

VS - NUR FÜR DEN DIENSTGEBRAUCH

AMT für WEHRGEOPHYSIK

Interner Bericht Nr 85177

Geophysikalische Beratung von
Hubschrauber-Nachttiefflügen
mit BiV-Brillen Teil 3

5580 Traben-Trarbach

Dezember 1985

AMT für WEHRGEOPHYSIK

W I 4 - Az 51-10-60

5580 Traben-Trarbach, . Dez. 1985

Mont Royal

Tel.: (06541) 18-1

Durchwahl: 18-3 79

Verfasser: RDir Kaßner

ROI Gunkel

RHS Korsch

Interner Bericht Nr 85 177

Geophysikalische Beratung von

Hubschrauber-Nachttiefflügen

mit BiV-Brillen

- Teil 3 -

Inhalt:

Seite:

1. Einleitung

1

2. Sichtung der Daten

1

3. Regressionsrechnungen

3

4. Vergleich mit dem BiV-Flugsichtdiagramm

6

5. Nachtheiligkeitmessungen

8

6. Literaturzusammenstellung

8

Tabellen: 8

9 - 16

Abbildungen: 4

17 - 20

1. Einleitung

Die Arbeitsgruppe "Geophysikalische Beratung von Hubschrauber-Nachttief-
flügen mit BiV-Brillen" beschloß auf ihrer Sitzung vom 26./27.03.1984,
das gegenwärtige geophysikalische Beratungsverfahren - insbesondere den
Zusammenhang zwischen BiV-Flugsicht, Normsicht und Beleuchtungsstärke -
durch systematische Erfassung von BiV-Flugsichtbeobachtungen auf brei-
ter Grundlage zu verifizieren und wenn möglich zu verbessern. Dazu
wurde ein neues Debriefing-Formblatt entworfen (Anlage 1), das auf
seiner Rückseite eine Beobachtungsvorschrift für die BiV-Sicht enthält.

Im November 1984 wurden die Hubschrauberverbände angewiesen, das De-
briefing durchzuführen. Bis zum September 1985 trafen bei AWGeophys ins-
gesamt 239 ausgefüllte Debriefing-Formblätter von den GeophysBSt in
Bückeburg, Neuhausen o.E., Niederstetten und Laupheim ein. Für die Mit-
arbeit dieser Verbände wird hiermit ausdrücklich gedankt. Das jetzt vor-
liegende Beobachtungskollektiv reicht für eine statistische Auswertung
aus. Das Verfahren und die Ergebnisse werden in diesem Internen Bericht
beschrieben.

2. Sichtung der Daten

2.1 Die ausgefüllten Debriefing-Formblätter enthielten insgesamt 421
BiV-Flugsichtmeldungen mit den dazugehörigen Wetter- und Beleuch-
tungsangaben. Diese Daten wurden vor der eigentlichen statistischen
Auswertung einer strengen Plausibilitäts- und Fehlerkontrolle unter-
worfen. Einige der Formblätter wurden an die GeophysBSt mit der
Bitte um Berichtigung bzw. Vervollständigung zurückgesandt. Danach
blieben noch 8 Formblätter und insgesamt 31 Datensätze unbrauchbar,
weil sie keine Angaben zum Hintergrund, unkorrekte Angaben zum Zeit-
punkt der BiV-Flugsicht-Beobachtung (Zeitspanne mit starker Änderung
der Globalbeleuchtungsstärke), keine Normsichtangabe, kein Datum
usw. enthielten.

Die Angaben zur Globalbeleuchtungsstärke wurden an Hand der
BUGeophysBDBw Nr 19 überprüft und in einigen Fällen berichtigt.

Für die statistische Auswertung eigneten sich 231 Formblätter mit
390 Datensätzen.

2.2 Einen Überblick über das gesamte Datenkollektiv geben die Tabellen 1 bis 5. Tabelle 1 enthält die Anzahl der Datensätze, deren Normsicht- und Beleuchtungsangaben in bestimmten vorgegebenen Intervallen liegt. Bemerkenswert erscheint hier, daß in einer Reihe von Datensätzen Angaben zur Globalbeleuchtungsstärke unter 1 mlx liegen.

Tabelle 2 gibt den Mittelwert und Tabelle 3 die Streuung der BiV-Flugsicht in den jeweiligen zweidimensionalen Normsicht-Beleuchtungsintervallen wieder. Der Wert "0.0" bedeutet in Tabelle 2, daß kein entsprechender Datensatz vorlag, und in Tabelle 3, daß die Streuung nicht ermittelt werden konnte, weil nur ein bzw. kein Datensatz für dieses Intervall im Kollektiv enthalten war. Auffällig sind in der Tabelle 2 neben dem allgemeinen Trend der mit der Normsicht und der Beleuchtungsstärke zunehmenden mittleren BiV-Flugsicht vereinzelte BiV-Flugsichtmittelwerte unter 1 km.

Dieses spiegelt sich auch in der Tabelle 4 wieder, die Minimalwerte der BiV-Flugsicht pro Normsicht-Beleuchtungs-Intervall enthält.

Es wurden BiV-Flugsichtwerte bis hinab zu 200 m angegeben. Damit sind die in der ArbGrp geäußerten Bedenken widerlegt, daß solche Werte nicht wahrheitsgemäß berichtet werden und die Auswertung in diesem Bereich deshalb wenig aussagekräftig sein wird.

Tabelle 5 schließlich enthält die maximalen Werte der BiV-Flugsicht pro Normsicht-Beleuchtungs-Intervall. Die vereinzelt Werte zwischen 5 und 10 km werden zwar für unrealistisch gehalten, beeinträchtigen die statistische Auswertung aber nur gering.

2.3 Tabelle 6 zeigt eine Zuordnung zwischen der vom Piloten gemeldeten BiV-Flugsicht und der prozentualen Häufigkeit der Bewertungen des Bildeindrucks. Diese Gegenüberstellung erlaubt eine gewisse Plausibilitätskontrolle. Schlechte BiV-Flugsichten sollten nämlich mit geringem Kontrast, schlechter Erkennbarkeit von Feinstrukturen und eventueller Bildtrübung einhergehen, und das Bild sollte überwiegend dunkel sein. Bei guten BiV-Flugsichten hingegen sollte das Bild hell, kontrastreich und ohne Trübung, und die Erkennbarkeit von Feinstrukturen sollte nur durch das Auflösungsvermögen der BiV-Brille begrenzt sein. Diesen Erwartungen entsprechend die Beobachtungsdaten im hohen Maße. Die Angaben der Piloten sind damit weitgehend widerspruchsfrei.

Interessant sind auch die Zeilen, die über die Blendung durch künstliches Licht und den Mond Auskunft geben. Bei mittleren bis schlechten BiV-Flugsichten (überwiegend niedriger Globalbeleuchtungsstärke) melden ca. 50 % der Piloten starke Blendung durch künstliches Licht. Der Anteil geht bei guten BiV-Flugsichten (höherer Globalbeleuchtungsstärke) auf ca. 25 % zurück.

Mondblendung wird nur in 12 % der Fälle gemeldet. Sie tritt bei guten BiV-Flugsichten und damit höherer Globalbeleuchtungsstärken (geringerer Bedeckung) häufiger auf.

Eine merkliche Aufhellung durch künstliches Licht registrierten 30 - 40 % der Piloten. Bei bedecktem Himmel und guten Normsichtweiten ist an jedem Ort der Bundesrepublik Deutschland mit einem örtlich sehr unterschiedlichen, aber nie ganz verschwindenden Beitrag der künstlichen Beleuchtung zur Gesamtbeleuchtungsstärke zu rechnen. Die Größe des Beitrages hängt u.a. ab von dem Reflexionsvermögen der Bewölkung und des Erdbodens, der Lage des Orts relativ zu den einzelnen Lichtquellen und der Normsicht. Die Abschätzung dieses Beitrages ist extrem schwierig. Bei niedrigen natürlichen Beleuchtungsstärken (d.h. auch niedrigen BiV-Flugsichten) macht er sich besonders bemerkbar.

3. Regressionsrechnungen

3.1 Für die weitere statistische Auswertung wurden multilineare Regressionsrechnungen mit folgendem Ansatz durchgeführt:

$$\ln R = a_0 + a_1 \ln V_N + a_2 \ln \ln (10 B)$$

mit R = BiV-Flugsicht (km)

V_N = Normsicht (km)

B = Beleuchtung (mlx)

a_0, a_1, a_2 = Scharparameter

Die Parameter a_0, a_1, a_2 wurden nach der Methode der kleinsten Abstandsquadrate ermittelt. Dieser Ansatz ist bereits früher begründet worden (1) und wurde bei allen bisherigen Auswertungen angewandt (1, 2), so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß.

3.2 Um ein einheitliches Datenkollektiv zu erhalten und die Streuung der Beobachtungsdaten möglichst einzugrenzen, wurden alle Datensätze aussortiert, die Regen oder schneebedeckten Erdboden enthielten. Es verblieben danach von den 390 noch 359 Datensätze. Die aussortierten 31 Datensätze sind für eine eigene statistische Auswertung zu wenige, sie wurden bei der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt.

3.3 Die Ergebnisse der Regressionsrechnungen sind in der Tabelle 7 zu finden.

Die erste Regressionsrechnung wurde mit dem gesamten Datenkollektiv (359 Datensätze) durchgeführt. Der für die Ausgleichskurvenschär errechnete Korrelationskoeffizient und die Streuung der Beobachtungsdaten um die Ausgleichskurven liegen in der gleichen Größenordnung, wie sie aus dem IB 83 119 bekannt ist. Die Scharparameter a_0, a_1, a_2 unterscheiden sich jedoch von den früheren Ergebnissen erheblich.

Für die zweite Regressionsrechnung wurden sechs Datensätze ausgeschlossen, die BiV-Flugsicht- oder Normsichtangaben unter 500 m enthielten. Korrelationskoeffizient und Streuung verbesserten sich leicht. Die Scharparameter bleiben gegenüber der ersten Rechnung innerhalb der Fehlergrenzen gleich.

Für den dritten Rechengang wurden die Datensätze ausgesucht, die keine Normsicht- oder BiV-Flugsichtangaben unter 500 m enthalten und bei denen der Pilot das Sichtziel vor dem Himmel als Hintergrund beobachtet hat. Es gibt nur 27 solcher Datensätze im Kollektiv. Für eine statistische Auswertung sind es zu wenige, wie auch der kleine Korrelationskoeffizient von 0,27 zeigt.

Alle weiteren Regressionsrechnungen (Tabelle 7, lfd Nr 4 - 14) wurden mit Datensätzen durchgeführt, die als Hintergrund für das Sichtziel die Angabe "Erde" oder "Wald" enthielten.

Ab der lfd Nr 5 wurden darüber hinaus die Datensätze ausgeschlossen, die BiV-Flugsicht- oder Normsichtwerte unter 500 m enthielten.

Für die Kollektive der Rechnungen lfd Nr 6 - 11 wurden die Obergrenzen der Normsichtangaben variiert, mit der Datensätze zu Regressionsrechnungen herangezogen wurden. Das Kollektiv lfd Nr 8, das nur Datensätze mit Normsichtwerten kleiner/gleich 6 km enthält,

...

weist mit 0,67 ein Maximum des Korrelationskoeffizienten in dieser Reihe auf, die Streuung der Beobachtungswerte um die Ausgleichskurvenschar hat mit 38 % ein Minimum. Die Scharparameter a_0, a_1, a_2 der Kollektive lfd Nr 6 - 11 variieren nur innerhalb der Fehlergrenzen. Die Ausgleichskurvenschar zur lfd Nr 8 ist offensichtlich am besten geeignet im Normsichtintervall 0 - 6 km die Abhängigkeit der BiV-Flugsicht von der Normsicht und der Beleuchtungsstärke bei dem Hintergrund "Erde/Wald" zu beschreiben.

Für die Rechnungen lfd Nr 12 - 14 wurden die Untergrenzen der Normsichtwerte von 4 - 6 km variiert. Die Korrelation dieser Kollektive mit den entsprechenden Ausgleichskurvenscharen ist erheblich schlechter. Das Maximum des Korrelationskoeffizienten beträgt 0,45 und das Minimum der Streuung 42 %. Beide Werte werden für das Kollektiv lfd Nr 13 erreicht. Der Scharparameter a_2 , der die Abhängigkeit der BiV-Flugsicht (Hintergrund "Erde/Wald") von der Beleuchtung beschreibt, stimmt bei den drei Rechnungen innerhalb der Fehlergrenzen überein. Der Scharparameter a_1 hingegen, der die Abhängigkeit der BiV-Flugsicht von der Normsicht wiedergibt, ist recht klein. Sein Vorzeichen wechselt von einer Rechnung zur anderen. Mit diesem Ergebnis ist für Normsichten über 4 - 6 km sowohl eine leichte Zunahme als auch eine leichte Abnahme der BiV-Flugsicht mit zunehmender Normsicht vereinbar. Auf alle Fälle variiert die BiV-Flugsicht (Hintergrund "Erde/Wald") bei konstanter Beleuchtung und Normsichtwerten über ca. 5 km nur wenig mit der Normsicht.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Streuung der Beobachtungen um die Ausgleichkurven nach Tabelle 7 lfd Nr 8 und 13 für BiV-Flugsichtwerte von 1,5 km und 2,5 km (Hintergrund: Erde oder Wald). Die Abbildungen enthalten alle Beobachtungen, die innerhalb der Streuung von 40 % um die BiV-Flugsichtwerte liegen, ferner die Kurven für 1,5 km + 40 %, 1,5 km - 40 % bzw. 2,5 km + 40 % und 2,5 km - 40%.

Während in der Abbildung 1 die Beobachtungswerte sehr schön um die Ausgleichskurven für eine BiV-Flugsicht von 1,5 km streuen und auch überwiegend innerhalb der Fehlergrenzen von 1,5 km \pm 40 % liegen (im Wertebereich 6 - 15 km Normsicht ist die Kurve für 1,5 km - 40 % in diesem Diagramm nicht darstellbar), demonstriert Abbildung 2 die Unsinnigkeit der Vorhersage von festen BiV-Flug-

...

sichtwerten, denn BiV-Flugsichten von 1,5 km bis 3,5 km (d.h. 2,5 km \pm 40 %) kommen bei fast jeder Beleuchtungsstärke zwischen 1 mlx und 60 mlx und jeder Normsicht zwischen 2 km und 15 km vor. Die Fehlerobergrenze von 3,5 km BiV-Flugsicht ist in diesem Diagramm nicht mehr darstellbar.

Abbildung 3 zeigt die Ausgleichskurven für BiV-Flugsichten (Hintergrund "Erde/Wald") von 1,5; 2; 2,5; 3 km. Wegen der großen Streuung der Beobachtungswerte müssen diese Kurven statistisch interpretiert werden:

- Von einem umfangreichen Kollektiv liegen 50 % der Beobachtungen mit einer bestimmten BiV-Flugsicht oberhalb und rechts der entsprechenden Kurven, die anderen 50 % unterhalb und links.
- ca. 70 % der Beobachtungen liegen innerhalb eines Bandes, das durch die Ausgleichskurven für vorgegebene BiV-Flugsicht \pm 40 % und vorgegebene BiV-Flugsicht - 40 % beschrieben wird und die Kurve für die vorgegebene BiV-Flugsicht als mittlere Kurve enthält.

4. Vergleich mit dem BiV-Flugsichtdiagramm

Das BiV-Flugsicht-Diagramm der BesAnGeophysBDBw Nr 3-102 basiert ebenfalls auf Debriefingsdaten, die durch Piloten der HFlgWaS bis Anfang 1983 registriert worden sind. Die Ergebnisse der Regressionsrechnungen sind in dem IB 83 119 zu finden. Für das BiV-Flugsicht-Diagramm wurden die Scharparameter aus der Tabelle 2 lfd Nr 1 und 2 a verwendet.

Abbildung 4 zeigt eine Gegenüberstellung von Kurven, die mit dem alten und den jetzigen Scharparametern berechnet wurden.

Bei Normsichtweiten größer als 6 km liegen die Kurven für 1,5 km BiV-Flugsicht nahe beieinander, wenn auch bei den alten Scharparametern die BiV-Flugsicht mit größer werdender Normsicht leicht abnimmt während sie bei den neuen Scharparameter geringfügig zunimmt.

Mit der BiV-Flugsicht (2 - 2,5 km) nehmen die Unterschiede zwischen den beiden Kurvensätzen zu. Beim neuen Datenkollektiv haben die Piloten die BiV-Flugsicht bei gleichen Sicht- und Beleuchtungsbedingungen im Mittel schlechter eingeschätzt.

Noch größere Unterschiede zeigen sich im Bereich mäßiger Normsichtweiten (2 - 6 km). Die neue Ausgleichskurve für 0,9 km BiV-Flugsicht entspricht etwa der alten 1,5 km-BiV-Flugsicht-Kurve und die neue 1,5 km-BiV-Flugsichtkurve entspricht der alten 2 km-Kurve.

Insgesamt beurteilten also im Winter 1984/85 die Piloten der an der Debriefing-Kampagne beteiligten Verbände die BiV-Flugsicht schlechter als früher die Piloten der HFlgWaS.

Dafür gibt es eine Reihe von Gründen:

- Schlechte BiV-Flugsichten wurden bei dieser Debriefings-Kampagne ohne große Rücksicht auf Flugbetriebsvorschriften wahrheitgemäß gemeldet.
- Durch die Vorgabe einer - wenn auch sehr einfachen - Beobachtungsvorschrift wurden wirklich Sichtweiten gemeldet und nicht mehr überwiegend in Zahlen gefaßte subjektive Bildeindrücke.
- Der Hintergrund der Sichtziele war in den meisten Fällen "Erde" oder "Wald", d.h. der Ziel-Hintergrund-Kontrast lag bei den Werten um ca. 30 %. Bei der Angabe der meteorologischen Sicht und der Flugsicht wird immer davon ausgegangen, daß das Ziel vor dem hellen Horizont Himmel erscheint, d.h. sein Ziel-Hintergrund-Kontrast annähernd 100 % beträgt. Dieser Unterschied im Ziel-Hintergrund-Kontrast kann bei mäßiger Trübung der Atmosphäre zu Unterschieden in der BiV-Sichtschätzung in die Größenordnung führen.

Ein Vergleich zwischen der BiV-Flugsicht und der Flugsicht am Tage zeigt, daß auch die Flugsicht am Tage eine Obergrenze darstellt und Objekte, die sich vor nicht idealen Hintergründen (z.B. Erde, Wald) präsentieren, erst auf Distanzen gesehen werden, die erheblich unter der angegebenen Sichtweite liegen.

Insofern liefern die Unterschiede zwischen den neuen und den alten Ausgleichskurven nach Auffassung des Verfassers keinen Anlaß, das BiV-Flugsichtdiagramm zu sicheren Normsicht- und Beleuchtungswerten hin zu berichtigen. Im Rahmen der erzielbaren Genauigkeit bestätigen die neuen Regressionskurven den Zusammenhang zwischen BiV-Flugsicht, Normsicht und Beleuchtungsstärke, der dem BiV-Flugsicht-Diagramm zugrunde liegt. Für eine Herabsetzung der Normsicht- und Beleuchtungsminima liefern die neuen Ausgleichskurven ebenfalls keine Argumente.

5. Nachtheiligkeitsmessungen

Vereinzelte wird versucht, die Nachtheiligkeitskurven der BUGEophysBDBw Nr. 19 mit einigen wenigen Messungen zu verifizieren. Dieses ist ein relativ aussichtsloses Unterfangen, weil dazu langjährige, äußerst sorgfältig geplante und betreute Meßreihen erforderlich wären. Für ein solches Vorhaben fehlen GeophysBSt sowohl das entsprechende Gerät als auch das Personal.

Bei niedrigen natürlichen Beleuchtungsstärken (um 1-2 mlx) stammt zwischen 30 und 40 % des natürlichen Restlichtes aus dem Rekombinationsleuchten in der hohen Atmosphäre. Dieses Leuchten tritt meistens wolkenförmig auf und wird durch hochenergetische Teilchen von der Sonne hervorgerufen, die Luftmoleküle ionisieren.

Das Rekombinationsleuchten ist abhängig von der Sonnenaktivität und dem Zustand des Erdmagnetfeldes. Es unterliegt großen, unregelmäßigen Schwankungen. Sinnvolle Meßreihen der Globalbeleuchtungsstärke müßten deshalb Parameter der Sonnenaktivität und des Erdmagnetfeldes einschließen.

Tabelle 8 zeigt eine Gegenüberstellung zwischen der natürlichen Beleuchtungsstärke nach Bullrich (BUGEophysBDBw Nr. 19) und nach Brown /3/ in Abhängigkeit vom Elevationswinkel der Sonne für unbewölkten Himmel. Nach Brown ergeben sich bei niedrig stehender Sonne kleinere Beleuchtungswerte, d.h. bei Beleuchtungswerten um 1-2 mlx ist die Prognose problematisch.

6. Literaturzusammenstellung

- /1/ AWGeophys Interner Bericht 82 143, Geophysikalische Beratung von Hubschrauber-Nachttiefflügen mit BiV-Brillen, Teil 1
- /2/ AWGeophys Interner Bericht 83 119, Geophysikalische Beratung von Hubschrauber-Nachttiefflügen, Teil 2
- /3/ Kit G. Cottrell et al., Electro-Optical Handbook, Vol I, Weather Support to Precision Guided Munitions
Air Weather Service (MAC), May 1979

Tabelle 1

Anzahl der Datensätze pro Intervall

Normsicht Helligkeit (MLX)	> 0 - 2 km	> 2 - 3 km	> 3 - 4 km	> 4 - 6 km	> 6 - 10 km	> 10 km
> 40 MLX	6	4	0	7	2	11
> 25 - 40	1	3	8	10	4	4
> 16 - 25	1	5	7	28	10	7
> 10 - 16	9	3	7	13	6	4
> 6.3 - 10	9	4	2	7	6	6
> 4.0 - 6.0	0	0	3	0	4	6
> 2.5 - 4.0	0	0	7	2	11	12
> 1.6 - 2.5	4	0	5	10	15	5
> 1.0 - 1.6	1	5	12	14	18	16
> 0.8 - 1.0	0	0	1	5	4	5
> 0.6 - 0.8	1	0	1	0	9	2

Tabelle 2

Mittelwert der BiV-Flugsicht pro Intervall

Normsicht Helligkeit (MLX)	> 0 - 2 km	> 2 - 3 km	> 3 - 4 km	> 4 - 6 km	> 6 - 10 km	> 10 km
> 40 MLX	1.267	3.125	0.0	3.286	4.250	3.091
>25 - 40	2.000	1.667	1.600	2.900	3.375	3.125
>16 - 25	0.500	1.700	1.971	2.521	2.850	3.186
>10 - 16	1.122	1.333	1.229	2.038	3.050	5.000
>6.3 - 10	0.911	0.800	1.500	2.500	3.533	2.717
>4.0 - 6.0	0.0	0.0	1.900	0.0	3.150	1.867
>2.5 - 4.0	0.0	0.0	2.271	2.000	2.209	2.550
>1.6 - 2.5	1.425	0.0	1.260	1.570	2.707	2.140
>1.0 - 1.6	2.000	0.860	0.917	1.671	1.439	1.500
>0.8 - 1.0	0.0	0.0	1.000	1.960	2.725	1.720
>0.6 - 0.8	0.800	0.0	0.800	0.0	2.300	2.000

Tabelle 3

Streuung der BiV-Flugsicht pro Intervall

Normsicht Helligkeit (MLX)	> 0 - 2 km	> 2 - 3 km	> 3 - 4 km	> 4 - 6 km	> 6 - 10 km	> 10 km
> 40 MLX	0.361	3.250	0.0	1.680	1.061	0.944
> 25 - 40	0.0	0.764	0.588	0.994	0.629	1.090
> 16 - 25	0.0	0.837	0.993	1.116	1.564	0.838
> 10 - 16	0.387	0.289	0.206	0.828	1.598	3.488
> 6.3 - 10	0.546	0.163	0.0	1.384	1.639	1.304
> 4.0 - 6.0	0.0	0.0	1.277	0.0	1.380	0.432
> 2.5 - 4.0	0.0	0.0	1.579	0.707	0.855	1.868
> 1.6 - 2.5	0.974	0.0	0.488	0.287	0.918	0.546
> 1.0 - 1.6	0.0	0.590	0.537	0.838	0.666	0.738
> 0.6 - 1.0	0.0	0.0	0.0	0.365	1.561	0.217
> 0.6 - 0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.725	1.414

Tabelle 4

Minimalwert der BiV-Flugsicht pro Intervall

Normsicht Helligkeit (MLX)	> 0 - 2 km	> 2 - 3 km	> 3 - 4 km	> 4 - 6 km	> 6 - 10 km	> 10 km
> 40 MLX	0.800	1.500	0.0	2.000	3.500	1.500
> 25 - 40	0.0	1.000	1.100	2.000	2.500	2.300
> 16 - 25	0.0	1.000	0.900	1.500	1.500	2.000
> 10 - 16	0.500	1.000	1.000	1.500	1.500	1.500
> 6.3 - 10	0.200	0.600	1.500	1.500	1.500	1.500
> 4.0 - 6.0	0.0	0.0	0.500	0.0	2.000	1.500
> 2.5 - 4.0	0.0	0.0	0.800	1.500	1.000	1.000
> 1.6 - 2.5	0.600	0.0	0.800	1.000	1.500	1.500
> 1.0 - 1.6	0.0	0.300	0.200	0.400	0.100	0.200
> 0.8 - 1.0	0.0	0.0	0.0	1.500	1.500	1.500
> 0.6 - 0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.800	1.000

Tabelle 5

Maximalwert der Biv-Flugsicht pro Intervall

Minimalsicht Helligkeit (MLX)	> 0 - 2 km	> 2 - 3 km	> 3 - 4 km	> 4 - 6 km	> 6 - 10 km	> 10 km
> 40 MLX	1.500	8.000	0.0	7.000	5.000	5.000
> 25 - 40	0.0	2.500	3.000	5.000	4.000	4.700
> 16 - 25	0.0	3.000	3.000	5.000	5.000	4.000
> 10 - 16	1.500	1.500	1.500	4.000	5.000	8.000
> 6.3 - 10	2.000	1.000	1.500	5.000	5.000	5.000
> 4.0 - 6.0	0.0	0.0	3.000	0.0	5.000	2.500
> 2.5 - 4.0	0.0	0.0	5.000	2.500	4.000	8.000
> 1.6 - 2.5	2.500	0.0	2.000	2.000	4.000	3.000
> 1.0 - 1.6	0.0	1.500	2.000	4.000	2.500	3.000
> 0.6 - 1.0	0.0	0.0	0.0	2.500	5.000	2.000
> 0.6 - 0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.400	3.000

Tabelle 6

Bildeindruck und BiV-Flugsicht

BiV-Flugsicht	kleiner 1,5 km	1,5 km - 2,49 km	2,5 km - 3,49 km	größer 3,5 km
Bildhelligkeit				
hell	22 %	26 %	64 %	88 %
normal	22 %	45 %	24 %	8 %
dunkel	56 %	29 %	12 %	4 %
Bildtrübung				
gering	11 %	23 %	45 %	53 %
leicht	16 %	40 %	52 %	35 %
stark	73 %	37 %	3 %	6 %
Kontrast				
gut	1 %	11 %	34 %	53 %
normal	10 %	37 %	40 %	35 %
schwach	89 %	52 %	26 %	12 %
Erkennbarkeit von Feinstrukturen				
weit	0 %	5 %	14 %	33 %
normal	13 %	34 %	60 %	51 %
nur nah	87 %	61 %	26 %	16 %
Blendung durch künstl. Licht				
stark	40 %	54 %	28 %	26 %
mäßig	48 %	31 %	44 %	25 %
gering	12 %	15 %	28 %	49 %
Aufhellung durch künstl. Licht				
stark	11 %	5 %	12 %	6 %
mäßig	29 %	26 %	18 %	23 %
gering	60 %	69 %	70 %	71 %
Mondblendung				
stark	0 %	4 %	7 %	16 %
mäßig	10 %	8 %	6 %	15 %
gering	90 %	88 %	87 %	69 %

Tabelle 7

Ergebnisse der Regressionsrechnungen BiV-Flugsicht/Normsicht

Regressionsansatz: $\ln R = a_0 + a_1 \ln V + a_2 \ln \ln (10 B)$

lfd. Nr.	Auswahlkriterium V_N (km) Hintergrund	R (km)	Anzahl der Datensätze	a_0	a_1	a_2	Korrelationskoeffizient	Streuung der Daten um die Ausgleichskurve
1			359	-0,763	0,329 (0,043)	0,542 (0,082)	0,49	52 %
2	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	353	-0,626	0,316 (0,039)	0,483 (0,074)	0,51	46 %
3	$\geq 0,5$	Himmel	27	0,0886	0,160 (0,112)	0,134 (0,231)	0,27	37 %
4		Erde/Wald	327	-0,902	0,368 (0,046)	0,577 (0,088)	0,53	51 %
5	$\geq 0,5$	Erde/Wald	321	-0,746	0,354 (0,041)	0,506 (0,078)	0,56	45 %
6	$\leq 4, \geq 0,5$	Erde/Wald	94	-1,154	0,486 (0,124)	0,578 (0,149)	0,54	39 %
7	$\leq 5, \geq 0,5$	Erde/Wald	162	-1,303	0,683 (0,097)	0,581 (0,112)	0,66	39 %
8	$\leq 6, \geq 0,5$	Erde/Wald	180	-1,251	0,673 (0,089)	0,553 (0,105)	0,67	38 %
9	$\leq 7, \geq 0,5$	Erde/Wald	204	-1,116	0,662 (0,082)	0,502 (0,103)	0,63	42 %
10	$\leq 8, \geq 0,5$	Erde/Wald	227	-1,066	0,659 (0,074)	0,470 (0,094)	0,63	41 %
11	$\leq 10, \geq 0,5$	Erde/Wald	263	-1,016	0,559 (0,064)	0,514 (0,091)	0,59	45 %
12	$\geq 4,$	Erde/Wald	242	-0,196	0,107 (0,055)	0,531 (0,077)	0,45	43 %
13	$\geq 5,$	Erde/Wald	219	-0,0426	0,0551 (0,0587)	0,515 (0,078)	0,45	42 %
14	$\geq 6,$	Erde/Wald	159	0,293	-0,0877 (0,0797)	0,553 (0,097)	0,45	43 %

Die Spalten für die Scharparameter a_0, a_1, a_2 enthalten in der obersten Zeile den Wert und darunter die Standardabweichung (Fehlergrenze) des Koeffizienten.

Tabelle 8

Illumination Level for Various Solar Angles in mlx (clear sky)

solar angle (degree)	GMGO (Bullrich)	E-O-Handbook (Brown)
- 10	31	46
- 11	14	18
- 12	6,3	8,3
- 13	3,3	4,2
- 14	2,1	2,4
- 15	1,7	1,5
- 16	1,6	1,1
- 17	1,6	0,75
- 18	1,6	0,65
- 19	1,6	0,54
- 20	1,6	0,54

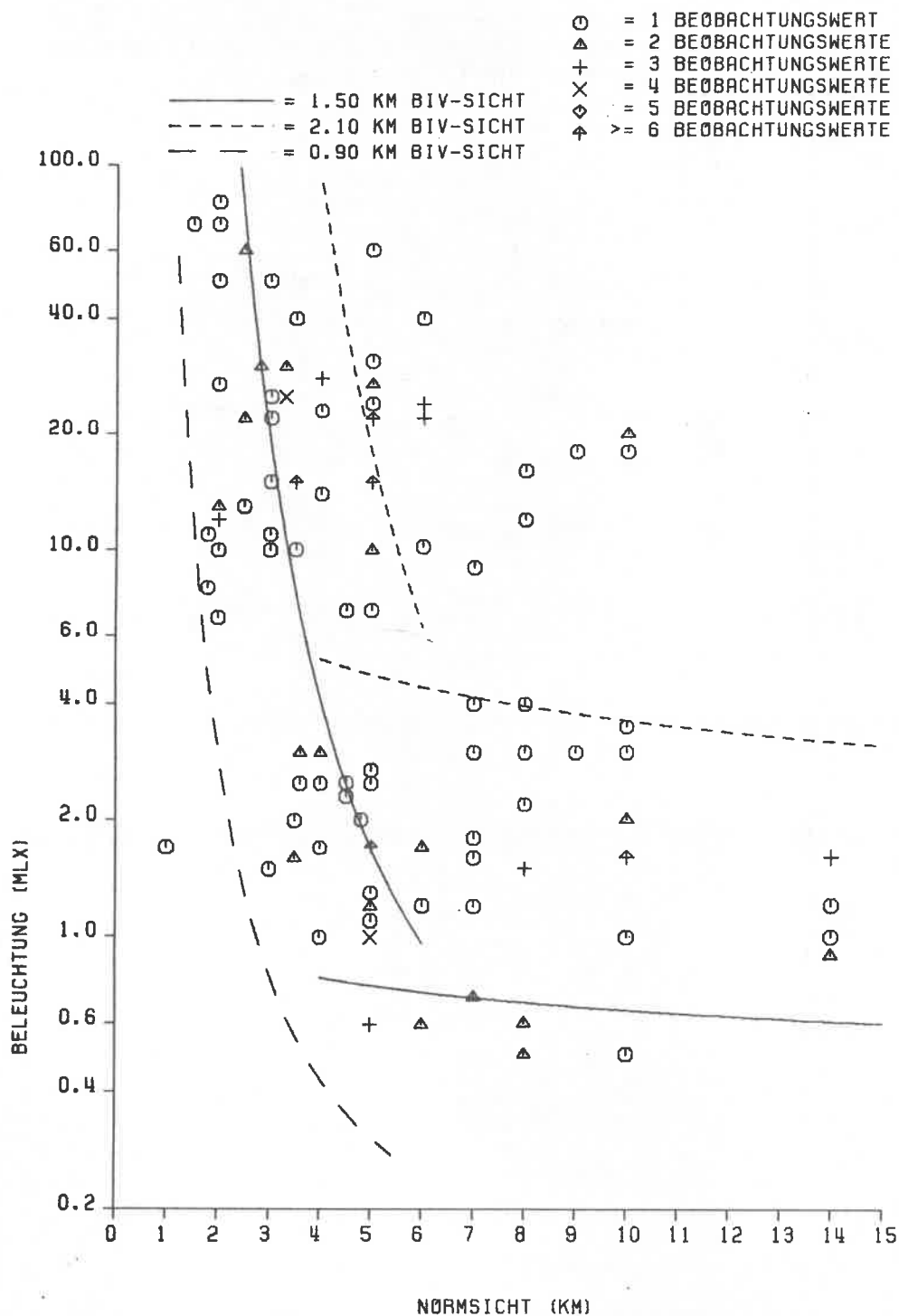


Abb. 1: Ausgleichskurven nach Tabelle 7 lfd. Nr. 8 und 13 für eine BiV-Flugsicht von 1,5 km, 2,1 km (1,5 km +40%) und 0,9 km (1,5 km -40%) mit Eintragung der innerhalb der Bandbreite liegenden Beobachtungswerte

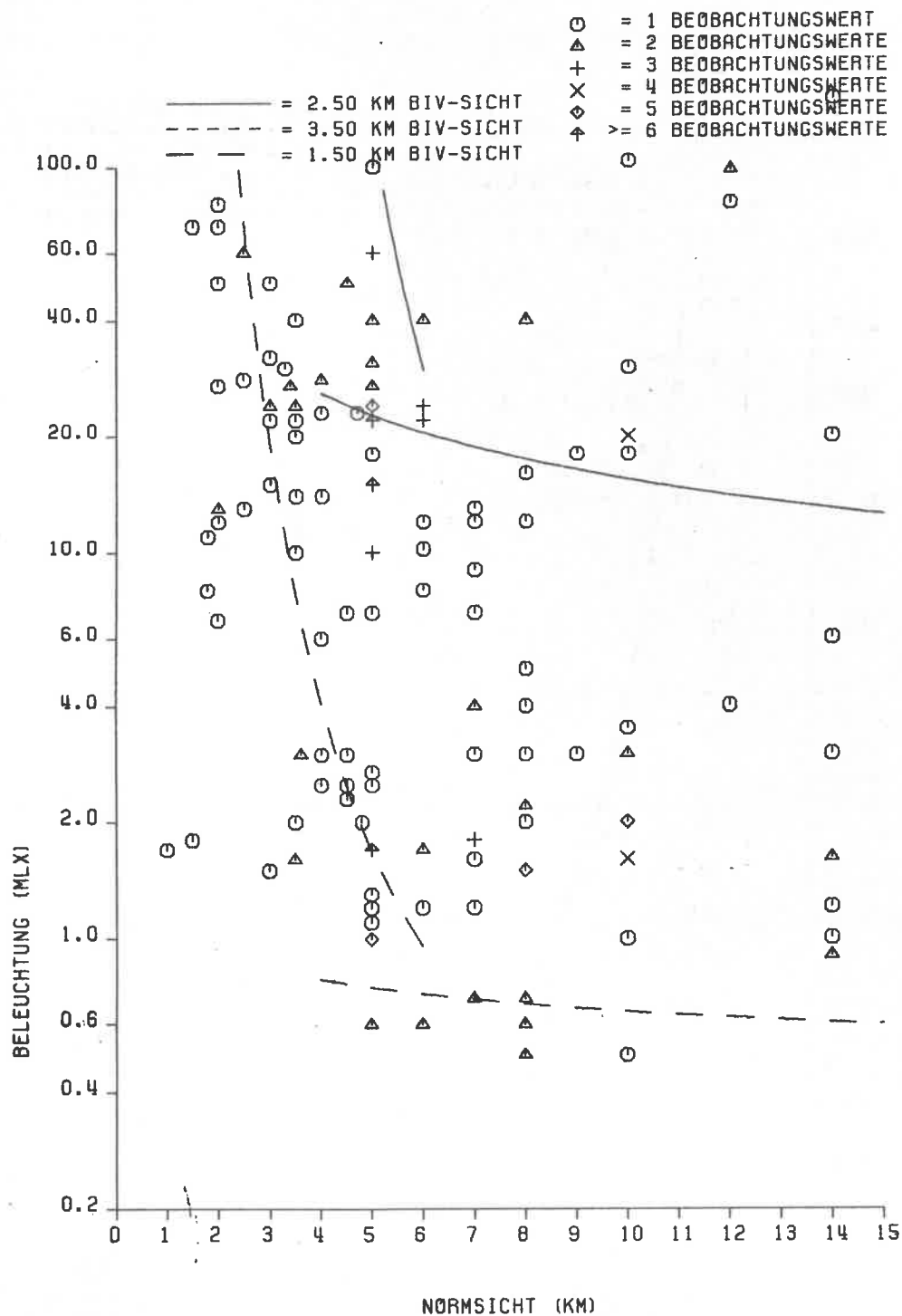


Abb.: 2 : Ausgleichskurven nach Tabelle 7 lfd. Nr. 8 und 13 für eine BiV-Flugsicht von 2,5 km und 1,5 km (2,5 km $\sim 40\%$) mit Eintragung der innerhalb der Bandbreite von 2,5 $\pm 40\%$ liegenden Beobachtungswerte

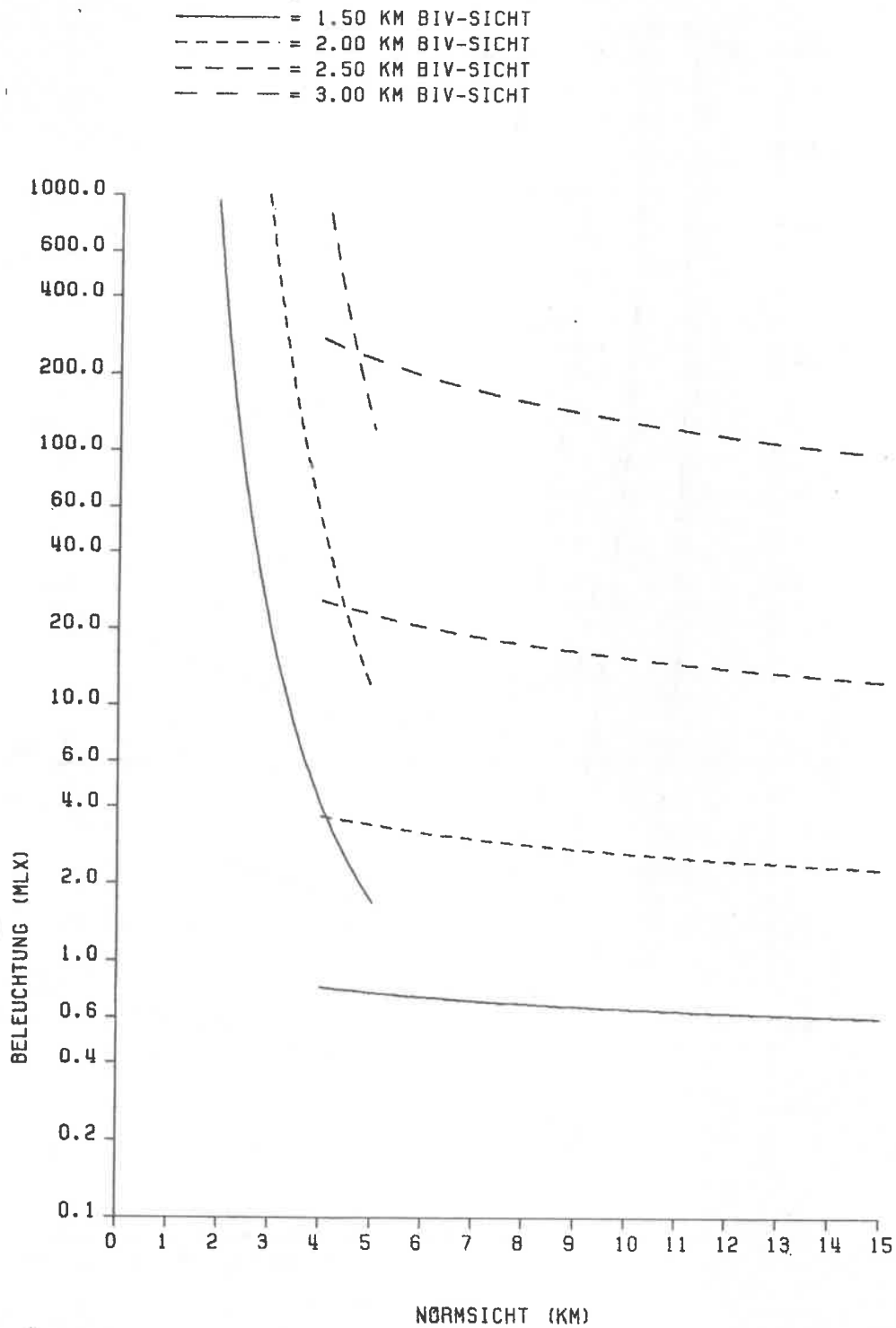


Abb. 3 : Ausgleichskurven nach Tabelle 7 lfd. Nr. 8 und 13 für BiV-Flugsichten von 1,5 km, 2 km, 2,5 km und 3 km (Interpretation der Kurven s. Text)

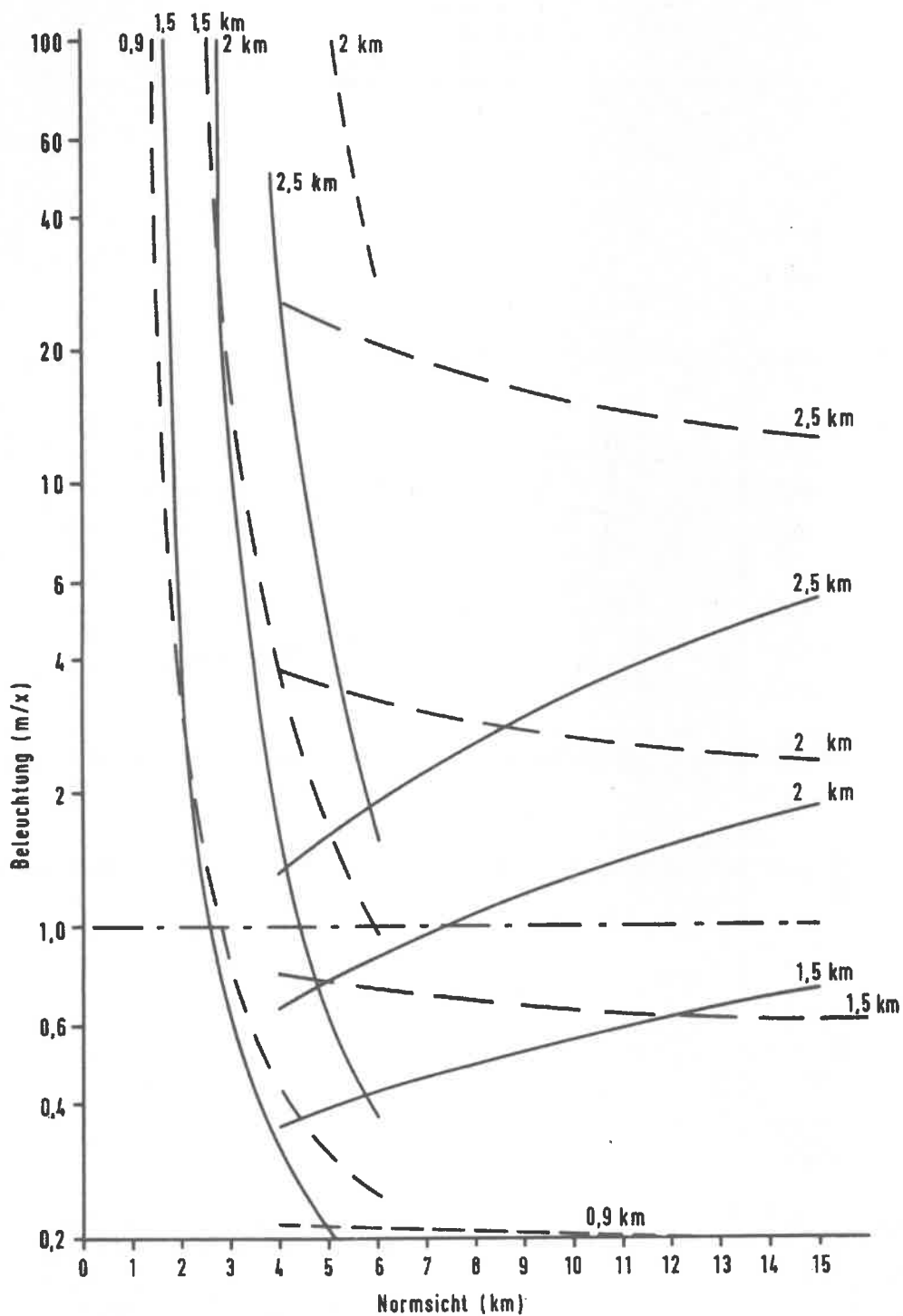


Abb. 4 : Gegenüberstellung der Ausgleichskurven für eine BiV-Flugsicht von 1,5 km, 2 km und 2,5 km nach Tabelle 7 lfd. Nr. 8 und 13 (ausgezogene Kurven) und für eine BiV-Flugsicht von 0,9 km, 1,5 km und 2 km nach IB 83119, Tabelle 2 lfd.Nr. 1 und 2a (gestrichelt)

Biv-Flugsicht-Beobachtung

Route _____

Datum _____

Lfd. Nr.	Ortsangabe	Zeit (Z)	Flughöhe (ft)	Biv-Flug-Sicht (km)	HG	Wetter	Beleuchtung (mlx)
1						RA/DZ/SN/Fh	
2							
3							
4							

HG = Hintergrund des Sichtziels, Eintragung: H = Himmel
E = Erde, Wald o.ä.

Bildeindruck

(Lfd. Nr. ankreuzen)

Bildhelligkeit	hell ① ② ③ ④	normal ① ② ③ ④	dunkel ① ② ③ ④
Bildtrübung	gering ① ② ③ ④	leicht ① ② ③ ④	stark ① ② ③ ④
Kontraste	gut ① ② ③ ④	normal ① ② ③ ④	schwach ① ② ③ ④
Erkennbarkeit von Feinstrukturen	weit ① ② ③ ④	normal ① ② ③ ④	nur noch ① ② ③ ④
Blendung durch künstliche Lichter	stark ① ② ③ ④	mäßig ① ② ③ ④	gering ① ② ③ ④
Aufhellung durch künstl. Beleuchtung	stark ① ② ③ ④	mäßig ① ② ③ ④	gering ① ② ③ ④
Mondblendung	stark ① ② ③ ④	mäßig ① ② ③ ④	keine ① ② ③ ④

Lfd.-Typ Bo 105 ☐ UN 10 ☐ CH 53 ☐ Besatzung: _____Biv-Brille 2. Generation ☐ 3. Generation ☐

Wetter _____

(durch Geophys 851 nach dem Flug auszufüllen)

Lfd. Nr.	WW	Normsicht (km)	NCChhh	NCChhh	NCChhh	Beleuchtung nach BuGeophys BDBW Nr. 19
1						
2						
3						
4						

Bemerkungen: _____

Bearbeiter: _____

Hinweise für Hubschrauberpiloten zur Beobachtung der Biv-Flugsicht

1. Als Biv-Flugsicht soll die Entfernung gemeldet werden, in der große, unbelichtete Objekte (z.B. Häuser, Waldränder) mit der Biv-Brille aus dem Hubschrauber gerade noch wahrgenommen werden können. Die kleinste Abmessung der Objekte soll bei einer Sichtstrecke von 1000 m mindestens 6 m und bei einer Sichtstrecke von 5000 m mindestens 30 m betragen, damit die Entdeckungswahrscheinlichkeit nicht durch das räumliche Auflösungsvermögen der Biv-Brille bestimmt wird.

Zur Bestimmung der Biv-Flugsicht geeignet sind daher vor allem:

- Waldränder, Waldeinschnitte, Baumgruppen,
- Baumreihen (Straßensäume)
- größere Einzelbäume (nur wenn beleuchtet)
- Einzelhäuser (wenn nicht erleuchtet)

Bergücken, Taleinschnitte und ähnlich große Sichtobjekte sind immer sehr viel weiter zu sehen und dürfen nicht zur Flugsichtbestimmung herangezogen werden.

Von einem relativ hellen Horizont Himmel sind Sichtziele erheblich leichter zu erkennen als z.B. vor einem dunklen Wald als Hintergrund. Für die Auswertung der Beobachtungen wird deshalb eine grobe Angabe über den Hintergrund des Sichtziels benötigt.

Die Flughöhe beeinflusst ebenfalls die Flugsicht.

2. Bei der Schätzung der Biv-Flugsicht sollte darauf geachtet werden, daß im Blickfeld der Biv-Brille nicht viele oder ausgedehnte künstliche Lichtquellen bzw. die volle Mondscheibe liegt. In diesen Fällen regt die Biv-Brille ihre Empfindlichkeit herunter. Man kann mit ihr nicht in die dunklen Partien des Blickfeldes sehen.

3. Die beste Flugsicht kann man erwarten, wenn das Licht aus dem hinter dem Piloten liegenden Halbraum einfällt. Kritisch ist jeder Lichteinfall schräg von vorne, da Licht durch die Atmosphäre vorwiegend in Vorwärtsrichtung gestreut wird.

Bei Mondschein oder durch stark richtungsabhängigen Lichteinfall (z.B. durch die Anordnung der Bewölkung) sollte zur Biv-Flugsichtschätzung eine Blickrichtung gewählt werden, bei der das Licht aus dem hinter dem Beobachter liegenden Halbraum einfällt.

4. Die Beleuchtungsstärke kann sich bei Sonnenuntergang, Mondaufgang bzw. Monduntergang und beim Durchzug dichter Bewölkung in wenigen Minuten erheblich ändern, deshalb sollten

- die Zeitangaben für die Biv-Flugsichtschätzung auf ca. 2 Minuten genau sein,
- nach Möglichkeit gleichzeitig mit der Flugsichtschätzung eine Beleuchtungsmessung mit dem Lux-Meter durchgeführt werden.

5. Die zusätzliche Beleuchtungsmessung erlaubt AWGeophys auch die Kontrolle eines Beleuchtungsvorhersageprogramms und damit ggf. eine Verbesserung dieser geophysikalischen Beratungsgrundlage.

Auch ohne die Beleuchtungsmessung ist jede Biv-Flugsichtschätzung ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der geophysikalischen Beratung und damit zur Erhöhung der Flugsicherheit sowie der Einsatzzeiten.

