



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
Abteilung Lärm und NIS

# Monetarisierung der externen Lärm-Kosten des Verkehrs in der Schweiz

Fachtagung Verkehrslärm ÖAL  
19. Oktober 2016



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
Abteilung Lärm und NIS

# Was kostet der Lärm?

# Was darf Lärmschutz kosten?

Fachtagung Verkehrslärm ÖAL

19. Oktober 2016



# Inhalt: 3 Geschichten

- **Volkswirtschaftlich Kosten**
  - Externe Effekte des Verkehrs
  - Hedonische Modelle
  - Berechnung der Lärm-Kosten des Verkehrs
- **Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand**
  - Index der wirtschaftlichen Tragbarkeit für Lärmschutzmassnahmen
- **Entschädigung für übermässigen Lärm**
  - Enteignung von Nachbarrechten



## Meine Frage an Sie:

***Wie wichtig ist Ihnen der Umgebungslärm, wenn sie eine neue Wohnung suchen?***

- 1: Irrelevant**
- 2: Eher nebensächlich**
- 3: Auch noch wichtig**
- 4: Ausschlaggebend**



# 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

- **Welche Lärm-Effekte erzeugen überhaupt Kosten?**
- **Wie quantifiziert man diese Effekte?**
- **Wie hoch sind die Lärmkosten insgesamt?**
- **Wie bedeutend sind Lärmkosten neben anderen Effekten?**



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Lärm kann krank machen und ...



## Lärm hat räumliche Auswirkungen

- *Einschränkungen der Raumplanung (insbes. innere Verdichtung)*
- *Verlust ruhige Erholungsräume*
- *Verschärfung der sozio-ökonomischen Segregation*
- *Verminderung der Standortattraktivität*

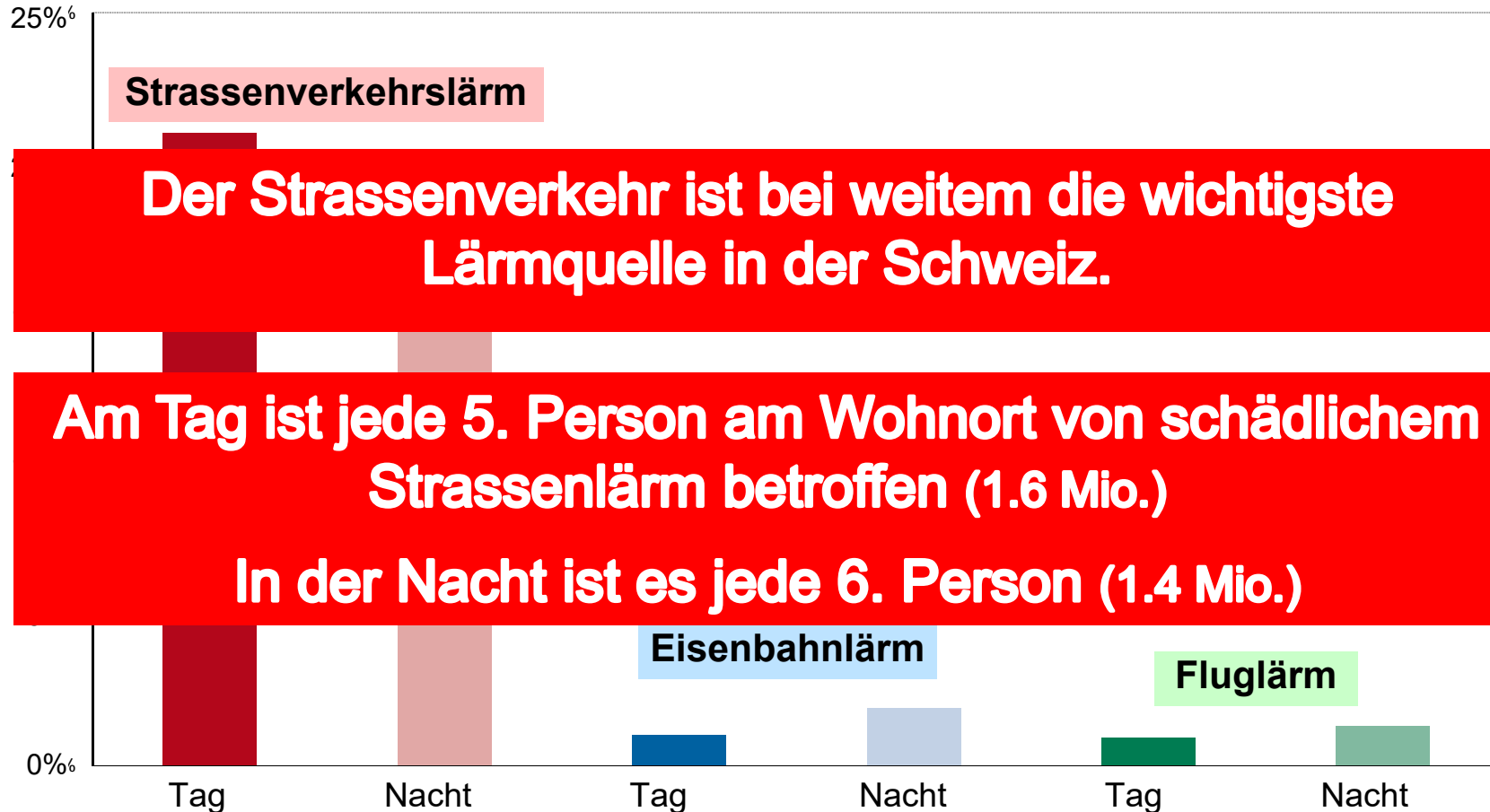


## Lärm verursacht Kosten



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Verkehrslärm ist die Haupt-Störquelle



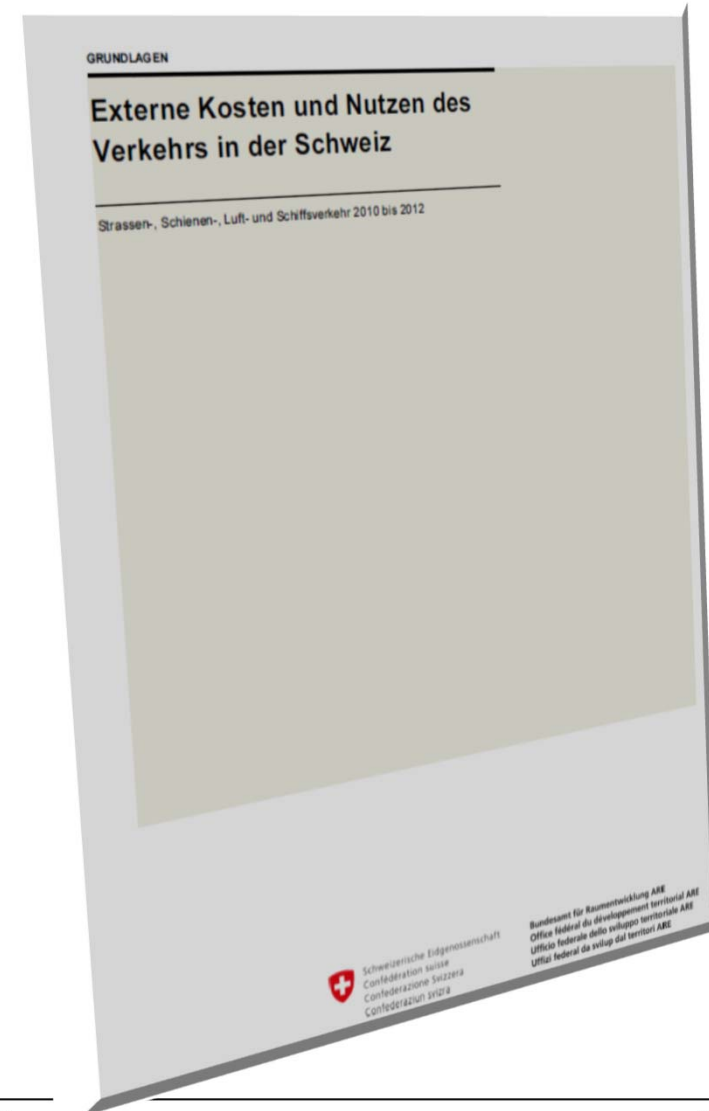
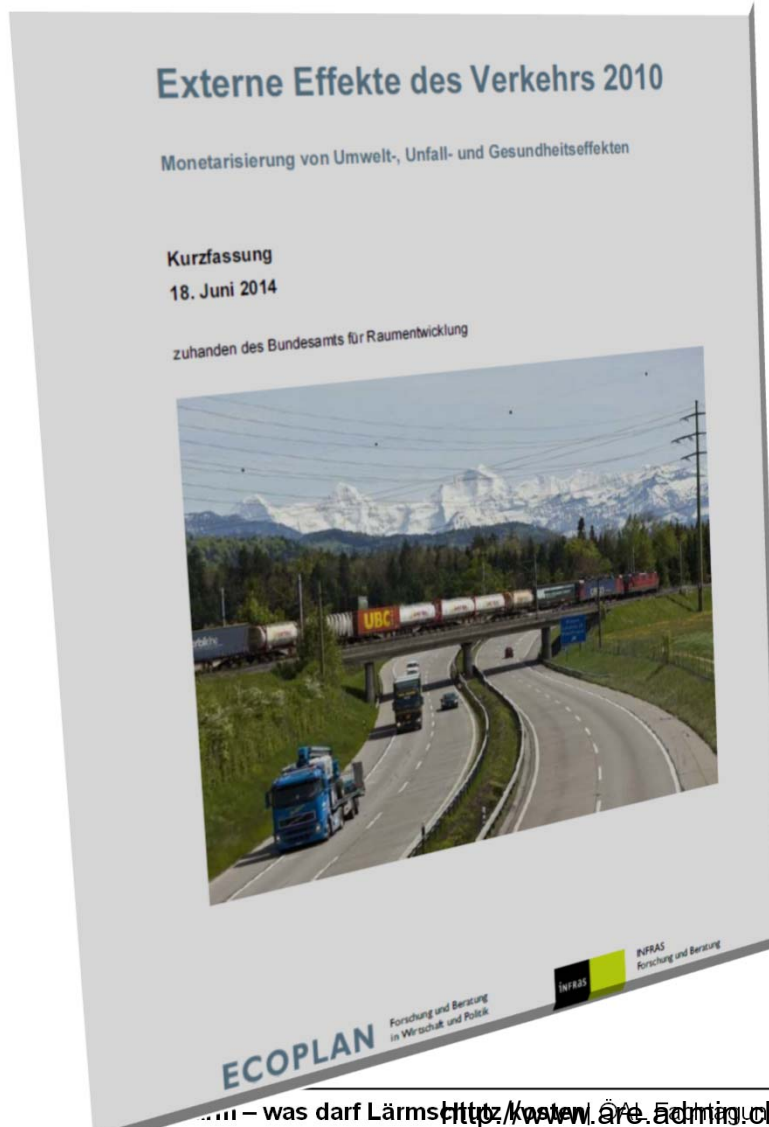
**Der Strassenverkehr ist bei weitem die wichtigste Lärmquelle in der Schweiz.**

**Am Tag ist jede 5. Person am Wohnort von schädlichem Strassenlärm betroffen (1.6 Mio.)**  
**In der Nacht ist es jede 6. Person (1.4 Mio.)**



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Verkehrslärm verursacht externe Kosten



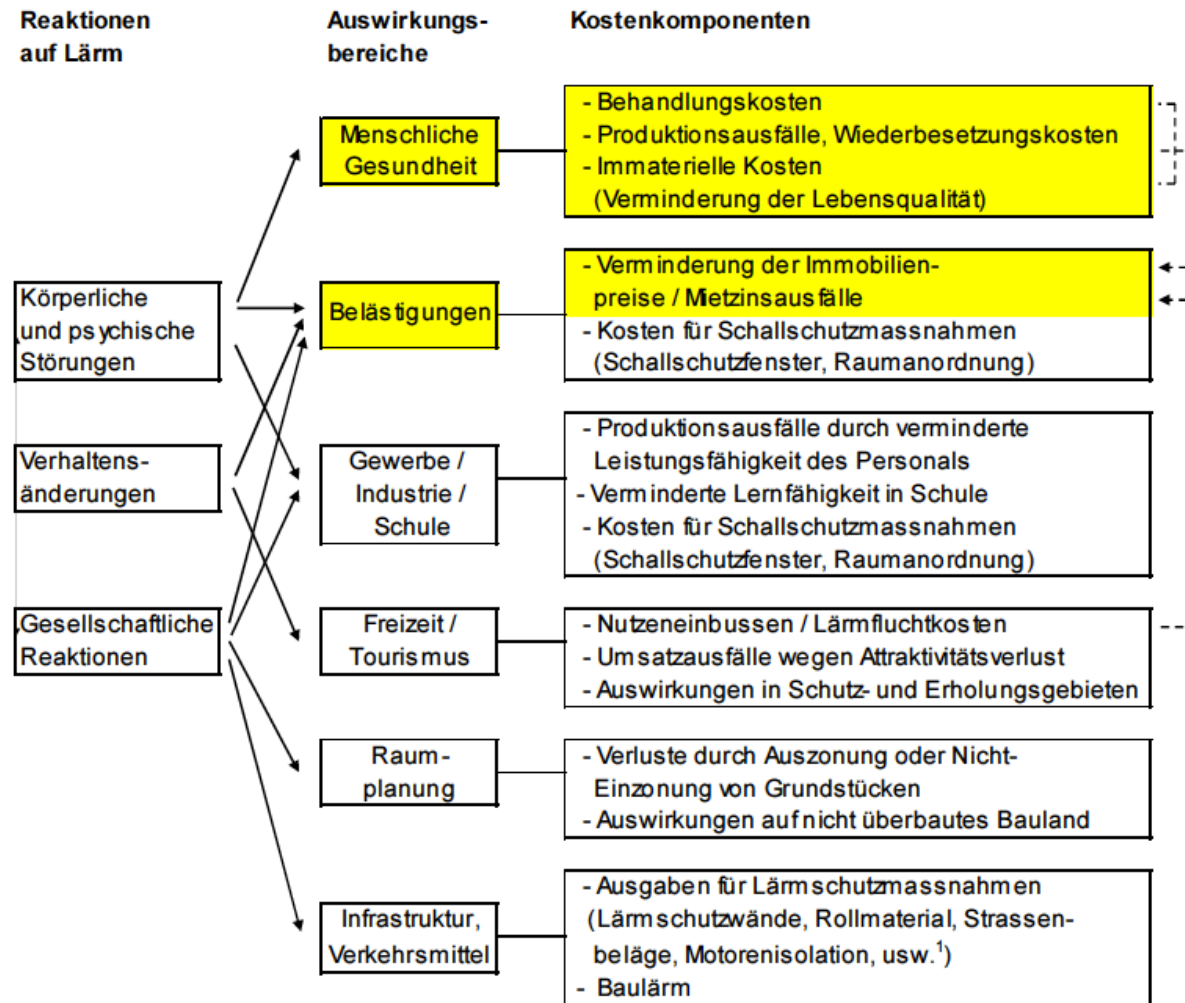




## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Wie entstehen Lärm-Kosten?

Abbildung 8-1: Auswirkungen des Lärms und bisher ermittelte Kosten

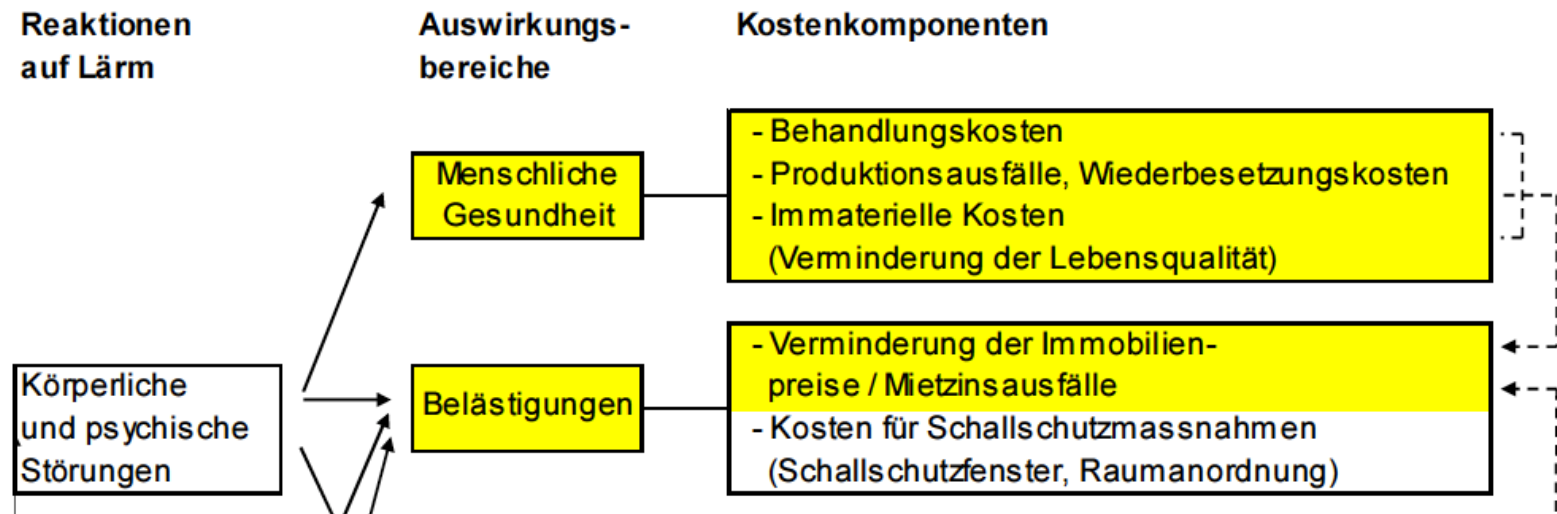




## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Welche Lärm-Kosten sind berücksichtigt?

Abbildung 8-1: Auswirkungen des Lärms und bisher ermittelte Kosten

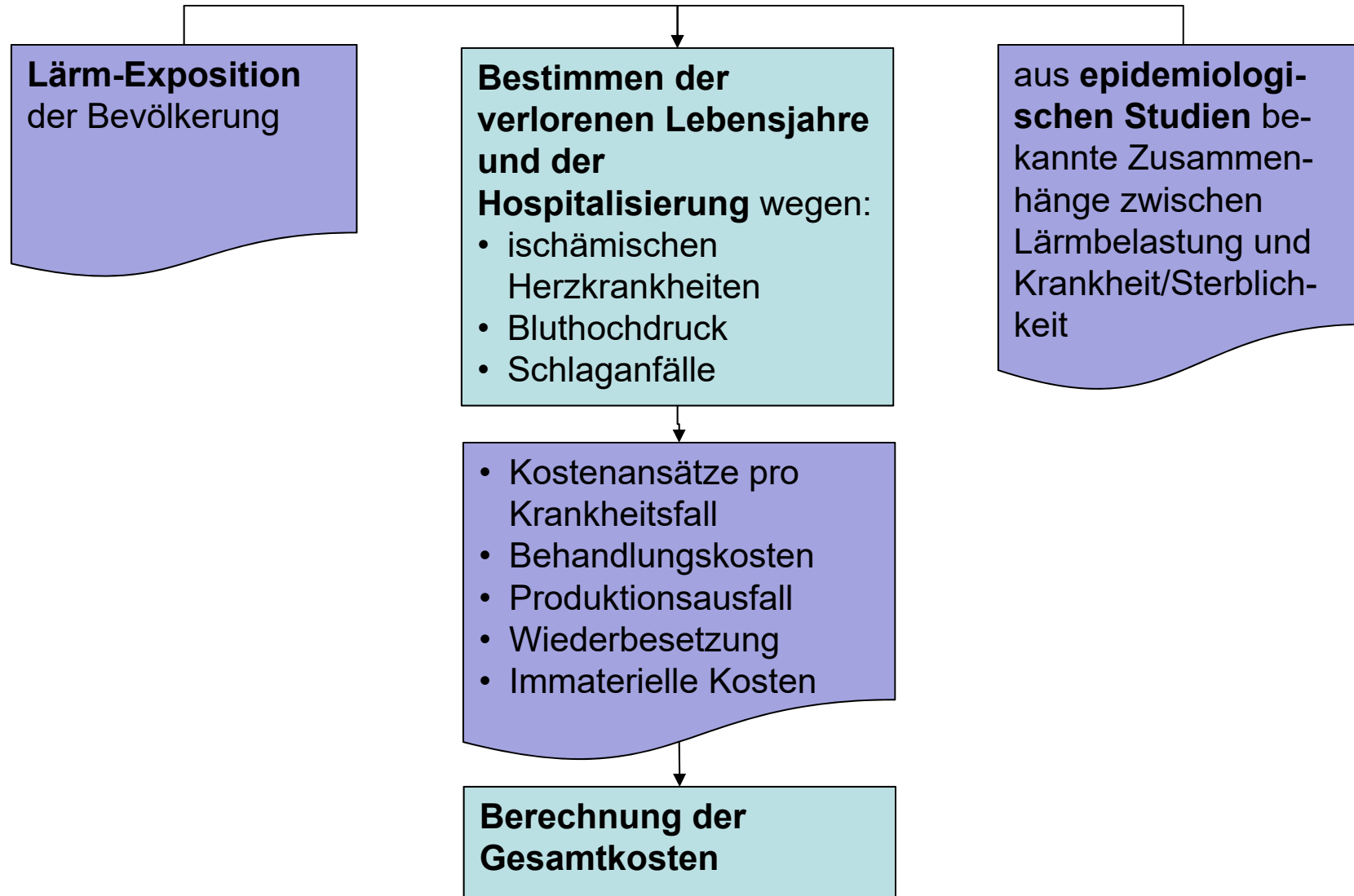


ecoplan/infras: Externe Effekte des Lärms 2010; Juni 2014



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Gesundheitskosten berechnen





## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Lärm-Exposition der Bevölkerung

## sonBASE: Lärmdatenbank Schweiz

Abb. 6a > Belastung durch den Strassenverkehrslärm in der Schweiz: Tag

Tag: 06–22 Uhr in dB(A).



Direktlink Strassenverkehrslärm Tag: Lärmbelastung durch Strassenverkehr (Lr\_Tag)



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Gesundheitskosten Strassenlärm

Abbildung 8-28: Lärmbedingte Gesundheitskosten durch den gesamten Strassenverkehr nach Krankheitsbildern und Kostenbestandteilen in Mio. CHF

	Medizinische Behandlungskosten	Nettoproduk- tionsausfall	Wiederbeset- zungskosten	Immaterielle Kosten	Total	Anteil am Total
Ischämische Herzkrankheiten	21.15	4.37	1.11	325.56	352.19	58.8%
– Verlorene Lebensjahre	-	2.26	1.11	399.11	402.48	51.2%
<b>Total</b>	<b>27.01</b>	<b>5.64</b>	<b>1.41</b>	<b>564.82</b>	<b>598.89</b>	<b>100.0%</b>
– Verlorene Lebensjahre	-	4.25	1.41	439.98	445.64	74.4%
– Hospitalisationen	27.01	1.23	-	31.27	59.51	9.9%
– Ambulante Behandlungen	-	0.16	-	93.57	93.73	15.7%
Anteil am Gesamttotal	4.5%	0.9%	0.2%	94.3%	100.0%	

Der Strassenverkehr verursacht jährlich externe Gesundheitskosten von rund 600 Mio. CHF pro Jahr

Alle Verkehrsträger verursachen rund 740 Mio. CHF pro Jahr (670 Mio. Euro)

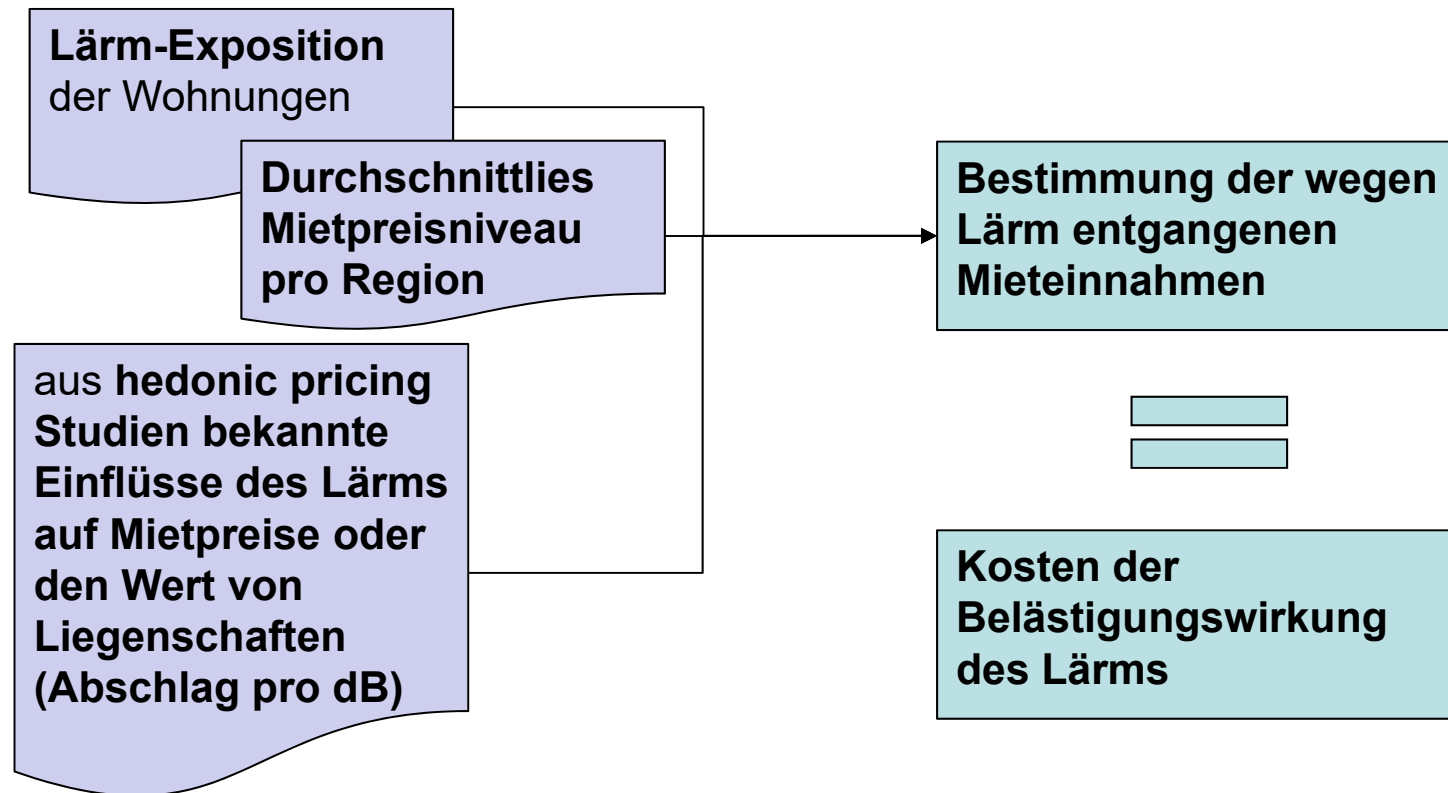
ecoplan/infras: Externe Effekte des Lärms 2010; Juni 2014



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Belästigungswirkung berechnen

Als Indikator für die Belästigung dient die lärmbedingte Abnahme der Mietpreise



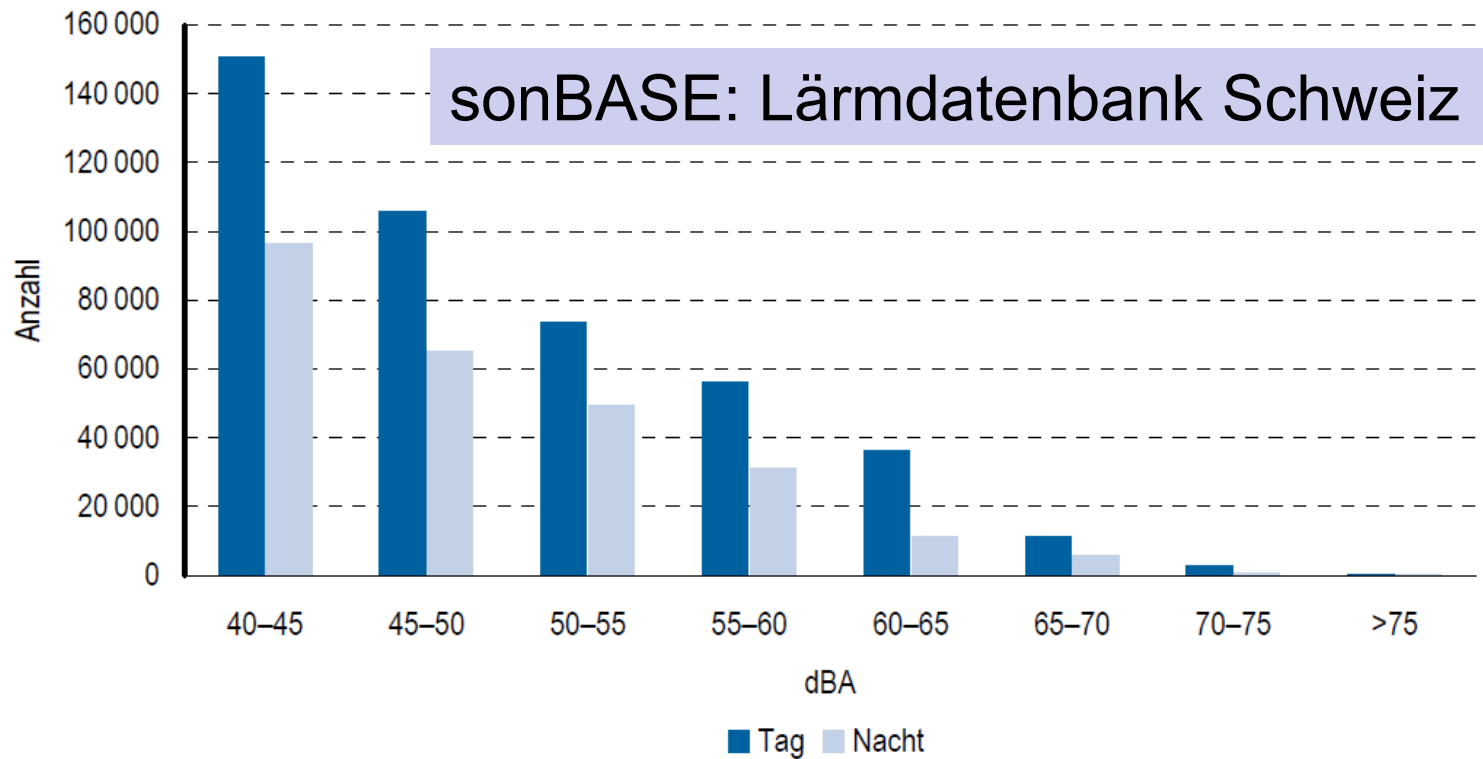


## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Lärm-Exposition der Wohnungen

Abb. 18 > Wohnungen mit Eisenbahnlärmbelastung in der Schweiz

in 5-dB(A)-Pegelklassen



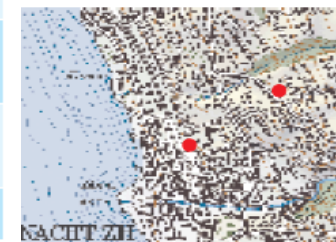
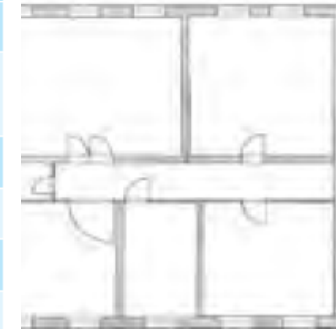


## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Hedonische Modelle - Zahlungsbereitschaft

### Preiseffekte der Mikrolage auf Mietobjekte

Mikrolage	Beschreibung	Preiseffekt
Seelage	Seeufer (< 100 Meter)	7,1%
	Distanz zu See (in 1000 Metern, maximal 10'000)	-0,7%
Seesicht	mittel (> 10 und <= 100)	3,3%
	gut bis sehr gut (> 100)	5,0%
Exposition und Hangneigung	Süden, Südwesten, Westen	1,2%
	Hangneigung > 9 Grad	3,1%
	Hangneigung 5-9 Grad	1,0%
Bergsicht und Seesicht	mehr als 3 sichtbare Berge und sehr gute Seesicht	4,0%
	mehr als 15 sichtbare Berge und sehr gute Seesicht	10,4%
Distanzen	Nähe Grünfläche (Distanz < 100 Meter)	0,4%
	Nähe Hochspannungsleitung (Distanz < 150 Meter)	-3,1%
	Nähe Bahnlinie	-1,8%
Lärm	Strassenlärm pro dB (Nacht > 40 bzw. Tag > 50)	-0,19%
	Bahnlärm pro dB (Nacht > 40 bzw. Tag > 50)	-0,26%
	Fluglärm pro dB (Tag > 50)	-0,11%







## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Einfluss des Lärms auf die Mietpreise

Abbildung 8-18: Vergleich des Lärmeinflusses in verschiedenen Hedonic-Pricing-Studien für die Schweiz (Ergebnisse für Mietwohnungen grau hinterlegt)

Autor	Ort	Anzahl Beobachtungen	Abnahme Wohnungspreis pro dB		Schwellenwert	
			Tageslärm	Nachtlärm	Tageslärm	Nachtlärm
Ecoplan 2001	Kanton Zürich 1995-99	380 Einfamilienhäuser / Eigentumswohnungen	Strasse: 0.66%		55 dB(A)	
Baranzini / Ramirez 2005	Kanton Genf	13'064 Mietwohnungen	0.28%		50 dB(A)	
	Agglomeration Genf	10'018 Mietwohnungen	0.20%		50 dB(A)	
	Land (Restkanton Genf)	3'073 Mietwohnungen	0.63%		50 dB(A)	
<b>855'693 Mietwohnungen</b>			Strasse: 0.21% Schiene: 0.24%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB	
<b>83'856 Stockwerkeigentumswohnungen</b>			Strasse: 0.59% Schiene: 0.47%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB	
<b>850'000 Mietwohnungen</b>			Strasse: 0.15% Schiene: 0.15% <b>Luft: 0.18%</b>		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB bzw. 45 dB(A) Luft	
<b>78'000 Stockwerkeigentumswohnungen</b>			Strasse: 0.22% Schiene: 0.35% Luft: 0.35%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB bzw. 45 dB(A) Luft	
<b>67'000 Einfamilienhäuser</b>			Strasse: 0.72% Schiene: 0.71%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB	
		eigentumswohnungen	Schiene: 0.47%		Nachtlärm < 40 dB	
Wüest & Partner 2013 <sup>3</sup>		850'000 Mietwohnungen	Strasse: 0.15% Schiene: 0.15% <b>Luft: 0.18%</b>		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB bzw. 45 dB(A) Luft	
		78'000 Stockwerkeigentumswohnungen	Strasse: 0.22% Schiene: 0.35% Luft: 0.35%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB bzw. 45 dB(A) Luft	
		67'000 Einfamilienhäuser	Strasse: 0.72% Schiene: 0.71%		50 dB(A), falls Nachtlärm < 40 dB	

<sup>1</sup> MIFLU = Minderwert Fluglärm, zitiert in SIV (2006), SIVinfos Nr. 21, S. 10, bzw. ZKB (2010), Biber Pitta, S. 27

<sup>2</sup> Bundesverwaltungsgericht. Urteil vom 19. Januar 2011 (A 2684/2010). Un ecoplan/infras: Externe Effekte des Lärms 2010; Juni 2014

<sup>3</sup> Unveröffentlichte Resultate, die wir direkt von Wüest & Partner erhalten haben. Diese sind basierend auf einer Transaktionsmethode des Hedonic Pricing (siehe hierzu die neu gesehen), insbesondere wurde neu das gleiche Lärmass wie in der ZKB-Studie (2012) verwendet.



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Verwendete Faktoren für Mietpreiseinfluss

Abbildung 8-20: Abnahme der Wohnungspreise pro dB(A)

Verkehr	Lärmklassen	Miet-wohnungen	Stockwerk-eigentum	Einfami-lienhaus	Durchschnitt Eigentumswohnung	Durchschnitt alle Wohnungen
Strassenverkehr	Nachtlärm > 40 dB(A) / Tageslärm > 50 dB(A)	0.21%	0.59%	n.a.	0.59%	0.25%
Schienenverkehr	Nachtlärm > 40 dB(A) / Tageslärm > 50 dB(A)	0.24%	0.47%	n.a.	0.47%	0.27%
Luftverkehr	Tageslärm > 50 dB(A)	0.45%	1.20%	0.87%	1.04%	0.52%

Berechneter Wert.

ecoplan/infras: Externe Effekte des Lärms 2010; Juni 2014

- Der Mietpreiseinfluss ist abhängig von der Lärmquelle (Luftfahrt > Strasse)
- Bei Eigentum ist der Einfluss grösser als bei Miete
- Der Markt reagiert bereits unterhalb der Lärmschutz-Grenzwerte
- Die Belästigungswirkung kostet 1055 Mio. CHF (950 Mio. Euro)



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Gesamte externe Kosten des Verkehrs

Abbildung 18: Externe Effekte des Verkehrs 2010-2012  
(Sicht Verkehrsträger)

Externe Kosten in Mio. CHF			2010	2011	2012
Strassenverkehr	Personenverkehr	Mot. priv. PV	5 533	5 693	5 700
		LV	900	976	892
		ÖPV	194	198	198
	Güterverkehr	1 152	1 160	1 205	
Schienenverkehr	Personenverkehr	410	421	428	
	Güterverkehr	317	325	331	
Luftverkehr	Personenverkehr	840	923	948	
	Güterverkehr	77	81	82	
Schiffsverkehr	Personenverkehr	31	30	30	
	Güterverkehr	27	27	27	
<b>Total externe Kosten</b>			<b>9 481</b>	<b>9 835</b>	<b>9 842</b>
Externer Gesundheitsnutzen Langsamverkehr			-1 281	-1 401	-1 429

Die Kosten entsprechen rund 1.5% BIP

Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung (2016), Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz. Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr 2010 bis 2012.



## 1. Volkswirtschaftliche Kosten des Verkehrs

# Lärmkosten im Vergleich

in Mio. CHF	Strasse			Schiene	Luft	Schiff	Total
	Mot. priv. PV u.GV	LV	ÖPV				
Gesundheitsschäden Luftverschmutzung	1 444	-	60	185	37	29	1 756
Gebäudeschäden Luftverschmutzung	297	-	12	38	8	6	362
Ernteaufälle Luftverschmutzung	52	-	4	1	2	1	59
Waldschäden Luftverschmutzung	45	-	3	1	1	1	51
Biodiversitätsverluste Luftverschmutzung	134	-	7	2	3	3	148
<b>Lärm</b>	<b>1 427</b>	<b>-</b>	<b>37</b>	<b>269</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>1 799</b>

Jährliche externe Kosten für Lärm in der Schweiz:

- Gesundheitskosten 745 Mio. CHF
- Belästigung 1'055 Mio. CHF
- **Alles in allem pro Jahr 1'800 Mio. CHF**  
(1'620 Mio. Euro)

**→ Lärmbekämpfung lohnt sich!**



## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

- **Wozu brauchen wir Kostenüberlegungen?**
- **Wie kann man das Wissen über externe Kosten für einzelne Lärmschutzprojekte nutzbar machen?**
- **Wie teuer darf eine Lärmschutzwand sein – oder welche Massnahmen sind verhältnismässig?**



2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Crash Kurs zum Schweizerischen Lärmschutzkonzept - 1

- **Seit 1985 ist Lärmschutz integrierter Teil jedes Projekts für eine Anlage, die Lärm erzeugen kann.**
- **Seit 1987 gibt es für die wichtigsten Lärmarten Grenzwerte.**
- **Bestehende Anlagen, welche diese Grenzwerte nicht einhalten, müssen saniert werden. Die Bundesregierung hat dazu Fristen verordnet.**
- **Die Kosten der Massnahmen gehen zulasten der Lärmerzeuger (Verursacherprinzip).**
- **Die Umweltschutzbehörden werden bei den Sanierungen angehört.**



2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Crash Kurs zum Schweizerischen Lärmschutzkonzept - 2

## 3. Stufe

Schallschutz am Gebäude  
«Kosten zulasten Lärmerzeuger»

Alarmwert

## 2. Stufe:

Strengere Massnahmen bis zur  
Einhaltung IGW; Ausnahmen, wenn  
Kosten «unverhältnismässig»

Lärm ist schädlich oder lästig  
(Immissionsgrenzwert IGW)

## 1. Stufe

Vorsorgliche Massnahmen:  
«Stand der Technik»

- Konzept gilt für alle Anlagen
- Bei neuen Anlagen gelten strengere grenzwerte

Was bedeutet  
«verhältnismässig»





## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Verhältnismässigkeit - Nutzen

- **Volkswirtschaftlicher Nutzen der Lärmschutzwand ist berechenbar**

Abbildung 8-20: Abnahme der Wohnungspreise pro dB(A)

Verkehr	Lärmass	Miet- wohnungen	Stockwerk- eigentum	Einfami- lienhaus	Durchschnitt Eigentumswohnung	Durchschnitt alle Wohnungen
Strassenverkehr	Nachtlärm > 40 dB(A) / Tageslärm > 50 dB(A)	0.21%	0.59%	n.a.	0.59%	0.25%
Schienenverkehr	Nachtlärm > 40 dB(A) / Tageslärm > 50 dB(A)	0.24%	0.47%	n.a.	0.47%	0.27%
Luftverkehr	Tageslärm > 50 dB(A)	0.45%	1.20%	0.87%	1.04%	0.52%
Berechneter Wert.						





## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Grundidee für die Abwägung

### Schritt A:

- Der maximal mögliche Nutzen von Lärmschutzmassnahmen in einem Projekt wird berechnet anhand der volkswirtschaftlichen Überlegungen (Mietpreismodell).  
→ Grössenordnung für die maximalen Investitionen

### Schritt B:

- Lärmschutzprojekte werden erarbeitet.
- Die **Effektivität** der einzelnen Varianten wird berechnet (Anteil Personen, die geschützt werden).
- Die **Effizienz** der Varianten wird berechnet (Verhältnis zwischen Jahreskosten und Jahresnutzen)
- Ist der Index höher als X, so gilt die Massnahme als verhältnismässig.

→ **Index = Effektivität \* Effizienz**



## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

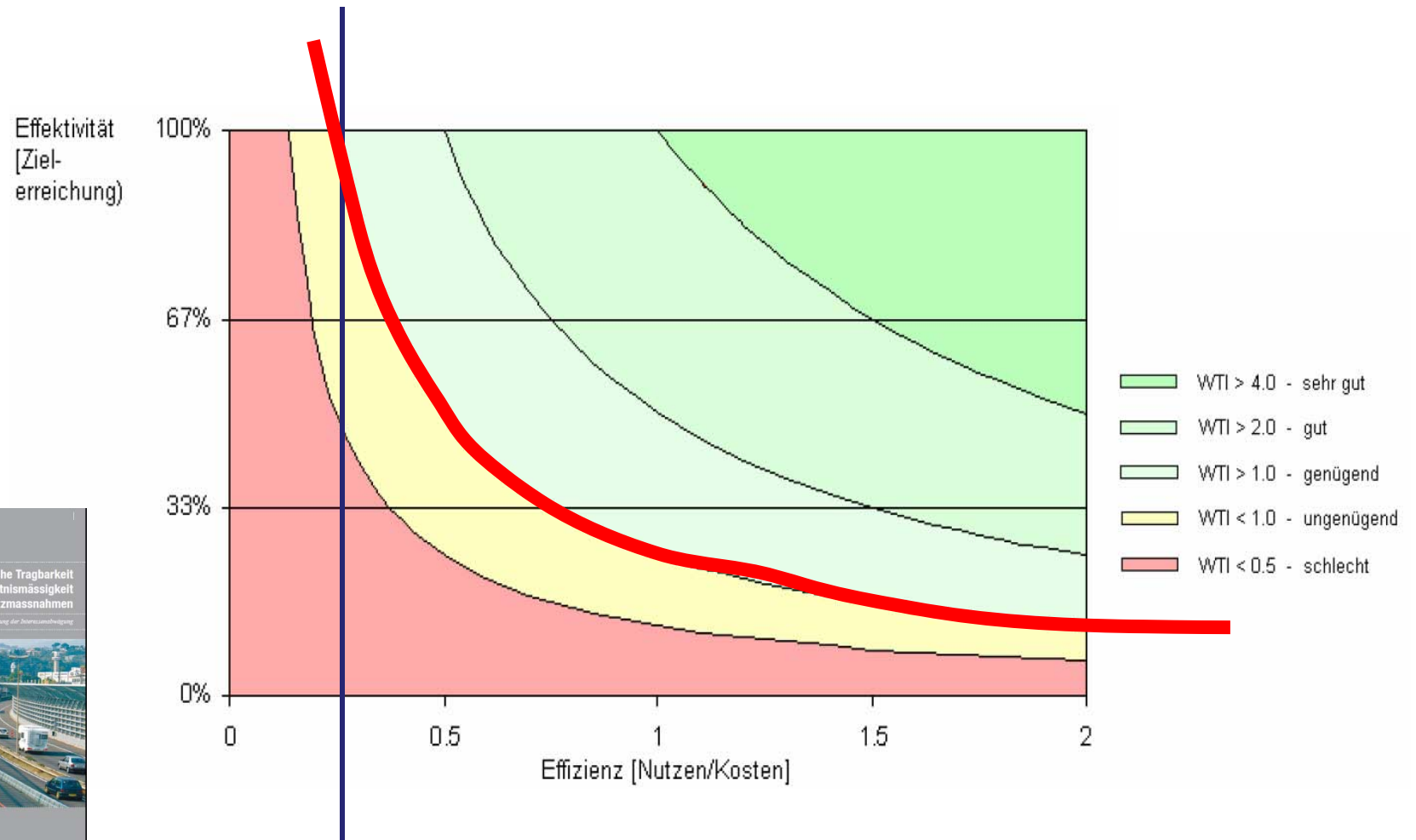
# Ausgestaltung Schweiz: Index zur wirtschaftlichen Tragbarkeit WTI

- **Index = Effektivität \* Effizienz / 25**
- **Ist der Index grösser als 1, ist die Massnahme verhältnismässig**
  - Bei einer Effektivität (Zielerreichung) von 100% dürfen die Jahreskosten 4 mal höher sein als der volkswirtschaftliche Jahresnutzen (Effizienz = 0.25; Effektivität = 100%; WTI= 1.0)
  - Bei einer Effektivität von 50% dürfen die Kosten doppelt so gross sein wie der Nutzen (Effizienz = 0.5; Effektivität = 50%; WTI = 1.0)
  - Bei einer Effektivität von 25% dürfen die Kosten gleich hoch sein wie der Nutzen (Effizienz = 1.0; Effektivität = 25%; WTI = 1.0)



## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Beurteilungsdigramm



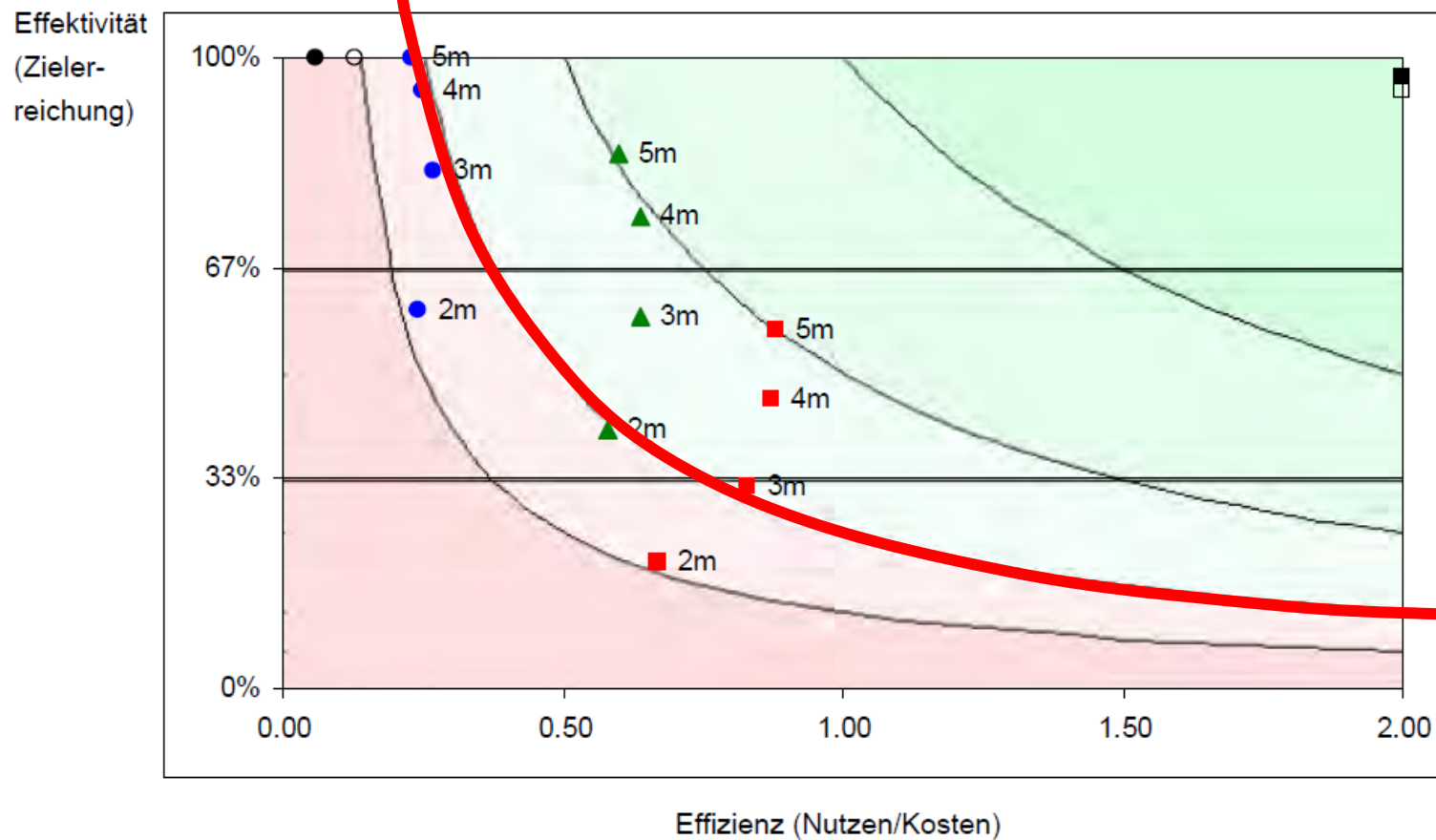
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00008/index.html?lang=de>



## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Beispiele

Effizienz-/Effektivitäts-Diagramm:





## 2. Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand

# Hilfsmittel für die Berechnung



### [WT-Exceltool UV-0637 für bestehende Anlagen](#)

Version 1.1 vom 22.02.2008

10.03.2008 | 303 KB | XLT

### [Testbeispiel für WT-Berechnung mit UV-0637 für bestehende Anlagen](#)

Version 1.1 vom 22.02.2008

10.03.2008 | 322 KB | XLS

### [WT-Exceltool UV-0637 für Neuanlagen](#)

Version 1.1 vom 22.02.2008

10.03.2008 | 324 KB | XLT

### [Testbeispiel für WT-Berechnung mit UV-0637 für Neuanlagen](#)

Version 1.1 vom 22.02.2008

10.03.2008 | 340 KB | XLS

UV-0609:

[Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen - Optimierung der Interessenabwägung. 2006](#)



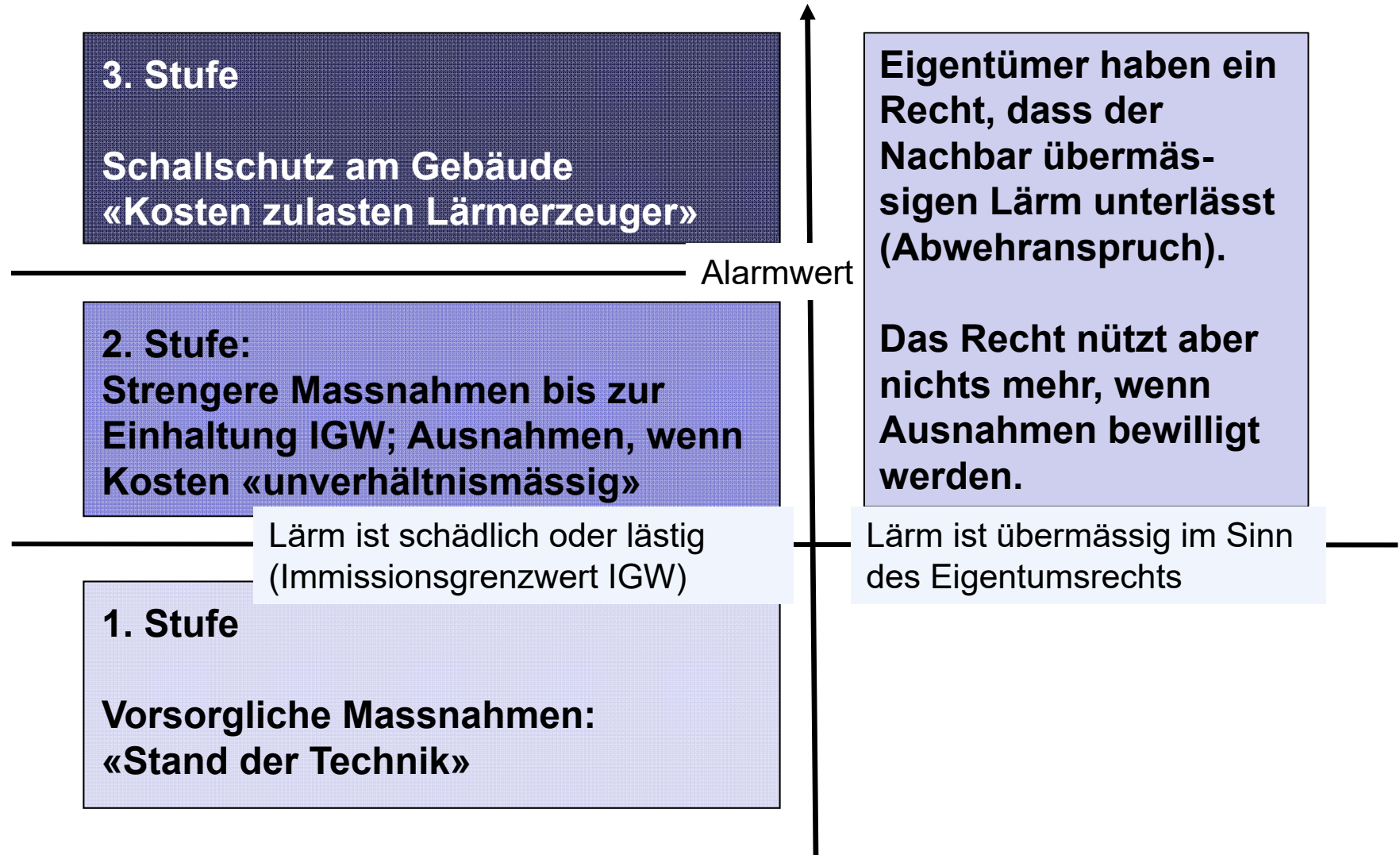
## 3. Entschädigung für übermässigen Lärm

- **Wenn ja das Grundeigentum wegen dem Lärm an Wert verliert – wer zahlt dafür?**
- **Wie kann sich der Grundeigentümer wehren?**
- **Wunsch oder Realität?**



### 3. Entschädigung für übermässigen Lärm

# Crash Kurs zum Eigentumsrecht





### 3. Entschädigung für übermässigen Lärm

# Entschädigung für Enteignung

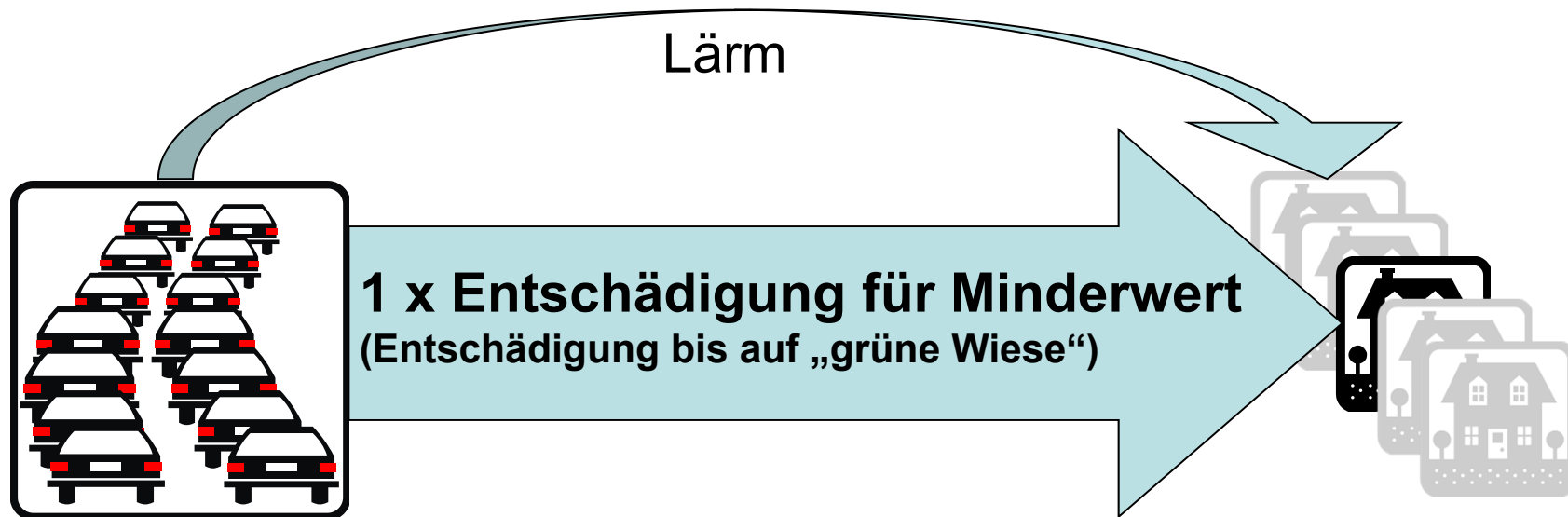
- Grundeigentümer kann die **Enteignung des Abwehranspruchs verlangen**
- **Voraussetzungen** für eine Entschädigung gemäss Rechtsprechung des Bundesgerichts:
  - Spezialität des Schadens (= IGW)
  - Schwere des Schadens (mind. 10% Minderwert)
  - Unvorhersehbarkeit des Schaden





### 3. Entschädigungen für übermässigen Lärm

# Das Entschädigungs-Modell



- Einmalige Kapitalabfindung (bis Situation ohne Lärm)
- Minderwertberechnung mit hedonischen Modellen
- Keine Rückerstattung, wenn der Lärm sinkt
- Voraussetzungen sind sehr streng.



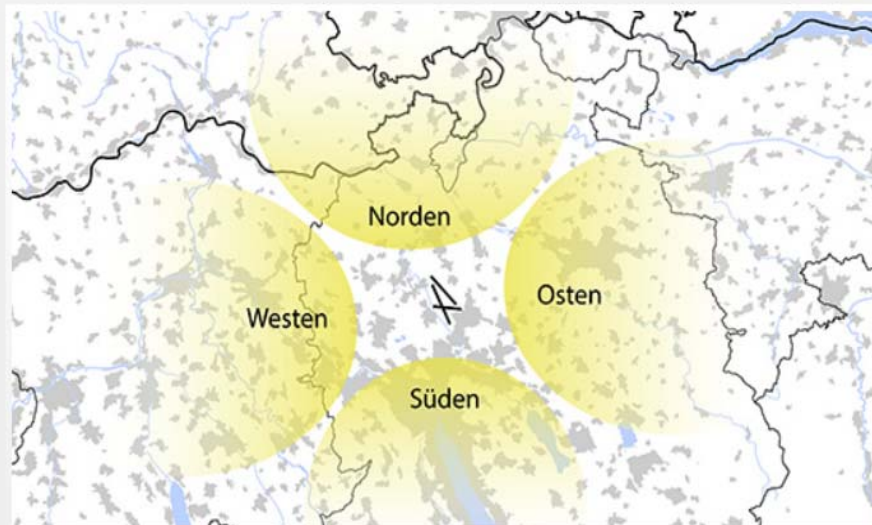
### 3. Entschädigungen für übermässigen Lärm

# Flughafen Zürich

## Lärmentschädigung

### Entschädigungsforderungen

Von den rund 20'000 beim Kanton Zürich bzw. bei der Flughafen Zürich AG eingereichten Entschädigungsbegehren konnten bisher über 6'200 erledigt und dabei CHF 50.9 Mio. an Lärmentschädigungen ausbezahlt werden.



Himmelsrichtungen

<https://www.flughafen-zuerich.ch/unternehmen/laerm-politik-und-umwelt/laermentschaedigung>

#### Kontakte

##### Recht & Umwelt / GRL

Postfach  
8058 Zürich-Flughafen  
Flughafen Zürich AG

#### Links

- › Eidg. Schätzungskommission Kreis 10
- › Schallschutz Flughafen Zürich AG
- › Airport Zurich Noise Found

#### Dokumente

- › Rückzugsformular (pdf, 0.02 MB)
- › Übersichtskarte der Immissionsgrenzwerte 2015 (pdf, 2.19 MB)
- › Grafik Vorgehensweise (pdf, 0.49 MB)



# Zum Schluss

- **Volkswirtschaftlich Kosten**
  - Flächendeckene Lärmdaten nötig
  - Hedonische Modelle ermöglichen Berechnung
  - Lärm-Kosten des Verkehrs sind enorm
- **Von der Volkswirtschaft zur Lärmschutzwand**
  - Mit den Methoden der volkswirtschaftlichen Kosten lassen sich Projektentscheide versachlichen.
- **Entschädigung für übermässigen Lärm**
  - Enteignung nützt dem Lärmschutz nichts.