



# Landesgesetzblatt

Jahrgang 2009

Ausgegeben und versendet am 27. Juli 2009

22. Stück

70. Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 22. Juli 2009, mit der eine immissionsabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung auf Teilstrecken der A 2 Süd Autobahn und der A 9 Pyhrn Autobahn angeordnet wird (VBA-Verordnung – IG-L Steiermark).

## 70.

### Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 22. Juli 2009, mit der eine immissionsabhängige Geschwindigkeitsbeschränkung auf Teilstrecken der A 2 Süd Autobahn und der A 9 Pyhrn Autobahn angeordnet wird (VBA-Verordnung – IG-L Steiermark)

Auf Grund der §§ 10 und 14 des Immissionsschutzgesetzes-Luft (IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997, zuletzt in der Fassung BGBl. I Nr. 70/2007, in Verbindung mit der Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung allgemeiner Kriterien für Verkehrsbeeinflussungssysteme gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (VBA-Verordnung – IG-L), BGBl. II Nr. 302/2007, wird im Einvernehmen mit der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie verordnet:

#### § 1

##### Zielbestimmung

Ziel dieser Verordnung ist, die durch den Verkehr verursachte Immissionsbelastung beim Luftschadstoff PM<sub>10</sub> (Feinstaub) zu verringern und durch eine Reduktion der Höchstgeschwindigkeit auf Teilabschnitten der A 2 Süd Autobahn sowie der A 9 Pyhrn Autobahn die Luftqualität zu verbessern.

#### § 2

##### Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Verordnung bedeuten:

1. Sanierungsgebiete: die gemäß § 2 der IG-L-Maßnahmenverordnung 2008, LGBl. Nr. 96/2007, festgelegten Sanierungsgebiete.
2. Korridore: folgende innerhalb der Sanierungsgebiete liegenden Autobahnabschnitte der A 2 sowie der A 9:

Korridor	Autobahn	Fahrtrichtung	Abschnittsbereich	Bereich zwischen
Ost	A 2 Süd Autobahn	Wien	Knoten Graz-West bis Anschlussstelle Sinabelkirchen	km 185,104 und km 149,340
		Klagenfurt	Anschlussstelle Sinabelkirchen bis Knoten Graz-West	km 150,895 und km 183,948
West	A 2 Süd Autobahn	Wien	Anschlussstelle Lieboch bis Halbanschlussstelle Unterpremstätten/ Knoten Graz-West	km 193,019 und km 188,223
		Klagenfurt	Halbanschlussstelle Unterpremstätten/ Knoten Graz-West bis Anschlussstelle Lieboch	km 186,626 und km 194,637
Süd	A 9 Pyhrn Autobahn	Spielfeld	Anschlussstelle Kalsdorf bis Anschlussstelle Leibnitz	km 194,053 und km 214,781

Korridor	Autobahn	Fahrtrichtung	Abschnittsbereich	Bereich zwischen
Süd	A 9 Pyhrn Autobahn	Knoten Voralpenkreuz	Anschlussstelle Leibnitz bis Anschlussstelle Kalsdorf	km 213,804 und km 193,001
Nord	A 9 Pyhrn Autobahn	Spielfeld	Knoten Peggau-Deutschfeistritz bis Gratkorntunnel 3	km 165,983 und km 172,308
		Knoten Voralpenkreuz	Gratkorntunnel 4 bis Knoten Peggau-Deutschfeistritz	km 172,188 und km 166,325

3. Luftmessstellen: die zur Beurteilung der Immissionssituation (PM<sub>10</sub>-Immissionen) für die einzelnen Korridore heranzuziehenden Luftmessstellen. Für den Fall, dass auf Grund eines technischen Gebrechens oder aus sonstigen Gründen Daten aus der zugeordneten Messstelle nicht zur Verfügung stehen, sind die Immissionsdaten durch die Ersatz-Messstelle bereitzustellen. Dies sind für die einzelnen Korridore folgende (Ersatz-) Messstellen:

Korridor	Messstelle	Standort der Messstelle		Ersatz- messstelle	Standort der Messstelle	
		Länge	Breite		Länge	Breite
Ost	Graz-Ost	15°27'59"	47°03'34"	Graz-Süd	15°25'59"	47°02'30"
West	Graz-Ost	15°27'59"	47°03'34"	Graz-Süd	15°25'59"	47°02'30"
Süd	Leibnitz	15°32'27"	46°46'43"	Graz-Süd	15°25'59"	47°02'30"
Nord	Judendorf-Süd	15°21'04"	47°07'13"	Peggau	15°20'45"	47°12'23"

4. Pkw-ähnliche Kraftfahrzeuge: die Zusammenfassung der Klassen 2, 3 und 4 von der TLS-konformen Verkehrsdatenerfassung in 8+1-Fahrzeugkategorien (Anlage 2).
5. Verkehrszählstellen: folgende für die Erfassung der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge und der Verkehrszähl-daten festgelegten Verkehrszählstellen (Messquerschnitte – MQ):

Korridor	Fahrtrichtung	Querschnitt (bei km)
Ost	Wien	MQ_A02_2_178,480
	Klagenfurt	MQ_A02_1_169,897
West	Wien	MQ_A02_2_188,223
	Klagenfurt	MQ_A02_1_186,626
Süd	Spielfeld	MQ_A09_1_208,018
	Knoten Voralpenkreuz	MQ_A09_2_213,804
Nord	Spielfeld	MQ_A09_1_165,983
	Knoten Voralpenkreuz	MQ_A09_2_166,325

6. Immissionsbeitrag: der auf Grund der Berechnung gemäß dem Algorithmus unter Anwendung der Parameter gemäß Anlage 1 errechnete Anteil der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge an der Gesamtimmission.
7. Schwellenwerte: die zur Erreichung des Ziels dieser Verordnung festgelegten Schwellenwerte, das sind
- Schwellenwert 1 für alle Korridore: 40 µg/m<sup>3</sup> des gleitenden 24-Stunden-Mittelwerts für PM<sub>10</sub>.
  - Schwellenwert 2 für die einzelnen Korridore:

Korridor	Schwellenwert 2
Ost	2,8 µg/m <sup>3</sup>
West	2,4 µg/m <sup>3</sup>
Süd	1,5 µg/m <sup>3</sup>
Nord	1,7 µg/m <sup>3</sup>

- Schwellenwert 3 für alle Korridore: 25 µg/m<sup>3</sup> des gleitenden 24-Stunden-Mittelwerts für PM<sub>10</sub>.

## § 3

**Geschwindigkeitsbeschränkung, Parameter für die In- und Außerkraftsetzung**

(1) Die zulässige Höchstgeschwindigkeit für einen Korridor wird auf 100 km/h beschränkt, wenn der prognostizierte gleitende 24-Stunden-Mittelwert für PM<sub>10</sub> (Anlage 1, Kap. 1.2.3.1.) den Schwellenwert 1 für diesen Korridor erreicht oder überschreitet. Die für die Erstellung der Prognose erforderliche Immissionsbelastung ist mittels der für die jeweiligen Korridore festgelegten Luftmessstellen festzustellen. Die Messungen, die Prognose und der Vergleich mit dem Schwellenwert 1 haben jede halbe Stunde zu erfolgen.

(2) Die zulässige Höchstgeschwindigkeit für einen Korridor wird auf 100 km/h beschränkt, wenn sowohl der Immissionsbeitrag den Schwellenwert 2 als auch der prognostizierte gleitende 24-Stunden-Mittelwert für PM<sub>10</sub> (Anlage 1, Kap. 1.2.3.1.) den Schwellenwert 3 für diesen Korridor erreicht oder überschreitet. Die für die Erstellung der Prognose erforderliche Immissionsbelastung ist mittels der für die jeweiligen Korridore festgelegten Luftmessstellen festzustellen. Die Messungen, die Berechnung des Immissionsbeitrages, die Prognose und der Vergleich mit den Schwellenwerten 2 und 3 haben jede halbe Stunde zu erfolgen.

(3) Die Geschwindigkeitsbeschränkung wird innerhalb eines Korridors aufgehoben, wenn die Voraussetzungen der Abs. 1 und 2 nicht mehr gegeben sind.

(4) Sowohl die Anordnung als auch die Aufhebung der Geschwindigkeitsbeschränkung darf frühestens eine halbe Stunde nach der letzten Schaltung erfolgen.

(5) Die Geschwindigkeitsbeschränkungen gemäß Abs. 1 und 2 gelten nicht, wenn nach der Straßenverkehrsordnung 1960 niedrigere oder gleich hohe Höchstgeschwindigkeiten angeordnet werden.

## § 4

**Kundmachung**

(1) Diese Verordnung wird gemäß § 14 Abs. 6c IG-L mittels eines Verkehrsbeeinflussungssystems kundgemacht.

(2) Die Standorte der Anzeigenquerschnitte – einschließlich der Seitensteher – (AQ) sowie der Einfahrtsquerschnitte (EFQ) für das Verkehrsbeeinflussungssystem werden wie folgt festgelegt:

1. auf der A 2 Süd Autobahn:

<b>Querschnitt (bei km)</b>	
<b>Fahrtrichtung Wien</b>	<b>Fahrtrichtung Klagenfurt</b>
AQ_A02_2_193,019	AQ_A02_1_150,895
EFQ_A02_2_190,770; Ra191.4	AQ_A02_1_153,123
AQ_A02_2_188,223	EFQ_A02_1_153,947; Ra154.2
AQ_A02_2_185,104	AQ_A02_1_157,105
AQ_A02_2_182,993	AQ_A02_1_157,545
AQ_A02_2_178,480	AQ_A02_1_161,268
EFQ_A02_2_177,961; Ra178.2	EFQ_A02_1_162,266; Ra162.2
EFQ_A02_2_170,617; Ra171.4	AQ_A02_1_169,897
AQ_A02_2_168,613	EFQ_A02_1_170,121; Ra170.2
AQ_A02_2_167,550	AQ_A02_1_172,275
AQ_A02_2_160,988	AQ_A02_1_180,191
AQ_A02_2_160,395	EFQ_A02_1_180,958; Ra181.2
AQ_A02_2_156,613	AQ_A02_1_183,948
EFQ_A02_2_153,947; Ra154.4	AQ_A02_1_186,626
AQ_A02_2_149,340	EFQ_A02_1_190,770; Ra191.2
	AQ_A02_1_194,637

2. auf der A 9 Pyhrn Autobahn:

<b>Querschnitt (bei km)</b>	
<b>Fahrtrichtung Spielfeld</b>	<b>Fahrtrichtung Knoten Voralpenkreuz</b>
AQ_A09_1_165,983	AQ_A09_2_213,804
AQ_A09_1_167,685	EFQ_A09_2_211,244; Ra211.4
AQ_A09_1_170,583	AQ_A09_2_207,198
AQ_A09_1_194,053	AQ_A09_2_201,004
AQ_A09_1_198,083	AQ_A09_2_197,000
AQ_A09_1_202,599	EFQ_A09_2_196,527; Ra196.2
EFQ_A09_1_203,704; Ra204.2	AQ_A09_2_193,001
AQ_A09_1_208,018	AQ_A09_2_172,188
EFQ_A09_1_211,244; Ra211.2	AQ_A09_2_169,379
AQ_A09_1_214,781	AQ_A09_2_166,325

#### § 5

##### **Inkrafttreten**

Diese Verordnung tritt mit 1. August 2009 in Kraft.

#### § 6

##### **Außerkräftreten**

Mit Inkrafttreten dieser Verordnung tritt die bisher geltende VBA-Verordnung – IG-L Steiermark außer Kraft.

Für den Landeshauptmann:  
Wegscheider

## **Anlage 1**

### **Beschreibung des Algorithmus**

#### **1. Konzept**

Luftgütebelastungen entlang von Hochleistungsstraßen zeigen einen sehr starken Gradienten im Konzentrationsverlauf, der in Windrichtung mit der Entfernung von der Straße stark abnimmt. Eine alleinige Steuerung einer Maßnahme, basierend auf einer lokalen Messung berücksichtigt dieses Faktum nicht. Von entscheidender Bedeutung ist, dass die Maßnahme einer Geschwindigkeitsreduktion auch beim zu schützenden Gut (meist die nächstgelegenen Anrainer/innen) effizient und wirkungsvoll ist. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Informationen über Verkehrsstärke, Luftgütesituation und Ausbreitungsverhalten miteinander zu verbinden. Daher wurde ein Expertensystem entwickelt, das in der Lage ist, aus diesen genannten Informationen und unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten die Maßnahme einer Geschwindigkeitsbegrenzung effizient einzusetzen.

Das Expertensystem besteht aus folgenden Elementen:

1. Bestimmung der Verkehrsstärke und damit der Emissionsmengen des Verkehrs.
2. Bestimmung der Ausbreitungsbedingungen, charakterisiert durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre.
3. Bestimmung der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung an vorgegebenen Orten.
4. Entscheidungskriterium, ob die Geschwindigkeitsbeschränkung aktiviert werden soll.

Das Konzept basiert auf der Nutzung von Berechnungsergebnissen kombiniert mit aktuellen Messdaten (Meteorologie und Verkehr). Der messtechnische Aufwand zum Betrieb des Systems und damit auch die Erhaltungskosten werden mit dieser Methode optimiert. Zudem kann durch die vorab durchgeführten Berechnungen der verkehrsbezogenen Immissionsbelastungen sichergestellt werden, dass die Maßnahme (Geschwindigkeitsbeschränkung) verursacherbezogen aktiviert wird.

Entscheidend für die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist die Akzeptanz zur Einhaltung der Geschwindigkeitsbeschränkung. Diese leidet, wenn – trotz hoher Maßnahmenwirksamkeit – die Luftbelastung augenscheinlich gering ist und auf Grund der Überschreitung des Schwellenwertes 2 bei geringen Vorbelastungen die Geschwindigkeitsbeschränkung geschaltet wird.

### 1.1. Generelle Konzeption

Da zur gemessenen Schadstoffbelastung, vor allem für den Schadstoff  $PM_{10}$ , nicht nur die Verkehrsemissionen sondern auch andere Quellen beitragen (Abbildung 1), sind zur Bestimmung des Hintergrunds (Vorbelastung durch andere Quellen) und zur Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte unbedingt Luftgütemessungen notwendig. Auf Grund der großräumig homogenen  $PM_{10}$ -Belastung müssen diese Messstellen nicht direkt an den Autobahnabschnitten situiert sein.

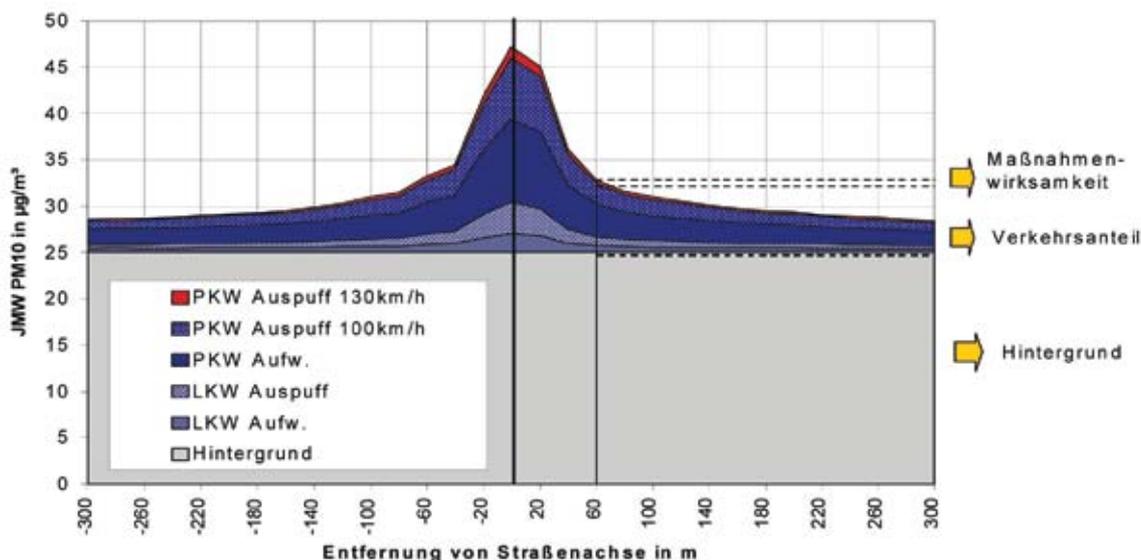


Abbildung 1: Typischer Verlauf der jahresdurchschnittlichen  $PM_{10}$ -Belastung quer zur Autobahn

Die Anforderungen der Verordnung werden deshalb in zwei Modulen umgesetzt. Das erste Modul überprüft, ob eine Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes auftritt oder in unmittelbarer Zukunft zu erwarten ist. Das zweite Modul ermittelt den aktuellen Immissionsbeitrag der Pkw-ähnlichen Fahrzeuge, damit die Aktivierung der Geschwindigkeitsbegrenzung ausschließlich zu Zeiten mit hoher Maßnahmenwirksamkeit erfolgt. Dabei verhindert der Schwellenwert 3, dass bei sehr geringen Vorbelastungen mit  $PM_{10}$  das Tempolimit aktiviert wird. Beide Module werden konservativ gekoppelt, d. h., jedes Modul kann unabhängig vom anderen das Tempolimit aktivieren.

### 1.2. Beschreibung des Algorithmus

Auf Basis von gemessenen Luftgütedaten, Verkehrsdaten und meteorologischen Daten wird entschieden, ob die Geschwindigkeitsbeschränkung aktiviert wird. Um Verzögerungen des gesamten Systems auszugleichen, müssen für alle Eingangsdaten kurzfristige Prognosen erstellt werden (Kap. 1.2.3.), so dass sich diese Daten auf den zukünftigen Schaltzeitraum beziehen.

Zuerst werden die  $PM_{10}$ -Messdaten eingelesen und überprüft. Zur Beurteilung der Luftgüte wird der gleitende 24-Stunden-Mittelwert und nicht der Tagesmittelwert herangezogen, da für diesen Mittelwert einfacher eine kurzfristige Prognose erstellt werden kann. Erreicht oder überschreitet der Prognosewert den Schwellenwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , führt dies zu einer Aktivierung der Geschwindigkeitsbeschränkung.

Wird dieser Schwellenwert nicht überschritten, wird das zweite Modul gestartet. Zuerst wird die aktuelle Verkehrsbelastung durch Pkw-ähnliche Kraftfahrzeuge auf dem relevanten Zählquerschnitt eingelesen und dann der kurzfristige Trend anhand von statischen oder dynamischen Ganglinien berücksichtigt. Auf Basis dieser prognostizierten Verkehrszahlen werden dann die Emissionen der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge berechnet.

Die meteorologischen Prognosedaten für bestimmte Aufpunkte werden von der Austro Control ermittelt und für den Algorithmus zur Verfügung gestellt. Das ermöglicht die Bestimmung der Ausbreitungssituation und damit die Berechnung des Immissionsbeitrages der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge. Erreicht oder überschreitet dieser einen vorher definierten Schwellenwert (Kap. 1.3.), so erfolgt noch die Prüfung mit Schwellenwert 3. Erreicht oder überschreitet der Prognosewert den Schwellenwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , führt dies zu einer Aktivierung der Geschwindigkeitsbeschränkung.

### 1.2.1. Schnittstellendefinition

Zur Steuerung der flexiblen VBA mit dem vorher beschriebenen Konzept werden folgende aktuelle Eingangsdaten für jeden getrennt geschalteten Teilkorridor zur Verfügung gestellt:

- aktuelle  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen;
- Prognosedaten an relevanten Aufpunkten: mittlere Windgeschwindigkeit, mittlere Windrichtung und thermische Stabilität (bzw. Ausbreitungsklasse) aus Messungen oder Modellberechnungen;
- Zählung aller vom Tempolimit betroffenen Fahrzeugkategorien (Pkw, Krad, Lfw);
- statische oder dynamische Ganglinien.

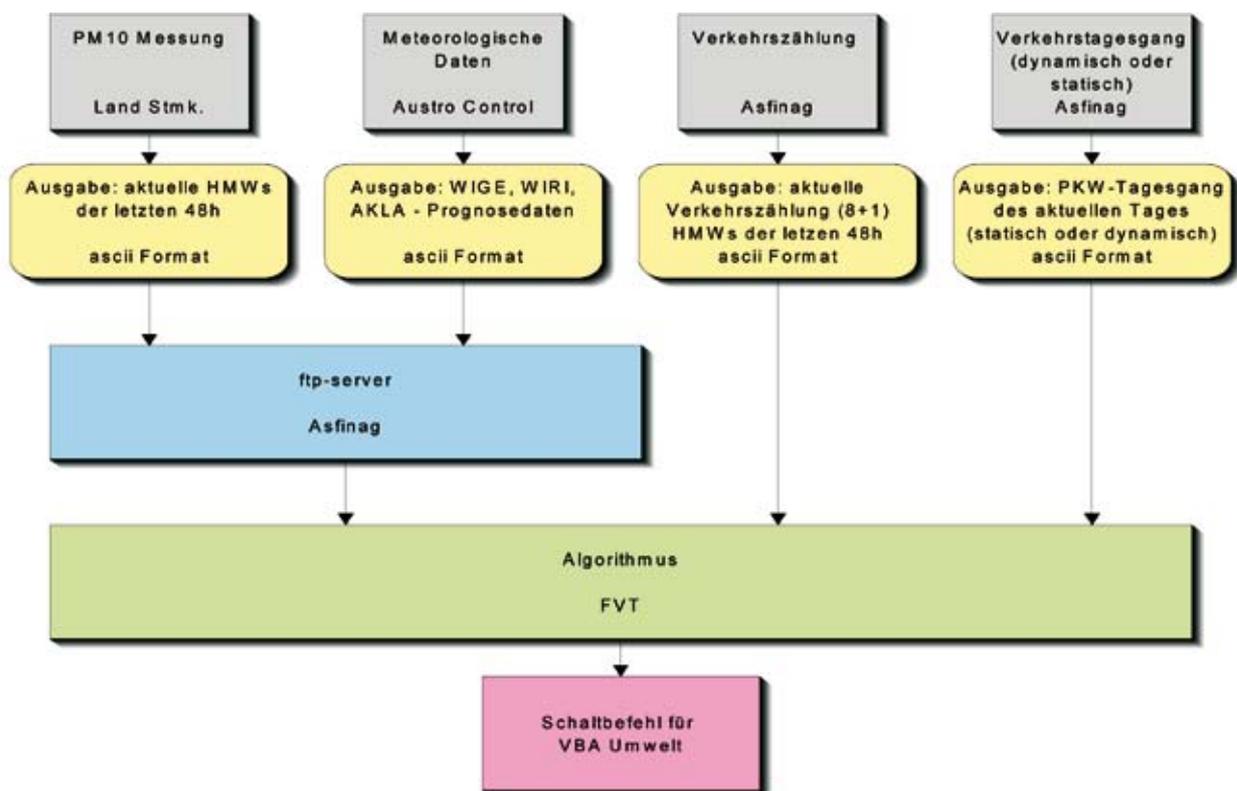


Abbildung 2: Definition der Schnittstellen für die VBA-VO.

### 1.2.2. Datenkontrolle

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Eingangsdaten von den Verantwortlichen (Land Steiermark, Austro Control und ASFiNAG) einem Plausibilitätscheck unterzogen werden. Innerhalb des Algorithmus erfolgt folgende Datenkontrolle:

1. Die Aktualität der Daten wird überprüft.
2. Es wird überprüft, ob die Messdaten in einem definierten Intervall liegen.

Bei einem Ausfall der Daten wird folgendermaßen vorgegangen:

#### 1.2.2.1. PM<sub>10</sub>-Messdaten

Grundsätzlich sind zur Bildung der 24-Stunden-Mittelwerte 40 gültige Halbstundenmittelwerte notwendig. Der Algorithmus überprüft, ob der letzte gültige MW24 mehr als drei Stunden zurückliegt (bzw. der letzte Messwert sieben Stunden zurückliegt). Ist das der Fall, werden die Messdaten der Ersatzmessstation (§ 2 Z. 3) herangezogen. Ein kurzzeitiger Ausfall der Messdaten kann dadurch anhand der Prognosedaten kompensiert werden. Die Messdaten der Ersatzstation werden analog überprüft. Liegt auch dieser gültige MW24 mehr als drei Stunden zurück, dann wird der Algorithmus abgebrochen und kein Tempolimit angezeigt.

#### 1.2.2.2. Verkehrsdaten

Da für die installierten Verkehrserfassungssysteme laut ASFiNAG von einer sehr geringen Ausfallswahrscheinlichkeit ausgegangen werden kann, wird bei einem Datenausfall auf keine Ersatzzählung zurückgegriffen. Sind die aktuellen Verkehrsdaten älter als drei Stunden, wird ebenfalls der Algorithmus abgebrochen und kein Tempolimit angezeigt.

Die Aktualität dieser Ganglinie wird täglich geprüft, ansonsten wird zur Berechnung der Verkehrsprognose auf statische Ganglinien zurückgegriffen.

#### 1.2.2.3. Meteorologische Daten

Da die meteorologischen Prognosedaten mit einem Modell der Austro Control erstellt werden, das auf verschiedenen lokalen Messungen beruht, wird davon ausgegangen, dass der Ausfall einer Messstation innerhalb des meteorologischen Modells kompensiert wird. Sollten für den relevanten Aufpunkt dennoch keine Prognosedaten für den zu schaltenden Zeitraum vorliegen, dann wird der Algorithmus abgebrochen und kein Tempolimit angezeigt.

### 1.2.3. Prognosedaten

Da das Tempolimit immer für das folgende Schaltintervall angezeigt wird, die Messdaten sich aber auf das vorherige Messintervall beziehen, wird diese Verzögerung mit einer kurzfristigen Prognose der Eingangsdaten ausgeglichen. Eventuell kann auch eine Verzögerung auf Grund der Übertragung der Messdaten auftreten. Dies wird dadurch berücksichtigt, dass anhand der Prognose vorausschauend der Immissionsbeitrag der Pkw im zukünftigen Schaltintervall berechnet wird. Dadurch kann z. B. während des raschen Verkehrsanstiegs in der Früh (Morgenspitze) ein verursachergerechtes Schalten des Tempolimits gewährleistet werden. Der Prognosezeitraum ergibt sich aus der Zeitdifferenz zwischen den aktuellsten Messwerten und dem Schaltintervall.

#### 1.2.3.1. Prognose der PM<sub>10</sub>-Belastung

Eine Prognose einer Grenzwertüberschreitung für den maximalen Tagesmittelwert an PM<sub>10</sub> ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Definitionsgemäß wird ein Tagesmittelwert von 00:00 bis 24:00 Uhr eines Kalendertages ermittelt. In der Früh ist die Prognose, ob an diesem Tag der Grenzwert überschritten wird, wesentlich unsicherer als am Abend. Deshalb würde am Morgen „sicherheitshalber“ schon öfter ein Tempolimit geschaltet werden, als die Messung nachträglich ergeben hätte. Daher wird als Kriterium nicht der Tagesmittelwert, sondern der gleitende 24-Stunden-Mittelwert herangezogen. Dieser ist dann kurzfristig mit sehr hoher Genauigkeit prognostizierbar. In Abbildung 3 wird beispielsweise der aktuelle gleitende 24-Stunden-Mittelwert mit der vorherigen 3-Stunden-Prognose dieses Mittelwertes korreliert. Bei der Berechnung der Prognose wird auch die Steigung der letzten drei Stunden berücksichtigt. Im Algorithmus wird zuerst überprüft, über welchen Zeitraum eine Prognose zu erstellen ist. Dann wird die Steigung über den gleichen zurückliegenden Zeitraum ermittelt und zum letzten

gemessenen 24-Stunden-Mittelwert addiert. Insgesamt ergibt sich für den prognostizierten 24-Stunden-Mittelwert folgende Gleichung 1:

$$MW24_{prog} = MW24_{mess} + \Delta MW24_{mess} = \frac{2}{n_1} \sum_{i=n_0-48}^{n_0} HMW_i - \frac{1}{n_2} \sum_{i=n_0-\Delta n-48}^{n_0-\Delta n} HMW_i$$

Erläuterung der Gleichung 1:

$MW24_{mess}$	gemessener MW24 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
$MW24_{prog}$	prognostizierter MW24 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
$\Delta MW24_{mess}$	gemessene Steigung des MW24 für das betrachtete Zeitintervall
$HMW_i$	Halbstundenmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
$n_0$	letzter gemessener Halbstundenmittelwert
$n_1$	Anzahl der gemessenen Halbstunden der letzten 24 Stunden
$n_2$	Anzahl der gemessenen Halbstunden der letzten 24 Stunden – $\Delta n$
$\Delta n$	Prognosezeitraum, Anzahl der Halbstunden

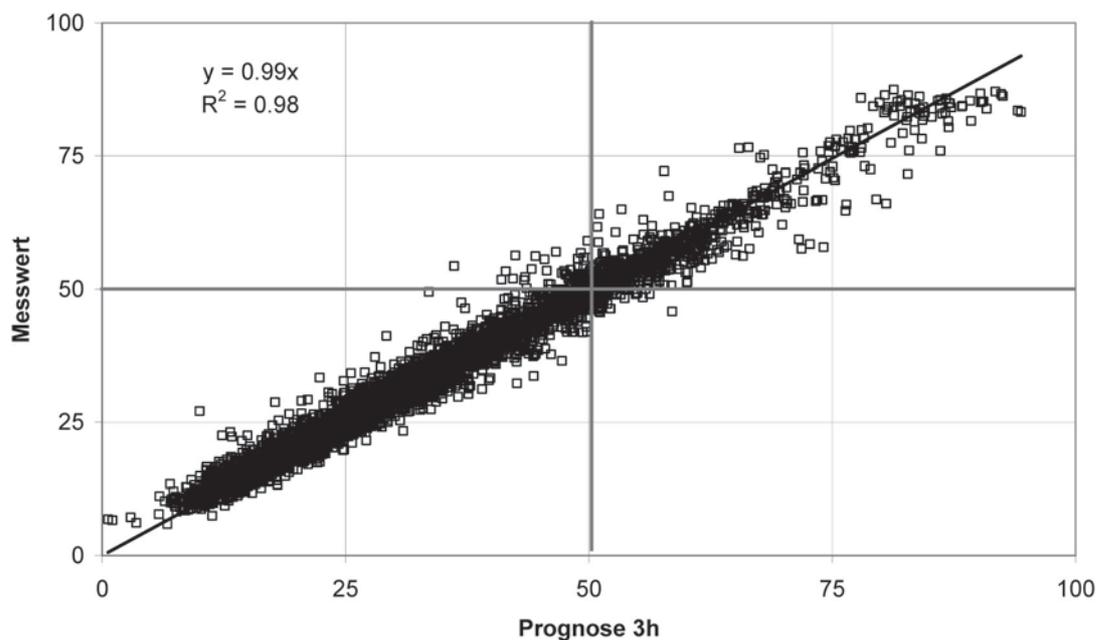


Abbildung 3: Korrelation des aktuellen gleitenden 24-Stunden-Mittelwerts mit dem drei Stunden vorher prognostizierten Wert (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### 1.2.3.2. Prognose der Verkehrsdaten

Für die kurzfristige Prognose der Verkehrsdaten der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge werden dynamische oder statische Ganglinien verwendet. Aus der Ganglinie wird die Veränderung der Verkehrsbelastung vom Zeitpunkt der Messung bis zum Zeitpunkt des Schaltintervalls ermittelt. Die letzte gemessene Verkehrsbelastung wird dann mit diesem Faktor multipliziert. Dabei ist zu beachten, dass die Verkehrszählungen nur stündlich zur Verfügung stehen, die Prognosedaten sich aber auf eine Halbstunde beziehen. Der Messwert stellt also einen Mittelwert zwischen 2 Halbstunden dar:

Gleichung 2:

$$q_{prog} = q_{mess} \cdot \left( 1 + \frac{W_{prog} - \frac{W_{mess1} + W_{mess2}}{2}}{\frac{W_{mess1} + W_{mess2}}{2}} \right)$$

Erläuterung der Gleichung 2:

$q_{prog}$	prognostizierte Verkehrsbelastung [Kfz/h]
$q_{mess}$	letzte gezählte Verkehrsbelastung [Kfz/h]
$W_{mess1}$	Wert in der Ganglinie am Beginn der letzten Zählung [Kfz/h]
$W_{mess2}$	Wert in der Ganglinie in der Mitte der letzten Zählung (+ 0:30) [Kfz/h]
$W_{prog}$	in der Ganglinie zum Zeitpunkt der Schaltung (Prognosewert) [Kfz/h]

#### 1.2.3.3. Prognose der meteorologischen Daten

Für den Zeitraum der Schaltung ist eine Prognose der meteorologischen Parameter mittlere Windgeschwindigkeit, mittlere Windrichtung und Ausbreitungsklasse nach Önorm M 9440 zu erstellen. Diese Parameter werden von der Austro Control zur Verfügung gestellt. Der Mittelungszeitraum dieser Daten beträgt ebenfalls 30 Minuten und der Prognosehorizont drei Stunden. Innerhalb des beschriebenen Algorithmus werden nur die aktuellen Daten eingelesen, Datum und Uhrzeit überprüft und die Parameter herangezogen, welche sich auf den Zeitraum des Schaltintervalls beziehen. Im Rahmen der Evaluierung des Algorithmus wird auch die Prognosegüte der meteorologischen Eingangsdaten überprüft.

#### 1.2.4. Berechnung der Emissionen

Die Emissionen des Kfz-Verkehrs werden grundsätzlich nach dem Ansatz

$$Emission = Emissionsfaktor \times Verkehrsleistung$$

berechnet.

Auf Basis der prognostizierten Verkehrsmengen für die Pkw-ähnlichen Fahrzeuge werden die Auspuffemissionen für zwei Kategorien getrennt berechnet. Da die letztgültige Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren [1] den neuesten Stand der Datenlage nicht berücksichtigt, wurden aktuelle Berechnungen mit dem Modell GLOBEMI durchgeführt [2].

Für die betrachteten Fahrzeugkategorien ergeben sich bei einem Tempolimit von 130 km/h auf der Autobahn folgende Emissionsfaktoren:

$$EF_{Pkw} \text{ (Personenkraftwagen): } 0,025 \text{ g/km}$$

$$EF_{Lfw} \text{ (leichte Nutzfahrzeuge): } 0,075 \text{ g/km}$$

Die Emissionen der Motorräder können gegenüber den Emissionen der Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge vernachlässigt werden.

Gleichung 3:

$$E_{gesamt} = \sum E_i = \sum q_{i,prog} \cdot EF_i$$

Erläuterung der Gleichung 3:

$E_{gesamt}$	Summe der berechneten PM <sub>10</sub> -Emissionen [g/h/km]
$E_i$	Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien (i = Pkw, Lfw) [g/h/km]
$q_{i,prog}$	prognostizierte Verkehrsbelastung [Kfz/h]
$EF_i$	Emissionsfaktoren der Fahrzeugkategorien (i = Pkw, Lfw) [g/km]

Die Aufwirbelungsemissionen können im Algorithmus nicht berücksichtigt werden, da keine Daten bzw. Veröffentlichungen existieren, welche die Abhängigkeit der Emissionsfaktoren von der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit auf der Autobahn beschreiben.

#### 1.2.5. Berechnung der Immission

Zur Berechnung des Immissionsbeitrages wurde die Verdünnung des Schadstoffes PM<sub>10</sub> in Abhängigkeit von verschiedenen Ausbreitungssituationen untersucht. Dazu wurden Luv-Lee-Messungen neben der Südautobahn (A 2) analysiert und mit den Ergebnissen von Ausbreitungsmodellierungen mit dem Modell GRAL [4] verglichen. Für verschiedene Entfernungen von der Straße wurde die Verdünnung in Windrichtung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungsklasse nach Önorm M 9440 [3] untersucht. Für den Algorithmus wurde eine Entfernung von 50 m gewählt. Anhand folgender Formeln kann die Verdünnung eines Luftschadstoffes senkrecht zu einer Linienquelle (Straße) gut beschrieben werden:

Gleichung 4:

$$I = E_{gesamt} * \tau$$

Gleichung 5:

$$\tau = \frac{\left[ a + b \cdot e^{(-WIGE_{prog})} \right] \cdot \left[ c + d \cdot AKLA_{prog}^3 \right]}{e}$$

Gl. 1

Erläuterung der Gleichungen 4 und 5:

I	berechneter Immissionsbeitrag während der Schaltung in µg/m <sup>3</sup>
$E_{gesamt}$	Emission aller Fahrzeugkategorien in g/h/km
$\tau$	Faktor für Verdünnung in µg/m <sup>3</sup> /(g/h/km)
$WIGE_{prog}$	mittlere prognostizierte Windgeschwindigkeit in m/s
$AKLA_{prog}$	prognostizierte Ausbreitungsklasse nach Önorm M 9440
	Parameter zur Berechnung der Verdünnung:
a	10
b	70
c	20
d	0,08
e	25,3

In Abbildung 4 wird der verwendete Ansatz mit den Messdaten und den Ergebnissen verschiedener Ausbreitungsrechnungen mit dem Modell GRAL verglichen.

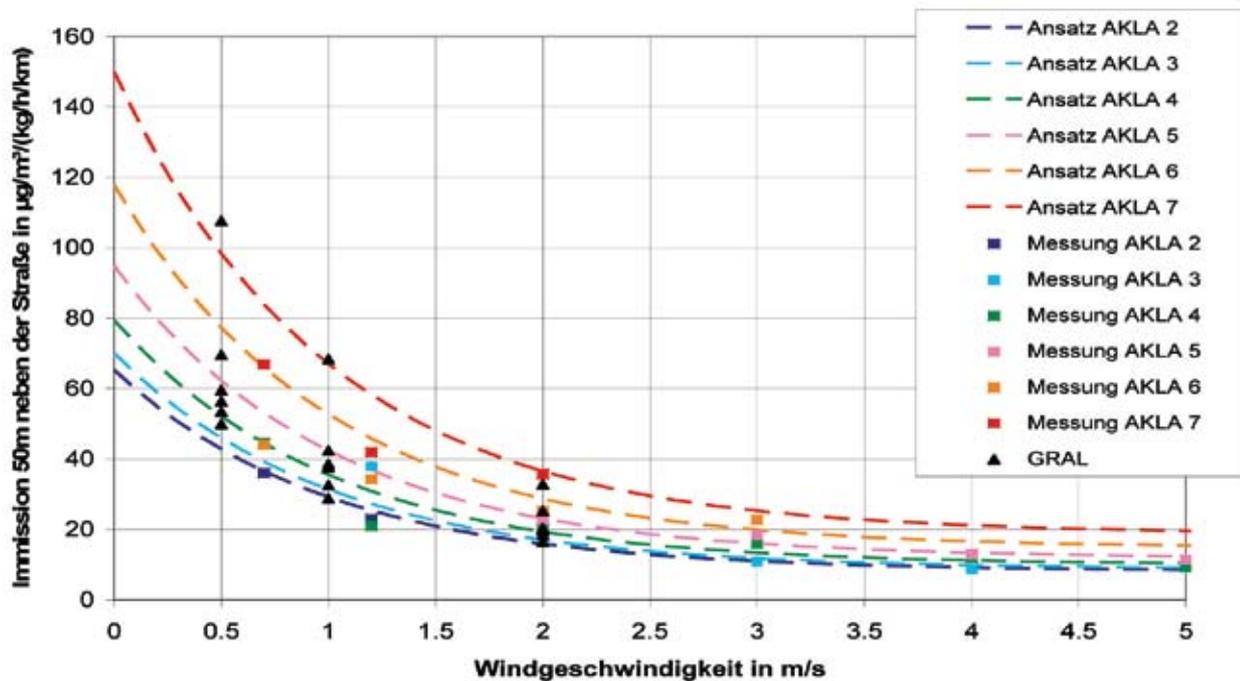


Abbildung 4: Vergleich des verwendeten Ansatzes mit Messungen und Modellergebnissen.

#### 1.2.6. Entscheidungskriterien

Zusammengefasst ergibt sich eine Aktivierung des Tempolimits, wenn eine der beiden nachstehenden Bedingungen für den (zukünftigen) Zeitraum des Schaltintervalls erfüllt ist:

- Der prognostizierte gleitende 24-Stunden-Mittelwert (MW24) an  $PM_{10}$  der betrachteten Luftgütemessstation ist größer oder gleich  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oder
- der berechnete Immissionsbeitrag der  $PM_{10}$ -Auspuffemissionen der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge in 50 m Entfernung neben der Autobahn (unabhängig von der Windrichtung) ist größer oder gleich dem festgesetzten Schwellenwert 2 und der prognostizierte gleitende 24-Stunden-Mittelwert (MW24) an  $PM_{10}$  der betrachteten Luftgütemessstation ist größer oder gleich  $25 \mu\text{g}/\text{m}_3$ .

Auf Grund der ersten Bedingung wird zu jenen Situationen geschaltet, an denen die Gesamtbelastung sehr hoch ist. Das betrifft hauptsächlich das Winterhalbjahr. Je nach verwendeter Luftgütemessstation und Bezugsjahr beträgt die jahresdurchschnittliche Schalthäufigkeit zwischen 5 und 20 % (20 bis 75 Überschreitungstage pro Jahr). Im Winterhalbjahr sind allerdings wesentlich höhere Schalthäufigkeiten zu erwarten, diese werden zudem länger anhalten.

Die zweite Bedingung überprüft, ob die Zusatzbelastung überdurchschnittlich hoch ist. Auf Grund dieses Kriteriums werden auch Halbstunden in den Sommermonaten betroffen sein. Vor allem wird aber in Situationen mit viel Verkehr und schlechten Ausbreitungsbedingungen das reduzierte Tempolimit aktiviert (Morgenspitze und Abendspitze). Allerdings werden durch die Einführung eines Schwellenwertes 3 jene Situationen ausgeblendet, in denen die Vorbelastung sehr gering ist. Dies ist vor allem bei gut durchlüfteten Bedingungen oder Niederschlägen der Fall. Damit soll erreicht werden, dass die Akzeptanz des Tempolimits, die für die Erreichung der Maßnahmenwirksamkeit entscheidend ist, erhöht werden kann. Nach ersten Auswertungen wird die jahresdurchschnittliche Schalthäufigkeit auf Grund von Modul 2 weniger als 40 % betragen.

Bei der Berechnung der Schwellenwerte 2 für Modul 2 sind die Schaltzeiten von Modul 1 zu berücksichtigen, da sich sonst die Schalthäufigkeit unnötig erhöht. Häufig werden aber beide Kriterien erfüllt sein, da die berechnete Zusatzbelastung und die gemessene Gesamtbelastung miteinander korrelieren. Insgesamt ist eine jahresdurchschnittliche Schalthäufigkeit von 40 bis 45 % zu erwarten.

### 1.2.7. Zeitlicher Ablauf

Die Dauer eines Schaltintervalls beträgt 30 Minuten. Für jede einzelne Halbstunde gibt der Algorithmus einen Schaltbefehl aus. Für die Eingangsparameter wird genau für den Zeitraum des Schaltintervalls eine Prognose erstellt.

Beispiel:

- Um 6:15 Uhr wird der Schaltbefehl für das Schaltintervall 6:30–7:00 Uhr ermittelt (Start des Programms).
- Die aktuellsten Eingangsdaten beziehen sich beispielsweise auf die Halbstunde 5:00–5:30 Uhr.
- Für die Eingangsdaten wird eine 1,5-Stunden-Prognose erstellt (für 6:30–7:00 Uhr).
- Um 6:45 Uhr wird der Schaltbefehl für das Schaltintervall 7:00–7:30 Uhr ermittelt.
- usw. (Programm wird halbstündlich gestartet).

### 1.3. Bestimmung der Schwellenwerte

#### 1.3.1. Methodik

Die Bestimmung der Relevanzschwelle(n) erfolgt auf Basis von flächenhaften Simulationsrechnungen. Dazu werden zuerst die Strömungsfelder mit dem Modell GRAMM [5] und anschließend die verkehrsbedingten Konzentrationsfelder mit dem Modell GRAL [4] modelliert. An ausgewählten Aufpunkten können so die immissionsseitigen Beiträge der Auspuffemissionen der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge für alle einzelnen Halbstunden eines Jahres ermittelt werden. Diese Einzelsituationen werden nun nach ihrer Wirksamkeit für die Belastung im „relevanten“ Gebiet gereiht. Dadurch ist es möglich, einen Schwellenwert festzulegen, bei dessen Überschreitung das Tempolimit aktiviert werden soll. Die Summe der immissionsseitigen Beiträge dieser Halbstunden muss größer als 75 % des gesamten jahresdurchschnittlichen Beitrags der Emissionen der Pkw-ähnlichen Kraftfahrzeuge sein.

Es sei an dieser Stelle Folgendes angemerkt:

Die Definition der Anzahl und der Lage der relevanten Aufpunkte wirkt sich unmittelbar auf die notwendige Schalthäufigkeit aus. Sind nur auf einer Straßenseite Anrainer/innen zu berücksichtigen, dann müssen nur Windrichtungen berücksichtigt werden, welche an diesen Aufpunkten zu höheren Belastungen führen. Befinden sich dagegen in mehreren Richtungen Anrainer/innen, dann sind auch dementsprechend mehr Windrichtungen bei der Berechnung der Maßnahmenwirksamkeit zu berücksichtigen. Bei sehr großen Gebieten, welche gemeinsam geschaltet werden sollen, erhöht sich dadurch die notwendige Schalthäufigkeit. Wird die Schaltung auf Basis einer einzelnen Luftgütemessung durchgeführt, dann kann dieses Faktum nicht berücksichtigt werden. Da für die VBA-Steiermark sehr große Teilkorridore abgestimmt wurden, welche gemeinsam geschaltet werden sollen, ergibt sich eine große Anzahl an zu betrachtenden Anrainer/inne/n. Deshalb wird der Immissionsbeitrag in Abhängigkeit von der Ausbreitungssituation (Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse), aber unabhängig von der Windrichtung bestimmt. Zusätzlich wird eine Entfernung definiert, in welcher die nächsten Anrainer/innen neben der Autobahn zu erwarten sind. Diese Entfernung wird für alle vier Teilkorridore auf 50 m festgelegt. Dadurch werden die geforderten 75 % Maßnahmenwirksamkeit *praktisch flächendeckend, und nicht nur bei ausgewählten Aufpunkten erreicht*.

Die berechneten Schwellenwerte für die vier Teilkorridore der VBA-Umwelt Steiermark können folgender Tabelle entnommen werden:

VBA Umwelt Steiermark Teilkorridor	Schwellenwert (Modul 2)
Ost	2,8 µg/m <sup>3</sup>
West	2,4 µg/m <sup>3</sup>
Süd	1,5 µg/m <sup>3</sup>
Nord	1,7 µg/m <sup>3</sup>

## 2. Parameter

Beschreibung der Parameter für den Algorithmus

<b>Modul I</b>		
Luftgütemessung		
HMW <sub>i</sub>	gemessener Halbstundenmittelwert an PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>
MW24 <sub>mess</sub>	gemessener gleitender 24-Stunden-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>
MW24 <sub>prog</sub>	prognostizierter gleitender 24-Stunden-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>
ΔMW24 <sub>mess</sub>	gemessene Steigung des 24-Stunden-Mittelwertes	µg/m <sup>3</sup> /h
n <sub>0</sub>	letzter gemessener Halbstundenmittelwert	-
n <sub>1</sub>	Anzahl der gemessenen Halbstunden der letzten 24 Stunden	-
n <sub>2</sub>	Anzahl der gemessenen Halbstunden der letzten 24 Stunden – Δn	-
Δn	Prognosezeitraum, Anzahl der Halbstunden	-
SW1	Schwellenwert für Modul 1	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Modul II</b>		
Verkehrszählung		
qPKW <sub>1</sub> mess	gemessene Verkehrsbelastung der Pkw in Fahrtrichtung 1	Kfz/h
qLNF <sub>1</sub> mess	gemessene Verkehrsbelastung der leichten Nutzfahrzeuge in Fahrtrichtung 1	Kfz/h
qPKW <sub>2</sub> mess	gemessene Verkehrsbelastung der Pkw in Fahrtrichtung 2	Kfz/h
qLNF <sub>2</sub> mess	gemessene Verkehrsbelastung der leichten Nutzfahrzeuge in Fahrtrichtung 2	Kfz/h
qPKW <sub>1</sub> prog	prognostizierte Verkehrsbelastung der Pkw in Fahrtrichtung 1	Kfz/h
qLNF <sub>1</sub> prog	prognostizierte Verkehrsbelastung der leichten Nutzfahrzeuge in Fahrtrichtung 1	Kfz/h
qPKW <sub>2</sub> prog	prognostizierte Verkehrsbelastung der Pkw in Fahrtrichtung 2	Kfz/h
qLNF <sub>2</sub> prog	prognostizierte Verkehrsbelastung der leichten Nutzfahrzeuge in Fahrtrichtung 2	Kfz/h
W <sub>mess1</sub>	Wert in der Ganglinie am Beginn der letzten Zählung	Kfz/h
W <sub>mess2</sub>	Wert in der Ganglinie in der Mitte der letzten Zählung (+ 0:30)	Kfz/h
W <sub>prog</sub>	Wert in der Ganglinie am Beginn des Schaltintervalls (Prognosewert)	Kfz/h
Emissionsberechnung		
E <sub>gesamt</sub>	Summe der berechneten PM <sub>10</sub> -Emissionen	g/km/h
E <sub>PKW</sub>	Berechnete PM <sub>10</sub> -Emissionen der Pkw	g/km/h
E <sub>LNF</sub>	Berechnete PM <sub>10</sub> -Emissionen der leichten Nutzfahrzeuge	g/km/h
EF <sub>PKW</sub>	PM <sub>10</sub> -Emissionsfaktor der Pkws	0,025 g/km
EF <sub>LNF</sub>	PM <sub>10</sub> -Emissionsfaktor der leichten Nutzfahrzeuge	0,075 g/km
Immissionsberechnung		
WIGE <sub>prog</sub>	prognostizierte mittlere Windgeschwindigkeit für den Zeitraum der Schaltung	m/s
AKLA <sub>prog</sub>	prognostizierte Ausbreitungsklasse für den Zeitraum der Schaltung	-
τ	Verdünnungsfaktor (Immission/Emission)	µg/m <sup>3</sup> /(g/km/h)
I	berechneter Immissionsbeitrag	µg/m <sup>3</sup>
a	Parameter zur Berechnung der Verdünnung	10
b	Parameter zur Berechnung der Verdünnung	70
c	Parameter zur Berechnung der Verdünnung	20
d	Parameter zur Berechnung der Verdünnung	0,08
e	Parameter zur Berechnung der Verdünnung	25,30
SW2 <sub>O</sub>	Schwellenwert für Modul 2 für den Korridor Ost	2,8 µg/m <sup>3</sup>
SW2 <sub>S</sub>	Schwellenwert für Modul 2 für den Korridor Süd	1,5 µg/m <sup>3</sup>
SW2 <sub>W</sub>	Schwellenwert für Modul 2 für den Korridor West	2,4 µg/m <sup>3</sup>
SW2 <sub>N</sub>	Schwellenwert für Modul 2 für den Korridor Nord	1,7 µg/m <sup>3</sup>
SW3	Schwellenwert 3 für Modul 2	25 µg/m <sup>3</sup>

### 3. Literaturverzeichnis

[1] Umweltbundesamt (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1A (28. Februar 2004).

[2] Hausberger S. (1997): Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor, Dissertation am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz, Graz.

[3] Önorm M 9440 (1992): Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre.

[4] Öttl D. et al. (2006): Dispersion modeling in complex terrain with frequent low wind speed conditions, Environmental Sciences and Environmental Computing Voll III (Zanetti), EnviroComp Institute and Air&Waste Management Association, 2007.

[5] Öttl, D. (2000): Weiterentwicklung, Validierung und Anwendung eines Mesoskaligen Modells. Dissertation am Institut für Geographie der Universität Graz, p. 155.

## Anlage 2

### TLS 8+1-Kategorien

Kraftfahrzeuge gemäß den TLS 8+1-Kategorien sind:

1. Busse,
2. MR (Motorräder),
3. Pkw,
4. Lnf (leichte Nutzfahrzeuge)
5. Lkw
6. LZ (Lastenzüge),
7. SZ (Sattelzüge),
8. Pkw mA (Pkw mit Anhänger),
9. Sonstige Fahrzeuge.

Zusammenfassende Darstellung der Klassifizierungsgruppen gemäß der TLS-Richtlinie:

Klassifizierungsgruppe (Anzahl Klassen)	Bezeichnung der Fahrzeugklassen (mit Code)								
1	Kfz (64)								
2	Pkw-ähnliche (32)				Lkw-ähnliche (33)				
5+1	nk Kfz (6)	PkwG (1)			PkwA (2)	Lkw (3)	LkwK (4)		Bus (5)
8+1	nk Kfz (6)	Krad (10)	Pkw (7)	Lfw (11)	PkwA (2)	Lkw (3)	LkwA (8)	Sattel-Kfz (9)	Bus (5)
Grundklassifizierung	nk Kfz	Krad	Pkw	Lfw	PkwA	Lkw	LkwA	Sattel-Kfz	Bus



## Allgemeine Verkaufsbedingungen für das Jahr 2009

Der **Bezugspreis** für das Jahresabonnement des Landesgesetzblattes für das Land Steiermark beträgt infolge der gesetzlichen Erhöhungen beim Zeitungsversand vorbehaltlich unvorhersehbarer Steigerungen bei den Herstellungskosten:

bis zu einem Jahresumfang	im Inland <sup>1</sup>	im Ausland <sup>1</sup>
von 350 Seiten	€ 58,-	€ 95,-

<sup>1</sup> Preise inkl. Versandkosten

Wird dieser Umfang überschritten, erfolgt für den Mehrumfang eine aliquote Nachverrechnung.

**Bezugsanmeldungen** richten Sie bitte an

MEDIENFABRIK GRAZ GMBH, DREIHACKENGASSE 20, 8020 GRAZ; TEL: ++43 (0316) 8095 DW 18, FAX: ++43 (0316) 8095 DW 48; E-MAIL: silvia.zierler@mfg.at

Ersatz für abgängige oder mangelhaft zugekommene Auslieferungen des Landesgesetzblattes ist binnen vier Wochen nach dem Erscheinen bei der Abonnementstelle anzufordern. Nach Ablauf dieses Zeitraumes werden solche Reklamationen ausnahmslos als Einzelbestellungen behandelt.

**Einzelbestellungen und Lagerverkauf:** Einzelne Exemplare des Landesgesetzblattes sind erhältlich gegen Entrichtung des Verkaufspreises von € 1,20 bis zu 4 Seiten zuzüglich € 0,60 für alle weiteren zwei Seiten plus Versandkosten.

**Versandstelle:** MEDIENFABRIK GRAZ GMBH, Dreihackengasse 20, 8020 Graz; Tel: ++43 (0316) 8095 DW 18, Fax: ++43 (0316) 8095 DW 48; E-MAIL: silvia.zierler@mfg.at

**Lagerverkauf:** MEDIENFABRIK GRAZ GMBH, VERLAGSSHOP, Dreihackengasse 20, 8020 Graz

