkrümmung ist daher mit hohen Unterschieden in der Luftdichte verknüpft.

Für unser Anliegen ist von Bedeutung, dass die Luftdichte infolge von Schwankungen der atmosphärischen Zustandsgrößen merklichen Änderungen unterliegt. Den größten Einfluss auf die Strahlkrümmung hat der höhenabhängige Temperaturverlauf, welcher heute mit Hilfe

von Radiosondenaufstiegen an ausgewählten Orten in aller Welt gemessen wird. Die entscheidenden Daten wird daher die Aerologie, ein Arbeitszweig der Meteorologie, beisteuern [17].

Um aus der erdrückenden Fülle von Messwerten die für unser Anliegen maßgeblichen Fälle herauszusuchen zu können, müssen wir einschränkende Bedingungen für das Auftreten extremer Strahlkrümmung finden. Nach dem bisher Gesagten müssen wir darauf achten, wann die Luftdichte mit der Höhe besonders rasch abnimmt. Da warme Luft weniger dicht ist als kalte, tritt dieser Umstand bei einer Temperaturzunahme mit der Höhe ein; man spricht kurz von einer Inversionswetterlage, da es im Regelfall in der Höhe kälter ist als am Boden. Die kräftigsten Inversionen bilden sich bei winterlichen Hochdrucklagen aus, wenn die kurzen Tage und die langen, aber klaren Nächte eine negative Strahlungsbilanz am Boden bedingen und absinkende Luftmassen die Temperaturzunahme in der Höhe noch verstärken. Unsere Untersuchung wird sich deshalb auf die Auswertung winterlicher Inversionswetterlagen konzentrieren.

Abschließend müssen wir noch einen Zusammenhang zwischen dem Temperaturprofil der freien Atmosphäre und dem die Strahl-

krümmung zahlenmäßig beschreibenden Refraktionskoeffizienten herstellen. Wir stützen uns hierzu auf Untersuchungen, die im Zusammenhang mit trigonometrischen Höhenmessungen angestellt wurden und zum Ziel hatten, die dabei störende Strahlkrümmung rechnerisch zu eliminieren [18]. Das numerische Verfahren soll nicht im Detail erörtert werden, nur sei folgender Hinweis gegeben: Da für unsere Zwecke weniger die unterschiedlichen Zenitwinkel bei Hin- und Rückblick interessieren, sondern vielmehr das Höchstmaß der Aufwölbung des Sehstrahls gegenüber einer geradlinigen Sichtverbindung, müssen wir den resultierenden Refraktionskoeffizienten mittels arithmetischer Mittelwertbildung bestimmen.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass Dr. Mehlis seine Alpenbeobachtung auf einen Abend im Januar datiert; es ist gut möglich, dass zu diesem Zeitpunkt eine ungewöhnlich starke Inversionswetterlage bestand; hinzu kommt, dass derartige Verhältnisse auch die Voraussetzung für außergewöhnlich hohe Durchsichtigkeit der Luft darstellen, weil erst das Absinken staubarmer und trockener Luft aus großen Höhen Sehweiten von über 300 km möglich macht.

Leider gibt uns Dr. Mehlis über Jahr und Tag seiner Wahrnehmung keine präzise Auskunft; wir erfahren lediglich, dass er seine Beobachtung lange für sich behielt, ehe er sie veröffentlichte [19]. 1917 soll das Ereignis bereits 15 bis 18 Jahre zurückliegen, also irgendwann im Januar der Jahre 1899 bis 1902 erfolgt sein. Seine vagen Angaben sind bedauerlich, weil nicht auszuschließen ist, dass ein Temperaturprofil zum Beobachtungszeitpunkt wegen der damals bereits durchgeführten Drachen- und Fesselballonaufstiege mit etwas Glück in einem Wetterarchiv hätte aufgefunden werden können.

Wegen des unbekanntem Beobachtungstermins bleibt uns nichts anderes übrig, als die atmosphärischen Verhältnisse in vergleichbaren Fällen heranzuziehen. Am 24.11.1975 werden vom Feldberg im Schwarzwald ausgezeichnete Alpensichtverhältnisse gemeldet [20]; legen wir die für den gleichen Tag um 0 Uhr Weltzeit gemessenen Werte beim Aufstieg einer Radiosonde in Stuttgart zugrunde [21] (Abbildung 5) und unterstellen kurzerhand gleichartige Werte bis in den pfälzischen Raum, so erhalten wir einen Refraktionskoeffizienten von: $k = 0,17!$

Der Leser mag vermuten, dass es um die Sache des Herrn Dr. Mehlis nicht gut bestellt ist. Aber wir wissen noch nicht, ob die Inversionswetterlage vom 24.11.1975 dem gesuchten Ex-

tremwert nahekommt. Wir wollen deshalb Datenmaterial einbeziehen, das einen größeren Zeitraum umfasst. Fündig wird man z.B. in den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften von 1925. Dort hat G. Hellmann meteorologische Beobachtungen ausgewertet, die seit einigen Jahrzehnten auf dem Gipfel der Schneekoppe und des Brocken angestellt wurden [22]. Aus diesem Datenmaterial hat Herr Hellmann als herausragendes Inversionsereignis den 18.1.1901 isoliert. Vormittags um 7 Uhr herrschen an der Talstation auf dem 349 m hohen Eichberg $-15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, während gleichzeitig auf der Bergstation der 1602 m hohen Schneekoppe $+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur gemeldet werden. Leider wurden in der fraglichen Zeit nur an ausgewählten Tagen aerologische Beobachtungen durchgeführt; vom 11.1.1901 bis zum 6.2.1901 fanden keine Messungen statt [23]. In Ermangelung weiterer Details wollen wir zwischen Berg- und Talstation einen konstanten Temperaturgradienten annehmen, der dann $1,54\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ betragen haben muss; weiter unterstellen wir, dass die Temperaturzunahme eine Spanne von $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ umfasst habe, ehe sich in der Höhe der durchschnittliche Temperaturgradient auf $-0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ einpendelte. Mit diesem Szenario finden wir für den Refraktionskoeffizienten den Wert: $k = 0,27$.

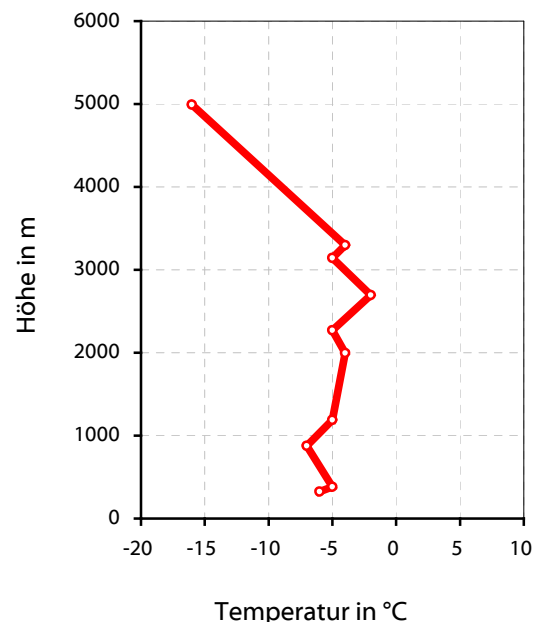


Abb. 5: Temperaturprofil am 24.11.1975 in Stuttgart

Zu bemerken ist, dass die am 18.1.1901 aufgetretene, ausgeprägte Inversion gerade zu dem fraglichen Zeitraum passt, auf den

Dr. Mehlis seine Wahrnehmung datiert. Da es sich um einen Rekordwert für die Jahrzehnte von 1880 bis 1920 handelt, der nicht ausreicht, um auch nur den Mönch über die Schwarzwaldkette heraufzuheben, muss die Alpensichtung von Dr. Mehlis als äußerst fragwürdig eingestuft werden.

Wir wollen abschließend prüfen, ob Herr Würstle mit seiner Vermutung richtig lag, dass in extremen Klimaten Strahlkrümmungen möglich sind, die bei einer Verlagerung in die Pfalz eine Blickverbindung zwischen Kalmit und Alpen bewirken können. Dazu sollen die Daten eines Radiosondenaufstiegs ausgewertet werden, die am 5.1.1965 um 15 Uhr in Oljokmink in Ostsibirien bei einer winterlichen Inversionswetterlage erfasst wurden [24] (Abbildung 6). Die Berechnung des zugehörigen Refraktionskoeffizienten liefert: $k = 0,35$. Dieser Befund besagt, dass selbst sibirische Verhältnisse nicht ausreichen, den Mönch über die Schwarzwaldkette zu heben, von den übrigen Alpengipfeln gar nicht zu reden. Die Auffassung von Herrn Dr. Mehlis, von der Kalmit aus Alpen gesehen zu haben, ist hiermit falsifiziert.

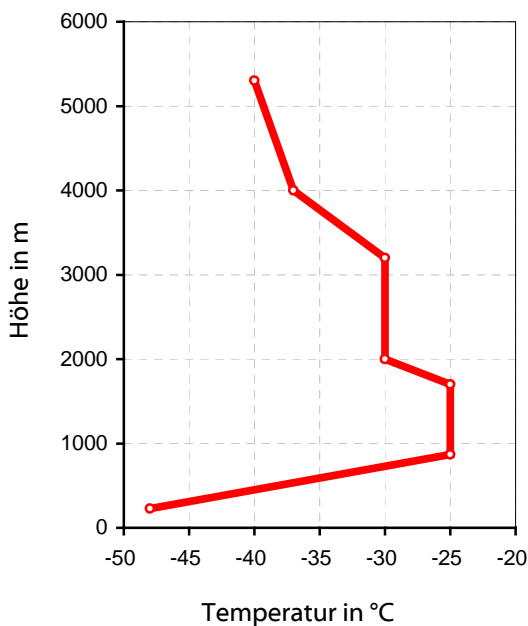


Abb. 6: Temperaturprofil am 5.1.1965 in Oljokmink

4. Abschließende Bewertung

Am Ende unserer Untersuchung steht das Ergebnis, dass eine Sichtung der Alpen von der Kalmit aus nicht möglich ist. Da wir voraussetzen, dass Dr. Mehlis mit seiner Beobachtungsmitteilung keine absichtliche Irreführung betrieben hat, ist seine Wahrnehmung am einfachsten mit der Annahme zu erklären, dass

ihm ferne Quellwolken die Gipfel der Zentralalpen vorgegaukelt haben.

Auch der Versuch, die Hebung des Sehstrahls über den Schwarzwald hinweg mit einer Luftspiegelung zu erklären, führt zu Widersprüchen mit Details der Alpensicht, wie sie Dr. Mehlis berichtet. Der Sehstrahl zwischen Kalmit und Jungfrau streift bei einem Refraktionskoeffizient von $k = 0,27$ nacheinander über Kandelwasen und Feldberg hinweg, ehe er über die Alpen hinausschießt. Soll er mittels Totalreflexion auf die Jungfrau zurückgelenkt werden, so muss dicht über dem Feldberg eine weitere, nahezu abrupte Höheninversion liegen; allerdings darf diese, abweichend von der elementaren Theorie der Luftspiegelung von Alfred Wegener [25], nicht horizontal orientiert sein: erst eine Schräglage der reflektierenden Fläche von ca. $0,7^\circ$ gegen die Horizontale kann eine Spiegelung bei einem Temperatur sprung von wenigen $^\circ\text{C}$ bewirken und die Gipfelregion der Jungfrau zur Abbildung bringen. Die spezielle Neigung nebst Ausrichtung, nämlich nach Süden ansteigend, könnte zwar von einem orographischen Hindernis wie dem Feldberg einer absinkenden Schichtgrenze zufällig passend aufgeprägt werden, jedoch ist fraglich, ob auf diesem Wege eine Spiegelung unter ausreichend großem Sehwinkel zustande kommt; zumindest zeigt der wellige und zeitlich veränderliche Verlauf der spiegelnden Fläche dem Betrachter groteske Zerrbilder eines noch 149 km entfernten Zieles, zu denen auch das Auftreten kopfstehender Abschnitte zählt. Wer unter diesen Umständen unbeeindruckt erklärt, das Profil der Jungfrau zu erkennen, hat jedenfalls keine Spiegelung gesehen.

Entsprechende Überlegungen gelten für Mehrfachspiegelungen, die Astronomen zur Erklärung von extrem verfrühten Sonnenaufgängen in arktischen Klimaten heranziehen. Man spricht in diesem Zusammenhang vom Nowaja-Semlja-Effekt, da die geschilderte Erscheinung zuerst auf der nördlich des Polarkreises gelegenen russischen Insel gleichen Namens beobachtet wurde [26]. Die Beobachter berichten über charakteristische Verzerrungen, die sich als rechteckige Deformation der Sonnenscheibe äußern. Eine Übertragung auf die Verhältnisse des Alpenblicks ist allerdings auch deshalb nicht statthaft, weil beim Nowaja-Semlja-Effekt der Sehstrahl zur auf- oder untergehenden Sonne maßgebliche Abschnitte im Meeresniveau zurücklegt, während er zwischen Kalmit und Alpen dreihundert Höhenmeter nicht unterschreitet, große Teile in der

freien Atmosphäre und verglichen mit extraterrestrischen Objekten in einem verhältnismäßig kurzen Abschnitt verläuft. All dies hat zur Folge, dass die astronomische Refraktion ganz allgemein größeren Schwankungen unterworfen ist als die terrestrische [27].

Schließlich ist die Einschätzung von Herrn Würstle, Dr. Mehlis könnte eine Fata Morgana beobachtet haben, wohl nicht als Aussage im fachsprachlichen Sinne zu werten. Eine Luftspiegelung nach unten, die in Wüstengebieten keine seltene Erscheinung darstellt, kommt für den hier zu diskutierenden Gegenstand ohnehin nicht in Frage. Eher ist anzunehmen, dass Herr Würstle auf die übertragene Bedeutung des Begriffes anspielen wollte: eine Fata Morgana steht in der Alltagssprache für etwas, das heftig herbeigesehnt wird, aber real nicht vorhanden ist.

Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass Sichtungen anderer Alpenziele, wie etwa des Chasseral im Jura oder der höchsten Erhebung Europas, des Montblanc in den Savoyer Alpen, von der Kalmit und gleichermaßen von der Wegelnburg aus als hoffnungsloses Unterfangen einzustufen sind. Die geometrischen Gegebenheiten sind über das Rheintal hinweg derart gelagert, dass bei durchschnittlicher Strahlenbrechung der Tiefpunkt des Sehstrahls für die genannten Ziele unter der Erdoberfläche liegt; erst Verhältnisse wie bei einer Jahrhundertinversion heben den Sehstrahl wenige Meter über Grund - und dort herrscht dann wegen der im Rheintal wirkenden Inversion dichter Nebel...

Um das Ausmaß des Sichtproblems auch betont praktisch veranlagten Zeitgenossen zu verdeutlichen, sollen folgende Fakten an den Schluss gestellt werden: bei durchschnittlichen Refraktionsverhältnissen muss man am Ort der Kalmit z.B. in einem Heißluftballon auf eine Höhe von 1900 m über NN aufsteigen, um die Jungfrau sehen zu können. Oder: vom Kalmitgipfel aus könnten nur solche Abschnitte der Jungfrau gesehen werden, die höher als 5400 m über NN liegen; der Jungfrau fehlen dazu mehr als 1000 Höhenmeter. Oder: der Schwarzwald müsste in seinem südlichen Teil auf 600 m über NN abgetragen werden, um die Sicht auf das Berner Oberland freizugeben - doch wer wollte sich so etwas schon ernsthaft wünschen?

5. Literatur

[1] Briefe auf einer Wanderung in das Hartgebürge im Rheinkreis des Königreichs

Baiern geschrieben. Nebst Materialien zu einer Anweisung, jenes und seine Umgebungen zu bereisen. Von Dr. K. H., Frankfurt a. M.: Eichenberg 1822

[2] Becker, August: Die Pfalz und die Pfälzer. Leipzig: Weber 1858

[3] Mehlis, C.: Von der Kalmit. In: Deutschland. Zeitschrift für Heimatkunde. Düsseldorf: Jg. 8 (14. Juni 1917) Nr. 12, S. 276

[4] Rundfrage. In: Wald-Heil (8. Okt. 1917) Nr. 10, S. 7

[5] Alpenaussicht von der Kalmit. In: Wald-Heil (8. Nov. 1917) Nr. 11, S. 5

[6] Würstle, A.: Die Alpenaussicht von der Kalmit. In: Wald-Heil (8. Dez. 1917) Nr. 12, S. 4-5

[7] Der professorale Alpenblick. In: Neustadter Stadt- & Dorfanzeiger Nr. 281 vom 30. Nov. 1917

[8] Kann man aus der Pfalz die Alpen sehen? In: Neustadter Stadt- & Dorfanzeiger Nr. 284 vom 4. Dez. 1917

[9] Candidus, J.: Über die Kaltenbach und Wegelnburg nach Wörth und Fröschweiler. Reisebilder aus der Südpfalz und dem Unter-Elsaß. Kaiserslautern und Leipzig: Gotthold 1884

[10] Nochmals die Kalmit und die Alpen. In: Neustadter Stadt- & Dorfanzeiger Nr. 289 vom 10. Dez. 1917

[11] Der Kalmit Alpenblick. In: Wald-Heil (8. Jan. 1918) Nr. 13, S. 4

[12] Jordan; Eggert; Kneißl: Handbuch der Vermessungskunde. 12 Bde. Stuttgart: Metzler 1956 ff.

[13] Tardi, P.: Traité de Géodésie. Paris: Gauthier-Villars 1934

[14] Kraus, Karl: Photogrammetrie (2 Bde). Bonn: Dümmler 1990

[15] Rüger, W.; Pietscher, J.; Regensburger, K.: Photogrammetrie. Berlin: VEB Vlg. für Bauwesen 1978

[16] Dietze, Gerhard: Einführung in die Optik der Atmosphäre. Leipzig: Geest & Portig 1957

[17] Weischet, Wolfgang: Einführung in die

- allgemeine Klimatologie. Stuttgart: Teubner 1983
- [18] Brocks, Karl: Meteorologische Hilfsmittel für die geodätische Höhenmessung. In: Zeitschrift für Vermessungswesen (1950), S. 71-76, 110-116, 145-152
- [19] Professor Mehli's Alpenblick. In: Neustadter Stadt- und Dorfanzeiger Nr. 287 vom 7. Dez. 1917
- [20] Harlfinger, Otmar; Jaeneke, Matthias: Die Alpensicht in Abhängigkeit von Wetterlage, Tages- und Jahreszeit. In: Bericht über die 14. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie vom 15.-17. Sept. 1976. Wien: 1978, S. 14/1-10
- [21] Täglicher Wetterbericht. Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes. Teil C: Aerologische Beobachtungen. Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst 1972
- [22] Hellmann, G.: Über die Wetterlage bei guter Fernsicht von Bergeshöhen. In: Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse XXX (1925), S. 533-538
- [23] Briefliche Mitteilung von Herrn Kirch (24.8.99), Leiter der Bibliothek des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach
- [24] Pogosjan, Choren P.; Turketti, Sinaida: Wolken, Wind und Wetter. Zürich u.a.: Harri Deutsch 1975
- [25] Wegener, Alfred: Elementare Theorie der atmosphärischen Spiegelungen. In: Annalen der Physik, 4. Folge, 57(1918), S. 203-230
- [26] Sampson, Russ: Novaya Zemlya: A Solar Mirage. In: Sky & Telescope 2(1993), S. 96-97
- [27] Schaefer, Bradley E.; Liller, William: Refraction near the Horizon. In: Publications of the Astronomical Society of the Pacific 102 (1990), S. 796-805

Anschrift des Autors:

Prof. Winfried Lang
 Duale Hochschule Mannheim
 Coblitzallee 1-9
 68163 Mannheim