

# Luftschadstoffe

Belastungen für den Menschen durch Kerosin-  
Verbrennungsprodukte

**Eine Start- und Landebahn mit  
200 000 Flugbewegungen pro Jahr bedeutet**

<b>Landungen</b>	<b>275</b>	<b>pro Tag</b>
<b>Starts</b>	<b>275</b>	<b>pro Tag</b>
<b>gesamt</b>	<b>550</b>	<b>pro Tag</b>

**Bei Start und Landung verbrennt ein Flugzeug  
durchschnittlich**

**1015 kg Kerosin**

**am und um den Flughafen**

**200 000 Flugbewegungen = 100 000 LTO (Landing/Take Off)**  
**100 000 LTO entsprechen 101 500 t Kerosin/Jahr**  
**= 280 t Kerosin/Tag**

Umweltbundesamt- FB 001364: Überarbeitung des Emissionsinventars des Flugverkehrs 32/2010; spez. für MUC.

Der durchschnittliche Verbrauch erhöht sich, wenn mehr Großraum-Flugzeuge eingesetzt werden.

**1000 kg Kerosin**



**3400 kg Sauerstoff**

**CO<sub>2</sub>**  
**3150 kg**

**H<sub>2</sub>O**  
**1240 kg**

**NO<sub>x</sub> 17 kg**

**CO 1,8 kg**

**SO<sub>2</sub> 0,6 kg**

**UHC 0,4 kg**

**Ruß 0,3 kg**

**Schadstoffe**  
pro Tonne Kerosin

**20,10 kg**

**100 000 LTO**

entsprechen

**101 500 Tonnen Kerosin**

mal

**20,1 kg Schadstoffe =**

**2 040 Tonnen Schadstoffe pro Jahr**

oder

**5,6 Tonnen pro Tag**

## Emissionen bei Start und Landung

Flugzeuggruppe A 340 - Groß	Start Take Off	Steigflug Climb Out	Landung Approach	Leerlauf Idle	
<b>Kerosinverbrauch</b> <b>Fuel consumption</b>	7,6	6,2	2,1	0,7	kg/s
<b>NO<sub>x</sub> Stickoxide</b>	34,30	26,30	10,90	4,60	g/kg
<b>HC Kohlenwasserstoffe</b>	0,01	0,01	0,13	4,25	g/kg
<b>CO Kohlenmonoxid</b>	0,50	0,50	1,70	26,15	g/kg
<b>Ruß (PM)</b>	0,04	0,03	0,02	0,02	g/kg
<b>Summe</b>	<b>34,85</b>	<b>26,84</b>	<b>12,75</b>	<b>35,02</b>	<b>g/kg</b>

Flughafen Frankfurt Main, Luftschadstoffe Flugverkehr, C, Gutachten G 13.1, Meersburg, 2006-11-24

## Kohlenwasserstoffe aus den Triebwerken

	Beispiele	Menge	% von UHC
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>PAK polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>	<b>Naphthalin, Benzo(a)pyren</b>	<b>36</b>	<b>0,1</b>
<b>Aldehyde und Ketone</b>	<b>Formaldehyd, Acetaldehyd</b>	<b>1825</b>	<b>5,1</b>
<b>Tetra-Octa Chlor Dibenzo Furane</b>	<b>Dioxine, Furane</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,000002</b>
<b>Halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>	<b>Dichlormethan, Methylbromid</b>	<b>13</b>	<b>0,4</b>
<b>Rest (Aliphaten &amp; Aromaten)</b>	<b>Methylpentan, Butadien, Benzol, Phenol</b>	<b>33607</b>	<b>94,7</b>
	<b>Summe</b>	<b>35481</b>	<b>100</b>

## Kerosinabbauprodukte und ihre gesundheitsschädigenden Wirkungen (Zusammenfassung)

Nr. 1 und 2 in g/kg verbranntem Kerosin; alle andern Werte in µg/kg verbranntem Kerosin

Nr.	Summenformel Name	CAS	1,40 ERP	1,03 ERP
			Start	Landung
1	CO Kohlenmonoxyd	630-08-0	0,77	22,7
2	CH <sub>4</sub> Methan	74-82-8		0,21
3	OCS Carbonylsulfid	463-58-1	139	807
4	DMS Dimethylsulfid	75-18-3	8	9
5	CS <sub>2</sub> Schwefelkohlenstoff	75-15-0	51	113
6	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (N: F-12) Dichlordifluormethan	75-71-8	-	161
7	CCl <sub>3</sub> F Trichlorfluormethan	75-69-4	-	63
8	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub> (N: F-113) Trichlortrifluorethan	76-13-1	-	53
9	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub> (N: F-114) Dichlortetrafluorethan	76-14-2	-	1
10	CBrClF <sub>2</sub> Chlorbromdifluormethan	353-59-3	-	1
11	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> Trifluoroethylene	359-11-5	-	13
12	CHClF <sub>2</sub> Chlordifluormethan	75-45-6	-	75
13	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub> Chlorodifluoroethane	75-68-3	-	-
14	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F Dichlorfluoräthan	1717-00-6	-	21
15	CHCl <sub>3</sub> Chloroform	67-66-3	18	40
16	MeCCl <sub>3</sub> Trichlormethan	71-55-6	-	-
17	CCl <sub>4</sub> Tetrachlorkohlenstoff	56-23-5	-	-
18	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Dichlormethan	75-09-2	48	266
19	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> Trichlorethylen	79-01-6	8	-
20	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> Tetrachlorethylen	127-18-4	18	-

21	CH <sub>3</sub> Cl Methylchlorid	74-87-3	624	94
22	CH <sub>3</sub> Br Methylbromid	74-83-9	21	13
23	CH <sub>3</sub> I Methyljodid	74-88-4	1	2
24	1,2-DCE 1,2-Dichloroethylene	540-59-0	2	3
25	MeONO <sub>2</sub> Methylnitrat	598-58-3	104	388
26	EtONO <sub>2</sub> Ethylnitrat	625-58-1	16	60
27	i-PrONO <sub>2</sub> Iso-Propylnitrat	1712-64-7	14	16
28	n-PrONO <sub>2</sub> 1-Nitropropan	108-03-2	4	12
29	2-BuOnO <sub>2</sub> 2-Nitrobutane	600-24-8	-	15
30	Ethane	74-84-0	-	22116
31	Ethene = Ethylen	74-85-1	234	564880
32	Acetylen =Ethyne	74-86-2	-	179582
33	Propane	74-98-0	-	2136
34	Propene	115-07-1	152	160834
35	iso-Butane	75-28-5	5	84
36	n-Butane	106-97-8	-	2151
37	1-Butene	106-98-9	44	42297
38	iso-Butene	115-11-7	918	13750
39	trans-2-Butene	624-64-6	20	4100
40	cis-2-Butene	590-18-1	13	3346
41	iso-Pentane	78-78-4	-	541
42	n-Pentane	109-66-0	-	580
43	1,3-Butadiene	106-99-0	-	44904
44	2-Methyl-1,3-butadien = Isoprene	78-79-5	-	6523
45	2-Methylpentane	107-83-5	-	231
46	3-Methylpentane	96-14-0	-	114
47	n-Hexane	110-54-3	174	576
48	n-Heptane	142-82-5	4897	2288
49	Benzene	71-43-2	121	47449
50	Toluene	108-88-3	105	15554
51	Ethylbenzene	100-41-4	96	2404
52	m-Xylene	108-38-3	347	3215
53	p-Xylene	106-42-3	298	2180
54	o-Xylene	95-47-6	484	4243
55	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	159	1511
56	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	718	3828
	<b>Summe (27) Miligramm/ kg Kerosin</b>	<b>mg</b>	<b>1,1</b>	<b>122,7</b>
	<b>Summe g (1+2) Gramm/kg Kerosin</b>	<b>g</b>	<b>0,77</b>	<b>22,9</b>
	<b>Summe ohne 1+2 Miligramm/kg Kerosin</b>	<b>mg</b>	<b>9,9</b>	<b>1133,6</b>



**In der NASA- Untersuchung über Triebwerksabgase wurden 56 chemische Verbindungen analysiert. Davon haben mindestes**

## **27 Verbindungen gesundheitsschädigende Wirkung**

- > Toxisch für Leber und Niere**
- > Fortpflanzungsschädlich**
- > Krebs erzeugend**

Quellen:

- Anderson et al. 2005: „Experiment to Characterize Aircraft Volatile Aerosol and Trace-Species Emissions”, Hydrocarbon emissions from a modern commercial airliner, NASA Langley Research Center, 33 ff.
- CAS = Chemical Abstracts Service
- Sicherheitsdatenblätter

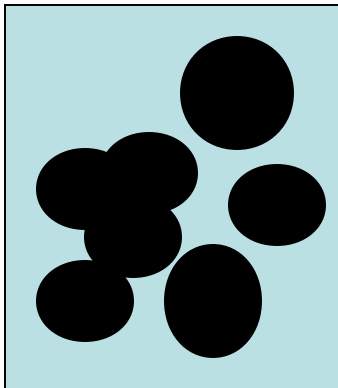
Zusammenstellung der Liste und  
Schadwirkungen:

Dr. Walter Gränzer, Christian Franck

**Feinstaub (Particulate Matter) aus der Kerosinverbrennung kann man in 4 Größenklassen einteilen. Gemessen werden bisher nur  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ . Wesentlich gefährlicher für die Gesundheit sind jedoch die ultrafeinen Partikel (UFP) und Nanopartikel. Auch gefilterte Luft enthält noch fast alle Feinst-Staubpartikel.**

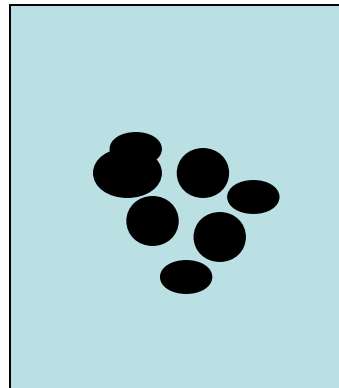
$PM_{10}$

bis  $10 \mu m$



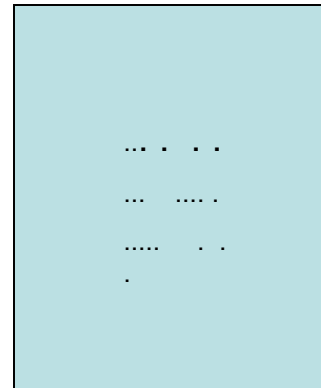
$PM_{2,5}$

bis  $2,5 \mu m$



UFP

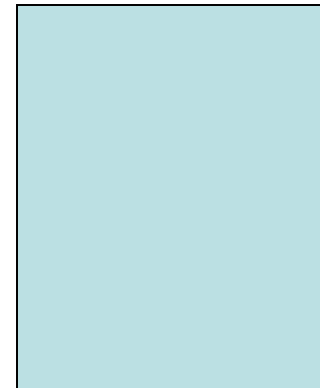
$< 2,5 \mu m$



Nanopartikel

$< 100 \text{ nm}$

nicht maßstabsgerecht darstellbar



**Gewicht: 97-99 %**

**Anzahl: 97 %**

# **Feinst-Staub und Nanopartikel gelangen**

- durch die Lunge ins Blut und Gehirn**
- auf ihnen die Kohlenwasserstoffe**

besonders gefährlich sind die krebserregenden  
**halogenierten und polyzyklischen aromatischen  
Kohlenwasserstoffe.**

**Für diese gibt es keinen Grenzwert, weil eben schon geringste  
Mengen wirksam sein können.**

# Viele Studien belegen das erhöhte Krebsrisiko durch die Schadstoffe für Anwohner

Studie: Luftqualität Teterboro, New Jersey, USA 2008

Schadstoff	Flughafen	urbaner Hintergrund
Acetaldehyd	7,2 E-6	2,6 E-6
Benzol	1,0 E-5	3,9 E-6
Ethylbenzen	1,9 E-6	3,3 E-7
Formaldehyd	1,4 E-4	2,5 E-5
Methylenchlorid	1,5 E-6	1,6 E-7
<b>Gesamtrisiko</b>	1,6 E-4	3,2 E-6
=	<b>1,6 : 10 000</b>	<b>3,2 : 100000</b>
	<b>5 x höher</b>	

Eine weitere Studie am Santa Monica Airport bei Los Angeles, der sehr eng umbaut ist, zeigte ebenfalls eine Zunahme der Krankheitsfälle durch Feinstaub und PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus den Ergebnissen und Gegebenheiten in Santa Monica:

**Um den Flughafen Santa Monica besteht  
keine Pufferzone  
zwischen Flughafen und Wohngebiet.**

Das Wohngebiet ist den Schadstoffbelastungen  
direkt ausgesetzt.

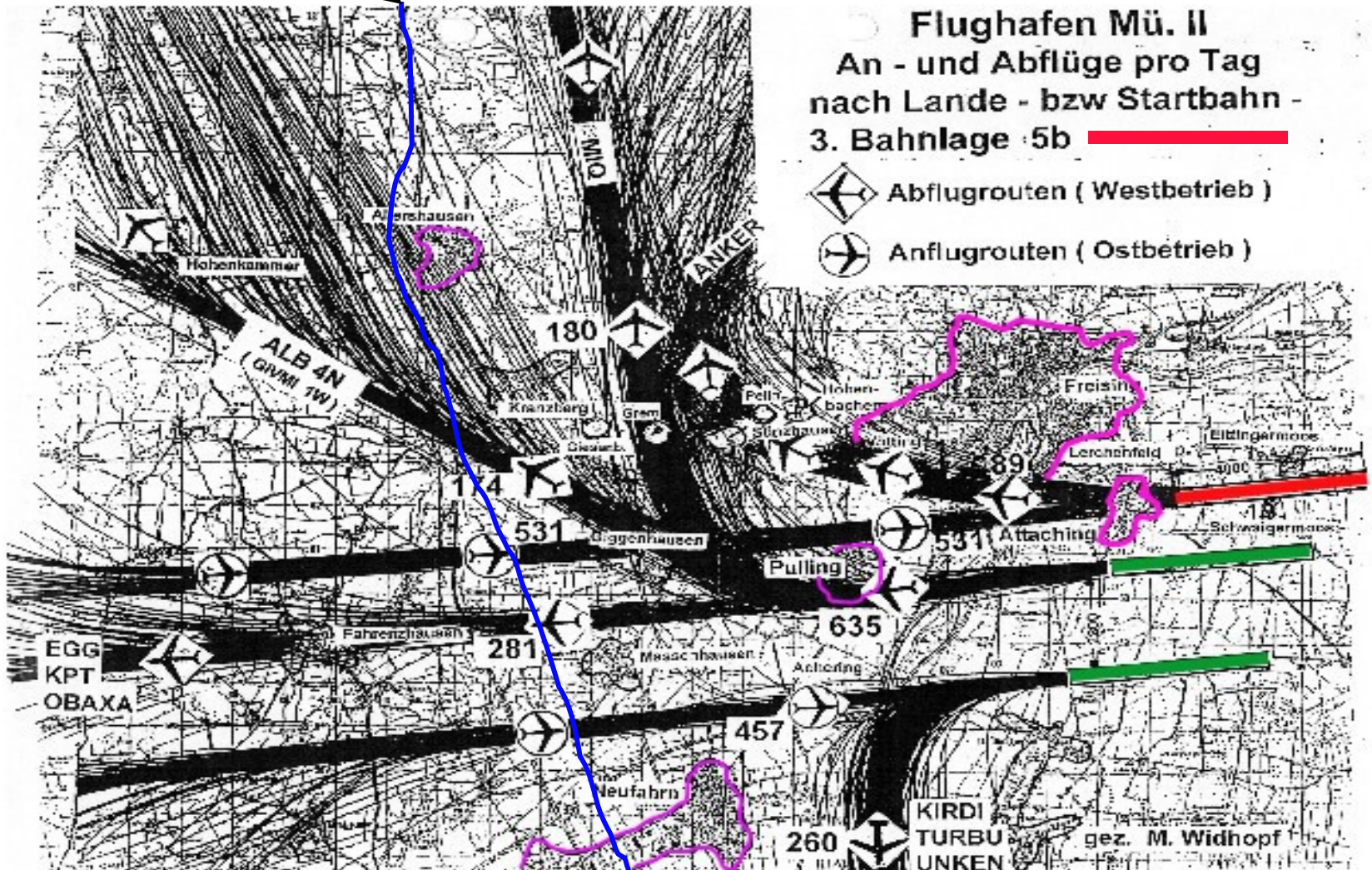
**Die geplante 3. Startbahn in München würde die jetzt teilweise vorhandene  
Pufferzone zwischen Freising und dem Flughafen vernichten.**

**wenn schon Flughäfen oder Startbahnen, dann:**

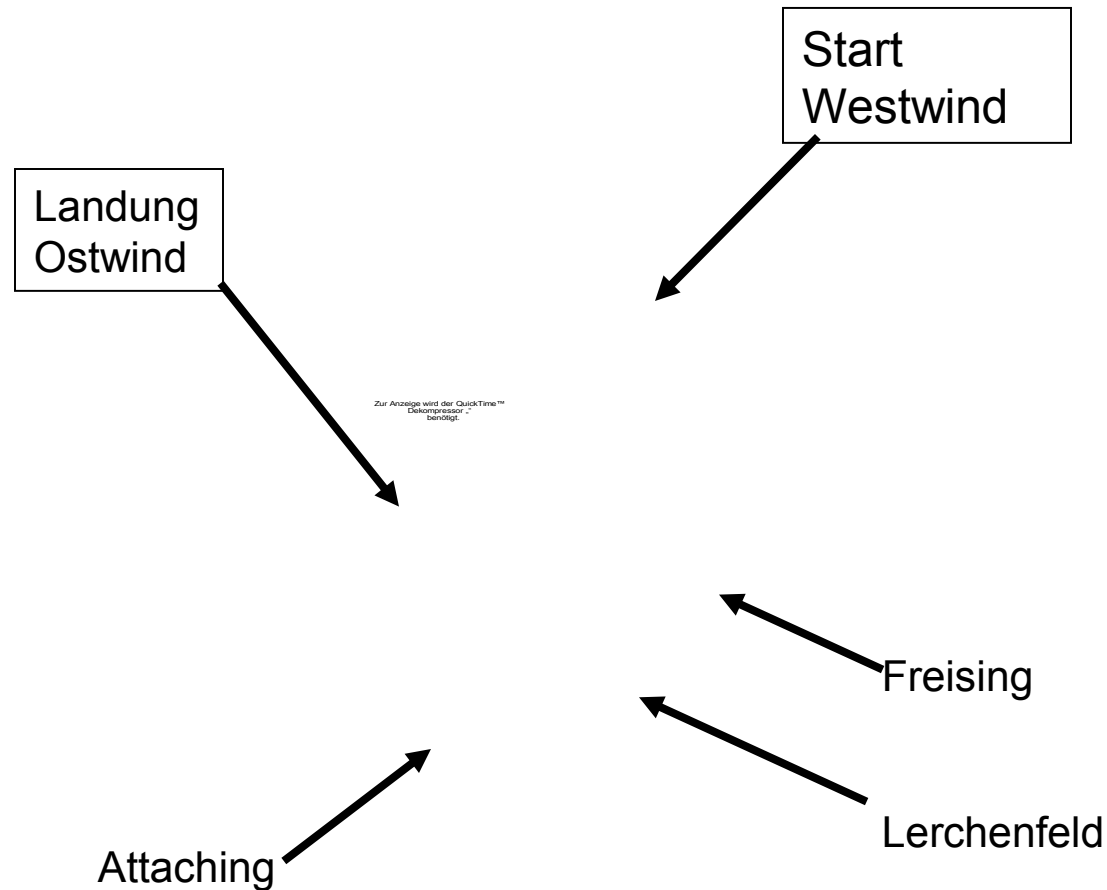
*sollten Flughäfen möglichst  
weit weg  
von bewohntem Gebiet gebaut  
und betrieben werden*

**und nicht, wie auf der nächsten Seite gezeigt!**

Autobahn München Nürnberg



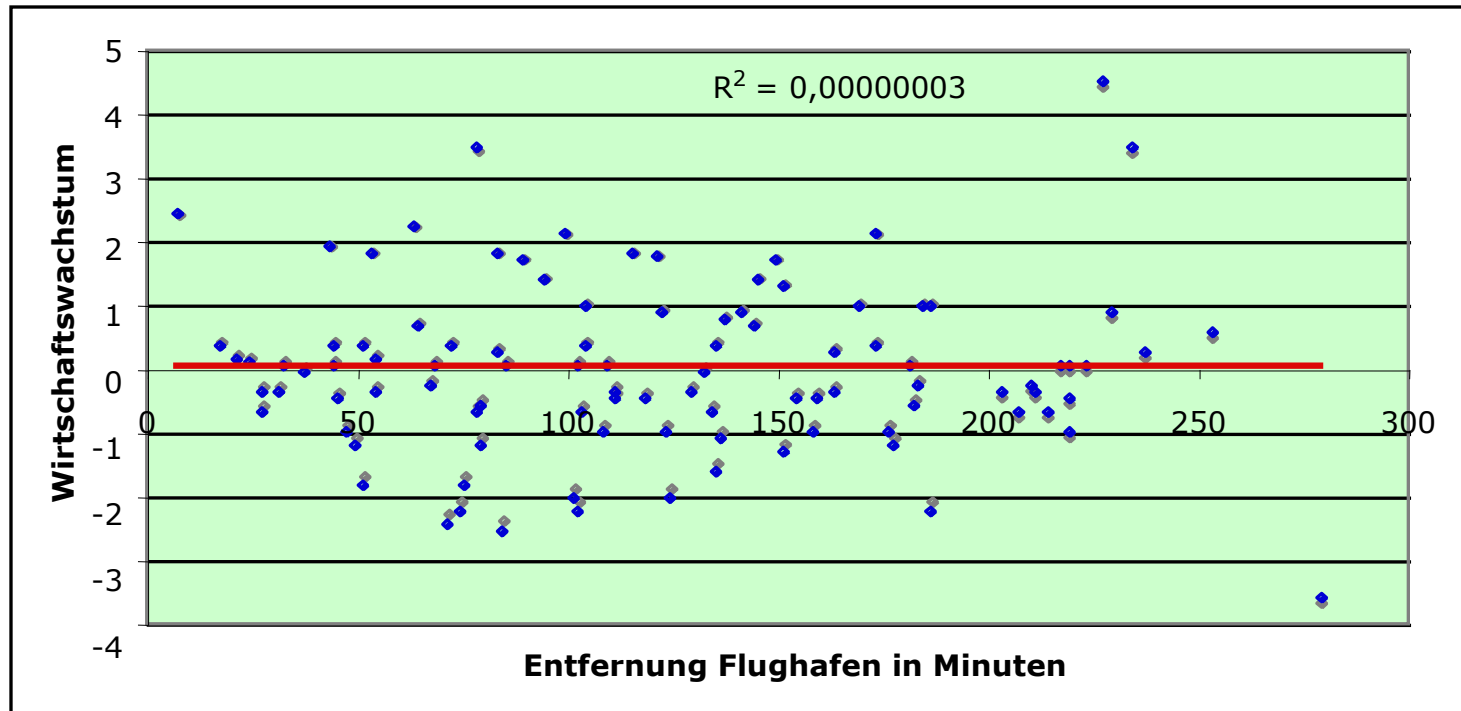
Lärmbelastung für Freising und Umgebung durch die geplante 3. Startbahn am Flughafen München (Stadtentwicklungsplan STEP). Die Karte entspricht in etwa auch der Schadstoffbelastung bei Windstille oder schwachem Wind. Je nach Windrichtung und Stärke werden andere Gebiete belastet. Die Schadstoffmenge insgesamt bleibt gleich.





# Haben die Bewohner der Region wenigstens wirtschaftliche Vorteile durch den Ausbau eines Flughafens?

## Wie hängen Wirtschaftswachstum und Flughafen zusammen?



Die Nähe zu einem Flughafen spielt hinsichtlich des Wirtschaftswachstums einer Kommune keine Rolle. Die blauen Punkte markieren die untersuchten Standorte. In der Horizontalen ist ihre Entfernung zum Flughafen in Fahr-Minuten angegeben und in der Vertikalen ihre Abweichung vom durchschnittlichen Wirtschaftswachstum. Wenn ein Zusammenhang bestünde, müsste die rote Linie steil nach rechts oben zeigen.

# T a m e A v i a t i o n !



Wenn die vorstehenden Fakten Sie überzeugt haben,  
dann sagen Sie es bitte weiter!