

Rapport final, le 9 janvier 2020

Brève documentation sur deux pompes à chaleur air/eau installées en milieu urbain

**Systeme installé à l'extérieur pour
chauffer un immeuble de la ville de
Bâle**



Auteurs

Adrian Hausmann, Weisskopf Partner GmbH, Zurich

**Cette étude a été réalisée à la demande de SuisseEnergie.
Les auteurs sont seuls responsables du contenu.**

Adresse

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale : CH-3003 Berne
Infoline 0848 444 444, www.infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch, twitter.com/energieschweiz

Contenu

1	Résumé	4
2	Introduction	5
3	Situation de départ.....	5
4	Concept de l'installation.....	6
5	Acoustique.....	7
6	Efficacité de l'installation	11
7	Photos	13
8	Annexe	16

1 Résumé

Cette brève documentation décrit certains aspects relatifs à deux pompes à chaleur air/eau installées à l'extérieur. Celles-ci ont été installées en 2017 pour remplacer le système de chauffage au gaz obsolète d'un immeuble d'habitation situé dans la ville de Bâle.

L'objectif de cette brève documentation est de démontrer la chose suivante : grâce à la planification et à une mise en œuvre minutieuses, les générateurs de chaleur à combustibles fossiles existants dans les immeubles d'habitation peuvent être remplacés par des systèmes plus efficaces utilisant les énergies renouvelables. Il s'agit de systèmes tels qu'une pompe à chaleur air-eau installée à l'extérieur.

En raison des émissions sonores, l'utilisation de pompes à chaleur air/eau en milieu urbain reste rare à l'heure actuelle. L'exemple de la ville de Bâle montre que les pompes à chaleur air/eau installées à l'extérieur peuvent être facilement utilisées, même lorsque l'espace est restreint et que les distances avec les bâtiments environnants sont faibles.

2 Introduction

C'est en 2017 que le système de chauffage au gaz a été remplacé par deux pompes à chaleur air/eau installées à l'extérieur dans l'immeuble d'habitation, situé à Bâle Wiesenschanzweg 36.

SuisseEnergie édite des publications informatives sur certaines rénovations de générateurs de chaleur. Il a été demandé à la société Weisskopf Partner GmbH (WKP) de rédiger une brève documentation à cet effet. Cette brève documentation traite les sujets suivants : le concept de l'installation, de l'acoustique en milieu urbain et de l'efficacité des installations.

Les documents suivants ont servi de base à la rédaction de cette brève documentation : les fiches techniques de la pompe à chaleur, le schéma de principe réalisé par l'installateur Omlin Energiesysteme AG, la mesure et le calcul des émissions sonores faits par Martin Lienhard ainsi que le bilan énergétique et le calcul du rendement de l'installation réalisés par le propriétaire Urs M. Fischer.

La visite de l'installation a été effectuée le 23 mai 2019 par Monsieur Adrian Hausmann de la société WKP. Il était accompagné par Messieurs Urs M. Fischer et Martin Omlin.

Nous aimerions profiter de cette occasion pour remercier ces deux personnes pour le temps qu'elles ont consacré à répondre aux questions et pour leur franchise.

3 Situation de départ

La propriété située au 36 Wiesenschanzweg est une construction massive érigée en 1934. Il s'agit d'un immeuble de 11 appartements locatifs. L'objet immobilier est classé monument historique par la ville de Bâle. À l'exception des fenêtres récemment rénovées, d'un sol en chape floquée et du plafond de la cave isolé ultérieurement, l'enveloppe du bâtiment est dans l'état d'origine. La surface de référence énergétique (SRE), actuellement de 798 m², passera à 1 026 m² en raison de l'extension prévue des combles.

Avant l'installation de la pompe à chaleur, un système de chauffage au gaz était en service depuis 1978. En raison de l'âge de l'installation, les pièces de rechange n'étaient plus disponibles, ce qui rendait le remplacement du système de chauffage indispensable.

Bien qu'au moment de la mise en œuvre, la loi sur l'énergie de la ville de Bâle autorisait encore un remplacement 1:1 des générateurs de chaleur à énergie fossile, il était clair pour le propriétaire qu'il fallait remplacer l'ancienne installation par un système de chauffage utilisant les énergies renouvelables. En conséquence, le propriétaire, qui est aussi architecte, M. Fischer, s'est informé sur les technologies les plus courantes. Il n'a pas fait de comparaisons détaillées des systèmes de chauffage et de leur rentabilité, mais a réfléchi sur les points suivants :

- Une pompe à chaleur avec sondes géothermiques aurait pu être approuvée. Cependant, la superficie du terrain est limitée, ce qui aurait eu un effet négatif sur les distances entre les sondes géothermiques à enfoncer dans le sol. De plus, l'appareil de forage aurait dû être positionné à l'aide d'une grue pour pouvoir passer au-dessus du bâtiment, ce qui aurait été très coûteux.

- Le propriétaire n'était pas d'accord pour installer un chauffage à granulés à cause des émissions de particules fines.
- La place n'était pas suffisante pour installer une pompe à chaleur air/eau à l'intérieur du bâtiment. En outre, des trous plus importants dans les murs extérieurs du sous-sol auraient été nécessaires pour l'entrée d'air de la pompe à chaleur, ce qui aurait nécessité une réévaluation de la résistance sismique du bâtiment.
- Une pompe à chaleur air/eau de type split a été rejetée en raison des émissions sonores potentiellement plus élevées que celles des pompes à chaleur installées à l'extérieur.

Finalement, la décision a été prise d'installer deux pompes à chaleur à l'extérieur malgré un investissement de 159 000,00 CHF ¹. À titre de comparaison, l'installation d'une nouvelle chaudière au gaz aurait coûté 32 000,00 CHF, selon Monsieur Fischer.

La solution adoptée est décrite dans les chapitres suivants.

4 Concept de l'installation

La production de chaleur se fait durant toute l'année par les deux pompes à chaleur installées à l'extérieur. La chaleur produite est transférée à la centrale technique située dans la cave de l'immeuble par des conduites isolées et enterrées. Comme le montre le schéma de principe en annexe, on trouve l'unité centrale abritant les stockages d'énergie (2 x 800 l), les ballons d'eau chaude sanitaire (2 x 850 l), le vase d'expansion, les pompes, les vannes et le compteur de chaleur dans la centrale technique.

Le raccordement d'un système d'énergie solaire thermique est déjà prévu.

Lors du fonctionnement du chauffage, les pompes à chaleur alimentent les groupes de chauffage. Le groupe de chauffage par radiateurs est conçu pour fonctionner à une température extérieure de -7 °C avec une température de départ et de retour de 55/45 °C. Un groupe distinct de chauffage par radiateurs pour le dernier étage permettra d'obtenir une température de fonctionnement de 45/35 °C au niveau des combles devant être aménagés. Les deux groupes de chauffage sont équipés d'une régulation de la température de départ qui dépend des conditions climatiques. Les unités de stockage d'énergie fonctionnent avec une température de départ continue.

Pour le remplissage des ballons d'eau chaude sanitaire, la vanne de commutation (commutation alternative) est actionnée jusqu'à ce que les ballons soient entièrement remplis. Pour la désinfection thermique (légionelles), les pompes à chaleur ont une température de départ atteignant 65 °C. Afin de pouvoir garantir un approvisionnement minimal même en cas de panne d'une pompe à chaleur, les réservoirs de stockage d'énergie et les ballons d'eau chaude sanitaire sont équipés de corps de

¹ En plus des deux pompes à chaleur, le montant des investissements inclut le stockage d'énergie, le ballon d'eau chaude sanitaire, le vase d'expansion, les nouveaux groupes de chauffage, la mesure de l'énergie, les mesures électriques et structurelles.

chauffe électriques. Les corps de chauffe électriques sont équipés d'interrupteurs extérieurs afin d'éviter une mise en marche involontaire.

Les deux pompes à chaleur fonctionnent avec le fluide frigorigène R410A. Elles sont équipées d'un compresseur inverter. Cela permet de moduler la puissance de la pompe à chaleur et les températures de fonctionnement pour que la chaleur produite corresponde toujours aux besoins en chaleur du bâtiment. Cela permet de toujours exploiter les pompes à chaleur de façon optimale et d'obtenir des performances supérieures à celles des compresseurs classiques de pompe à chaleur.

Les pompes à chaleur utilisées sont des produits de la société Viessmann. Le Tableau 1 récapitule les données principales de la pompe à chaleur.

Données principales de la pompe à chaleur

Fabricant	Viessmann
Type	Vitocal 300-A, AWO-AC 301.B14
Fluide frigorigène	R410A
Quantité de fluide frigorigène	4,75 kg
Température maximale de départ avec une température -5 °C	65 °C
Données de puissance (A2/W35)	
Puissance de chauffage	8,50 kW
Puissance électrique absorbée	2,18 kW
Coefficient de performance (COP)	3,90
Données de puissance (A-5/W65)	
Puissance de chauffage	13,68 kW
Puissance électrique absorbée	6,94 kW
Coefficient de performance (COP)	1,97
Données de puissance (A-7/W55)	
Puissance de chauffage	12,88 kW
Puissance électrique absorbée	5,80 kW
Coefficient de performance (COP)	2,22
Données de puissance (A-7/W45)	
Puissance de chauffage	12,45 kW
Puissance électrique absorbée	4,83 kW
Coefficient de performance (COP)	2,58

Tableau 1 : Données principales de la pompe à chaleur

Lors du remplacement du dispositif de production de chaleur aucune modification n'a été effectuée au niveau des diffuseurs de chaleur (radiateurs). L'installation de nouvelles fenêtres a permis de réduire la puissance du générateur de chaleur, d'abaisser de 20 °C la température de départ des radiateurs et d'augmenter le confort.

5 Acoustique

Les pompes à chaleur sont installées dans le jardin de la cour intérieure, délimitée par les bâtiments de la Wiesenschanz et de la Schliengerweg (Photo 1). Typique pour un environnement urbain : il y a peu de place à l'endroit où la pompe à chaleur est installée et est proche des bâtiments

environnants. Une attention particulière a donc été accordée aux émissions sonores, qui sont principalement causées par les ventilateurs des pompes à chaleur air/eau. Pour cette raison, le propriétaire a attaché beaucoup d'importance à l'utilisation de la pompe à chaleur la plus silencieuse possible. La pompe à chaleur de chez Viessmann est construite de telle façon que les émissions sonores sont réduites à un minimum grâce à l'utilisation d'un ventilateur à courant continu et à rotation régulée. De cette façon, le ventilateur délivre toujours la quantité d'air nécessaire pour couvrir les besoins actuels en chaleur du bâtiment. Selon les données du constructeur, la Vitocal 300-A atteint un niveau de puissance acoustique de 54 dB(A) au maximum. Si la pompe à chaleur est exploitée en mode nocturne, le niveau de puissance acoustique descend à 52 dB(A).

Après une mise en service réussie, le propriétaire a fait appel à un acousticien indépendant, qui a effectué des mesures sonores en conditions réelles. Les résultats ont été enregistrés dans une expertise acoustique.

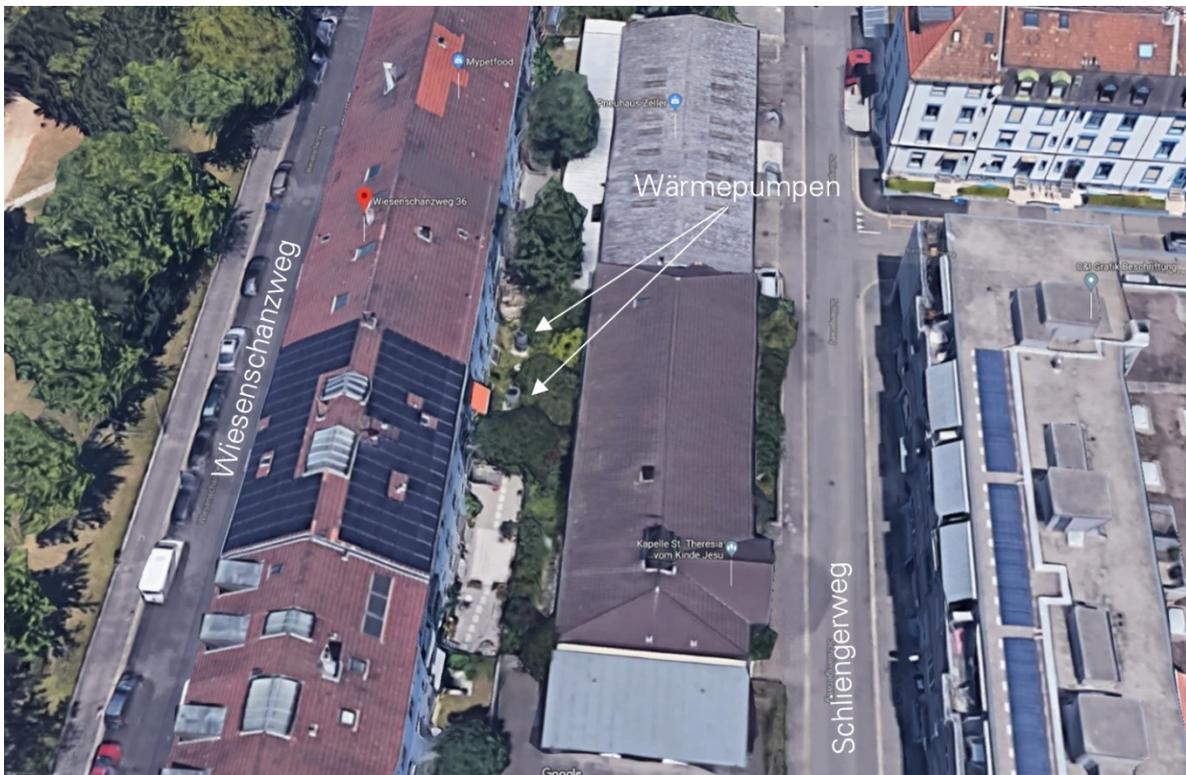


Photo 1 : Lieu d'installation des deux pompes à chaleur dans la cour intérieure, entre la Wiesenschanz- et la Schliengerweg (Source : Google Maps)

L'acousticien Martin Lienhard a été chargé d'effectuer les mesures et les calculs pour les pompes à chaleur installées dans la cour intérieure du Wiesenschanzweg 36. Les émissions résultant du fonctionnement des pompes à chaleur devaient être déterminées et évaluées, conformément à l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB).

La fenêtre ouverte du balcon de la chambre de l'appartement, situé au rez-de-chaussée de la Wiesenschanzweg 36, s'est avérée être l'endroit critique en termes d'émissions sonores (MP-3, Figure 2 / Photo 3). Le point d'émissions mentionné ci-dessus est situé dans la zone mixte, ayant un niveau de sensibilité sonore DSIII, ce qui donne les valeurs de planification (PW) $L_r = 60 / 50$ dB(A) jour / nuit. Les pompes à chaleur utilisées doivent respecter les valeurs de planification

mentionnées. Le niveau de sensibilité sonore au point d'émissions, c'est-à-dire ici au niveau de la porte ouverte du balcon, est déterminant. Pour définir le niveau sonore effectif au point d'émissions (MP-3), des mesures acoustiques ont été effectuées aux points de mesure MP-1 et MP-2 le 14 février 2017 entre 21h30 et 22h00. Un appareil de mesure de type 140 du fabricant Norsonic a été utilisé. Lors de la mesure, la consommation électrique des pompes à chaleur était de 4,8 kW chacune. La consommation électrique réduite indique que les installations de pompes à chaleur ne fonctionnaient pas à pleine charge. De ce fait, la vitesse de rotation des ventilateurs était réduite, ce qui a eu une influence positive sur les mesures acoustiques.

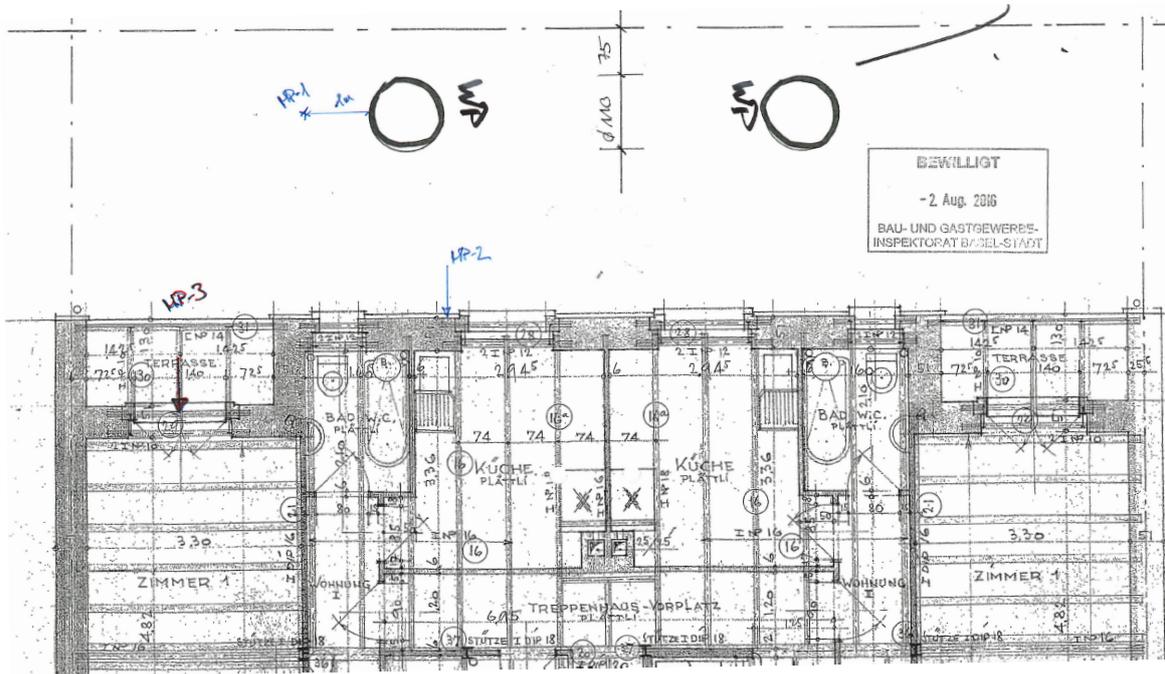


Figure 2 : Plan du point critique d'émissions (MP-3), point de mesure (MP-1 und MP-2)



Figure 3 : Vue du point critique d'émissions (MP-3), point de mesure (MP-1 et MP-2)

Les données relatives aux points de mesure et les résultats des mesures au niveau des deux points MP-1 et MP-2 se trouvent dans le Tableau 2.

	MP-1	MP-2
Point de mesure	1 m derrière l'installation dans la cour intérieure	A côté de la fenêtre de la cuisine 5 mm devant la façade
Résultats des mesures		
Niveau d'émissions sonores total L_{eq}	43,2 dB(A)	44,4 dB(A)
Bruits environnants (PAC éteinte)	39,3 dB(A)	38,8 dB(A)

Tableau 2 : Emplacements et résultats des mesures MP-1 et MP-2

À partir des mesures effectuées, le niveau d'émissions pour le point MP-3 est de $L_r = 38 - 41$ dB(A) le jour et de 43 dB(A) la nuit. Ainsi, ces niveaux sont bien inférieurs à ceux des valeurs planifiées selon DS III. Au vu des résultats, on peut également exclure que le niveau sonore des deux pompes à chaleur fonctionnant à pleine charge dépasse celui des valeurs planifiées.

L'expertise acoustique complète est jointe en annexe de cette brève documentation.

6 Efficacité de l'installation

Selon la comptabilité énergétique du propriétaire, entre le 1^{er} octobre 2007 et le 30 septembre 2016, la consommation moyenne de gaz ajustée en fonction des degrés-jours de chauffage a été de 111 908 kWh/a pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire de l'immeuble d'habitation. L'indice énergétique moyen avant la rénovation est donc de $140 \text{ kWh/m}^2_{SRE} \cdot \text{a}$. Du 1^{er} octobre 2017 au 30 septembre 2018, la consommation électrique des deux nouvelles pompes à chaleur, ajustée en fonction des degrés-jours de chauffage, s'est élevée à 21 344 kWh_{el}. Il en résulte un indice énergétique non pondéré de $27 \text{ kWh/m}^2_{SRE} \cdot \text{a}$. Si l'on prend en compte la valeur supérieure d'énergie électrique par rapport au gaz en appliquant le facteur énergétique final 2, l'indice énergétique obtenu double pour atteindre $54 \text{ kWh/m}^2_{SREF} \cdot \text{a}$. Une comparaison des deux indicateurs énergétiques ajustés montre que la consommation énergétique finale nécessaire au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude sanitaire a été réduite par 2,6 grâce à l'installation de pompes à chaleur et à la rénovation des fenêtres.

Il est important que le propriétaire sache toujours ce que ses pompes à chaleur fournissent, afin de les optimiser au mieux. À cette fin, les flux d'énergie électrique et thermique sont mesurés sur différents compteurs électriques et thermiques, installés de façon fixe. Pour la période allant du 30 juin 2018 au 5 octobre 2019, toutes les données fournies par ces compteurs ont été analysées (voir Tableau 3).

Analyse des données des compteurs

Compteur électrique

Compresseur, ventilateur, pompe du condensateur et commande de la pompe à chaleur 1	$E_{WP,1}$	10 987 kWh _{el}
Compresseur, ventilateur, pompe du condensateur et commande de la pompe à chaleur 2	$E_{WP,2}$	11 191 kWh _{el}
Corps de chauffe électrique Ballon d'eau chaude sanitaire 1	$E_{ZH,1}$	0 kWh _{el}
Corps de chauffe électrique Ballon d'eau chaude sanitaire 2	$E_{ZH,2}$	0 kWh _{el}
Chauffage électrique des conduites des pompes à chaleur	$E_{H,ZH}$	422 kWh _{el}
Répartition de la chaleur des pompes chauffage et eau chaude, régulateur	$E_{H,h+ww}$	1 123 kWh _{el}

Compteur de chaleur

Pompe à chaleur 1	$Q_{WP,1}$	33 646 kWh _{th}
Pompe à chaleur 2	$Q_{WP,2}$	37 597 kWh _{th}
Eau chaude sanitaire, circulation incluse	$Q_{N,ww}$	22 029 kWh _{th}
Chaleur utile à partir des groupes de chauffage	$Q_{N,h}$	41 270 kWh _{th}

Tableau 3 : Analyse des données des compteurs du 30 juin 2018 au 5 octobre 2019

Sur la base de l'analyse des données des compteurs, on peut en déduire les chiffres clés suivants pour l'installation sur la période mentionnée ci-dessus : efficacité énergétique (β), efficacité moyenne du générateur de chaleur ($\emptyset WNG$) et efficacité moyenne du système plus ($\emptyset SNG+$).

Le coefficient de performance β correspond au rapport suivant : énergie de chauffage sur l'énergie électrique consommée, le tout sur une période déterminée. Comme la période analysée est supérieure à un an, on a calculé le coefficient de performance β au lieu du coefficient de performance annuel COPA :

$$\beta = \frac{Q_{WP,1} + Q_{WP,2}}{E_{WP,1} + E_{WP,2} + E_{H,ZH}} = 3.15$$

Le coefficient de performance de la production de chaleur (WNG) sert à estimer l'efficacité de la production de chaleur sur une période annuelle. Il s'agit d'une base de comparaison par rapport au rendement annuel des chaudières à combustibles fossiles. Comme la période observée ne correspond pas à une année, le coefficient de performance de chaleur correspond à une valeur moyenne (\emptyset) :

$$\emptyset WNG = \frac{Q_{WP,1} + Q_{WP,2}}{E_{WP,1} + E_{WP,2} + E_{ZH,1} + E_{ZH,2} + E_{H,ZH}} = 3.15$$

Étant donné que les corps de chauffe électriques n'ont pas été sollicités pendant l'intervalle de mesure, le rendement thermique correspond au coefficient de performance.

Le rendement du système Plus permet une évaluation énergétique de l'ensemble de l'installation. Il inclut toute l'énergie nécessaire au chauffage et à la production de l'eau chaude. Par analogie au $\emptyset WNG$, on prend aussi en compte ici une valeur moyenne (\emptyset) :

$$\varnothing SNG+ = \frac{Q_{N,h} + Q_{N,ww}}{E_{WP,1} + E_{WP,2} + E_{ZH,1} + E_{ZH,2} + E_{H,ZH} + E_{H,h+ww}} = 2.67$$

Les chiffres clés calculés, et donc la performance du système de pompe à chaleur air/eau, correspondent aux valeurs empiriques.

7 Photos

Les photos 4 à 9 ont été prises par WKP lors de la visite de l'installation en mai 2019.



Photo 4 : Pompe à chaleur air/eau à une faible distance de l'immeuble situé Wiesenschanzweg 36



Photo 5 : Pompe à chaleur air/eau à une faible distance de l'immeuble voisin



Photo 6 : Arrivée des conduites des conduites isolées et enterrées dans la cave

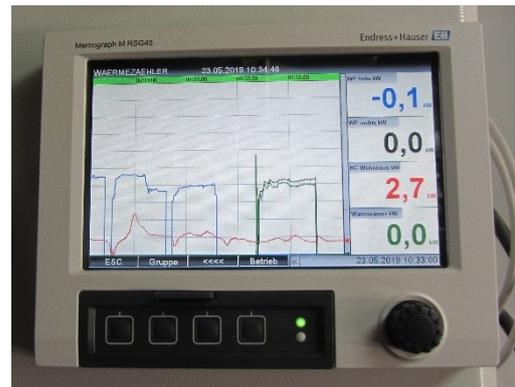


Photo 7 : Enregistrement des puissances thermiques et électriques grâce au Logger



Photo 8 : Groupes de chauffage (premier plan) et accumulateur d'énergie (arrière-plan)

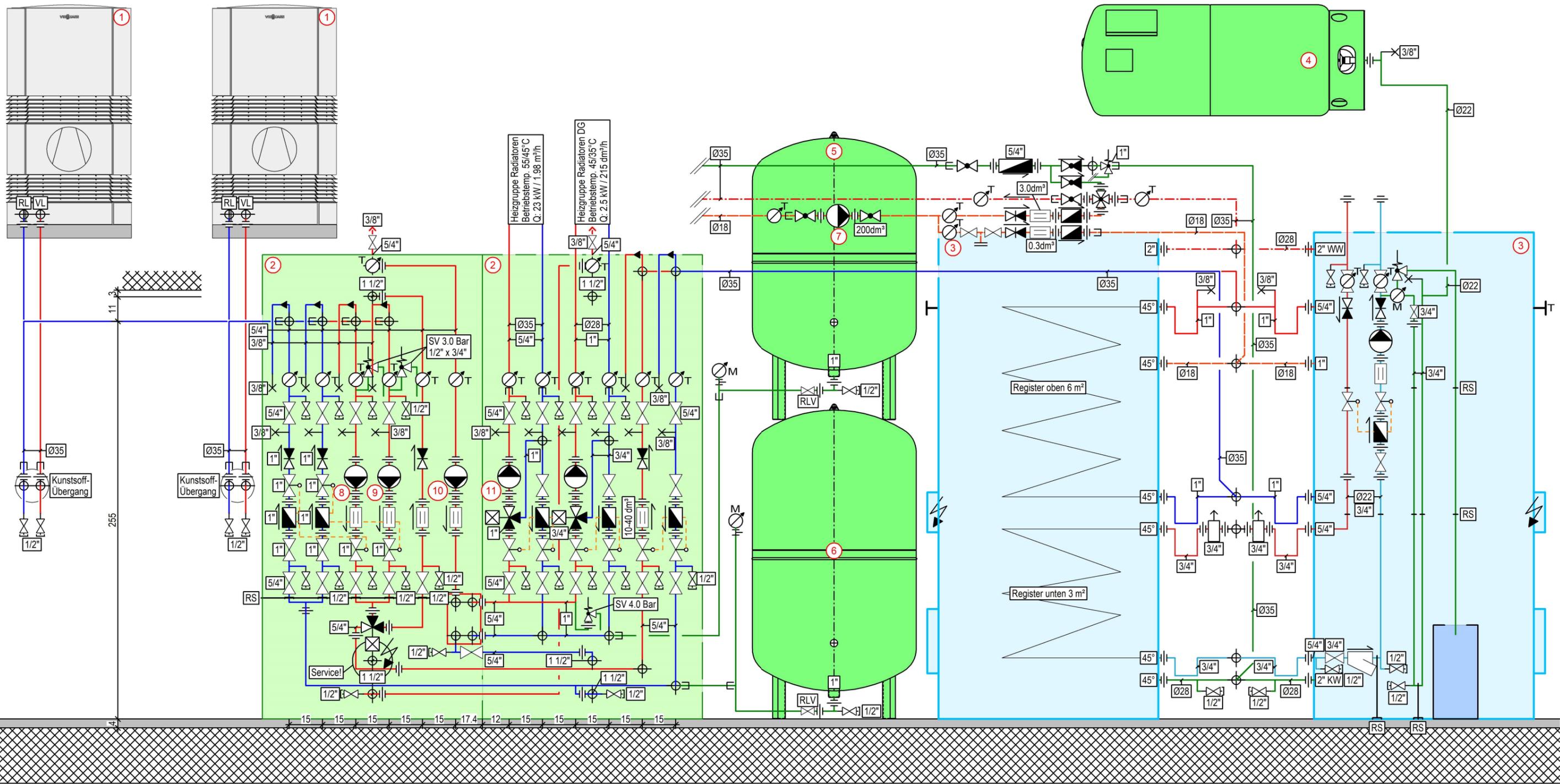


Photo 9 : Distributeur électrique principal, Logger et commande des pompes à chaleur (de droite à gauche)

8 **Annexe**

Schéma de principe des installations de chauffage et sanitaires, Omlin Energiesysteme AG

Mesures acoustiques et calculs, Martin Lienhard



1. Luft-Wasserwärmepumpe Fabrikat: Viessmann Typ: Vitocal 300-A AWO-AC 301.B14 P(A-7/W35): 12 kW Höhe: 1'980 mm Ø: 1'100 mm Schall-P.: 54 db(A)	2. Energiepufferspeicher Fabrikat: Viessmann Inhalt: 2 x 887 Liter Ømit: 990 mm Höhe mit: 2'090 mm	3. Warmwasserbereiter Fabrikat: Viessmann Typ: B 1000 WPS/E Inhalt: 2 x 847 Liter Ømit: 990 mm Höhe mit: 2'190 mm	4. Expansion Fabrikat: Pneumatex Typ: SU 200.6 Inhalt: 200 Liter Ø: 500 mm Höhe: 1'338 mm Vordruck: 2.4 bar / 24 mWs	5. Expansion Fabrikat: Reflex Typ: G 400 Inhalt: 400 Liter Ø: 740 mm Höhe: 1'373 mm Vordruck: 2.4 bar / 24 mWs	6. Expansion Fabrikat: Reflex Typ: G 500 Inhalt: 500 Liter Ø: 740 mm Höhe: 1'494 mm Vordruck: 1.5 bar / 15 mWs	7. Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: Alpha2 25-40	8. Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: Alpha2 25-60	9. Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: Alpha2 25-60	10. Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: Alpha2 25-60	11. Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: Magna3 32-60
---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	---

Omlin Energiesysteme AG
 Salinenstrasse 3
 4127 Birsfelden
 Tel.: 061 378 85 00

100% Dekarbonisierung
 Wiesenschanzweg 36, Basel
 Prinzipschema
 Heizung / Sanitär

Mst.:	%	
Grösse:	A3	
Datum	Gezeichnet	Geprüft
Plan 02.12.2016	mo	mo
Rev.A 03.07.2019	ls	mo

Martin Lienhard

dipl. Phys. ETH/ SIA

Bau- und Raumakustik, Lärmschutz
Beratung, Messungen, Gutachten

Hausmattstrasse 11
CH-4438 Langenbruck
Tel.: 062-390 22 22
Fax: 062-390 16 55
akustik@bluewin.ch
www.kitsuka.ch

Wiesenschanzweg 36, Basel

Wärmepumpen Hinterhof

Lärmmessungen und -Berechnungen

Auftrag Nr. 17-1880

Auftraggeber: Urs M. Fischer Architekt
Gotthelfstrasse 9
4054 Basel

Inhalt:

1. Auftrag
2. Situation, Grundlagen
3. Vorgehen
4. Messungen und Messergebnisse
5. Immissionspegel und Beurteilung
6. Zusammenfassung

Beilagen 1 - 7 dem Bericht angefügt (Situationspläne, Auswertungsprotokolle, Herstellerangaben).

Langenbruck, 19.4.2017

Verantwortlich:

M. Lienhard
Büro für Bau- und Raumakustik, Lärmschutz



1. Auftrag

Es sollen die Immissionen durch den Betrieb der Wärmepumpe im Hinterhof Wiesenschanzweg 36 in Basel ermittelt und nach Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) beurteilt werden.

Immissionsort: Wiesenschanzweg 36, EG.

2. Situation, Grundlagen

2.1 Die Immissionen werden nach der Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) Anhang 6 (Industrie- und Gewerbelärm) ermittelt und beurteilt.

2.2 Im Hinterhof zu Wiesenschanzweg 36 stehen zwei Wärmepumpen Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B14, welche eine gemeinsame Anlage bilden.

2.3 Die Wärmepumpe ist eine neue Anlage im Sinne der LSV.
Massgeblich ist somit der Planungswert nach LSV Anhang 6.

2.4 Das meistexponierte Fenster zu Wohn- und Schlafräumen der umliegenden Wohnhäuser ist:

- o Balkontüre zum Zimmer der Wohnung EG Wiesenschanzweg 36.

Bemerkung: die Fenster zu Küche und Bad liegen näher bei den Anlagen, sind aber keine Fenster zu lärmempfindlichen Räumen nach LSV.

Für die Mess- und Berechnungsorte siehe Beilagen 1 und 2.

2.5 Die Immissionsorte liegen in einer Zone mit Lärmempfindlichkeitsstufe ES III.

2.6 Die massgeblichen Grenzwerte nach LSV für die Immissionen an den benachbarten Wohnhäusern sind damit:

Lärmempfindlichkeitsstufe ES III:

- Planungswert (PW): $L_r = 60 / 50 \text{ dB}$ tags / nachts;

Bemerkungen:

Für neue Anlage müssen die obigen Planungswerte eingehalten werden.

Massgeblich ist die Lärmempfindlichkeitsstufe am Ort der Immissionen.

3. Vorgehen

Es wurden die Emissionen 1m neben der Anlage (MP-1) gemessen sowie neben dem nächstgelegenen Fenster (MP-2, 5mm vor der Fassade).

Aus den Ergebnissen von MP-2 wurden die messgebenden Pegel am massgebenden Immissionsort MP-3 berechnet.

Für die Mess- und Berechnungsorte siehe auch Beilagen 1 und 2.

Messort MP-1: 1m neben der Anlage im Hinterhof.

Messort MP-2: Neben Küchenfenster, 5mm vor der Fassade.

Berechnungsort MP-3: offene Balkontüre zu Zimmer Wohnung EG.

4. Messungen und Messergebnisse

4.1 Messgeräte

- Schallpegelmesser Fabrikat Norsonic, Typ 140 mit Frequenzanalyse- und Pegelschreiber-Funktion sowie Audio-Aufnahme messgeräteintern.
- Eichung vor und nach den Messungen mit Kalibrator Fabrikat Norsonic, Typ 1251.

4.2 Messorte und -Zeiten

Wiesenschanzweg 36, Basel;
am 14.2.2017, 21.30 - 22.00 Uhr.

Beilagen 1 - 4: Situationspläne, Messorte und Lärmempfindlichkeitsstufe;

Beilagen 5 - 6: Frequenzanalysen der Immissionspegel.

Beilage 7: Herstellerangaben zur Wärmepumpe.

4.3 Messergebnisse (Emissionspegel)

4.3.1 Es wurden die folgenden Pegel gemessen (Pegel inkl. Umgebungsgeräuschen):

WP mit 4,8kW Strombezug:

- MP-1 (1m von Anlage): $Leq = 43,2 \text{ dB(A)}$;
- do., Umgebungsgeräuschpegel (WP abgestellt): $Leq = 39,3 \text{ dB(A)}$.
- MP-2 (5mm vor Fassade, neben Küchenfenster): $Leq = 44,4 \text{ dB(A)}$;
- do., Umgebungsgeräuschpegel (WP abgestellt): $Leq = 38,8 \text{ dB(A)}$.

Für die Emissions-Spektren siehe auch Beilagen 5 - 6.

4.3.2 Penalisierung Tonhaltigkeit (mit Beurteilungshilfe BS): $K2 = 0$ (keine Tonhaltigkeit).

4.3.3 Zum Vergleich: Herstellerangaben zur Schalleistung:

- Minimaldrehzahl: $L_{w,A} = 50 \text{ dB(A)}$
- Maximaldrehzahl: $L_{w,A} = 55 \text{ dB(A)}$
- Nacht: $L_{w,A} = 52 \text{ dB(A)}$

5. Immissionspegel und Beurteilung

5.1 Emissionspegel: Lärmphasen

Zur Beurteilung der Immissionen müssen die Betriebszeiten beurteilt werden. Die Wärmepumpe läuft nicht dauernd sondern intermittierend nach Wärmebedarf, jedoch liegen dazu keine Angaben vor.

Der Betriebszustand mit rund 4,8 kW Strombezug scheint ein mittlerer Nacht-Betriebszustand zu sein, jedoch liegen auch dazu keine Angaben vor.

Für die nachfolgende Beurteilung wird von obigem Betriebszustand als Dauerpegel während der ganzen Nacht ausgegangen: das ergibt rechnerisch höhere Pegel als effektiv wegen zu langer Betriebsdauer, jedoch scheint dies gerechtfertigt wegen allfällig höherer Pegel bei höherem Strombezug.

Bemerkung für die Variation der Emissionspegel für verschiedene Betriebszustände gemäss Herstellerangaben siehe Beilage 7. Diese Spanne liegt bei rund 4dB zwischen Minimaldrehzahl und Maximaldrehzahl, mit einem Nachtpegel in der Mitte dieser beiden Extremwerte.

5.2 Immissionspegel

5.2.1 Die gemessenen Pegel in Abschnitt 4.3 entsprechen den Emissionspegeln inklusive Umgebungsgeräuschen. Unter Berücksichtigung der gemessenen Umgebungsgeräusche errechnen sich als effektive Immissionspegel:

(WP mit 4,8kW Strombezug):

MP-1 (1m von Anlage)

- o Messwert: $Leq = 43,2 \text{ dB(A)}$;
- o do., Umgebungsgeräuschpegel (WP abgestellt): $Leq = 39,3 \text{ dB(A)}$.
- o Daraus berechnet: Pegel IP-1 ohne Gp.: $Leq = 41,7 \text{ dB(A)}$.

MP-2 (5mm vor Fassade, neben Küchenfenster)

- o Messwert: $Leq = 44,4 \text{ dB(A)}$;
- o do., Umgebungsgeräuschpegel (WP abgestellt): $Leq = 38,8 \text{ dB(A)}$.
- o Daraus berechnet: Pegel IP-2 ohne Gp.: $Leq = 43,1 \text{ dB(A)}$.
- o Daraus berechnet:
Pegel in einem offenen Fenster am gleichen Ort: $Leq = 38,1 \text{ dB(A)}$.

Obiger Pegel MP-1 entspricht einem Abstand von 1,55m vom Mittelpunkt der runden Maschine.

Obiger Pegel MP-2 entspricht einem Abstand von 2,6m von der Maschine resp. von 3,15m vom Mittelpunkt der runden Maschine.

5.2.2 Für den Immissionsort MP-3 errechnen sich:

- o aus dem Emissionspegel MP-1: $Leq = 30,3 \text{ dB(A)}$;
- o aus dem Immissionspegel MP-2: $Leq = 32,9 \text{ dB(A)}$;
- o aus der Schalleistungsangabe des Herstellers Nachts: $Leq = 28,8 \text{ dB(A)}$.

Bemerkungen: Der Hinterhof bildet eine Hofartige Situation, was die höheren gemessenen Pegel (im Vergleich mit den Herstellerangaben) erklärt.

Die zusätzlich erhöhten Pegel aus MP-2 gegenüber jenen aus MP-1 können z.B. aus unterschiedlicher Abstrahlcharakteristik der Anlage stammen.

- 5.2.3 Den weiteren Berechnungen liegen die Pegel aus MP-2 zugrunde, d.h. ein Immissionspegel von rund $L_{eq} = 33$ dB(A) in der offenen Balkontüre MP-3.
- 5.2.4 Die zweite WP hat einen Abstand von 10m zu MP-3 und ist durch die Balkon-Seitenwand abgeschirmt (Hindernisdämpfung ≥ 5 dB).
Wenn gleichzeitig auch die zweite WP mit gleicher Leistung in Betrieb ist (was während der Messungen nie der Fall war), so erhöht sich der Gesamtpegel für beide WP am Ort MP-3 auf $L_{eq} = 33,3$ dB(A).
- 5.2.5 Aufgrund der Herstellerangaben zu den Schalleistungspegeln (siehe Abschnitt 4.3.3) muss tagsüber mit um bis zu 3 dB(A) höheren Pegeln gerechnet werden (für Dauerbetrieb mit Maximaldrehzahl).

5.3 Beurteilungspegel

- 5.3.1 Die Teil-Beurteilungspegel ($L_{r,i}$) der Lärmphasen berechnen sich wie folgt:

$$L_{r,i} = L_{eq} + 10 \cdot \log(T_i/T_o) + K_1 + K_2 + K_3$$

mit

- $L_{r,i}$ = Beurteilungspegel der Lärmphase
- L_{eq} = Immissionspegel in dB(A)
- T_i = mittlere Betriebsdauer (tags resp. nachts, Jahresmittel)
- T_o = Bezugsdauer = je 12 Stunden tags (7 - 19 Uhr) und nachts (19 - 7 Uhr)
- K_1 = generelle Penalisierung für Industrie- und Gewerbelärm resp. für Lüftungs- und Klimaanlage:
 - tagsüber: $K_1 = 5$ dB
 - nachts: $K_1 = 10$ dB.
- K_2 = Penalisierung für Tonhaltigkeit: $K_2 = 0$.
- K_3 = Penalisierung für Impulshaltigkeit: $K_3 = 0$.

- 5.3.2 Damit berechnen sich die Beurteilungspegel tags / nachts für den untersuchten Immissionsort MP-1 zu:

- WP wie gemessen (4,8kW Strombezug): $L_r = 38-41 / 43$ dB tags / nachts;
- Beide WP gleichzeitig (je 4,8kW): $L_r = 38-41 / 43$ dB tags / nachts.

6. Zusammenfassung

Die Immissionspegel (Beurteilungspegel) für den meistexponierten Immissionsort (IP-3) betragen rund $L_r = 38 - 41$ dB tagsüber und $L_r = 43$ dB nachts.

Der geforderte Planungswert ES III von tags / nachts maximal $L_r = 60 / 50$ dB ist damit sowohl tagsüber als auch nachts eingehalten.

MFH WIESENSCHANZWEG 36 • 4057 BASEL
WÄRMEPUMPEN LUFT/WASSER VISSMANN 300-A

GRUNDRISS GARTEN

URS M. FISCHER ARCHITEKT
GOTTHELFSTRASSE 6 • 4052 BASEL

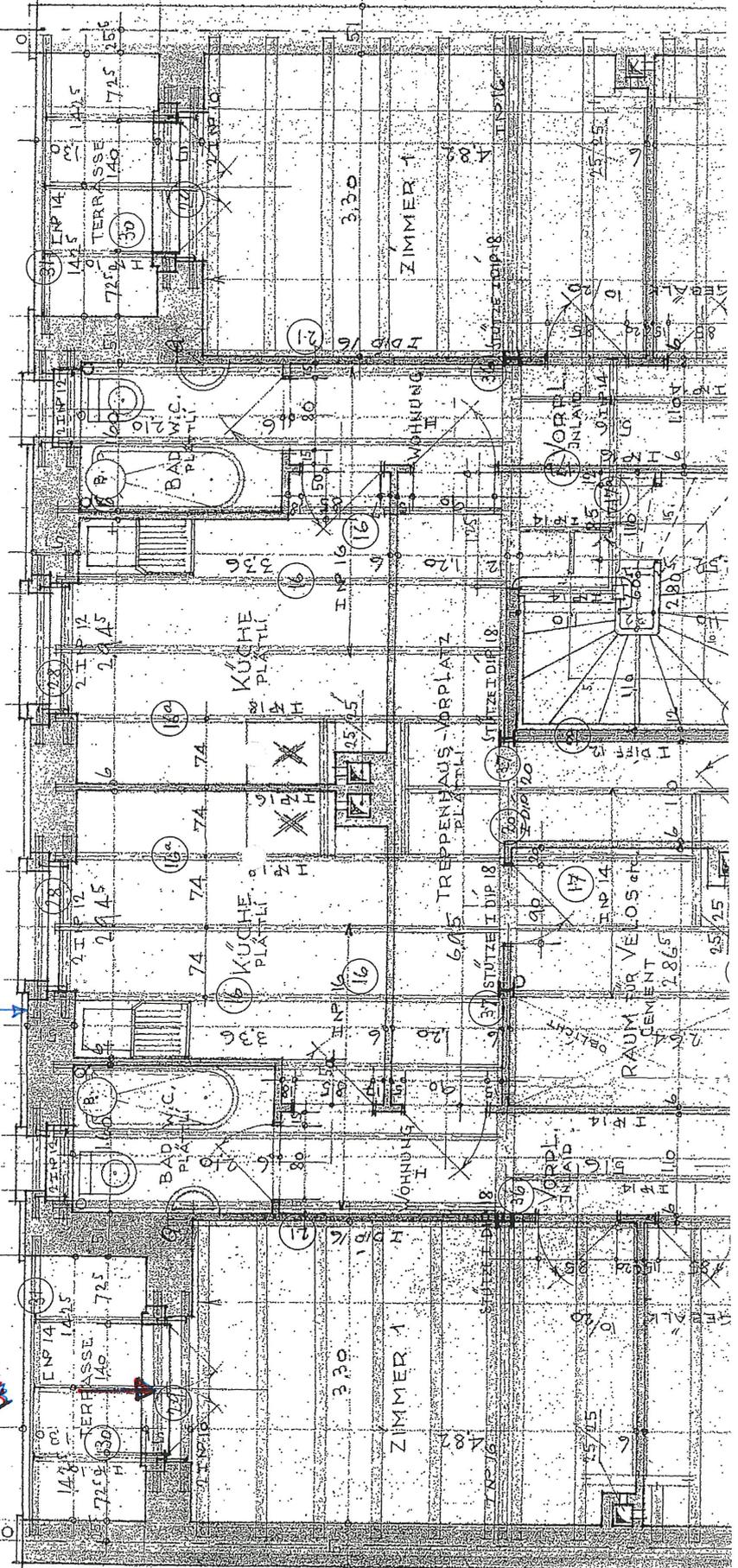
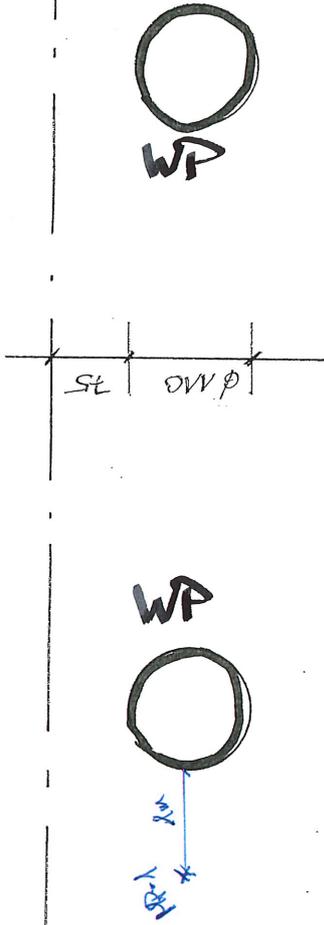
1 : 50

INFO@FISCHERARC.CH
061 303 80 80
A3

Mess- und Berechnungstabelle (verkleinert A3 → A4)

Beilage 1

BEWILLIGT
- 2. Aug. 2016
BAU- UND GASTGEWERBE-
INSPEKTORAT BASEL-STADT



WP-2

WP-2

WP

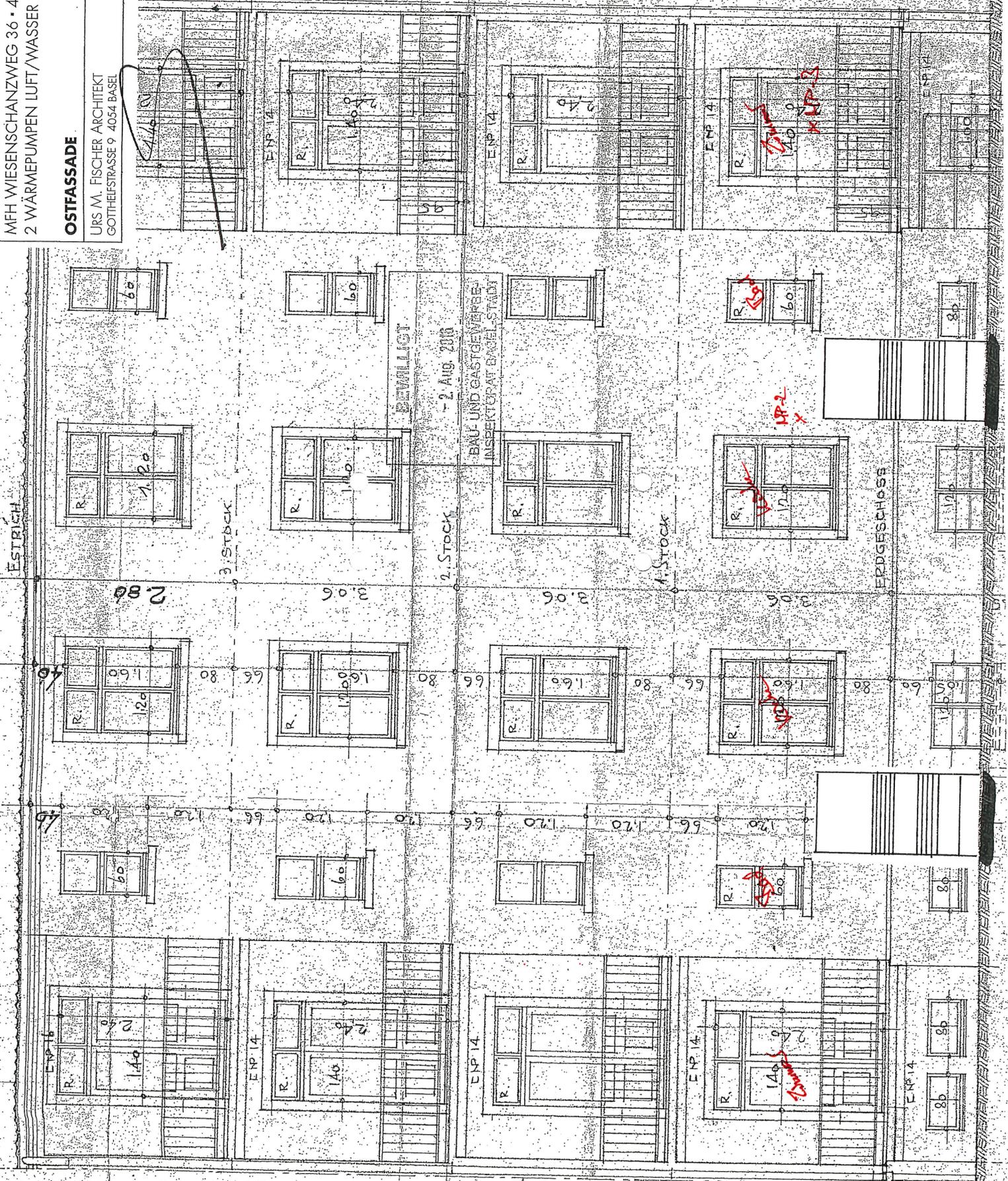


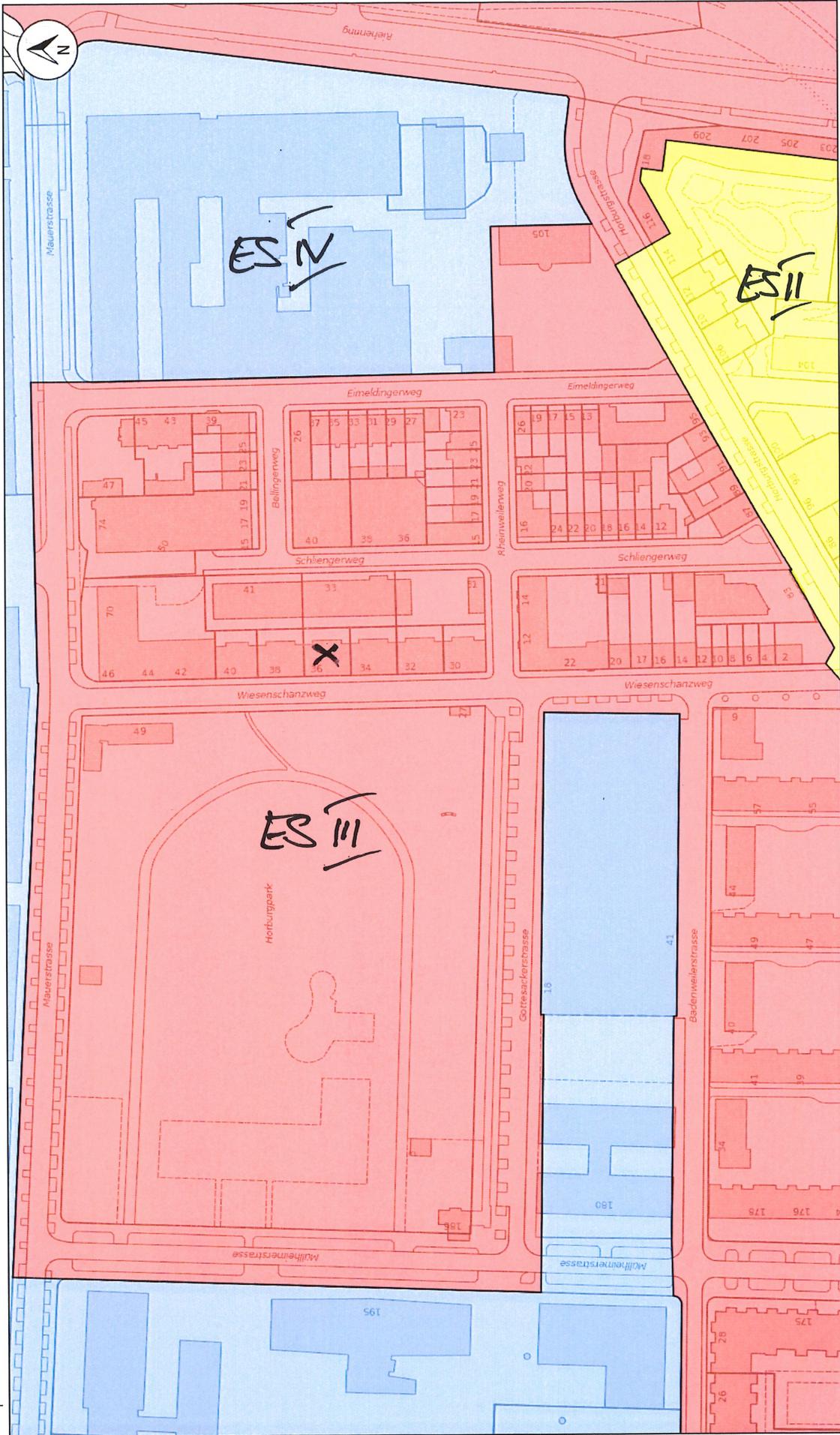
WP-1



(Verkleinert A3-A4)

Beilage 2





Koordinaten 2611507 | 1268956 | 2612015 | 1269252
Massstab 1:2000

www.stadtplan.bs.ch
Ausdruck vom 19. April 2017

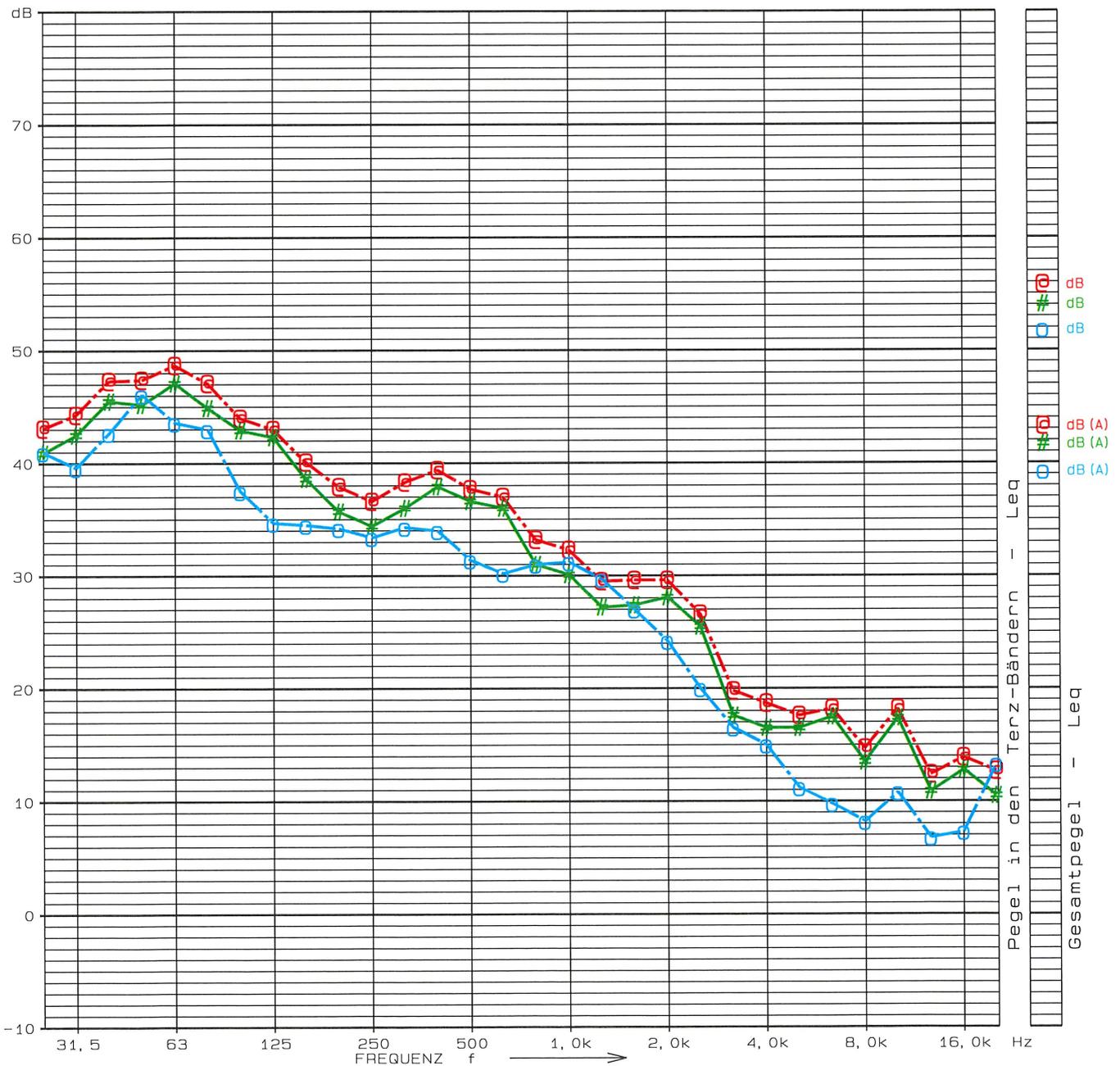
Quelle: Geodaten Kanton Basel-Stadt, www.geo.bs.ch
Dieser Planausdruck hat nur informativen Charakter

Wiesenschanzweg 36, Basel

Wärmepumpe

IP-1

- @---@ 1m Abstand zur Wärmepumpe
4,8kW Strombezug
Hinterhof Wiesenschanzweg 36
- #---# 1m Abstand zur Wärmepumpe
// ohne Gp.
- o---o Hinterhof Wiesenschanzweg 36
Grundgeräuschpegel: Anlage abgestellt



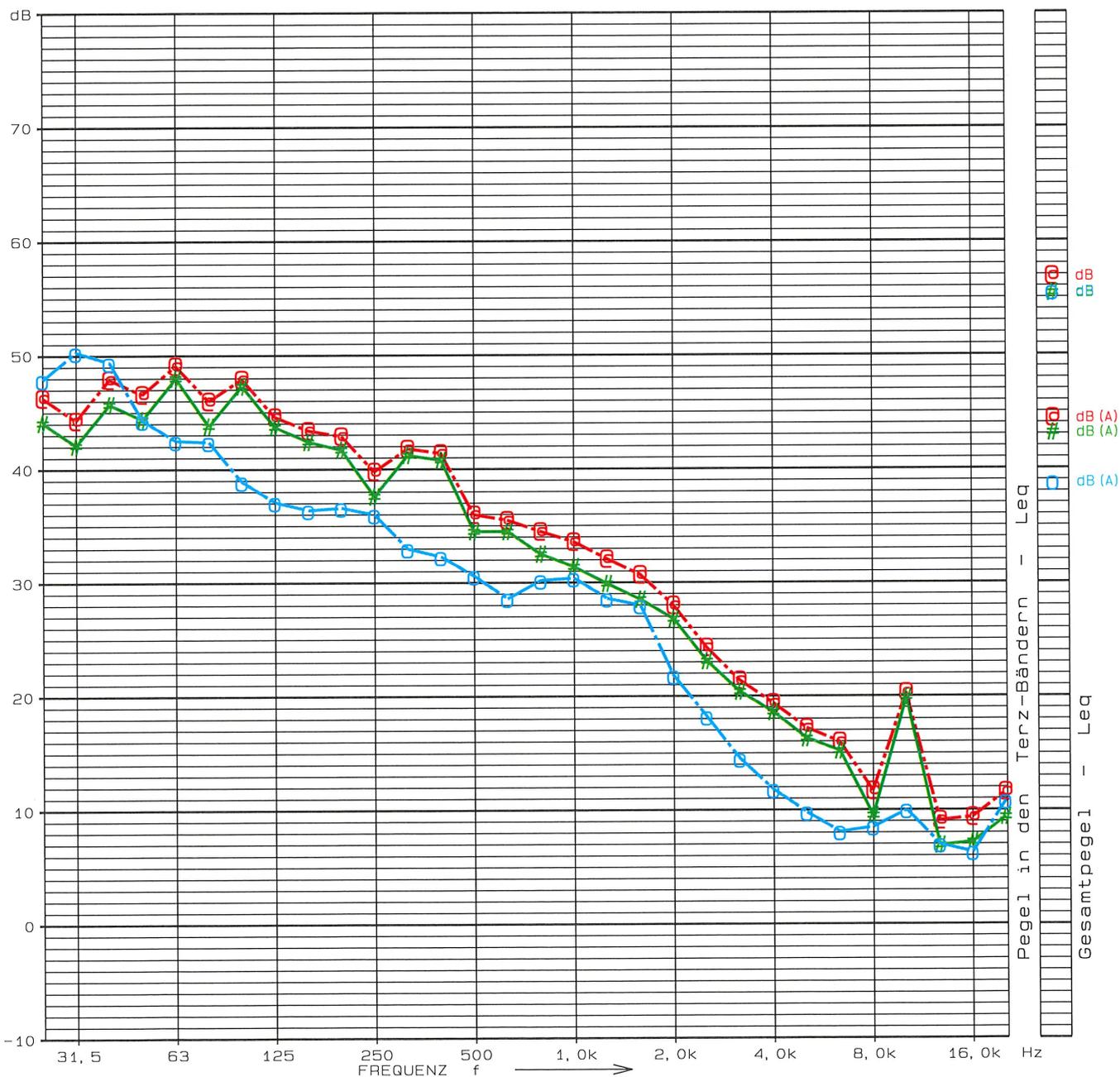
MARTIN LIENHARD
Bau- und Raumakustik
4438 Langenbruck

Auftraggeber
Urs M. Fischer Arch.
Gotthelfstrasse 9
4054 Basel

Auftrag Nr.
Datum
19.4.2017
Gezeichnet *M*

Wiesenschanzweg 36, Basel
 Wärmepumpe
 IP-2

- @---@ 5mm vor Fassade neben Fenster
 4,8kW Strombezug
 Hinterhof Wiesenschanzweg 36
- #---# 5mm vor Fassade neben Fenster
 // ohne Gp.
- o---o 5mm vor Fassade neben Fenster
 Grundgeräuschpegel: Anlage abgestellt
 Hinterhof Wiesenschanzweg 36



MARTIN LIENHARD
 Bau- und Raumakustik
 4438 Langenbruck

Auftraggeber
 Urs M. Fischer Arch.
 Gotthelfstrasse 9
 4054 Basel

Auftrag Nr.
 Datum
 19.4.2017
 Gezeichnet *ML*

Planungshinweise für Außenaufstellung (Fortsetzung)

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A09 Silent (mit Schalldämmhauben)

Ventilatorstufe	Schall-Leistungspegel L_w in dB(A)	Richtfaktor Q (örtlich gemittelt)	Abstand von der Wärmepumpe in m								
			1	2	4	5	6	8	10	12	15
			Energieäquivalenter Schalldruckpegel L_p in dB(A)								
1	55	2	47	41	35	33	31	29	27	25	23
		4	50	44	38	36	34	32	30	28	27
		8	53	47	41	39	37	35	33	31	30
2 (=Nacht)	56	2	48	42	36	34	32	30	28	26	24
		4	51	45	39	37	35	33	31	29	28
		8	54	48	42	40	38	36	34	32	31
3	57	2	49	43	37	35	33	31	29	27	25
		4	52	46	40	38	36	34	32	30	29
		8	55	49	43	41	39	37	35	33	32

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B11

Drehzahl Ventilator	Schall-Leistungspegel L_w in dB(A)	Richtfaktor Q (örtlich gemittelt)	Abstand von der Wärmepumpe in m								
			1	2	4	5	6	8	10	12	15
			Energieäquivalenter Schalldruckpegel L_p in dB(A)								
Min.	49	2	41	35	29	27	25	23	21	19	17
		4	44	38	32	30	28	26	24	22	21
		8	47	41	35	33	31	29	27	25	24
Max.	53	2	45	39	33	31	29	27	25	23	21
		4	48	42	36	34	32	30	28	26	25
		8	51	45	39	37	35	33	31	29	28
Nacht	51	2	43	37	31	29	27	25	23	21	19
		4	46	40	34	32	30	28	26	24	23
		8	49	43	37	35	33	31	29	27	26

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B14

Drehzahl Ventilator	Schall-Leistungspegel L_w in dB(A)	Richtfaktor Q (örtlich gemittelt)	Abstand von der Wärmepumpe in m								
			1	2	4	5	6	8	10	12	15
			Energieäquivalenter Schalldruckpegel L_p in dB(A)								
Min.	50	2	42	36	30	28	26	24	22	20	18
		4	45	39	33	31	29	27	25	23	22
		8	48	42	36	34	32	30	28	26	25
Max.	54	2	46	40	34	32	30	28	26	24	22
		4	49	43	37	35	33	31	29	27	26
		8	52	46	40	38	36	34	32	30	29
Nacht	52	2	44	38	32	30	28	26	24	22	20
		4	47	41	35	33	31	29	27	25	24
		8	50	44	38	36	34	32	30	28	27

Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A10

Ventilatorstufe	Schall-Leistungspegel L_w in dB(A)	Richtfaktor Q (örtlich gemittelt)	Abstand von der Wärmepumpe in m								
			1	2	4	5	6	8	10	12	15
			Energieäquivalenter Schalldruckpegel L_p in dB(A)								
1	54	2	46	40	34	32	30	28	26	24	22
		4	49	43	37	35	33	31	29	27	26
		8	52	46	40	38	36	34	32	30	29
2 (=Nacht)	54	2	46	40	34	32	30	28	26	24	22
		4	49	43	37	35	33	31	29	27	26
		8	52	46	40	38	36	34	32	30	29
3	56	2	48	42	36	34	32	30	28	26	24
		4	51	45	39	37	35	33	31	29	28
		8	54	48	42	40	38	36	34	32	31

8