

Wie wirksam sind Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Ballungsräumen?

Volker Diegmann, IVU Umwelt GmbH, Freiburg

Reine Luft

Luftreinhaltung heute und morgen

Gute Luft braucht einen langen Atem

Tagung vom 16. – 17. September 2013 in Dessau

Überblick

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- Maßnahmen aus der Luftreinhalteplanung
- Wirkungsanalysen
 - Veröffentlichte Evaluierungen
 - Methodendiskussion
 - Theoretische Potenziale für Beispiele
- Anforderungen an Maßnahmen

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

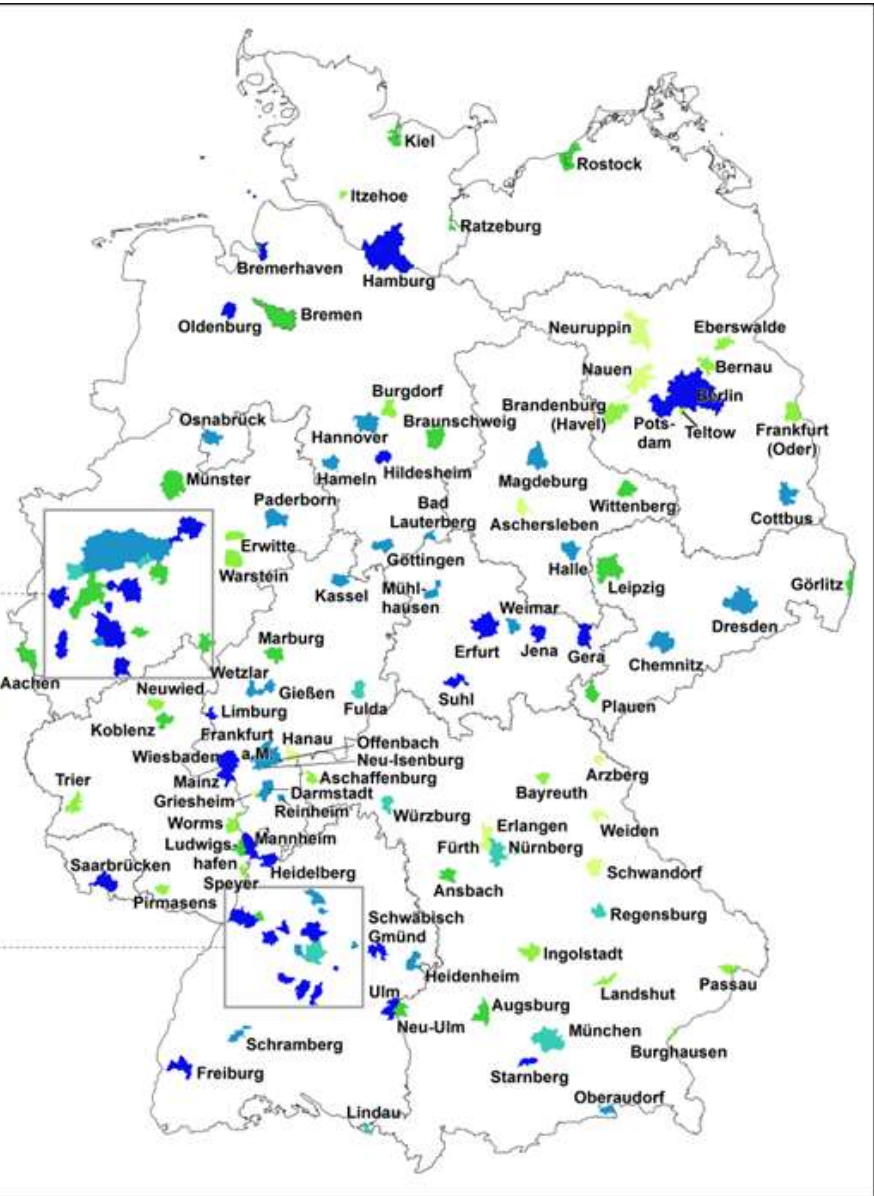
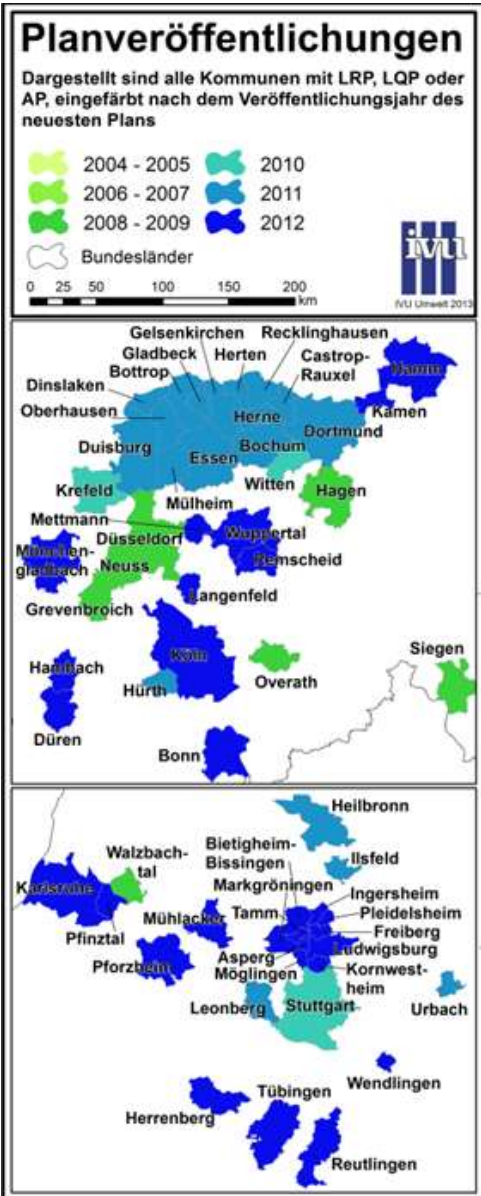
- Methodendiskussion

- Beispiele

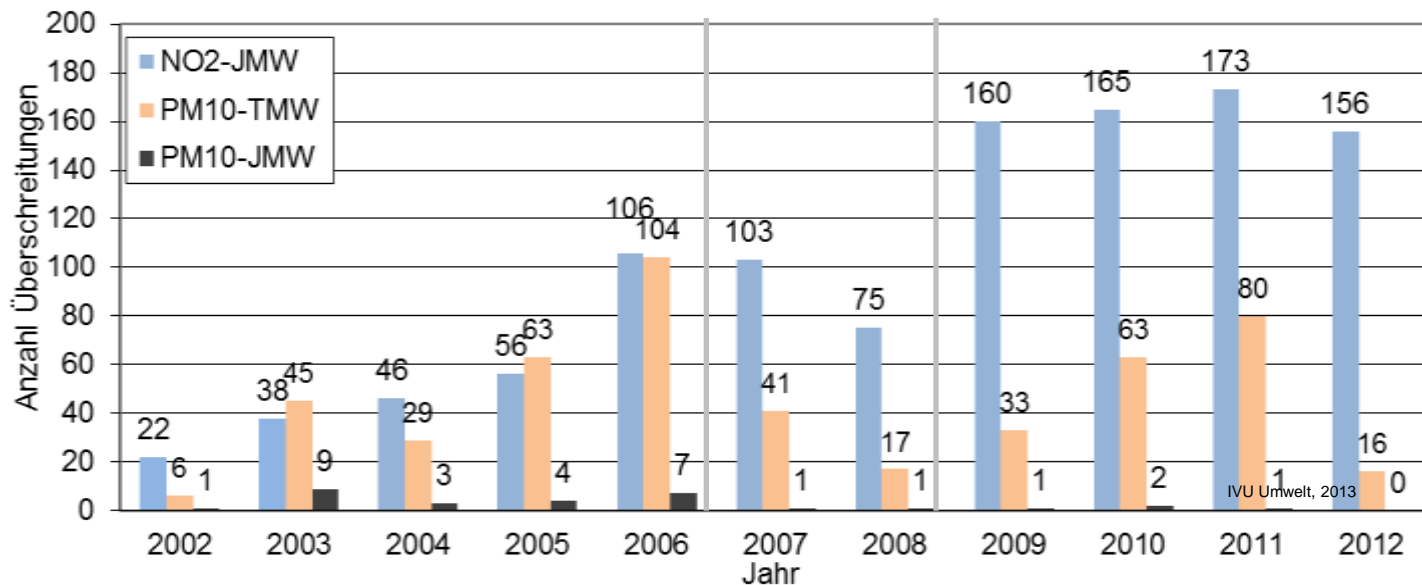
Anforderungen

Kommunen mit aktuellen Luftreinhalteplänen bis 11/2012

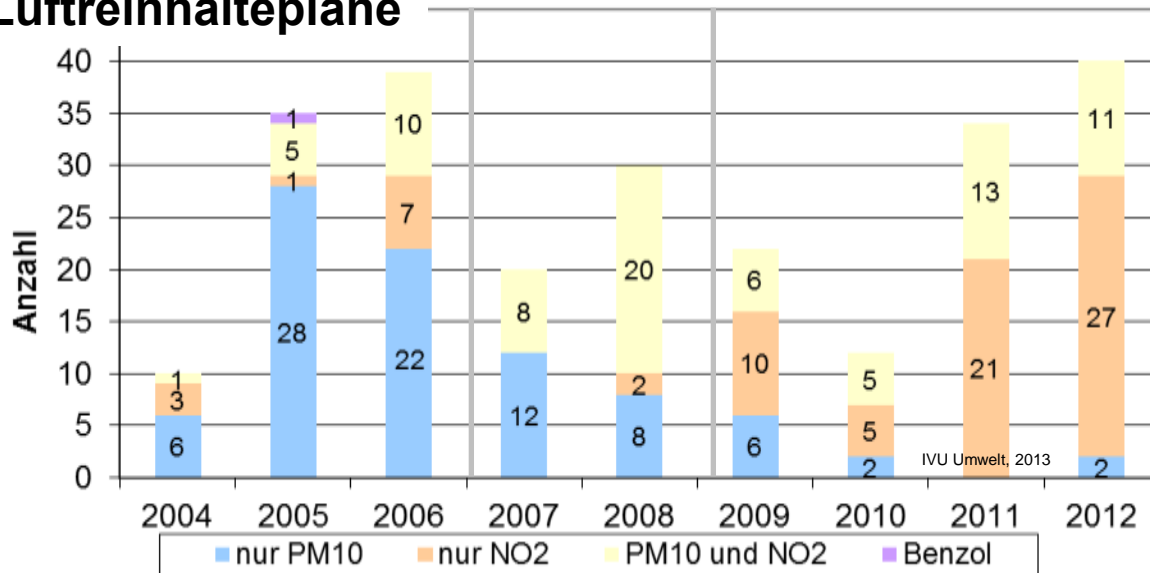
- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen



Zeitliche Entwicklung der Überschreitungen



... und der Luftreinhaltepläne



Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Quellanalyse in den Plänen

Datenbasis	NO ₂		PM10	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
IVU Umwelt (2007) Stand: 31.10.2006				
Pläne mit Überschreitung	29	100%	75	100%
Pläne mit Daten zur räumlichen Quellanalyse	18	62%	62	83%
Pläne mit Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse	16	55%	34	45%
IVU Umwelt (2009) Stand: 31.08.2008				
Pläne mit Überschreitung	56	100%	118	100%
Pläne mit Daten zur räumlichen Quellanalyse	35	63%	95	81%
Pläne mit Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse	30	54%	62	53%
IVU Umwelt (2013) Stand: 30.11.2012				
Pläne mit Überschreitung	155	100%	165	100%
Pläne mit Daten zur räumlichen Quellanalyse	120	77%	133	81%
Pläne mit Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse	107	69%	94	57%

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Verursacherbezogene Quellanalyse am Beispiel PM10

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

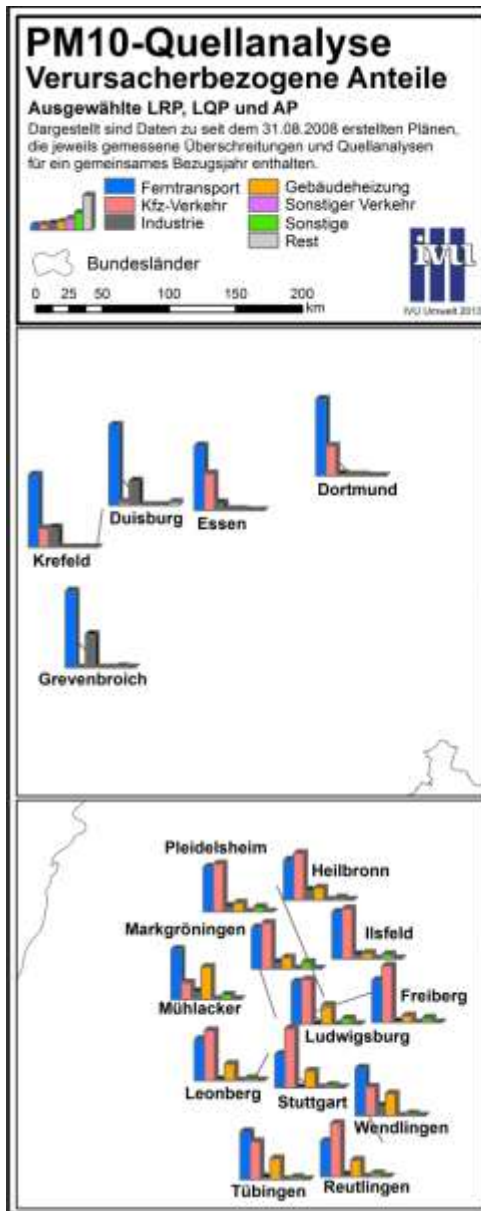
Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

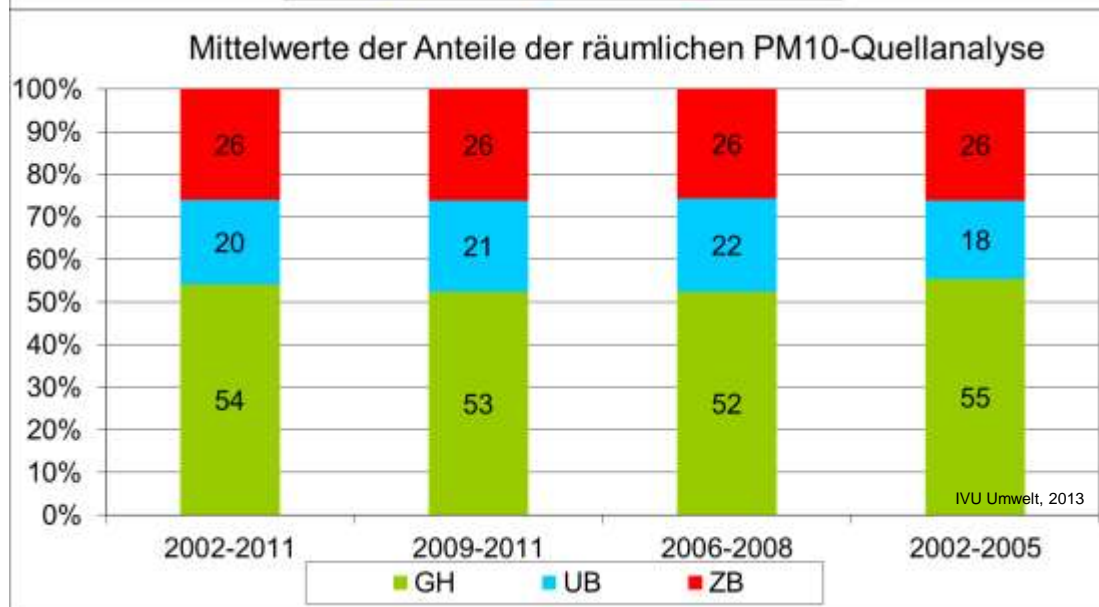
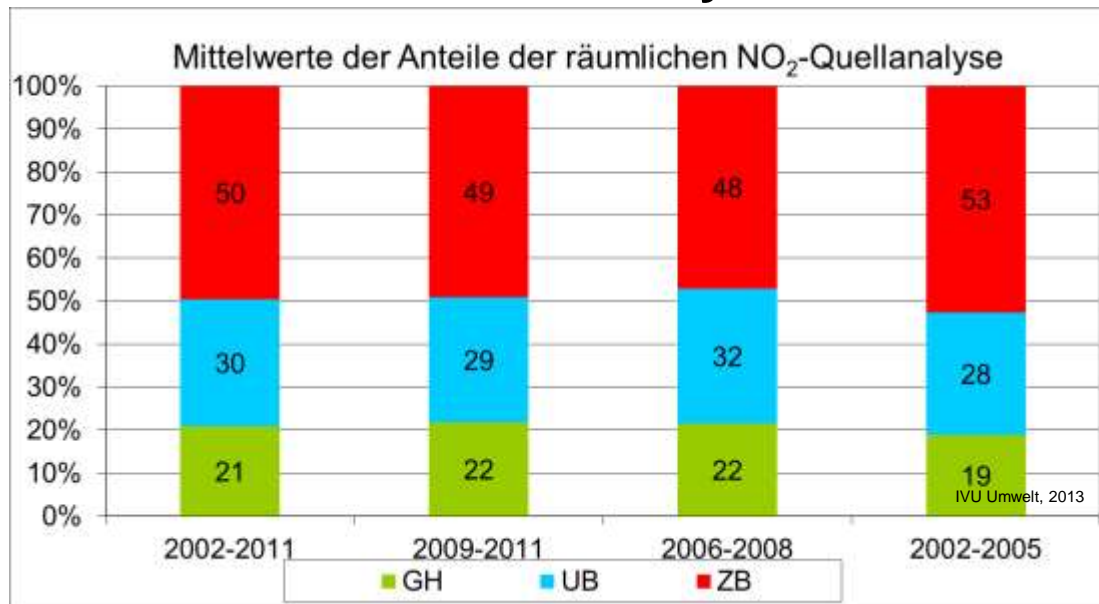
Anforderungen



	FT in %	Kfz in %	Ind in %	Hzg. In %	Son. In %
MW	51	34	6	9	4
Max	72	53	30	29	19
Min	30	3	<1	<1	

Historie der räumlichen Quellanalyse

- Datengrundlage
- Quellanalyse**
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen



Maßnahmen in den Plänen - Maßnahmenschema 2013

Vergleich Datenbasis IVU Umwelt (2013)
mit IVU Umwelt (2009) und IVU Umwelt (2007)

Datenbasis	Anzahl Pläne	Anzahl Maßnahmen Gesamt	Anzahl Maßnahmen außer Kraft	Anteil Maßnahmen Außer Kraft
IVU Umwelt (2007) Stand: 31.10.2006	87	895	0	0
IVU Umwelt (2009) Stand: 31.08.2008	132	1383	103	7%
IVU Umwelt (2013) Stand: 30.11.2012	242	2588	488	19%
Veränderung 2013 zu 2009	83%	87%	374%	153%

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

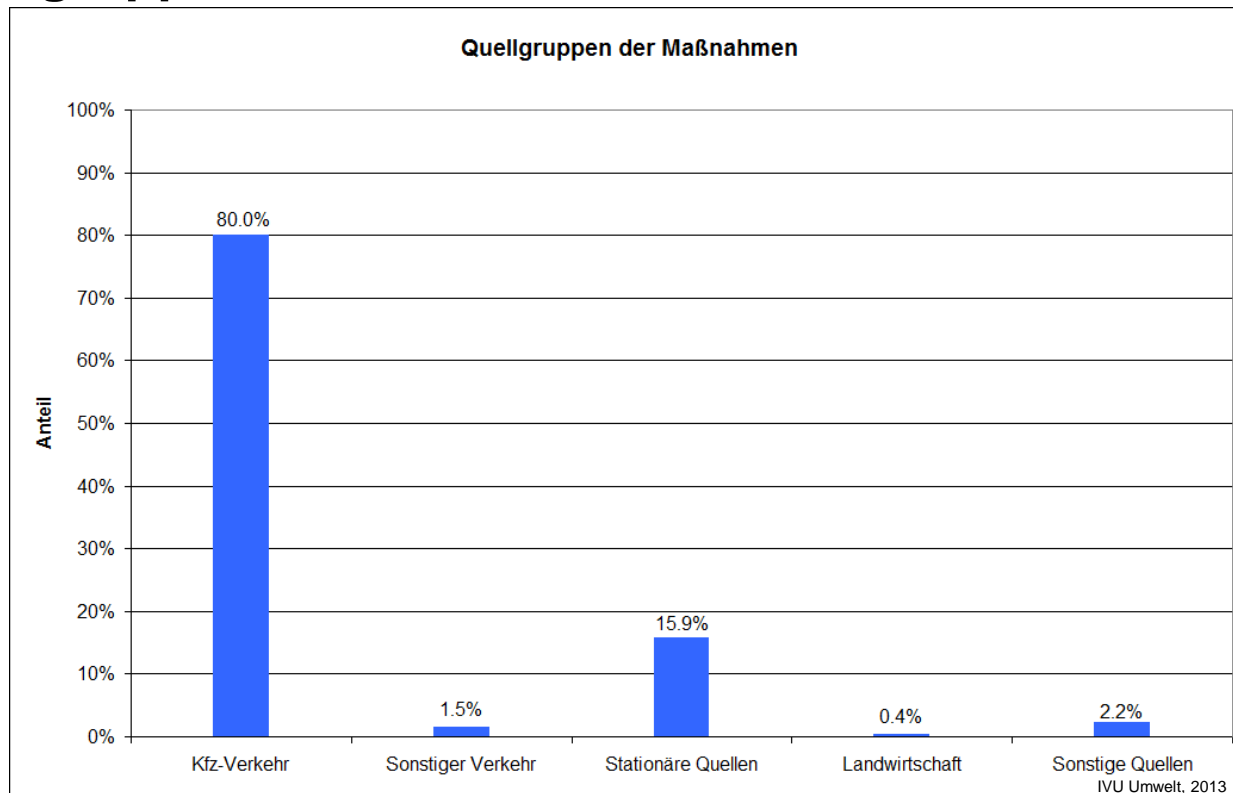
- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Analysen Maßnahmen (Beispiele) Quellgruppe



Datenbasis	Kfz-Verkehr	Sonstiger Verkehr	Stationäre Quellen	Landwirtschaft	Sonstige Quellen
IVU Umwelt (2009)	79.1%	1.1%	16.6%	0.3%	2.8%
IVU Umwelt (2013)	80.0%	1.5%	15.9%	0.4%	2.2%
Differenz	0.9%	0.4%	-0.8%	0.1%	-0.6%

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Angaben zur Maßnahmenwirksamkeit in den Plänen

- Für 238 von 2588 Maßnahmen werden Minderungspotenziale für Immissionen angegeben
- Davon sind 5 Maßnahme für stationäre Quellen (1 BVT für Industrie, 2 für Baustellen, 2 für Hausbrand)
- Rest Kfz-Verkehr davon u.a.
 - 156 Verkehrsmanagement (hauptsächlich Umweltzone, Lkw-Verbot)
 - 27 Fahrzeugtechnik und Kraftstoffe (hauptsächlich ÖPNV)
 - 21 Modal-Split Veränderung (Förderung ÖPNV u. Fahrrad)
 - 17 Straßenbau

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Evaluierungen von Maßnahmen

Recherche zu Veröffentlichungen zur Bewertung von Maßnahmen

ZU:

- Umweltzone
- Umweltorientiertes Verkehrsmanagement (UVM)
- Lkw-Durchfahrtsverbot
- Tempo 30 bzw. 40 auf Hauptverkehrsstraßen

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Gebiet der UWZ	Minderung der Immission
München Cyrys et al. (2009)	frei ab SG 2 und Lkw-Durchfahrtsverbot: PM10: 9.8% bis 12.3%;
München Morfeld et al. (2013a)	frei ab SG 2: PM10: 0.5%
Berlin Senat Berlin (2009)	frei ab SG 2: NO ₂ : 7 bis 10% PM10: 3% (abgeleitet aus PM2.5) PM2.5: 4.5% Dieselruß: 14 bis 16%
Berlin Rauterberg-Wulff et al. (2011)	frei ab SG 4: NO ₂ : 5% PM10: 7% (2 µg/m ³) PM2.5: 10% Rußpartikel: 50% (Diesel-Zusatzbelastung)
Hannover GAA Hildesheim (2010)	frei ab SG 2: NO ₂ : 0% (0 µg/m ³) PM10: 4% (1.2 µg/m ³) frei ab SG 3: NO ₂ : 6% (3.7 µg/m ³) PM10: 3% (0.9 µg/m ³)
Köln LANUV(2009)	frei ab SG 2: NO ₂ : 1.5% (0.7 µg/m ³) PM10: 7% (2 µg/m ³)
8 UWZ im Ruhrgebiet Bruckmann et al. (2011a) Bruckmann et al. (2011b)	frei ab SG 2: NO ₂ : 2% (1.2 bzw. 3.7 µg/m ³) PM10: 7% (2.1 bzw. 2.4 µg/m ³)
Leipzig LfULG (2013)	frei ab SG 4: BC: 19% (Ruß gemessen als BC, Station Leipzig-Mitte); Emissionsminderung: lokal erzeugte Dieselpartikel: 30% (Leipzig-Mitte)
UWZ in 19 deutschen Städten Morfeld et al. (2013b)	frei ab SG 2: PM10: - ca. 5% (unter 1 µg/m ³) im Mittel an allen Verkehrsstationen - ca. 1% (unter 0.2 µg/m ³) im Mittel an allen Indexstationen

Wirkungsanalysen Umweltzone

- In etwa der Hälfte der Studien wird aus der durchgeführten Messung bzw. Untersuchung kein konkretes Immissionsminderungspotenzial abgeleitet.
- Die übrigen Studien nennen Minderungspotenziale für die Einzelmaßnahme Umweltzone von
 - bis zu 10 % für NO₂,
 - bis zu 7 % für PM10 und
 - bis zu 10 % für PM2.5.
 - Insbesondere auf eine hohe Minderungswirkung bezüglich Ruß von bis zu 19 % wird hingewiesen.

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Wirkungsanalysen Umweltorientiertes Verkehrsmanagement

Gebiet; Literatur	Typ	Minderung der Gesamtbelastung *
Frankfurt / Oder IVU Umwelt (2012a)	P	<i>Variante 1:</i> NO ₂ : 2 bis 3% PM ₁₀ : 1 bis 4 Tage <i>Variante 2:</i> NO ₂ : 5 bis 7% PM ₁₀ : 2 bis 9 Tage
Potsdam Diegmann (2013b)	E	NO ₂ : 3% PM ₁₀ : 2%
Braunschweig UVM-BS (2010)	E	Mittelwert 8 Wochen: NO _x : 10% PM ₁₀ : 4%
Braunschweig UVM-BS (2012)	P	<i>Variante 1:</i> NO _x : 7 bis 15% <i>Variante 2:</i> NO _x : 3 bis 6% <i>Variante 3:</i> NO _x : 3 bis 5%
Essen LANUV (2012)	P	<i>Variante 1:</i> NO ₂ : 3% PM ₁₀ : 6% <i>Variante 2:</i> NO ₂ : 4% PM ₁₀ : 3% <i>Variante 3:</i> NO ₂ : 2% PM ₁₀ : 10 Tage
Köln Neunhäuserer et al. (2010)	P	<i>Variante 1:</i> NO ₂ : 9% <i>Variante 2:</i> NO ₂ : 6%
Wittenberg Albrecht et al. (2012)	E	PM ₁₀ : 3 Tage in Episode über 14 Tage
Erfurt BUW & PWP (2013)	E	S2 bezogen auf S1: NO ₂ : 0.8 µg/m ³ PM ₁₀ : 0.4 µg/m ³ S2 bezogen auf S0: NO ₂ : 1.5 µg/m ³ PM ₁₀ : 1.3 µg/m ³

IVU Umwelt, 2013

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Wirkungsanalysen UVM

- Die Minderungspotenziale liegen bei der Gesamtbelastung im Minimum im Bereich von einigen Prozent und erreichen in konkreten Planungen bis zu 15 % oder bis zu zehn PM10-Überschreitungstage.
- Die Höhe des Potenzials wird dabei stark von der Aktivierungshäufigkeit beeinflusst.
- Die Minderungspotenziale von UVM liegen damit in der Größenordnung nachgewiesener Wirkungen von Umweltzonen, teilweise auch deutlich darüber.

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Lkw-Durchfahrtsverbote

Gebiet; Literatur	Minderung der Immission *
Berlin HEAVEN (2003a), zitiert nach Senat Berlin (2005)	NO _x : 20% PM10: ca. 7% Ruß: ca. 7%
Berlin Senat Berlin (2012)	NO ₂ : 10% PM10: 7 bis 9%
MUNLV NRW (2009) bzw. BezReg Düsseldorf (2008)	NO ₂ : k. A. PM10: ca. 10%
Essen BezReg Düsseldorf (2011) <small>IVU Umwelt, 2013</small>	Zusatzbelastung NO ₂ : bis 7 µg/m ³

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Tempo 30 bzw. 40 auf Hauptverkehrsstraßen

Gebiet; Literatur	Minderung der Emission *
Freiberg a. N. LUBW (2011b)	NO _x : T30 < T50 PM10: T30 > T50
Stuttgart LUBW (2011b); Scholz et al. (2012)	T40 vergleichbar T50 NO _x : T30 > T40 bzw. T50; NO ₂ uneinheitlich bei T30
10 Städte in Baden-Württemberg LUBW (2012b); Toenges-Schuller (2013)	NO _x : 1 bis 10% PM10 (Abgas): T30 > T50 PM10 (Gesamt): Abnahmen aufgrund reduzierter AWAR möglich
Halle BAST (2010)	PM10-AWAR (Gleichmäßiger Verkehrsfluss): - bis 20%, - 40 bis 50% bei 100% Einhaltung von T30; PM10-AWAR (Ungleichmäßiger Verkehrsfluss): Keine Korrelation

IVU Umwelt, 2013

Gebiet; Literatur	Minderung der Immission *
Berlin HEAVEN (2003b)	NO ₂ : bis 3% PM10: bis 2% Ruß: bis 3%
Berlin Senat Berlin (2012)	Zusatzbelastung: NO ₂ : 15% NO _x : 18% PM10: 30%

IVU Umwelt, 2013

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen

Probleme bei der Evaluierung von Maßnahmenwirksamkeiten

- Filterung des Effekts der Maßnahme
- Meteorologische Einflüsse
- Großräumige Einflüsse
- Fehlende Informationen zum „Vorher-Fall“
- Ungenaue Datengrundlage zu Kfz-Emissionen
- Bezugsgrößen Jahresmittelwerte NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} und Kurzzeitgrenzwerte
- Verfügbarkeit von Emissionskatastern

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

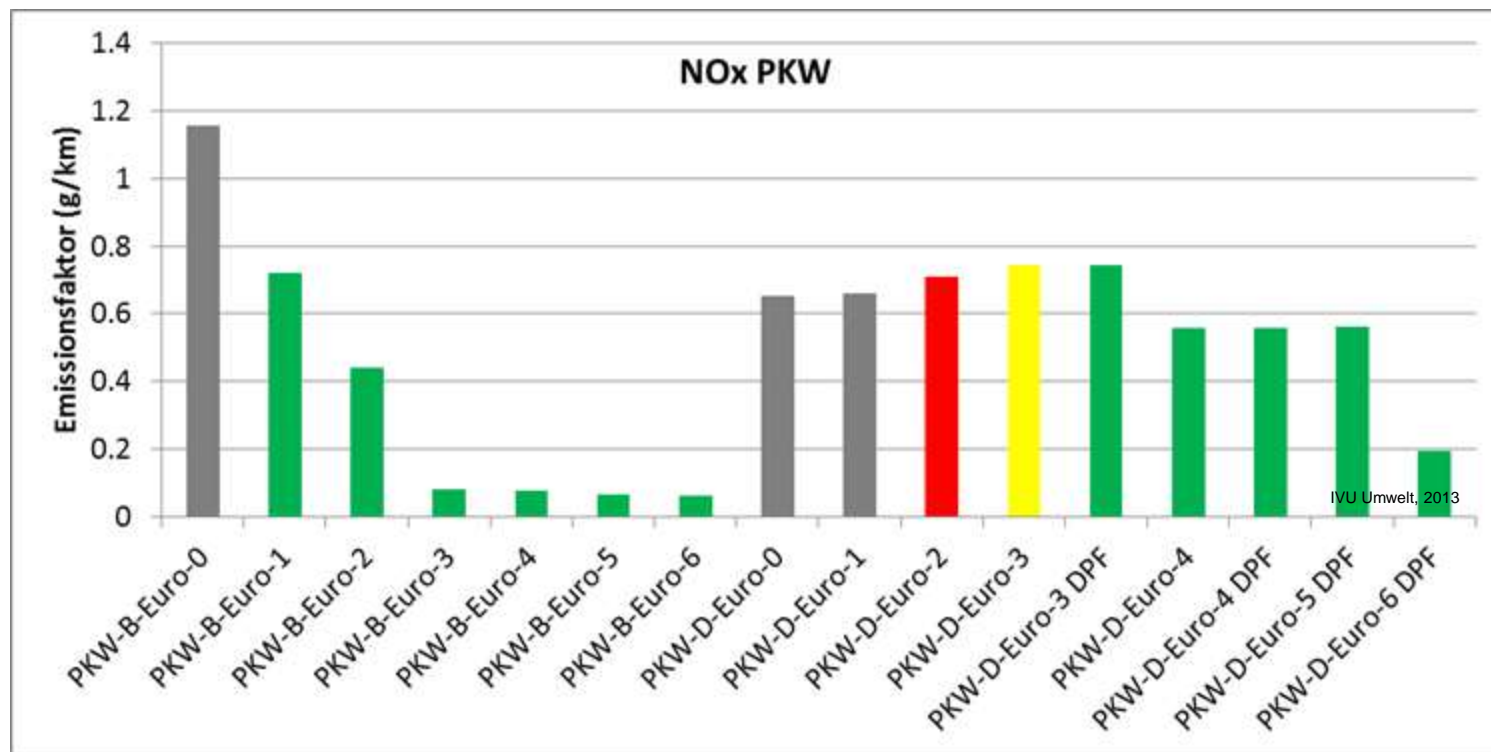
- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Einflussgrößen für eine isolierte Wirkungsanalyse am Beispiel der Maßnahme Umweltzone

- Emissionsfaktoren der Schadstoffgruppen

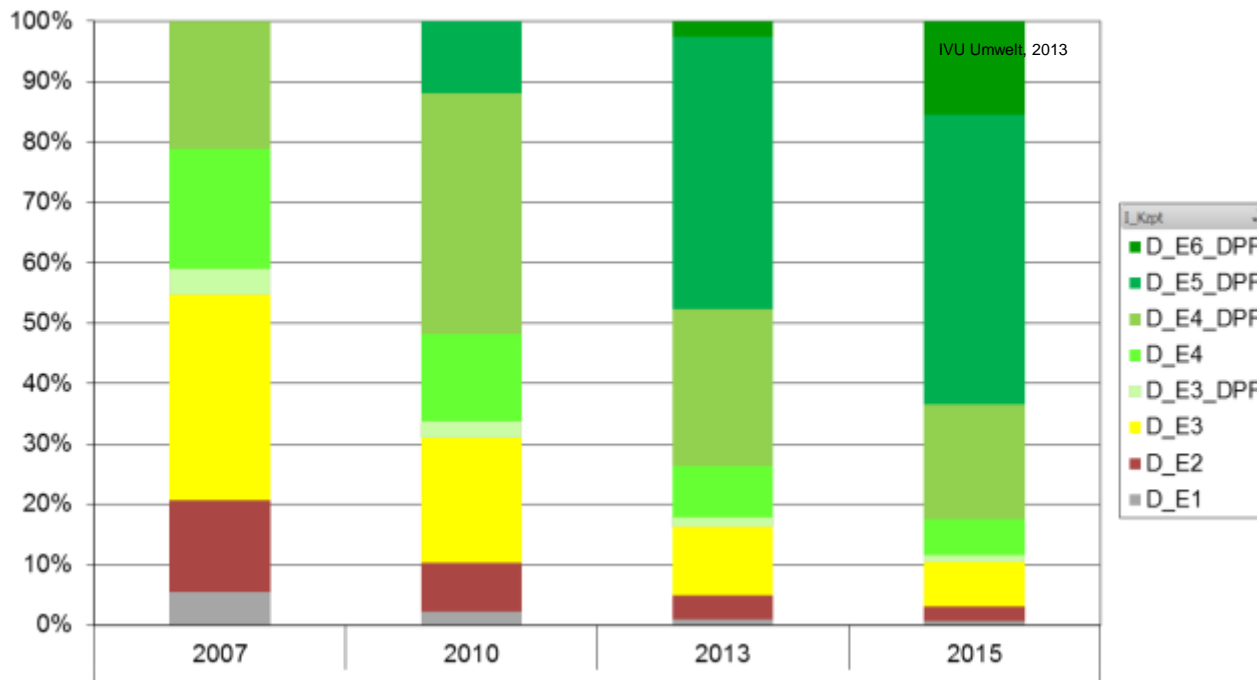


IVU Umwelt, 2013

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen

Einflussgrößen für eine isolierte Wirkungsanalyse am Beispiel der Maßnahme Umweltzone

- Emissionsfaktoren der Schadstoffgruppen
- Anteil und Flottenverteilung der verbotenen Fahrzeuge



Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Einflussgrößen für eine isolierte Wirkungsanalyse am Beispiel der Maßnahme Umweltzone

- Emissionsfaktoren der Schadstoffgruppen
- Anteil und Flottenverteilung der verbotenen Fahrzeuge
- Veränderungen der Verkehrsmengen
- Befolgungsgrad des Verbots innerhalb der Umweltzone
- Flotteneffekte in der räumliche Umgebung
- Abgrenzung des Flotteneffekts durch die Umweltzone vom Trend der Flottenerneuerung
- Verursacheranteil der lokalen und gebietsbezogenen Kfz-Emissionen

Idee:

- Evaluierung durch Monitoring vor und nach Einführung der Maßnahme

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

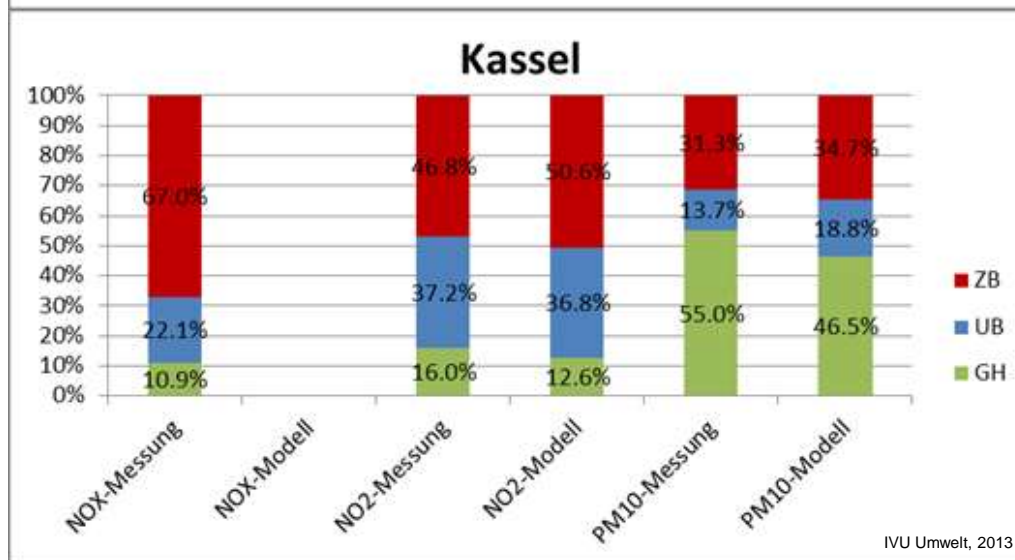
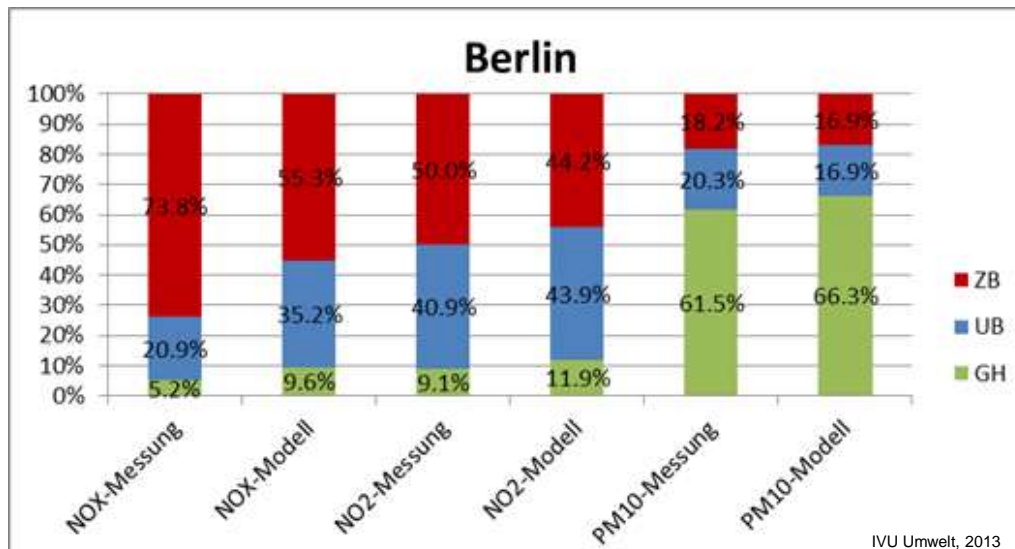
- Beispiele

Anforderungen

Theoretische Wirkungspotenziale von Maßnahmen an Beispielen

- Maßnahmen zur Minderung der Emissionen des Straßenverkehrs (Basis HBEFA)
- Methodik der Potenzialabschätzungen
 - Grundlage bilden aktualisierte Modellrechnungen aus LRP für Kassel und Berlin
 - Abschätzung der Wirkung auf die Jahresmittelwerte von NO₂ und PM10
- Ergebnisse für
 - **Umweltzonen**
 - Lokale Durchfahrtsverbote für LKW
 - Erneuerung der Busflotte

Abschätzungen der Wirkungspotenziale auf Basis von modellbasierten Verursacheranalysen aus LRP



- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen

Potenziale einer (erweiterten) Umweltzone

Variante	NO ₂		PM10	
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
2013 SG1	-0.9%	-0.8%	-0.6%	-1.2%
2013 SG2	-1.4%	-1.0%	-1.5%	-2.7%
2013 SG3	-4.7%	-3.5%	-3.1%	-5.0%
2013 SG3plus	-7.2%	-5.5%	-3.1%	-5.0%
2013 E6 25	-14.6%	-12.8%	-3.4%	-5.8%
2013 E6 50	-22.3%	-20.3%	-3.7%	-6.2%
2013 E6 75	-30.2%	-28.0%	-4.0%	-6.9%
2013 E6 100	-38.5%	-36.6%	-5.9%	-8.9%

Erweiterung:

- SG3+: Verbot Euro 3 und schlechter inkl. Benzin-Fzg.
- E6 25 – E6 100:
Ersetzungsraten durch Euro 6 25% bis 100%

Datengrundlage

Quellanalyse

LRP-Maßnahmen

Wirkungsanalysen

- Evaluierungen

- Methodendiskussion

- Beispiele

Anforderungen

Vergleich mit Abschätzungen aus Vorgängeruntersuchungen

Variante	Minderung NO ₂				Minderung PM10			
	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel	Berlin	Kassel
	(IVU Umwelt 2007)				(IVU Umwelt 2006)			
2007 SG1	-1.8%	-1.0%	-1%	-1%	-1.9%	-3.1%	-3%	-2%
2007 SG2	-0.9%	0.6%	-3%	-2%	-3.7%	-6.2%	-4%	-3%
2007 SG3	-7.7%	-4.1%	-11%	-7%	-5.9%	-9.3%	-10%	-7%
2007 SG3plus	-17.1%	-11.6%	-13%	-8%	-5.9%	-9.7%	-	-
2010 SG1	-1.1%	-0.8%	-1%	0%	-1.2%	-1.9%	-2%	-2%
2010 SG2	-1.4%	-0.6%	-3%	-2%	-2.5%	-3.9%	-4%	-3%
2010 SG3	-6.3%	-4.1%	-12%	-7%	-4.0%	-6.6%	-9%	-6%
2010 SG3plus	-11.5%	-8.1%	-12%	-7%	-4.0%	-6.9%	-	-

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen

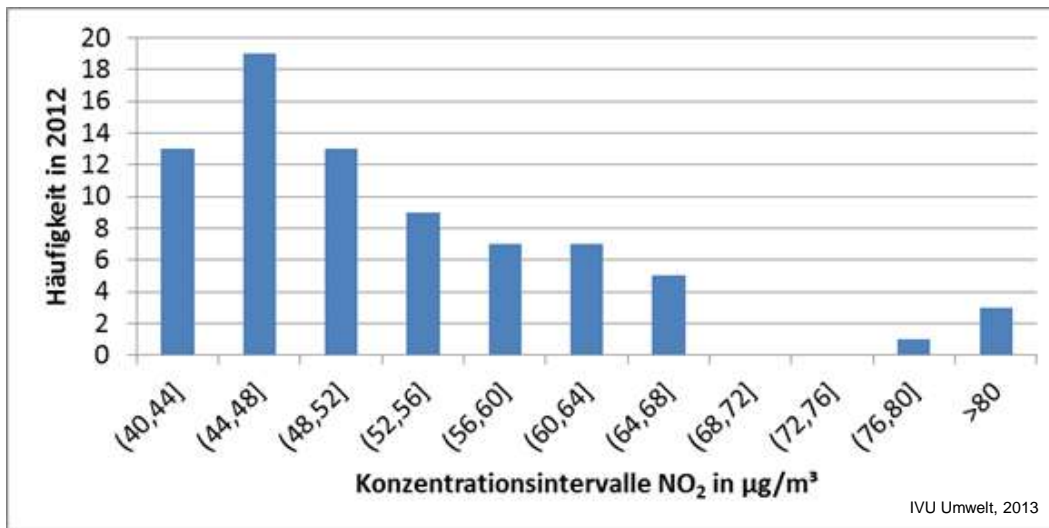
Vergleich mit Evaluierungen

Variante	Minderung NO ₂			Minderung PM10 <small>IVU Umwelt, 2013</small>		
	Berlin	Kassel	Evaluierung (Veröffentlichung + Angabe der Minderung)	Berlin	Kassel	Evaluierung (Veröffentlichung + Angabe der Minderung)
2007 SG1	-1.8%	-1.0%	Senat Berlin (2009): -7%--10% GAA Hildesheim (2010): 0% LANUV(2009): -1.5 Bruckmann et al. (2011a/b) : -2%	-1.9%	-3.1%	Cyrus et al. (2009): -9.8%-12.3% Morfeld et al. (2013a): -0.5% Senat Berlin (2009): -3% GAA Hildesheim (2010): -4% LANUV(2009): -7% Bruckmann et al. (2011a/b) : -7% Morfeld et al. (2013b): ~5%
2010 SG2	-1.4%	-0.6%	GAA Hildesheim (2010): 0%	-2.5%	-3.9%	GAA Hildesheim (2010): -3%
2010 SG3	-6.3%	-4.1%	Rauterberg-Wulff et al. (2011): -5%	-4.0%	-6.6%	Rauterberg-Wulff et al. (2011): -7%

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen

Anforderungen an Maßnahmen zur Erreichung der Luftqualitätsziele

- Datengrundlage
- Quellanalyse
- LRP-Maßnahmen
- Wirkungsanalysen
- Evaluierungen
- Methodendiskussion
- Beispiele
- Anforderungen**



Zusammenfassung

- o Bis 2012 Veröffentlichung von 242 Plänen, davon 110 Pläne in den letzten vier Jahren
- o Räumliche Quellverteilungen für NO₂ und PM10 bleiben stabil über verschiedene Bezugsjahre
- o Kfz-Verkehr dominiert weiterhin bei NO₂-Überschreitungen und Ferntransport gefolgt vom Kfz-Verkehr bei PM10-Überschreitungen
- o Aktualisiertes Maßnahmenschema 2013 mit 2588 Einzelmaßnahmen und 130 Standardmaßnahmen
- o Wenige Wirkungsangaben zu Maßnahmen in den Plänen (<10%) fast ausschließlich für den Kfz-Verkehr
- o Isolierte Evaluierungen von umgesetzten Maßnahmen sind schwierig
- o Evaluierungen für Umweltzone zeigen z. T. gute Übereinstimmung mit theoretischen Überlegungen
- o Weiterentwicklung Umweltzone:
Einbeziehung von Benzin-Fahrzeugen in UWZ erhöht Potenzial bei NO₂. Erst Einführung von Euro 6 führt zu deutlichen Minderungen bei NO₂. Wirkung auf PM10 bleibt dabei gering.
- o In mehr als 60% der NO₂-Überschreitungsfälle müssten die lokalen Emissionen um mehr als 50% gesenkt werden, um den Grenzwert einzuhalten