

Methodik zur Ermittlung und Beurteilung von Veränderungen der Luftschadstoffkonzentrationen bei der innerstädtischen Straßenplanung



Frank-Christian.Zacharias@TLUG.Thueringen.de



Inhalt

1. Einleitung

2. Arbeitsablauf

2.1 Rechengebiet und Modelleigenschaften

2.2 Untersuchungsgebiet

2.3 Anwendung der statistischen Methode zur Bewertung von Maßnahmen

3. Beispiele

3.1 Innerörtliche Umgehungsstraße

3.2 Tempolimit und Lkw-Durchfahrverbot

4. Schlussfolgerung



1. Einleitung

- Derzeit gibt es keine Methodik für die Bewertung von Luftschadstoffkonzentrationen an innerörtlichen Straßen
- EU-Regularien fordern die gegenseitige Bewertung von Luft und Lärm bei Aktionsplänen
- Man findet derzeit keine objektive (numerische) gegenseitige Bewertung, nur Prosa
- Insbesondere für den Straßenverkehr führen die gemeinsamen Datengrundlagen auch zur gemeinsamen statistischen Bewertungsmethodik

=> Einwohnerbetroffenheitsanalyse



2. Arbeitsablauf

2.1 Rechengebiet und Modelleigenschaften

- Für die Lärmkartierung ist das Rechengebiet die ganze Stadt
- Straßennetz und Gebäudemodell werden kontinuierlich nach dem Stand der Technik fortgeschrieben
- Die Anzahl der Einwohner werden jedem Gebäude als Attribut zugeordnet

2.2 Untersuchungsgebiet

- Es muss einmal für alle Maßnahmen festgelegt werden
- Für Maßnahmen gegen den Lärm
- Oder für Maßnahmen gegen die Luftschadstoffkonzentrationen

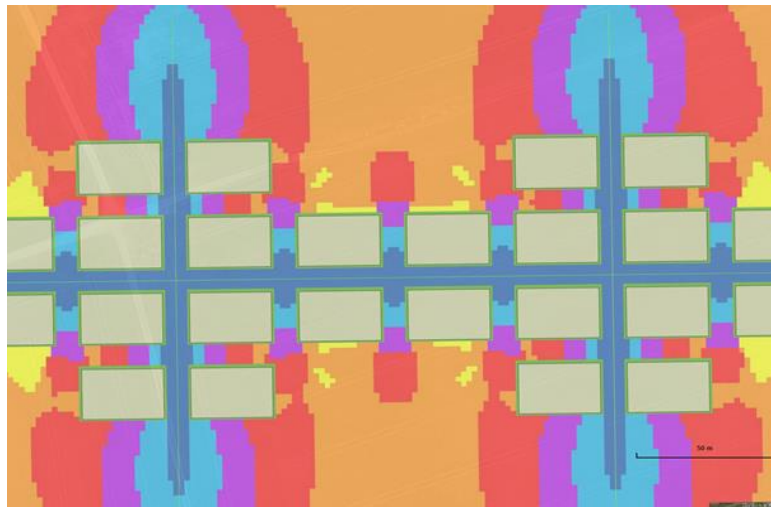
**Wichtig ist das gemeinsame Untersuchungsgebiet (Luft, Lärm):
Gebietsgröße soll nicht größer sein als die Einflussradien der Maßnahmen**



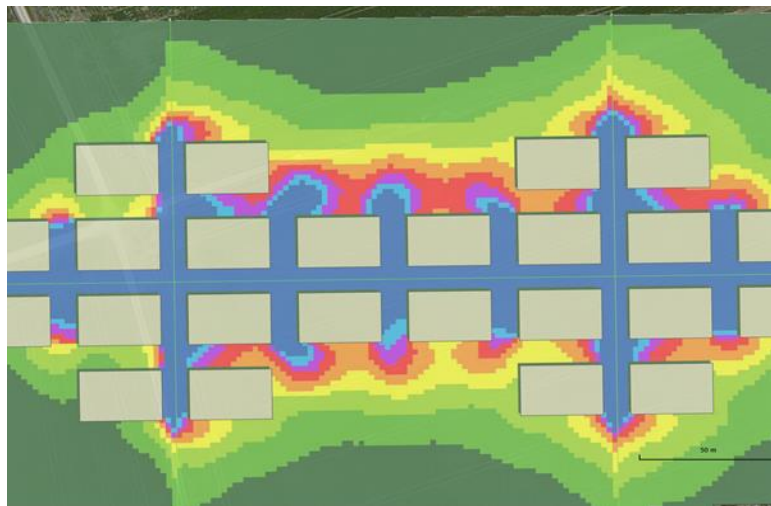
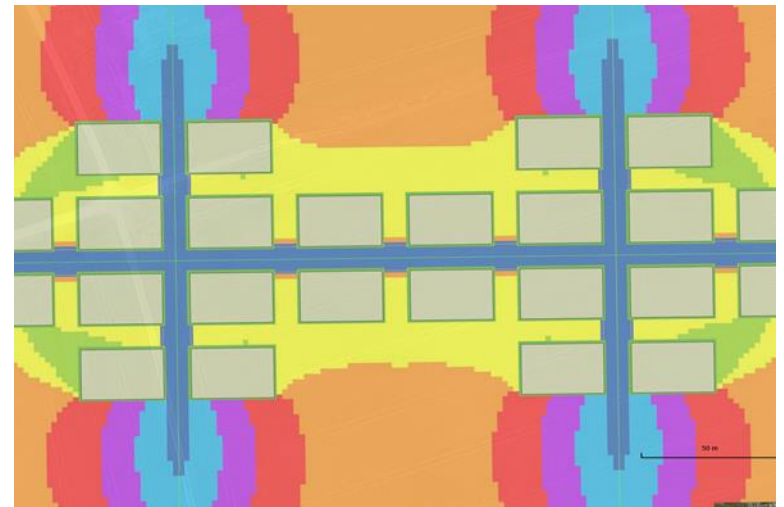
Figure 1 – Kartierung im Untersuchungsgebiet (hot spot) für Lärm und Luft

Ohne Maßnahme

Mit Maßnahme, Lückenschluss



Lärm



Luft

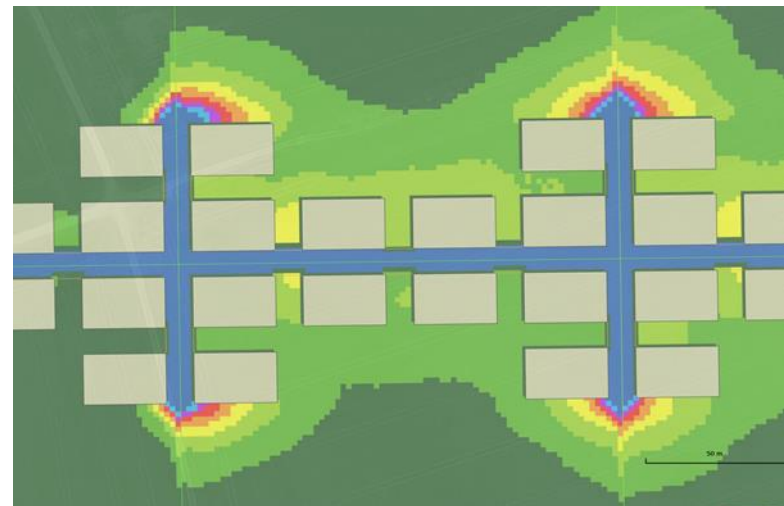
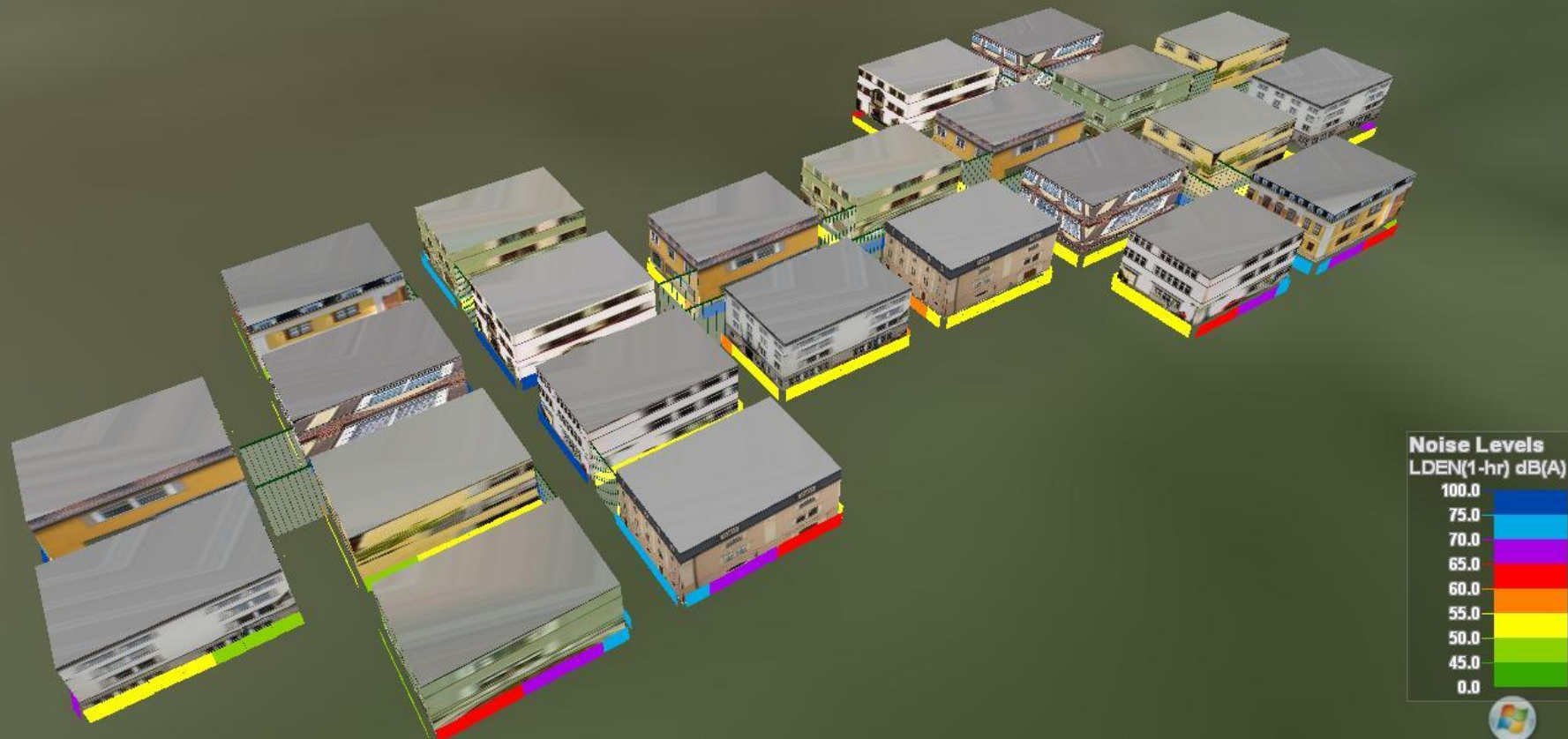




Figure 2 - 3D Modell des Untersuchungsgebietes,
Fassadenpegel





Die Frage ist: Was ist besser oder schlechter oder neutral?

Statistische Methode ist dem Deutschen VBEB-Standard entliehen

Wird die Anzahl der belasteten Einwohner reduziert, so kann die Maßnahme als „gut“ eingeschätzt werden

Wird die Anzahl der belasteten Einwohner erhöht, so kann die Maßnahme als „schlecht“ eingeschätzt werden

Dies wäre jedoch zu einfach?



2.3 Die statistische Methode beinhaltet mindestens 4 Statistiken:

- Anzahl der Ew vor der Maßnahme für Lärm
- Anzahl der Ew nach der Maßnahme für Lärm
- Anzahl der Ew vor der Maßnahme für Luft
- Anzahl der Ew nach der Maßnahme für Luft

Es werden mindesten 4 Ergebnisfälle unterschieden:

- Beide Medien, Luft und Lärm werden “besser”
- Beide Medien werden “schlechter”
- Ein Medium wird “besser”, das andere “schlechter”
- Ein Medium wird „besser“ oder „schlechter“, das andere bleibt „neutral“



Wie bestimmt man die Anzahl der belasteten Ew?

Alle Gebäude erhalten gleichverteilt Immisionspunkte

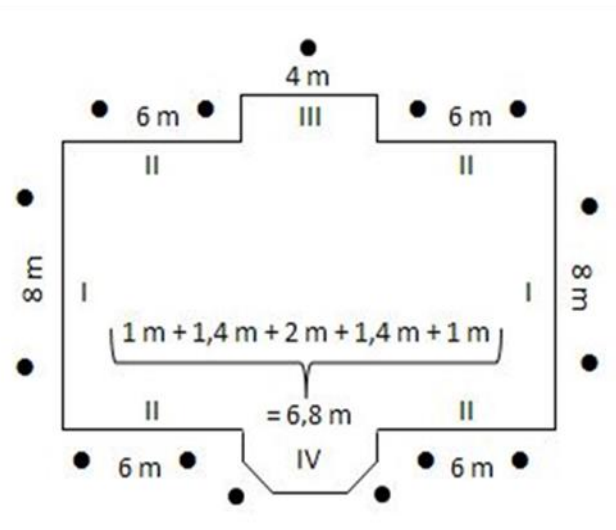


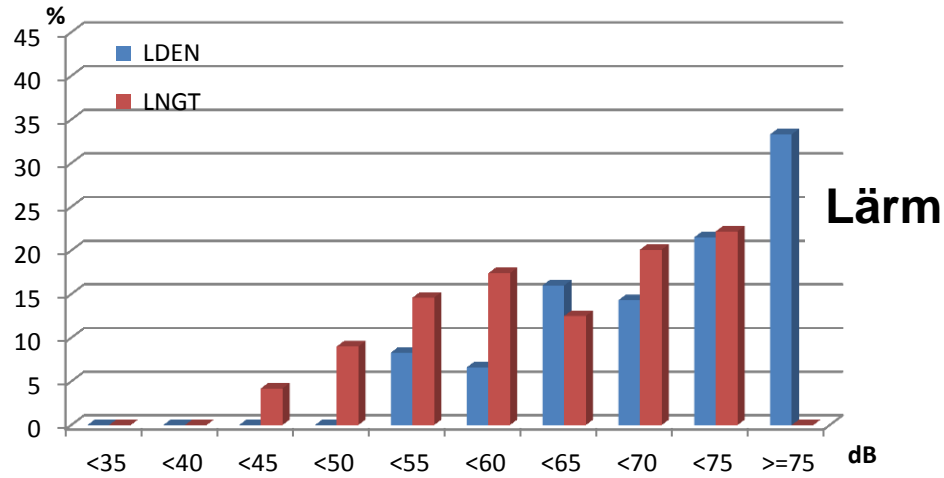
Figure 3 – Bestimmung der Positionen der Punkte

- Die Gebäude und die Punkte sind für Luft und Lärm identisch
- Ew werden klassiert für Lärm: 5 dB for LDEN and LNGT
- Ew werden klassiert für Luft : $5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO₂, NO_X, PM₁₀ and PM_{2.5}

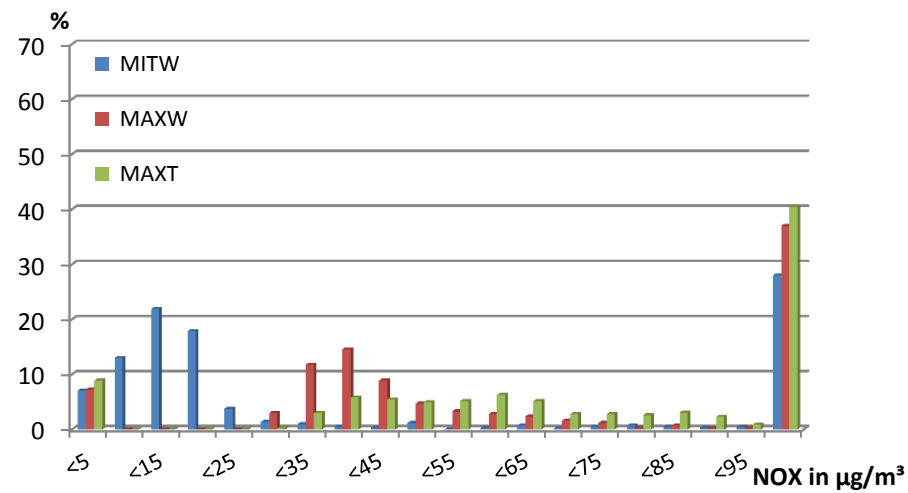
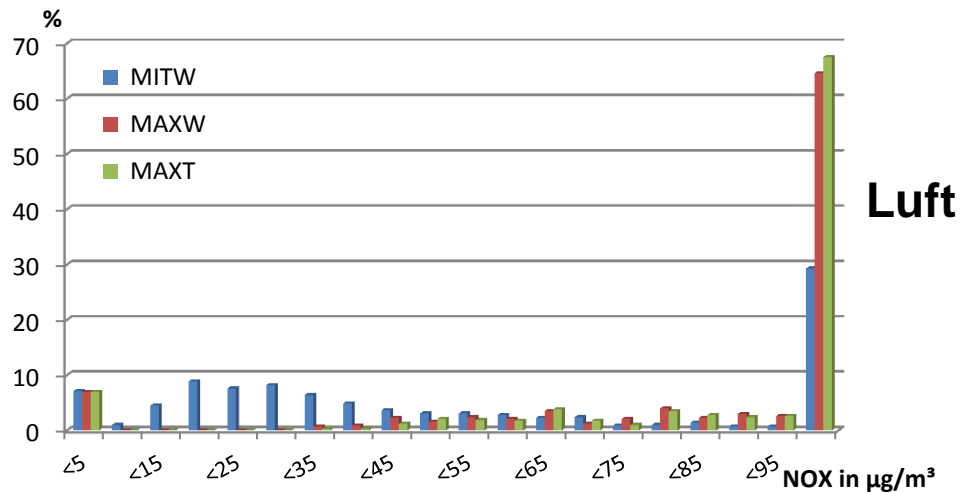
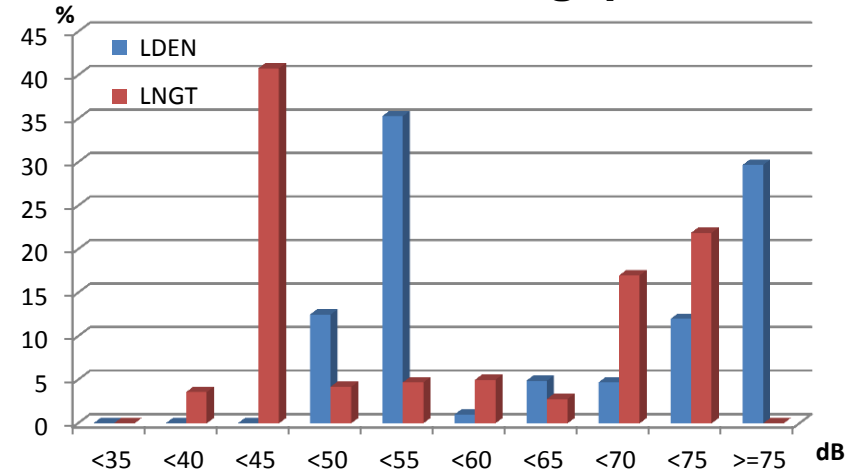


Table 1: Analyse über alle Gebäude (% der Ew)

Without Action



Action: Closed gaps





Luftstatistik für 3 Werte:

- **Mitw** = Mittelwert (Windrichtungshäufigkeitsverteilung)
- **Maxw** = Maximalwert über alle Windrichtungen (1. Schicht)
- **Maxt** = Maximalwert über alle Windrichtungen (alle Schichten)

3. Beispiele

3.1 innerörtliche Umgehungsstraße

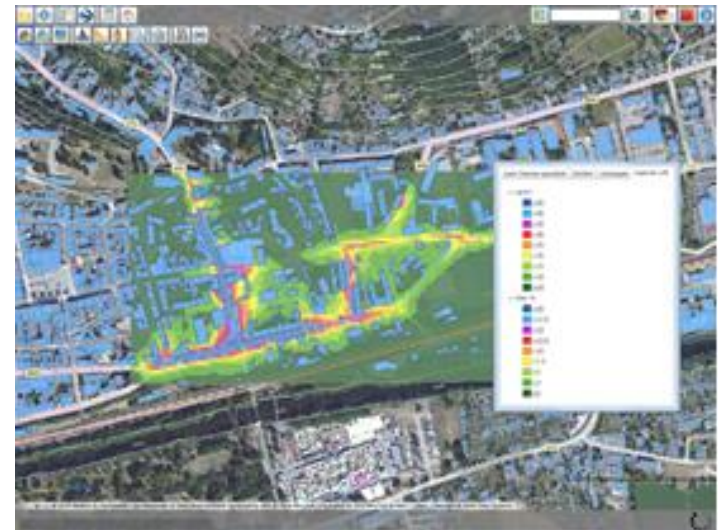


Figure 4 – Lärm- und Luftkarte ohne Maßnahme (Ist-Zustand)



Table 2 – Lärm Statistik ohne Maßnahme

Level	<35 (dB)	<40 (dB)	<45 (dB)	<50 (dB)	<55 (dB)
Annoyed inhabitants					
LDEN	431.7	160.6	143.7	101.7	48.3
LNGT	680.9	124.4	74.6	6.1	0
Annoyed inhabitants (%)					
LDEN	48.7	18.1	16.2	11.5	5.5
LNGT	76.9	14	8.4	0.7	0
Annoyed inhabitants (total):	886				

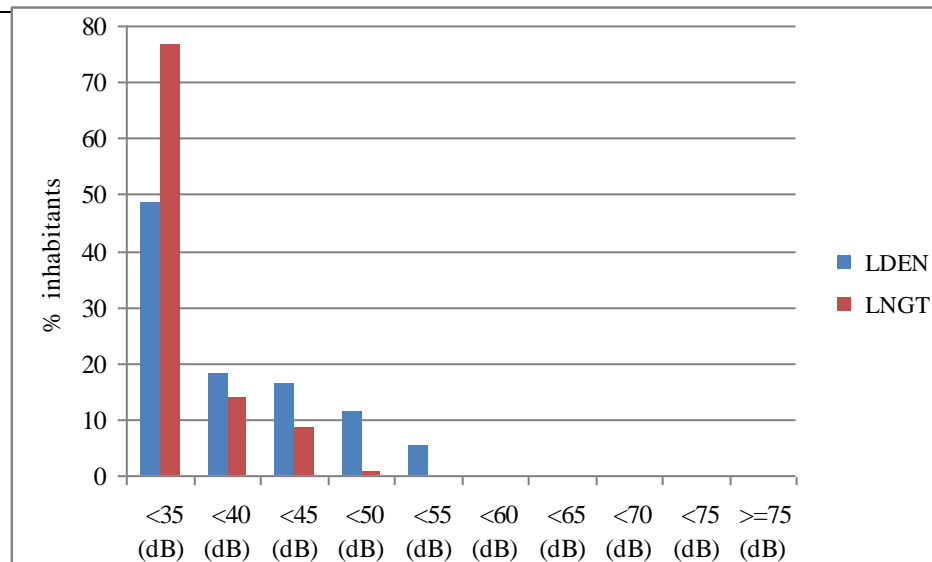


Figure 5 - % Ew in dB-Klassen ohne Maßnahme



Table 4 – Luft Statistik NOX ohne Maßnahme

Concentration	<5 (µg/m ³)	<10 (µg/m ³)	<15 (µg/m ³)	<20 (µg/m ³)	<25 (µg/m ³)	<30 (µg/m ³)	<35 (µg/m ³)	<40 (µg/m ³)	<45 (µg/m ³)	<50 (µg/m ³)	<55 (µg/m ³)	<60 (µg/m ³)	<65 (µg/m ³)	<70 (µg/m ³)	<75 (µg/m ³)	<80 (µg/m ³)	<85 (µg/m ³)	<90 (µg/m ³)	<95 (µg/m ³)	>=95 (µg/m ³)
Annoyed inhabitants																				
MITW	473,4	182,3	85,9	40	26,3	12,7	9,2	4,2	2,5	5,5	4,9	2,2	4,8	1,2	2,9	6,3	5,7	0,6	3,8	11,5
MAXW	239,7	66,4	152,7	119,8	75,6	22,4	29,3	25,3	20,1	9,4	8,4	17,6	12,8	7,6	6,4	5,5	3,4	4	4,3	55,3
MAXT	240,3	52,6	139	115,1	76,9	36,8	25,9	19,9	10,2	17	12,9	11,2	10,9	11,3	12,3	5,1	5,9	2,4	9,9	70,5
Annoyed inhabitants (%)																				
MITW	53,4	20,6	9,7	4,5	3	1,4	1	0,5	0,3	0,6	0,6	0,2	0,5	0,1	0,3	0,7	0,6	0,1	0,4	1,3
MAXW	27,1	7,5	17,2	13,5	8,5	2,5	3,3	2,9	2,3	1,1	0,9	2	1,4	0,9	0,7	0,6	0,4	0,5	0,5	6,2
MAXT	27,1	5,9	15,7	13	8,7	4,2	2,9	2,2	1,2	1,9	1,5	1,3	1,2	1,3	1,4	0,6	0,7	0,3	1,1	8
Annoyed inhabitants (total):		886																		

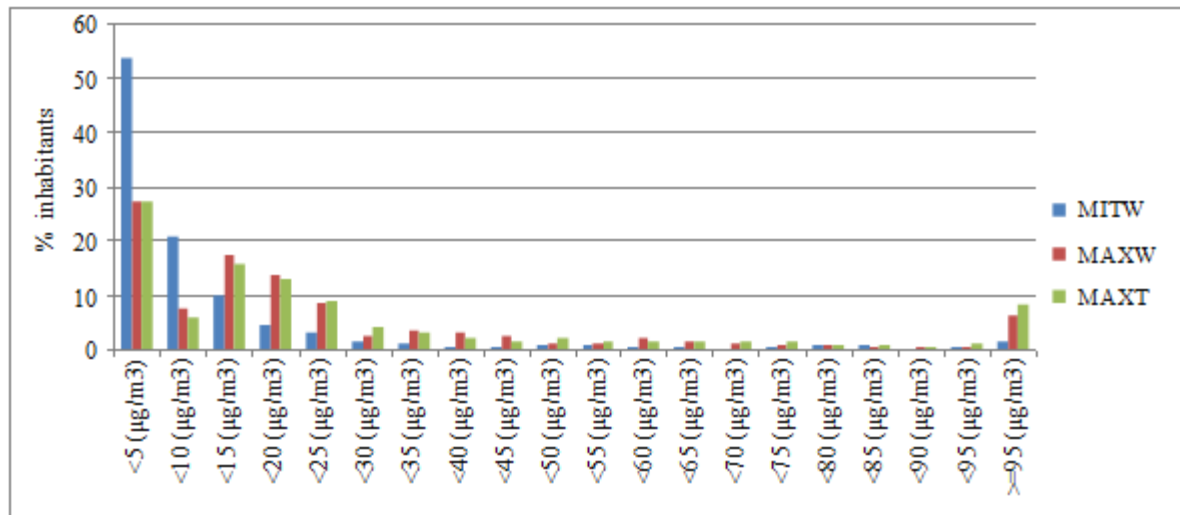


Figure 6 - % inhabitants, Air

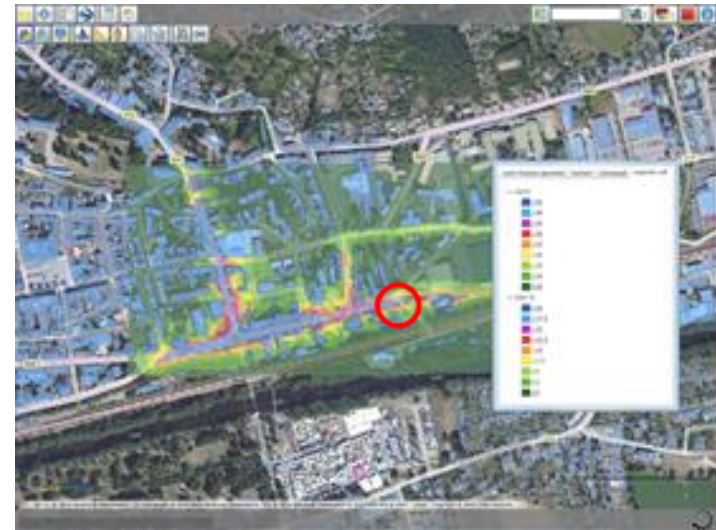
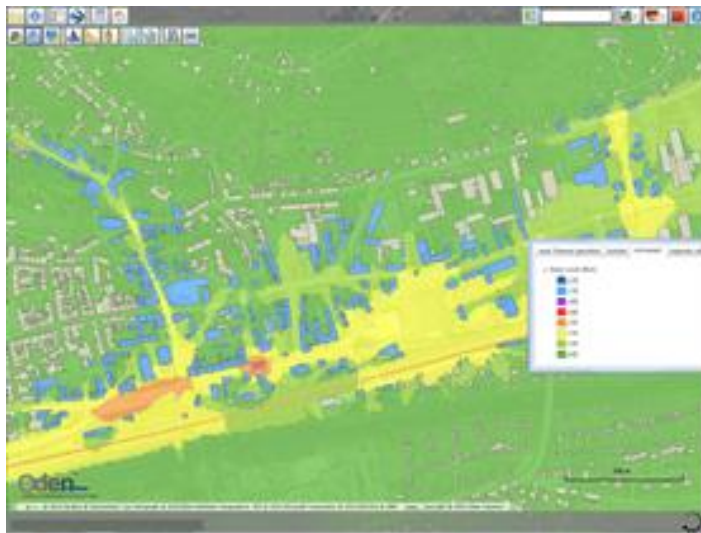


Figure 7 – Lärm- und Luftkarte mit Maßnahme (roter Kreis)



Table 3 – Lärm Statistik mit Maßnahme

Annoyed inhabitants					
LDEN	366.8	224	124.9	93.1	72
LNGT	667.3	101.4	77.3	40	0
Annoyed inhabitants (%)					
LDEN	41.4	25.3	14.1	10.5	8.1
LNGT	75.3	11.4	8.7	4.5	0
Annoyed inhabitants (total):	886				

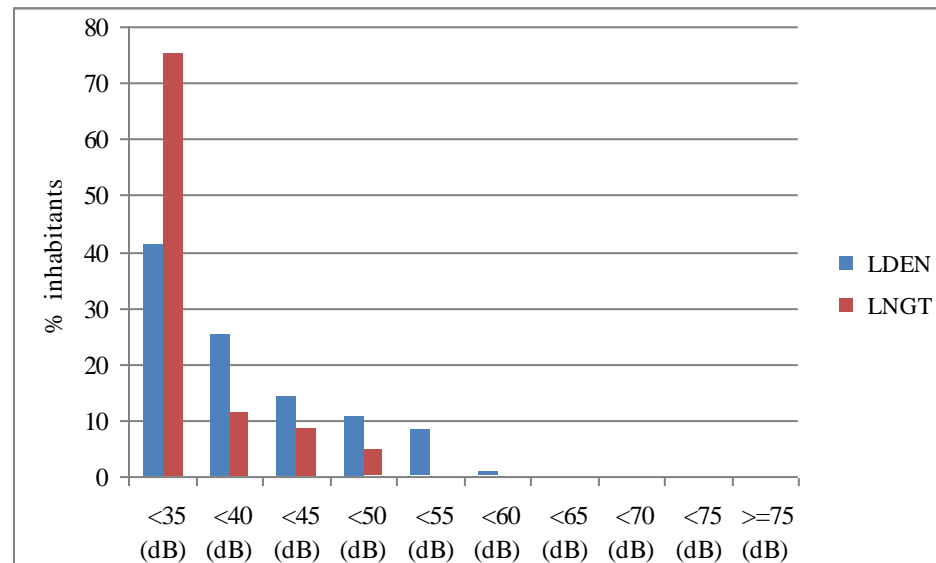


Figure 8 - % Ew Lärm mit Maßnahme



Table 5 – Luftstatistik NOX mit Maßnahme

Concentration	<5 (µg/m ³)	<10 (µg/m ³)	<15 (µg/m ³)	<20 (µg/m ³)	<25 (µg/m ³)	<30 (µg/m ³)	<35 (µg/m ³)	<40 (µg/m ³)	<45 (µg/m ³)	<50 (µg/m ³)	<55 (µg/m ³)	<60 (µg/m ³)	<65 (µg/m ³)	<70 (µg/m ³)	<75 (µg/m ³)	<80 (µg/m ³)	<85 (µg/m ³)	<90 (µg/m ³)	<95 (µg/m ³)	>=95 (µg/m ³)	
Annoyed inhabitants																					
MITW	527,2	191,6	51	37,5	15,5	18,6	4,4	1,7	0,4	1,8	3,9	2,4	1,4	1,9	5	2,5	0,3	0,2	0,6	18,1	
MAXW	241,6	138,5	187	51,9	58,6	28,9	21,8	20,5	19,3	20,3	14,8	13	6,4	8,6	4,8	5,3	3,4	0,9	1,8	38,7	
MAXT	240,8	121,7	177,6	58,1	56,7	37,1	18,5	17,8	16,9	9,4	15,2	12,7	14,1	16,6	6,2	6	5,2	3,7	3,4	48,4	
Annoyed inhabitants (%)																					
MITW	59,5	21,6	5,8	4,2	1,7	2,1	0,5	0,2	0	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,6	0,3	0	0	0,1	2	
MAXW	27,3	15,6	21,1	5,9	6,6	3,3	2,5	2,3	2,2	2,3	1,7	1,5	0,7	1	0,5	0,6	0,4	0,1	0,2	4,4	
MAXT	27,2	13,7	20	6,6	6,4	4,2	2,1	2	1,9	1,1	1,7	1,4	1,6	1,9	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	5,5	
Annoyed inhabitants (total):	886																				

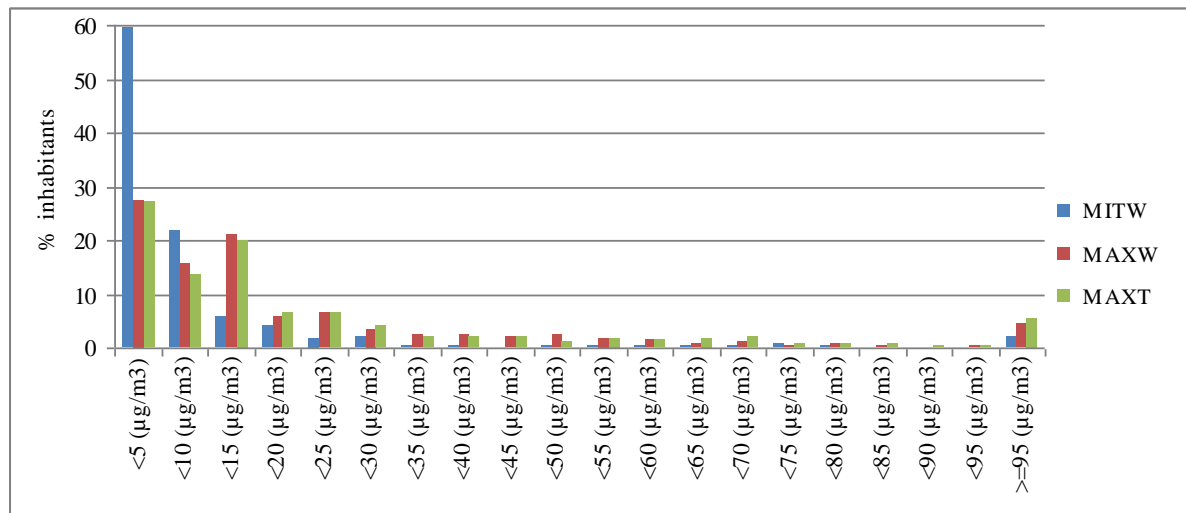


Figure 9 - % Ew Luft mit Maßnahme



Bewertung der Statistiken

Luftschadstoffkonzentrationen:

Mit Maßnahme wird die Situation deutlich besser

Einzelne hohe Werte würden evtl. weitere Maßnahmen erforderlich machen?

Gemäß der 39. BImSchV muss ein Sektor jedoch mindestens 100m lang sein, damit er repräsentativ ist. Ist hier nicht gegeben => keine weitere Maßnahme

Lärm:

Alle Lärmpegel sind vergleichsweise sehr niedrig. Es gibt nur geringfügige, punktuelle Verschlechterungen meistens neutral.



3.2 Tempolimit und Lkw-Durchfahrverbot als Maßnahme

Eine klassische Maßnahme, die Verkehrslenkung

Einfach und billig, nur zwei Schilder:



Figure 10 – Keine Lkw und Tempo 30

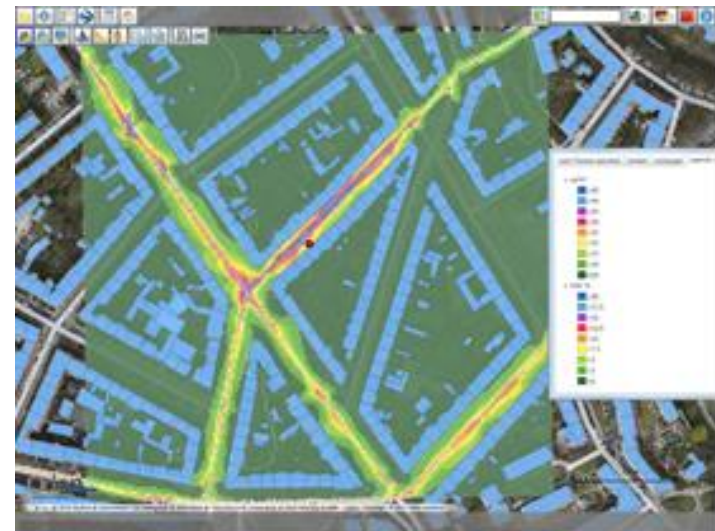


Figure 11 – Lärm- und Luftkarte ohne Maßnahme



Level	<35	<40	<45	<50	<55	<60	<65	<70	<75	>=75
Annoyed inhabitants										
LDEN	26.7	0.0	116.3	1.6	0.5	1.0	3.3	37.0	42.7	0.0
LNGT	142.9	1.0	1.0	1.0	3.3	38.8	40.9	0.0	0.0	0.0
Annoyed inhabitants (%)										
LDEN	11.7	0.0	50.8	0.7	0.2	0.4	1.4	16.2	18.6	0.0
LNGT	62.4	0.4	0.4	0.4	1.4	16.9	17.9	0.0	0.0	0.0
Annoyed inhabitants (total):			229							

Table 6 – Lärm ohne Maßnahme

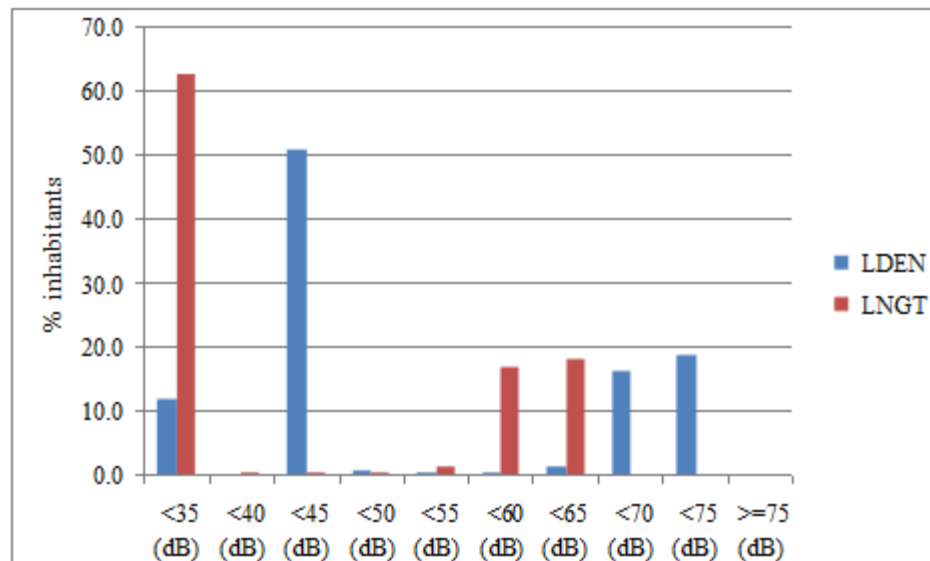


Figure 12 – % Ew Lärm ohne Maßnahme



Table 7 – Luft Statistik NOX ohne Maßnahme

Concentration	<5 (µg/m ³)	<10 (µg/m ³)	<15 (µg/m ³)	<20 (µg/m ³)	<25 (µg/m ³)	<30 (µg/m ³)	<35 (µg/m ³)	<40 (µg/m ³)	<45 (µg/m ³)	<50 (µg/m ³)	<55 (µg/m ³)	<60 (µg/m ³)	<65 (µg/m ³)	<70 (µg/m ³)	<75 (µg/m ³)	<80 (µg/m ³)	<85 (µg/m ³)	<90 (µg/m ³)	<95 (µg/m ³)	>=95 (µg/m ³)
Annoyed inhabitants																				
MITW	142.5	0.5	0.0	3.3	2.0	11.7	24.1	11.6	19.8	8.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAXW	81.6	59.9	1.0	0.0	0.5	0.0	1.6	1.2	1.1	6.3	6.7	18.0	9.7	11.5	10.7	4.4	3.6	4.4	2.9	3.9
MAXT	34.0	94.1	13.0	1.5	0.5	0.0	0.6	0.6	1.7	0.1	0.8	4.7	9.9	6.8	5.9	7.6	15.8	5.7	7.9	17.9
Annoyed inhabitants (%)																				
MITW	62.2	0.2	0	1.4	0.9	5.1	10.5	5.1	8.6	3.8	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXW	35.6	26.2	0.4	0	0.2	0	0.7	0.5	0.5	2.8	2.9	7.9	4.2	5	4.7	1.9	1.6	1.9	1.3	1.7
MAXT	14.8	41.1	5.7	0.7	0.2	0	0.3	0.3	0.7	0	0.3	2.1	4.3	3	2.6	3.3	6.9	2.5	3.4	7.8
Annoyed inhabitants (total):		229																		

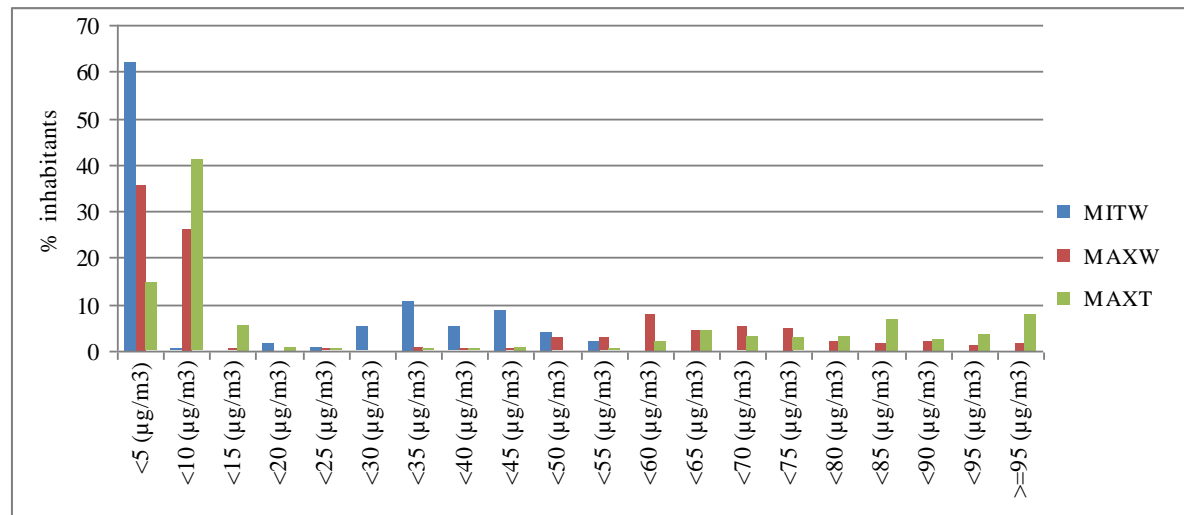


Figure 13 – % Ew Luft ohne Maßnahme

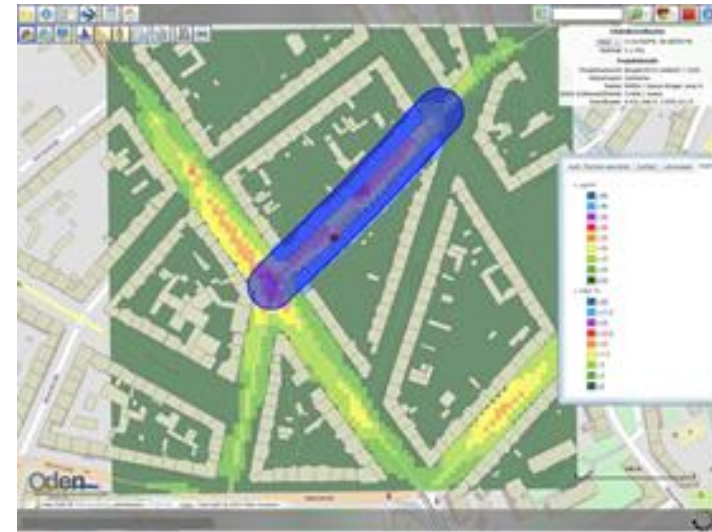


Figure 14– Lärm- und Luftkarte mit Maßnahme



Table 8 – Lärm Statistik mit Maßnahme

Level	<35	<40	<45	<50	<55	<60	<65	<70	<75	>=75
Annoyed inhabitants										
LDEN	26.7	107.1	9.2	1.6	1.0	2.4	20.6	60.5	0.0	0.0
LNGT	142.9	1.0	1.0	2.4	18.9	62.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Annoyed inhabitants (%)										
LDEN	11.7	46.8	4.0	0.7	0.4	1.0	9.0	26.4	0.0	0.0
LNGT	62.4	0.4	0.4	1.0	8.3	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Annoyed inhabitants (total):			229							

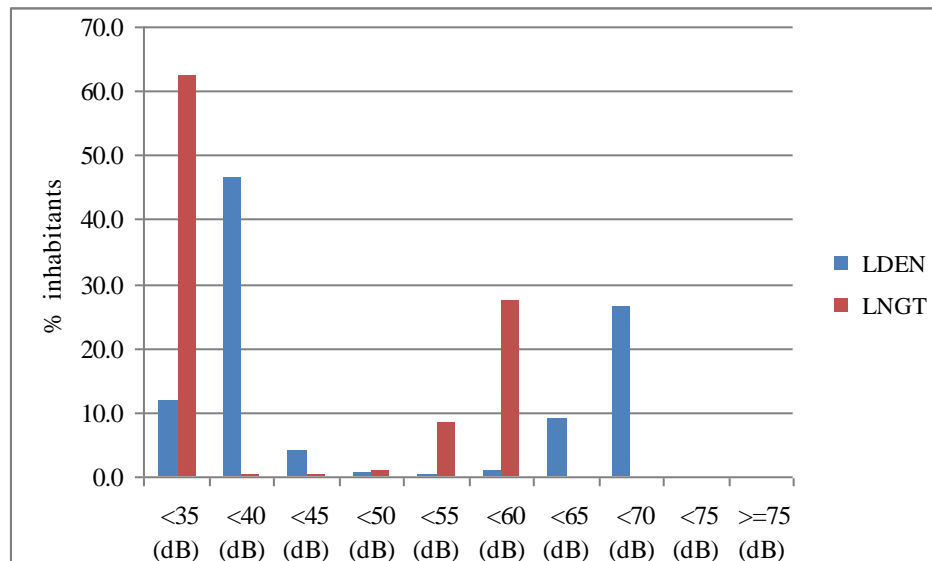


Figure 15 – % Ew Lärm mit Maßnahme



Table 9 – Luft Statistik NOX mit Maßnahme

Annoyed inhabitants																			
MITW	142.5	0.5	3.4	32.1	25.3	21.9	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXW	107.6	34.9	0.5	0.5	0.5	10.8	23.3	17.5	16.4	6.3	6.7	1.3	2.6	0	0	0	0	0	0
MAXT	104.7	35.9	2.5	0	0	0.6	9.1	13	12.1	23.8	9.6	7.7	2.9	0.9	3.6	2.1	0.5	0	0
Annoyed inhabitants (%)																			
MITW	62.2	0.2	1.5	14	11	9.6	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXW	47	15.2	0.2	0.2	0.2	4.7	10.2	7.6	7.2	2.8	2.9	0.6	1.1	0	0	0	0	0	0
MAXT	45.7	15.7	1.1	0	0	0.3	4	5.7	5.3	10.4	4.2	3.4	1.3	0.4	1.6	0.9	0.2	0	0

Annoyed inhabitants (total): 229

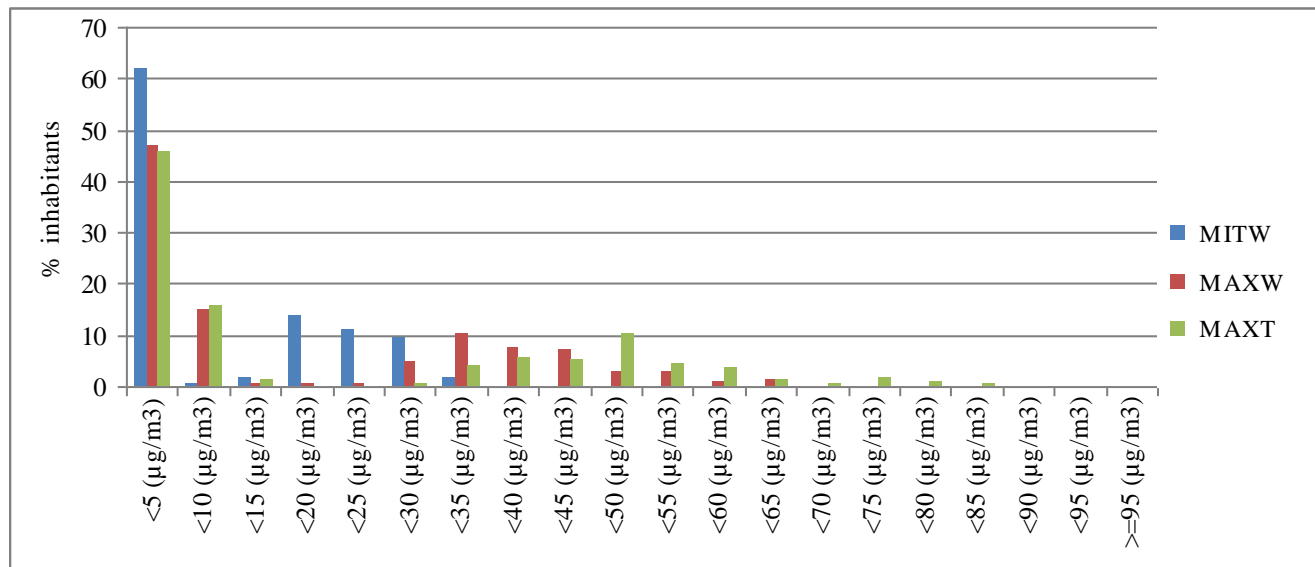


Figure 16 – % Ew Statistik Luft mit Maßnahme



Bewertung der statistischen Ergebnisse

Lärm: die Situation wird deutlich besser

Luft: Erhebliche Reduktion der Betroffenen um 19,6 % für MITW, 18,1 % für MAXW und 13,7 % für MAXT, "rutschen" in die unteren Klassen.

Für beide Medien erhebliche Verbesserung, die Maßnahme kann als besonders positiv bewertet werden.



4. Schlussfolgerung

- Die Methodik macht Entscheidungen sicherer
- Nicht nur die selben Eingangsdaten sondern auch die selbe statistische Methode macht es den Anwendern leichter für beide Medien, Luft und Lärm, Maßnahmen zu bewerten
- Die Methode kann auch iterativ angewendet werden, weiter Maßnahmen => neue Statistiken
- Der modulare Aufbau des WS ODEN erlaubt prinzipiell weitere Medien mit der selben Methodik zu bewerten (z.B. Durchlüftung, Kaltluft?)