

## **Emissionsdaten von Motorsportanlagen**

TA Dipl.-Ing. (FH) E. Hainz

### **Zusammenfassung**

#### **1. Definition von Motorsport**

#### **2. Schalltechnische Ermittlungen**

##### **2.1 Motorsportanlagen auf unbefestigtem Gelände**

2.1.1 Motocross/Enduro

2.1.2 Autocross

2.1.3 Motorrad-Trial

2.1.4 Automobil-Trial

##### **2.2 Speedwayanlagen**

2.2.1 Motorrad-Speedway

2.2.2 Automobil-Speedway

##### **2.3 Kartanlagen**

2.3.1 Anlagen für Rennkarts

2.3.2 Anlagen für Leihkarts

2.3.3 Anlagen für Jugendkartslalom

#### **3. Schrifttum**

## **Zusammenfassung**

Motorsportanlagen weisen häufig Schallemissionen auf, die übliche Werte von gewerblichen oder industriellen Anlagen erheblich übertreffen. Das Bayer. Landesamt für Umweltschutz (LfU) hat daher Schallpegelmessungen an verschiedenen Anlagentypen mit unterschiedlichen Motorsportfahrzeugen durchgeführt. In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen vorgestellt mit dem Ziel, Emissionsdaten für die Prognoseberechnung anzubieten.

### **1. Definition von Motorsport**

Nach Auffassung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [1] beinhaltet der Begriff Motorsport i. S. der Nr. 10.17 der 4. BImSchV [2] diejenigen Sportarten, bei denen sich der Sportler mit Hilfe eines motorbetriebenen Gerätes fortbewegt. Es kommen dabei nur Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, nicht aber mit Elektromotoren in Betracht. Außerdem muß es sich noch um Übung oder Ausübung von Sport, nicht jedoch um Freizeitvergnügen handeln, wobei von dem herkömmlichen eher weitergefaßten Begriff des Sports (gekennzeichnet durch gewissen körperlichen oder geistigen Einsatz, Anstrengung und dergleichen) auszugehen ist. Nicht erforderlich ist die wettkampfmäßige Ausübung, d.h. ein Kräftenessen mit Dritten. Verkehrssicherheitstraining und der Betrieb von Modellfahrzeugen fallen nicht unter den Begriff Motorsport.

Die Unterscheidung zwischen Motorsport und Verkehrssicherheitstraining ist nicht eindeutig. Eine Motorsportanlage dürfte jedenfalls dann vorliegen, wenn während des Betriebes auf der Anlage weder die Bedeutung von Verkehrszeichen, die im öffentlichen Verkehr zu finden sind, vermittelt wird, noch Fahrzeuge eingesetzt werden, die für den öffentlichen Straßenverkehr zulassungsfähig wären. Auch Wettkampfveranstaltungen deuten eher auf eine motorsportliche Betätigung als auf eine Verkehrserziehung hin.

### **2. Schalltechnische Ermittlungen**

Emissionsdaten über Motorsportanlagen, die bei einer schalltechnischen Prognose in Ansatz gebracht werden könnten, gibt es in der Literatur kaum. Maximale Geräuschwerte, wie sie beispielsweise vom Deutschen Motor Sport Bund e.V. (DMSB) im Rahmen von Motocross-Wettkampfveranstaltungen vorgegeben werden, sind aufgrund ihrer speziellen Meßmethoden (Nahfeldmessung im Stand bei mittleren Drehzahlen, Mikrofonaufstellung in 50 cm Entfernung zur Auspufföffnung und 45° zur Ausströmrichtung) für den Betrieb eines Fahrzeuges im Anlagengelände nicht übertragbar. Das LfU hat daher im Rahmen seiner Gutachtertätigkeit Schallpegelmessungen an verschiedenen Motorsportanlagen für unterschiedliche Motorsportgeräte durchgeführt. Dabei wurden die Emissionsdaten verschiedener Fahrzeugarten ermittelt und eine Prognoseformel für den Schalleistungspegel in Abhängigkeit von der Fahrzeugzahl entwickelt.

Gemessen wurde je nach Beschaffenheit des umliegenden Geländes im Abstand von ca. 25 bis 100 m vom Rand der Motorsportanlage. Je Anlage wurden dabei Mikrofone an mindestens zwei verschiedenen Meßorten aufgestellt. Meßgröße waren der  $L_{AFeq}$  (energieäquivalenter Mittelungspegel) und für die Beurteilung nach TA Lärm [3] auch der Taktmaximal-Mittelungspegel  $L_{AFTeq}$ . Der  $L_{AFTeq}$  ist der aus den Maximalwerten der Schalldruckpegel während einer Taktzeit von 5 Sekunden gebildete Mittelungspegel. Er wird zur Beurteilung der erhöhten Störwirkung zeitlich schwankender Geräusche verwendet.

Die so erhaltenen Schalldruckpegel wurden anhand des EDV-Programmes Cadna/A auf der Basis der VDI-Richtlinien 2714 [4] und 2720 Bl. 1 [5] auf einen über die einzelnen Meßzyklen gemittelten Schalleistungspegel beim Betrieb der Fahrzeuge im Gelände zurückgerechnet. Im folgenden werden Schalleistungspegel, die sich aus dem  $L_{AFeq}$  ableiten, als  $L_{WAFeq}$  und solche, die auf der Basis des Taktmaximalpegelverfahrens ermittelt wurden, als  $L_{WAFTeq}$  bezeichnet.

## 2.1 Motorsportanlagen auf unbefestigtem Gelände

### 2.1.1 Motocross/Enduro

Motocrossfahrzeuge sind Geländemotorräder mit Zweitakt- oder Viertaktmotoren unterschiedlicher Hubraumklassen. Fahrzeuge mit einem Hubraum von bis zu 80 ccm fallen dabei unter die Lizenzklasse Jugendmotocross. Die Motorräder werden auf unbefestigten Rundkursen in hügeligem Gelände eingesetzt. Dabei kommt es auf möglichst schnelles Durchfahren des Rundkurses an. Im Rahmen von Wettkampfvveranstaltungen können dabei etwa 30 Fahrzeuge gleichzeitig auf der Anlage zugelassen sein. Ähnliches gilt für Enduro-Motorräder, die jedoch im Gegensatz zu Motocross-Motorrädern für den öffentlichen Straßenverkehr zulassungsfähig sind.

Das LfU hat an fünf verschiedenen Motocrossgeländen Messungen durchgeführt. Dabei standen folgende Fahrzeuge zur Verfügung:

Fahrzeugart		Anzahl der Fahrzeuge
Motocross-Solomotorräder	125 ccm Zweitakter	5
	250 ccm Zweitakter	7
	500 ccm Viertakter	2
	600 ccm Viertakter	1
Motocross-Gespanne	620 ccm Zweitakter	2
Jugendmotocross	60 ccm Zweitakter	2
Enduro	250 ccm Zweitakter	3
	350 ccm Viertakter	1
	600 ccm Viertakter	5
	610 ccm Viertakter	1

#### 4 Emissionsdaten von Motorsportanlagen

Aus den Messungen einzelner Fahrzeuge der verschiedenen Klassen ergeben sich folgende über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel:

Tabelle 1: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für einzelne Motocross- und Enduro-Motorräder

Fahrzeugart	$L_{WAFeq(1)}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq(1)}$ in dB(A)
Motocross	114	121
Motocross-Gespanne	111	119
Jugendmotocross	109	114
Enduro	109	114

Für Motocrossfahrzeuge mit einem Hubraum von > 80 ccm wurden darüber hinaus auch Gruppen mit bis zu 9 Fahrzeugen gleichzeitig gemessen. Die daraus abgeleiteten Schalleistungspegel - gemittelt über die unterschiedlichen Betriebszustände im Gelände - sind in Abbildung 1 in Abhängigkeit von der Fahrzeugzahl n dargestellt.

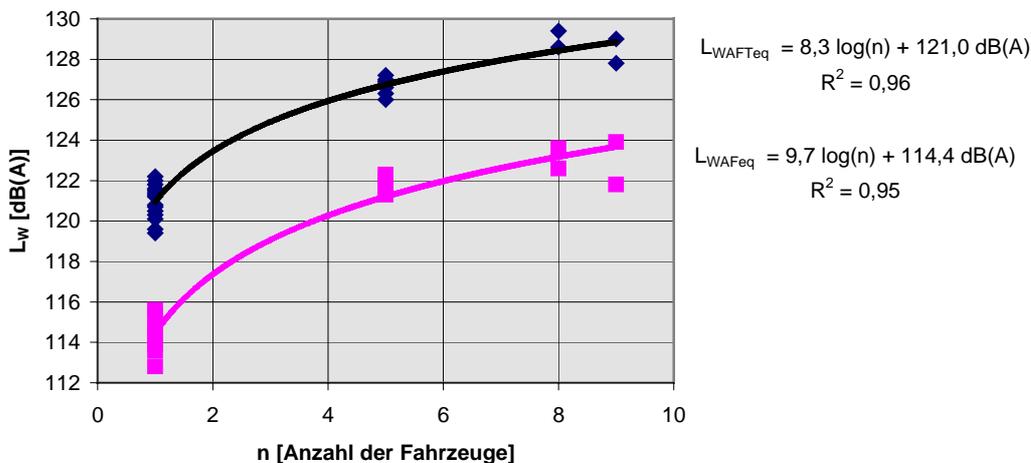


Abb. 1: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel von Motocrossanlagen (Motorräder > 80 ccm) in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrzeuge

Während die Abhängigkeit für den energieäquivalenten Schalleistungspegel  $L_{WAFeq}$  von der Fahrerzahl  $n$  im Gelände - wie erwartet - mit

$$L_{WAFeq(n)} = 10 \log(n) + 114,4 \text{ [dB(A)]} \quad (1)$$

ausreichend genau bestätigt wird, läßt sich dagegen für den Schalleistungspegel nach dem Taktmaximalpegelverfahren  $L_{WAFTeq}$  folgende Abhängigkeit feststellen:

$$L_{WAFTeq(n)} = 8,3 \log(n) + 121,0 \text{ [dB(A)]} \quad (2)$$

Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit den Schalleistungspegeln, die aus Messungen mit einem Fahrzeug abgeleitet wurden (vgl. Tabelle 1, 1. Zeile).

Analoge Zusammenhänge sind auch für die anderen in Tabelle 1 genannten Motorradklassen (Jugendmotocross, Enduro) zu erwarten. Sie konnten jedoch bisher noch nicht nachgewiesen werden, da die erforderliche Anzahl von Fahrzeugen in diesen Klassen bei den Messungen nicht zur Verfügung standen.

Im Rahmen einer schalltechnischen Prognose kann man also bei der Ermittlung eines Schalleistungspegels nach dem Taktmaximalpegelverfahren für  $n$  Fahrzeuge ( $L_{\text{WAFTeq}(n)}$ ), die im Gelände betrieben werden, allgemein von folgendem Berechnungsansatz ausgehen:

$$L_{\text{WAFTeq}(n)} = 8,3 \log(n) + L_{\text{WAFTeq}(1)} \quad [\text{dB(A)}] \quad (3)$$

Der Schalleistungspegel für ein Fahrzeug ( $L_{\text{WAFTeq}(1)}$ ) wird entsprechend der jeweiligen Fahrzeugklasse aus Tabelle 1 entnommen.

### 2.1.2 Autocross

Bei Autocrossanlagen handelt es sich wie bei Motocrossanlagen um Geschwindigkeitswettbewerbe im hügeligen Gelände. Zugelassen sind Tourenwagen, die ursprünglich für den öffentlichen Straßenverkehr hergestellt wurden, und Autocross-Spezialwagen, die eigens für einen Einsatz im Autocross gebaut sind. Alle diese Fahrzeuge sind im Regelfall für den öffentlichen Straßenverkehr nicht zulassungsfähig.

Folgende Fahrzeuge wurden untersucht:

Fahrzeugart	Hubraum	Anzahl der Fahrzeuge
Tourenwagen	600 ccm	1
	1300 ccm	1
	1600 ccm	1
Spezialcross	1000 ccm	1
	1600 ccm	3
	2000 ccm	1

Während der einzelnen Meßzyklen befanden sich jeweils 3 bis 4 Fahrzeuge im Gelände. Die ermittelten Schalleistungspegel wurden anhand der Prognoseformel für Motocross (3) näherungsweise auf einzelne Fahrzeuge zurückgerechnet. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für einzelne Autocrossfahrzeuge

Fahrzeugart	$L_{WAFeq(1)}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq(1)}$ in dB(A)
Tourenwagen (600 bis 1600 ccm)	116	121
Spezialcross (1000 bis 1600 ccm)	121	127

### 2.1.3 Motorrad-Trial

Beim Motorrad-Trial werden schwierige Geländepassagen (Sektionen) mit straßenzugelassenen Zweitakt-Motorrädern befahren, die eine Leistung von ca. 17 PS und einen Hubraum von bis zu 350 ccm aufweisen. Im Vordergrund steht dabei ein Geschicklichkeitstraining; Geschwindigkeitswettbewerbe wie bei Motocrossanlagen sind hier von untergeordneter Bedeutung. Für Wettkampfveranstaltungen werden je nach Veranstaltungsart (national oder international) etwa 8 bis 10 Sektionen eingerichtet, die von den Teilnehmern einzeln absolviert werden müssen. Je Sektion fährt immer nur ein Motorrad. Einzelne Sektionen sind durch unterschiedlich lange Fahrstrecken miteinander verbunden.

Bei den Messungen standen folgende Fahrzeuge zur Verfügung:

Fahrzeugart	Hubraum	Anzahl der Fahrzeuge
Zweitakter	250 ccm	1
	175 ccm	2

Für das Befahren einer Sektion mit einem Fahrzeug wurden folgende mittlere Schalleistungspegel festgestellt:

Tabelle 3: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für einzelne Trial-Motorräder

$L_{WAFeq(1)}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq(1)}$ in dB(A)
95	101

Zur Prognose der Lärmeinwirkungen auf der „sicheren Seite“ wird bei Wettkampfveranstaltungen davon ausgegangen, daß alle Sektionen während der Veranstaltung ständig belegt sind.

Der mittlere maximale Schalleistungspegel einer Vorbeifahrt wurde zu

$$L_{WAF,max} = 104 \text{ dB(A)}$$

ermittelt. Er wird in gleicher Weise für die Fahrstrecken zwischen den Sektionen angesetzt.

Eine strenge Einteilung in Sektionen gibt es während eines regelmäßigen Trainingsbetriebes außerhalb von Wettkampfveranstaltungen häufig nicht. Geht man davon aus, daß diese beiden unterschiedlichen Betriebszustände (Fahrbetrieb und Geschicklichkeitsübungen) je zur Hälfte der Betriebszeit erfüllt sind, so kann man für die Prognoseberechnung nach dem Taktmaximalpegelverfahren einen über die Betriebszeit gemittelten Schalleistungspegel von rd. 103 dB(A) für je ein Fahrzeug ableiten. Die Prognoseberechnung von mehreren Fahrzeugen im Trainingsbetrieb kann anhand von Formel (3) erfolgen.

#### 2.1.4 Automobil-Trial (Off-Road-Trial)

Bei Off-Road-Trialanlagen wird ein Geschicklichkeitstraining im Gelände mit vierradbetriebenen Fahrzeugen, die auch auf öffentlichen Straßen zugelassen sind, durchgeführt. Ähnlich wie beim Motorrad-Trial werden auf dem Gelände mehrere Sektionen eingerichtet, die von den Teilnehmern einzeln absolviert werden müssen. Je Sektion fährt immer nur ein Fahrzeug.

Bei den Messungen standen folgende Fahrzeuge zur Verfügung:

Hersteller	Anzahl der Fahrzeuge
Mitsubishi Pajero	1
Toyota Landcruiser	2
Jeep Cherokee	1

Für das Befahren einer Sektion mit einem Fahrzeug wurde ein mittlerer Schalleistungspegel von  $L_{WAF_{Teq}(1)} = 93 \text{ dB(A)}$  festgestellt. Der  $L_{WAF_{Feq}(1)}$  wurde in diesem Fall nicht untersucht. Bei einer Prognoseberechnung wird davon ausgegangen, daß alle Sektionen ständig belegt sind.

Als mittlerer maximaler Schalleistungspegel einer Vorbeifahrt wurde ein Wert von

$$L_{WAF,max} = 102 \text{ dB(A)}$$

ermittelt. Er wird in gleicher Weise für die Fahrstrecken zwischen den Sektionen angesetzt.

## 2.2 Speedwayanlagen

Speedwayanlagen sind ebene Bahnen auf ovalem Rundkurs, die von Motorrädern oder Automobilen mit möglichst hoher Geschwindigkeit durchfahren werden.

### 2.2.1 Motorrad-Speedway

Anlässlich eines Trainingsbetriebes vor einer internationalen Veranstaltung wurden Messungen beim Betrieb von vier methanolbetriebenen Speedwaymotorrädern mit einem Hubraum von 500 ccm und einer Leistung von ca. 75 PS durchgeführt. Die Bahnlänge betrug dabei rd. 400 m. Überschlägig wurde hier eine mittlere Bahngeschwindigkeit von ca. 80 km/h berechnet. Für den Betrieb dieser vier Fahrzeuge - mehr werden normalerweise auch bei einem Rennbetrieb nicht zugelassen - wurden im Mittel folgende Schallemissionen festgestellt:

Tabelle 4: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für vier gleichzeitig betriebene Speedway-Motorräder

$L_{WAFeq(4)}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq(4)}$ in dB(A)
139	142

### 2.2.2 Automobil-Speedway

Auf einer Automobil-Speedway-Anlage mit ovalem ca. 680 m langem Rundkurs auf wassergebundener Sanddecke wurden folgende auf öffentlichen Straßen nicht zulassungsfähige Fahrzeuge (VW-Käfer-Karosserien mit eingebauten Fremdmotoren der Marken VW-Golf, BMW und Mazda) untersucht:

Leistung	Hubraum	Anzahl der Fahrzeuge
160 PS	2000 ccm	1
115 PS	2000 ccm	2

Der gleichzeitige Betrieb dieser drei Fahrzeuge führte bei einer mittleren Bahngeschwindigkeit von ca. 85 km/h zu folgenden Schallemissionen:

Tabelle 5: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für drei gleichzeitig betriebene Speedway-Automobile

$L_{WAFeq(3)}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq(3)}$ in dB(A)
119	123

Bei Wettkampfveranstaltungen rechnet man mit einer Fahrbahnbelegung von 5 bis 7 Fahrzeugen je Rennen.

## 2.3 Kartanlagen

### 2.3.1 Anlagen für Rennkarts

Mit Rennkarts werden Geschwindigkeitswettbewerbe auf befestigten ebenen Bahnen mit unregelmäßigem Rundkurs durchgeführt. Die Bahnlänge variiert je Anlage zwischen etwa 600 und 1000 m. Die Kartfahrzeuge sind dabei mit Zweitaktmotoren unterschiedlichen Hubraums ausgestattet - mit Ausnahme der nationalen Kartklasse „DMSB-Kadetten“, die einen Viertaktmotor aufweisen. Unterschieden wird zwischen nationalen und internationalen Kartklassen, wobei letztere über leistungsfähigere Motoren verfügen.

Bei Wettkampfveranstaltungen werden die Kartfahrzeuge einer Geräuschkontrolle unterzogen. Gemessen werden maximale Vorbeifahrtpegel in 7,5 m Abstand zur Ideallinie der Fahrbahn bei einer Mikrofonhöhe von 1,2 m. Als Grenzwert schreibt der Deutsche Motor Sport Bund (DMSB) einen maximalen Vorbeifahrtpegel von 90 dB(A) + 2 dB(A) Toleranz für die nationalen Klassen „DMSB-Bambinis“, „DMV-Futura“ und die Viertakt-Klasse „DMSB-Kadetten“ vor. Für alle anderen nationalen und auch internationalen Klassen beträgt der maximal zulässige Geräuschpegel 95 dB(A) ohne Toleranz. (vgl. DMSB-Kart-Handbuch [6]).

Das LfU hat Messungen an zwei verschiedenen Rennkartanlagen bei Wettkampfveranstaltungen durchgeführt. Daran waren folgende Kartklassen beteiligt:

Kartklasse		Hubraum	Motor	Leistung
international	Formel C/IcC 125	125 ccm	Zweitakter	ca. 40 - 45 PS
	DKM	100 ccm	Zweitakter	ca. 25 - 30 PS
	Formel A/IcA 100	100 ccm	Zweitakter	ca. 25 - 30 PS
national	ADAC Pop	125 ccm	Zweitakter	ca. 16 PS
	DMSB-Bambini	60 ccm	Zweitakter	ca. 6,5 PS
	DMSB-Kadetten	160 ccm	Viertakter	ca. 5,5 PS

Die außerhalb der Kartanlagen gemessenen und über den jeweiligen Meßzyklus gemittelten Schalldruckpegel ( $L_{WAFeq}$  und  $L_{WAFTeq}$ ) wurden jeweils in Schalleistungspegel umgerechnet. Sie sind für internationale Rennkarts mit einem Hubraum von  $\geq 100$  ccm in Abbildung 2 dargestellt.

## 10 Emissionsdaten von Motorsportanlagen

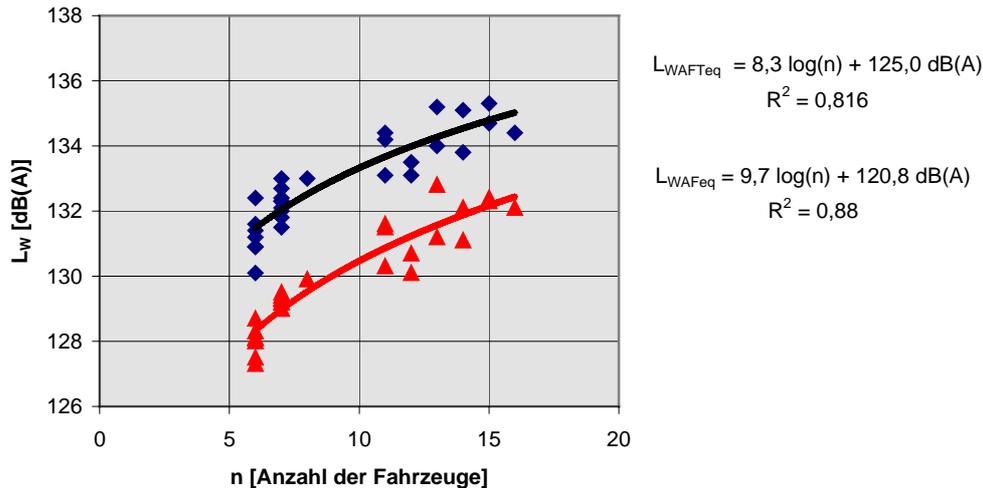


Abb. 2: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel von internationalen Rennkarts ( $\geq 100$  ccm) in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrzeuge

Für die Berechnung des energieäquivalenten Schalleistungspegel ( $L_{WAF_{eq}(n)}$ ) kann im Rahmen der Rundungsgenauigkeit folgende Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrzeuge  $n$  angegeben werden:

$$L_{WAF_{eq}(n)} = 10 \log(n) + 120,8 \text{ [dB(A)]} \quad (4)$$

Bei der Ermittlung des Schalleistungspegels nach dem Taktmaximalpegelverfahren ( $L_{WAF_{Teq}(n)}$ ) ergibt sich dagegen die Formel:

$$L_{WAF_{Teq}(n)} = 8,3 \log(n) + 125,0 \text{ [dB(A)]}. \quad (5)$$

Dieser Zusammenhang ist auch für die nationalen Kartklassen feststellbar. Für einzelne Fahrzeuge lassen sich daraus die in Tabelle 6 dargestellten Werte ableiten.

Tabelle 6: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für einzelne Rennkarts

Fahrzeugart	$L_{WAF_{eq}(1)}$ in dB(A)	$L_{WAF_{Teq}(1)}$ in dB(A)
internat. Rennkart ( $\geq 100$ ccm, Zweitakter)	121	125
Pop-Kart (nat. Rennkart, 125 ccm, Zweitakter)	118	122
DMSB-Bambini (60 ccm, Zweitakter)	116	120
DMSB-Kadetten (160 ccm, Viertakter)	107	111

Bei einer Wettkampfveranstaltung für internationale Rennkarts und DMSB-Bambinis wurde neben den Meßpunkten außerhalb der Kartanlage auch ein Meßpunkt innerhalb der Anlage - entsprechend der DMSB-Vorbeifahrt-Meßmethode in 7,5 m Entfernung zur Ideallinie der Kartbahn - eingerichtet. Gleichzeitig wurden an diesem Meßpunkt Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt. Die mittleren maximalen Vorbeifahrtpegel während zwei Zeittrainingsläufen mit jeweils 6 bis 7 Fahrzeugen auf der Bahn betragen für die Rennkarts mit einem Hubraum von 100 bis 125 ccm 95 dB(A) bei einer Geschwindigkeit von etwa 78 km/h und für Bambinis 89 dB(A) bei einer Geschwindigkeit von etwa 60 km/h; die Geräuschvorgaben des DMSB sind damit - mit Ausnahme einzelner Fahrzeuge, die jedoch für den Rennbetrieb disqualifiziert wurden - beachtet. Die in diesem Zusammenhang ermittelte Geschwindigkeit je Kartklasse entsprach dabei in etwa der mittleren Bahngeschwindigkeit auf der gesamten Anlage.

Rechnet man die o.g. gemessenen Maximalpegel für einzelne Vorbeifahrten auf der Basis einer halbkugelförmigen Schallausbreitung einer Punktschallquelle in Schalleistungspegel um, so erhält man einen Wert von 120 dB(A) für die betrachteten Rennkarts ( $\geq 100$  ccm) und von 115 dB(A) für DMSB-Bambinis. Diese Schalleistungspegel sind in etwa identisch (Abweichung 1 dB) mit dem gerundeten (energieäquivalent gemittelten) Ausgangsschalleistungspegel für ein Fahrzeug (vgl. Tabelle 6), so daß in beiden Fällen der Maximalpegel, gemessen nach der DMSB-Vorbeifahrtmethode, auch als Ansatz für den energetisch gemittelten Fahrbetrieb eines Fahrzeuges auf der gesamten Bahn gelten kann, wenn er bei einer Geschwindigkeit gemessen wird, die der mittleren Bahngeschwindigkeit entspricht. Die Impulshaltigkeit des Geräusches ist darin jedoch nicht enthalten.

Für eine Prognoseberechnung nach dem Taktmaximalpegelverfahren wird dagegen folgender Ansatz abgeleitet, der auch mit der Prognoseformel (3) für Motocrossanlagen übereinstimmt:

$$L_{\text{WAFTeq}(n)} = 8,3 \log(n) + L_{\text{WAFTeq}(1)} \quad [\text{dB(A)}] \quad (6)$$

Die Angaben für den  $L_{\text{WAFTeq}(1)}$  können Tabelle 6 entnommen werden.

### 2.3.2 Anlagen für Leihkarts

Ähnlich wie bei Bahnen für Rennkarts werden Leihkarts auf einem unregelmäßigen Rundkurs auf ebenen und befestigten Bahnen eingesetzt. Im Unterschied zu den Rennkarts handelt es sich hier jedoch ausschließlich um benzin- oder auch propangasbetriebene Viertakter Fahrzeuge, die meist einen Hubraum von 160 ccm und eine Leistung von 5,5 PS aufweisen. Sie werden an Einzelpersonen oder Gruppen gegen Entgelt vermietet. Dieser Personenkreis hat meist keine größeren Erfahrungen im Umgang mit Kartfahrzeugen. Leihkarts werden sowohl auf Bahnen im Freien (Outdoor-Kartanlage) als auch in einer Halle (Indoor-Kartanlage) oder auf einer Kombination von beiden betrieben.

Messungen an drei Leihkartanlagen, bei denen benzin- oder auch gasbetriebene Viertakt-Kartfahrzeuge eingesetzt wurden, ergaben die in Tabelle 7 dargestellten gemittelten Schalleistungspegel für je ein Fahrzeug. Eine Abweichung der Schallemissionen abhängig von der Kraftstoffart (Propangas oder Benzin) bei identischem Hubraum und gleicher Leistung der Motoren war nicht zu erkennen.

Tabelle 7: Über die Betriebszeit gemittelte Schalleistungspegel für einzelne Leihkarts

$L_{WAFeq}$ in dB(A)	$L_{WAFTeq}$ in dB(A)
101	105

Die Prognoseberechnung für n Fahrzeuge nach dem Taktmaximalpegelverfahren wird anhand der für Rennkarts ermittelten Formel (6) durchgeführt.

### 2.3.3 Anlagen für Jugendkartslalom

Bei Jugendkartslalomanlagen handelt es sich um ein Geschicklichkeitstraining mit Kartfahrzeugen auf einem asphaltierten und mit Pylonen provisorisch abgesteckten Hindernisparcours, der von Kindern und Jugendlichen im Alter von 8 bis 18 Jahren einzeln durchfahren wird. Hierzu werden Viertakt-Kartfahrzeuge eingesetzt, die mit einem Hubraum von 160 ccm und einer Leistung von 5,5 PS auch als Leihkarts Verwendung finden.

Schallpegelmessungen des LfU an einer Slalomanlage für Jugendkarts ergaben einen mittleren Schalleistungspegel ( $L_{WAFTeq}$ ) von 99 dB(A) beim Betrieb eines Fahrzeuges ohne Reifenquietschen und einen mittleren Maximalpegel für Reifenquietschen von 108 dB(A). Die geringeren Schalleistungspegel gegenüber denjenigen von Leihkarts sind auf die niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten im Parcours zurückzuführen.

Um für eine Prognoseberechnung eine Aussage auf der "sicheren Seite" zugunsten der Anwohner treffen zu können, wird angenommen, daß bei Zugrundelegung des Taktmaximalpegelverfahrens in jedem vierten 5 s-Takt ein Reifenquietschgeräusch auftritt, d.h., daß zu einem Viertel der Fahrzeit ein Schalleistungspegel  $L_{WAFTeq}$  von 108 dB(A) und zu drei Viertel ein solcher von 99 dB(A) emittiert wird. Daraus errechnet sich ein mittlerer Schalleistungspegel ( $L_{WAFTeq}$ ) je Fahrzeug von rd. 103 dB(A).

### 3. Schrifttum

- [1] Entwurf des Länderausschusses für Immissionsschutz von Verwaltungsvorschriften zur Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, NVwZ 1991, Heft 9, S. 853 ff
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung vom 24.07.1985 (BGBl. I S. 1586), zuletzt geändert am 19.03.1997 (BGBl. I S. 545)
- [3] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998 S. 503
- [4] VDI-Richtlinie 2714 „Schallausbreitung im Freien“ vom Januar 1988
- [5] VDI-Richtlinie 2720 Bl.1 „Schallschutz durch Abschirmung im Freien" vom März 1997
- [6] DMSB-Kart-Handbuch 1998, herausgegeben vom Deutschen Motor Sport Bund e.V.