Kanton Zürich
Baudirektion
Fachstelle Lärmschutz

Lärmtechnische Beurteilung von Luft/Wasser-Wärmepumpen

Ausbildungskurs für Fachleute der Privaten Kontrolle
Februar / März 2015

Markus Ringger, Gruner AG und FHNW, Referent FWS
→*Akustik-Grundlagen, lärmtechnische Beurteilung von WP*

Martin Wehrle, Fachstelle Lärmschutz des Kantons Zürich
→*Rechtliches, Private Kontrolle, Vollzugspraxis im Kt. ZH*

Begriffe / Abkürzungen

USG: Umweltschutzgesetz, SR 814.01
LSV: Lärmschutzverordnung, SR 814.41
WP, L/W-WP: **(**Luft/Wasser-)Wärmepumpe
PW: Planungswert = Grenzwert für (neue) WP
ES: Empfindlichkeitsstufe, z.B. ES II für Wohnzone
PK: Private Kontrolle
BBV I: Besondere Bauverordnung I (→ Grundlagen PK)
Lw: Schallleistungspegel [dB]
Lp: Schalldruckpegel [dB]
Lr: Beurteilungspegel [dB]
cb: cercle bruit (Vereinigung kantonaler Lärmschutzfachleute)

Weshalb ein Nachweis durch die PK?

Zunahme Anzahl L/W-WP, Zunahme Beschwerden

↓

Handlungsbedarf: Beurteilung des Lärms erforderlich

↓

Gemeinden: zeitliche Belastung, Fachwissen fehlt

↓

Keine oder ungenügende Prüfung
→ unnötige Lärmprobleme

↓

Aufwendige Sanierung statt sinnvolle Planung

Besser: Lärm bei der Planung miteinbeziehen und Probleme vermeiden!

Inhalt und Ziele

- Sie kennen…

  …die gesetzlichen Vorgaben und die kantonale Vollzugspraxis

  …häufige Ursachen von Beschwerden betreffend den Lärm von L/W-WP

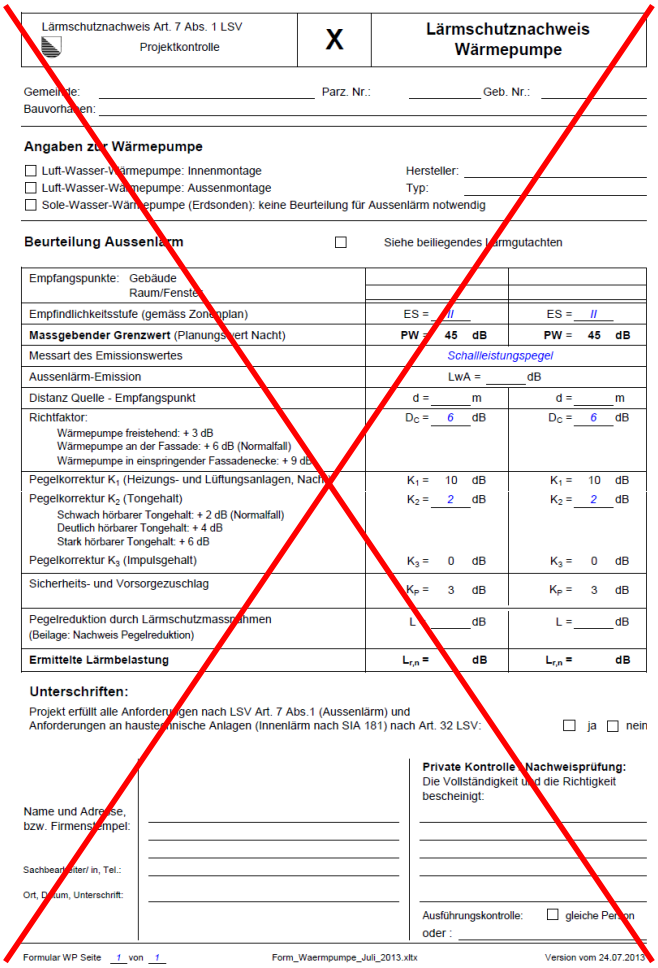
  …die Übertragungspfade bei innen und aussen aufgestellten L/W-WP
- Sie verfügen über das akustische Grundwissen, um (mittels Formular) einen einfachen Lärmschutz-Nachweis für LW-WP zu erstellen
- Sie können eine L/W-WP bezüglich Schallentwicklung so planen, dass Lärmprobleme vermieden werden

FALS

Private Kontrolle: Änderung BBV I

Ab dem 1. März 2015 gilt:

- Befugte aus dem Fachbereich Heizungsanlagen sind in „einfach“ beurteilbaren Fälle zur PK betreffend den Lärm von L/W-WP zugelassen
- Befugnis Heizungsfachleute beschränkt sich auf Formular LN-1a
- Befugte aus dem Fachbereich Schutz vor Lärm sind weiterhin in allen Fällen zur PK betreffend den Lärm von L/W-WP zugelassen
- Komplexe Fälle: durch Fachleute aus dem Bereich Schutz vor Lärm mittels Formular LN-1b abzuhandeln



Lärmschutznachweis Art. 7 Abs. 1 LSV Projektkontrolle	X	Lärmschutznachweis Wärmepumpe

Gemeinde: _____ Parz. Nr.: _____ Geb. Nr.: _____
Bauvorhaben: _____

Angaben zur Wärmepumpe

☐ Luft-Wasser-Wärmepumpe: Innenmontage — Hersteller: _____
☐ Luft-Wasser-Wärmepumpe: Aussenmontage — Typ: _____
☐ Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdsonden): keine Beurteilung für Aussenlärm notwendig

Beurteilung Aussenlärm ☐ Siehe beiliegendes Lärmgutachten

Empfangspunkte: Gebäude Raum/Fenster		
Empfindlichkeitsstufe (gemäss Zonenplan)	ES = II	ES = II
Massgebender Grenzwert (Planungswert Nacht)	**PW = 45 dB**	**PW = 45 dB**
Messart des Emissionswertes	*Schallleistungspegel*	
Aussenlärm-Emission	LwA = _____ dB	
Distanz Quelle - Empfangspunkt	d = _____ m	d = _____ m
Richtfaktor: Wärmepumpe freistehend: + 3 dB Wärmepumpe an der Fassade: + 6 dB (Normalfall) Wärmepumpe in einspringender Fassadenecke: + 9 dB	D_C = 6 dB	D_C = 6 dB
Pegelkorrektur K_1 (Heizungs- und Lüftungsanlagen, Nacht)	K_1 = 10 dB	K_1 = 10 dB
Pegelkorrektur K_2 (Tongehalt) Schwach hörbarer Tongehalt: + 2 dB (Normalfall) Deutlich hörbarer Tongehalt: + 4 dB Stark hörbarer Tongehalt: + 6 dB	K_2 = 2 dB	K_2 = 2 dB
Pegelkorrektur K_3 (Impulsgehalt)	K_3 = 0 dB	K_3 = 0 dB
Sicherheits- und Vorsorgezuschlag	K_P = 3 dB	K_P = 3 dB
Pegelreduktion durch Lärmschutzmassnahmen (Beilage: Nachweis Pegelreduktion)	L _____ dB	L = _____ dB
Ermittelte Lärmbelastung	**$L_{r,n}$ = dB**	**$L_{r,n}$ = dB**

Unterschriften:

Projekt erfüllt alle Anforderungen nach LSV Art. 7 Abs.1 (Aussenlärm) und Anforderungen an haustechnische Anlagen (Innenlärm nach SIA 181) nach Art. 32 LSV: ☐ ja ☐ nein

Name und Adresse, bzw. Firmenstempel: _____

Sachbearbeiter/ in, Tel.: _____

Ort, Datum, Unterschrift: _____

Private Kontrolle / Nachweisprüfung:
Die Vollständigkeit und die Richtigkeit bescheinigt: _____

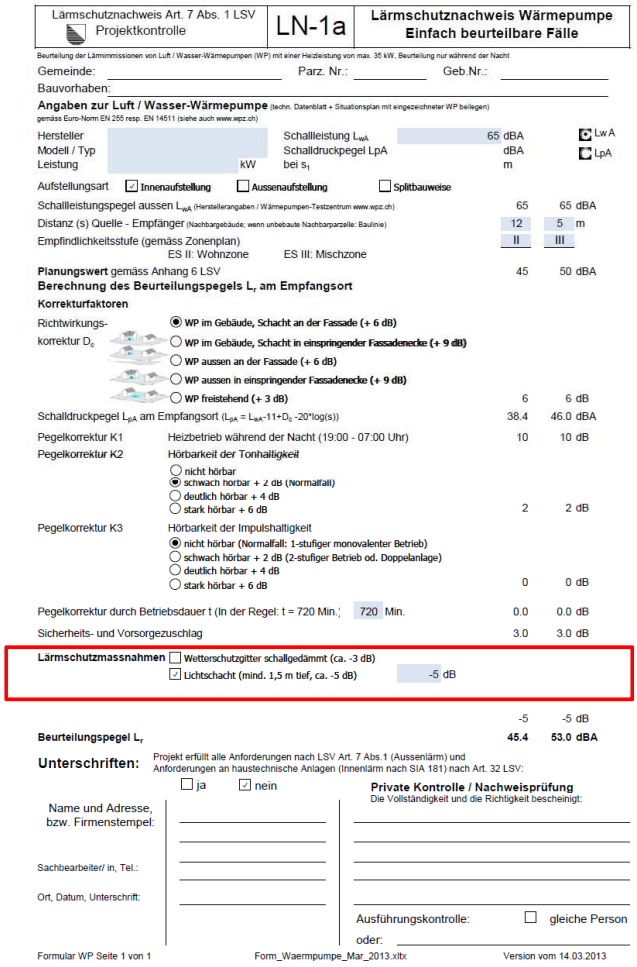
Ausführungskontrolle: ☐ gleiche Person
oder : _____

Formular WP Seite 1 von 1 — Form_Waermpumpe_Juli_2013.xltx — Version vom 24.07.2013

FALS

- Das Formular X „Lärmschutznachweis Wärmepumpe“ wird ersetzt.
- Ab 1. März 2015 die neuen Formulare verwenden.

→ Datum Unterschrift PK ist entscheidend



Lärmschutznachweis Art. 7 Abs. 1 LSV Projektkontrolle	LN-1a	Lärmschutznachweis Wärmepumpe Einfach beurteilbare Fälle

Beurteilung der Lärmimmissionen von Luft / Wasser-Wärmepumpen (WP) mit einer Heizleistung von max. 35 kW. Beurteilung nur während der Nacht

Gemeinde: _____ Parz. Nr.: _____ Geb.Nr.: _____

Bauvorhaben: _____

Angaben zur Luft / Wasser-Wärmepumpe (techn. Datenblatt + Situationsplan mit eingezeichneter WP beilegen)
gemäss Euro-Norm EN 255 resp. EN 14511 (siehe auch www.wpz.ch)

Hersteller		Schallleistung L_{WA}	65 dBA	☐ Lw A
Modell / Typ		Schalldruckpegel LpA	dBA	☐ LpA
Leistung	kW	bei s_1	m	

Aufstellungsart ☑ Innenaufstellung ☐ Aussenaufstellung ☐ Splitbauweise

Schallleistungspegel aussen L_{WA} (Herstellerangaben / Wärmepumpen-Testzentrum www.wpz.ch)	65	65 dBA
Distanz (s) Quelle - Empfänger (Nachbargebäude, wenn unbebaute Nachbarparzelle: Baulinie)	12	5 m
Empfindlichkeitsstufe (gemäss Zonenplan) ES II: Wohnzone ES III: Mischzone	II	III
Planungswert gemäss Anhang 6 LSV	45	50 dBA
Berechnung des Beurteilungspegels L_r am Empfangsort		
Korrekturfaktoren		
Richtwirkungskorrektur D_c: ◉ **WP im Gebäude, Schacht an der Fassade (+ 6 dB)**		
○ **WP im Gebäude, Schacht in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)**		
○ **WP aussen an der Fassade (+ 6 dB)**		
○ **WP aussen in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)**		
○ **WP freistehend (+ 3 dB)**	6	6 dB
Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort ($L_{pA} = L_{WA}-11+D_c-20*\log(s)$)	38.4	46.0 dBA
Pegelkorrektur K1 — Heizbetrieb während der Nacht (19:00 - 07:00 Uhr)	10	10 dB
Pegelkorrektur K2 — Hörbarkeit der Tonhaltigkeit: ○ nicht hörbar ◉ schwach hörbar + 2 dB (Normalfall) ○ deutlich hörbar + 4 dB ○ stark hörbar + 6 dB	2	2 dB
Pegelkorrektur K3 — Hörbarkeit der Impulshaltigkeit: ◉ nicht hörbar (Normalfall: 1-stufiger monovalenter Betrieb) ○ schwach hörbar + 2 dB (2-stufiger Betrieb od. Doppelanlage) ○ deutlich hörbar + 4 dB ○ stark hörbar + 6 dB	0	0 dB
Pegelkorrektur durch Betriebsdauer t (In der Regel: t = 720 Min.) 720 Min.	0.0	0.0 dB
Sicherheits- und Vorsorgezuschlag	3.0	3.0 dB
Lärmschutzmassnahmen ☐ Wetterschutzgitter schallgedämmt (ca. -3 dB) ☑ Lichtschacht (mind. 1,5 m tief, ca. -5 dB) -5 dB	-5	-5 dB
Beurteilungspegel L_r	**45.4**	**53.0 dBA**

Unterschriften: Projekt erfüllt alle Anforderungen nach LSV Art. 7 Abs.1 (Aussenlärm) und Anforderungen an haustechnische Anlagen (Innenlärm nach SIA 181) nach Art. 32 LSV: ☐ ja ☑ nein

Name und Adresse, bzw. Firmenstempel: _____

Sachbearbeiter/ in, Tel.: _____

Ort, Datum, Unterschrift: _____

Private Kontrolle / Nachweisprüfung
Die Vollständigkeit und die Richtigkeit bescheinigt: _____

Ausführungskontrolle: ☐ gleiche Person
oder: _____

Formular WP Seite 1 von 1 — Form_Waermpumpe_Mar_2013.xlsx — Version vom 14.03.2013

FALS

Formular LN-1a

Unterschriftsbefugnis PK:

✓ Bereich Heizungsanlagen

✓ Bereich Schutz vor Lärm

- auswählbare Massnahmen mit vorgegebener Wirkung
- es können keine anderen Massnahmen aufgeführt werden

FALS

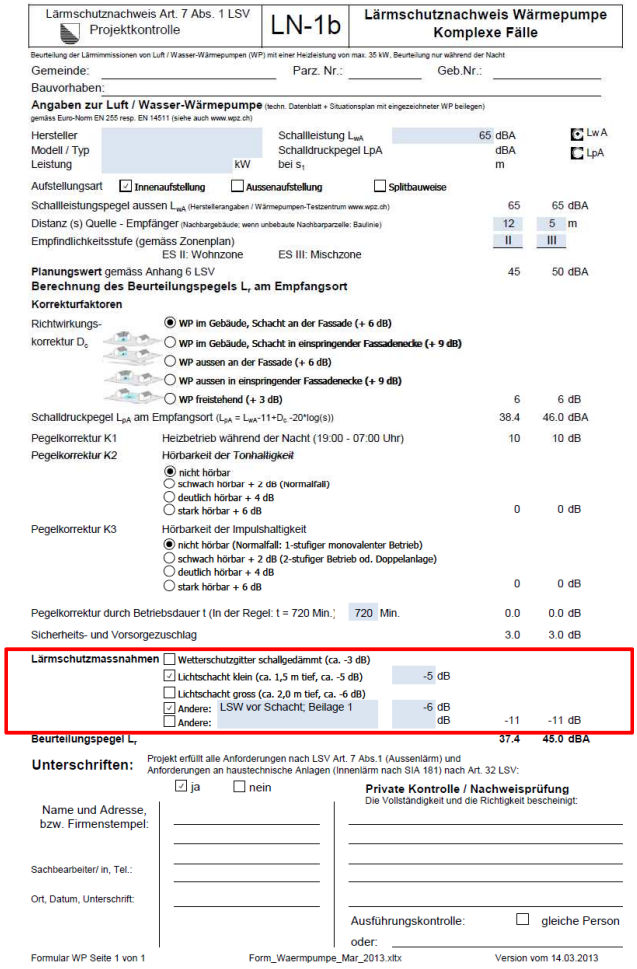
Formular LN-1a: Massnahmen

Lichtschacht
mind. 1.5 m tief

- Wirkung: 5 dB
- Keine Wirkung gegenüber eigenen Fenstern an der Fassade oberhalb Schacht

Schallgedämmtes
Wetterschutzgitter

- Wirkung: 3 dB



Lärmschutznachweis Art. 7 Abs. 1 LSV Projektkontrolle | LN-1b | Lärmschutznachweis Wärmepumpe Komplexe Fälle

Beurteilung der Lärmimmissionen von Luft / Wasser-Wärmepumpen (WP) mit einer Heizleistung von max. 35 kW. Beurteilung nur während der Nacht

Gemeinde: _____ Parz. Nr.: _____ Geb.Nr.: _____

Bauvorhaben: _____

Angaben zur Luft / Wasser-Wärmepumpe (techn. Datenblatt + Situationsplan mit eingezeichneter WP beilegen) gemäss Euro-Norm EN 255 resp. EN 14511 (siehe auch www.wpz.ch)

Hersteller		Schallleistung L_{WA}	65 dBA	☐ Lw A
Modell / Typ		Schalldruckpegel LpA	dBA	☐ LpA
Leistung	kW	bei s_1	m	

Aufstellungsart ☑ Innenaufstellung ☐ Aussenaufstellung ☐ Splittbauweise

Schallleistungspegel aussen L_{WA} (Herstellerangaben / Wärmepumpen-Testzentrum www.wpz.ch)	65	65 dBA
Distanz (s) Quelle - Empfänger (Nachbargebäude; wenn unbebaute Nachbarparzelle: Baulinie)	12	5 m
Empfindlichkeitsstufe (gemäss Zonenplan) ES II: Wohnzone ES III: Mischzone	II	III
Planungswert gemäss Anhang 6 LSV	45	50 dBA

Berechnung des Beurteilungspegels L_r am Empfangsort

Korrekturfaktoren

Richtwirkungskorrektur D_c
- ◉ WP im Gebäude, Schacht an der Fassade (+ 6 dB)
- ○ WP im Gebäude, Schacht in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)
- ○ WP aussen an der Fassade (+ 6 dB)
- ○ WP aussen in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)
- ○ WP freistehend (+ 3 dB)

	6	6 dB
Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort ($L_{pA} = L_{WA}-11+D_c-20*\log(s)$)	38.4	46.0 dBA
Pegelkorrektur K1 — Heizbetrieb während der Nacht (19:00 - 07:00 Uhr)	10	10 dB

Pegelkorrektur K2 — Hörbarkeit der Tonhaltigkeit
- ◉ nicht hörbar
- ○ schwach hörbar + 2 dB (Normalfall)
- ○ deutlich hörbar + 4 dB
- ○ stark hörbar + 6 dB

	0	0 dB

Pegelkorrektur K3 — Hörbarkeit der Impulshaltigkeit
- ◉ nicht hörbar (Normalfall: 1-stufiger monovalenter Betrieb)
- ○ schwach hörbar + 2 dB (2-stufiger Betrieb od. Doppelanlage)
- ○ deutlich hörbar + 4 dB
- ○ stark hörbar + 6 dB

	0	0 dB
Pegelkorrektur durch Betriebsdauer t (In der Regel: t = 720 Min.; 720 Min.	0.0	0.0 dB
Sicherheits- und Vorsorgezuschlag	3.0	3.0 dB

Lärmschutzmassnahmen
- ☐ Wetterschutzgitter schallgedämmt (ca. -3 dB)
- ☑ Lichtschacht klein (ca. 1,5 m tief, ca. -5 dB) -5 dB
- ☐ Lichtschacht gross (ca. 2,0 m tief, ca. -6 dB)
- ☑ Andere: LSW vor Schacht; Beilage 1 -6 dB
- ☐ Andere: dB

	-11	-11 dB
Beurteilungspegel L_r	**37.4**	**45.0 dBA**

Unterschriften: Projekt erfüllt alle Anforderungen nach LSV Art. 7 Abs.1 (Aussenlärm) und Anforderungen an haustechnische Anlagen (Innenlärm nach SIA 181) nach Art. 32 LSV:

☑ ja ☐ nein

Name und Adresse, bzw. Firmenstempel: _____

Sachbearbeiter/ in, Tel.: _____

Ort, Datum, Unterschrift: _____

Private Kontrolle / Nachweisprüfung
Die Vollständigkeit und die Richtigkeit bescheinigt: _____

Ausführungskontrolle: ☐ gleiche Person

oder: _____

Formular WP Seite 1 von 1 — Form_Waermpumpe_Mar_2013.xltx — Version vom 14.03.2013

FALS

Formular LN-1b

Unterschriftsbefugnis PK:

✓ Bereich Schutz vor Lärm

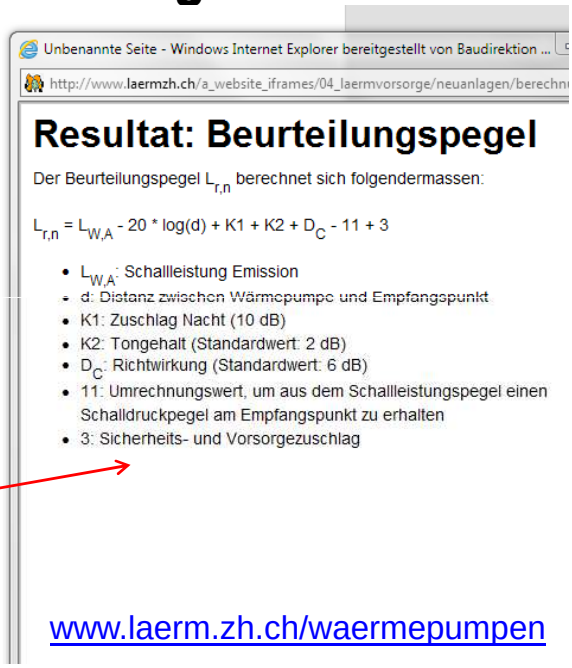
- Häufige Massnahmen bereits aufgeführt
- Andere Massnahmen können aufgeführt und die Wirkung angegeben werden
  → Beilage:
  Beschrieb der Massnahme / Wirkungsabschätzung

FALS

Online-Berechnungswerkzeuge

Berechnung Wärmepumpen-Aussenlärm-Immissionen Nacht ($L_{r,n}$)

Emission $L_{W,A}$	75	dB	Eingabe: Schallleistungspegel der Wärmepumpe
Abstand	10	m	Eingabe: Distanz zwischen Wärmepumpe und Empfangspunkt
Richtwirkung D_C	6 dB		Auswahl: Wert für Richtwirkung
Tongehalt K2	2 dB		Auswahl: Wert für Tongehalt
Empfindlichkeitsstufe ES	ES II		Auswahl: Wert für Empfindlichkeitsstufe
Sicherheits- und Vorsorgezuschlag	3	dB	Konstanter Zuschlag von 3 dB
Wärmepumpen-Aussenlärm	Rechnen		Auslösung: Rechnungsfunktion
Beurteilungspegel $L_{r,n}$ (am Empfangspunkt)		dB	Resultat Rechenfunktion
Massgebender Grenzwert (i.d.R. Planungswert Nacht)		dB	Wärmepumpen unterstehen der Lärmschutz-Verordnung LSV.
Beurteilung			Bei Grenzwert-Überschreitungen sind Massnahmen zu ergreifen.



Unbenannte Seite - Windows Internet Explorer bereitgestellt von Baudirektion ...

http://www.laermzh.ch/a_website_iframes/04_laermvorsorge/neuanlagen/berechn

Resultat: Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel $L_{r,n}$ berechnet sich folgendermassen:

$L_{r,n} = L_{W,A} - 20 * \log(d) + K1 + K2 + D_C - 11 + 3$

- $L_{W,A}$: Schallleistung Emission
- d: Distanz zwischen Wärmepumpe und Empfangspunkt
- K1: Zuschlag Nacht (10 dB)
- K2: Tongehalt (Standardwert: 2 dB)
- D_C: Richtwirkung (Standardwert: 6 dB)
- 11: Umrechnungswert, um aus dem Schallleistungspegel einen Schalldruckpegel am Empfangspunkt zu erhalten
- 3: Sicherheits- und Vorsorgezuschlag

www.laerm.zh.ch/waermepumpen

- Entspricht Nachweis-Formularen; enthält keine Massnahmen

Rechtliche Grundlagen
Überblick

USG
SR 814.01

- **Art. 11 Abs. 2: Vorsorgeprinzip**
- **Art. 12 Abs. 2: Emissionsbegrenzung**

LSV
SR 814.41

- **Art. 2: Definition „Ortsfeste Anlagen“**
- **Art. 7 a: Vorsorge**
- **Art. 7 b: Einhaltung PW**
- **Anhang 6: Belastungsgrenzwerte**

Rechtliche Grundlagen
Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG)

- Art. 11 (Grundsatz):
  Abs. 1: Emissions-Begrenzung an der Quelle
  Abs 2: Vorsorgeprinzip

- Art. 12: Emissionsbegrenzung durch:
  Emissionsgrenzwerte, Bau- und Ausrüstungs-vorschriften, Betriebsvorschriften

- Art. 23 und Art. 25:
  - Neue ortsfeste Anlagen müssen die PW einhalten
  - Bewilligungsbehörde kann Lärmprognose verlangen

Rechtliche Grundlagen
Lärmschutzverordnung (LSV)

- Art. 7 Abs. 1: Emissionen einer neuen Anlage (z.B. WP), müssen nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde soweit begrenzt werden:

Vorsorgeprinzip

a) als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist und

Planungswerte

b) dass die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten.

Rechtliche Grundlagen
Bundesgerichtsurteil BGE 1C_506

- Vorsorgeprinzip und Planungswerte sind gleichwertig
- beide Bedingungen sind (kumulativ) zu erfüllen
- technisch und betrieblich mögliche und wirtschaftlich tragbare Massnahmen müssen auch dann getroffen werden, wenn die PW eingehalten sind

→Offene Frage: Was ist „wirtschaftlich tragbar“?

→Praxis FALS: Aufstellungsort, kein lautes Gerät, Vorsorgezuschlag 3dB

→Gerichtspraxis: strenge Auslegung des Vorsorgeprinzips, Variante mit bestem Lärmschutz ist zu wählen, …

Rechtliche Grundlagen
LSV – Beurteilung nach Anhang 6

Lärmtechnische Beurteilung von WP erfolgt nach LSV Anhang 6, Industrie- und Gewerbelärm

- Absatz 1, Ziffer 1: Geltungsbereich
  Buchstabe e: Heizungs-, Lüftungs-, und Klimaanlagen
- Absatz 2: Belastungsgrenzwerte
  → für WP sind die PW massgebend; ES beachten
- Absatz 3: Beurteilungsmethode und Pegelkorrekturen

Vollzug im Kanton Zürich
Überblick

- Nachweis wird durch Befugte zur PK ausgefüllt
  → Nachweisformulare Kt. ZH sind zu verwenden
  → andere Formulare (z.B. cb) sind nicht zulässig
- Keine Zeitkorrektur (ti/t0)
- 3 dB Sicherheits- und Vorsorgezuschlag
- PW ist auch am eigenen Haus einzuhalten
  → Verwaltungsgerichtsentscheid VB.2011.00422
- eigenes Haus: PW nur am Lüftungsfenster relevant

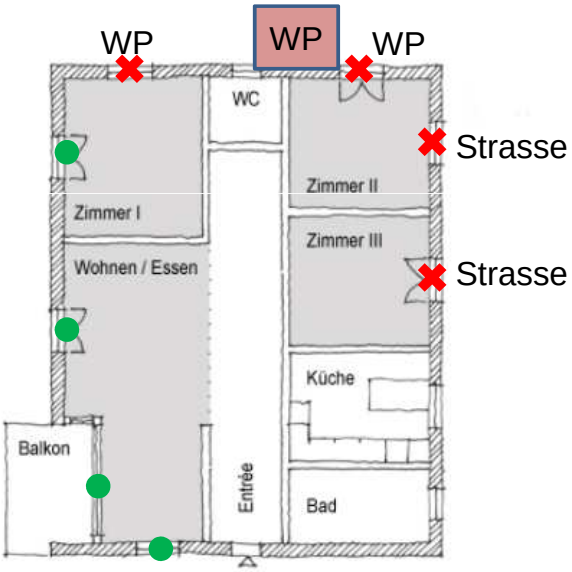
Vollzug im Kanton Zürich
Beurteilungsort (Immissionsort)

- Grundsätzlich gilt jedes Fenster eines lärmempfindlichen Raumes als massgebender Beurteilungsort
- Ausnahme: Beim eigenen[1] EFH / MFH kann die Beurteilung am Lüftungsfenster[2] vorgenommen werden
- Für benachbarte, unüberbaute Grundstücke in einer Bauzone muss der Planungswert auf der Baulinie eingehalten werden.

[1] durch entsprechende WP geheiztes EFH / MFH; Voraussetzung: Wohnungsgrundrisse sind bekannt

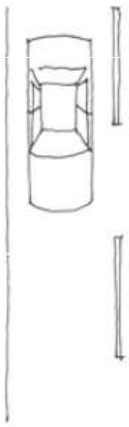
[2] am wenigsten belastetes Fenster pro Raum

Vollzug im Kanton Zürich
Lüftungsfensterpraxis bei WP



✖ Kein Lüftungfenster

● Lüftungsfenster



Bedingungen LF:

- Öffenbare FF >= 5 % der BF
- Grenzwerte sind am LF für alle Lärmarten eingehalten
- WP gehört zu Haus

LF = Lüftungsfenster, FF = Fensterfläche, BF = Bodenfläche

Emissionsbegrenzende Massnahmen

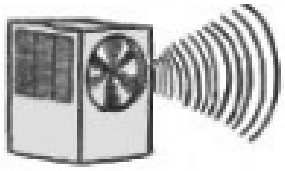
Besonders wichtig:

- Wahl eines leisen Geräts (tiefer Schalleistungspegel)
- Wahl eines geeigneten Aufstellungsorts

Weitere Massnahmen:

- Technische Massnahmen (→ Fachleute Lärmschutz; Anhang Vollzugshilfe cb)
- Reduzierte Betriebszeiten (z.B. bei Pool-Heizungen)
- Alternativen zu L/W-WP, z.B. andere Art WP

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Vollzugspraxis im Kanton Zürich, Nachweisformulare: www.laerm.zh.ch/waermepumpen
- Vollzugshilfe des cercle bruit: www.cerclebruit.ch → de/fr/it „Willkommen“ → Vollzugsordner → 6.21 Wärmepumpen
  (Nachweisformular cercle bruit ist im Kt. ZH ungültig!)
- Bei Fragen:
  martin.wehrle@bd.zh.ch, 043 259 55 20
  daniela.kauf@bd.zh.ch, 043 259 55 27

Fachstelle Lärmschutz
Walcheplatz 2
8090 Zürich
T +41 43 259 55 11
fals@bd.zh.ch