

**Deutsches Reich**  
**Reichsamt für Wetterdienst**

---

**Wissenschaftliche Abhandlungen**  
**Band V**

**Nr. 5**

**Ergebnisse 25jähriger Sichtbeobachtungen auf dem Königstuhl  
bei Heidelberg**

**von**

**Hellmut Berg**

---

---

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-01841-5  
DOI 10.1007/978-3-662-02136-1

ISBN 978-3-662-02136-1 (eBook)

## Inhaltsverzeichnis.

A. Das Material und die Sichtziele . . . . .	3
B. Die jährliche Periode der Sicht . . . . .	4
C. Die tägliche Periode der Sicht . . . . .	10
D. Die Häufigkeit verschiedener Sichtweiten . . . . .	12
E. Meteorologische Voraussetzungen für extrem gute Sicht . . . . .	14
F. Säkulare Änderungen der Sicht . . . . .	18
Zusammenfassung . . . . .	19

In den Jahren 1898 bis 1923 hat Prof. Max Wolf, der verstorbene Direktor der Badischen Landessternwarte auf dem Königstuhl bei Heidelberg regelmäßig die Sichtbarkeit von 22 Sichtzielen in verschiedener Entfernung vom Königstuhl notiert. Diese Beobachtungsreihe stellt ein Material dar, wie es wohl ein zweites Mal nicht vorhanden ist. Die Sichtziele sind mit Ausnahme eines einzigen während des ganzen Zeitraumes beibehalten worden. Mit peinlicher Regelmäßigkeit wurde an drei Terminen (vormittags, mittags und abends) beobachtet, in der überwiegenden Anzahl der Tage von Prof. Wolf selbst, in seiner Abwesenheit von Familienmitgliedern. Durch Vermittlung von Herrn Prof. Albert Peppeler wurden mir die Beobachtungsbücher nach dem Tode von Max Wolf von dessen Gattin zur Bearbeitung überlassen. Ich bin Frau Wolf für die Überlassung zu großem Dank verpflichtet. Die Bearbeitung führe ich um so lieber durch, als ich damit als Schüler von Max Wolf eine Lebensarbeit dieses großen Beobachters zu Ende führen darf, die er sich selbst als Arbeit im Ruhestand gedacht hatte.

## A. Das Material und die Sichtziele.

Die Beobachtungen wurden nicht zu strengen festen Zeitpunkten durchgeführt. Wenn um die Beobachtungszeit Nebel oder Regen die Sicht vorübergehend verschlechterte, so wurde eben etwas später beobachtet. Infolgedessen sind die Beobachtungen frei von augenblicklichen Zufälligkeiten der Sicht und geben vielmehr die Durchsichtigkeit der Luft über einen größeren Raum hinweg an. Das ist zweifellos ein Vorzug. Für die Vormittagsaufzeichnung wurde so die günstigste Sicht zwischen 7<sup>h</sup> und 10<sup>h</sup>30 verwertet, für die Mittagsaufzeichnung die beste Sicht zwischen 10<sup>h</sup>30 und 15<sup>h</sup>30 und für die Abendaufzeichnung die beste Sicht zwischen 15<sup>h</sup>30 und 20<sup>h</sup>. Nach Möglichkeit wurden jedoch größere Abweichungen von den Terminen 8<sup>h</sup>, 13<sup>h</sup> und 18<sup>h</sup> vermieden, andererseits aber auch erst bzw. noch bei genügender Helligkeit beobachtet. Die Angaben betreffen also restlos „Konturensicht“, nicht „Feuersicht“. Der Grad der Sichtbarkeit der einzelnen Ziele wurde nach folgender Skala angegeben: 0 = unsichtbar, 5 = abnorm gut sichtbar. Soweit Berge als Sichtziele in Frage kamen, wurde evtl. die Sichtbarkeit des Gipfels bei unsichtbarer Basis gesondert angegeben. In der vorliegenden Bearbeitung ist nur berücksichtigt worden, ob das Ziel überhaupt zu sehen war, ohne Rücksicht auf den Grad der Sichtbarkeit. Auch bei der Sicht nach den Bergen wurde nicht weiter unterschieden, ob der ganze Berg oder nur seine Spitze erkennbar war. Wolf hat auch stets die Dunstverhältnisse über dem Odenwald und der Rheinebene sehr genau beschrieben, daneben auch die Windverhältnisse in Höhe des Königstuhls (anfangs nach einer Windfahne auf dem Michelsberg) und im Rheintal (nach den Rauchfahnen bei Rheinau) angegeben.

Die Sichtziele lassen sich in zwei Gruppen teilen, in Ziele, die erheblich tiefer als der Königstuhl liegen und in solche, die ungefähr dieselbe Höhe wie der Beobachtungsort haben. Zu den ersteren gehören Städte in der Rheinebene, zu den letzteren Berge des Odenwalds und der entfernteren Gebirge. Die Zusammenstellung der Ziele nach Azimut (von N über S nach N gemessen), Entfernung und ungefähre Höhe über NN bringt Tabelle 1. Über die Lage des Beobachtungspunktes ist kurz folgendes zu sagen. Der Königstuhl erhebt sich auf der linken Neckarseite ziemlich unvermittelt das Tal begrenzend mit 566 m Meereshöhe etwa 460 m über die Talsohle. Ungefähr 600 m vom Observatorium entfernt, liegt der Aussichtsturm des Königstuhls, der das nächste Sichtziel darbot (Kriterium für Nebel). Die Entfernung von der Stadt Heidelberg beträgt in Luftlinie etwa 2.5 km. Auf der anderen Seite des Neckartals schließt sich nach N hin das Odenwaldmassiv an, dessen Erhebungen eine ganze Anzahl guter brauchbarer Sichtziele boten. Nach W verbreitert sich das Neckartal sofort in die Rheinebene hinein. Als Sichtziele für die Schrägsicht in die Ebene boten sich hier die Orte Ladenburg, Rheinau, Mannheim und Worms. Auf der linken Rheinseite wird das Rheintal durch die Haardt abgeschlossen. Diese und in größerer Entfernung die Erhebung des Donnersberges geben zwei Sichtziele für die Sichtmöglichkeit über die Rheinebene hinweg. Diese Frage hat Wolf selbst zum Gegenstand einer kleineren Arbeit gemacht<sup>1)</sup>. Für Entfernungen über

<sup>1)</sup> M. Wolf, Wie oft kann man über die Rheinebene hinwegsehen? Meteorol. Zeitschr. 22, 169, 1905.

80 km boten schließlich noch die Höhen des Soonwaldes, Bingerwaldes, des Rheingaugebirges und des Taunus Sichtziele. Über die Lage der Ziele vgl. Abbildung 1. Nach der Rheinebene hin ist die Sicht sehr stark durch die Rauchentwicklung der chemischen Industriewerke um Mannheim herabgesetzt. Mehrfach findet sich in den Aufzeichnungen die Bemerkung „Zementrauch“. Es kann sich dabei um Abgase des südlich von Heidelberg am Fuße des Königstuhls liegenden Zementwerkes von Leimen handeln. Bei südlichen Winden wird dessen Rauchentwicklung oft nahe vor Heidelberg vorbeigeweht und versperrt die Schrägsicht auf die Ebene. Natürlich ist für die schlechte Schrägsicht nach dem Rheintal auch der allgemeine Boden- und Taldunst verantwortlich zu machen, der sich bei der geringen Ventilation des Oberrheintals (vgl. z. B. die geringen Windstärken von Karlsruhe) besonders stark bemerkbar machen kann.

Tabelle 1. Zusammenstellung der Sichtziele.

Ziel	Entfernung km	Azimut	Höhe NN m	Neigung der Visierichtung
Heidelberg . . . . .	2.5	270 bis 300°	104	10° 28'
Ladenburg . . . . .	12.5	314°	100	2° 7'
Rheinau . . . . .	16	281°	90	1° 42'
Mannheim . . . . .	21	296°	90	1° 18'
Worms . . . . .	36	328°	88	0° 46'
Haardt . . . . .	50	270 bis 290°	570	.
Donnersberg . . . . .	64	308°	687	.
Sonnwald . . . . .	98	323°	660	.
Bingerwald . . . . .	95	327°	611	.
Kalte Herberg . . . . .	89	338°	620	.
Hohe Wurzel . . . . .	90	346°	618	.
Hohe Kanzel . . . . .	91	352°	596	.
Königstuhl . . . . .	0.6	47°	566	.
Michelsberg . . . . .	3	341°	443	.
Weißer Stein . . . . .	6	12°	550	.
Oelberg . . . . .	8.5	350°	449	.
Eichelberg . . . . .	11.5	24°	593	.
Vorberge des Melibokus . . . . .	?	6°	?	.
Tromm . . . . .	25	26°	577	.
Neunkircher Höhe . . . . .	36	18°	615	.
Melibokus . . . . .	37	3°	517	.
Feldberg im Taunus . . . . .	95	1°	880	0° 11'

Das Material ist nach folgenden Gesichtspunkten hin bearbeitet worden: jährliche und tägliche Periode der Sicht, Häufigkeit bestimmter Sichtweiten und säkulare Änderungen der Sicht. Die letztere Untersuchung der Änderung der Sicht im Laufe des 25-jährigen Zeitraumes wurde durchgeführt, weil schon von anderer Seite darauf hingewiesen wurde, daß die Nebelhäufigkeit im Rheintal zugenommen habe. Eine solche Zunahme, bezw. eine entsprechende Abnahme der Sichtbarkeit bestimmter Ziele wäre ja bei der zunehmenden Industrialisierung der Mannheimer Gegend um 1900 bis 1910 nichts Auffälliges.

## B. Die jährliche Periode der Sicht.

1. Bearbeitungsmethode. Es wurde aus den Beobachtungsbüchern zunächst ausgezählt, wie oft jedes Sichtziel überhaupt zu sehen war und zwar getrennt für Vormittag, Mittag und Abend und für die einzelnen Monate. Die erhaltenen Summen wurden in Prozenten aller Tage wiedergegeben und daraus Mittelwerte für die Sichtbarkeit jedes Zieles für den ganzen Tag  $\frac{1}{3}$  (Vormittag+Mittag+Abend) und aus den Monatswerten für das ganze Jahr bestimmt. Diese Berechnung schließt sich an die übliche Bestimmung des mittleren Tageswertes eines meteorologischen Elementes an. Es wäre in diesem Falle vielleicht richtiger gewesen, auf die Division durch 3 bei der Berechnung des Tagesmittels aus den drei Terminbeobachtungen zu verzichten. Die Summe Vormittag + Nachmittag + Abend bedeutet dann die Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Sichtziel an wenigstens einem Termin zu sehen ist. Die gewählte Art der Angabe (also Division durch 3) hat jedoch den Vorzug der Anschaulichkeit für sich.

2. Ergebnisse. Diese letzteren Werte, also die mittlere Sichtbarkeit der Ziele für die einzelnen Monate bringt Tabelle 2. Aus ihr lassen sich zunächst folgende allgemeine Aussagen über den Jahresverlauf der Sicht machen.

Im Jahresdurchschnitt ist das entfernteste Ziel, der Feldberg i. T., noch in 4.8% der Beobachtungstermine zu sehen, am häufigsten im April mit 7.1%, am seltensten im November mit 2.7%. Ganz grob läßt sich in jeder Reihe eine Sommersicht und eine Wintersicht erkennen. Die Sommersicht mit guter Sichtbarkeit der Ziele umfaßt die Monate April bis August, die Wintersicht mit schlechter Sichtbarkeit der Ziele umfaßt die Monate November bis Februar. März, September und Oktober stellen ausgesprochene Übergangsmonate dar. Die Schwankungen während der Sommermonate sind sehr gering. Die näher gelegenen Ziele, sowohl Berge wie Orte in der Ebene, zeigen zwei Maxima, die durch ein schwaches, aber deutliches Minimum getrennt sind. Die beste Sichtbarkeit haben die Berge bis 9 km und die Orte in der Ebene bis 21 km im Juni, das Nebenmaximum liegt im August, während der Juli zweifellos etwas schlechter daran ist. Die schlechteste Sicht herrscht im Dezember. Bei den entfernteren Zielen verschiebt sich das Hauptmaximum auf den Mai oder auch auf den April, während das sekundäre Maximum im August bestehen bleibt. Bei den entfernteren Bergen des Rheingaus bleibt nur noch das Hauptmaximum im April oder Mai nachweisbar. Die schlechteste Sicht herrscht überall im Dezember oder vereinzelt im Januar. Stärkere Abweichungen gegenüber den übrigen Sichtzielen zeigt allein der Feldberg (Maxima April und Juni, Minimum im November).

Tabelle 2. Mittlere Häufigkeiten der Sichtbarkeit 1899 bis 1923.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Heidelberg . . . . .	67.2	78.1	86.2	91.0	91.6	92.6	91.3	91.6	88.2	79.3	66.7	63.6	82.3
Ladenburg . . . . .	43.4	49.9	64.6	76.9	78.7	80.5	75.4	77.0	63.0	52.9	39.2	39.4	61.7
Rheinau . . . . .	33.5	39.4	52.7	67.1	67.8	68.9	62.9	65.7	53.7	42.7	32.2	32.1	51.6
Mannheim . . . . .	21.9	24.6	36.2	53.2	53.4	54.1	47.4	49.2	37.6	27.9	20.2	19.8	37.2
Worms . . . . .	5.2	6.3	10.8	25.4	25.1	23.2	20.4	19.7	14.5	8.3	5.5	5.8	14.2
Haardt . . . . .	15.7	19.2	24.9	37.6	35.2	33.9	32.3	35.2	23.7	18.5	15.5	16.9	25.7
Donnersberg . . . . .	8.2	10.3	14.1	21.7	21.2	18.0	18.7	21.6	9.8	10.0	8.4	10.7	14.4
Soonwald . . . . .	0.7	1.4	3.2	5.5	6.5	5.0	4.9	4.7	2.8	1.4	1.1	2.0	3.3
Bingerwald . . . . .	0.9	1.4	3.0	2.6	6.1	5.0	4.5	4.6	2.9	1.7	1.0	1.8	3.2
Kalte Herberg . . . . .	1.1	3.3	2.8	6.2	6.8	5.2	5.2	4.5	2.8	1.8	1.1	1.8	3.4
Hohe Wurzel . . . . .	1.5	1.5	3.0	6.9	6.9	5.1	5.4	4.3	2.5	1.5	1.3	2.0	3.6
Hohe Kanzel . . . . .	1.2	1.1	2.9	6.5	6.6	4.9	4.8	4.3	2.6	1.4	1.1	1.8	3.3
Königstuhl . . . . .	73.7	82.9	87.9	92.2	92.2	93.0	91.6	92.3	88.3	86.2	76.6	70.2	85.6
Michelsberg . . . . .	72.3	82.1	87.7	92.3	91.9	92.8	91.3	91.9	87.7	85.0	73.7	68.7	84.8
Weißer Stein . . . . .	67.2	75.8	84.0	90.0	90.0	91.3	88.9	89.6	83.4	81.3	68.8	62.8	81.1
Oelberg . . . . .	65.3	74.0	83.3	90.2	90.2	91.0	89.0	89.4	83.2	80.7	67.0	63.1	80.5
Eichelberg . . . . .	49.5	56.7	68.2	79.6	83.5	82.8	78.9	80.2	70.9	65.2	48.7	44.7	67.4
Vorberge . . . . .	31.7	35.5	47.9	64.0	65.8	63.5	57.6	60.5	49.9	41.6	30.7	29.3	48.3
Tromm*) . . . . .	31.7	37.6	48.9	64.8	64.8	64.7	56.8	68.6	49.3	46.9	36.0	29.6	50.0
Neunkircher Höhe . . . . .	22.4	25.9	35.2	53.0	55.3	51.3	43.9	47.7	38.7	31.8	21.7	21.6	37.8
Melibokus . . . . .	22.5	25.1	34.8	52.8	53.0	51.4	47.1	49.0	39.2	30.8	22.9	21.9	37.6
Feldberg . . . . .	3.9	3.9	3.8	7.1	5.5	6.1	5.7	5.1	4.0	3.1	2.7	3.8	4.8

\*) 1900–1907 und 1911–1914.

Eindrucksvoll zeigt sich in diesen Zahlen die verschiedene Güte der Sicht nach der Ebene und nach den Bergen. Das näher gelegene Worms ist z. B. erheblich schlechter, d. h. weniger oft zu sehen als der entferntere Donnersberg oder die Haardt. In Abbildung 1 ist eine Karte der Jahreswerte der Sichtbarkeit wiedergegeben, die sehr schön die Verschiedenheit der Sicht über den Odenwald hinweg gegenüber der Sicht in die Ebene zum Ausdruck bringt. In Abbildung 2 sind sowohl für die Berge als auch für die Ebene die Häufigkeiten in Abhängigkeit von der Entfernung aufgetragen. Man erhält 2 Kurven (für das Jahresmittel), die naturgemäß beide von einer bestimmten Häufigkeit der Sicht 0 ausgehen müssen. Diese Sicht 0 ist dadurch charakterisiert, daß der Königstuhlturn in 0.6 km Entfernung unsichtbar ist, und gibt also gleichzeitig die Häufigkeit der Nebels auf dem Königstuhl an. Von dieser Häufigkeit der Sicht 0 ausgehend haben dann beide Kurven verschiedenen Verlauf. Bis zu rund 50 km Entfernung der Sichtziele kann man sagen, daß nach der Ebene zu die Häufigkeit der Sichtbarkeit um 2% sinkt, wenn das Ziel um 1 km weiter hinausrückt. Für die Sichtbarkeit der Berge beträgt die Ab-

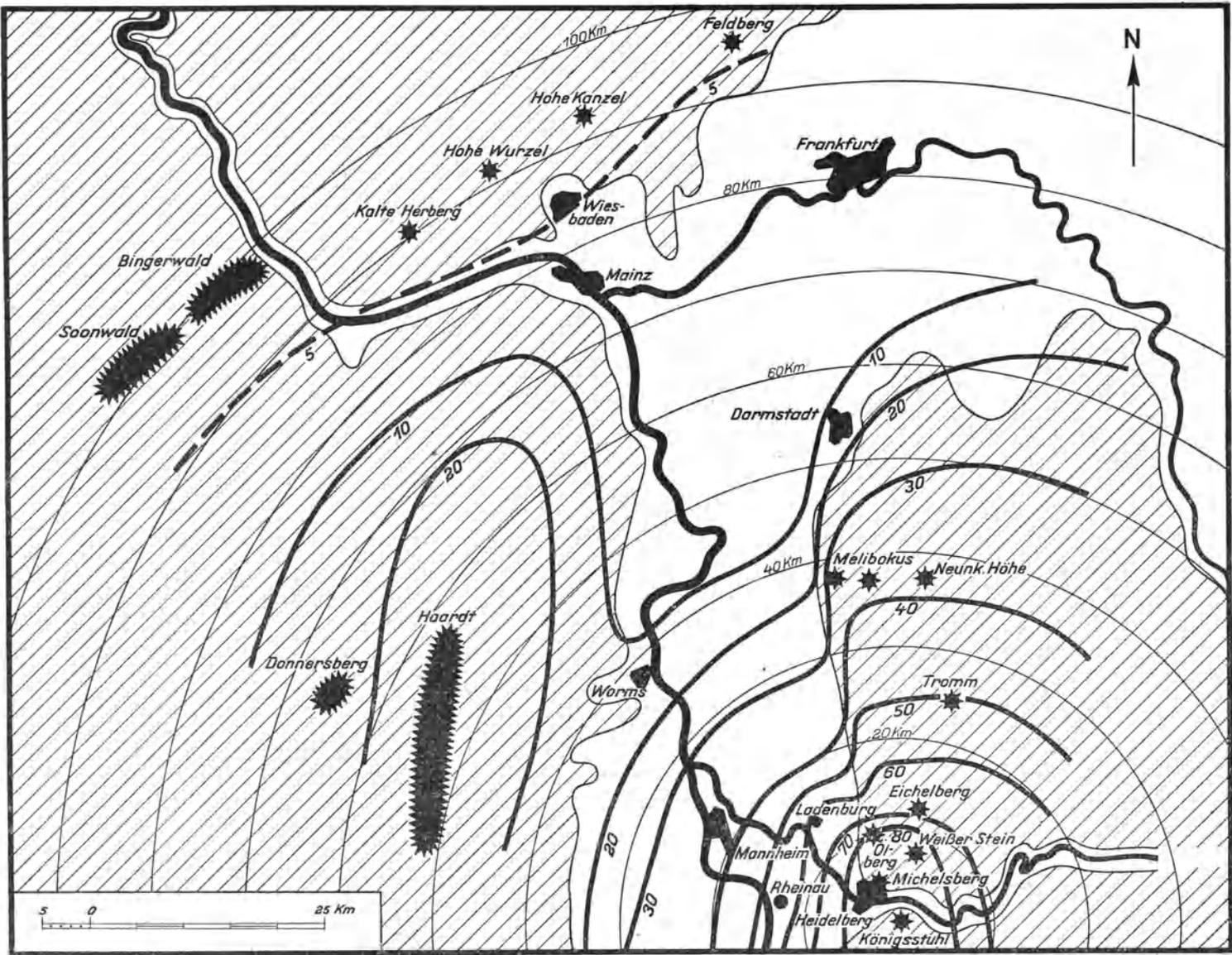


Abb. 1. Jahresmittel der Sicht vom Königstuhl aus.

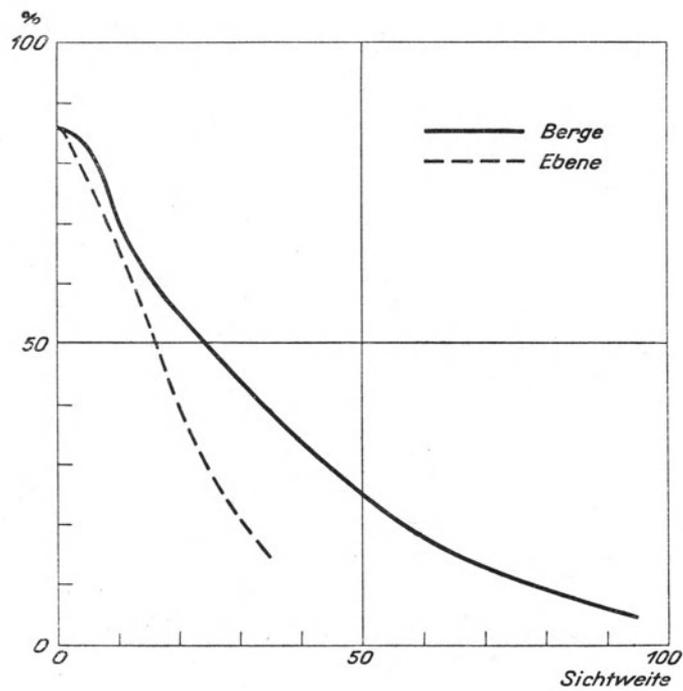


Abb. 2. Häufigkeit der Sichtbarkeit in Abhängigkeit von der Entfernung des Sichtzieles für Sicht über den Odenwald (obere Kurve) und für Schrägsicht in die Rheinebene (untere Kurve).

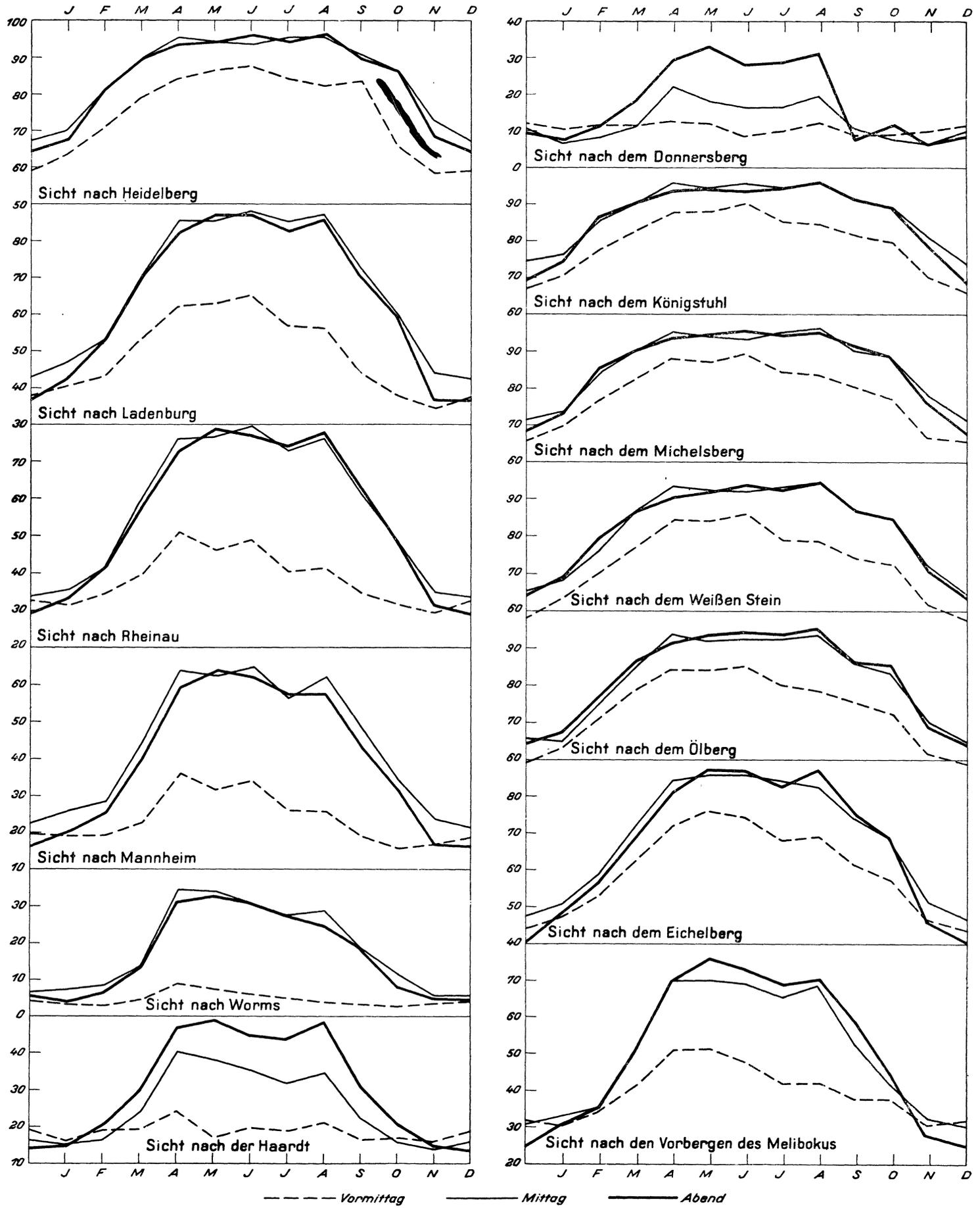


Abb. 3. Jahresverlauf der Sichtbarkeit.

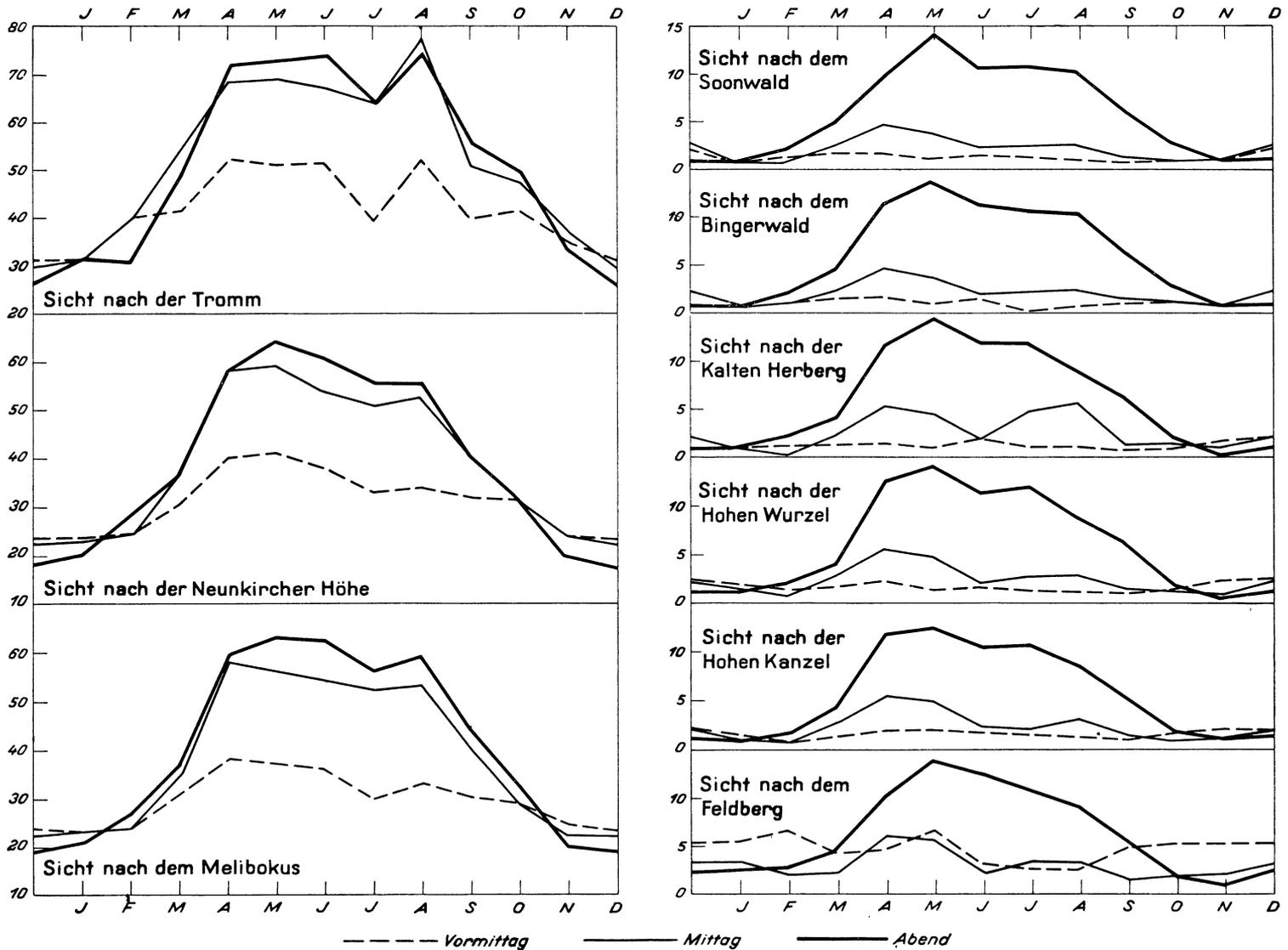


Abb. 3 (Fortsetzung).

nahme jedoch nur 1.2%. Die Ursache der schlechten Schrägsicht nach der Ebene hin ist offenbar in der starken Verunreinigung durch die Industriezentren um Mannheim zu suchen. Zur weiteren Anreicherung des Dunstes in der Ebene trägt noch die geringe Ventilation der Oberrheinischen Tiefebene bei. Die Hauptdunstgrenze liegt noch unter dem mittleren Niveau der Berge, bzw. die Hauptmasse des Dunstes lagert sich bereits unterhalb 600 m ab.

Im wesentlichen bleiben die Verhältnisse dieselben, wenn man statt des Tagesmittels den Jahresverlauf der Sicht zu den verschiedenen Terminen betrachtet (Tabelle 3 und Abbildung 3). Abgesehen vom Feldberg läßt sich auch im Jahresverlauf der Vormittag-, Mittag- und Abendsicht ein Sommer- und Winterzeit abgrenzen. Dabei haben Mittag- und Abendsicht nach der Ebene und den näheren Bergen fast denselben Verlauf, während die Sichtbarkeit der entfernteren Berge im Sommer abends besser ist als mittags. Die Vormittagsicht ist im Sommer stets die schlechteste. Im Winter sinkt die Mittag- und Abendsicht auf den Wert der Vormittagsicht, ja selbst unter diesen herab.

Ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen der Mittag- und Abendsicht: Die beste Sichtbarkeit der Sichtziele besteht abends im Mai, mittags dagegen fast überall im April. Das Hauptmaximum im Jahresverlauf des Tagesmittels mit der besten Sicht im Mai oder Juni ist also durch den überragenden Einfluß der Abendwerte bedingt. Die Verschiebung der besten Sicht im Jahresverlauf der Abendwerte gegenüber den Mittagwerten scheint eine lokale Eigentümlichkeit zu sein, ebenso auch das Maximum im

Mai und Juni. A. Peppler<sup>1)</sup> fand in Karlsruhe das Häufigkeitsmaximum der Sichtweiten über 4.6 km im Mai und Juli, W. Peppler<sup>2)</sup> fand in Friedrichshafen die beste Sicht sowohl nachmittags als auch abends im April und August. Gerade diese Untersuchung der Sichtverhältnisse von Friedrichshafen, die sich genau wie die vorliegende Bearbeitung auf die Notierung einer Anzahl von Sichtzielen stützt, zeigt sehr schön den gleichmäßigen Verlauf der Sommersicht mit ihren geringen Schwankungen, denen der rasche Abfall im März und September und Oktober gegenübersteht. Aus der Arbeit von A. Peppler lassen sich noch Sichtbeobachtungen von Hamburg in Upsala vergleichen. Auch hier liegen die Maxima im Mai und August. Für den geringen Rückgang der Sicht in den Hochsommermonaten wird man allge-

Tabelle 3. Mittlere Häufigkeiten der Sichtbarkeit 1899 bis 1923.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
	Vormittag												
Heidelberg . . . . .	63.9	71.0	79.2	84.4	86.6	87.8	84.1	82.7	83.9	66.1	58.5	59.0	75.6
Ladenburg . . . . .	40.4	43.4	53.1	62.4	63.0	65.3	57.1	56.9	44.7	38.4	35.1	38.0	49.8
Rheinau . . . . .	31.5	34.9	39.8	51.2	46.8	49.2	40.6	41.8	34.9	41.5	29.7	32.4	38.7
Mannheim . . . . .	19.1	19.4	22.8	36.5	32.3	34.6	26.7	26.3	19.7	16.6	17.8	19.7	24.3
Worms . . . . .	3.8	3.1	4.8	9.3	7.9	6.3	5.6	4.3	4.0	3.5	4.3	4.8	5.2
Haardt . . . . .	16.1	19.5	19.6	24.8	17.6	20.3	19.2	21.4	17.0	17.8	16.5	19.2	19.1
Donnersberg . . . . .	10.1	11.5	11.7	12.9	12.2	8.9	10.1	12.8	9.6	9.6	10.7	12.0	11.0
Soonwald . . . . .	0.6	1.2	1.9	1.7	1.1	1.5	1.2	1.1	0.7	1.0	1.2	2.3	1.3
Bingerwald . . . . .	0.7	1.2	1.6	1.6	1.0	1.5	0.4	0.9	1.0	1.1	1.2	2.2	1.2
Kalte Herberg . . . . .	1.0	1.3	1.6	1.5	1.1	1.7	1.2	1.1	0.8	1.0	1.6	2.1	1.3
Hohe Wurzel . . . . .	1.7	1.4	1.8	2.3	1.5	1.7	1.3	1.2	1.0	1.4	2.4	2.5	1.7
Hohe Kanzel . . . . .	1.5	0.9	1.4	2.0	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.8	2.0	2.2	1.5
Königstuhl . . . . .	70.6	77.2	82.9	87.6	88.0	90.1	85.2	84.9	81.7	79.8	70.3	66.8	80.4
Michelsberg . . . . .	69.7	76.4	82.8	87.9	87.2	89.3	84.4	83.9	80.7	77.7	66.8	65.7	79.4
Weißer Stein . . . . .	63.9	70.9	77.4	84.9	84.5	86.5	79.6	78.9	74.9	73.4	62.4	58.4	74.6
Oelberg . . . . .	63.2	70.4	78.7	84.8	84.3	85.4	80.1	78.9	75.6	72.9	61.2	59.7	74.6
Eichelberg . . . . .	47.7	53.4	62.8	72.1	76.3	74.6	68.8	69.6	61.9	57.6	47.2	44.6	61.4
Vorberge . . . . .	31.0	34.8	41.7	51.1	51.5	48.1	42.9	42.7	38.5	38.4	31.5	32.1	40.4
Tromm*) . . . . .	31.5	40.9	41.9	52.6	51.1	51.7	40.6	52.1	40.2	42.1	35.3	30.5	42.5
Neunkircher Höhe . . . . .	23.6	24.9	31.0	40.7	41.3	38.1	33.5	34.1	32.1	30.6	24.5	23.7	31.5
Melibokus . . . . .	23.4	24.1	31.1	38.7	37.9	36.1	30.8	33.3	30.9	29.6	25.0	23.7	30.4
Feldberg . . . . .	5.6	6.7	4.4	4.8	6.6	3.1	2.6	2.7	4.9	5.3	5.4	5.5	4.8
	Mittag												
Heidelberg . . . . .	70.0	81.1	89.9	95.2	94.1	93.8	95.3	95.7	90.6	86.0	73.0	67.3	86.0
Ladenburg . . . . .	47.1	53.8	70.9	85.9	85.9	88.3	85.9	87.6	72.8	60.0	44.6	43.0	68.8
Rheinau . . . . .	35.7	41.8	59.8	76.7	77.3	80.0	73.5	76.5	62.6	48.5	35.3	34.0	58.5
Mannheim . . . . .	25.8	28.4	44.9	64.1	43.3	65.1	57.1	63.0	48.8	35.0	24.7	22.2	45.2
Worms . . . . .	7.5	8.7	14.0	34.9	34.1	31.2	28.4	29.1	19.9	12.5	6.7	6.9	19.5
Haardt . . . . .	15.6	16.9	24.4	40.5	38.3	35.6	32.3	35.0	22.9	16.2	14.5	16.7	25.7
Donnersberg . . . . .	6.9	8.3	11.7	22.3	18.1	16.4	16.8	20.0	11.0	8.1	7.2	10.5	13.1
Soonwald . . . . .	0.7	0.8	2.6	4.8	3.8	2.4	2.4	2.6	1.4	1.2	1.2	2.7	2.2
Bingerwald . . . . .	1.0	0.8	2.4	4.7	3.8	2.1	2.3	2.4	1.3	1.3	1.0	2.2	2.1
Kalte Herberg . . . . .	1.0	0.4	2.5	5.5	4.6	1.8	2.3	3.1	1.4	1.2	1.1	2.2	2.3
Hohe Wurzel . . . . .	1.5	0.8	2.9	5.6	4.8	2.2	2.7	2.8	1.4	1.2	1.0	2.2	2.4
Hohe Kanzel . . . . .	1.0	0.8	2.9	5.5	4.8	2.4	2.0	3.0	1.4	0.9	1.0	1.9	2.3
Königstuhl . . . . .	76.3	85.1	90.2	95.2	94.0	93.6	94.9	95.3	91.8	89.3	81.1	74.3	88.4
Michelsberg . . . . .	73.9	84.1	90.2	95.1	94.1	93.3	95.0	95.3	91.4	88.7	78.3	71.6	87.6
Weißer Stein . . . . .	68.3	76.9	87.4	93.9	92.9	92.9	93.7	94.6	87.6	84.7	72.8	65.4	84.3
Oelberg . . . . .	65.2	74.4	85.2	93.8	92.6	92.6	93.0	93.9	86.7	83.2	70.6	65.4	83.1
Eichelberg . . . . .	51.1	59.2	72.0	84.7	86.3	86.2	84.7	83.0	74.8	68.7	52.1	48.0	70.9
Vorberge . . . . .	33.0	35.7	51.7	70.7	69.9	69.0	65.5	68.4	52.6	42.0	32.5	30.7	51.8
Tromm*) . . . . .	31.2	40.0	54.8	69.0	69.5	67.8	64.5	67.9	51.3	48.1	37.8	30.9	53.6
Neunkircher Höhe . . . . .	23.0	24.7	37.3	58.7	59.5	54.2	51.5	52.8	42.1	32.3	24.0	22.6	40.2
Melibokus . . . . .	23.0	24.1	35.3	58.8	57.0	54.9	53.0	53.6	41.0	29.7	22.9	22.2	39.6
Feldberg . . . . .	3.4	2.0	2.3	6.1	5.8	2.4	3.5	3.4	1.5	2.0	1.8	3.4	3.1

\*) 1900–1907 und 1911–1914.

1) A. Peppler, Ergebnisse von Sichtmessungen in Karlsruhe mit vergleichenden Untersuchungen. Beitr. zur Phys. d. fr. Atm. XIII, 64–114, 1927.

2) W. Peppler, Über die Sichtverhältnisse am Bodensee. Zeitschr. f. angew. Meteorol. 46, 311–320, 1929.

Tabelle 3 (Fortsetzung).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
	A b e n d												
Heidelberg . . . . .	67.7	81.1	89.4	93.5	94.0	96.0	94.6	96.4	90.1	85.9	68.7	64.6	85.2
Ladenburg . . . . .	42.8	52.6	69.9	82.3	87.2	87.8	83.3	86.6	71.5	60.2	37.8	37.3	66.6
Rheinau . . . . .	33.3	41.4	58.4	73.5	79.3	77.4	74.5	78.9	63.7	48.2	41.7	29.6	57.5
Mannheim . . . . .	20.6	25.9	41.5	60.0	64.7	62.6	58.3	58.2	44.2	32.2	18.0	17.5	42.0
Worms . . . . .	4.4	7.0	13.5	31.9	33.3	31.5	27.3	25.6	19.6	9.0	5.4	5.7	17.9
Haardt . . . . .	15.3	21.3	30.6	47.5	49.6	45.7	44.4	49.1	31.2	21.6	15.5	14.7	32.2
Donnersberg . . . . .	7.6	11.2	18.8	29.9	33.3	28.8	29.3	32.0	8.9	12.2	7.2	9.5	19.1
Soonwald . . . . .	0.8	2.1	5.0	10.1	14.7	11.0	11.0	10.5	6.4	2.9	0.8	1.1	6.4
Bingerwald . . . . .	0.9	2.1	4.9	11.6	13.6	11.4	10.9	10.5	6.3	2.8	0.8	1.0	6.4
Kalte Herberg . . . . .	1.2	2.3	4.3	11.7	14.7	12.2	12.1	9.2	6.3	2.2	0.5	1.2	6.5
Hohe Wurzel . . . . .	1.3	2.3	4.3	12.8	14.4	11.5	12.1	9.0	6.1	1.9	0.6	1.3	6.5
Hohe Kanzel . . . . .	1.0	1.6	4.4	12.1	2.8	10.6	10.9	8.6	5.2	1.6	0.4	1.3	5.9
Königstuhl . . . . .	75.0	86.5	90.5	93.9	94.6	95.4	94.8	96.6	91.3	89.5	78.5	69.6	88.0
Michelsberg . . . . .	73.2	85.8	90.2	94.0	94.5	95.8	94.6	96.6	91.0	88.6	76.1	68.8	87.4
Weißer Stein . . . . .	69.3	79.6	87.2	91.3	92.7	94.7	93.4	95.3	87.9	85.9	71.4	64.5	84.4
Oelberg . . . . .	67.5	77.3	86.1	92.0	93.7	95.0	94.0	95.3	87.4	85.9	69.2	64.2	84.0
Eichelberg . . . . .	49.8	57.5	69.7	81.9	87.8	87.6	83.3	88.0	76.1	69.2	46.7	41.6	69.9
Vorberge . . . . .	31.2	35.9	50.4	70.1	76.1	73.3	69.4	70.4	58.6	44.4	28.0	25.2	52.8
Tromm*) . . . . .	32.3	31.8	49.9	72.8	73.7	74.7	65.3	75.8	56.4	50.5	34.8	27.4	53.8
Neunkircher Höhe . . . . .	20.6	28.1	37.3	59.6	65.1	61.7	56.6	51.1	41.8	32.4	20.7	18.5	41.6
Melibokus . . . . .	21.1	27.2	37.9	60.9	64.2	63.3	57.5	60.2	45.7	33.2	20.7	19.8	42.6
Feldberg . . . . .	2.6	3.0	4.8	10.5	14.0	12.8	11.0	9.3	5.6	2.0	1.0	2.5	6.6

\*) 1900–1907 und 1911–1914.

mein Monsunerscheinungen (erhöhter Wasserdampfgehalt, verstärkte Bewölkung) verantwortlich zu machen haben. Einen weiteren Vergleich ermöglicht noch eine Zusammenstellung der Häufigkeiten der Sichtweiten über 10 km in Nürnberg von Stöbe<sup>1)</sup>, die Maxima im Mai und Juli zeigen, bei ebenfalls nur sehr geringen Schwankungen während der Sommermonate.

### C. Die tägliche Periode der Sicht.

Unter normalen Umständen ist auf dem festen Lande die tägliche und jährliche Periode der Sicht hauptsächlich bedingt durch die wechselnde Stärke der Konvektion und des Austauschs und durch die verschiedene Aufhellung des Luftraumes. Sieht man von lokalen Eigentümlichkeiten (vgl. z. B. die Sichtverhältnisse von Friedrichshafen am Bodensee) ab und liegen nur Messungen bei Tageslicht vor, so bleibt maßgebend vor allem der tägliche und jährliche Gang der thermisch bedingten Konvektion. Verstärkte Konvektion verbessert in den unteren Schichten die Sicht, da dunstreiche Luft in die Höhe und zum Ersatz dunstfreie Luft aus den höheren Schichten herabgeführt wird. So findet die Unterteilung des jährlichen Ganges der Sicht in einen Sommer- und einen Winterzeit seine Erklärung. In gleicher Weise muß man aber auch einen Tagesgang erwarten, in der Art, daß die Sicht vom Morgen zum Mittag ansteigt. Optische Trübung durch Schlierenbildung infolge der verschiedenen Dichte der verfrachteten Luftquanten würde dem entgegenwirken. Diesen Einfluß schätzt A. Peppeler nur gering ein. In der Tat ist im Sommer an allen Stationen die Mittagszeit besser als die Vormittagszeit. Am Abend ist die Sicht teils ebenso gut, teils aber auch noch besser als am Mittag. Entferntere Sichtziele – Neunkircher Höhe, Melibokus, Haardt, Donnersberg, Rheingauberge – sind besonders von Mai bis August abends erheblich häufiger zu sehen als um die Mittagszeit. Da die Konvektion nachläßt, ist diese abendliche Sichtbesserung nur durch Wegfallen der optischen Trübung durch Schlierenbildung zu erklären, wodurch gerade die Sichtbarkeit der entfernteren Ziele um Mittag erschwert wird. Dieser sichtbestimmende Faktor ist also nicht völlig zu vernachlässigen, wenn er auch gegenüber der dunstvermindernden Wirkung der Konvektion zurücktritt. Auch in Friedrichshafen ist die Sicht abends besser als am Mittag.

Im Winter fehlt praktisch die thermische Konvektion. Demgemäß sind die Unterschiede in den Häufigkeitszahlen der einzelnen Termine nur gering. Die Orte in der Ebene sind auch in dieser Jahreszeit um Mittag am häufigsten zu sehen. Die Abendsicht ist die schlechteste. Man wird hier an Nebelbildung

<sup>1)</sup> W. Stöbe, Der Gang der Tag- und Nachtsicht. Erf.-Ber. d. D. Flugwetterdienstes, 2. Sonderband, 29–33, 1932.

oder zumindest starke Dunstbildung denken müssen. Die Inversionsbildung am Abend verhindert ferner ein Aufsteigen des Industrierauches. Man könnte sich vorstellen, daß durch einen Talwind des Neckartals später eine gewisse Ventilation und Dunstauflösung eintritt, die zu einer Besserung der Sichtverhältnisse am Morgen führt. Nur Worms ist stets am Abend besser zu sehen als am Morgen.

Die Hauptmasse des Rheintaldunstes hat sich am Morgen bereits unterhalb 500 m abgesetzt. Jedenfalls ist im Winter morgens die beste Möglichkeit über die Rheinebene hinweg nach der Haardt, nach dem Donnersberg und nach den entfernten Bergen des Taunus zu sehen. Auch die entfernteren Odenwaldberge sind morgens am besten zu sehen.

Den überragenden Einfluß der Konvektion soll noch eine Tabelle darlegen (Tabelle 4), die das Verhältnis der Sicht am Vormittag zur Sicht am Mittag für eine ausgewählte Anzahl von Sichtzielen angibt. Ihnen werden die entsprechenden Zahlen von A. Peppeler für Karlsruhe und W. Peppeler für Friedrichshafen gegenübergestellt.

Tabelle 4. Verhältnis der Sicht mittags:morgens.

Sichtziel	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Heidelberg . . . . .	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1
Worms . . . . .	2.0	2.8	2.9	3.7	4.3	4.6	5.1	6.8	5.0	3.6	1.6	1.4	3.8
Neunkircher Höhe . . . . .	0.98	1.0	1.2	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.1	0.98	0.95	1.3
Donnersberg . . . . .	0.68	0.72	1.0	1.7	1.5	1.8	1.7	1.6	1.1	0.85	0.67	0.87	1.2
Bingerwald . . . . .	1.4	0.67	1.5	2.9	3.8	1.4	5.7	2.7	1.3	1.2	0.83	1.0	1.8
Feldberg . . . . .	0.61	0.30	0.52	1.3	0.88	0.78	1.3	1.3	0.31	0.38	0.33	0.62	0.65
Häufigkeit der Sichtweiten über 39 km in Karlsruhe	2.5	2.9	2.4	2.8	1.2	1.3	1.0	1.6	2.8	2.8	1.5	3.6	1.9
Häufigkeit der Sichtweiten 26—50 km in Friedrichsh.	0.97		1.5			0.99			1.5			—	

Der Einfluß der Konvektion ist danach für die Schrägsicht nach Orten in der Ebene größer als in Karlsruhe und in Friedrichshafen. Das ist verständlich, denn man wird von vornherein einen größeren Einfluß erwarten über Land als über Wasser, ferner über stark durch industrielle Einflüsse getrübttem Gelände. In beiden Fällen sind mehr Dunstpartikel vorhanden. Die Sicht nach den Odenwaldbergen (vgl. Neunkircher Höhe) unterliegt dagegen nicht den großen Schwankungen zwischen Vormittag und Mittag. Das Verhältnis der Mittagsichtbarkeit zur Vormittagsichtbarkeit schwankt nur zwischen 0.95 und 1.5. Der Sehstrahl verläuft dabei größtenteils über bewaldetem hochgelegenen Untergrund ohne starke Dunsttrübung.

Die Sichtbarkeit des Feldbergs unterliegt anderen Gesetzmäßigkeiten. Wir haben darauf schon oben verwiesen. Wenn starke Konvektion die Sicht nach tiefgelegenen Zielen verbessert, weil die trübenden Partikel nach oben geschafft werden, so muß von einer gewissen Höhe an eine Dunstreicherung am Mittag

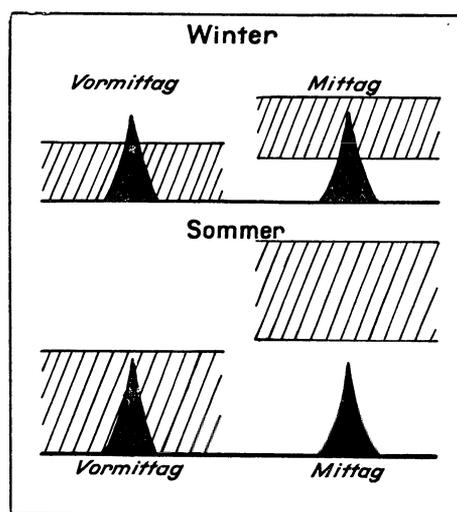


Abb. 4. Zur Erklärung der Sicht nach Bergen (wechselnde Lage und Höhe der Bodendunstschicht).

und damit eine Verschlechterung der Sicht vom Vormittag zum Mittag stattfinden. Maßgebend ist dabei weniger die absolute Meereshöhe als vielmehr die Höhe über dem Untergrund, der ja schließlich die Dunstpartikel liefert. Am ehesten wird sich also der Sichtrückgang vom Morgen zum Mittag bei der Sicht über die Ebene hinweg nach entfernten Bergen äußern. Der Donnersberg mit 680 m Meereshöhe liegt zum überwiegenden Teil des Jahres noch in der Bodendunstsicht. Nur in den Wintermonaten Oktober bis Februar ist die Sicht am Morgen besser als am Mittag. Im März und September besteht praktisch Gleichheit. In den Sommermonaten ist die Sicht um Mittag besser. Grob schematisch lassen sich diese Verhältnisse nach Abbildung 4 erklären. Wir nehmen an, daß im Winter am Morgen ein einheitliches Dunstpaket bis vielleicht 500 m Höhe liegt. Durch die schwache Konvektion wird es am Mittag um 200 m gehoben und deckt damit bereits den Gipfel des Donnersberges zu und verhindert so dessen Sichtbarkeit. Im Sommer soll am Morgen ein etwas mächtigeres, vielleicht 700 m dickes Dunstpaket in der Rheinebene liegen. Die verstärkte Konvektion wird es nunmehr aber vielleicht 800 m anheben, so daß es um Mittag bereits um einige 100 Meter über dem Donnersberg liegt und so auch ihm Sichtbesserung bringt. Beim Feldberg im Taunus liegen dann offenbar die Verhältnisse so, daß er auch im Sommer, abgesehen von Juli und August — wo er häufiger am Mittag als am Vormittag zu sehen ist —, in die durch die Konvektion angehobene Dunstsicht gerät. Da etwa im Mai der geringste Tagesgang der Sichtbarkeit des Taunus vorhanden ist, muß man in folgerichtiger Durchführung unserer schematischen Vorstellung annehmen, daß durch die Konvektion das über der Rheinebene lagernde Dunstpaket tatsächlich im Mai um rund 800 m angehoben wird.

#### D. Die Häufigkeit verschiedener Sichtweiten.

Aus Abbildung 2 läßt sich die Häufigkeit bestimmter Sichtweiten, also etwa die Häufigkeit von Sichtweiten zwischen 5 und 15 km, entnehmen. Denn die Angabe, daß ein Ziel in N km Entfernung n-mal zu sehen war, ein Ziel in M km Entfernung dagegen nur m-mal, bedeutet, daß in n-m Fällen die Sichtweite zwischen N und M km lag. Mit dieser Angabe bekommen wir Anschluß an die übliche Bestimmung der Sicht durch Angabe der Entfernung, in der ein Sichtziel unsichtbar wird. Die Berechnung wurde nur für die Mittagsicht durchgeführt und zwar nur für die horizontale Sicht nach den Bergen verschiedener Entfernung (Tabelle 5).

Tabelle 5. Häufigkeit der horizontalen Sichtweiten in %. (Mittagsbeobachtungen 1899–1923.)

Monat	unter 5 km	5–15 km	15–25 km	25–35 km	35–45 km	45–55 km	55–65 km	65–75 km	75–85 km	85–95 km	über 95 km
Januar . . . . .	<b>29.0</b>	27.0	12.5	7.9	6.0	5.8	4.0	1.8	1.7	0.9	3.4
Februar . . . . .	18.0	<b>29.0</b>	14.0	12.1	8.0	5.7	5.2	2.7	1.3	1.8	2.0
März . . . . .	11.4	<b>21.6</b>	12.5	<b>15.5</b>	11.0	9.0	7.5	4.4	2.8	2.0	2.3
April . . . . .	5.9	<b>14.1</b>	11.0	9.5	11.3	<b>14.8</b>	11.9	7.3	4.7	2.4	6.1
Mai . . . . .	6.8	11.1	<b>12.3</b>	10.8	13.0	<b>15.5</b>	12.4	6.1	3.9	2.3	5.8
Juni . . . . .	6.9	12.1	<b>13.0</b>	12.2	<b>13.7</b>	<b>13.6</b>	12.3	7.4	4.0	2.4	2.4
Juli . . . . .	5.6	<b>15.9</b>	14.0	12.0	<b>13.2</b>	<b>13.3</b>	9.8	6.0	4.4	2.3	3.5
August . . . . .	5.0	<b>18.0</b>	9.5	12.5	<b>15.4</b>	11.4	8.2	7.0	5.9	3.7	3.4
September . . . . .	9.4	<b>23.2</b>	16.2	9.7	<b>12.5</b>	11.5	7.1	4.2	2.4	2.3	1.5
Oktober . . . . .	13.0	<b>24.6</b>	14.3	<b>15.1</b>	13.0	6.3	5.2	2.8	2.2	1.5	2.0
November . . . . .	23.4	<b>29.4</b>	9.2	<b>12.0</b>	8.9	5.2	4.7	2.6	2.0	0.8	1.8
Dezember . . . . .	<b>32.9</b>	25.2	11.0	7.9	5.0	4.0	4.0	2.6	2.4	1.6	3.4

Nach Tabelle 5 nimmt in den beiden Wintermonaten Dezember und Januar die Häufigkeit der Sichtweiten nach einem Maximum bei den Sichtweiten unter 5 km gleichmäßig ab. Im Sommer dagegen tritt außer dem Häufigkeitsmaximum bei niedrigen Sichtweiten, das sich gegenüber den Winterwerten auf Sichtweiten um 20 km verschoben hat, ein weiteres Maximum bei Sichtweiten um 50 km auf, das sich im Jahresverlauf ganz gesetzmäßig verschiebt. Es fällt noch im Februar mit dem Häufigkeitsmaximum der niedrigen Sichtweiten zusammen, rückt im März auf 25–35 km und liegt im April bis Juli bei 45–55 km. Dann verschiebt es sich wieder nach niedrigeren Werten der Sicht (September 35–45 km, Oktober und

November 25–35 km). Bei der Berechnung der Tabelle 5 sind übrigens im August die Häufigkeitswerte für die Sichtbarkeit der Tromm nicht berücksichtigt worden. Sie fallen ganz aus dem Rahmen heraus, wie auch ein Vergleich mit den sonst etwa gleich großen Werten für die Sichtbarkeit der Vorberge des Melibokus zeigt. Da von der Tromm nur 12-jährige Beobachtungen vorliegen, ist das abweichende Verhalten erklärlich.

Mit diesen Zahlen vergleichbar sind höchstens die Häufigkeitswerte der Sichtweiten, die A. Peppler für Karlsruhe und G. Eicker<sup>1)</sup> für Frankfurt, Fürth und Stuttgart geben. Sonstige Bearbeitungen von Sichtschätzungen etwa nach der internationalen Skala oder nach Sichtstufen, die durch die zufällige Entfernung der Sichtziele gegeben sind, erfüllen nicht die notwendige Voraussetzung gleichgroßer Sichtweitenintervalle. Mit den Angaben von A. Peppler vergleichbar ist zunächst die Häufigkeit der Sichtweiten unter 5 km (bei Peppler unter 4.6 km). Die Arbeit Peppers gründet sich zwar auf Messungen mit dem Wigandschen Stufensichtmesser. Da aber 4.6 km gerade die Entfernung des

Tabelle 6. Häufigkeit der Sichtweiten unter 5 km (%). (Mittagswerte.)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Königstuhl . . . . .	29.0	18.0	11.4	5.9	6.8	6.9	5.6	5.0	9.4	13.0	23.4	32.9	.
Karlsruhe . . . . .	28	8	2	4	.	.	.	2	2	8	21	35	9.3

benutzten Zieles ist, fällt für diesen Schwellenwert die Verschiedenheit der beiden Methoden weg. Die Gegenüberstellung der beiden Reihen (Tabelle 6), die das eine Mal die Horizontalsicht in etwa 600 m Höhe, das andere Mal die Horizontalsicht in etwa 200 m Höhe darstellt, lassen einen ähnlichen Verlauf erkennen. Im Sommer sind jedoch die Sichtbedingungen in Karlsruhe erheblich besser, Sichtweiten unter 5 km kommen vom Mai bis Juni überhaupt nicht vor. Man geht wohl nicht fehl, wenn man für diese Benachteiligung des Königstuhls die Fälle verantwortlich macht, wo tiefe Wolken den Beobachtungsort selbst einhüllen. Im Winter hat der Königstuhl etwas bessere Sicht.

Bei den höheren Sichtweiten tritt bei den Werten Peppers ein ausgesprochenes Häufigkeitsmaximum der Sichtweite 39 km und zwar in allen Monaten hervor. Dieser Sichtweite entspricht die Filterzahl 9 des Wigandschen Sichtmessers. Die Realität dieser Häufungsstelle scheint uns zweifelhaft. H. Berg<sup>2)</sup> hat zwei Sichtmesser der Badischen Landeswetterwarte miteinander verglichen, darunter auch das von A. Peppler zu seiner Untersuchung benutzte Instrument. Es ergab sich dabei, daß gerade dieses Instrument gegenüber dem anderen bei den Sichtstufen 8 und 9 um mehr als eine Stufe abweicht. Das kann bei der Beobachtung sich so auswirken, daß die Stufe 9, die anscheinend zu dicht geraten ist, gegenüber den benachbarten bevorzugt angegeben wird. Hingewiesen sei hier auch auf die Ergebnisse Pollacks<sup>3)</sup> bei der exakten Nachprüfung der optischen Eigenschaften des Wigandschen Stufensichtmessers. Der Verdacht liegt nahe, daß das Häufigkeitsmaximum der Sichtweiten von 39 km in Karlsruhe instrumentell bedingt ist. Auffällig ist auch, daß es praktisch keine jahreszeitliche Verschiebung zeigt. Daß ein Häufigkeitsmaximum bei Sichtweiten zwischen 20 und 60 km vorhanden ist, lassen die Zahlen Peppers aber auch nach dieser Einschränkung vermuten.

Die Auswertung der nach der internationalen Skala angestellten Sichtschätzungen in Frankfurt, Fürth und Stuttgart durch Eicker lassen in Frankfurt und Fürth lediglich ein Häufigkeitsmaximum bei Sichtweiten unterhalb 5 km erkennen. Auch die Häufigkeitsverteilung zu den verschiedenen Jahreszeiten gibt für Frankfurt kein anderes Bild. Nur in Stuttgart ist ein zweites Maximum bei Sichtweiten um 15 km vorhanden.

Daß mit dem Ansteigen der Sicht vom Winter zum Sommer auch eine Verschiebung der häufigsten Sichtweiten nach höheren Sichtweiten parallel gehen muß, ist klar. Die Frage ist die: Ist das Vorhandensein zweier Maxima allein dadurch bedingt, oder offenbaren sich darüber hinaus damit die Luftmassenunterschiede? Nach der Auffassung Bergerons<sup>4)</sup> ist die opaleszente Trübung und damit auch die Sicht

1) E. Eicker, Versuch einer Auswertung von Sichtschätzungen. Zeitschr. f. angew. Meteorol. **49**, 1–7, 33–39, 65–73, 1932.

2) H. Berg, Sichtmessungen während der Abenddämmerung mit einem Wigandschen Stufensichtmesser. Erf.-Ber. d. D. Flugwetterdienstes, 7. Folge, Nr. 12, 107–110, 1932.

3) L. W. Pollack und W. Gerlich, Lichtelektrische Sichtmessungen I und II. Gerl. Beitr. z. Geophys. **35**, 55–65, **37**, 271–295, 1932.

4) T. Bergeron, Über die dreidimensional verknüpfende Wetteranalyse I. Geophys. Publ. Vol. V. Nr. 6. Oslo 1928.

ein charakteristisches Merkmal verschiedener Luftmassen. Polare oder arktische Luft soll gute Sicht bringen, subtropische Luft dagegen schlechte Sicht. Es ließen sich also wohl Häufungsstellen bei bestimmten Sichtweiten erwarten. Da polare Luftzufuhr im allgemeinen bei nördlicher Luftströmung stattfindet, wäre also bei nördlichen Winden besonders gute Sicht zu erwarten. Dem ist nun in Süddeutschland nicht so, jedenfalls nicht am Boden. A. Peppler hat festgestellt, daß Winde aus NW bis E in Karlsruhe ausgesprochen schlechte Sicht bringen, eine Tatsache, die schon Meidinger 1896 aufgefallen war. In der Rheinebene gehören diese Richtungen aber zu den ausgesprochen schwachen Strömungen. Daneben hält Peppler aber auch den Einfluß des Industriegebietes um Mannheim-Ludwigshafen nicht für ausgeschlossen. Auch in Friedrichshafen bringen Winde zwischen NW und NNE die geringste Sicht, so daß W. Peppler darin eine allgemeine Eigentümlichkeit von fast ganz Mitteleuropa mit Ausnahme der Küstengebiete sehen möchte. Am Alpenvorland wirkt der Stau bei nördlicher Luftzufuhr sichtverschlechternd. Bei langsamer Strömung ist auf dem Festland auch für polare Luftmassen genügend Zeit zur Aufnahme trübender Materie gegeben. Aus diesen Gründen hält es W. Peppler für aussichtslos, aus dem Sichtgrad auf die Herkunft der Luftmassen schließen zu können. Auch Keil<sup>1)</sup> kam für das Binnenland zu demselben Ergebnis. Dagegen geben Beobachtungen in Nordeuropa den erwarteten Luftmassenzusammenhang deutlich zu erkennen. Väisälä fand in Ilmala bei Helsingfors die beste Sicht bei NW, ebenso Hamberg in Upsala. Ohne Rücksicht auf die Windrichtung hat Eicker den Zusammenhang der Sicht mit verschiedenen Luftkörpern untersucht. Er findet tatsächlich in Frankfurt die beste Sicht bei polaren Luftkörpern (PM, PC, P). H. Tschierske<sup>2)</sup> hat ebenfalls die Abhängigkeit der Sicht von der Luftmasse untersucht. Er findet in ungestörten Luftmassen folgende mittlere Sichtweiten für Schrägsicht von Goldberg (Schl.) nach dem Riesen-, Iser- und Boberkatzbachgebirge (a) und für Horizontalsicht ins Land nach N (b).

Mittlere Sichtweiten in km in ungestörter Luftmasse.

	a	b
AK	56	48
TW	15	17
cPK	25	30
mPK	46	40

Trotz der Ergebnisse der beiden letztgenannten Autoren glauben wir nicht, daß sich in den beiden Häufigkeitsmaxima der Sichtweiten des Königstuhls Luftmassenunterschiede offenbaren. Dagegen sprechen neben den Ergebnissen von A. und W. Peppler auch die noch zu besprechenden Untersuchungen der meteorologischen Bedingungen bei besonders guter Sicht (Sichtbarkeit des Feldbergs).

### E. Meteorologische Voraussetzungen für extrem gute Sicht.

Wolf hat stets auch die Windverhältnisse in der Ebene nach den Rauchfahnen der Industriewerke bei Rheinau und in der Höhe der Odenwaldberge nach einer Windfahne auf dem Michelsberg angegeben. Wir beschränken uns hier auf eine Betrachtung der Windverhältnisse bei extrem guter Sicht, d. h. bei Sichtbarkeit des Feldberg i. T. Sie können uns Aufschluß geben über die meteorologischen Voraussetzungen für extrem gute Sicht. Für alle Beobachtungstermine, an denen der Feldberg zu sehen war, wurde der Wind in der Ebene und auf der Höhe des Königstuhls herausgeschrieben. Zunächst ergab sich, daß zwischen dem Wind in der Ebene und auf der Höhe keine große Abweichung bestand. Die häufigste Windrichtung in der Ebene (Rheinau) war bei Feldbergsichtbarkeit N bis E und S bis SW; fast völlig fehlten WSW bis NNW. Zu berücksichtigen ist die Schwierigkeit dieser Windangabe über 16 km Entfernung. Weiter ist bei einem Vergleich mit den Angaben des Windes auf der Höhe zu beachten, daß gerade bei Ostwind in der Höhe die Angabe für die dann oft unsichtbare Ebene vielfach fehlen. Es wurde daher lediglich der Wind in Höhe des Königstuhls einer näheren Betrachtung unterzogen. Tabelle 7 bringt die Häufigkeit der bei Feldbergsichtbarkeit vorkommenden Windrichtungen auf der Höhe des Königstuhls getrennt nach Jahreszeiten. Eine Unterteilung nach einzelnen Tageszeiten hatte keine Unterschiede in der Verteilung gebracht.

1) W. Keil, Windrichtung und Sicht. Beitr. z. Phys. d. fr. Atm. Hergesell-Festband, S. 87.

2) H. Tschierske, Zur Abhängigkeit der Sicht von der Luftmasse. Zeitschr. f. angew. Meteorol. 49, 307-312, 1932.

Tabelle 7. Häufigkeit der Windrichtungen bei Feldbergsichtbarkeit auf dem Königstuhl (1904–1923).

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	ESE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühling . . . . .	12	9	21	28	<b>78</b>	18	22	9	9	15	<b>28</b>	14	21	12	12	13
Sommer . . . . .	14	7	18	17	<b>53</b>	13	16	8	10	7	28	20	<b>28</b>	18	27	16
Herbst . . . . .	4	4	4	7	<b>59</b>	15	15	6	2	4	14	<b>14</b>	10	3	3	2
Winter . . . . .	6	1	12	21	<b>47</b>	30	16	5	9	7	8	8	3	8	8	4

Überwiegend beteiligt sind Winde aus E; eine schwache Häufung läßt sich noch bei Winden aus SW bis W erkennen. Winde aus südlichen Richtungen treten völlig zurück. Wenn schon nach diesen Zahlen an einer Bevorzugung der E-Winde nicht zu zweifeln ist, so muß doch noch gezeigt werden, daß diese Windverteilung nicht einfach der normalen Windverteilung auf dem Königstuhl entspricht. Denn sonst würde das ja bedeuten, daß Feldbergsicht bei jeder Wetterlage vorkommen kann. Um hierfür wenigstens einen Anhaltspunkt zu haben, wurde aus den Jahrbüchern (Baden) die Häufigkeit der Windrichtungen in den Jahren 1930 bis 1933 auf dem Königstuhl ausgezählt. Diese Jahrgänge standen gerade zur Verfügung; alle vier Jahre ergaben ungefähr dieselbe Verteilung. Die Angaben der Tabelle 7 wurden in Prozent umgerechnet und dabei die Zwischenwindrichtungen NNE, ENE usw. im Verhältnis der benachbarten Hauptrichtungen auf diese verteilt. Auch die Häufigkeit der Windrichtungen in den Jahren 1930 bis 1933 wurde in Prozent umgerechnet, so daß beide Reihen miteinander vergleichbar wurden (Tabelle 8).

Tabelle 8.

Häufigkeit der Windrichtungen in % bei Feldbergsicht auf dem Königstuhl (1904–1923) im Vergleich zur normalen Windverteilung (1930–1933).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Frühling . . . . .	7	10	35	10	5	15	11	7
normal . . . . .	3	10	14	17	5	25	11	15
Sommer . . . . .	9	9	26	8	5	11	16	15
normal . . . . .	3	9	12	16	6	29	14	11
Herbst . . . . .	4	4	47	14	2	16	11	3
normal . . . . .	2	7	15	19	6	33	9	9
Winter . . . . .	4	9	44	14	8	9	4	8
normal . . . . .	3	13	17	22	4	25	8	9

Winde aus E sind demnach zu allen Jahreszeiten erheblich häufiger, als der normalen Verteilung entsprechen würde. Auch N-Winde kommen etwas häufiger vor. Dagegen sind S- und SW-Winde bei Feldbergsicht nur in geringerer Zahl vorhanden, als der normalen Windverteilung entsprechen würde. Auch dieses Ergebnis spricht nicht dafür, daß gerade bei polaren Luftkörpern besonders gute Sicht herrscht. Es sind in Süddeutschland andere Faktoren erheblich wirksamer auf das Zustandekommen guter Sicht als die Luftmassenherkunft. Da in Karlsruhe die mittlere Sichtweite bei SW bis W am größten ist, sind in der Ebene wieder andere Verhältnisse maßgebend als in der Höhe der Odenwaldberge. Die beste Sicht herrscht auf dem Königstuhl nach unseren Ergebnissen auf der Südseite einer Antizyklone, wo eine Abgleitfläche bis unter die Höhe des Königstuhl herabreicht und kernarme Luft herabbringt. Die Ebene liegt dann oft noch unterhalb der Abgleitfläche, wo die durch die Sperrschicht herabgesetzte Konvektion gerade starke Dunstanreicherung hervorbringt (vgl. die bei Ostwind häufig fehlenden Windangaben aus der Ebene).

Weiteren Aufschluß über die Bedingungen besonders guter Sicht in der Höhe geben die Aufzeichnungen bei Höhenaufstiegen. An der Wetterflugstelle Köln wurde von Oktober 1936 bis Februar 1938 16mal der Taunus gesehen, und zwar bis auf einen Fall bei Vormittagaufstiegen. Je zwei Fälle fielen in den Mai und März, die übrigen in die Monate November bis Februar. Bei diesen 16 Fällen lag Westdeutschland 10mal auf der W-Seite einer Antizyklone, 3mal im Kern und einmal auf der Ostseite einer Antizyklone. Sämtliche Fälle sind durch eine niedrige Inversion gekennzeichnet, die entweder am Boden oder in geringer Höhe beginnt und Beträge bis zu 8 oder gar 10<sup>0</sup> erreicht. Darüber herrscht meist, jedoch

nicht immer, große Trockenheit. Die Sperrschicht ist im allgemeinen gleichzeitig Windgrenze, also tatsächlich eine Ableitfläche, nicht etwa nur eine Bodeninversion. Es genügt offenbar nicht, daß eine Mischung mit der dunsterfüllten Luft der Bodenschicht verhindert wird, sondern es muß besonders kernarme Luft aus der Höhe herabgebracht werden. Ein hoher Betrag der Inversion kann ersetzt werden durch größere Mächtigkeit. Es ist klar, daß diese Voraussetzungen über einen größeren Raum hinweg erfüllt sein müssen. Wolkenlosigkeit zwischen Beobachter und Sichtziel ist weitere Voraussetzung. Ein klassisches Beispiel für das Eintreten aller meteorologischen Bedingungen für besonders gute Sicht bieten die Vormittagsaufstiege vom 24. bis 26. Februar 1938. An diesen drei Tagen waren außer dem Taunus und den fernerer südwestdeutschen Gebirgen auch der Harz und Thüringerwald, ja am 25. auch genau im Süden am Horizont schwach die Alpen (Mont-Blanc-Massiv) zu sehen<sup>1)</sup>. Der Kern eines Hochs lag über Mitteldeutschland (Abb. 5), im Alpenvorland herrschte Föhn. Bis nach Oberitalien und im E bis jenseits der Elbe war

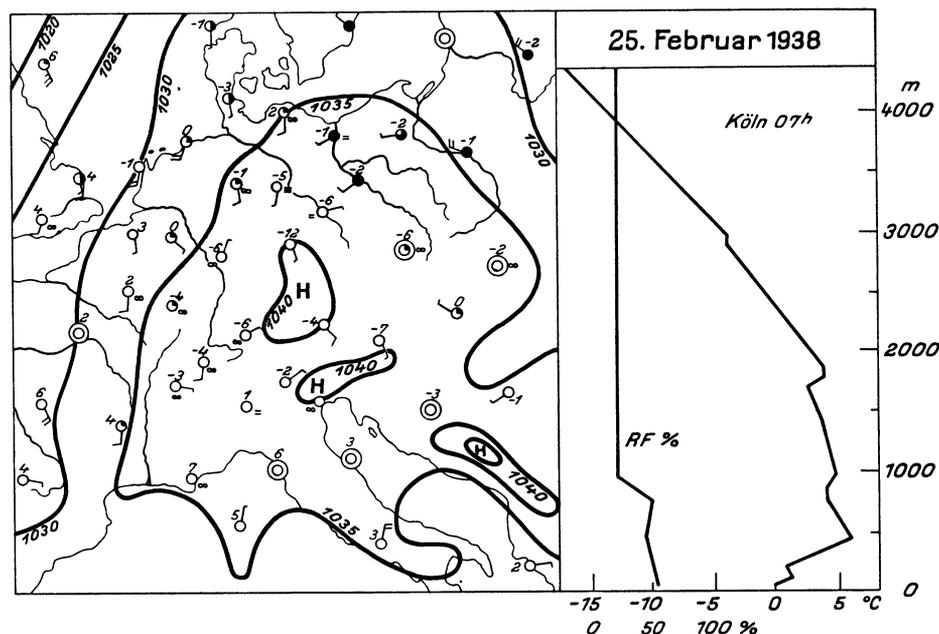


Abb. 5. Wetterlage bei Alpensicht aus 4000 m Höhe über Köln.

es völlig wolkenlos. Am 24. lag am Boden eine Inversion bis 600 m Höhe ( $-2.4/4.4^{\circ}$ ), am 25. war die Temperatur am Boden  $-0.4$ , in 500 m  $6.4^{\circ}$ . Die Sicht betrug am Boden nur etwa 6 km, der Dunst hörte in 500 bis 600 m ohne scharfe Grenze auf. Darüber betrug die relative Feuchtigkeit weniger als 25%.

In gleicher Weise wie für die Feldbergsicht wurden nun auch die Windverhältnisse bei besonders guter Schrägsicht in die Ebene (Worms sichtbar) untersucht und zwar für die Jahre 1910 bis 1913. Nun ist auch für die Schrägsicht ins Rheintal eine Sichtweite von 36 km noch nicht so selten, daß man dieselben eindeutigen Ergebnisse wie für eine horizontale Sichtweite von 95 km in 600 m Höhe erwarten konnte. Gute Schrägsicht kann zustande kommen durch günstige Verhältnisse in Höhe des Königstuhl und durch besonders günstige Verhältnisse in der Ebene, oder aber durch beides zusammen. So zeigen denn auch die Windverhältnisse bei guter Schrägsicht nicht dasselbe Bild auf dem Königstuhl wie in der Ebene (Tabelle 9). Auf dem Michelsberg weht häufig Ostwind, der in der Windverteilung der Ebene nicht besonders auffällt. Sowohl in der Ebene als auch auf der Höhe weht aber häufig ein Wind aus nördlicher Richtung. Hier wird man wohl an frische polare Luft denken können. Ostwind in der Höhe ist auffällig oft mit Nordwind in der Ebene gekoppelt; aber auch die anderen Windrichtungen zwischen N über E bis S kommen mit Ostwind in der Höhe häufig zusammen vor. Man muß annehmen, daß unter der Ableitfläche, die den Ostwind in der Höhe begleitet, in der Ebene schwache Winde wehen, die lokal leicht zu beeinflussen sind und so keine Richtung bevorzugen. Winde zwischen S und NNW in der Ebene

<sup>1)</sup> Der Breitenunterschied zwischen Köln und dem Mont-Blanc beträgt rund  $4.6^{\circ}$ . Auf diese Entfernung müßte eine Erhebung 7 km hoch sein, um wegen der Erdkrümmung noch aus 4000 m Höhe wahrnehmbar zu sein. Nun ist der Mont-Blanc zwar nur 4800 m hoch. Durch die Refraktion ( $35'$  am Horizont) wird aber auf die in Frage kommende Entfernung (533 km) ein Gegenstand um 5.4 km gehoben. Die Spitze des Mont-Blanc erscheint also 10.2 km hoch, ragt also noch mit 3.2 km oder mit rund  $20'$  über den Horizont.

Tabelle 9. Windverteilung in der Ebene und auf der Höhe bei guter Schrägsicht ins Rheintal (36 km).

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	Frühling															
Königstuhl . . .	9	4	9	9	<b>37</b>	18	14	3	3	3	15	<b>16</b>	5	5	14	<b>17</b>
Ebene . . . . .	<b>30</b>	7	22	10	9	13	11	3	13	10	<b>21</b>	10	5	2	3	10
	Sommer															
Königstuhl . . .	9	2	4	8	<b>43</b>	27	8	2	5	1	<b>31</b>	26	23	9	<b>14</b>	7
Ebene . . . . .	<b>36</b>	5	13	8	11	11	13	4	15	13	<b>41</b>	18	10	5	9	6
	Herbst															
Königstuhl . . .	2	—	2	5	<b>17</b>	11	3	—	1	1	<b>12</b>	8	6	1	4	<b>8</b>
Ebene . . . . .	<b>12</b>	4	9	2	7	1	2	2	6	7	<b>11</b>	8	2	1	5	2
	Winter															
Königstuhl . . .	4	1	1	4	<b>7</b>	2	3	—	—	—	5	<b>6</b>	3	1	<b>6</b>	—
Ebene . . . . .	<b>6</b>	2	4	1	3	1	1	—	1	3	<b>7</b>	4	4	1	3	—

kommen allerdings mit Ostwind in der Höhe zusammen nie vor. Häufig weht bei guter Schrägsicht sowohl in der Höhe als auch in der Ebene SW. Zu untersuchen ist noch, ob diese Windverteilung der normalen entspricht. Und zwar muß sich dieses Mal der Vergleich auf den Wind in der Ebene und auf den Wind in der Höhe erstrecken. Für den letzteren wurden wieder die Königstuhlbeobachtungen 1930 bis 1933, für den Vergleich mit der normalen Windverteilung in der Ebene die mittlere Verteilung der Windrichtung in Mannheim im gleichen Zeitraum benutzt (Tabelle 10).

Tabelle 10. Häufigkeit der Windrichtung in der Ebene und in der Höhe bei guter Schrägsicht im Vergleich zur normalen Windverteilung (%).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	1. Wind in der Ebene							
Frühling . . . . .	24	18	10	11	11	19	4	3
normal . . . . .	15	11	5	6	11	29	9	14
Sommer . . . . .	20	8	9	9	9	29	11	5
normal . . . . .	15	6	3	8	15	32	13	12
Herbst . . . . .	20	15	11	3	12	28	4	7
normal . . . . .	14	9	3	5	12	37	10	10
Winter . . . . .	17	15	10	2	2	32	15	7
normal . . . . .	15	15	4	5	13	31	6	10
	2. Wind in der Höhe							
Frühling . . . . .	10	7	31	12	2	17	6	15
normal . . . . .	3	10	14	17	5	25	11	15
Sommer . . . . .	6	2	31	8	2	22	18	10
normal . . . . .	3	9	12	16	6	29	14	11
Herbst . . . . .	6	4	37	6	1	22	12	11
normal . . . . .	2	7	15	19	6	33	9	5
Winter . . . . .	12	2	30	7	—	21	12	16
normal . . . . .	3	13	17	22	4	25	8	9

In der Tat tritt besonders gute Schrägsicht auf bei Winden aus N (auf dem Berge und in der Ebene) und bei Winden aus E. SW-Winde kommen dagegen weniger häufig vor, als es der normalen Verteilung entspricht. Wir können also sagen: Besonders gute Schrägsicht in die Rheinebene kann einmal vorhanden sein, wenn auch die Bedingung für besonders gute Sicht über den Odenwald hinweg vorhanden ist, da dann wenigstens ein Teil des Sehstrahles in der dunstarmen Luftschicht verläuft, außerdem aber auch bei Winden aus N und NNW (lebhaftere Turbulenz bei polarer Luftzufuhr).

### F. Säkulare Änderungen der Sicht.

Um festzustellen, ob im Laufe des Beobachtungszeitraumes eine Änderung der mittleren Sichtverhältnisse eingetreten ist, wurde für jedes Jahr die mittlere Anzahl der Termine berechnet, an denen das Ziel unsichtbar war. Und zwar wurde aus den 12 Monatsmitteln zunächst Jahresmittel für jeden Termin und aus diesen ein gemeinsames Mittel für alle Termine bestimmt. Für jedes Jahr der Reihe gab also eine Zahl an, an wieviel Tagen im Mittel aller Beobachtungstermine das Ziel unsichtbar war (Abb. 6). Da die Terminmittel denselben säkularen Gang zeigten, kann auf ihre Wiedergabe und Diskussion verzichtet werden.

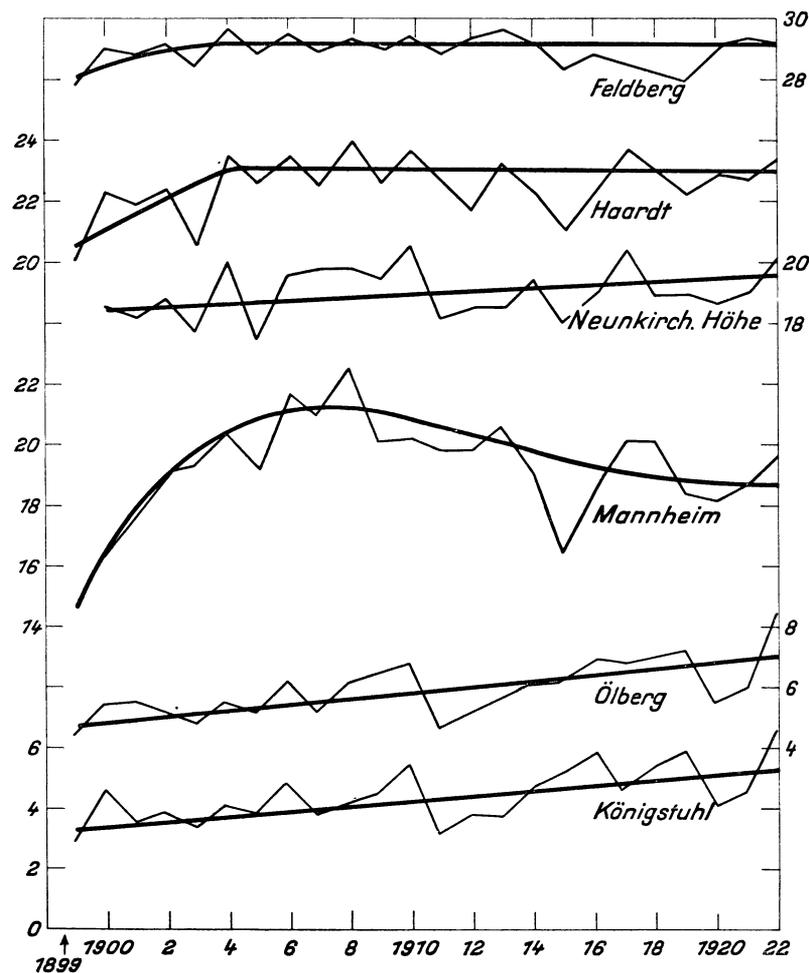


Abb. 6. Änderung der Sicht von 1899 bis 1922. (Ordinaten: Zahl der Tage, an denen im Mittel der Termine das Ziel unsichtbar war.)

Von den ausgewählten Sichtzielen gibt der Königstuhl direkt die Änderung der Nebelhäufigkeit im untersuchten Zeitraum wieder, der Ölberg und die Neunkircher Höhe sind Vertreter für den mehr oder weniger fernen Odenwald, der Feldberg für extrem gute Sicht, Mannheim für Schrägsicht in die Rheinebene und der Donnersberg für die Sichtmöglichkeit über die Rheinebene hinweg.

Aus den Notierungen der Königstuhlsichtbarkeit folgt, daß die Nebelhäufigkeit fast um die Hälfte zugenommen hat. Die Zunahme ist nicht gleichmäßig, zwischen 1911 und 1913 ist der Königstuhl wieder etwas häufiger sichtbar. Der gleichmäßige Anstieg der Kurve wird dadurch aber nicht verwischt.

Auch Ölberg und Neunkircher Höhe wurden im Laufe der Zeit immer häufiger unsichtbar. Epochen besserer Sichtbarkeit sind auch hier die Jahre 1911 bis 1913, bei der Neunkircher Höhe auch 1915. Die Sichtbarkeit der Haardt und des Feldberg nimmt in den ersten Jahren erheblich ab (bis etwa 1904). Dann verläuft die Kurve der Sichtbarkeit annähernd horizontal. Durch bessere Sichtbarkeit fallen bei dem Feldberg die Jahre 1914 bis 1918 heraus.

In die Rheinebene hinab nimmt die Sicht bis 1906 stetig und beträchtlich ab. Mannheim war 1899 an 14.6 Tagen unsichtbar, 1906 dagegen an 21.6. Dann aber setzt unverkennbar wieder eine Besserung der Sicht ein (auf etwa 19). Durch besonders gute Sichtverhältnisse fallen wieder die Jahre 1914 bis 1916 auf. Der Verlauf der Kurve ist dabei zu allen Terminen derselbe.

Für den Rückgang der Sicht zwischen 1899 und 1906 muß man wohl die zunehmende Industrialisierung verantwortlich machen. Es muß dahingestellt bleiben, ob der weitere Verlauf nur durch Zufälligkeiten bestimmt ist. Dem eindeutigen Rückgang der Sichtbarkeit des Königstuhl steht die Besserung der Schrägsicht nach der Rheinebene von 1906 an gegenüber, während die Sicht nach den entfernten Bergen keine Änderung zeigt. Eine mögliche Erklärung wäre folgende: Durch die Industrie wird auch nach 1906 die Luft in immer stärkerem Maße mit hygroskopischen Kernen angereichert und dadurch die Nebelhäufigkeit heraufgesetzt. Andererseits erfuhr aber die trockene Dunsttrübung eine Verminderung durch bessere Ausnutzung und Verwertung der Abgase und Aschenprodukte, so daß dadurch wieder eine Besserung der Schrägsicht nach der Ebene zu eintrat.

### Zusammenfassung.

1. Der jährliche Gang der Kurve der Sichtbarkeit bestimmter Sichtziele zerfällt in einen Sommerast (April bis August) mit guter Sicht und einen Winterast (November bis Februar) mit schlechter Sicht. Übergangsmonate sind März und September/Okttober. Das Maximum der Sicht fällt auf den Juni, ein sekundäres Maximum hat der August. Die schlechteste Sicht kommt im Dezember oder auch Januar vor.

2. Maßgebend für den Jahres- und Tagesgang der Sicht ist vor allem der Verlauf der thermischen Konvektion. Im Sommer steigt allgemein die Sicht vom Morgen zum Mittag, vielfach noch bis zum Abend an. Im Winter hat die Sichtbarkeit der entfernteren Berge einen anderen Tagesgang. Die beste Sichtmöglichkeit besteht am Morgen.

3. In der Häufigkeit der Sichtweiten treten zwei Maxima auf, eines bei geringen Sichtweiten, das sich vom Winter zum Sommer von weniger als 5 km auf 20 km verschiebt, eines bei großen Sichtweiten, das im Winter mit dem ersten zusammenfällt und sich gesetzmäßig auf 50 km im Sommer verschiebt. Ein Zusammenhang mit Luftkörpern ist nicht anzunehmen.

4. Extrem gute Sicht nach den Bergen kommt bei Ostwind vor, wenn eine niedrige Abgleitfläche noch unter die Höhen des Odenwaldes herabreicht und kernarme Luft herabbringt. Gute Schrägsicht nach der Ebene kommt außerdem bei Nordwind vor.

5. Von 1899 bis 1906 nimmt die Sicht allgemein erheblich ab. Danach wird die Schrägsicht nach der Ebene wieder besser, die Nebelhäufigkeit auf dem Königstuhl selbst nimmt aber weiterhin zu. Die Sichtbarkeit der entferntesten Ziele bleibt nach 1906 etwa gleich. Der mögliche Zusammenhang mit der zunehmenden Industrialisierung wird dargelegt.