

LIS-Berichte

Nr. 112

**Bestimmung der Schallemission von
100-m-Schießständen**

Herausgeber



ISSN 0720-8499

1994

Landesanstalt für Immissionsschutz
Wallneyer Straße 6
D-45133 Essen
Tel. (0201) 7995-0

100 % Altpapier, chlorfrei gebleicht

Bestimmung der Schallemission von 100-m-Schießständen

Dr. Edmund Buchta
Institut für Lärmschutz, Düsseldorf

Projektbetreuung: Dr. Jürgen Assmann

Dieses Untersuchungsprojekt wurde im Auftrag der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen (LIS) durchgeführt.

Herausgeber:
Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Essen

Zusammenfassung
Summary

1. Einleitung	11
1.1 Ziel der Untersuchung	11
2. Methode	11
2.1 Auswahl der Schießanlagen	12
2.2 Auswahl der Waffen und Munition	12
2.3 Abstandsabhängigkeit der Richtcharakteristik	12
2.4 Höhenabhängigkeit der Richtcharakteristik	13
2.5 Winkelabhängigkeit der Richtcharakteristik	13
2.6 Windrichtung bei den Messungen, Wiederholungsmessungen	14
2.7 Zielgröße	14
3. Planung der Messungen	15
3.1 Auswahl der Schießanlagen	15
3.1.1 "Gesteuertes" Messen	15
3.1.2 Erforderliche Mindestanzahl der Schüsse	15
3.2 Meßgrößen	16
3.2.1 Mittlere Einzelschußpegel	16
3.3 Meß- und Auswertegeräte	16
4. Messungen	18
4.1 Anzahl der Meßtage	18
4.2 Meßzeiten	18
5. Meßergebnisse	19
5.1 Mittlerer Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (Mittelungspegel)	19
5.2 Langzeitmittelwerte	19
5.3 Richtcharakteristik	20
5.4 Schallausbreitung	20
6. Literaturverzeichnis	35
7. Bild- und Tabellenanhang	37
Anlagen 1 und 2 (Zeichnungen der Schießanlagen)	38
Lagepläne 1 bis 6	40
Beschreibung einer Meßserientafel	46
Appendix	49
A1 Einfluß der Windgeschwindigkeit und des Winkelbereiches auf die Schallausbreitung	50
A2 Einfluß der erforderlichen Wiederholungsmessungen auf den Vertrauensbereich des Mittelwertes	51

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildungen im Text:	
Abb. 2.1: Mikrophonaufstellung zur Messung der Richtcharakteristik _____	13
Abb. 3.1: Blockschaltbild der Meßgeräte für die Geräuschaufnahme _____	16
Abb. 3.2: Blockschaltbild der Meßgeräte für die Auswertung _____	17
Abb. 5.1: Standardabweichung S und Spannweite D der Meßserien für die Schießanlage Vluyn-Busch _____	23
Abb. 5.2: Standardabweichung S und Spannweite D der Meßserien für die Schießanlage Mönchengladbach _____	23
Abb. 5.3: Richtcharakteristik der drei Waffen am Schießstand Vluyn-Busch _____	31
Abb. 5.4: Richtcharakteristik der drei Waffen am Schießstand Mönchengladbach _____	33
Abb. 5.5: Schallpegelabnahme über 2 s bei den Schießständen Vluyn-Busch und Mönchengladbach _____	21
Abbildungen im Anhang:	
Abb. A1: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Schießstand Mönchengladbach, Winch. .243, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	52
Abb. A2: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Schießstand Mönchengladbach, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	53
Abb. A3: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Schießstand Vluyn-Busch, Winch. .243, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	54
Abb. A4: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Schießstand Vluyn-Busch, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	55
Abb. A5: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente Schießstand Mönchengladbach, Winch. .243, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	56
Abb. A6: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente Schießstand Mönchengladbach, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	57
Abb. A7: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente Schießstand Vluyn-Busch, Winch. .243, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	58
Abb. A8: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente Schießstand Vluyn-Busch, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	59
Abb. A9: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente * Windgeschwindigkeit Schießstand Mönchengladbach, Winch. .243, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	60
Abb. A10: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente * Windgeschwindigkeit Schießstand Mönchengladbach, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	61
Abb. A11: Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente * Windgeschwindigkeit Schießstand Vluyn-Busch und Mönchengladbach, Winch. .300, Entf. 250 m, Mikrofonhöhe: 8 m _____	62
Abb. A12: 80 %-Vertrauensbereich des Stichprobenmittelwertes _____	63

Abb. A13:	Schießstand Vluyn-Busch; Vertrauensbereich VB80% des arithmetischen Mittelwertes für 2, 3, 4 und 5 Meßtage in mehreren Meßrichtungen zur Schußrichtung	64
Abb. A14:	Schießstand Mönchengladbach; Vertrauensbereich VB80% des arithmetischen Mittelwertes für 2, 3, 4 und 5 Meßtage in mehreren Meßrichtungen zur Schußrichtung	67

Tabellenverzeichnis

Tabellen im Text:

Tab. 3.1:	Erforderliche Mindestanzahl der Schüsse	15
Tab. 3.2:	Technische Angaben der Meßgeräte	17
Tab. 5.1:	Meßergebnisse von 10 Einzelschüssen	22
Tab. 5.2:	Mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (energetische Mittelung) für alle Richtungen, Mikrofonhöhen von 4 m und 8 m im Radius von 125 m und 250 m für die Waffen Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 am Schießstand Vluyn-Busch	24
Tab. 5.2a:	Mittlere Einzelschußpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung mit Standardabweichung) für alle Richtungen, Mikrofonhöhen von 4 m und 8 m im Radius von 125 m und 250 m für die Waffen Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 am Schießstand Vluyn-Busch	25
Tab. 5.3:	Mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (energetische Mittelung) für alle Richtungen, Mikrofonhöhen von 4 m und 8 m im Radius von 125 m und 250 m für die Waffen Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 am Schießstand Mönchengladbach	26
Tab. 5.3a:	Mittlere Einzelschußpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung mit Standardabweichung) für alle Richtungen, Mikrofonhöhen von 4 m und 8 m im Radius von 125 m und 250 m für die Waffen Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 am Schießstand Mönchengladbach	27
Tab. 5.4:	Schießstand Vluyn-Busch; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} aus 5 Meßserien	28
Tab. 5.5:	Schießstand Vluyn-Busch; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel \tilde{L}_{AFmax} aus 5 Meßserien	28
Tab. 5.6:	Schießstand Mönchengladbach; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} aus 5 Meßserien	29
Tab. 5.7:	Schießstand Mönchengladbach; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel \tilde{L}_{AFmax} aus 5 Meßserien	29
Tab. 5.8:	Schießstand Vluyn-Busch; Berechnung der Schallausbreitungskoeffizienten	30
Tab. 5.9:	Schießstand Mönchengladbach; Berechnung der Schallausbreitungskoeffizienten	30
Tab. 5.10:	Pegelabweichungen vom Mittelpunkt für einen Schießstand im Freien und im Wald	30

Tabellen im Anhang:

Tab. A1:	Schießstand Vluyn-Busch; Meßwerte über alle Meßrichtungen gemittelt	65
Tab. A2:	Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 30°	65
Tab. A3:	Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 90°	66
Tab. A4:	Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 180°	66
Tab. A5:	Schießstand Mönchengladbach; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 180°	67

Bestimmung der Schallemissionen von 100-m-Schießständen

Dr. Edmund Buchta

Institut für Lärmschutz, Düsseldorf

Zusammenfassung

Da bisher grundlegende Untersuchungen für die Schallausbreitungsbedingungen für jagdliches Schießen von 100-m-Schießständen fehlen, wurden in dieser Untersuchung verallgemeinerbare Meßwerte ermittelt, die für die Prognose der zu erwartenden Schallimmissionen auch auf andere Schußanlagen übertragen werden können.

Die Richtcharakteristik eines Schießstandes ist im wesentlichen von den topographischen und baulichen Gegebenheiten der Anlage, von den verwendeten Waffen und Kalibern, vom Winkel zwischen Schußrichtung und Schallausbreitung, von der Höhe des Meßortes über Gelände und von der Entfernung zur Schießanlage abhängig.

Für die Untersuchung wurden zwei Schießanlagen ausgewählt. Eine Anlage (Vluyn-Busch) befindet sich in einem flachen Gelände mit Seitenwällen und Querblenden. Die andere Anlage (Mönchengladbach) liegt in einem bewaldeten, ebenfalls flachen Gelände. Als Begrenzung steht hier auf der linken Seite der Schußrichtung eine Betonwand als Seitenabgrenzung.

Geschossen wurde mit drei verschiedenen Waffen unterschiedlicher Kaliber: 0.22 Hornet ($E_0 = 825 \text{ J}$), .243 Winchester ($E_0 = 2.840 \text{ J}$) und .300 Winchester ($E_0 = 4.500 \text{ J}$).

Die Richtcharakteristik wurde in den Abständen von 125 m und 250 m von der Mitte der Schießanlage in Winkelschritten von 30° in 4 m und 8 m Höhe über Gelände bei einer Mitwindkomponente und einer Windgeschwindigkeit von mindestens 1 m/s bei fünf-facher Wiederholung gemessen. Aus diesen Bedingungen ergaben sich rd. 14.400 Einzelschußpegel bzw. 1.440 mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} von jeweils 10 Schüssen.

Aus dieser großen Anzahl der Messungen konnten für die beiden Schießstände Richtcharakteristiken ermittelt werden, die in den Lageplänen im Anhang graphisch dargestellt sind.

Außerdem konnte festgestellt werden, daß ein Einfluß der Windgeschwindigkeit im Bereich von 0,7 m/s bis 3,0 m/s auf den Emissionspegel bis zu einer Entfernung von 250 m vom Schießstand Mönchengladbach im Wald mit hohen Bäumen nicht nachweisbar ist.

Auf dem Schießstand im freien Feld (Vluyn-Busch) ist der Einfluß der Windgeschwindigkeit mit 1,8 dB(A) bei Verdoppelung von $v = 1,0 \text{ m/s}$ auf $v = 2,0 \text{ m/s}$ zwar gering, aber deutlich erkennbar. Auch auf einem Schießstand im Freien wie in Vluyn-Busch ist der Einfluß der Windrichtung bis zu 90° , bezogen auf die Schallmeßrichtung mit einem Vertrauensbereich des Mittelwertes von 1,5 dB(A), relativ gering im Vergleich zum Vertrauensbereich von 3 bis 4 dB(A) bei fünf Wiederholungsmessungen. Eine Erweiterung des Forschungsvorhabens sollte die Schallausbreitung solcher Anlagen auf größere Entfernungen als 250 m behandeln.

Summary

Determination of Noise Emissions from 100-m-Firing-ranges

Until now, there are no general experimental data of sound propagation of shooting noise from 100-m-firing-ranges for small arms. Hunters use such ranges to train with hunting rifles.

This investigation focused on acquiring such data, measuring the directivity patterns of typical firing-ranges. These patterns could serve as a data base in order to predict the noise load from their similar firing-ranges for planning or reconstruction purposes. The directivity pattern describes the sound propagation around the range relatively to the line of fire. The directivity pattern of a firing-range depends on the type of rifle (especially calibre and demolition energy), on the construction of the range, on the site around the range, on the measuring height above ground and on the distance between the centre of the range and the receiver location.

In order to get general results, two typical ranges were selected. The first range (Vluyn-Busch) has earth walls on both sides along the line of fire. The site is flat farmland and grassland respectively. The second range (Mönchengladbach) has a concrete wall on the left side of the line of fire. The site is typical high grown forest, but also flat.

Three types of rifles were used, which differ in calibre and demolition energy (E_0): 0.22 Hornet ($E_0 = 825 \text{ J}$), .243 Winchester ($E_0 = 2.840 \text{ J}$) and .300 Winchester ($E_0 = 4.500 \text{ J}$).

The directivity patterns were measured in two different distances of 125 m and 250 m and two different microphone-heights of 4 m and 8 m above ground. The angle step was 30° . The wind condition was defined to be downwind for each measuring location. The wind velocity component exceeds 1 m/s in the direction under test. For each measuring position fire rounds on different days were measured to minimize statistical errors so far the weather conditions are concerned. Every round, consisting of ten single shots, yields to a mean sound level \bar{L}_{AFmax} . All

these conditions lead to 14.400 single measurements and 1.440 mean data respectively. These data were used to draw the directivity patterns for both ranges in two distances and two measuring heights for each type of rifle.

One interesting result concerns the influence of wind-velocity. The sound propagation through the forest in Mönchengladbach is not influenced by wind speed in the range from 0,7 m/s to 3 m/s. Also in the free site of Vluyn-Busch is the influence of wind speed on the confidence interval with 1,5 dB(A) relatively small compared to the confidence interval of 3 - 4 dB(A) of the five repetition series. An extension of the work should deal with the sound propagation for longer distances than 250 m in the neighbourhood of such 100-m-rifle-ranges.

Schlagwörter:

Ausbreitung — Schießlärm — Richtcharakteristik — Windgeschwindigkeit — Prognose — Immission

1. Einleitung

Für die Beurteilung der Geräuschemission von Schießanlagen für jagdliches Schießen auf 100 m-Schießständen fehlen bisher grundlegende Untersuchungen über die dort herrschende Schallausbreitungssituation. Auf den 100-m-Schießständen wird mit Jagdwaffen verschiedener Kaliber geschossen. Die Standardausführung solcher Schießstände umfaßt aus schießtechnischen bzw. sicherheitstechnischen Gründen folgende Umfassungsbauteile und Einrichtungen: Erdwälle oder Wände parallel zur Schießrichtung, Blenden senkrecht zur Schießrichtung und Geschoßfangkammern (Kugelfänge) sowie Schützenstände mit Aufenthaltsräumen.

Diese Umfassungsbauteile beeinflussen neben den waffenspezifischen Schallemissionen der unterschiedlichen Jagdwaffen die Schallausbreitungssituation an derartigen Schießständen.

Es sind grundsätzliche Untersuchungen der Richtcharakteristik dieser Schießanlagen erforderlich, einerseits, um bereits in der Planungsphase für neue Anlagen Aussagen über die zu erwartende Geräuschbelastung in der Nachbarschaft treffen zu können und andererseits, um Anhaltspunkte für wirkungsvolle Geräuschminderungsmaßnahmen an bereits bestehenden Anlagen zu erhalten.

1.1 Ziel der Untersuchung

Das Vorhaben soll verallgemeinerbare Daten liefern, die bei der Prognose der zu erwartenden Schallimmissionen für die Übertragung auf andere Orte und Entfernungen sowohl auf Seiten der Schießanlagenbetreiber als auch im Rahmen des Genehmigungsverfahrens benötigt werden. Im Rahmen der oben dargestellten Problematik wird hier die Richtcharakteristik von zwei typischen 100-m - Schießständen im Entfernungsbereich von 125 m und 250 m bestimmt. Da auf der Basis dieser Richtcharakteristik die Geräuschimmission für die weiter entfernt gelegene Nachbarschaft beurteilt werden soll, wird die Messung der Richtcharakteristik unter Mitwindkonditionen in zwei verschiedenen Immissionshöhen 4 m und 8 m über Gelände durchgeführt.

2. Methode

Die Richtcharakteristik ist im wesentlichen von den besonderen topographischen und baulichen Gegebenheiten der Anlage, von den verwendeten Waffen und Kalibern, vom Winkel zur Schießrichtung α , von der Höhe des Meßortes über dem Gelände und von der Entfernung von der Schießanlage abhängig.

Um einerseits eine Allgemeingültigkeit und Zuverlässigkeit der Meßergebnisse zu erreichen und andererseits den Meßaufwand zu begründen, werden folgende Aspekte diskutiert:

- a) Auswahl der Schießanlagen
- b) Auswahl der Waffen und Munition
- c) Abstandabhängigkeit der Richtcharakteristik
- d) Höhenabhängigkeit der Richtcharakteristik
- e) Auflösung der Richtcharakteristik
- f) Windrichtung bei den Messungen

2.1 Auswahl der Schießanlagen

Zur Messung werden zwei Schießanlagen mit 100-m-Schußbahnen gewählt. Die Anlagen sollen den „Richtlinien für die Errichtung von Schießstandanlagen für sportliches und jagdliches Schießen“ entsprechen /1/. Eine Anlage soll mit den in der Anlage 1 dargestellten Seitenwällen und Blenden ausgerüstet sein, in einem möglichst flachen Gelände liegen sowie keine weiteren auffälligen Schallhindernisse im Nahbereich aufweisen. Die zweite Anlage darf in einem bewaldeten aber ebenfalls flachen Gelände liegen, wobei anstatt der Seitenwälle nun Seitenwände als seitliche Begrenzung dienen (s. Anlage 2).

2.2 Auswahl der Waffen und Munition

Die Schallemission (Mündungsknall und Geschoßknall) beim Abschuß aus verschiedenen Waffen und mit verschiedenen Munitionsarten unterscheidet sich wesentlich durch unterschiedliche Treibsatzenergie E und/oder Geschoßgeschwindigkeit des Geschosses. Deshalb soll die Richtcharakteristik für die folgenden auf solchen Schießständen am häufigsten benutzten Jagdwaffen gemessen werden:

Jagdwaaffe	Geschoßgeschwindigkeit v_0	Treibsatzenergie E_0
0.22 Hornet	740 m/s	825 J
.243 Winchester	940 m/s	2840 J
.300 Winchester	900 m/s	4500 J

Es werden bei allen Messungen dieselben Waffen eingesetzt. Die Munition stammt jeweils aus einem Los. Schallemissionsschwankungen durch unterschiedliche Waffen des gleichen Typs sowie unterschiedliche Munitionsherstellungslose können daher soweit wie möglich ausgeschlossen werden.

2.3 Abstandsabhängigkeit der Richtcharakteristik

Im Nahbereich hat die Schirmwirkung der Wälle, Wände und Blenden sowie Schießstandgebäude einen größeren Einfluß auf die Richtcharakteristik als in größeren Entfernungen. Die Richtcharakteristik soll deshalb in zwei Abständen $R_1 = 125$ m und $R_2 = 250$ m von der Mitte der unterschiedlichen Schießanlagen in Winkelschritten von 30° gemessen werden (s. Abb. 2.1). Mit Rücksicht auf den Entstehungsort des Mündungsknalles und des Geschoßknalles wurde die Mitte der Schußbahn als akustischer Schallquellenmittelpunkt angenommen. Die Abstände von 125 m und 250 m sind größer als die Länge der Geschoßbahn.

2.4 Höhenabhängigkeit der Richtcharakteristik

Die Schirmwirkung der Wälle und Aufbauten wie auch die Ausbreitungsdämpfung durch Bewuchs und Bodenbeschaffenheit hängt von der Empfängerhöhe ab. Die Richtcharakteristik wird deshalb in 4 m und in 8 m Höhe relativ zur Geländehöhe gemessen.

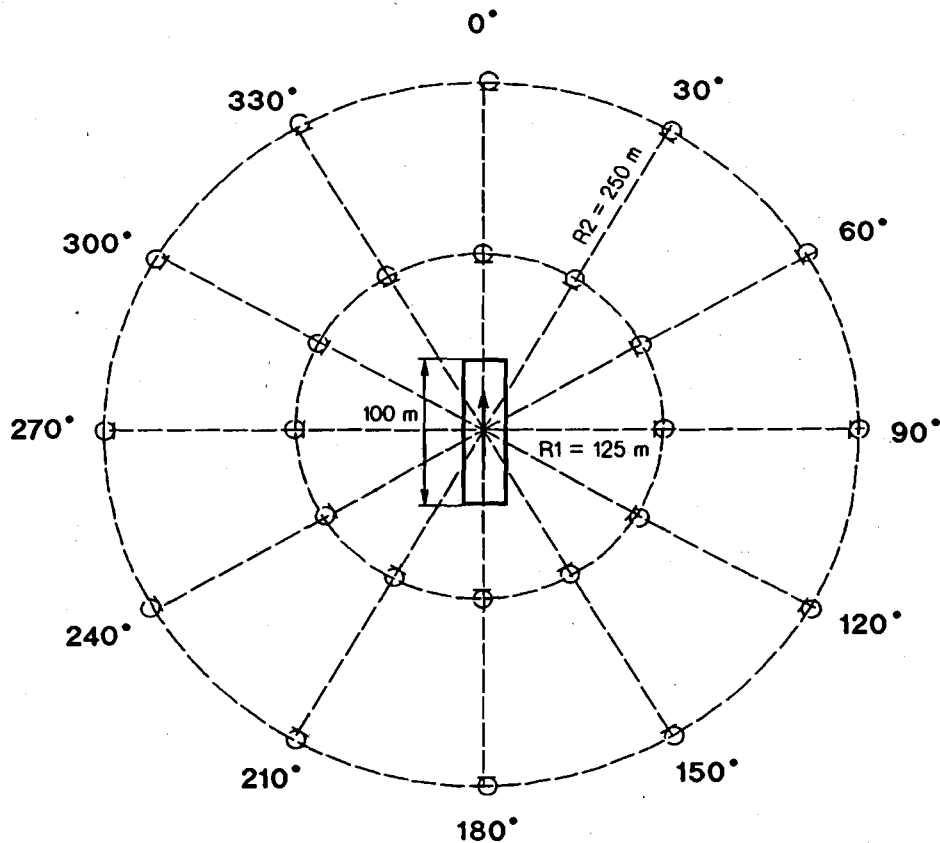


Abb. 2.1: Mikrophonaufstellung zur Messung der Richtcharakteristik;

2.5 Winkelabhängigkeit der Richtcharakteristik

Wegen der richtungsabhängigen Schirmwirkung der Wälle/Wände und der Reflexion der Blenden, der gerichteten Schallausbreitung des Geschosßknalles und wegen der dem Mündungsknall eigenen Richtcharakteristik ist nicht mit einer gleichmäßigen omnidirektionalen Schallausbreitung zu rechnen. Es ist zu vermuten, daß mit einer Winkelauflösung in Schritten von 30° die wesentlichen Eigenschaften der Richtungsabhängigkeit erfaßt werden können. Deshalb wurde standardmäßig in auf einem Vollkreis gleichmäßig verteilten zwölf Richtungen, ausgehend von der Schießrichtung, gemessen (s. Abb. 2.1). Der Vollkreis ist erforderlich, da die Schießanlagen in der Regel baulich in bezug auf die Schießrichtung nicht symmetrisch aufgebaut sind.

2.6 Windrichtung bei den Messungen, Wiederholungsmessungen

Die Meßwerte sollen unter Mitwindbedingungen für alle Richtungen aufgenommen werden, um die höchsten Pegel bei konstanten Schallausbreitungszuständen zu erzielen. Die mittlere Windrichtung während der Meßzeit sollte im Sektor $\pm 45^\circ$ um die Verbindungslinie zwischen Meßpunkt und Anlagenmittelpunkt liegen. Die Windgeschwindigkeit sollte in 10 m Meßhöhe am Schießstand während der Meßzeit mindestens 1 m/s betragen.

2.7 Zielgröße

Zielgröße zur Charakterisierung der Richtcharakteristik ist der Einzelschußpegel L_{AFmax} /3/ u. /4/. Für jede Meßposition wird ein mittlerer Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (Mittelungspegel als energetischer Mittelwert) und \tilde{L}_{AFmax} (als arithmetischer Mittelwert) aus einer Schußserie von 10 Schuß (nach VDI 3547 /2/) bestimmt. Zur Erfassung der statistischen Streuung der Einzelschußpegel werden die Standardabweichungen und die Vertrauensbereiche bei Unterstellung einer Normalverteilung der Schalldruckquadrate bzw. Pegelwerte angegeben.

Dieser mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} bzw. \tilde{L}_{AFmax} einer Meßserie beschreibt die Schallsituation innerhalb einer Schicht, die nicht unbedingt repräsentativ ist. Deshalb wurden für jeden Meßpunkt mindestens fünf Wiederholungsmessungen mit jeweils einer 10-er Schußfolge gefordert.

Für jede Meßposition wird der mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (Mittelungspegel) und der arithmetische Mittelwert \tilde{L}_{AFmax} aus fünf unabhängig voneinander abgegebenen Schußserien (A - F) ermittelt. Unabhängig sind die Schußserien dann, wenn sich die Wetterbedingungen wesentlich verändert haben. In der Regel wurden die Serien an verschiedenen Tagen aufgenommen.

Aus den oben ausgeführten Anforderungen und Variationen ergeben sich insgesamt für jeweils 2 Schießstände = 2

 für jeweils 3 Munitionarten (Waffen) = 6

 für jeweils 2 Abstände = 12

 für jeweils 2 Empfängerhöhen = 24

 für jeweils 12 Richtungen = 288

 für jeweils 5 unabhängige Meßtage = 1.440

 aus jeweils 10 Einzelschüssen = 14.400 Einzelpegel.

Auf der Basis der 14.400 Einzelschußpegel bzw. auf der Basis der 1.440 mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} und 1.440 Pegel \tilde{L}_{AFmax} ergeben sich insgesamt 24 Richtcharakteristiken für die energetische Mittelung. Das gleiche gilt für die arithmetische Mittelung.

3. Planung der Messungen

3.1 Auswahl der Schießanlagen

Um eine geeignete Schießanlage im Aufbau entsprechend der Anlage 1 auf freiem und in ebenem Gelände auszuwählen, wurde eine Vielzahl von Schießanlagen hinsichtlich der o.g. Kriterien besichtigt, wie z.B. die Schießanlagen in: Bedburg, Diersfort, Hünxe, Leverkusen, Fehl-Ritzhausen, Freudenburg usw. sowie Vluyt-Busch und Mönchengladbach.

Die o.g. Kriterien (ebenes und freies Gelände) erfüllt die Schießanlage in Vluyt-Busch (s. Lageplan 1). Als weitere Anlage (ebenes Gelände, jedoch im Wald gelegen) konnte die Schießanlage in Mönchengladbach gewählt werden (s. Lageplan 2). Bei dieser Anlage sind die Seitenbegrenzungen als Wände ausgebildet.

3.1.1 „Gesteuertes“ Messen

Bei den sog. „gesteuerten“ Messungen wurde immer mit denselben drei Jagdgewehren des Types Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 auf der mittleren Schußbahn jeweils eine Serie von 10 Einzelschüssen im Abstand von etwa 10 Sekunden aus dem Schützenstand in den Geschoßfang der 100 m Schußbahn, sitzend mit dem Gewehr auf einem Sandsack angelegt, geschossen. Die ersten Messungen erfolgten mit Serien von 20 Schuß. Die Spannweite der L_{AFmax} -Werte lag bei maximal 5 dB(A), so daß die Schußzahl entsprechend der Tab. 3.1 auf 10 Schuß pro Serie reduziert werden konnte.

3.1.2 Erforderliche Mindestanzahl der Schüsse

Die aus statistischen Gründen erforderliche Mindestanzahl $n_K(R)$ der Schüsse richtet sich nach der Schwankungsbreite (Spannweite) R der Pegel (L_{AFmax}). Die Tab. 3.1 gibt die erforderliche Mindestanzahl $n_K(R)$ der Schüsse für einen zulässigen Fehler des mittleren Pegels bis zu ± 1 dB(A) mit 85 % Wahrscheinlichkeit an.

Beträgt die Schwankung z.B. $R \leq 8$ dB, so sind nach Tab. 3.1 $n_K(R) = 10$ Einzelmessungen erforderlich.

R in dB	≤ 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$n_K(R)$	10	12	14	17	19	22	25	28	32	35	38	42	46

Tab. 3.1: Erforderliche Mindestanzahl der Schüsse einer Stichprobe in Abhängigkeit von Spannweite R nach /2/

3.2 Meßgrößen

Neben der Zielgröße L_{AFmax} werden auch der energieäquivalente Pegel L_{AX} , der Spitzenpegel L_{Apeak} und die Terzspektren $L_{Terz,eq(2s)}$ bzw. $L_{Terz,max}$ gemessen. Im folgenden werden die Meßgrößen L_{Apeak} , L_{AFmax} und L_{AX} vorgestellt (s. DIN IEC 651):

L_{Apeak} A-bewerteter Spitzenpegel ohne Zeitbewertung (trägeitslos)

L_{AFmax} A-bewerteter Maximalpegel mit der Zeitbewertung „Fast“

$\tau_1 = 125 \text{ ms}$ (Anstiegszeit), $\tau_2 = 125 \text{ ms}$ (Abfallzeit)

$L_{AX(1s)} = 10 \lg \frac{1}{T} \int 10^{0,1 L(t)} dt = \text{Einzelereignispegel bezogen auf 1 s}$

3.2.1 Mittlere Einzelschußpegel

Aus den jeweils 10 Einzelschußpegeln (s. Datenband) wurde der mittlere Einzelschußpegel \bar{L}_k bzw. \tilde{L}_k der einzelnen Emissionssituationen k (Schießposition und Munitionsart) an den jeweiligen Immissionsorten (Meßpunkten) gemäß folgender Gleichungen gebildet

- energetische Mittelwertbildung:

$$\bar{L}_k = 10 \lg \left(\frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} 10^{0,1 L_i} \right) \text{ dB}$$

- arithmetische Mittelwertbildung:

$$\tilde{L}_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} L_i \text{ dB}$$

n_k : Gesamtzahl aller gemessenen Einzelschußpegel für die Emissionssituation k .

3.3 Meß- und Auswerteapparaturen

Für die Schußgeräuschaufzeichnung an den Meßpunkten werden die in Abb. 3.1 dargestellten Meß- und Aufzeichnungsgерäte verwendet. Die Schallereignisse werden dort von den Meßmikrofonen Typ B&K 4165 aufgenommen und über die Mikrofonvorverstärker Typ B&K 2639 und die Mikrofonspeisegeräte Typ B&K 2804 mit Hilfe von DAT-Recordern Typ SONY TCD-D10 für

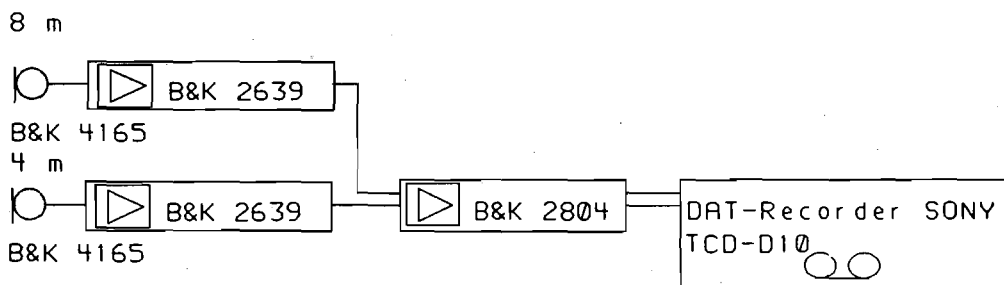


Abb. 3.1: Blockschaltbild der Meßgeräte für die Geräuschaufnahme

die späteren Analysen im Labor aufgezeichnet.

Mit der in Abb. 3.2 als Blockschaltbild schematisch dargestellten Auswertearratur werden die Schalldruckpegel sowie die Zeitverläufe und die spektrale Zusammensetzung der Schallereignisse ermittelt. Die hierbei verwendeten Meßgeräte entsprechen ebenfalls der DIN IEC 651 für Schallpegelmeßgeräte. Zur Anzeige des Effektivwertes L_{AFmax} und des L_{eq} dient der Echtzeitanalysator RTA 830. Der Peakwert wird von der SMS 823 ermittelt. Aus dem RTA 830 wird gleichzeitig für jeden Schuß dessen Spektrum in Terzbandbreite als Terz- L_{eq} über 2 s und der Terz- L_{AFmax} ermittelt und auf der EDV-Anlage gespeichert.

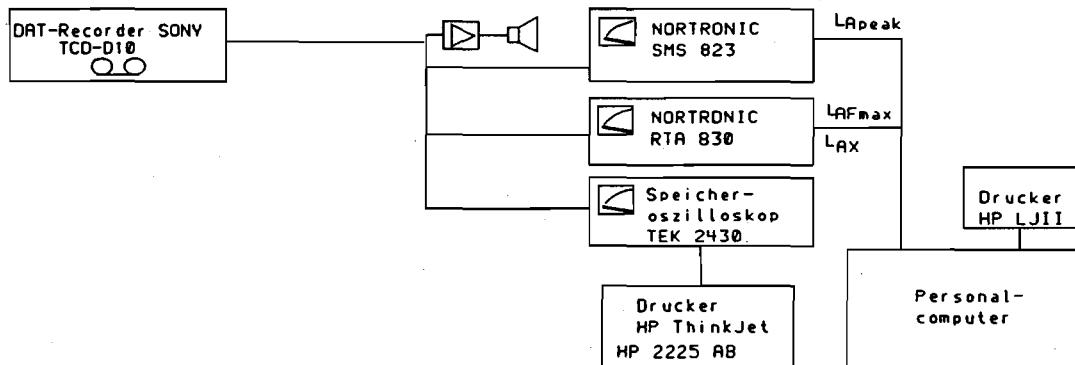


Abb. 3.2: Blockschaltbild der Meßgeräte für die Auswertung

Während der Auswertung der auf DAT-Kassetten aufgezeichneten Schallsignale wird der Signalverlauf auf einem Oszilloskop und über einen Lautsprecher überwacht.

An die Meßketten werden folgende Anforderungen gestellt:

- Frequenzgang: Linearität im Bereich von 20 Hz bis 10 kHz
- Signal-Rauschabstand (Dynamik): 50 dB

Diese Anforderungen werden von den Gliedern der Meßkette erfüllt bzw. übertroffen und sind Tab. 3.2 zu entnehmen. Die dort angegebenen technischen Daten wurden nach Herstellerangaben zusammengestellt.

	Mikrofon 1/4" B&K 4135	Mikrofon 1/2" B&K 4165	Vorverstärker B&K 2639	DAT-Recorder Sony TCD-D10 2-kanalig
Frequenzgang	4 Hz bis	2,6 Hz bis	1 Hz bis	4 Hz bis
	100 kHz	20 kHz	200 kHz	22 kHz
Dynamik	164 dB	128 dB		90 dB

Tab. 3.2: Technische Angaben der Meßgeräte

Die 1/2"- und 1/4"-Mikrofone (B&K 4165 bzw. 4135) weisen bei streifendem Schalleinfall (90°) nach Herstellerangabe bis 10 kHz keine nennenswerten Abweichungen von einer omnidirektionalen Richtcharakteristik auf. Bei Messungen an den Immissionsorten wurde generell die Mikrofonstellung senkrecht nach oben angewendet. Die Mikrofonkabelänge ist sehr kurz, so daß die Anforderungen an die obere Grenzfrequenz ohne besondere Anforderungen an die Impedanzen erfüllt werden. Die bei der Auswertung der auf DAT-Recorder aufgezeichneten Schallsignale eingesetzten Meßgeräte entsprechen ebenfalls der DIN IEC 651 Klasse 1 und den „Zusatzanforderungen an Schallpegelmesser für besondere Meßaufgaben VDI 3745 (Entwurf 1989)“.

Die Toleranzen der Frequenzbewertung nach der A-Kurve (A-Bewertung) bei 10 Hz werden von der IEC bei der Klasse 1 mit + 3 bis - 8 dB und vom Gerätehersteller B&K mit +3 bis -3 angegeben. Unterhalb von 10 Hz werden weder in der IEC-Norm noch vom Hersteller B&K Toleranzen angegeben, daher wurde das Bewertungsfilter A der Meßverstärker B&K 2606 und B&K 2636 bis 1,6 Hz vermessen. Größere Abweichungen als ± 2 dB zeigen die Meßgeräte erst unterhalb von 4 Hz. Damit erfüllen sie mindestens die Anforderungen der Klasse 1. Die Bewertung der linear gemessenen Spektren erfolgt in der EDV mit den Normwerten der IEC 651.

4. Messungen

4.1 Anzahl der Meßtage

Generell wurde nur eine Messung an einem Tag an einer Schießanlage durchgeführt. An der jeweiligen Schießanlage wurde zur Beobachtung der lokalen Windsituation eine Wetterstation stationär eingerichtet, die die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 8 m Höhe über Gelände anzeigte. Außerdem wurde die Temperatur und relative Luftfeuchte für den Zeitraum des Schießens registriert. Wie in Abb. 2.1 dargestellt, wurden diejenigen Schallausbreitungsrichtungen durch Meßpunkte belegt, die eine deutliche Mitwindkomponente erwarten lassen, d.h. es wurde bei jeder Messung auf drei Strahlen mit einem Zwischenwinkel von 30° in zwei Abständen (125 m und 250 m) und in zwei Höhen (4 m und 8 m) gemessen. Wenn sich die Windrichtung während der Messung bzw. nach dem Meßaufbau stärker geändert hatte, mußte diese Messung verworfen und bei einer richtigen Mitwindrichtung wiederholt werden. Dadurch haben sich mehr Messungen ergeben als theoretisch ermittelt. Von den 12 Richtungen ($360^\circ : 30^\circ = 12$) wurden 3 Richtungen bei einer Messung erfaßt, so daß der Vollkreis an $12 : 3 = 4$ Meßtagen erfaßt werden konnte. Bei 5-facher Wiederholung sind theoretisch 20 Meßtage erforderlich, praktisch ergaben sich ca. 25 - 30 Meßtage, um eine 5-fache Wiederholung in allen Richtungen bei Mitwind zu erfüllen.

4.2 Meßzeiten

Mit den Messungen wurde im Oktober 1989 begonnen. Die Schieß- und Meßtage richteten sich auch nach der Belegung der Schießanlagen, so daß der Aufbau der Meßstationen vormittags und das gesteuerte Messen jeweils zwischen 13 und 14 Uhr in einer schießfreien Zeit erfolgen konnte. Da die 10 Schüsse mit jeweils 10 Sekunden Pause verschossen wurden, dauerte das gesteuerte Messen maximal eine halbe Stunde. Bei starker Sonneneinstrahlung wurde nicht gemessen.

5. Meßergebnisse

5.1 Mittlerer Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} (Mittelungspegel)

Die Meßergebnisse einer Meßserie aus 10 Schüssen sind hier beispielhaft in Tab. 5.1 dargestellt. Im Anhang ist die Meßserientafel beschrieben. Diese Meßserientafeln, ca. 1440 Stck., sind im Datenarchiv des IfL.

Aus den Meßserientafeln ist zu entnehmen: L_{Apeak} , L_{AFmax} und $L_{AX(1s)}$ jedes Einzelschusses, der mittlere Einzelschußpegel (Mittelungspegel), der arithmetische Mittelwert, die Statistik von 10 Schüssen, das mittlere Spektrum der Schüsse in Terzbandbreite sowie Angaben zur Waffe, Mikrofonhöhe, Abstand, Richtung, Datum und Wetterdaten. Die Einzelschußergebnisse incl. Dokumentation der Meß- und Auswertebedingungen werden dem Auftraggeber zusätzlich auf Datenträger zur Verfügung gestellt (ca. 30 Stück 1,2 MB HD 5,25"-Disketten für IBM/MS-DOS-kompatible Arbeitsplatzrechner). Die Daten sind pro Meßserie in einer Datei organisiert. Jede dieser ASCII-Dateien enthält alle ausgewerteten Einzelschußpegel und die Spektren der Einzelschüsse. Die mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} und die arithmetischen Mittelwerte \bar{L}_{AFmax} sind für alle Schußserien und Mikrofonpositionen sowie für alle drei Waffen, die am Schießstand Vluy-Busch gemessen wurden, in Tab. 5.2 bzw. 5.2 a aufgeführt, und die am Schießstand Mönchengladbach gemessen wurden, sind in den Tab. 5.3 und 5.3 a aufgeführt. Das arithmetische Mittel der mittleren Einzelschußpegel aus 5 Schußserien (A - F) ergibt den Mittelwert des Schallimmissionspegels für die einzelne Waffe, Abstand und Mikrofonhöhe und wird zur Darstellung der Richtcharakteristik herangezogen.

Die Streuungen der mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} in den einzelnen Schußserien (A - F) werden nicht so stark von der Mitwindkomponente ($\cos \alpha$) beeinflusst als erwartet. Dabei ist α der Winkel zwischen der Windrichtung und der angenommenen Schallausbreitungsrichtung vom Mittelpunkt der Schußbahn zum Meßpunkt. Die Windkomponente $\cos \alpha$ ist auch in Tab. 5.2 und Tab. 5.3 mit aufgeführt. In Appendix A.1 und A.2 wird der Einfluß von Windgeschwindigkeit und Windkomponente $\cos \alpha$ ausführlich behandelt.

5.2 Langzeitmittelwerte

In Tab. 5.4 und Tab. 5.5 sind die arithmetischen und energetischen Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel L_{AFmax} über die fünf Meßserien für den Schießstand Vluy-Busch und in Tab. 5.6 und Tab. 5.7 für den Schießstand Mönchengladbach aufgeführt. Die Streuung, d.h. die Standardabweichung s , die Spannweite D und der Vertrauensbereich VB 80% dieser fünf Langzeitmeßwerte sind graphisch in Abb. 5.1 und Abb. 5.2 dargestellt. Aus Abb. 5.2 wird deutlich, daß am 100-m-Schießstand in Mönchengladbach der Vertrauensbereich der 5 Meßserien für alle Schießrichtungen im Abstand von 250 m und in 8 m Höhe kleiner als $\pm 1,0$ dB(A) ist. Ähnliche Ergebnisse werden auch im 125 m Abstand und in 4 m Höhe erzielt. Am 100-m-Schießstand in Vluy-Busch überschreitet dagegen in den Schießrichtungen 0° und 30° der Vertrauensbereich 80 % mit VB 80% = 2 - 3 dB(A) den Richtwert von $\pm 1,0$ dB(A) (Vergleiche dazu /5/).

5.3 Richtcharakteristik

Die arithmetischen Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} aus Tab. 5.4, Tab. 5.5, Tab. 5.6 und Tab. 5.7 sind als Richtdiagramme graphisch in den Abb. 5.3 und 5.4 für die Waffen Hornet, Winchester .243 und Winchester .300 für die Mikrofonhöhen 8 m und 4 m und die Abstände 125 m und 250 m für die Schießstände Vluyn-Busch und Mönchengladbach dargestellt.

Auffällig sind die Einbrüche bei 330° und 90°. Beim Schießstand Vluyn-Busch ist aus der Richtcharakteristik für alle drei Waffen eine sehr deutliche Pegelanhebung um rd. 10 dB(A) in der zur Schießrichtung abgewandten Richtung (180°) zu erkennen (s. Abb. 5.3). Die Ursache dafür ist die Reflexionswirkung der Hochblenden. Diese Reflexionswirkung ist am Schießstand Mönchengladbach nicht zu erkennen (s. Abb. 5.4). In der Richtung 0° (Schießrichtung) ist der pegelmindernde Einfluß der Geschosßfangkammer in der Pegeldifferenz zwischen 8 m und 4 m Mikrofonhöhe zu erkennen. Die ausgesprochen starke Abstrahlung (s. Abb. 5.4) in die 60°-Richtung ist dadurch bedingt, daß in dieser Richtung eine Schutzwand/-wall nicht vorhanden ist (s. Anlage 2).

5.4 Schallausbreitung

Ein Schießstand im Wald ist häufig anzutreffen und wird auch häufig geplant. Deshalb sind auch die Untersuchungsergebnisse der Schallausbreitung für solche Schießstände wichtig.

Die Pegel in 8 m Höhe sind generell geringfügig um ca. 2 dB(A) höher als die Pegel in 4 m Höhe (s. Richtcharakteristiken in Abb. 5.3 und 5.4). Die Pegelabnahme ΔL durch die Abstandsverdopplung zwischen dem Abstand von 125 m und 250 m ist in den Tab. 5.8 und 5.9 an den beiden Schießständen und für alle drei Waffen für die Mikrofonhöhe von 8 m über Gelände aufgeführt. Auf dem Schießstand Vluyn-Busch schwankt die Pegelabnahme ΔL richtungsabhängig zwischen den Abständen von 125 m und 250 m zwischen 5 dB(A) und 12 dB(A) für alle drei Waffen. In der Umgebung der Schießstandes Mönchengladbach ist die richtungsabhängige Pegelabnahme ΔL pro Abstandsverdopplung mit $\Delta L = 9$ dB(A) bis 17 dB(A) im Wald wesentlich größer. Die daraus ableitbaren Schallausbreitungskoeffizienten $\Delta L / \lg 2$ betragen

$$D_s = \frac{\Delta L}{\lg 2} \lg \frac{s}{s_0} = 15 \lg \frac{s}{s_0} \text{ bis } 40 \lg \frac{s}{s_0}$$

je nach Richtung in Vluyn-Busch und

$$D_s = \frac{\Delta L}{\lg 2} \lg \frac{s}{s_0} = 30 \lg \frac{s}{s_0} \text{ bis } 60 \lg \frac{s}{s_0}$$

in Mönchengladbach. Diese starken Schwankungen der Pegeldifferenzen pro Abstandsverdopplung werden hervorgerufen durch die vom Abstand abhängigen Abschirmwirkungen der Anlagenbauten und Wälle. D.h. im Radius von 125 m ist die Abschirmwirkung der baulichen Einrichtungen größer als im Radius von 250 m Abstand, so daß dort, wo sich auf dem Schallausbreitungsweg Schallhindernisse befinden, die Schallpegel zwischen den zwei Abständen eine geringere Pegeldifferenz aufweisen, als nach dem Ausbreitungsgesetz für eine Punktschallquelle zu erwarten wäre. Andererseits besteht die Schallemission eines Schießstandes aus zwei unterschiedlichen Schallquellen: dem Mündungsknall und dem Geschosßknall, wobei der

Mündungsknall sich als Punktschallquelle (6 dB/Abstandsverdoppelung) und der Geschößknall als Linienschallquelle (3 dB/Abstandsverdoppelung) ausbreiten.

Für die Richtcharakteristiken (s. Lagepläne 1 bis 6) werden diese in Tab. 5.8 und 5.9 berechneten Schallausbreitungskoeffizienten $\Delta L/1g^2$ für die Schallausbreitungsrichtungen zugrundegelegt. Daraus sind die unterschiedlichen Abstrahlcharakteristiken und auch die Schallemissionen der beiden Schießanlagen Vluy-Busch und Mönchengladbach deutlich zu erkennen. Von der Anlage Mönchengladbach wird eine deutlich geringere Schallbelastung in das Umland immittiert als von der Schießanlage Vluy-Busch.

Einen stärkeren ortsabhängigen Einfluß auf den Pegel im Wald durch Bäume konnte durch zwei Vergleichsmessungen an jeweils 3 Punkten in 10 m-Abstand voneinander an den beiden Schießplätzen (s. Tab. 5.10) nicht festgestellt werden.

In Abb. 5.5 sind die Schallpegelabnahmen als $L_{Aeq}(8ms)$ über der Zeit von 2 s für den Schießstand Vluy-Busch im freien Gelände und für den Schießstand Mönchengladbach im Wald dargestellt,

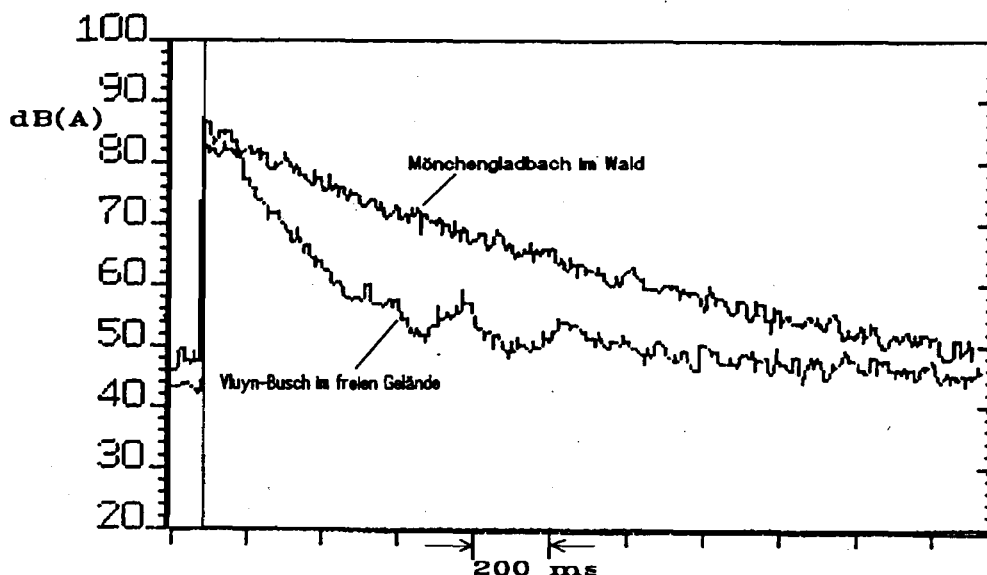


Abb. 5.5: Schallpegelabnahme des $L_{Aeq}(8ms)$ über 2 s bei den Schießständen Vluy-Busch und Mönchengladbach

wobei die Schallausbreitungsrichtung (300°) zur Schußrichtung, der Abstand von 125 m und die Waffe bei beiden Schußserien gleich sind. Daraus ist ersichtlich, daß der Schuß im Wald lange nachhallt (bis zu 3 s), bis der Pegel um 60 dB abfällt. Im Zeitverlauf sind keine eindeutigen Pegelreflexionen zu erkennen; vielmehr ist auf ein mehr diffuses Schallfeld zu schließen, wenn man im Vergleich dazu den Schallpegelverlauf am Schießstand im Freien mit einer sog. Nachhallzeit von 1 s betrachtet.

"Richtcharakteristik von 100m-Schießständen, jagdliches Schießen"

Schießstand: Mönchengladbach
 Munition: Hornet
 Höhe: 4 m
 Abstand: 125 m
 Winkel: 0
 Meßserie: D

Datum: 19.07.90
 Uhrzeit: 12:30:00
 HIMESS-File: MBH41000
 Windrichtung: 205 Grad
 Windgeschwindigkeit: 1.2 m/s
 Luftdruck: 1027 hPa
 Lufttemperatur: 18 Grad C
 Luftfeuchtigkeit: 58 %

Tabelle der Einzelschußpegel

Nr.	L _{APeak} dB (A)	L _{AFmax} dB (A)	L _{AX} dB (A)
1	86,0	73,6	70,3
2	86,4	74,0	70,1
3	86,5	73,8	69,8
4	86,9	73,8	70,6
5	88,0	74,0	70,2
6	87,6	73,9	70,5
7	85,1	73,6	70,5
8	86,0	73,9	70,4
9	87,4	73,5	69,7
10	86,0	73,6	70,4

Tabelle der Mittelwertanalyse

	L _{APeak} dB (A)	L _{AFmax} dB (A)	L _{AX} dB (A)
energ. Mittel	86,7	73,8	70,2
Vertr. oben	87,0	73,8	70,4
Vertr. unten	86,3	73,7	70,1
energ. Z' (dB)	- 6,9	-13,8	-11,7
energ. Sigma	0,8	0,2	0,3
arith. Mittel	86,6	73,8	70,2
arith. Sigma	0,9	0,2	0,3
Spannweite	2,9	0,5	0,9

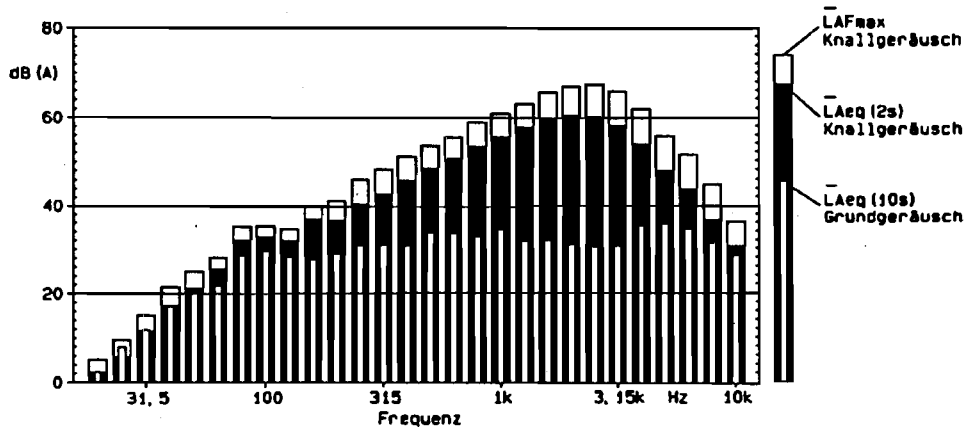
energetisch gemitteltes Terzspektrum
 der Meßreihe aus 10 Knallen

A-bewertet

für die Terzmaximalpegel L_{AFmax, T}
 des Knallgeräusches

für die energieäquivalenten Terzpegel L_{Aeq(2s), T}
 des Knallgeräusches

für die energieäquivalenten Terzpegel L_{Aeq(10s), T}
 des Hintergrundgeräusches



Tab. 5.1: Meßergebnisse von 10 Einzelschüssen

Schießstand Vluyt-Busch

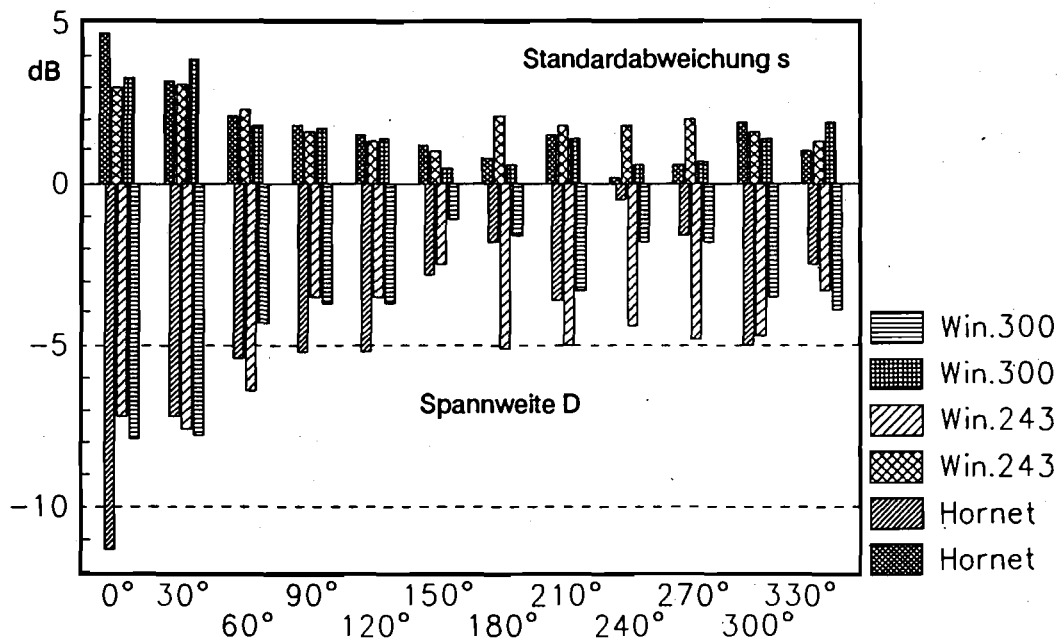


Abb. 5.1: Standardabweichung s und Spannweite D der Meßserien für die Schießanlage Vluyt-Busch

Schießstand Mönchengladbach

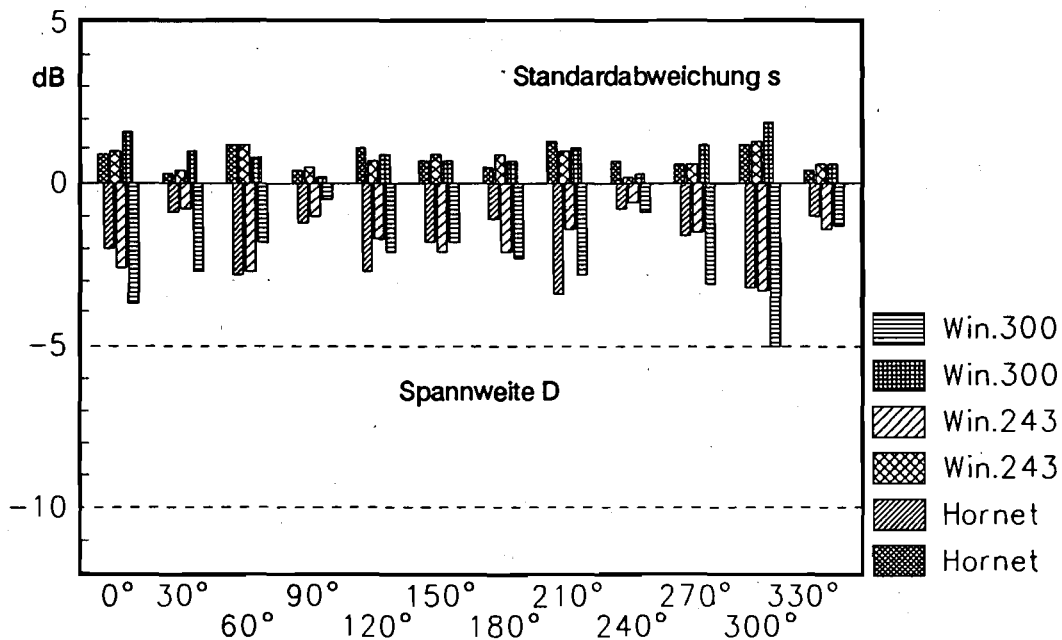


Abb. 5.2: Standardabweichung s und Spannweite D der Meßserien für die Schießanlage Mönchengladbach

arithmetische Mittelwerte der energetischen Mittelwerte \bar{L}_{AFmax}														
Waffe	Abstand	Höhe	Richtung bezogen auf die Schußrichtung											
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Homert	125 m	4 m	74,1 ^{1,5}	76,5 ^{0,8}	77,1 ^{0,7}	73,6 ^{1,3}	73,3 ^{1,1}	75,0 ^{1,7}	79,3 ^{0,8}	73,2 ^{0,8}	73,5 ^{1,2}	74,7 ^{0,9}	76,0 ^{3,7}	71,0 ^{2,4}
		8 m	78,9 ^{2,0}	76,6 ^{0,9}	77,5 ^{0,3}	74,3 ^{1,4}	73,1 ^{0,9}	75,3 ^{1,3}	80,9 ^{1,0}	74,4 ^{1,0}	74,4 ^{1,2}	74,8 ^{1,1}	77,2 ^{4,4}	71,8 ^{3,0}
	250 m	4 m	64,5 ^{4,7}	66,8 ^{3,7}	65,8 ^{2,0}	61,4 ^{1,9}	64,0 ^{1,8}	68,7 ^{2,5}	74,0 ^{1,7}	67,7 ^{1,3}	67,2 ^{0,7}	67,2 ^{0,7}	69,1 ^{2,2}	66,2 ^{0,9}
		8 m	67,3 ^{4,7}	67,4 ^{3,2}	66,9 ^{2,3}	61,4 ^{2,0}	65,1 ^{1,5}	69,2 ^{1,2}	73,2 ^{0,8}	67,9 ^{1,5}	66,8 ^{0,2}	67,3 ^{0,8}	69,8 ^{1,9}	66,6 ^{1,0}
Winchester .243	125 m	4 m	78,0 ^{2,7}	79,0 ^{1,0}	80,6 ^{1,5}	76,5 ^{1,4}	76,9 ^{1,9}	82,0 ^{1,1}	87,9 ^{1,8}	79,5 ^{1,0}	77,4 ^{0,8}	77,8 ^{0,7}	77,6 ^{3,2}	74,8 ^{2,7}
		8 m	84,4 ^{1,8}	79,8 ^{1,4}	80,7 ^{0,9}	78,8 ^{0,8}	76,8 ^{0,3}	82,3 ^{1,2}	88,3 ^{1,9}	81,1 ^{1,5}	78,4 ^{1,3}	78,4 ^{1,4}	78,3 ^{2,9}	75,7 ^{2,9}
	250 m	4 m	69,9 ^{2,8}	71,3 ^{4,5}	69,9 ^{2,3}	65,9 ^{1,8}	68,9 ^{1,5}	76,9 ^{1,5}	82,5 ^{1,7}	74,8 ^{1,9}	70,8 ^{2,0}	71,0 ^{1,7}	71,5 ^{1,7}	70,5 ^{1,6}
		8 m	73,3 ^{3,0}	72,3 ^{3,1}	71,7 ^{2,5}	66,7 ^{1,9}	70,0 ^{1,3}	76,2 ^{1,0}	81,0 ^{2,1}	75,1 ^{1,8}	71,4 ^{1,8}	71,6 ^{2,0}	72,4 ^{1,8}	71,3 ^{1,3}
Winchester .300	125 m	4 m	80,4 ^{1,1}	82,8 ^{1,0}	84,8 ^{2,1}	80,6 ^{0,7}	80,7 ^{0,7}	85,7 ^{1,0}	90,8 ^{1,2}	83,4 ^{1,0}	81,4 ^{0,9}	81,5 ^{0,7}	80,1 ^{3,1}	77,0 ^{3,3}
		8 m	86,2 ^{2,0}	83,4 ^{0,7}	85,6 ^{1,8}	82,4 ^{0,3}	80,7 ^{0,4}	86,3 ^{0,7}	91,4 ^{0,7}	85,3 ^{1,2}	82,5 ^{1,0}	82,3 ^{1,1}	80,9 ^{2,7}	78,2 ^{3,3}
	250 m	4 m	70,8 ^{2,5}	76,0 ^{5,2}	73,8 ^{2,3}	69,6 ^{1,7}	73,2 ^{1,8}	79,7 ^{1,9}	84,7 ^{1,3}	78,5 ^{1,7}	74,5 ^{1,3}	74,4 ^{1,3}	73,7 ^{2,0}	72,6 ^{2,3}
		8 m	73,8 ^{3,3}	75,7 ^{3,9}	75,6 ^{1,9}	70,7 ^{1,8}	74,5 ^{1,4}	79,5 ^{0,5}	83,7 ^{0,8}	78,9 ^{1,4}	75,2 ^{0,8}	75,5 ^{0,7}	74,8 ^{1,4}	73,4 ^{1,9}

Tab. 5.4: Schießstand Vluyt-Busch; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel L_{AFmax} aus 5 Meßserien; der Vertrauensbereich VB 80% des arithmetischen Mittelwertes aus 5 Meßserien beträgt bei einer Standardabweichung von $s = 1,5 \text{ dB(A)}$ für 80 % Sicherheit = $\pm 1 \text{ dB(A)}$

arithmetische Mittelwerte der arithmetischen Mittelwerte \tilde{L}_{AFmax}														
Waffe	Abstand	Höhe	Richtung bezogen auf die Schußrichtung											
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Hornet	125 m	4 m	74,0 ^{1,4}	76,5 ^{0,7}	77,1 ^{0,8}	73,6 ^{1,3}	73,3 ^{1,1}	74,8 ^{1,8}	79,0 ^{1,0}	73,1 ^{1,0}	73,5 ^{1,2}	74,6 ^{0,7}	75,9 ^{3,9}	71,0 ^{2,4}
		8 m	78,7 ^{1,9}	76,5 ^{0,8}	77,5 ^{0,2}	74,3 ^{1,4}	73,0 ^{0,9}	75,1 ^{1,4}	80,5 ^{1,2}	74,3 ^{1,0}	74,4 ^{1,4}	74,7 ^{1,1}	77,0 ^{4,4}	71,7 ^{2,9}
	250 m	4 m	64,3 ^{4,8}	66,7 ^{3,7}	65,7 ^{2,0}	61,3 ^{2,0}	63,9 ^{1,8}	68,4 ^{2,5}	73,4 ^{1,9}	67,4 ^{1,2}	67,1 ^{0,8}	67,1 ^{0,7}	68,9 ^{2,1}	66,2 ^{0,9}
		8 m	67,0 ^{4,7}	67,1 ^{3,1}	66,8 ^{2,2}	61,4 ^{2,0}	65,0 ^{1,9}	68,8 ^{1,0}	72,5 ^{1,1}	67,3 ^{1,4}	66,6 ^{0,2}	67,2 ^{0,5}	69,7 ^{1,9}	66,5 ^{1,0}
Winchester .243	125 m	4 m	77,8 ^{0,9}	79,4 ^{1,4}	80,5 ^{1,5}	76,5 ^{1,4}	76,9 ^{0,4}	82,0 ^{1,2}	87,3 ^{1,8}	79,5 ^{1,0}	77,4 ^{0,7}	77,8 ^{0,8}	77,4 ^{3,2}	74,9 ^{2,8}
		8 m	84,2 ^{1,7}	79,6 ^{1,3}	80,6 ^{0,9}	78,7 ^{0,7}	76,8 ^{0,3}	82,1 ^{1,2}	88,1 ^{1,9}	81,1 ^{1,5}	78,3 ^{1,2}	78,4 ^{1,4}	78,2 ^{3,0}	75,6 ^{2,9}
	250 m	4 m	69,2 ^{2,5}	70,7 ^{4,1}	69,7 ^{2,2}	65,8 ^{1,8}	68,8 ^{1,8}	75,8 ^{2,4}	81,6 ^{2,0}	74,7 ^{1,9}	70,3 ^{1,3}	70,7 ^{1,4}	71,1 ^{1,5}	70,2 ^{1,6}
		8 m	72,8 ^{2,8}	71,7 ^{2,8}	71,4 ^{2,5}	66,6 ^{1,9}	69,9 ^{1,3}	75,7 ^{0,9}	80,6 ^{2,1}	74,9 ^{1,8}	70,8 ^{1,5}	71,2 ^{1,3}	72,0 ^{1,3}	71,0 ^{1,2}
Winchester .300	125 m	4 m	80,2 ^{1,1}	82,5 ^{1,1}	84,7 ^{2,0}	80,4 ^{0,8}	80,6 ^{0,8}	85,7 ^{0,8}	90,6 ^{1,2}	83,3 ^{1,0}	81,4 ^{0,9}	81,4 ^{0,7}	80,1 ^{3,1}	77,0 ^{3,3}
		8 m	86,0 ^{2,0}	83,1 ^{0,8}	85,4 ^{1,5}	82,3 ^{0,4}	80,6 ^{0,4}	85,9 ^{0,9}	91,1 ^{0,8}	85,2 ^{1,2}	82,4 ^{0,9}	82,3 ^{1,1}	80,8 ^{2,7}	78,2 ^{3,3}
	250 m	4 m	70,4 ^{2,5}	74,3 ^{3,8}	73,7 ^{2,3}	69,5 ^{1,8}	73,1 ^{1,5}	79,5 ^{1,9}	83,9 ^{1,4}	78,1 ^{1,6}	74,4 ^{1,2}	74,2 ^{0,9}	73,6 ^{2,0}	72,4 ^{2,1}
		8 m	73,3 ^{3,1}	75,3 ^{2,9}	75,2 ^{1,8}	70,6 ^{1,9}	74,3 ^{1,3}	78,9 ^{0,8}	82,9 ^{0,5}	78,6 ^{1,4}	75,0 ^{0,8}	75,3 ^{0,8}	74,6 ^{1,4}	73,2 ^{1,8}

Tab. 5.5: Schießstand Vluyt-Busch; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel L_{AFmax} aus 5 Meßserien; der Vertrauensbereich VB 80% des arithmetischen Mittelwertes aus 5 Meßserien beträgt bei einer Standardabweichung von $s = 1,5 \text{ dB(A)}$ für 80 % Sicherheit = $\pm 1 \text{ dB(A)}$

arithmetische Mittelwerte der energetischen Mittelwerte \bar{L}_{AFmax}														
Waffe	Ab-stand	Höhe	Richtung bezogen auf die Schußrichtung											
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Hornet	125 m	4 m	73,8 ^{0,7}	77,4 ^{1,0}	83,0 ^{0,4}	81,5 ^{1,5}	77,9 ^{0,9}	78,6 ^{0,7}	76,6 ^{0,7}	77,1 ^{0,4}	75,2 ^{0,7}	74,5 ^{0,2}	78,1 ^{0,2}	75,1 ^{0,4}
		8 m	74,7 ^{0,9}	78,9 ^{1,2}	84,6 ^{0,5}	83,6 ^{1,1}	78,7 ^{0,8}	79,4 ^{2,1}	77,0 ^{0,9}	78,7 ^{1,0}	75,7 ^{0,8}	75,2 ^{0,6}	80,0 ^{1,7}	75,7 ^{0,5}
	250 m	4 m	61,0 ^{0,7}	65,8 ^{0,4}	67,5 ^{0,8}	61,6 ^{0,6}	65,6 ^{1,0}	67,0 ^{0,5}	65,3 ^{0,7}	64,5 ^{0,8}	62,3 ^{0,8}	61,2 ^{0,4}	62,8 ^{0,5}	62,6 ^{0,7}
		8 m	61,6 ^{0,9}	65,8 ^{0,3}	68,5 ^{1,2}	61,9 ^{0,4}	65,8 ^{1,1}	68,1 ^{0,7}	65,6 ^{0,5}	65,2 ^{1,3}	64,3 ^{0,7}	61,1 ^{0,8}	63,8 ^{1,3}	62,6 ^{0,4}
Winchester .243	125 m	4 m	76,1 ^{0,8}	78,5 ^{1,0}	86,1 ^{0,2}	81,1 ^{0,5}	82,2 ^{0,8}	85,9 ^{2,0}	83,2 ^{1,2}	83,3 ^{0,8}	79,0 ^{0,3}	78,0 ^{0,2}	80,2 ^{0,1}	76,8 ^{0,7}
		8 m	77,2 ^{0,8}	80,3 ^{1,6}	88,4 ^{0,8}	81,8 ^{0,3}	82,9 ^{0,5}	86,6 ^{1,8}	83,7 ^{1,4}	85,5 ^{0,9}	79,6 ^{0,2}	78,8 ^{0,7}	82,0 ^{1,7}	77,3 ^{0,6}
	250 m	4 m	65,4 ^{0,7}	71,0 ^{0,8}	70,6 ^{0,5}	66,5 ^{0,4}	69,8 ^{0,7}	74,6 ^{0,8}	72,2 ^{1,1}	71,3 ^{1,0}	67,0 ^{0,4}	65,9 ^{0,4}	66,2 ^{0,6}	66,5 ^{0,7}
		8 m	66,2 ^{1,0}	71,5 ^{0,4}	71,7 ^{1,2}	66,9 ^{0,5}	70,6 ^{0,7}	76,0 ^{0,9}	72,8 ^{0,9}	71,5 ^{1,0}	68,7 ^{0,2}	65,9 ^{0,6}	67,2 ^{1,3}	66,9 ^{0,6}
Winchester .300	125 m	4 m	79,3 ^{0,8}	82,1 ^{0,2}	91,6 ^{0,4}	85,5 ^{0,9}	86,2 ^{1,4}	89,5 ^{2,2}	86,4 ^{0,9}	86,7 ^{0,7}	82,7 ^{0,4}	81,8 ^{0,3}	83,8 ^{0,2}	80,1 ^{0,5}
		8 m	80,4 ^{0,8}	84,0 ^{0,8}	93,8 ^{0,3}	86,3 ^{0,7}	86,8 ^{1,3}	90,3 ^{1,8}	86,3 ^{1,0}	88,8 ^{1,3}	83,7 ^{0,5}	82,5 ^{0,8}	85,4 ^{1,9}	80,5 ^{0,3}
	250 m	4 m	68,9 ^{0,8}	74,7 ^{0,9}	74,3 ^{0,5}	70,6 ^{0,6}	73,3 ^{1,1}	78,1 ^{1,1}	74,8 ^{0,9}	74,8 ^{1,0}	70,4 ^{0,8}	69,8 ^{0,9}	70,0 ^{0,7}	70,6 ^{0,5}
		8 m	70,7 ^{1,8}	75,0 ^{1,0}	75,7 ^{0,8}	71,1 ^{0,2}	73,9 ^{0,9}	79,9 ^{0,7}	76,3 ^{0,7}	75,2 ^{1,1}	72,1 ^{0,3}	70,3 ^{1,2}	70,8 ^{1,9}	71,4 ^{0,6}

Tab. 5.6: Schießstand Mönchengladbach; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel L_{AFmax} aus 5 Meßserien; der Vertrauensbereich VB 80% des arithmetischen Mittelwertes aus 5 Meßserien beträgt bei einer Standardabweichung von $s = 1,5 \text{ dB(A)}$ für 80 % Sicherheit = $\pm 1 \text{ dB(A)}$

arithmetische Mittelwerte der arithmetischen Mittelwerte \tilde{L}_{AFmax}														
Waffe	Ab-stand	Höhe	Richtung bezogen auf die Schußrichtung											
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Hornet	125 m	4 m	73,7 ^{0,7}	76,9 ^{0,1}	83,3 ^{0,7}	81,2 ^{1,5}	77,9 ^{0,9}	78,5 ^{1,9}	76,5 ^{0,7}	77,0 ^{0,3}	75,2 ^{0,7}	74,5 ^{0,2}	78,1 ^{0,2}	75,0 ^{0,5}
		8 m	74,7 ^{0,9}	78,3 ^{0,7}	84,9 ^{0,5}	83,4 ^{1,2}	78,6 ^{0,8}	79,4 ^{2,1}	77,0 ^{0,6}	78,7 ^{0,9}	75,7 ^{0,8}	75,2 ^{0,6}	80,0 ^{1,7}	75,4 ^{0,4}
	250 m	4 m	61,0 ^{0,7}	65,8 ^{0,4}	67,0 ^{0,8}	61,6 ^{0,6}	65,5 ^{1,0}	67,0 ^{0,5}	65,2 ^{0,7}	64,5 ^{0,8}	62,1 ^{0,4}	61,2 ^{0,4}	62,8 ^{0,5}	62,4 ^{0,3}
		8 m	61,6 ^{0,9}	65,8 ^{0,3}	67,9 ^{1,8}	61,9 ^{0,5}	65,7 ^{1,1}	68,0 ^{0,7}	65,6 ^{0,6}	65,1 ^{1,3}	64,2 ^{0,7}	61,0 ^{0,6}	63,8 ^{1,3}	62,6 ^{0,3}
Winchester .243	125 m	4 m	76,0 ^{0,8}	78,9 ^{0,3}	86,4 ^{0,8}	81,1 ^{0,5}	82,2 ^{0,8}	85,8 ^{2,0}	83,2 ^{1,2}	83,3 ^{0,8}	79,0 ^{0,3}	78,0 ^{0,2}	80,2 ^{0,1}	76,8 ^{0,6}
		8 m	77,5 ^{1,4}	80,9 ^{0,7}	88,3 ^{0,5}	81,8 ^{0,3}	82,9 ^{0,5}	86,6 ^{1,8}	83,6 ^{1,5}	85,5 ^{0,9}	79,6 ^{0,2}	78,8 ^{0,7}	82,0 ^{1,7}	77,2 ^{0,6}
	250 m	4 m	65,4 ^{0,7}	70,7 ^{0,8}	70,5 ^{0,6}	66,5 ^{0,4}	69,7 ^{0,7}	74,5 ^{0,8}	72,2 ^{1,1}	71,3 ^{1,0}	67,0 ^{0,3}	65,8 ^{0,4}	66,2 ^{0,6}	66,6 ^{0,6}
		8 m	66,1 ^{1,0}	71,4 ^{0,4}	71,5 ^{1,2}	66,9 ^{0,5}	70,6 ^{0,7}	75,9 ^{0,8}	72,8 ^{0,9}	71,5 ^{1,0}	68,6 ^{0,2}	65,9 ^{0,6}	67,1 ^{1,3}	66,9 ^{0,6}
Winchester .300	125 m	4 m	79,3 ^{0,8}	82,1 ^{0,2}	91,4 ^{0,3}	85,5 ^{0,9}	86,2 ^{1,4}	89,4 ^{2,3}	86,4 ^{0,9}	86,6 ^{0,7}	82,7 ^{0,4}	81,8 ^{0,3}	83,8 ^{0,2}	80,1 ^{0,4}
		8 m	80,4 ^{0,8}	84,0 ^{0,8}	93,7 ^{0,4}	86,2 ^{0,7}	86,8 ^{1,3}	90,3 ^{1,8}	86,9 ^{1,1}	88,8 ^{1,2}	83,7 ^{0,4}	82,5 ^{0,8}	85,4 ^{1,9}	80,5 ^{0,4}
	250 m	4 m	68,8 ^{0,9}	74,6 ^{0,9}	74,1 ^{0,5}	70,6 ^{0,6}	73,2 ^{0,9}	78,0 ^{1,1}	75,4 ^{0,9}	74,8 ^{1,1}	70,3 ^{0,8}	69,7 ^{0,8}	70,0 ^{0,7}	70,6 ^{0,5}
		8 m	69,7 ^{0,8}	75,0 ^{1,1}	75,4 ^{0,8}	71,0 ^{0,1}	73,7 ^{0,6}	79,8 ^{0,8}	76,3 ^{0,7}	75,2 ^{1,1}	72,0 ^{0,4}	70,2 ^{1,0}	70,8 ^{1,9}	71,0 ^{0,5}

Tab. 5.7: Schießstand Mönchengladbach; arithmetische Mittelwerte der mittleren Einzelschußpegel L_{AFmax} aus 5 Meßserien; der Vertrauensbereich VB 80% des arithmetischen Mittelwertes aus 5 Meßserien beträgt bei einer Standardabweichung von $s = 1,5 \text{ dB(A)}$ für 80 % Sicherheit = $\pm 1 \text{ dB(A)}$

Richtung		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	Mittelwert
Hornet	ΔL	11,7	9,4	10,7	12,9	8,0	6,3	8,0	7,0	7,8	7,5	7,3	5,2	8,5 ± 2,3
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	39,0	31,3	35,7	43,0	26,7	21,0	26,7	23,3	26,0	25,0	24,3	17,3	28,3
Win. .243	ΔL	11,4	7,9	9,2	12,1	6,9	6,4	7,5	6,2	7,5	7,2	6,2	4,6	7,8 ± 2,2
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	38,0	26,3	30,7	40,3	23,0	21,3	25,0	20,7	25,0	24,0	20,7	15,3	26,0
Win. .300	ΔL	12,7	7,8	10,2	11,7	6,3	7,0	6,8	6,6	7,4	7,0	6,2	5,0	7,9 ± 2,3
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	42,0	26,0	34,0	39,0	21,0	23,3	26,7	22,0	24,7	23,3	20,7	16,7	26,3

Tab. 5.8: Schießstand Vuyn-Busch; Berechnung der Schallausbreitungskoeffizienten

Richtung		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	Mittelwert
Hornet	ΔL	13,1	12,5	17,0	21,5	12,9	11,4	11,4	13,6	11,5	14,2	16,2	12,8	14,0 ± 2,9
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	43,7	41,7	56,7	71,7	43,0	38,0	38,0	45,3	38,3	47,3	54,0	42,7	46,7
Win. .243	ΔL	11,4	9,5	16,8	14,9	12,3	10,7	10,8	14,0	11,0	12,9	14,9	10,3	12,5 ± 2,3
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	38,0	31,7	56,0	49,7	41,0	35,7	36,0	46,7	36,7	43,0	49,7	34,3	41,5
Win. .300	ΔL	10,7	9,0	18,3	15,2	13,1	10,5	10,6	13,6	11,7	12,2	14,6	9,5	12,4 ± 2,7
	$\frac{\Delta L}{\lg 2}$	35,7	30,0	61,0	50,7	43,7	35,0	35,3	45,3	39,0	40,7	48,7	31,7	41,4

Tab. 5.9: Schießstand Mönchengladbach; Berechnung der Schallausbreitungskoeffizienten

Meßpunkte	Schießstand im Freien Vuyn-Busch		Schießstand im Wald Mönchengladbach	
	\bar{L}_{AFmax}		\bar{L}_{AFmax}	
	4 m Höhe	8 m Höhe	4 m Höhe	8 m Höhe
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
10 m westlich	66,9	67,4	63,4	63,5
Mittelpunkt	66,2	67,4	64,7	64,0
10 m östlich	65,7	66,3	63,4	64,8
Spannweite	1,2	1,1	1,3	1,3

Tab. 5.10: Pegelabweichungen vom Mittelpunkt für einen Schießstand im Freien und im Wald

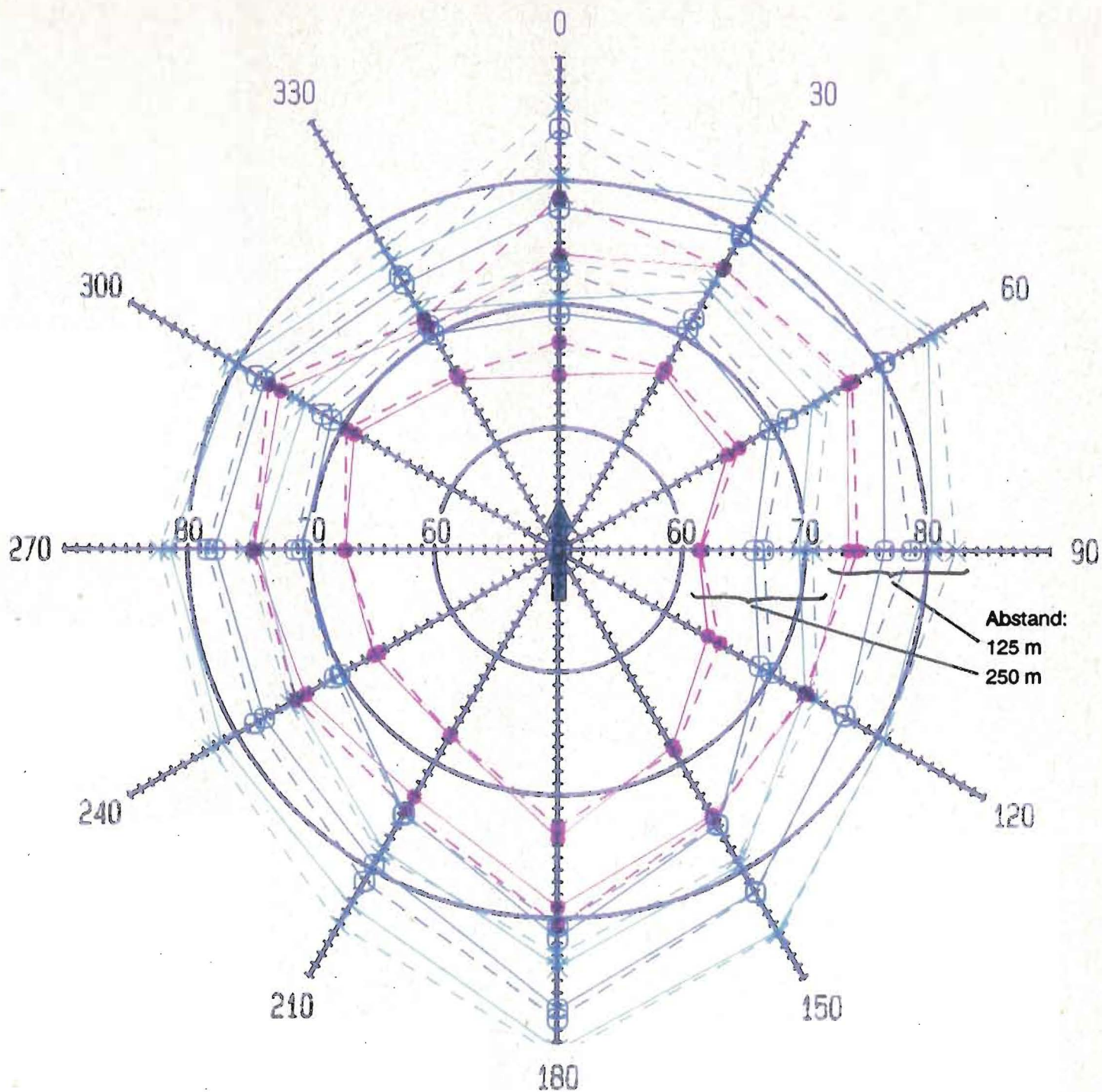


Abb. 5.3: Richtcharakteristik der drei Waffen am Schießstand Vluyn-Busch
 (arithmetische Mittelwerte)
 grüne Linien: Winchester .300
 blaue Linien: Winchester .243
 rote Linien: Hornet
 durchgezogene Linien für 4 m Höhe; unterbrochene Linien für 8 m Höhe

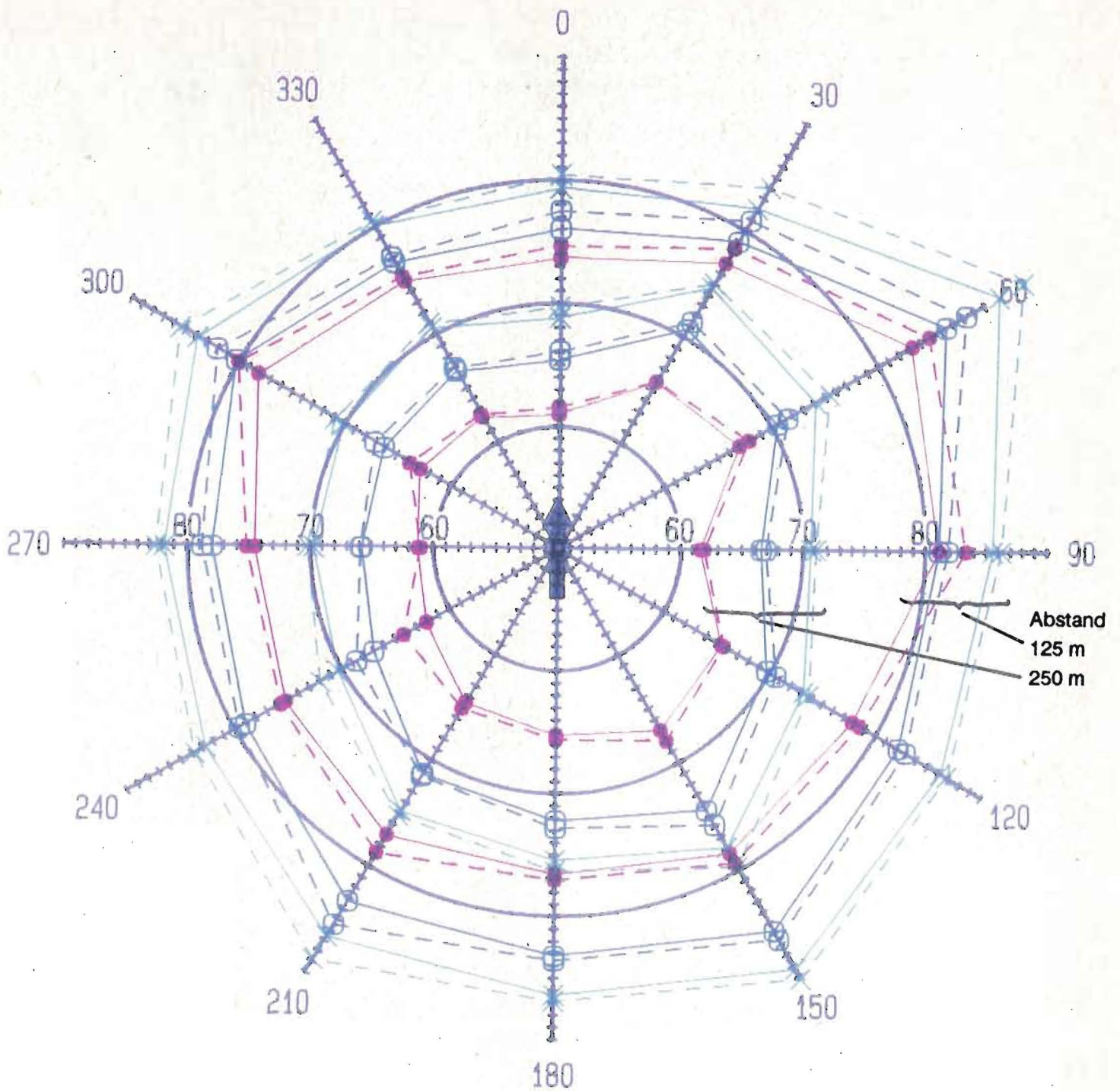
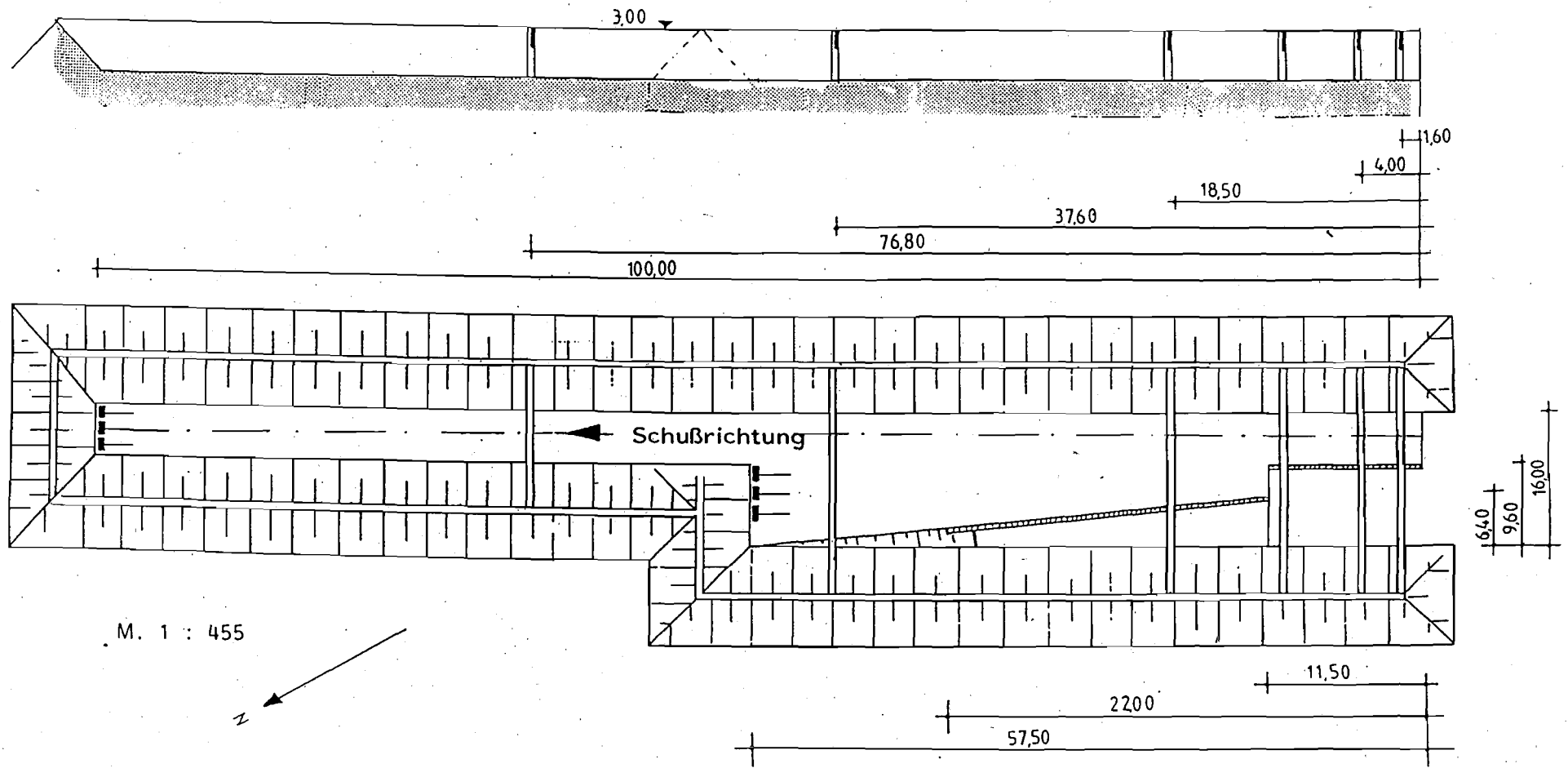


Abb. 5.4: Richtcharakteristik der drei Waffen am Schießstand Mönchengladbach
 (arithmetische Mittelwerte)
 grüne Linien: Winchester .300
 blaue Linien: Winchester .243
 rote Linien: Hornet
 durchgezogene Linien für 4 m Höhe; unterbrochene Linien für 8 m Höhe

Literaturverzeichnis

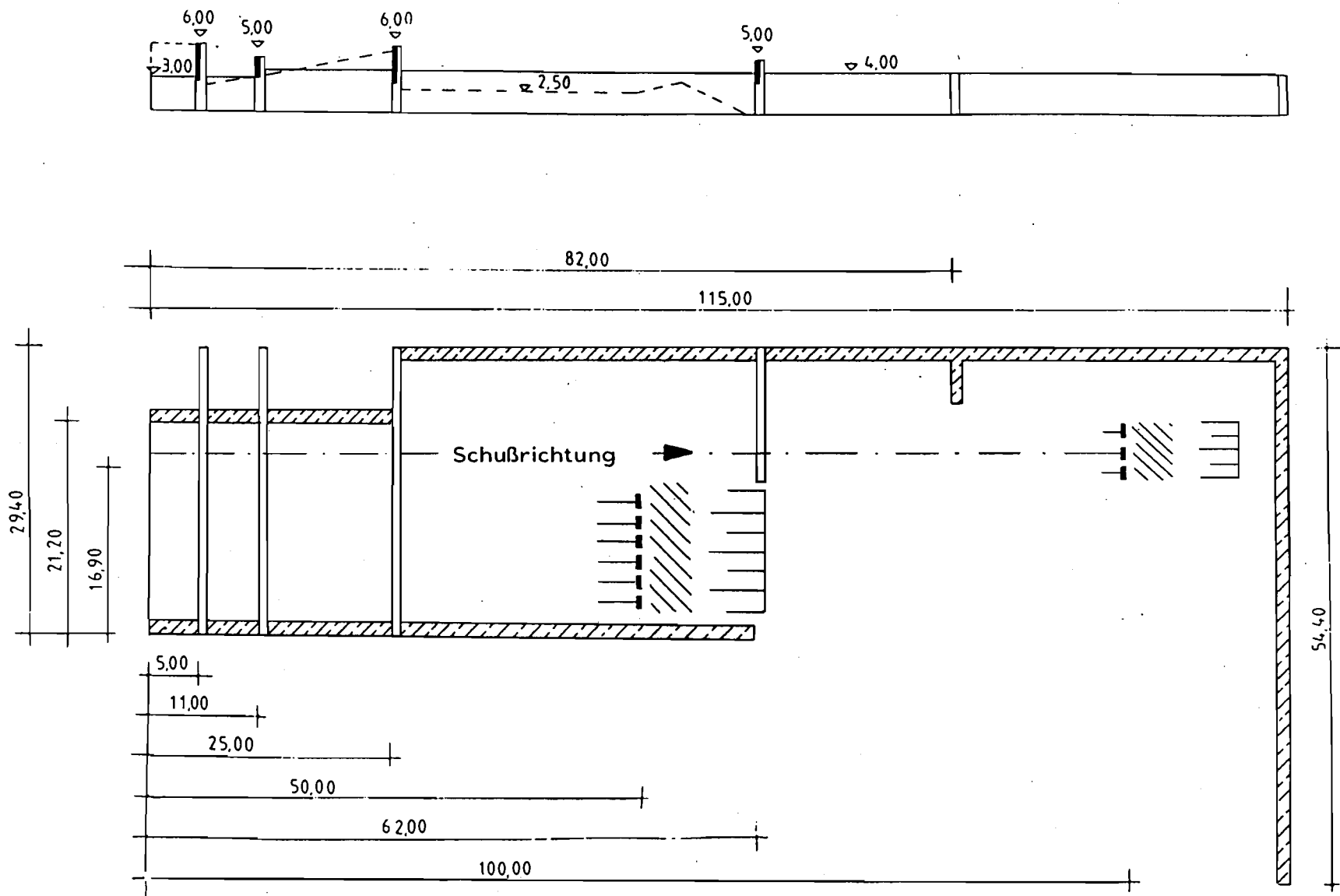
- [1] "Richtlinien für die Errichtung von Schießstandanlagen für sportliches und jagdliches Schießen"
Herausgeber: Deutscher Schützenbund e.V. Stand Januar 1986
- [2] VDI-Richtlinie 3745, Bl. 1, "Beurteilung von Schießgeräuschemissionen" (Mai 1993)
- [3] DIN IEC 651 "Schallpegelmesser" (Dezember 1981)
- [4] DIN 45641 "Mittelung von Schallpegeln" (Juni 1990)
- [5] Hillen, R.: "Eine Vorgehensweise zur zutreffenden Kennzeichnung der Schallstärke eines Schießplatzes". Z. Lärmbekämpfung, (1991), Nr. 2, S. 37-42

7. Bild- und Tabellenanhang

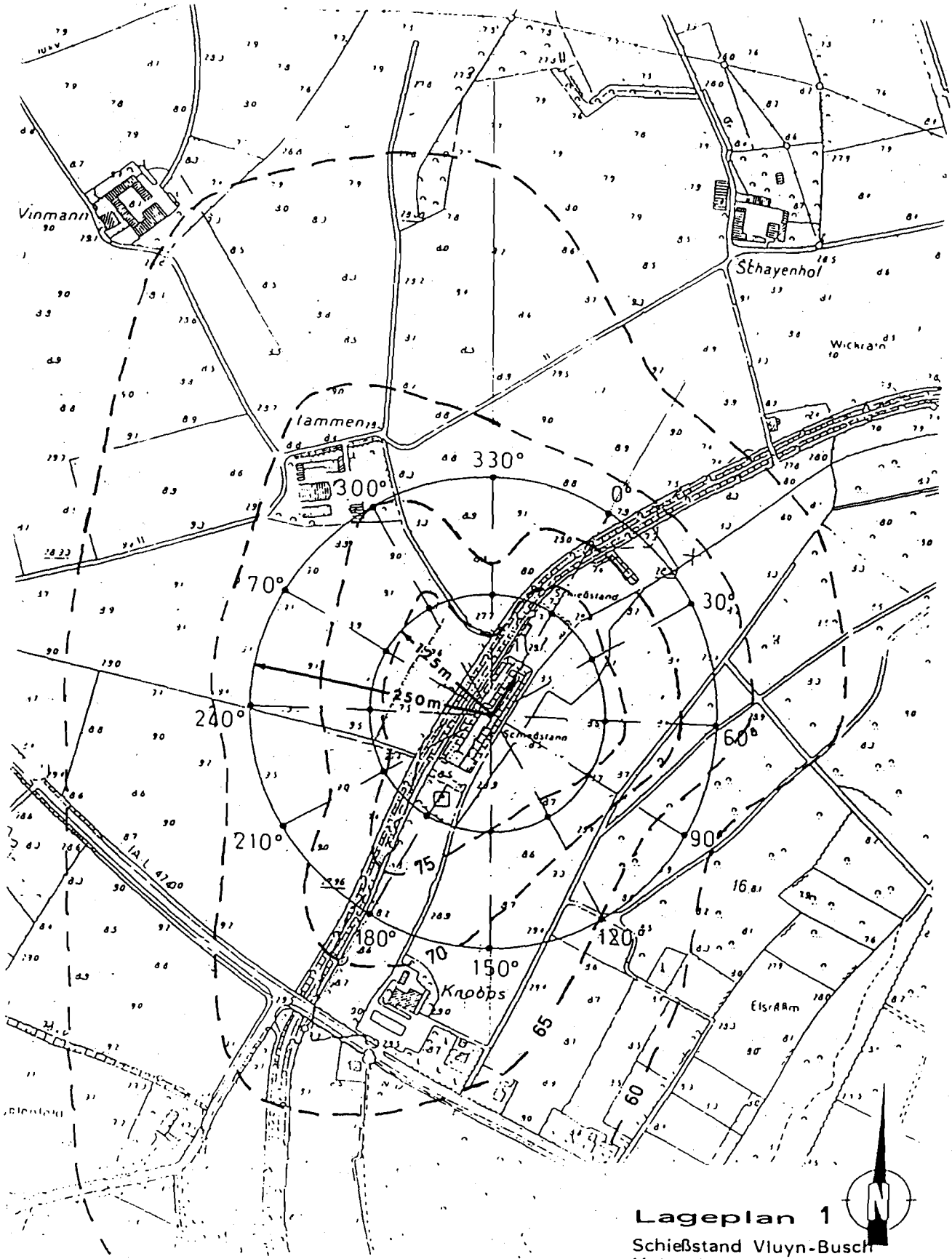


Kombinierter 100 m - Schießstand mit 50 m - Kleinkaliberstand in Vluyn-Busch

Anlage 1



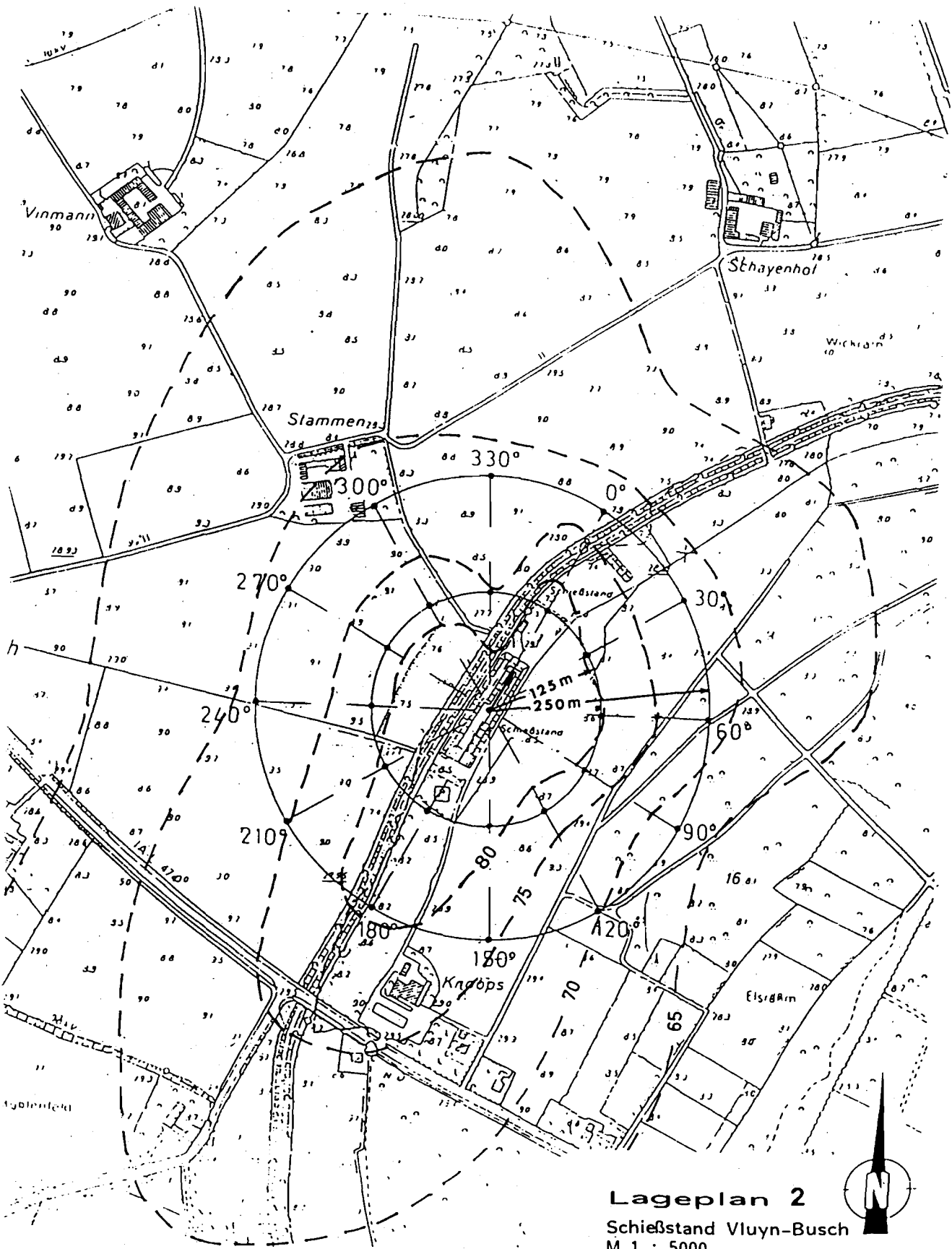
M. 1 : 570



Lageplan 1
 Schießstand Vluyn-Busch
 M 1 : 5000

Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel L_{AFmax}

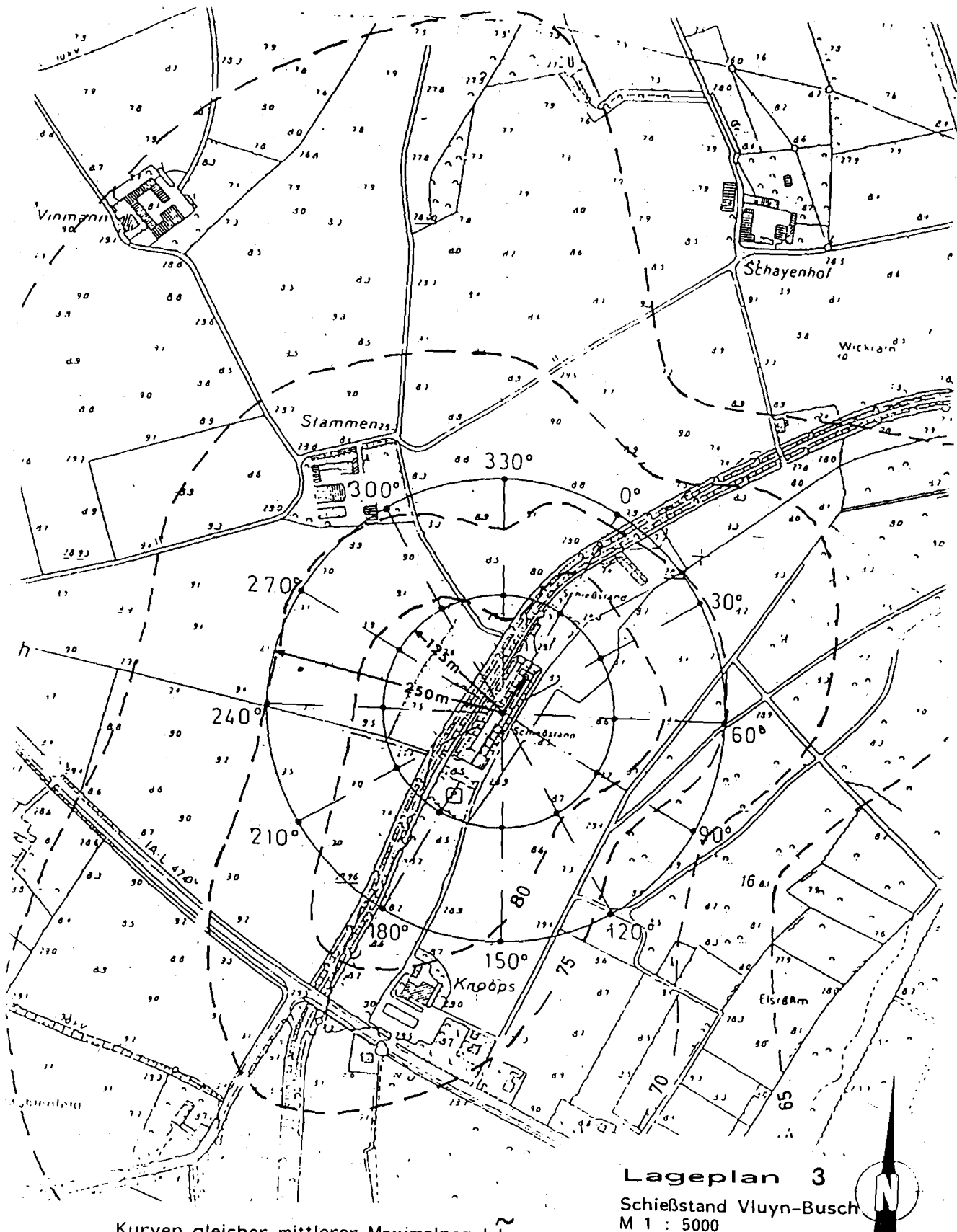
Waffe : Hornet



Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel L_{AFmax}

Waffe : Winchester .243

Lageplan 2
 Schießstand Vluyne-Busch
 M 1 : 5000

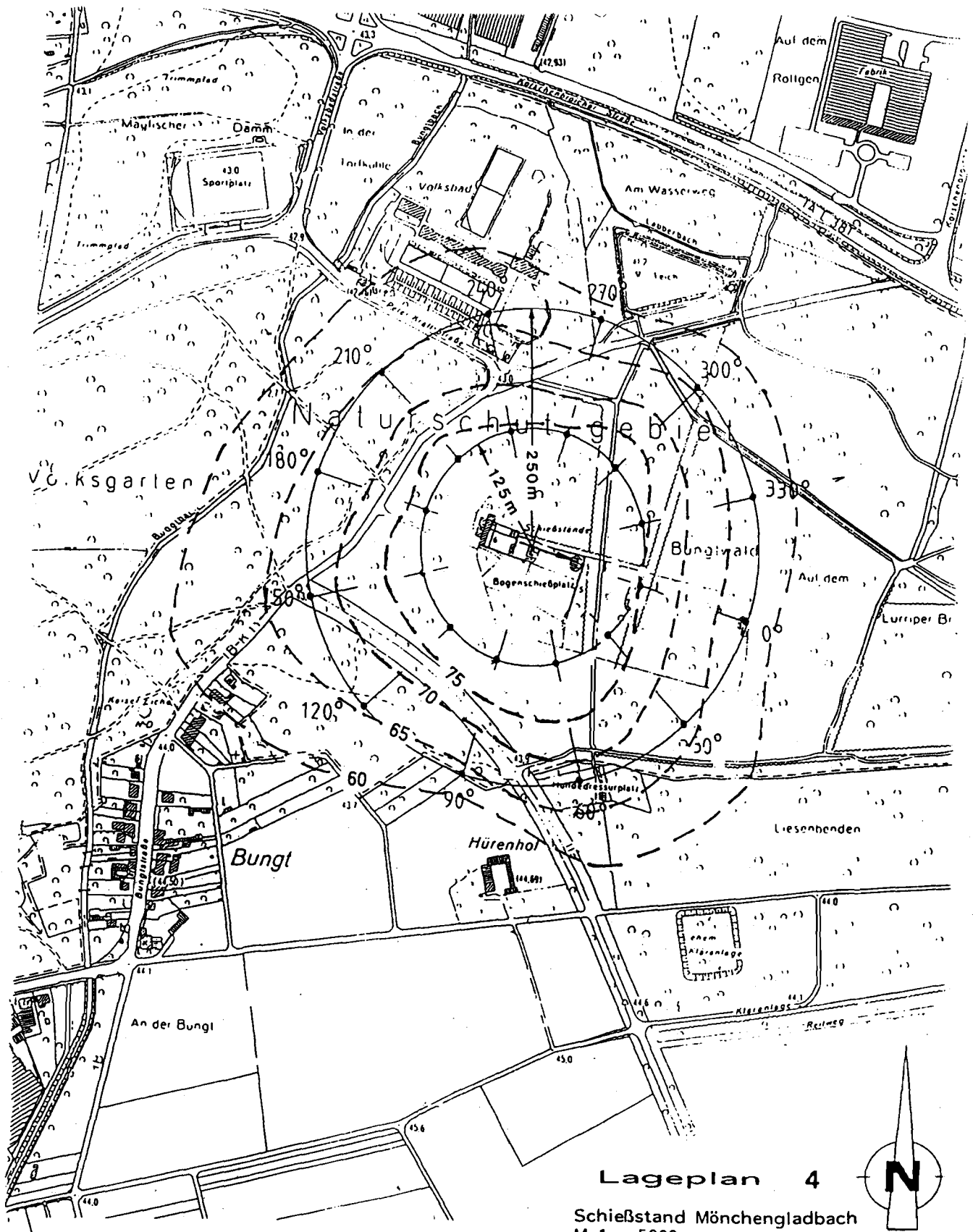


Lageplan 3

Schießstand Vluy-Busch
M 1 : 5000

Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel \bar{L}_{AFmax}

Waffe : Winchester .300

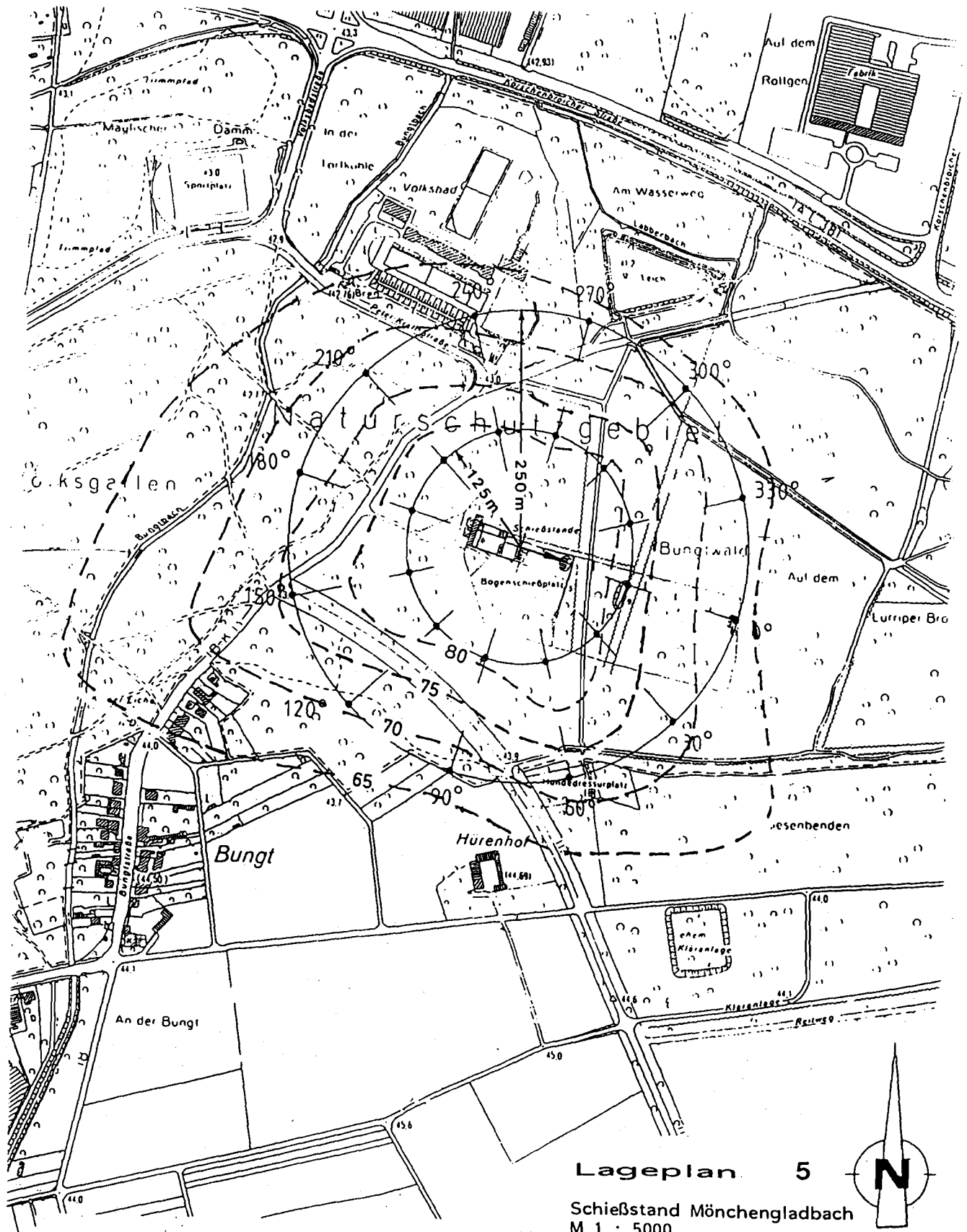


Lageplan 4

Schießstand Mönchengladbach
M 1 : 5000

Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel \sim AFmax

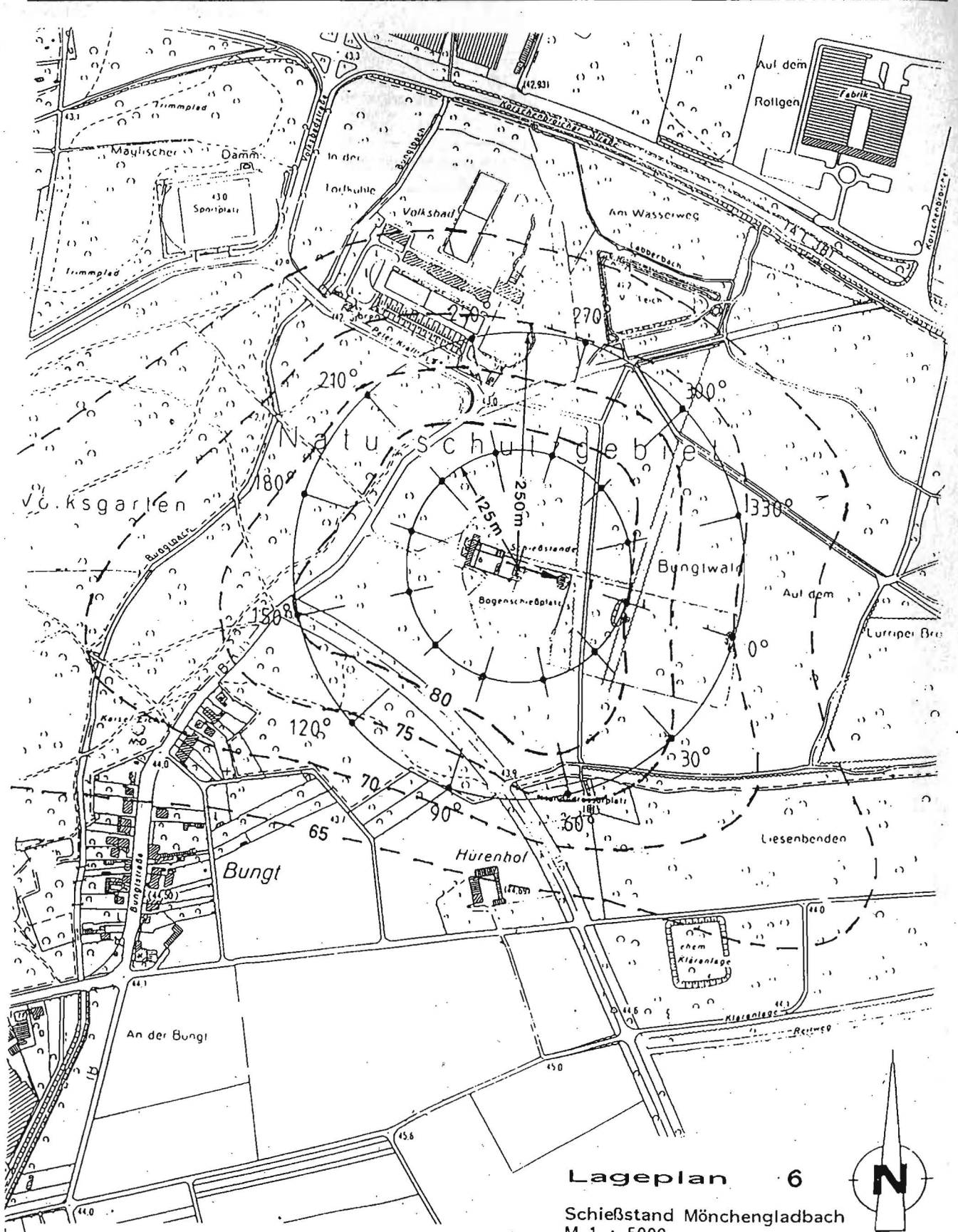
Waffe : Hornet



Lageplan 5

Schießstand Mönchengladbach
M 1 : 5000

Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel AFmax
Waffe : Winchester .243



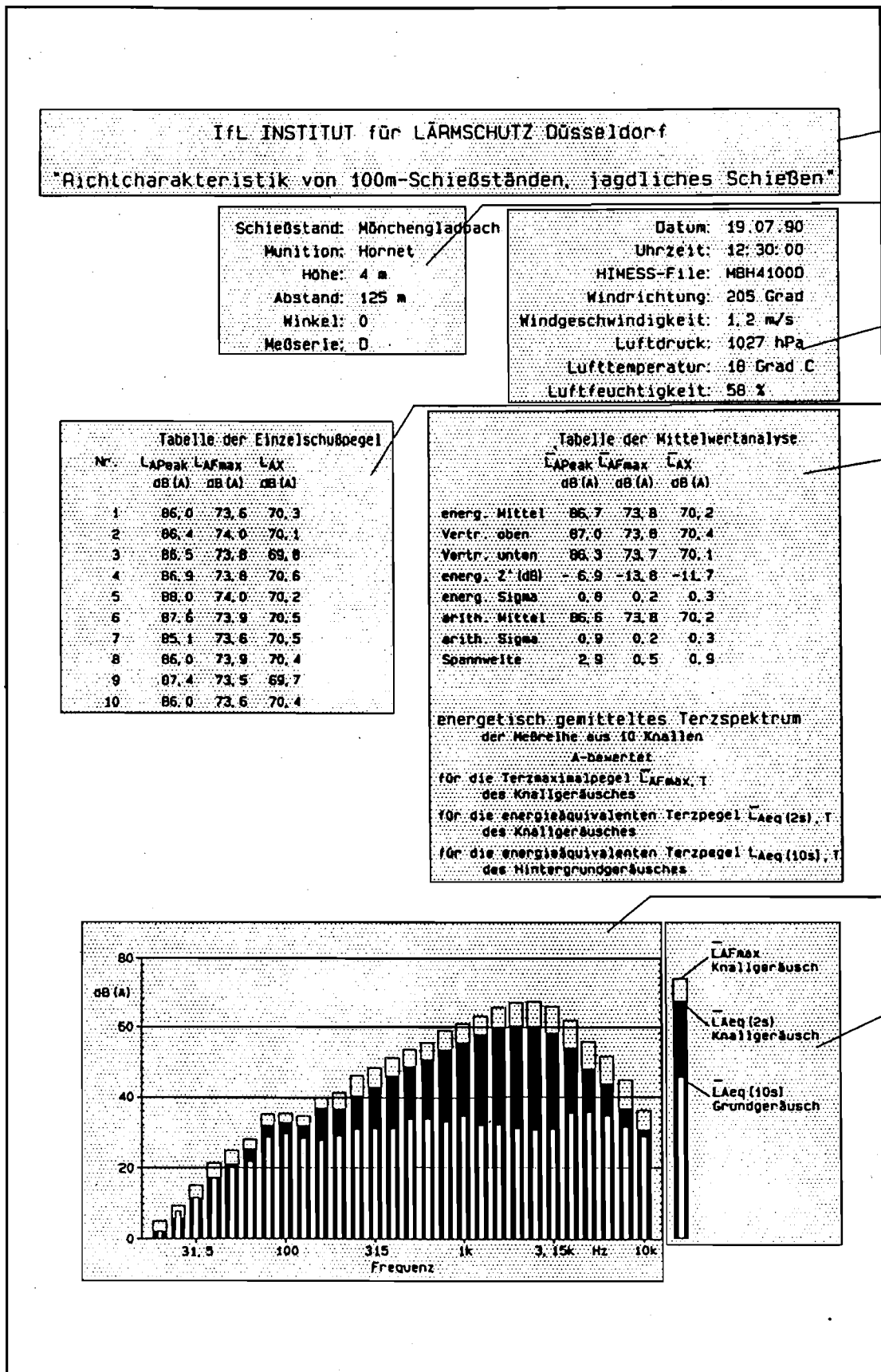
Lageplan 6

Schießstand Mönchengladbach
M 1 : 5000

Kurven gleicher mittlerer Maximalpegel \sim LAFmax

Waffe : Winchester .300

Beschreibung einer Meßserientafel



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Eine Meßserientafel besteht aus

- Kopf [1]
- Liste mit Informationen über die Emissionssituation [2]
- Liste mit Protokoll- und Wetterinformationen [3]
- Tabelle der Einzelschußpegel [4]
- Tabelle der Mittelwertanalyse [5]
- Terzspektrum [6]
- zugeordneter Legende [7]

zu [1] Meßinstitut, Projektbezeichnung

zu [2] Schießstand: Kurzbezeichnung des Schießstandes
Munition: Kurzbezeichnung der Waffe
Höhe: Höhe des Meßmikrofons über Grund
Abstand: Abstand zwischen Meßort und Mitte der 100 m - Schießbahn
Winkel: Aspektwinkel in [°] zwischen Schieß- und Meßrichtung
Schießrichtung 0°
Meßserie: Kurzbezeichnung der Meßserie

zu [3] Datum: Datum der Messung
Uhrzeit: Uhrzeit des Beginns der Meßserie
HIMESS-File: DOS-Dateiname der Auswertedatei
Windrichtung: Richtung, aus der der Wind während der Messung blies;
bezogen auf Schießrichtung
Wind-
geschwindigkeit: Windgeschwindigkeit in m/s
Luftdruck: Luftdruck in hPa, gemessen 1 m über Erdboden
Lufttemperatur: Lufttemperatur in °C, gemessen 1 m über Erdboden
Luftfeuchtigkeit: relative Luftfeuchtigkeit in %, gemessen 1 m über Erdboden

zu [4] Tabelle der Einzelschußpegel

Spalte 1	Nr.	laufende Nummer des Schusses
Spalte 2	L_{Apeak}	Spitzenwert des A-gefilterten Schalldrucksignals (positive oder negative Extrema)
Spalte 3	L_{AFmax}	Maximalwert des mit der FAST-Zeitkonstante A-bewerteten Schalldruckpegels
Spalte 4	L_{AX}	energieäquivalenter Schalldruckpegel $L_{eq,1s}$

zu [5]	Tabelle der Mittelwertanalyse	
	Spalte 1	Bezeichnung des Mittelwertes bzw. des statistischen Ergebnisses
	Spalte 2	\bar{L}_{Apeak} wie Spalte 2 in [4]
	Spalte 3	\bar{L}_{AFmax} wie Spalte 3 in [4]
	Spalte 4	\bar{L}_{AX} wie Spalte 4 in [4]
	energ. Mittel:	energetischer Mittelwert $10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum 10^{\frac{L}{10}} \right)$
Vertr. oben	oberer Vertrauensbereich bei unbekannter Streuung nach VDI 3723 Bl.1 ¹⁾ $L_o = L_{xcm} + 10 \lg \left[1 + \frac{z' \cdot t_{n-1}}{\sqrt{n}} \right] \text{ dB}$	
Vertr. unten	unterer Vertrauensbereich bei unbekannter Streuung nach VDI 3723 Bl.1 ¹⁾ $L_u = L_{xcm} + 10 \lg \left[1 - \frac{z' \cdot t_{n-1}}{\sqrt{n}} \right] \text{ dB}$	
energ. Z'	Z' nach VDI 3723 Bl. 1 in [dB] energ. Z' = $10 \lg (Z')$	
energ. Sigma	Standardabweichung in [dB] der energetischen Mittelwertbildung (oberer Wert)	
arith. Mittel	arithmetischer Mittelwert der Pegel	
arith. Sigma	Standardabweichung des arithmetischen Mittelwertes	
Spannweite	Pegeldifferenz zwischen dem größten und dem kleinsten Pegel der Meßreihe	
zu [6]	Innerhalb des Skalenrahmens werden drei A-bewertete Terzpegel dargestellt:	
	<ul style="list-style-type: none"> - das Spektrum der A-bewerteten mittleren Terzmaximalpegel $\bar{L}_{AFmax, Terz}$ durch breite, nicht gefüllte Säulen - das Spektrum der A-bewerteten mittleren energieäquivalenten Terzpegel $\bar{L}_{Aeq,t}$ durch breite, ausgefüllte Säulen - das energieäquivalente mittlere Terzspektrum des Hintergrundgeräusches über eine Periode von 10 s als schmale, nicht gefüllte Säulen 	
	Außerhalb des Skalenrahmens werden die A-bewerteten energetischen Summenpegel der drei Spektren dargestellt.	
zu [7]	Die Legende kennzeichnet die Anzahl der dem Spektrum zugrundeliegenden Meßwerte, die Frequenzbewertung der Spektren und die Zeitbewertung der Pegel.	

¹⁾ Definition siehe VDI 3223

Appendix A1 und A2

A1. Einfluß der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung auf die Schallausbreitung

Das Forschungsvorhaben wurde nicht so konzipiert um über den Einfluß der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung repräsentative Aussagen machen zu können. Es wird jedoch hier anhand des vorhandenen Datenmaterials in einem begrenzten Geschwindigkeits- und Richtungsbereich der Einfluß der Windgeschwindigkeit und Windrichtung aufgezeigt.

a) Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit und Windrichtung wurde mit der digitalen Wetterstation der Fa. Thies während der Messung als Mittelwerte über 10 Minuten gemessen und ausgedruckt. Als untere Grenze für die Windgeschwindigkeit wurde vom IfL wie auch in der VDI-Richtlinie 3745 Bl. 1 vom März 1990 bei Messungen von Geräuschemissionen der 100 m-Schießstände eine Windgeschwindigkeit von $v \geq 1$ m/s festgelegt, die bei Messungen nicht unterschritten werden sollte. Dieser Wert von $v = 1$ m/s sollte verhindern, daß bei Windstille gemessen würde, was erfahrungsgemäß zu nicht repräsentativen Meßwerten führen könnte.

Bei manchen Messungen hat sich jedoch in der Zeit zwischen der Hinfahrt zum Schießstand, dem Aufbau der Meßgeräte und dem Schießbeginn die Windrichtung oder die Windgeschwindigkeit geändert. Wenn die Änderungen nicht wesentlich waren, ca. 30 % der Windgeschwindigkeit unterhalb des Grenzwertes von $v = 1,0$ m/s ($v \geq 0,7$ m/s) bzw. 10 % bei der Windrichtung, wurden diese Messungen ausgewertet und als eine von fünf Wiederholungsmessungen einbezogen, zumal wenn die Meßergebnisse keine wesentlichen Abweichungen von den anderen vorhergehenden zeigten. Zur Prüfung des Einflusses der Windgeschwindigkeit wurden die mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} über der Windgeschwindigkeit in m/s mit dem Winkel α zwischen Schußrichtung und Meßrichtung von 0° , 60° , 120° , 180° , 240° und 330° als Parameter für die Waffen Winch. .243 und Winch. .300 in der Entfernung von 250 m und 8 m Höhe über Gelände für die Schießstände Mönchengladbach und Vluyne-Busch in den Abb. A.1 - A.11 dargestellt. Aus Abb. A.1 ist am Schießplatz Mönchengladbach für keine der sechs Richtungen ein Einfluß der Windgeschwindigkeit zwischen 0,7 m/s bis 3 m/s für die Waffe Winch. .243 zu erkennen. Das gleiche gilt auch für die lautere Waffe Winch. .300 (s. Abb. A.2). Dazu ist zu bemerken, daß dieser Schießstand im Stadtwald von Mönchengladbach mit hohen Laubbäumen liegt (s. Lageplan 6) und daher der Einfluß des Windes aufgrund unserer Erkenntnisse zu vernachlässigen ist. Dagegen liegt der Schießstand Vluyne-Busch im freien Feld und die 250 m-Meßpunkte sind größtenteils nicht durch Bäume abgeschirmt. Da läßt sich in Abb. A.3 und Abb. A.4 für fast alle Richtungen (mit der Ausnahme der Richtung 240°) eine geringfügige Pegelzunahme von 1,8 dB(A) pro Verdopplung der Windgeschwindigkeit von $v = 1,0$ m/s auf $v = 2,0$ m/s erkennen. In Vluyne-Busch wurde nur bei einer Wiederholungsmessung in Richtung 90° mit $v = 0,9$ m/s eine Windgeschwindigkeitsunterschreitung um 10 % festgestellt, was nach Abb. A.11 eine vernachlässigbare Pegelminderung um 0,15 dB(A) bedeuten könnte. Den Unterschied im Einfluß der Windgeschwindigkeit auf die Schallausbreitung zwischen den beiden Schießplätzen zeigt ebenfalls die Abb. A.11.

b) Windrichtung

Der Kosinus des Winkels α zwischen der Windrichtung und der Meßrichtung wird als Windrichtungskomponente $\cos \alpha$ definiert und sein Einfluß auf den mittleren Einzelschußpegel in Abb. A.5 und Abb. A.6 für Winch. .243 und Winch. .300 für den Schießplatz Mönchengladbach dargestellt. Im Koinzidenzfall (Windrichtung = Meßrichtung) beträgt für $\alpha = 0^\circ$ die Windrichtungskomponente $\cos \alpha = 1,0$. Bei einem zulässigen Winkelbereich von 60° beträgt die

Windrichtungskomponente $\cos 60^\circ = 0.5$. Eine deutliche Pegelminderung bei Überschreitung des Winkels $\alpha = 60^\circ$ mit $\cos \alpha = 0.5$ auf $\alpha = 90^\circ$ mit $\cos \alpha = 0$ ist auf diesem Schießstand im Wald verständlicherweise nicht zu erkennen.

Selbst auf dem Schießplatz im Freien (Vluyn-Busch) ist nach Abb. A.7 und Abb. A.8 der Einfluß der Windrichtung mit der Windrichtungskomponente $\cos \alpha = -0.2$ im Vergleich zu $\cos \alpha = 1.0$ in der Meßrichtung von 330° wesentlich geringer als die Streuung bei ausgesprochener Mitwindrichtung bei den vier weiteren Wiederholungsmessungen. Sogar bei negativen Windrichtungskomponenten ist bei der hier dargestellten Entfernung von 250 m der Einfluß der Windrichtung mit rd. 1,5 dB(A) zwischen Mitwind $\alpha = 0^\circ$ mit $\cos \alpha = 0$ und Wind senkrecht zur Schallmeßrichtung unter $\alpha = 90^\circ$ mit $\cos \alpha = 1$ im Vergleich zur Streuung bei Wiederholungsmessungen von 3 bis 4 dB(A) relativ gering und nicht erheblich.

c) Produkt aus Windrichtungskomponente $\cos \alpha$ und Windgeschwindigkeit v

Da die Windgeschwindigkeit v sowie die Windrichtungskomponente $\cos \alpha$ keinen nennenswerten Einfluß auf die Schallausbreitung im Bereich bis 250 m zeigen, ist auch vom Produkt dieser beiden Variablen keine stärkere Abhängigkeit des Emissionspegels zu erwarten. Die Abb. A.9 und Abb. A.10 bestätigen diese Annahme. Daraus geht hervor, daß selbst dann, wenn die Windgeschwindigkeit $v = 0$ m/s oder die Windrichtung senkrecht zur Schallmeßrichtung steht oder die Windgeschwindigkeit $v = 1,0$ m/s und mehr beträgt, dies keinen nennenswerten Einfluß auf den mittleren Einzelschußpegel \bar{L}_{AFmax} hat. Lediglich für die Schallmeßrichtung 180° läßt sich ein Einfluß von 0,5 dB(A) ablesen, wenn man das Produkt aus Windrichtungskomponente $\cos \alpha$ und Windgeschwindigkeit $v = 0$ m/s auf $v = 2$ m/s erhöht.

A.2 Einfluß der erforderlichen Wiederholungsmessungen auf den Vertrauensbereich

Bereits bei den Beratungen zur VDI-Richtlinie 3745 stellte sich die Frage: "Wie häufig muß eine Emissions- oder Immissionsmessung bei Mitwindlage wiederholt werden, um einen gesicherten Mittelwert zu erhalten?". Hier wird deshalb der Versuch gemacht, aus den vorhandenen Messungen den Einfluß der Anzahl der Wiederholungsmessungen auf den Vertrauensbereich des Mittelwertes zu untersuchen.

Abb. A.12 zeigt den VB80% in Abhängigkeit von der Anzahl der Wiederholungsmessungen (Stichprobenumfang n) und deren Standardabweichung s . Wie aus den einzelnen fünf Meßtagen A bis E hervorgeht (s. Tab. 5.2a), schwanken die Mittelwerte in manchen Meßrichtungen wie z.B. bei 30° am Schießstand Vluyn-Busch recht erheblich (± 5 dB(A)), was nach Tab. 5.4 und Tab. 5.5 zu relativ großen Standardabweichungen von $s = 4 - 5$ dB(A) führt. Deshalb wird für die Meßrichtungen 30° , 90° und 180° in Tab. A.1, A.2, A.3 und A.4 der Vertrauensbereich für 2, 3, 4 und 5 Meßtage untersucht und in Abb. A.13 dargestellt. Für diese drei ausgewählten Richtungen von 30° , 90° und 180° und die drei Waffen ergeben sich in 125 m Abstand geringere Vertrauensbereiches VB80% als in 250 m Abstand, unabhängig davon, ob in 8 m oder 4 m Höhe gemessen wurde. In 125 m Abstand liegt der VB80% nach der 2. Messung oberhalb von $\text{VB80\%} = 1$ dB und erst nach der 5. Messung bei $\text{VB80\%} = 1$ dB, nach der 3. und nach der 4. Messung ergeben sich in 125 m Abstand mit $\text{VB80\%} \geq 1$ dB größere Werte.

Am Schießplatz Mönchengladbach ist nach Abb. 5.2 und Tab. A.4 die Standardabweichung s wesentlich geringer als am Schießstand Vluyn-Busch (Abb. 5.1). Folglich liegt nach Tab. A.5 und Abb. A.14 der Vertrauensbereich VB80% für die Meßrichtung 30° nach 3 Messungen bei $\text{VB80\%} \approx 1$ dB.

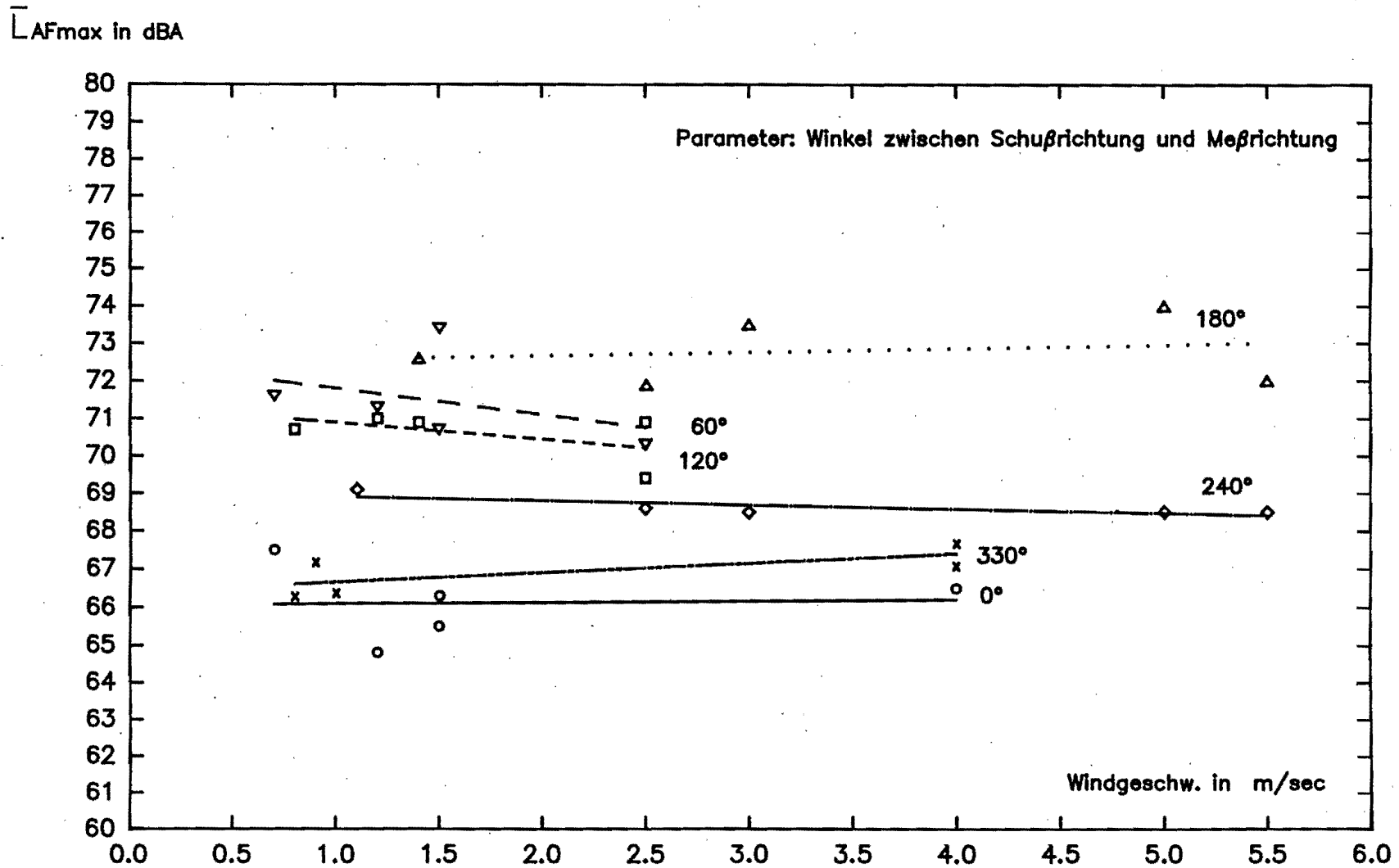


Abb: A.1 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Schießstand M-gladbach ; Winch. 243 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

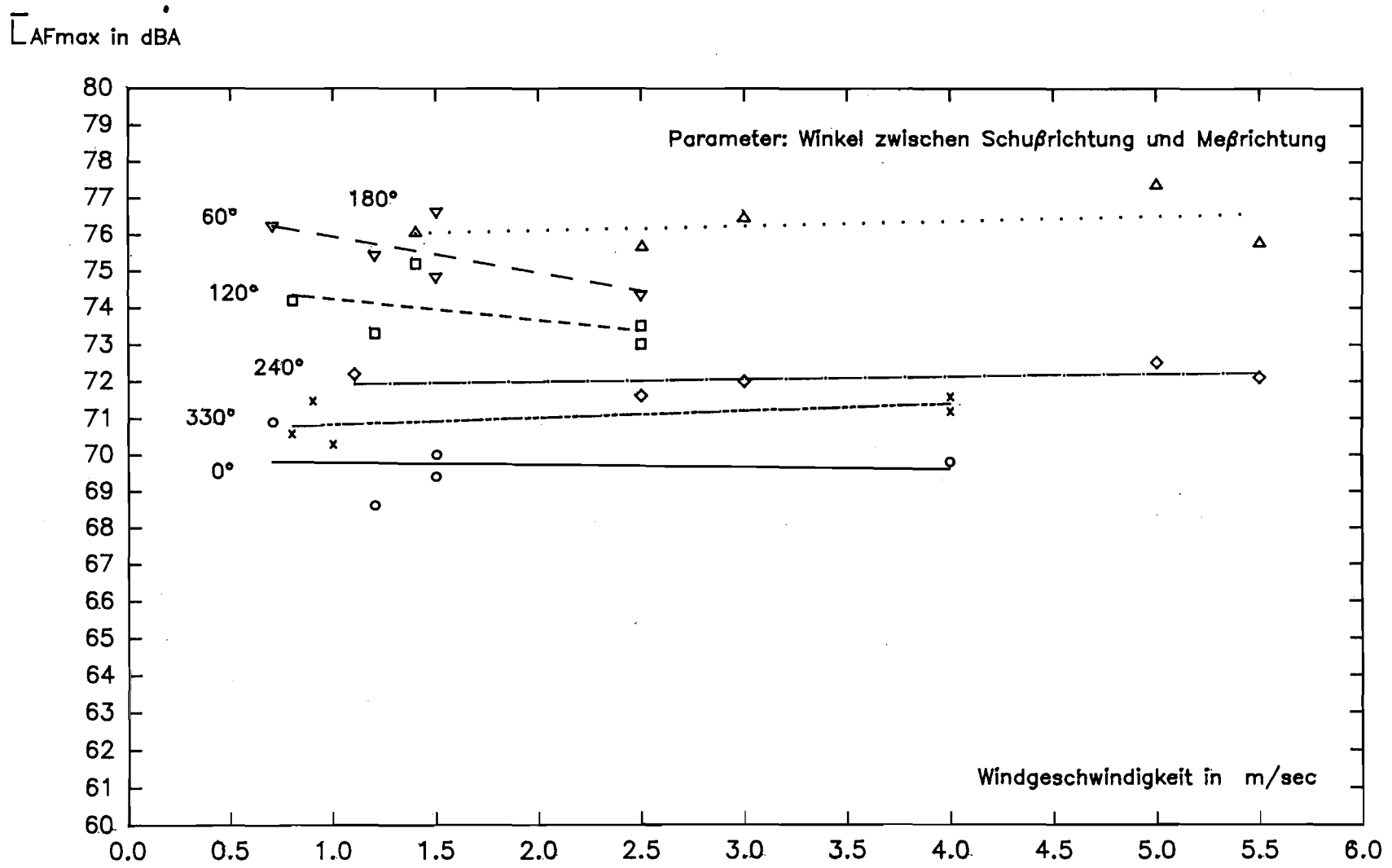


Abb: A.2 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Schießstand M-gladbach ; Winch. 300 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

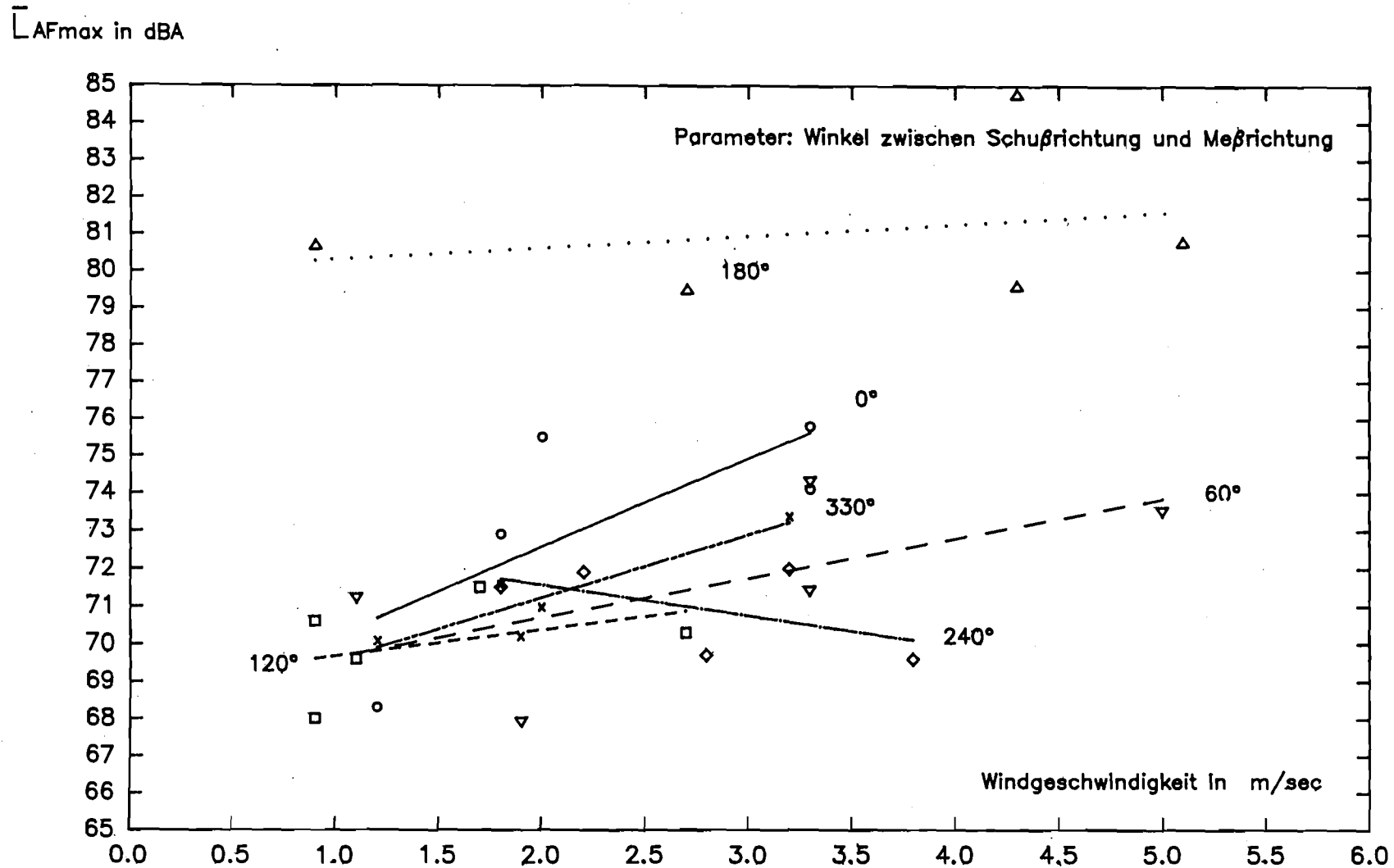


Abb: A.3 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Schießstand Vluyt-Busch; Winch. 243; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

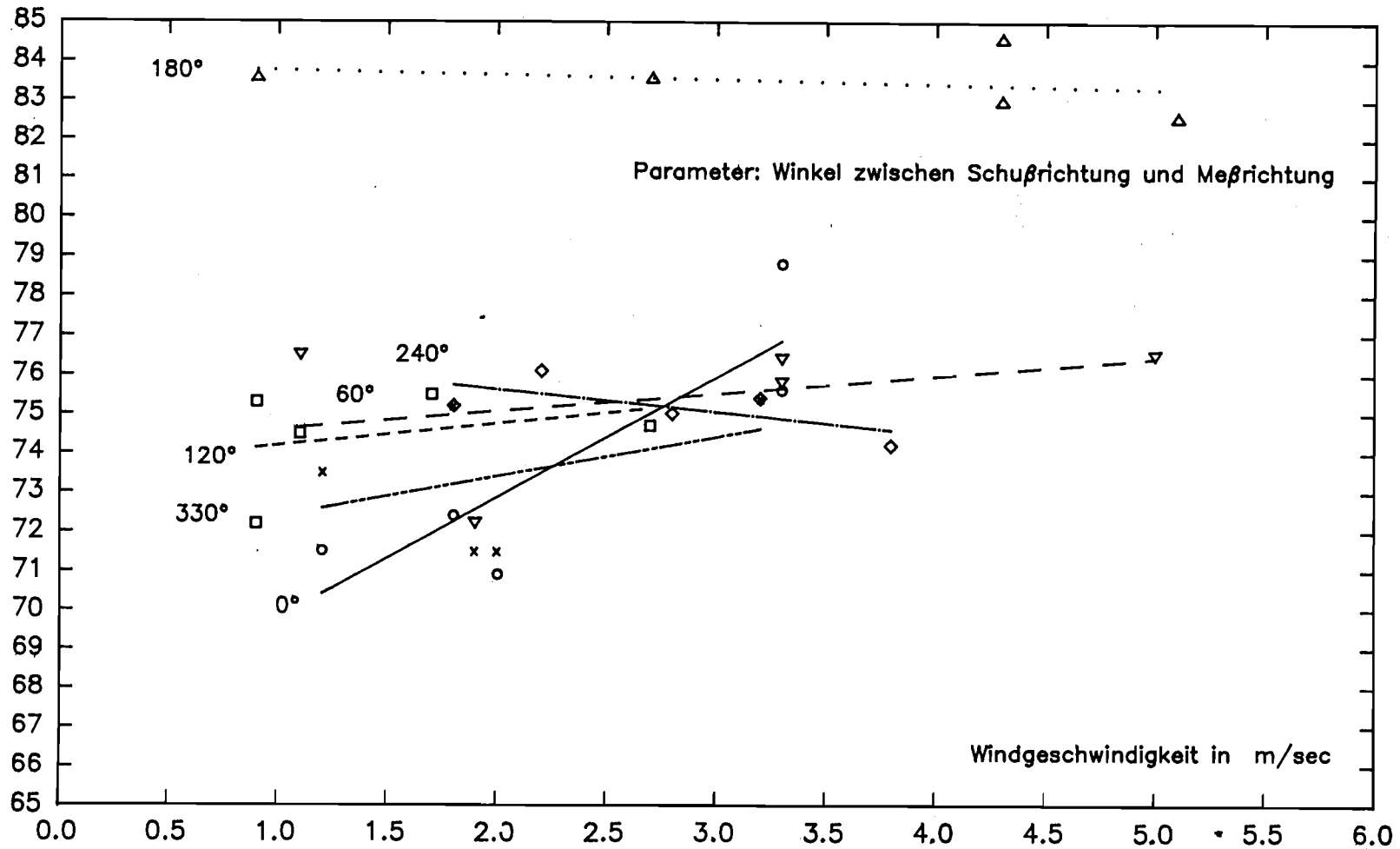
\bar{L}_{AFmax} in dBA

Abb: A.4 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Schießstand Vluyn-Busch : Winch. 300 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

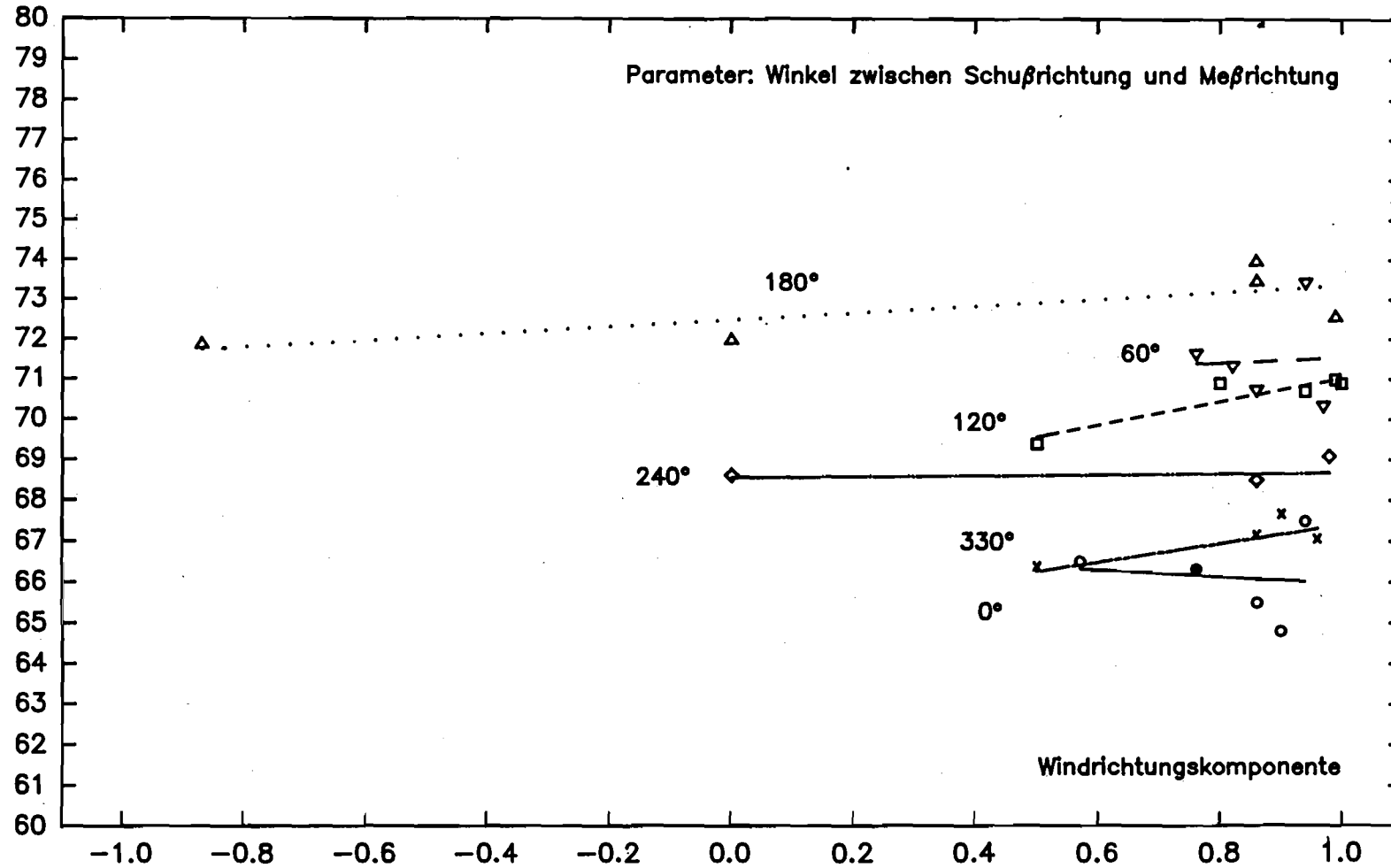
\bar{L}_{AFmax} in dBA

Abb: A.5 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente

Schießstand M-gladbach ; Winch. 243 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

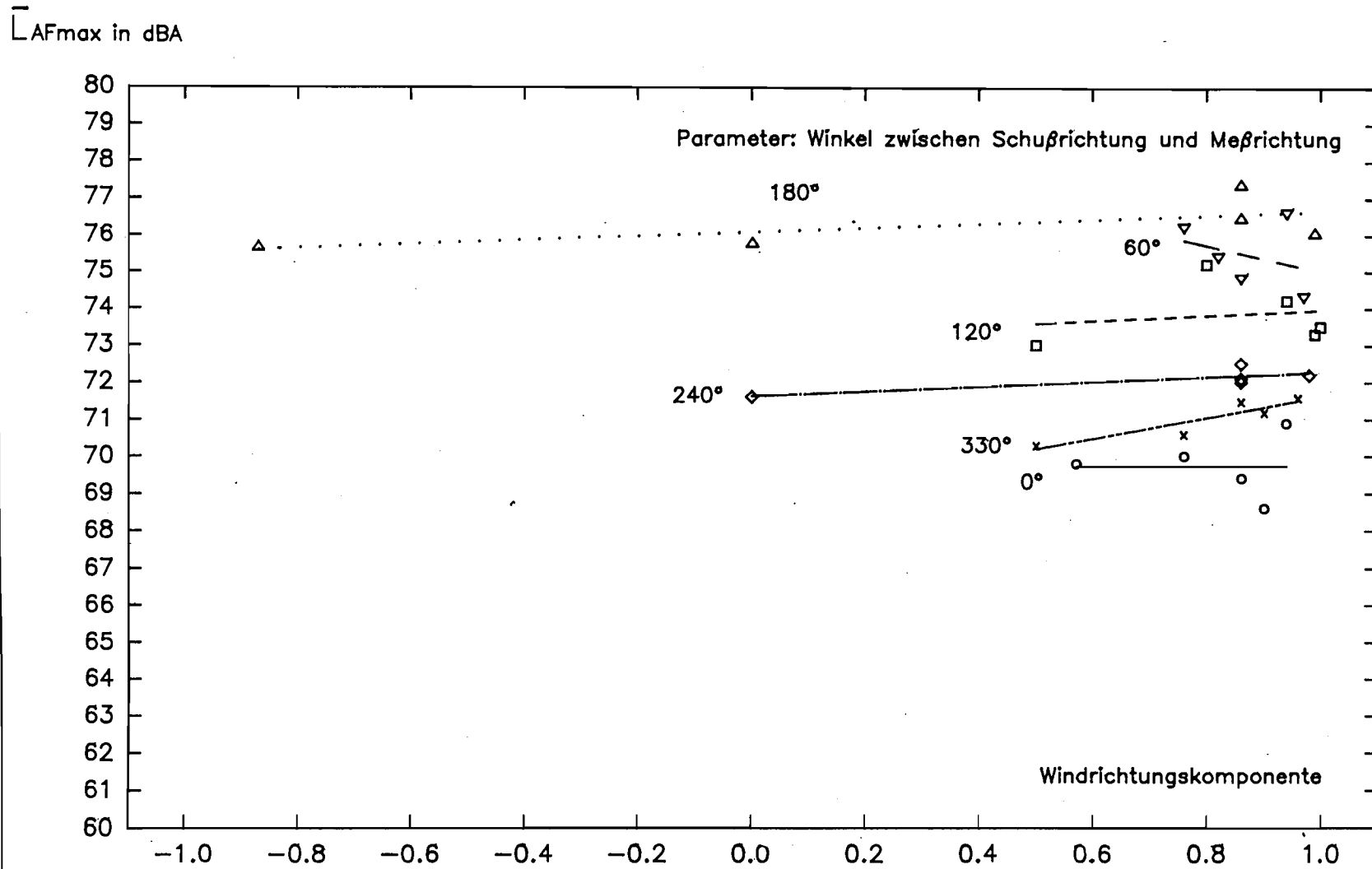


Abb: A.6 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente

Schießstand M-gladbach : Winch. 300 ; Entf. 250m : Mikrofonhöhe: 8m

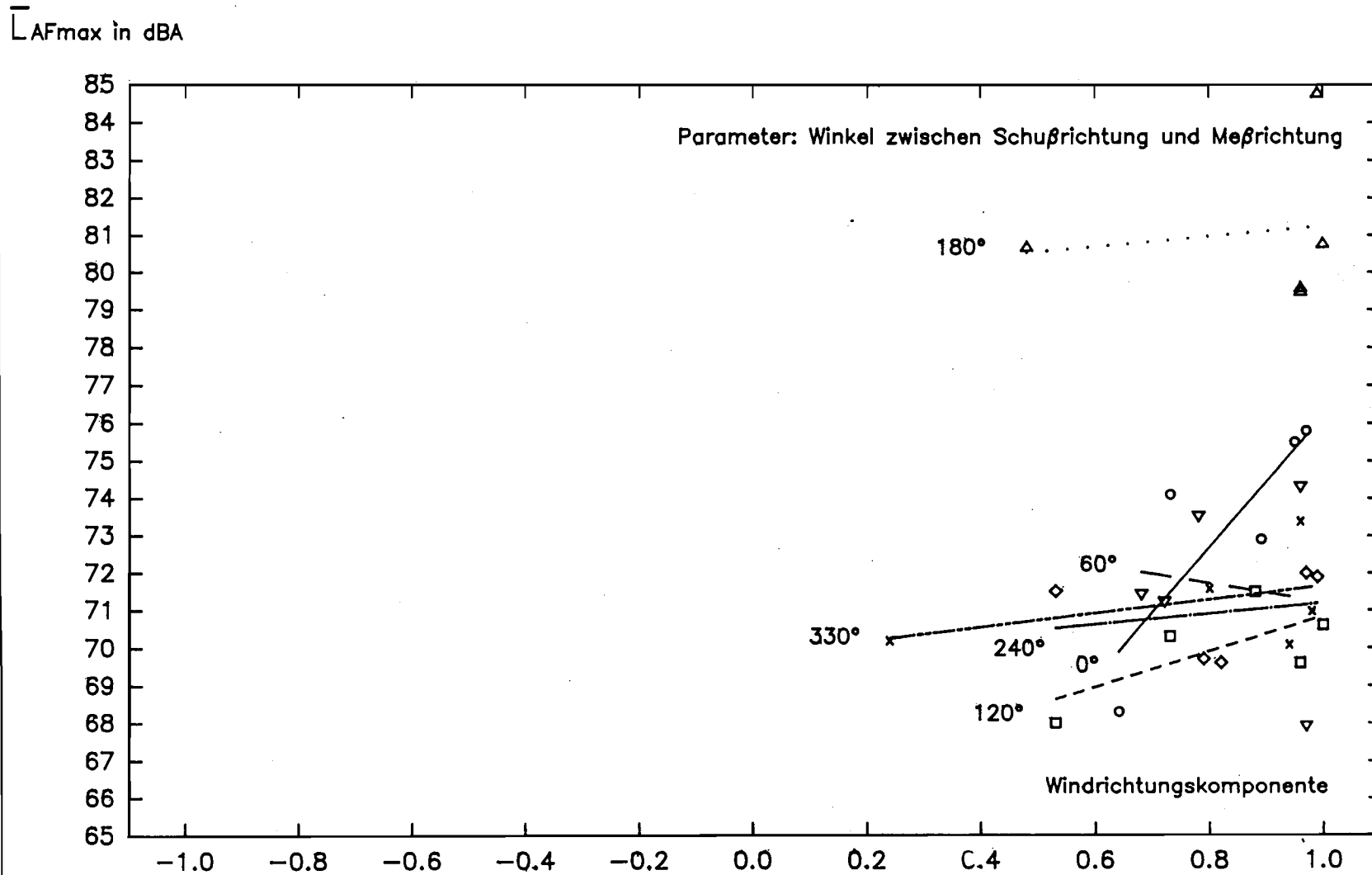


Abb: A.7 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente

Schießstand Vluyn-Busch; Winch. 243; Entf: 250m : Mikrofonhöhe: 8m

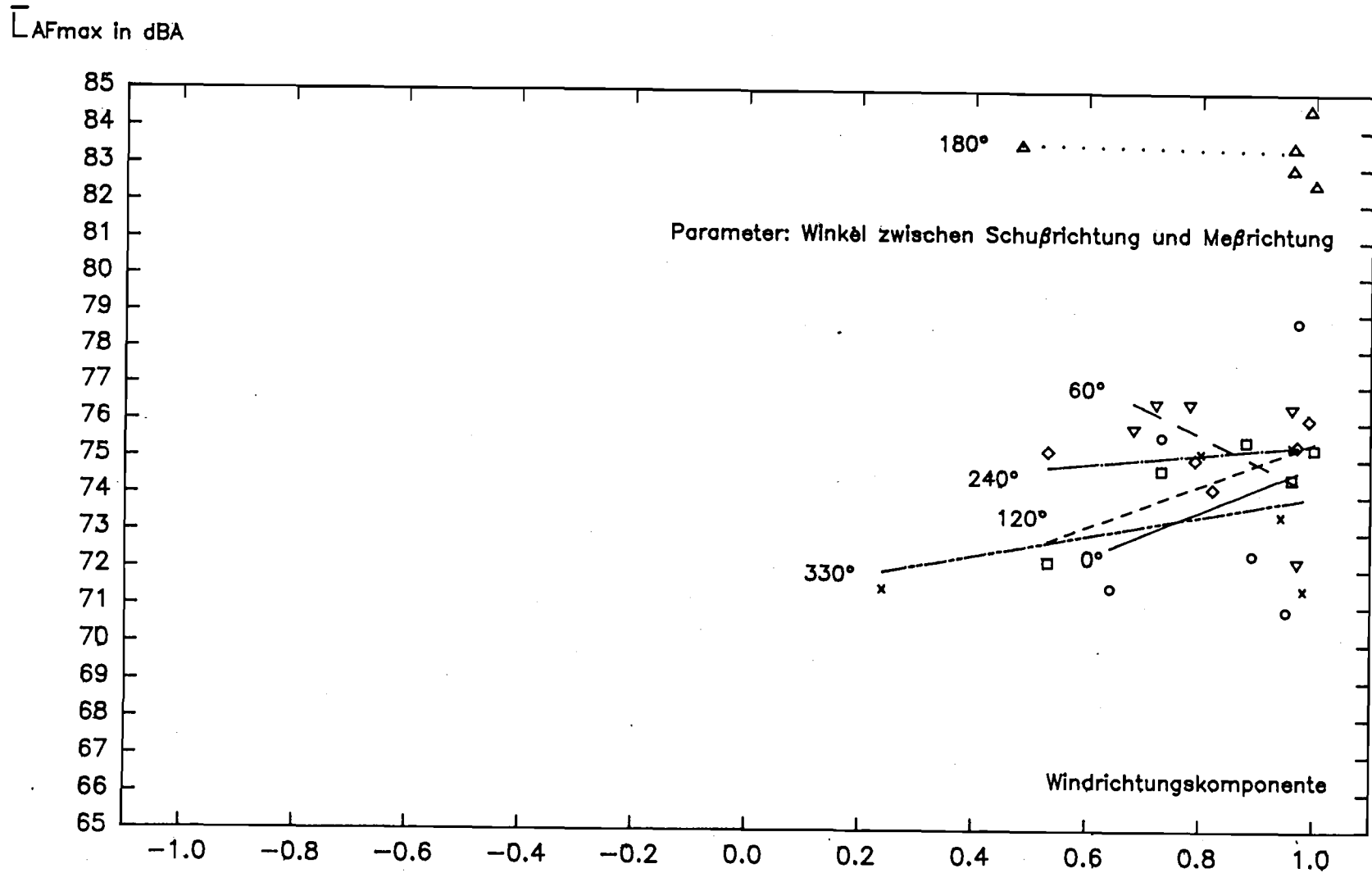


Abb: A.8 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomponente

Schießstand Vluyne-Busch ; Winch. 300 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

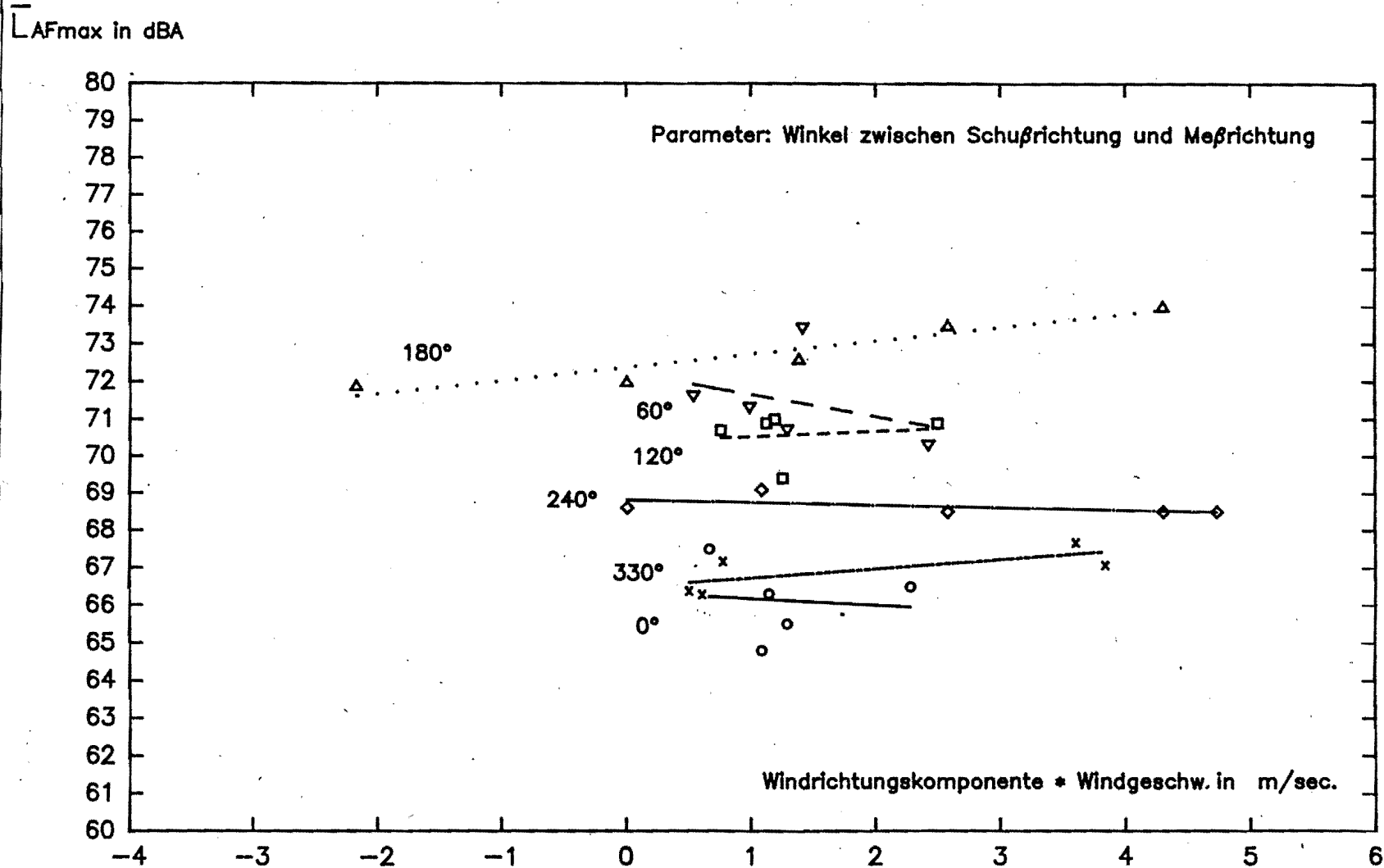


Abb: A.9 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomp. * Windgeschw.

Schießstand M-gladbach ; Winch. 243 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

\bar{L}_{AFmax} in dBA

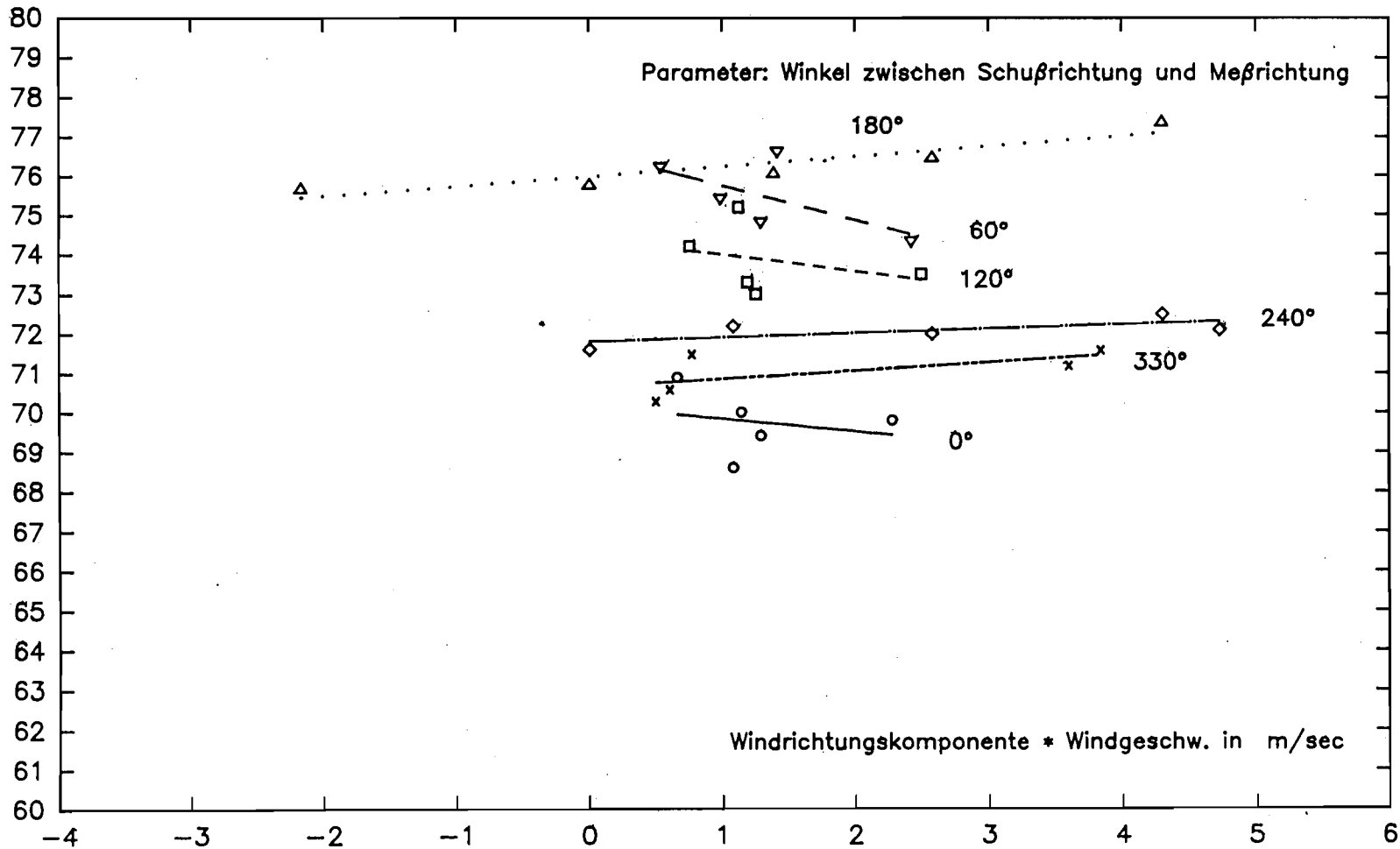


Abb: A.10 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windrichtungskomp. * Windgeschw.

Schießstand M-gladbach ; Winch. 300 ; Entf: 250m ; Mikrofonhöhe: 8m

L AFmax in dBA

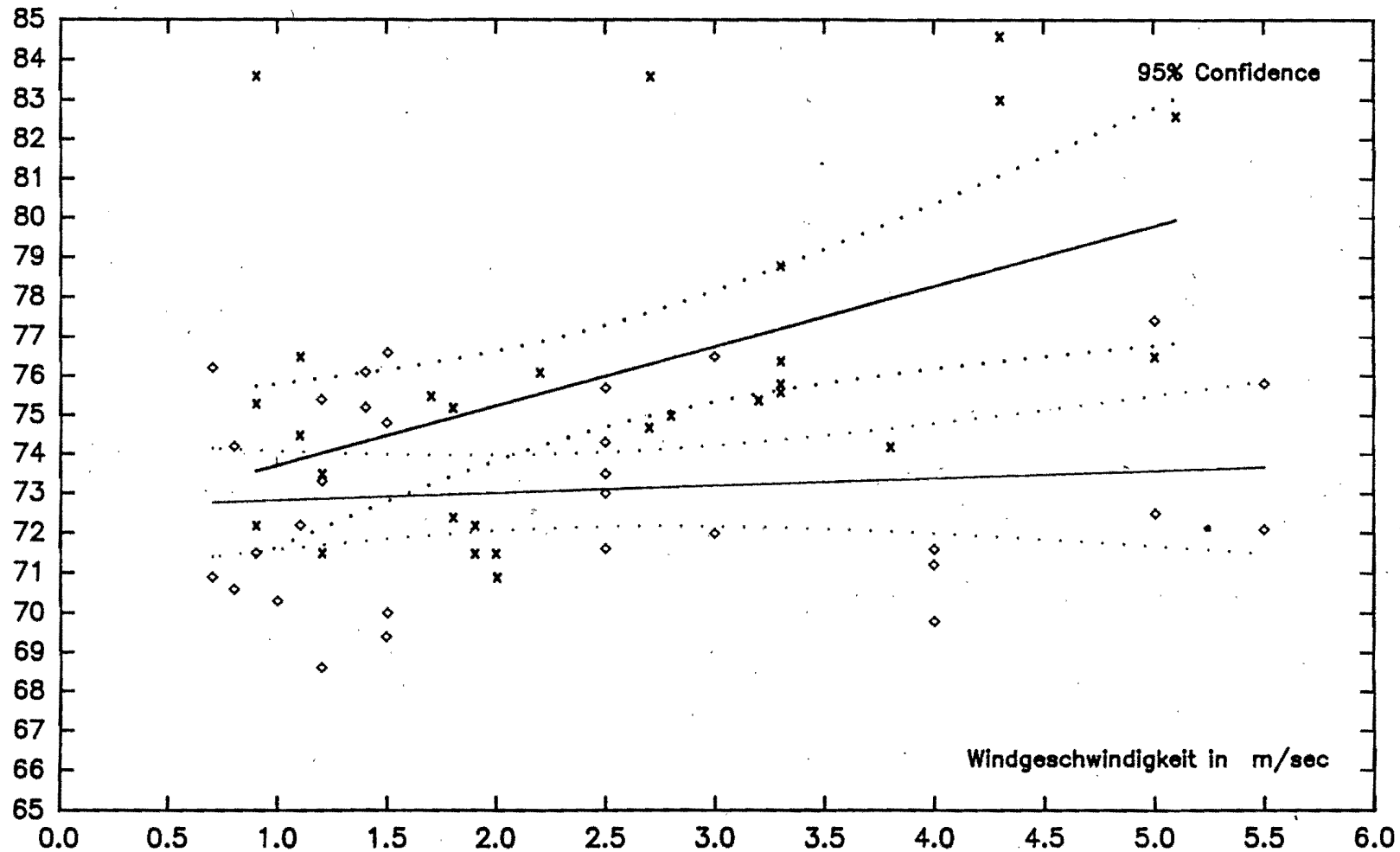


Abb: A.11 Mittlere Einzelschußpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Schießstand Vluyn-Busch u. M-gladbach ; Winch.300 ; Endf:250m ; Mikrofonhöhe 8m

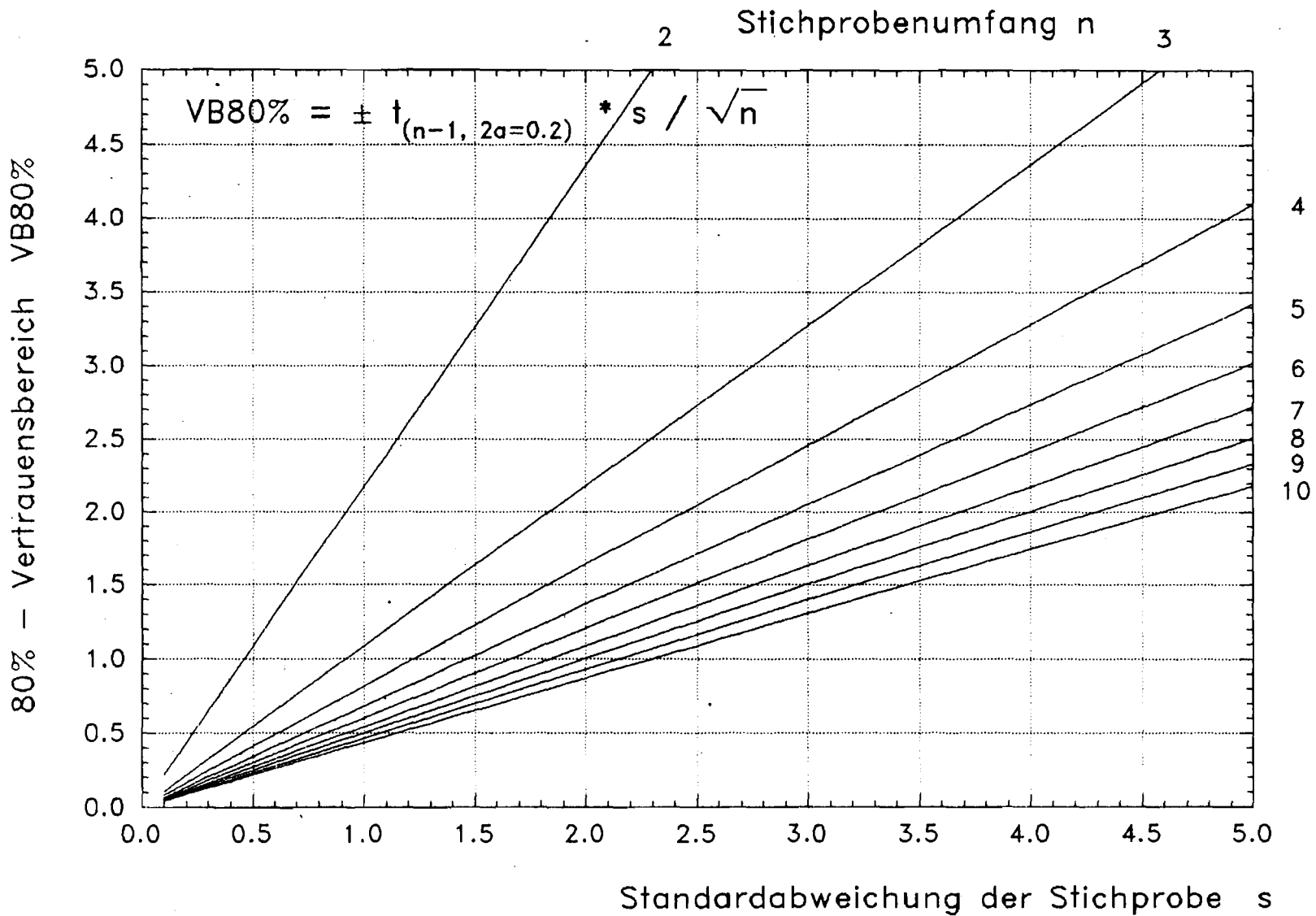


Abb.A.12 : 80%-Vertrauensbereich des Stichprobenmittelwertes

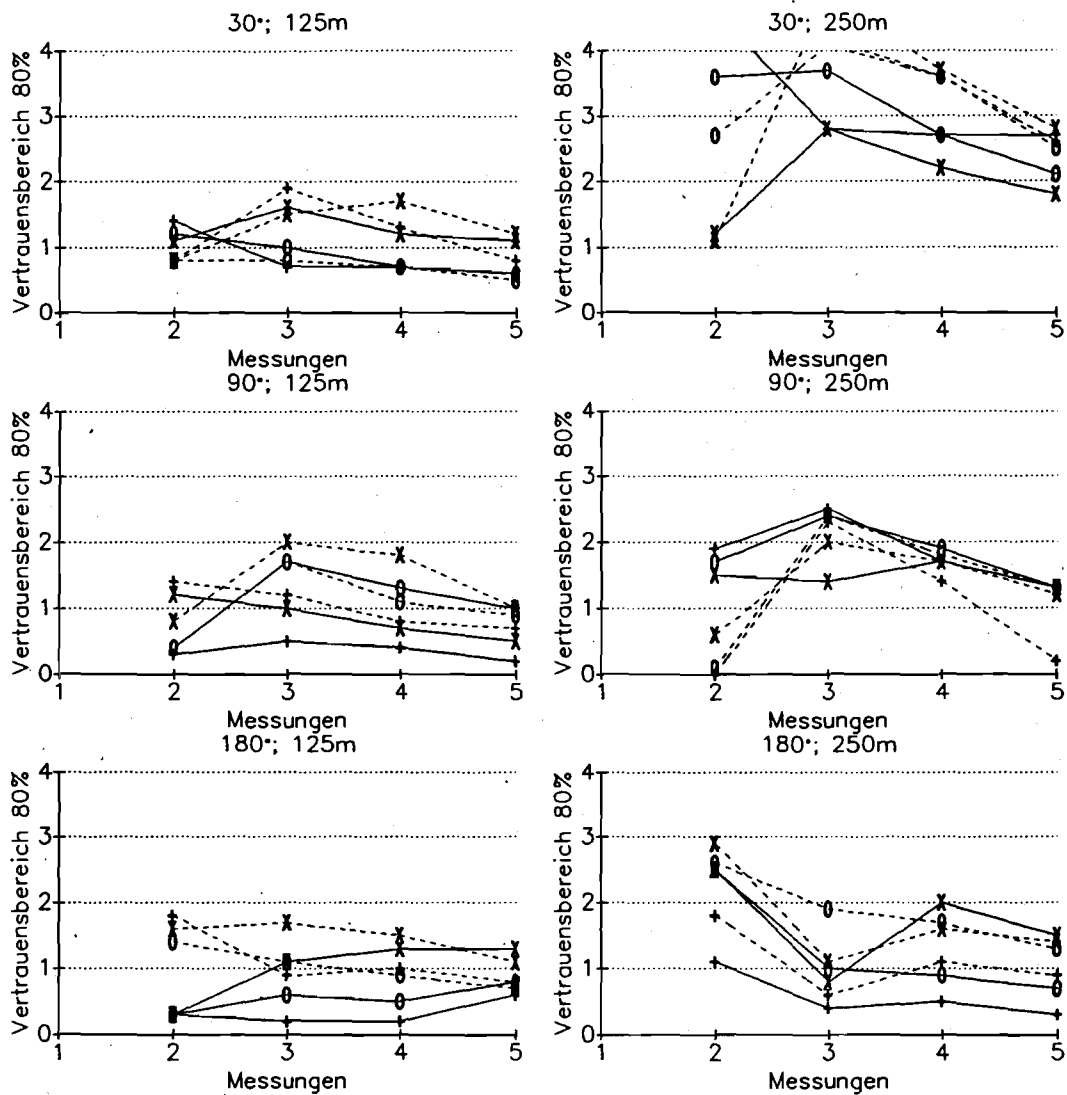


Abb. A.13: Schießstand Vluy-Busch; Vertrauensbereich VB80% des arithmetischen Mittelwertes für 2, 3, 4 und 5 Meßtage in mehreren Meßrichtungen zur Schußrichtung
 gestrichelte Linie: --- Meßhöhe 4 m
 durchgehende Linie: — Meßhöhe 8 m
 0: Hornet X: Winchester .243 +: Winchester .300

Schießanlage Vluyn - Busch																	
mittlere Maximalpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung)																	
Waffe	Abstd./Höhe	1. Messung		1.+2. Messung		3. Messung		1.+2.+3. Messung		4. Messung		1.+2.+3.+4. Messung		5. Messung		1.+2.+3.+4.+5. Messung	
		\bar{x}	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%
Hornet	125 m / 4 m	75,0	75,4	0,28	0,6	75,3	0,21	0,2	74,1	0,59	0,5	73,8	0,73	0,5			
	125 m / 8 m	76,0	76,4	0,51	1,1	76,2	0,20	0,2	74,9	0,67	0,5	74,7	0,78	0,5			
	250 m / 4 m	66,8	66,6	0,14	0,3	67,4	0,42	0,4	66,7	0,36	0,3	66,1	0,40	0,2			
	250 m / 8 m	66,7	67,0	0,21	0,4	68,2	0,79	0,9	67,2	0,65	0,5	66,7	0,62	0,4			
Winchester .243	125 m / 4 m	78,9	79,2	0,21	0,4	79,5	0,30	0,3	78,6	0,39	0,3	78,5	0,42	0,3			
	125 m / 8 m	80,0	80,6	0,42	0,9	80,7	0,38	0,4	79,7	0,48	0,4	79,6	0,51	0,3			
	250 m / 4 m	71,8	71,1	0,49	1,1	72,4	0,65	0,7	71,8	0,53	0,4	70,7	0,67	0,4			
	250 m / 8 m	72,7	72,2	0,35	0,7	72,8	0,32	0,4	72,6	0,26	0,2	71,6	0,49	0,3			
Winchester .300	125 m / 4 m	82,0	82,7	0,49	1,1	82,9	0,47	0,3	82,3	0,40	0,3	81,8	0,46	0,3			
	125 m / 8 m	83,3	84,1	0,57	1,2	84,2	0,49	0,3	83,4	0,47	0,4	83,0	0,52	0,3			
	250 m / 4 m	74,8	74,7	0,06	0,1	75,1	0,21	0,2	75,1	0,21	0,2	74,1	0,41	0,3			
	250 m / 8 m	75,5	75,6	0,06	0,1	76,1	0,32	0,4	76,0	0,29	0,2	74,9	0,48	0,3			

Tab. A.1: Schießstand Vluyn-Busch; Meßwerte über alle Meßrichtungen gemittelt
Prüfung des VB 80% -Bereiches in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen (Meßtage)

Schießanlage Vluyn - Busch																	
mittlere Maximalpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung)																	
Waffe	Abstd./Höhe	1. Messung		1.+2. Messung		3. Messung		1.+2.+3. Messung		4. Messung		1.+2.+3.+4. Messung		5. Messung		1.+2.+3.+4.+5. Messung	
		\bar{x}	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%
Hornet	125 m / 4 m	76,1	75,6	0,35	0,8	77,1	0,76	0,8	77,3	0,81	0,7	76,2	0,72	0,5			
	125 m / 8 m	76,5	75,7	0,57	1,2	77,5	0,90	1,0	77,2	0,80	0,7	75,6	0,86	0,6			
	250 m / 4 m	63,7	61,9	1,27	2,7	69,2	3,80	4,1	70,1	4,04	3,6	68,7	3,67	2,5			
	250 m / 8 m	65,0	62,6	1,70	3,6	69,4	3,45	3,7	69,4	3,38	2,7	69,1	3,13	2,1			
Winchester .243	125 m / 4 m	78,3	77,7	0,42	0,8	80,4	1,42	1,5	81,1	1,63	1,7	79,5	1,41	1,2			
	125 m / 8 m	78,9	78,2	0,49	1,1	81,0	1,46	1,6	81,1	1,47	1,2	78,9	1,34	1,1			
	250 m / 4 m	66,6	65,9	0,49	1,1	74,0	4,49	4,9	74,4	4,60	3,7	72,8	4,15	2,8			
	250 m / 8 m	68,5	69,3	0,57	1,2	73,4	2,63	2,8	74,4	2,63	2,2	72,9	2,63	1,8			
Winchester .300	125 m / 4 m	82,0	81,4	0,42	0,8	83,0	0,81	1,9	84,2	1,23	1,3	81,9	1,11	0,8			
	125 m / 8 m	83,1	82,2	0,64	1,4	83,6	0,71	0,7	84,3	0,88	0,7	82,4	0,86	0,6			
	250 m / 4 m	73,2	68,9	3,04	6,5	76,6	3,86	4,2	79,0	4,39	3,6	73,7	3,81	2,6			
	250 m / 8 m	74,2	71,2	2,12	4,6	76,5	2,66	2,8	79,1	3,36	2,7	75,7	2,92	2,7			

Tab. A.2: Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 30°
Prüfung des VB 80% -Bereiches in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen (Meßtage)

Schießanlage Vluyn - Busch																			
mittlere Maximalpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung)																			
Waffe	Abstd./Höhe	1. Messung		2. Messung		1.+2. Messung		3. Messung		1.+2.+3. Messung		4. Messung		1.+2.+3.+4. Messung		5. Messung		1. + 2. + 3. + 4. + 5. Messung	
		\bar{x}	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s
Hornet	125 m / 4 m	75,2	74,9	0,21	0,4	72,3	1,59	1,7	73,2	1,38	1,1	72,6	1,33	0,9					
	125 m / 8 m	76,0	75,7	0,21	0,4	73,1	1,59	1,7	73,2	1,56	1,3	73,4	1,44	1,0					
	250 m / 4 m	63,4	63,3	0,07	0,1	59,4	2,28	2,4	59,5	2,25	1,8	61,1	1,96	1,3					
	250 m / 8 m	64,0	62,9	0,78	1,7	59,7	2,23	2,4	59,3	2,33	1,9	61,3	2,02	1,3					
Winchester .243	125 m / 4 m	77,7	78,2	0,35	0,8	74,7	1,89	2,0	75,9	1,62	1,8	76,0	1,43	1,0					
	125 m / 8 m	78,8	79,6	0,57	1,2	77,7	0,95	1,0	78,6	0,78	0,7	78,8	0,68	0,5					
	250 m / 4 m	67,9	67,5	0,28	0,6	64,4	1,92	2,0	63,8	2,10	1,7	65,5	1,83	1,2					
	250 m / 8 m	68,9	67,9	0,71	1,5	65,5	1,75	1,4	64,1	2,19	1,7	66,7	1,90	1,3					
Winchester .300	125 m / 4 m	80,8	81,7	0,64	1,4	79,5	1,11	1,2	80,0	0,96	0,8	80,2	0,84	0,7					
	125 m / 8 m	82,4	82,6	0,14	0,3	81,7	0,47	0,5	82,6	0,43	0,4	82,1	0,38	0,2					
	250 m / 4 m	71,2	71,2	0,00	0,0	67,4	2,19	2,3	68,0	2,04	1,4	69,7	1,77	0,2					
	250 m / 8 m	72,9	71,6	0,92	1,9	68,3	2,37	2,5	69,0	2,16	1,7	71,0	1,89	1,3					

Tab. A.3: Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 90°
Prüfung des VB 80% -Bereiches in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen (Meßtage)

Schießanlage Vluyn - Busch																			
mittlere Maximalpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung)																			
Waffe	Abstd./Höhe	1. Messung		2. Messung		1.+2. Messung		3. Messung		1.+2.+3. Messung		4. Messung		1.+2.+3.+4. Messung		5. Messung		1. + 2. + 3. + 4. + 5. Messung	
		\bar{x}	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s
Hornet	125 m / 4 m	79,6	78,6	0,71	1,4	77,6	1,00	1,1	80,2	1,14	0,9	79,0	0,99	0,7					
	125 m / 8 m	80,3	80,1	0,14	0,3	79,2	0,59	0,6	80,7	0,63	0,5	82,4	1,18	0,8					
	250 m / 4 m	74,2	72,5	1,20	2,6	70,7	1,75	1,9	75,7	2,16	1,7	74,0	1,90	1,3					
	250 m / 8 m	71,3	72,9	1,13	2,5	71,3	0,92	1,0	73,4	1,09	0,9	73,4	1,08	0,7					
Winchester .243	125 m / 4 m	87,7	86,6	0,78	1,6	85,3	1,20	1,7	89,6	1,82	1,5	87,3	1,58	1,1					
	125 m / 8 m	87,3	87,5	0,14	0,3	85,7	0,99	1,1	89,6	1,60	1,3	90,4	1,89	1,3					
	250 m / 4 m	81,2	79,2	1,41	2,9	80,4	1,01	1,1	84,1	2,09	1,6	83,0	1,97	1,4					
	250 m / 8 m	80,3	78,7	1,13	2,5	79,3	0,81	0,8	84,2	2,47	2,0	80,4	2,14	1,5					
Winchester .300	125 m / 4 m	90,9	89,7	0,85	1,8	89,3	0,83	0,9	92,3	1,35	1,0	90,6	1,17	0,8					
	125 m / 8 m	90,7	90,9	0,14	0,3	90,5	0,20	0,2	91,0	0,22	0,2	92,6	0,84	0,6					
	250 m / 4 m	82,3	83,5	0,85	1,8	83,0	0,60	0,6	85,7	1,47	1,1	84,8	1,38	0,9					
	250 m / 8 m	82,4	83,1	0,49	1,1	82,5	0,38	0,4	83,6	0,56	0,5	83,0	0,49	0,3					

Tab. A.4: Schießstand Vluyn-Busch; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 180°
Prüfung des VB 80% -Bereiches in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen (Meßtage)

Schießanlage Mönchengladbach															
mittlere Maximalpegel \tilde{L}_{AFmax} (arithmetische Mittelung)															
Waffe	Abstd./Höhe	1. Mes- sung	2. Mes- sung	1.+2. Messung		3. Mes- sung	1.+2.+3. Messung		4. Mes- sung	1.+2.+3.+4. Messung			5. Mes- sung	1.+2.+3.+ 4.+5. Messung	
		\bar{x}	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	\bar{x}	s	VB 80%	
Hornet	125 m / 4 m	76,9	77,1	0,14	0,3	76,8	0,15	0,2	76,7	0,17	0,2	76,8	0,15	0,1	
	125 m / 8 m	79,3	78,2	0,78	1,7	77,6	0,86	0,9	78,6	0,71	0,6	77,7	0,70	0,4	
	250 m / 4 m	65,7	65,6	0,07	0,2	65,6	0,10	0,1	66,6	0,49	0,4	65,5	0,45	0,3	
	250 m / 8 m	65,7	65,8	0,07	0,2	65,6	0,10	0,1	66,3	0,31	0,2	65,4	0,34	0,2	
Winchester .243	125 m / 4 m	79,3	78,8	0,35	0,7	79,1	0,25	0,3	78,4	0,39	0,3	79,1	0,35	0,2	
	125 m / 8 m	82,1	80,4	1,20	2,5	80,3	1,01	1,1	80,9	0,83	0,7	80,8	0,72	0,5	
	250 m / 4 m	70,9	70,0	0,64	1,5	71,7	0,85	0,9	71,2	0,71	0,6	71,1	0,62	0,4	
	250 m / 8 m	71,7	70,8	0,64	1,5	71,1	0,46	0,5	71,7	0,45	0,4	71,6	0,41	0,2	
Winchester .300	125 m / 4 m	82,4	81,8	0,42	0,9	82,1	0,30	0,3	82,0	0,25	0,2	81,9	0,23	0,2	
	125 m / 8 m	85,3	83,2	1,48	3,2	83,5	1,14	1,2	84,4	0,95	0,8	83,7	0,84	0,5	
	250 m / 4 m	73,9	73,8	0,07	0,2	75,4	0,90	1,0	75,7	0,99	0,8	74,3	0,88	0,5	
	250 m / 8 m	75,2	73,4	1,27	2,7	76,0	1,33	1,4	76,1	1,25	1,0	74,6	1,11	0,7	

Tab. A.5: Schießstand Mönchengladbach; Winkel der Meßrichtung zur Schußrichtung: 30°
Prüfung des VB 80% -Bereiches in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen (Meßtage)

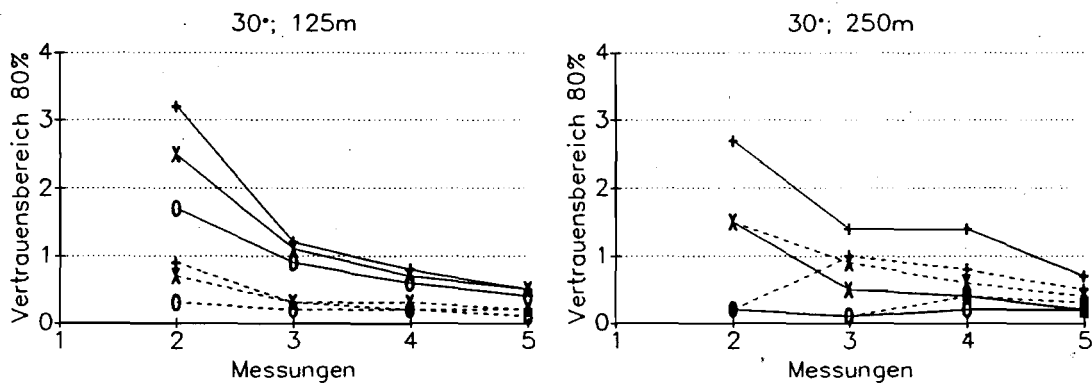


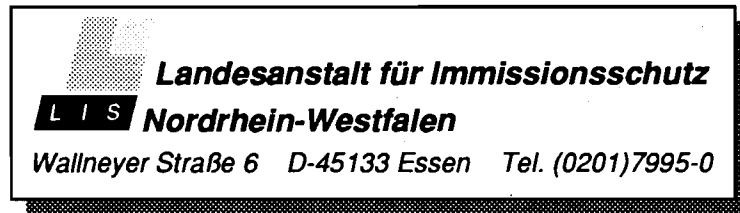
Abb. A.14: Schießstand Mönchengladbach; Vertrauensbereich VB80% des arithmetischen Mittelwertes für 2, 3, 4 und 5 Meßtage in mehreren Meßrichtungen zur Schußrichtung gestrichelte Linie: ---- Meßhöhe 4 m
durchgehende Linie: _____ Meßhöhe 8 m
0: Hornet X: Winchester .243 +: Winchester .300

LIS-Berichte

der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Essen

Die LIS-Berichte haben spezielle Themen aus dem Untersuchungs- und Forschungsprogramm der LIS zum Gegenstand. Die in der Regel umfangreichen Texte sind nur in begrenzter Auflage vorrätig. Sie werden - soweit nicht vergriffen - Interessenten auf Anfrage hin kostenlos zur Verfügung gestellt. Alle LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Einsichtnahme und Ausleihe zur Verfügung.

Bestellungen sind zu richten an die



Die Titel der LIS-Berichte Nr. 1 bis 50 sind in einem Prospekt nachgewiesen, der auf Anfrage gerne zugesandt wird. Diese Berichte sind, bis auf teilweise noch verfügbare Überstücke, vergriffen.

- Berichte-Nr. 51: Herpertz, E., J. Assmann, D. Krane, E. Hartmann, B. Steck, E. Brewig
(vergriffen) und J. Krochmann:
Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).
- Berichte-Nr. 52: Pfeffer, H.-U.:
(vergriffen) Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.
Teil 3: Ringversuche der staatlichen Immissions-Meß- und Erhebungsstellen in der Bundesrepublik Deutschland (STIMES).
Ergebnisse für die Komponenten SO₂, NO_x, O₃ und CO (1984).
- Berichte-Nr. 53: Beier, R.:
(vergriffen) Zur Planung und Auswertung von Immissionsmessungen gemäß TA-Luft 1983 (1985).
- Berichte-Nr. 54: Bröker, G. und H. Gliwa:
(vergriffen) Polychlorierte Dibenzo-Dioxine und -Furane in den Filterstäuben und Schlacken der 12 Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen sowie einiger Sondermüllverbrennungsanlagen (1985).
- Berichte-Nr. 55: Külske, S., J. Giebel, H.-U. Pfeffer und R. Beier:
(vergriffen) Analyse der Smoglage vom 16. bis 21. Januar 1985 im Rhein-Ruhr-Gebiet.
Teil 1: Text- und Bildband (1985)
Teil 2: Meßergebnisse (1985).
- Berichte-Nr. 56: Splittgerber, H., M. Klein und P. Neutz:
Untersuchungen zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen - Beschreibung der Versuchsanlage - (1985).
- Berichte-Nr. 57: Prinz, B., J. Hradetzky, H.-U. Pfeffer, H.W. Zöttl und H.-K. Lichtenthaler:
(vergriffen) Forschungsergebnisse zur Problematik der neuartigen Waldschäden (1985).
- Berichte-Nr. 58: Giebel, J. und W. Strampl:
(vergriffen) Untersuchung über die Eignung des Korrelationspektrometers COSPEC V zur Bestimmung des Transportes von Schwefeldioxid bzw. Stickstoffdioxid (1986).

- Berichte-Nr. 59: Prinz, B., D. Schwela, E. Koch, S. Ganser und T. Eikmann:
(vergriffen) Untersuchungen zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit von Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen (1986)..
- Berichte-Nr. 60: Manns, H. und H. Gies:
(vergriffen) Ergebnis der Erprobung des automatischen Ozon-Meßgerätes Dasibi, Typ 1008 AH (1986).
- Berichte-Nr. 61: Splittgerber, H.:
(vergriffen) Messung und Beurteilung von Erschütterungsimmissionen - Vergleich verschiedener Verfahren - (1986).
- Berichte-Nr. 62: Buck, M. und P. Kirschmer:
(vergriffen) Immissionsmessungen polychlorierter Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane in Nordrhein-Westfalen (1986).
- Berichte-Nr. 62: Buck, M. und P. Kirschmer:
(vergriffen) Measurements of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Outdoor Air (1987).(Übersetzung des 1986 erschienenen LIS-Berichtes Nr. 62)
- Berichte-Nr. 63: Giebel, J.:
(vergriffen) Untersuchung über die praktische Anwendung eines numerischen Ausbreitungsmodells (K-Modell) für die Praxis der Immissionssimulation (1986).
- Berichte-Nr. 64: Winkler, H.D.:
(vergriffen) Thalliumemissionen bei der Zementherstellung - Ursachen und Minderungsmaßnahmen - (1986).
- Berichte-Nr. 65: Wietlake, K.H.:
(vergriffen) Erschütterungseinwirkungen durch Exzenter-Schmiedepressen und ihre Minderung durch Direktabfederung (1986).
- Berichte-Nr. 66: Viertes Symposium über die Technik der Kernreaktorfernüberwachungssysteme am 8. und 9. Oktober 1985 in der LIS, Essen (bearb. von W. Fronz). (1986).
- Berichte-Nr. 67: Assmann, J.:
(vergriffen) Hinweise zur Prognose von Geräuschimmissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (1986).
- Berichte-Nr. 68: Manns, H. und H. Gies:
(vergriffen) Erprobung des Schwebstaubmeßgerätes FH 62 I 3 m³/h für die automatisierte Immissionsmessung (1986).
- Berichte-Nr. 69: Beine, H.:
(vergriffen) Phosphorsäureester und verwandte Verbindungen - Umweltrelevanz und luftanalytische Bestimmung (1987).
- Berichte-Nr. 70: Buck, M. und H.-U. Pfeffer:
(vergriffen) Air Quality Surveillance in the State North-Rhine-Westphalia (F.R.G.). (Vollständig neu bearbeitete Fassung LIS-Berichtes Nr. 46) (1987).
- Berichte-Nr. 71: Wefers, H. und H. Katzer:
Zusammenstellung von zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an Anlagen zur Lagerung von druckverflüssigtem Ammoniak in Kraftwerken (1987).
- Berichte-Nr. 72: Beier, R., J. Kohlert und M. Buck:
(vergriffen) Entwicklung der Immissionsbelastung in der Umgebung der Aluminiumhütte im Essener Norden in den Jahren 1984 bis 1986 (1987).
- Berichte-Nr. 73: Schade, H.:
(vergriffen) Erstellung eines Emissionskatasters und einer Emissionsprognose für Feuerungsanlagen im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Ost. (1987).

- Berichte-Nr. 74: Beier, R. und M. Buck:
(vergriffen) Möglichkeit und Grenzen der Nutzung von Luftqualitätsdaten aus diskontinuierlichen Messungen gemäß TA-Luft (1988).
- Berichte-Nr. 75: Koch, E. und P. Altenbeck:
(vergriffen) Prinzipien des prophylaktischen Immissionsschutzes (1988).
- Berichte-Nr. 76: Giebel, J.:
(vergriffen) Eine vereinfachte Methode zur Immissionssimulation (1988).
- Berichte-Nr. 77: Külske, S., R. Beier und H.-U. Pfeffer:
(vergriffen) Die Smoglage vom 14. bis 22. Januar 1987 in Nordrhein-Westfalen und ihre Ursachen. (1988).
- Berichte-Nr. 78: Geueke, K.-J. und H. Niesenhaus:
(vergriffen) Bestimmung von Benzol in Abgasen (1988).
- Berichte-Nr. 79: Wietlake, K.-H.:
(vergriffen) Geräuschminderung durch Teilkapselung von Schmiedehämmern (1988).
- Berichte-Nr. 80: Krause, G.H.M. und B. Prinz:
Experimentelle Untersuchungen der LIS zur Aufklärung möglicher Ursachen der neuartigen Waldschäden (1989).
- Berichte-Nr. 81: Goldberg, K.H.:
(vergriffen) Untersuchungen zur Geräuschemission und -ausbreitung von Schußsignalen bei Kleinkaliberschießständen (1988).
- Berichte-Nr. 82: Buck, M. und K. Ellermann:
(vergriffen) Die Immissionsbelastung durch Benzol in Nordrhein-Westfalen (1988).
- Berichte-Nr. 83: Wefers, H., S. Delling und T. Schulz:
Hinweise zur Erstellung und Prüfung von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen nach der Störfall-Verordnung (1988).
- Berichte-Nr. 84: Wefers, H., T. Schulz und R. John:
(vergriffen) Hinweise und Suchstrategien zu den Stoffen der Störfall-Verordnung (1988).
- LIS-Bericht-Nr. 84 wurde ersetzt durch den LIS-Bericht-Nr. 105 (1992)!
- Berichte-Nr. 85: Krause, G.H.M.:
Untersuchungen zum Vegetationszustand im Umgebungsbereich der nordrhein-westfälischen Aluminiumhütten mit Hilfe der Falschfarbenfotografie (1988).
- Berichte-Nr. 86: Katzer, H. und R. John:
Einsatz von Ammoniakwasser in katalytischen DeNO_x-Anlagen - Ergebnisse an einer Versuchsanlage - (1989).
- Berichte-Nr. 87: Kirschmer, P. und A. Gerlach:
Immissionsmessungen von Chlorkohlenwasserstoffen - Probenahme, Analyse, Ergebnisse - (1989).
- Berichte-Nr. 88: Euteneuer, U., H. Katzer und H. Wefers:
Sicherheitstechnische Überprüfung einer verfahrenstechnischen Anlage nach einem modifizierten PAAG-Verfahren am Beispiel eines Flüssiggaslagers (1989).
- Berichte-Nr. 89: Beier, R. und A. Doppelfeld:
Analyse der räumlichen Repräsentativität automatischer Meßnetze der Luftqualität (1989).
- Berichte-Nr. 90: Beier, R. und J. Kohlert:
Pilotstudie zur Überwachung von Tetrachlorethen in der Nachbarschaft von Chemisch-Reinigungsanlagen in Nordrhein-Westfalen (1989).

- Berichte-Nr. 91: Gem. Hrsg: Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, Niedersächsisches Landesamt für Immissionsschutz, Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen.:
Asbest-Immissionsbelastung durch Abwitterung.
Fachkolloquium am 06. Juli 1989 in der LIS NRW, Essen ,
Tagungsbericht. (bearb. von M. Buck) (1989).
- Berichte-Nr. 92: Kirschmer, P. und P. Eynck:
Meßverfahren mit automatisierter Probenahme zur Bestimmung von Aldehyden in der Luft (1989).
- Berichte-Nr. 93: Ehl, W. und A. Ertl:
Kriterien-Katalog zur "Prüftiefe" bei Sicherheitsanalysen am Beispiel eines Flüssig-
gaslagers. (1990).
- Berichte-Nr. 94: Manns, H., G. Nitz und B. Striefler:
Weiterentwicklung und Erprobung von Immissionsmeßverfahren für gesundheitsge-
fährdende organische Stoffe. (1990).
- Berichte-Nr. 95: Splittgerber, H. und R. Hillen:
Wahrnehmungsschwelle für Ganzkörperschwingungen in sitzender Körperhaltung.
(1991).
- Berichte-Nr. 96: Großvolumige Behälter zur erdgedeckten Lagerung von druckverflüssigtem
Propan, Butan und Ammoniak (verfaßt von F. Mang und F. Wolfmüller,
bearb. von W. v. Borries und H. Katzer) (1991).
- Berichte-Nr. 97: Hansmann, G. und H. Wefers:
Sicherheitstechnik bei Aktivkoksfaltern an Abfallverbrennungsanlagen
- Hinweise und Anforderungen aus der Sicht der Störfall-Verordnung (1991)
- Berichte-Nr. 98: Koch, E. und P. Altenbeck:
Umsetzung der Großfeuerungsanlagen-Richtlinie der EG in den Mitgliedstaaten.
(1992)
- Berichte Nr. 99: Beisheim, K., A. Ertl und H. Wefers:
Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern
- gutachterliche Bewertung zweier Beispiele (1992)
- Berichte Nr. 100: Pfeffer, H.-U., H. Dobrick und R. Junker:
Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.
Anforderungen an die Telemetrischen Echtzeit-Immissionsmeßsysteme TEMES und
MILIS in NRW (1992)
- Berichte Nr. 101: Beier, R. und A. Doppelfeld:
Räumliche Übertragbarkeit und Interpolation von Luftqualitätsdaten im
Meßnetz TEMES (1992)
- Berichte Nr. 102: Essers, K.-H.:
Praxiserfahrungen mit dem LIS-Olfaktometer MEO-5 (1992)
- Berichte Nr. 103: Bröker, G., K.-J. Geueke, E. Hiester und H. Niesenhaus:
Emission polychlorierter Dibenzo-p-dioxine und -furane aus Hausbrand-Feuerungen.
(1992)
- Berichte-Nr. 104: Manns, H. und H. Gies:
Erprobung des Schwebstaubmeßgerätes FH 62 I-N (1 und 3 m³/h, geregelt) für die
automatisierte Immissionsmessung. (1992)

Berichte-Nr. 105: Howe, U., M. Mayer, T. Schulz und A. Ertl:
Hinweise und Suchstrategien zu den Stoffen der Störfallverordnung (1992)

Hinweis:

Die Grundlage des LIS-Berichtes bildet eine ständig fortgeschriebene PC-Organismen- und Stoffliste mit modularem Aufbau (mit mehr als 30 Einzellisten) die von der LIS mit Hilfe einer relationalen Datenbank für Personalcomputer erstellt wurde. Die PC-Organismen- und Stoffliste kann auf PC mit Festplatte und dem Betriebssystem MS-DOS (IBM-kompatibel) betrieben werden. Sie kann bei der LIS, SG 323, Tel.: (0201) 72 00 6-50/51, Telefax: (0201) 72 00 6-57, zum Preis von DM 450,- bestellt werden.

Berichte-Nr. 106: Sachverständigenanhörung zum Thema "Immissionsbedingte Materialschäden". Tagungsbericht (Wortprotokoll) der Veranstaltung vom 27. bis 29. Mai 1991 in Essen (bearb. von I. Köth-Jahr) (1992)

Berichte-Nr. 107: Durchführung von Immissionsprognosen für Schwingungs- und Körperschalleinwirkungen (verfaßt von J. Melke; bearb. von D. Piorr) (1992)

Berichte-Nr. 108: Hillen, R.:
Schallimmissionspläne - Basis von Lärminderungsplänen (1993)

Berichte-Nr. 109: Probenahme von polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) und polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) in Abgasen mit einem Adsorptionsverfahren. (gemeinsam verfaßt von W. Funcke, H. Linnemann, G. Bröker und K.-J. Geueke). (1993)

Berichte-Nr. 110: Drei Jahrzehnte Luftqualitätsüberwachung. Vorträge und Berichte zum Kolloquium "Drei Jahrzehnte Luftqualitätsüberwachung - Bilanz und Perspektiven" am 11. Nov. 1993 in Essen, Tagungsbericht (1993)

Berichte-Nr. 111: Manns, H., A. Borowiak und G. Nitz:
Ergebnisse der Eignungsprüfung des automatischen Ozon-Immissionsmeßgerätes Environnement O₃41M (1993)