

TEXTE

69/2013

PM10 - Anzahl Überschreitungen Tagesmittel-Grenzwert versus Jahresmittelwert

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01
UBA-FB 001524/ANH,31

PM10 – Anzahl Überschreitungen Tagesmittel-Grenzwert versus Jahresmittelwert

**Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur
Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“**

von

**Götz Wiegand
Volker Diegmann**

IVU Umwelt GmbH, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4544.html>
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie:

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Straße 2
79110 Freiburg

Abschlussdatum:

September 2009

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion:

Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung
Johanna Appelhans

Dessau-Roßlau, Juni 2013

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	3
2	Verwendete aktuelle Daten	3
3	Aktuelle Daten: 90.4%-Wert versus Mittelwert	4
4	Anzahl Überschreitungen versus Mittelwert	5
4.1	Alle Stationen	5
4.2	Stationen nach Stationstyp und Umgebungstyp	6
5	Literatur	9

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1	PM10-90.4%-Wert eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 2'110 Zeitreihen von städtischen Stationen mit einer angepassten linearen Funktion und dem 95%-Vorhersageband. (Abbildung 21 in IVU Umwelt 2002.3)	3
Abbildung 3-1	PM10-90.4%-Wert eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau). Zum Vergleich ebenfalls (grün) eingetragen ist die Linie der Regressionsfunktion aus IVU Umwelt 2002.3 (Abbildung 21).	4
Abbildung 4-1	PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau) an den linearen Teil der Punktwolke (größer 35 Überschreitungen). Zum Vergleich ebenfalls (grün) eingetragen ist die Linie der Regressionsfunktion aus TNO R&I-A R 2005/074.	5
Abbildung 4-2	Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau). Die zweite Unterschrift der Abbildung gibt eine Umrechnung auf PM10Überschreitungen an, auch die Ordinatenbeschriftung ist umgerechnet.	6
Abbildung 4-3	Anzahl der Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Farbig hervorgehoben sind die Typen der Messstationen	7
Abbildung 4-4	Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Farbig hervorgehoben sind die Umgebungstypen der Messstationen	8

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4-1	Kennwerte der Regression von der Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres auf den PM10-Jahresmittelwert. Zeitreihen aufgeteilt nach dem Typ der Messstation	7
Tabelle 4-2	Kennwerte der Regression von der Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres auf den PM10-Jahresmittelwert. Zeitreihen aufgeteilt nach dem Umgebungstyp der Messstation	8

1 Einleitung

In dem UBA F&E-Projekt "Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz" (IVU Umwelt, 2002.1-4) wurden unter anderem das PM10-90.4-Perzentil der Tagesmittelwertreihen gegen den Jahresmittelwert auf Basis der Daten zwischen 1956 und 1998 aufgetragen (siehe IVU Umwelt, 2002.3 Kapitel 4). Ist das 90.4-Perzentil höher als $50.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ so ist der Grenzwert von $50.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als 35mal überschritten. Offensichtlich besteht ein linearer Zusammenhang zwischen dem 90.4-Perzentil und dem Jahresmittelwert. Eine lineare Funktion wurde geschätzt, diese Funktion kann verwendet werden, wenn nur der Jahresmittelwert bekannt ist und man Aussagen über die Grenzwertüberschreitungen braucht.

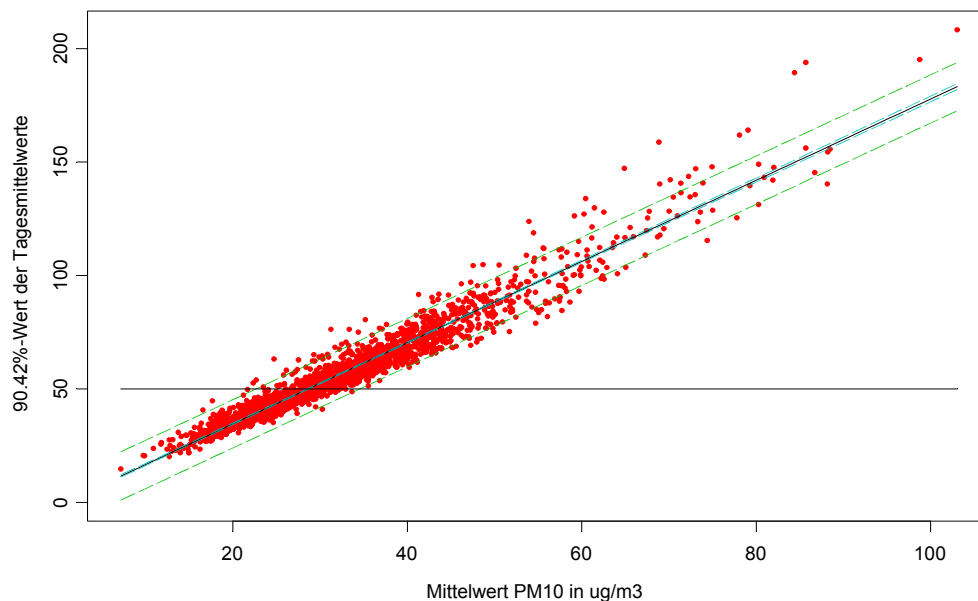


Abbildung 1-1 PM10-90.4%-Wert eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 2'110 Zeitreihen von städtischen Stationen mit einer angepassten linearen Funktion und dem 95%-Vorhersageband. (Abbildung 21 in IVU Umwelt 2002.3)

Die außerordentliche Qualität dieser Regression ($r^2=94.4\%$) erlaubt den sicheren Schluss von den Jahresmittelwerten auf die Überschreitungen.

Es taucht die Frage auf, ob ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der Anzahl der Überschreitungen und dem Jahresmittelwert besteht.

2 Verwendete aktuelle Daten

Grundlage dieser Untersuchung sind die PM10-Zeitreihen 2002 bis 2004 des Umweltbundesamtes. Es gibt in dem Datenbestand des UBA PM10-Tagesmittelwerte und PM10-Stundenwerte. Die Stundenwerte werden in Tagesmittelwerte transformiert. Es ergeben sich 1'109 Zeitreihen von Tagesmittelwerten aus den 16 Bundesländern und dem Reinluftmessnetz des UBA.

3 Aktuelle Daten: 90.4%-Wert versus Mittelwert

Die in der Einleitung zitierte Untersuchung (IVU Umwelt 2002) wird mit den aktuellen Daten wiederholt.

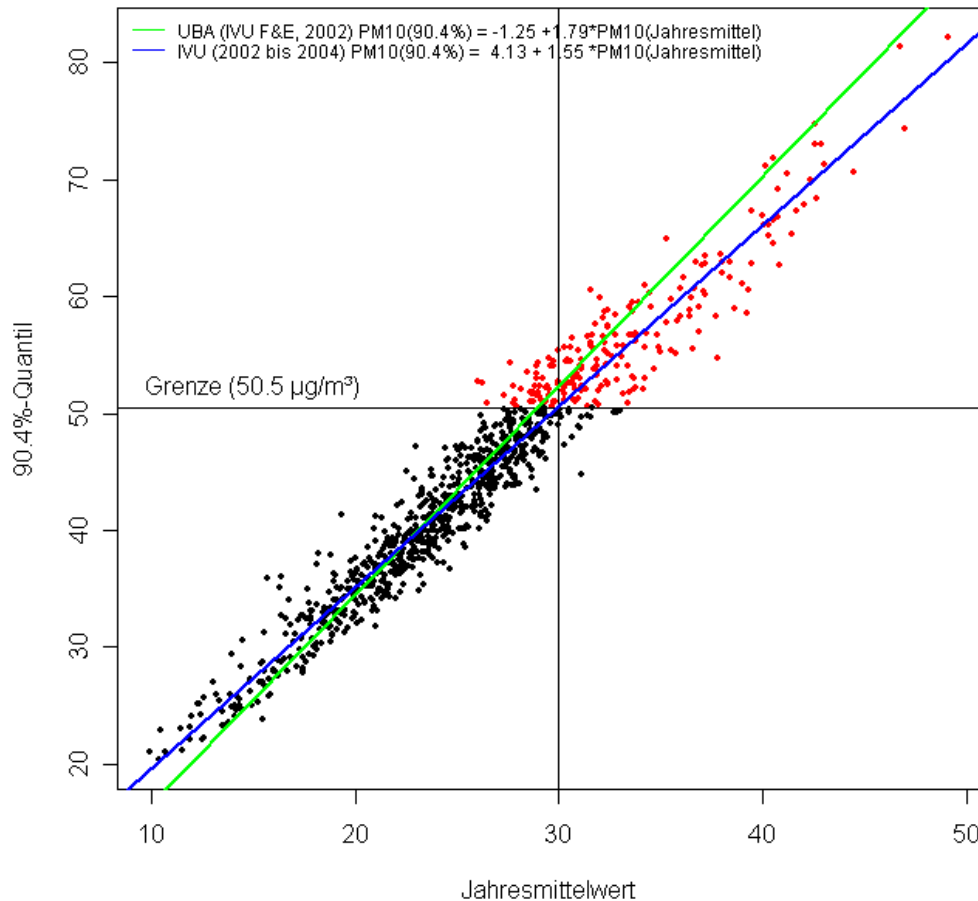


Abbildung 3-1 PM10-90.4%-Wert eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau). Zum Vergleich ebenfalls (grün) eingetragen ist die Linie der Regressionsfunktion aus IVU Umwelt 2002.3 (Abbildung 21).

Die Ergebnisse sind faktisch die gleichen wie bei der Untersuchung IVU Umwelt 2002.3.

4 Anzahl Überschreitungen versus Mittelwert

4.1 Alle Stationen

Trägt man die Anzahl der Überschreitungen im Jahr über dem Jahresmittelwert aller aktuellen PM10-Daten (900 fehlwertfreie Zeitreihen) auf (siehe Abbildung 4-1), so fällt eine ausgeprägte Nichtlinearität im unteren Bereich der Überschreitungsanzahlen auf. Im oberen Bereich der Überschreitungsanzahlen dagegen ist die Beziehung annähernd linear.

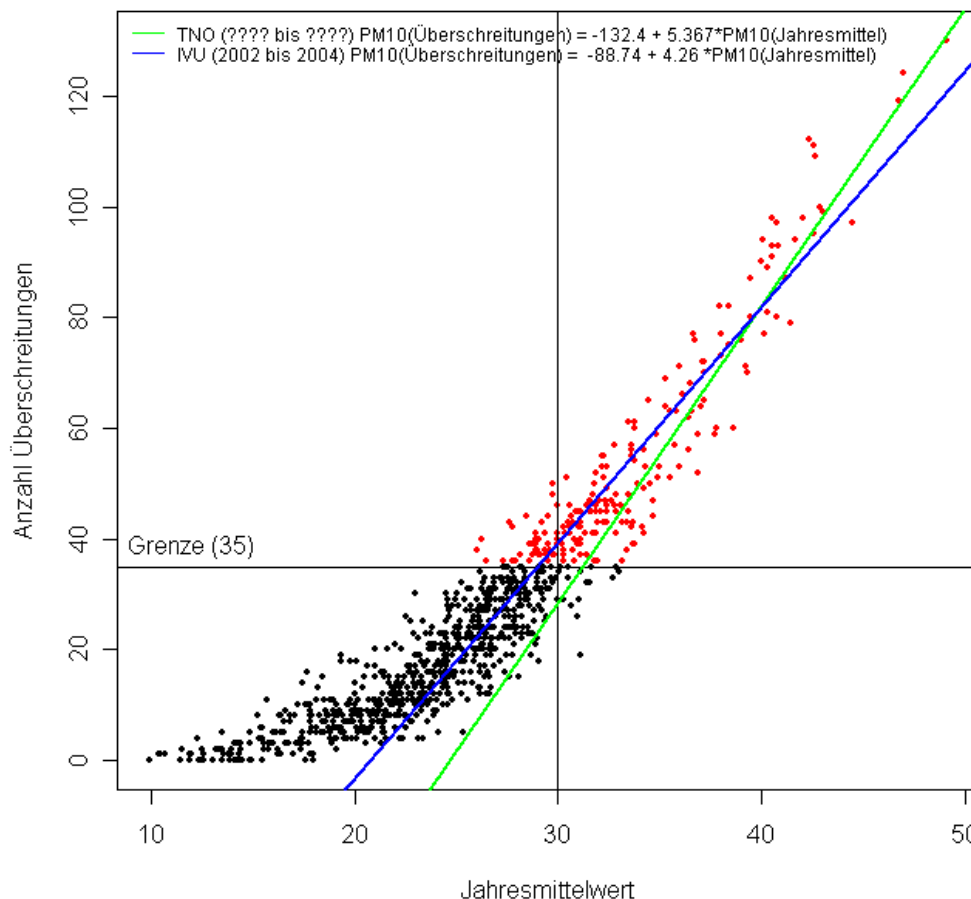


Abbildung 4-1 PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau) an den linearen Teil der Punktwolke (größer 35 Überschreitungen). Zum Vergleich ebenfalls (grün) eingetragen ist die Linie der Regressionsfunktion aus TNO R&I-A R 2005/074.

Um auch hier wieder eine Regressionsfunktion zu schätzen, kann man entweder eine lineare Funktion für den linearen Teil der Beziehung (größer als 35 Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes) schätzen oder man kann über den gesamten Bereich eine nichtlineare Funktion anpassen. In Abbildung 4-1 eingezeichnet sind zwei lineare Funktionen. Grün ist eine Funktion, die von TNO (TNO R&I-A R 2005/074) veröffentlicht wurde. Blau eingezeichnet ist eine Funktion, die mit dem aktuellen UBA-Datenbestand geschätzt wurde. Die beiden Ergebnisse sind ähnlich.

Eine befriedigende Linearisierung der Beziehung "Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes" versus "Jahresmittelwert" ist über das Bilden der Quadrat-

wurzel von "Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelwert-Grenzwertes" möglich (siehe Abbildung 4-2). Die lineare Regressionsgleichung ist am oberen Rand der Abbildung 4-2 wiedergegeben. Unter der Abszissenbeschriftung ist die bezüglich der Anzahl der Überschreitungen linearisierte Version der Regressionsgleichung wiedergegeben.

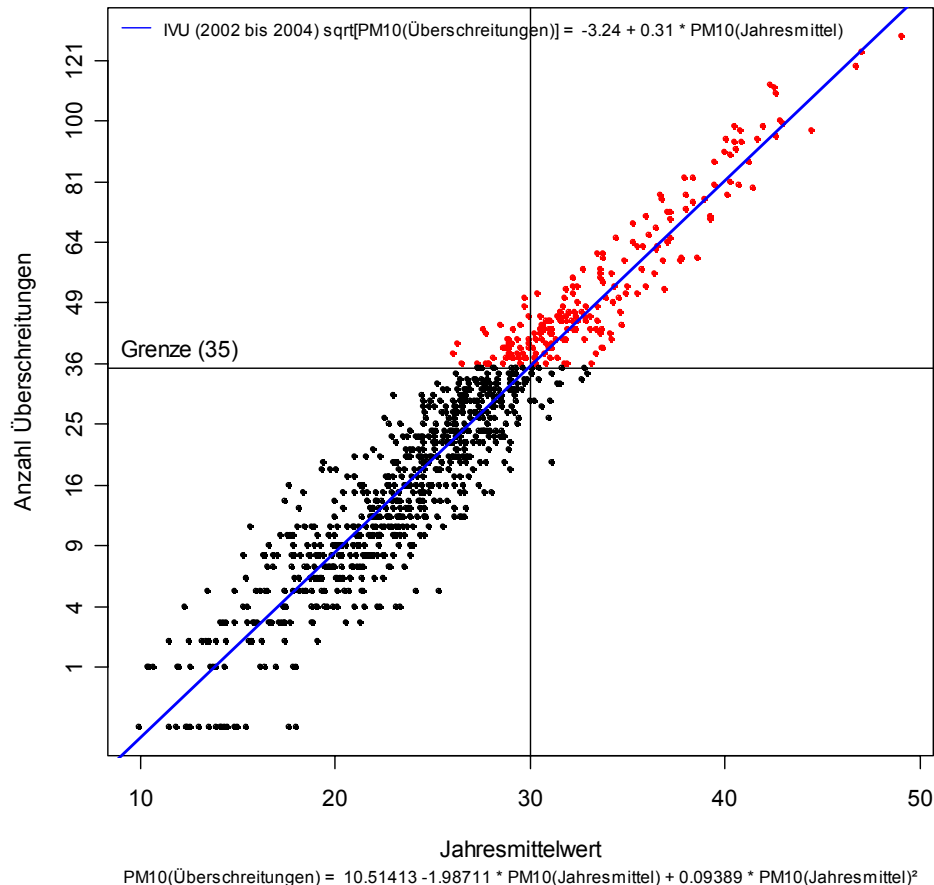


Abbildung 4-2 Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres als Funktion des PM10-Jahresmittelwertes für 900 fehlwertfreie Zeitreihen mit einer angepassten linearen Funktion (blau). Die zweite Unterschrift der Abbildung gibt eine Umrechnung auf PM10Überschreitungen an, auch die Ordinatenbeschriftung ist umgerechnet.

Bei einem Jahresmittelwert von 30 µg/m³ wird der Grenzwert von 35 Überschreitungen¹ im Jahr erreicht.

4.2 Stationen nach Stationstyp und Umgebungstyp

Die Abbildung 4-2 und die ihr zugrunde liegende, aus den Messungen abgeleitete, Gleichung bezieht sich auf alle 900 fehlwertfreien zur Verfügung stehenden Messreihen, d.h. auf alle Typen von Messstationen und alle Umgebungstypen der Messstationen. Diese Art der Auswertung kann zu Fehlschlüssen führen (siehe IVU Umwelt 2002.3).

Darum wird eine Aufteilung nach Typen und Umgebungstypen der Messstationen vorgenommen, diese Aufteilung folgt EU 97/101/EC (Guidance), 24.4.2002.

¹ Es ergibt sich rechnerisch eine Anzahl von 35.4 Überschreitungen.

In der Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 sind spaltenweise angegeben:

- Typname bzw. Umgebungstypname,
- Anzahl der Zeitreihen,
- Achsenabschnitt/Steigung/Bestimmtheitsmaß der Regression von der Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres auf den PM10-Jahresmittelwert und
- Anzahl der Überschreitungen bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle 4-1 Kennwerte der Regression von der Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres auf den PM10-Jahresmittelwert. Zeitreihen aufgeteilt nach dem Typ der Messstation

Typ der Messstation	Anzahl der Zeitreihen	der Regression			Anzahl der Überschreitungen $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		Achsenabschnitt	Steigung	Bestimmtheitsmaß	
industry	75	-3.35	0.316	88 %	37.4
background	557	-3.21	0.306	84 %	35.8
traffic	268	-3.96	0.326	92 %	34.0

Abbildung 4-3 zeigt die Anzahl der Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Man kann erkennen, dass "industry" und "background" deutlich flacher verlaufen als "traffic". Bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt die Regressionsgerade "traffic" unter den übrigen Regressionsgeraden.

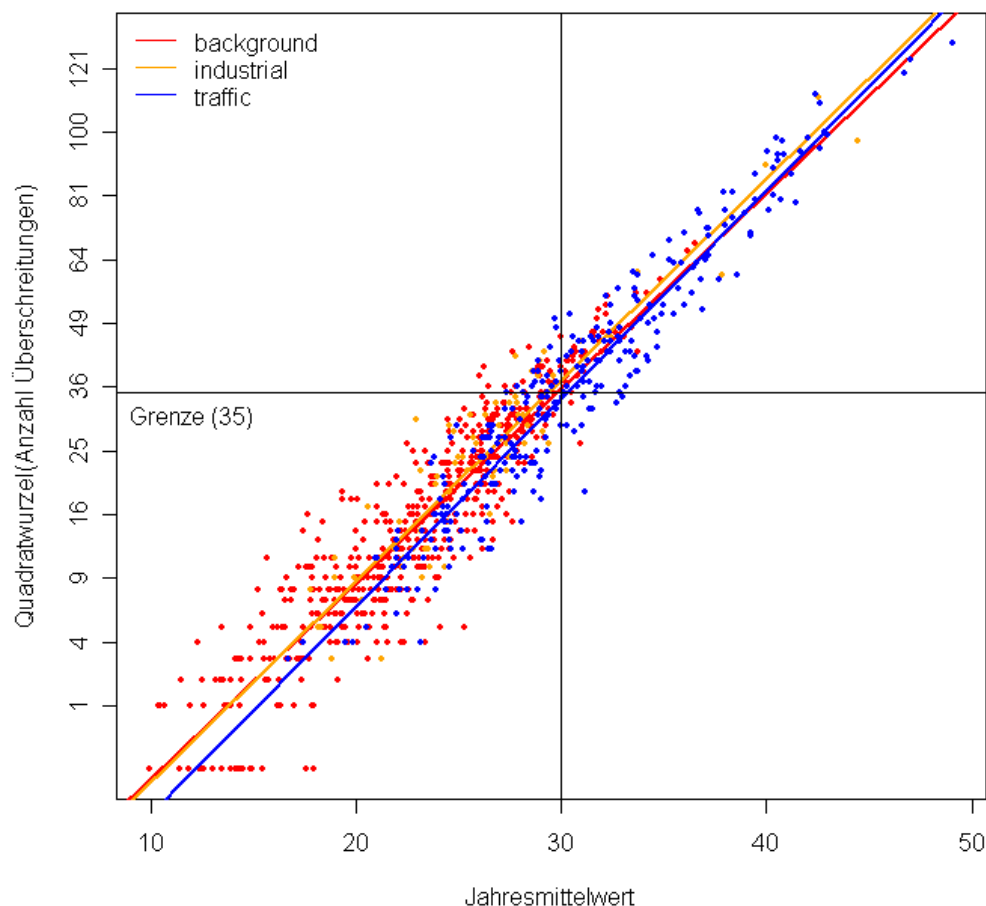


Abbildung 4-3 Anzahl der Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Farblich hervorgehoben sind die Typen der Messstationen

Eine Verkehrsstation mit einem Mittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hätte mit 34 Überschreitungen den Grenzwert nicht verletzt, nach der Regression mit allen Stationen (siehe Kapitel 4.1) wäre der Grenzwert erreicht.

Tabelle 4-2 Kennwerte der Regression von der Wurzel der PM10-Anzahl der Überschreitungen eines Jahres auf den PM10-Jahresmittelwert. Zeitreihen aufgeteilt nach dem Umgebungstyp der Messstation

Umgebungstyp der Messstation	Anzahl der Zeitreihen	Achsenabschnitt	Steigung	Bestimmtheitsmaß	Anzahl der Überschreitungen $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
der Regression					
rural near-city	30	-4.83	0.377	89 %	42.0
rural	99	-3.23	0.316	66 %	39.3
rural regional	59	-3.12	0.311	80 %	38.8
suburban	227	-3.99	0.340	87 %	38.6
rural remote	16	-2.65	0.294	85 %	37.9
urban	469	-3.99	0.328	92 %	34.2

Abbildung 4-4 zeigt die Anzahl der Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Die Interpretation der Regressionsgerade für unterschiedliche Umgebungstypen ist schwierig, da teilweise wenig Zeitreihen in die Schätzung eingehen. Aber auch hier liegt die Regressionsgerade der Kategorie "urban" bei einem Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter den übrigen Regressionsgeraden.

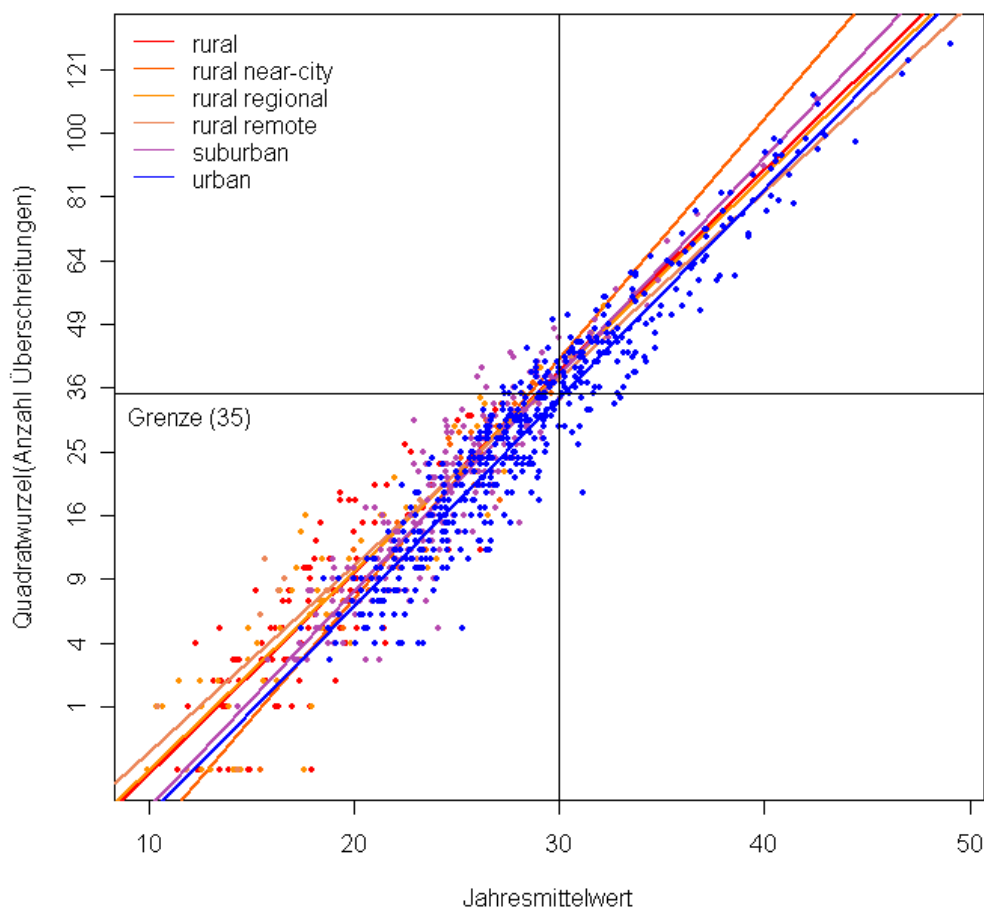


Abbildung 4-4 Überschreitungen über dem Jahresmittelwert PM10. Farbig hervorgehoben sind die Umgebungstypen der Messstationen

5 Literatur

EU 97/101/EC (Guidance), 24.4.2002

Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC European Commission, DG Environment, 24.4.2002

IVU Umwelt 2002.1

Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz. Förderkennzeichen (UFOPLAN) 200 42 265, Datenaufbereitung · 1. Teilbericht

IVU Umwelt 2002.2

Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz. Förderkennzeichen (UFOPLAN) 200 42 265, Klassifizierung · 2. Teilbericht

IVU Umwelt 2002.3

Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz. Förderkennzeichen (UFOPLAN) 200 42 265, Anwendung · 3. Teilbericht

Stern, R., 2010

Prognose der Luftqualität und Abschätzung von Grenzwertüberschreitungen in Deutschland für die Referenzjahre 2010, 2015 und 2020. Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“. Berlin, Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, Mai 2010.

TNO-R&I-A R 2005/074

Handleiding bij software pakket CAR II versie 4.0. TNO-rapport R&I-A R 2005/074. TNO, Apeldoorn, März 2005.