Gewinnungssprengungen und Erschütterungsüberwachung

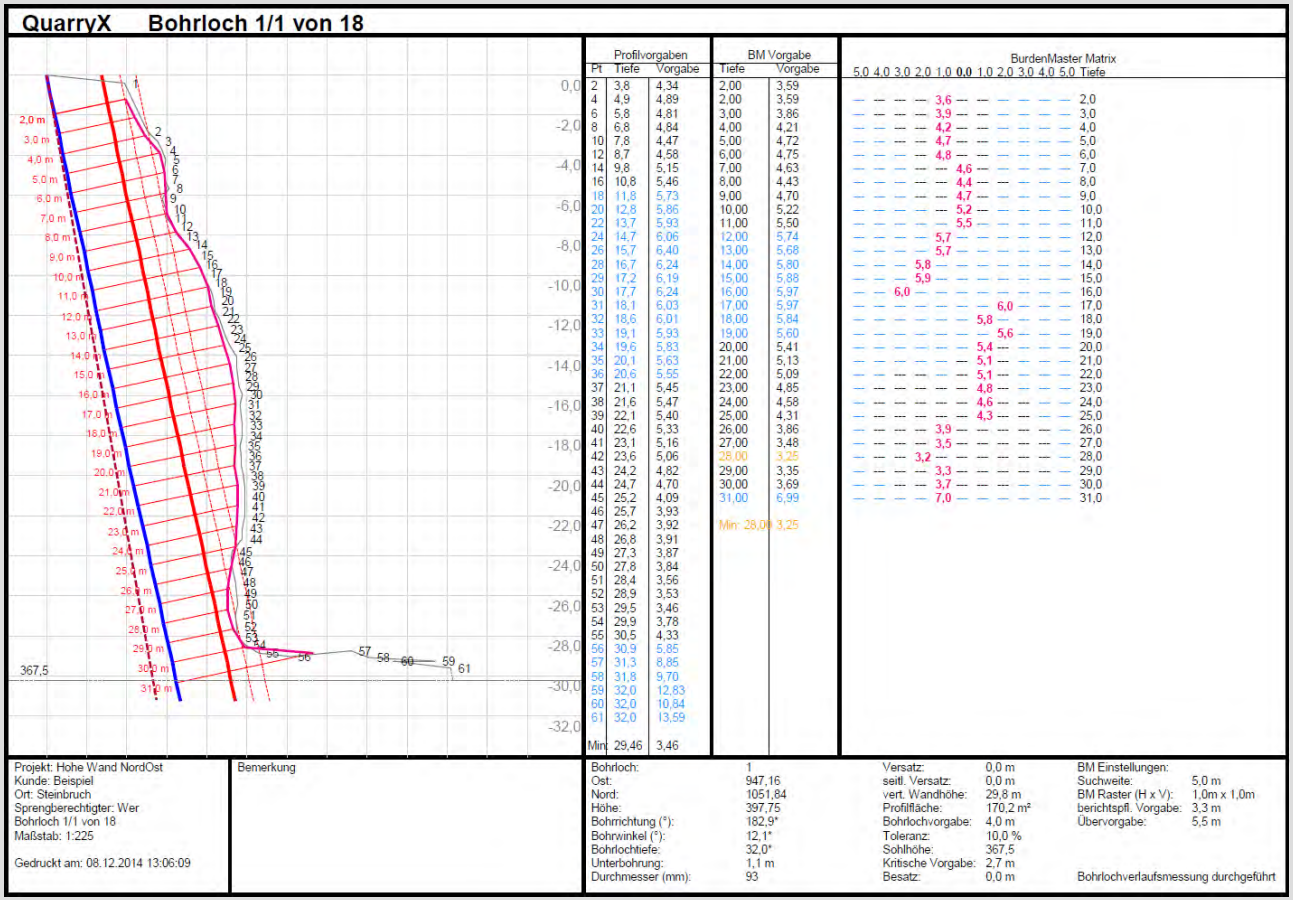
Dipl.-Ing. Josef Hellmann

Öffentlich bestellter und verteidigter Sachverständiger für über- und untertägige Sprengtechnik und Erschütterungsbeurteilung

Örlingweg 29
44309 Dortmund

Planen der Sprenganlage

Planen der Sprenganlage



QuarryX Bohrloch 1/1 von 18

Pt	Profilvorgaben Tiefe	Profilvorgaben Vorgabe	BM Vorgabe Tiefe	BM Vorgabe Vorgabe
2	3,8	4,34	2,00	3,59
4	4,9	4,89	2,00	3,59
6	5,8	4,81	3,00	3,86
8	6,8	4,84	4,00	4,21
10	7,8	4,47	5,00	4,72
12	8,7	4,58	6,00	4,75
14	9,8	5,15	7,00	4,63
16	10,8	5,46	8,00	4,43
18	11,8	5,73	9,00	4,70
20	12,8	5,86	10,00	5,22
22	13,7	5,93	11,00	5,50
24	14,7	6,06	12,00	5,74
26	15,7	6,40	13,00	5,68
28	16,7	6,24	14,00	5,80
29	17,2	6,19	15,00	5,88
30	17,7	6,24	16,00	5,97
31	18,1	6,03	17,00	5,97
32	18,6	6,01	18,00	5,84
33	19,1	5,93	19,00	5,60
34	19,6	5,83	20,00	5,41
35	20,1	5,63	21,00	5,13
36	20,6	5,55	22,00	5,09
37	21,1	5,45	23,00	4,85
38	21,6	5,47	24,00	4,58
39	22,1	5,40	25,00	4,31
40	22,6	5,33	26,00	3,86
41	23,1	5,16	27,00	3,48
42	23,6	5,06	28,00	3,25
43	24,2	4,82	29,00	3,35
44	24,7	4,70	30,00	3,69
45	25,2	4,09	31,00	6,99
46	25,7	3,93		
47	26,2	3,92	Min: 28,00	3,25
48	26,8	3,91		
49	27,3	3,87		
50	27,8	3,84		
51	28,4	3,56		
52	28,9	3,53		
53	29,5	3,46		
54	29,9	3,78		
55	30,5	4,33		
56	30,9	5,85		
57	31,3	8,85		
58	31,8	9,70		
59	32,0	12,83		
60	32,0	10,84		
61	32,0	13,59		
Min	29,46	3,46		

BurdenMaster Matrix

5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	Tiefe
---	---	---	---	3,6	---	---	---	---	---	---	2,0
---	---	---	---	3,9	---	---	---	---	---	---	3,0
---	---	---	---	4,2	---	---	---	---	---	---	4,0
---	---	---	---	4,7	---	---	---	---	---	---	5,0
---	---	---	---	4,8	---	---	---	---	---	---	6,0
---	---	---	---	---	4,6	---	---	---	---	---	7,0
---	---	---	---	---	4,4	---	---	---	---	---	8,0
---	---	---	---	---	4,7	---	---	---	---	---	9,0
---	---	---	---	---	5,2	---	---	---	---	---	10,0
---	---	---	---	---	5,5	---	---	---	---	---	11,0
---	---	---	---	5,7	---	---	---	---	---	---	12,0
---	---	---	---	5,7	---	---	---	---	---	---	13,0
---	---	---	5,8	---	---	---	---	---	---	---	14,0
---	---	---	5,9	---	---	---	---	---	---	---	15,0
---	---	6,0	---	---	---	---	---	---	---	---	16,0
---	---	---	---	---	---	6,0	---	---	---	---	17,0
---	---	---	---	---	5,8	---	---	---	---	---	18,0
---	---	---	---	---	---	5,6	---	---	---	---	19,0
---	---	---	---	---	5,4	---	---	---	---	---	20,0
---	---	---	---	---	5,1	---	---	---	---	---	21,0
---	---	---	---	---	5,1	---	---	---	---	---	22,0
---	---	---	---	---	4,8	---	---	---	---	---	23,0
---	---	---	---	---	4,6	---	---	---	---	---	24,0
---	---	---	---	---	4,3	---	---	---	---	---	25,0
---	---	---	---	3,9	---	---	---	---	---	---	26,0
---	---	---	---	3,5	---	---	---	---	---	---	27,0
---	---	---	3,2	---	---	---	---	---	---	---	28,0
---	---	---	---	3,3	---	---	---	---	---	---	29,0
---	---	---	---	3,7	---	---	---	---	---	---	30,0
---	---	---	---	7,0	---	---	---	---	---	---	31,0

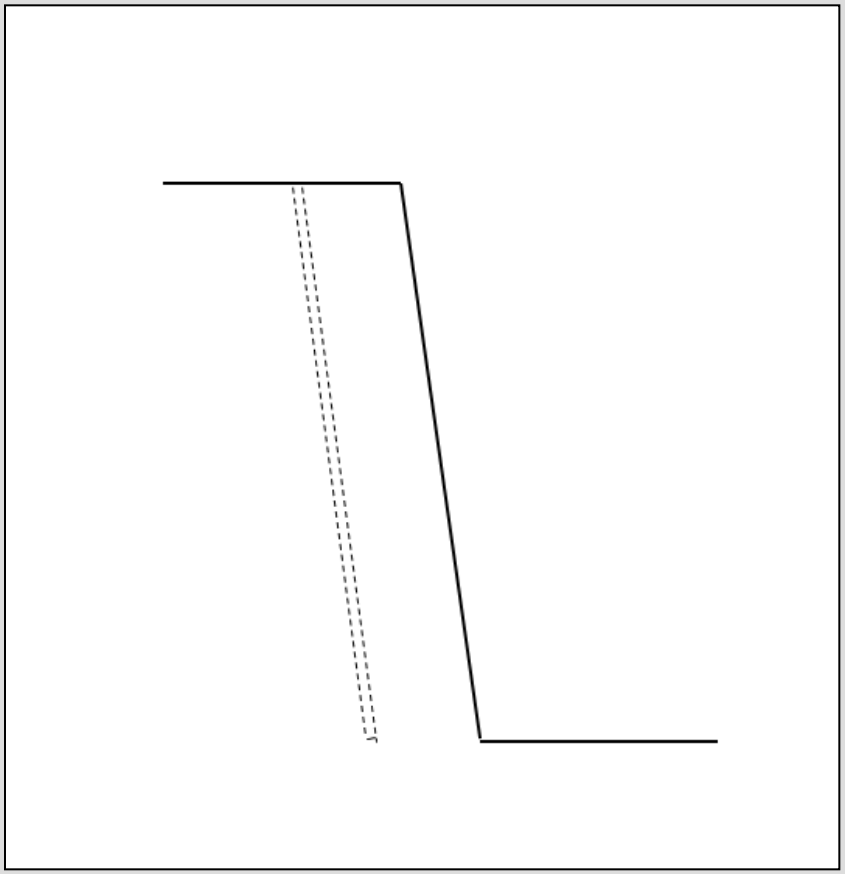
Projekt: Hohe Wand NordOst
Kunde: Beispiel
Ort: Steinbruch
Sprengberechtigter: Wer
Bohrloch 1/1 von 18
Maßstab: 1:225

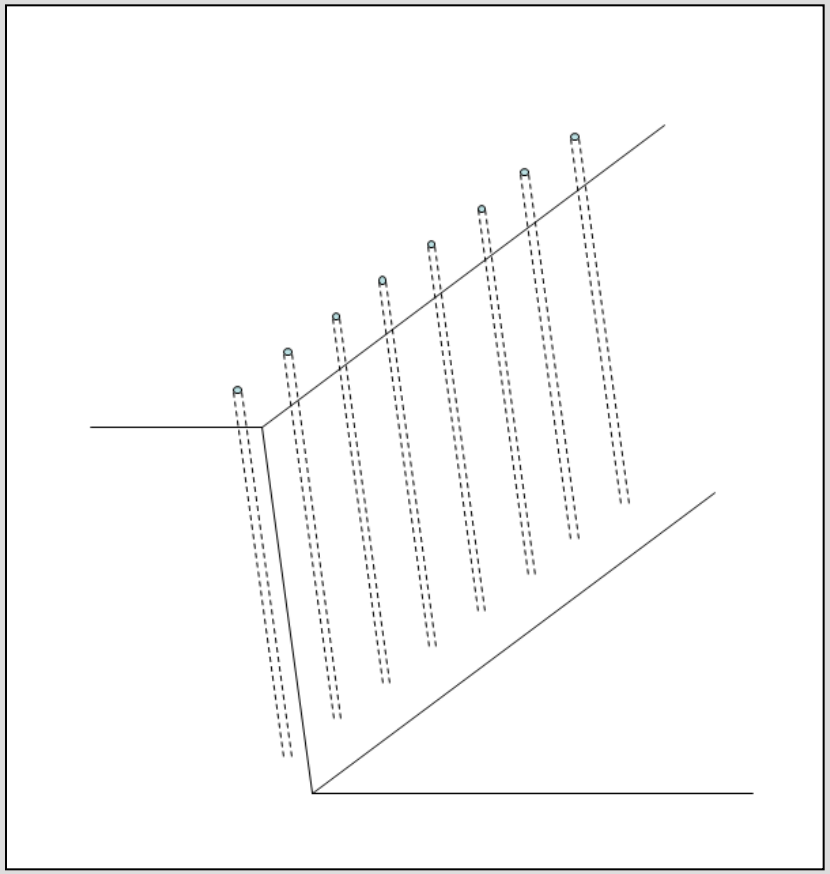
Gedruckt am: 08.12.2014 13:06:09

Bemerkung

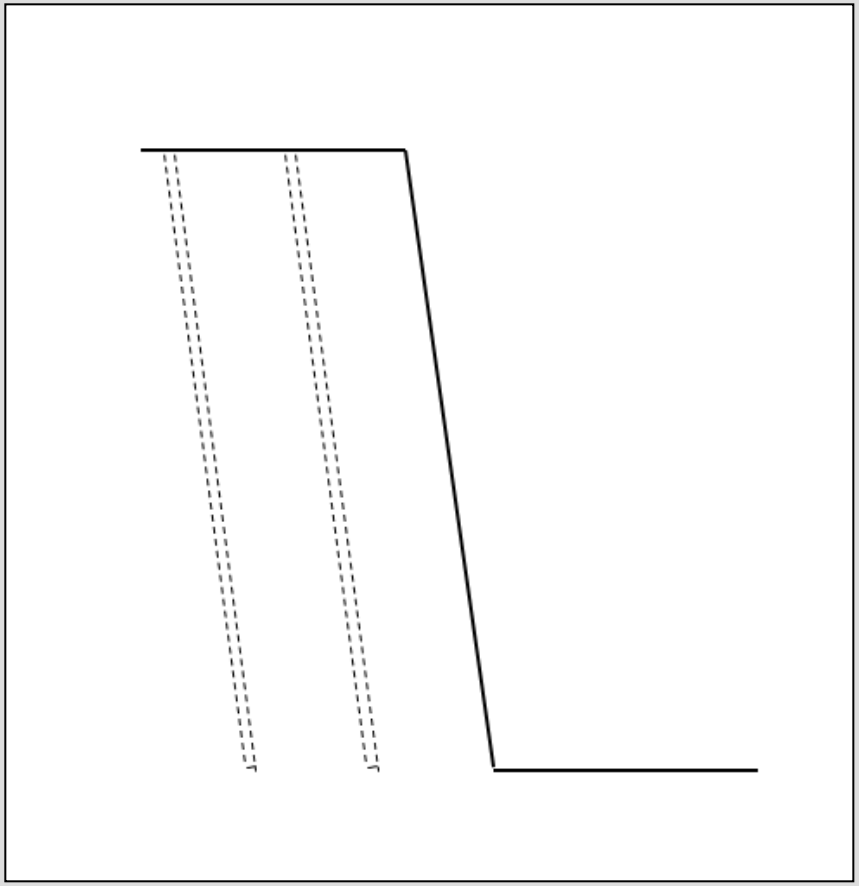
Bohrloch:	1	Versatz:	0,0 m	BM Einstellungen:	
Ost:	947,16	seitl. Versatz:	0,0 m	Suchweite:	5,0 m
Nord:	1051,84	vert. Wandhöhe:	29,8 m	BM Raster (H x V):	1,0m x 1,0m
Höhe:	397,75	Profilfläche:	170,2 m²	berichtspfl. Vorgabe:	3,3 m
Bohrrichtung (°):	182,9°	Bohrlochvorgabe:	4,0 m	Übervorgabe:	5,5 m
Bohrwinkel (°):	12,1°	Toleranz:	10,0 %		
Bohrlochtiefe:	32,0°	Sohlhöhe:	367,5		
Unterbohrung:	1,1 m	Kritische Vorgabe:	2,7 m		
Durchmesser (mm):	93	Besatz:	0,0 m	Bohrlochverlaufsmessung durchgeführt	

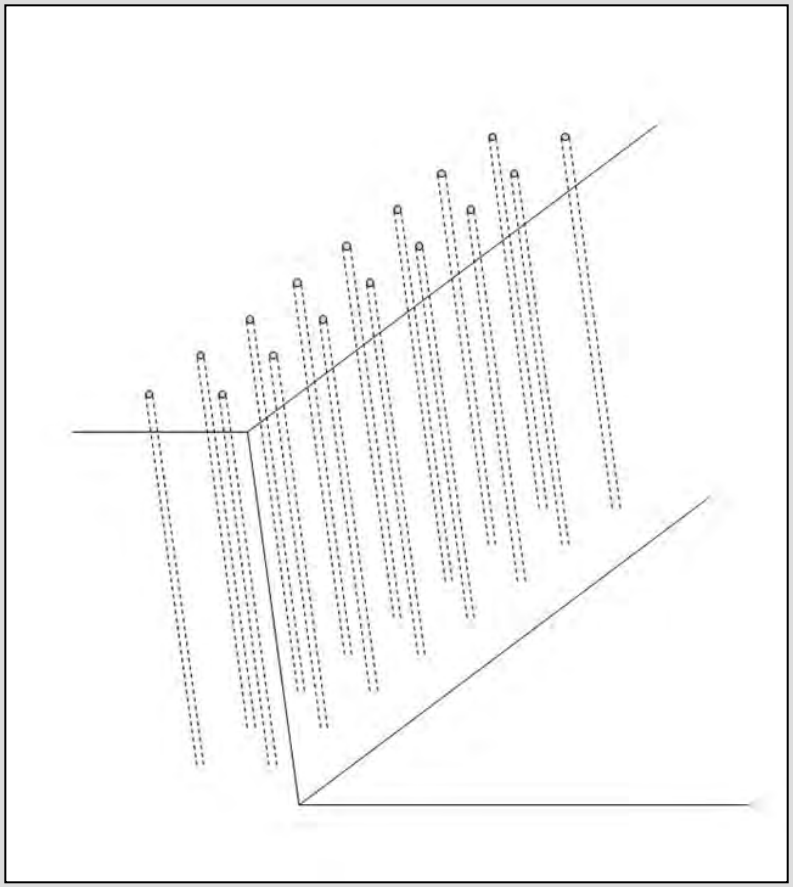
Einreihensprenganlage





Zweireihensprenganlage

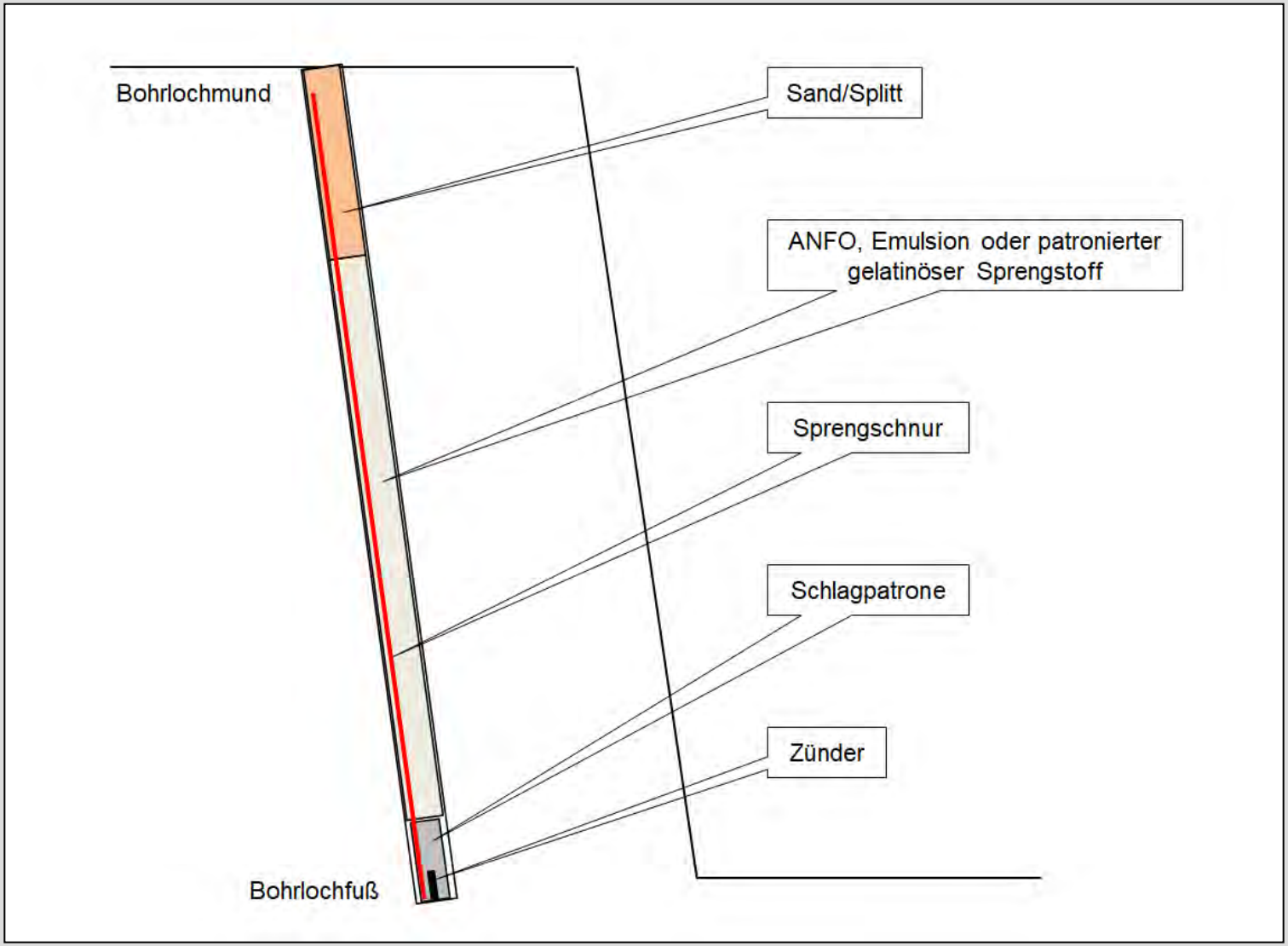




Bohren und Dokumentieren der Sprengbohrlöcher

Sprengmittel

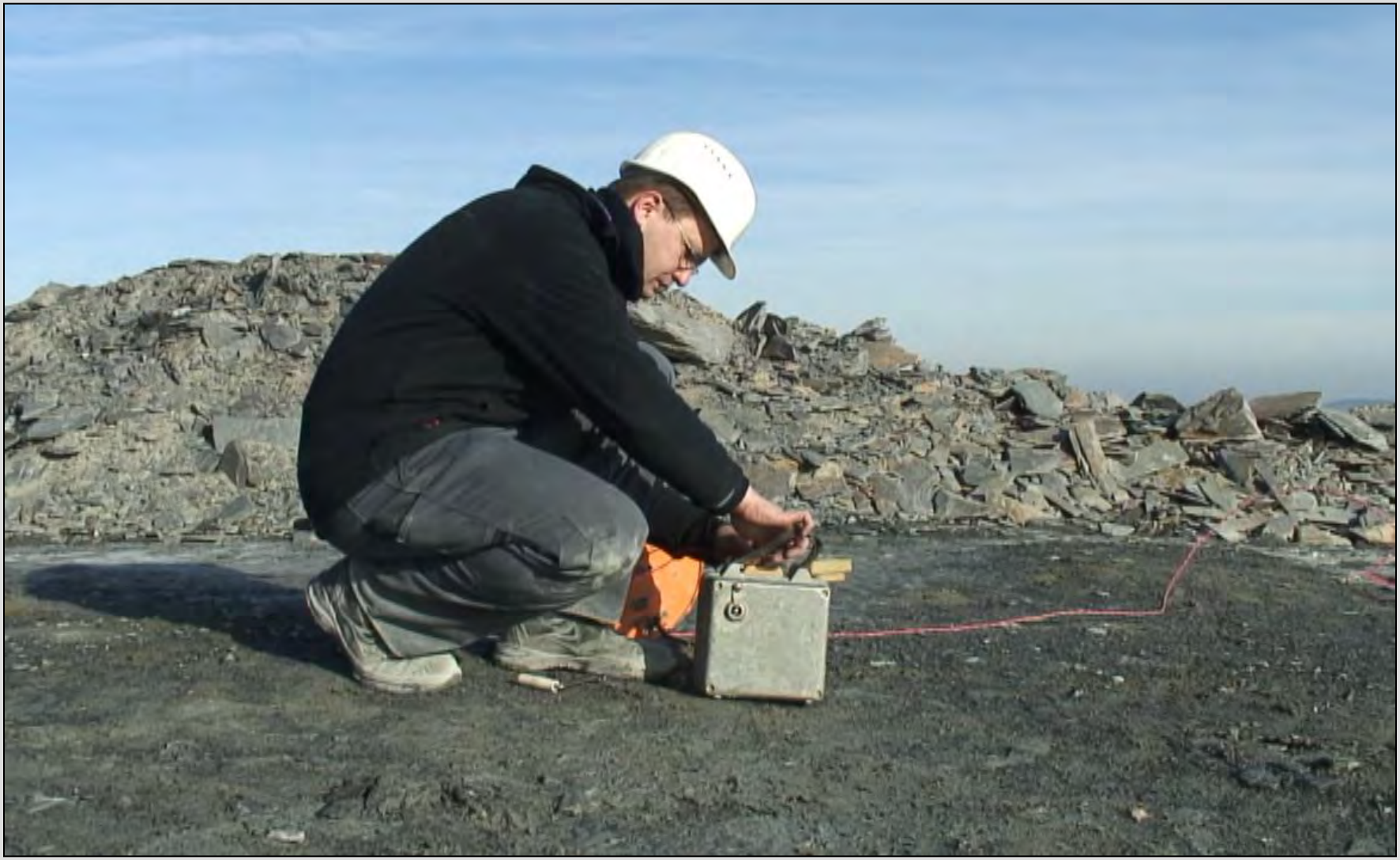
Ladungsaufbau im Bohrloch



Laden der Sprengbohrlöcher

Laden der Sprengbohrlöcher mit einem Pumpfahrzeug

Betätigen der Zündmaschine



Ablauf einer Sprengung 1

Ablauf einer Sprengung 2

Ablauf einer Sprengung 3

Ablauf einer Sprengung 4

Ablauf einer Sprengung 5

Ablauf einer Sprengung 6

Ablauf einer Sprengung 7

Ablauf einer Sprengung 8

Ablauf einer Sprengung 9

Ablauf einer Sprengung 10

Ablauf einer Sprengung 11

Ablauf einer Sprengung 12

Ablauf einer Sprengung 13

Ablauf einer Sprengung 14

Ablauf einer Sprengung 15

Ablauf einer Sprengung 16

Regelwerke für Sprengerschütterungen

- DIN 45669: Messen von Schwingungsimmissionen
  Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung

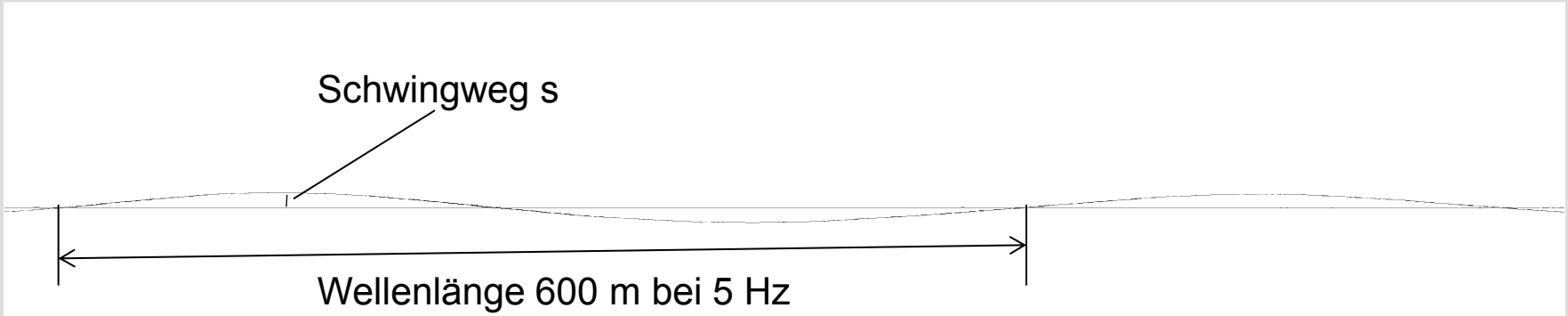
- DIN 45669: Messen von Schwingungsimmissionen
  Teil 2: Meßverfahren

- DIN 4150: Erschütterungen im Bauwesen
  Teil 1: Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen

- DIN 4150: Erschütterungen im Bauwesen
  Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

- DIN 4150: Erschütterungen im Bauwesen
  Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Sprengerschütterungen



$$v_i = s \cdot 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$s = \frac{v_i}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

v_i : Schwinggeschwindigkeit
s : Schwingweg
f : Frequenz

Beispiel:

Wellengeschw.: 3.000 m/s

f = 5 Hz ; f = 30 Hz

v_i = 1,0 mm/s

f = 5 Hz: s = 0,032 mm

f = 30 Hz: s = 0,0053 mm

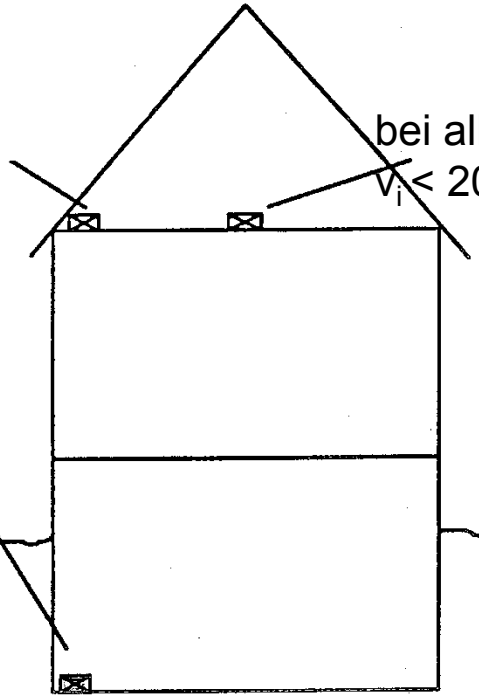
Zulässige Erschütterungswerte

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i\,max}$ in mm/s				
		Fundament Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal	Decken, vertikal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz [a]	alle Frequenzen	alle Frequenzen
Spalte / Zeile	1	2	3	4	5	6
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlich-keit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen **und** besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20

Erschütterungsüberwachung

bei allen Frequenzen
v_i < 15 mm/s

bei allen Frequenzen
v_i < 20 mm/s



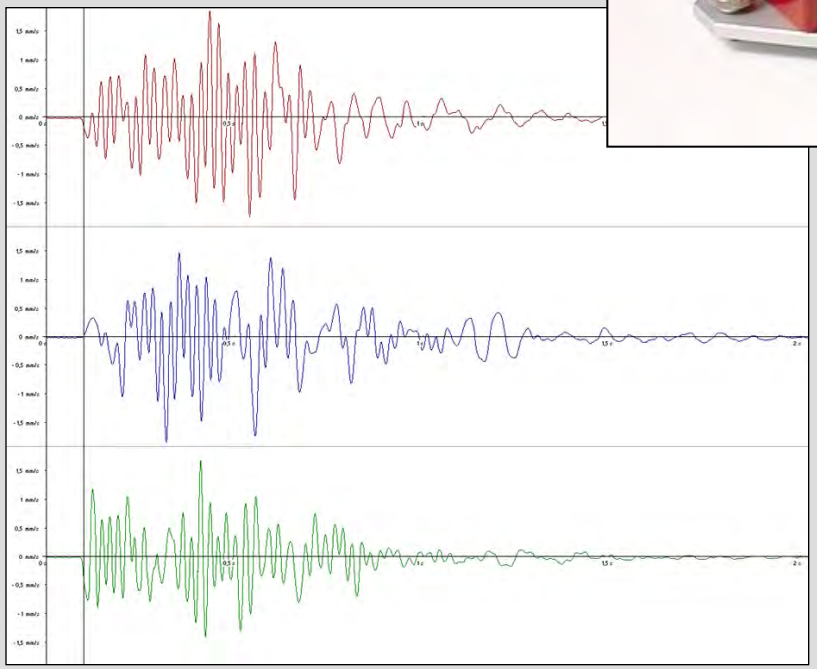
< 10 Hz = 5 mm/s
10- 50 Hz = 5-15 mm/s
50-100 Hz = 15-20 mm/s

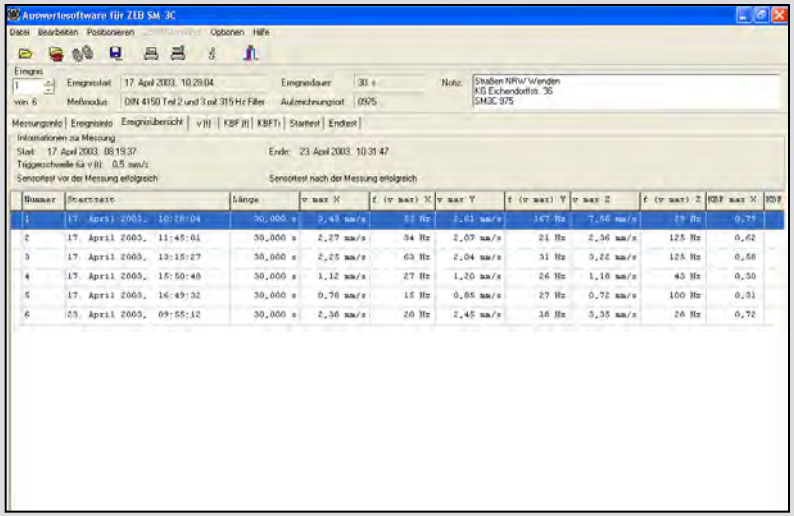
Legende:

⊠ geforderte Aufnahmestandorte

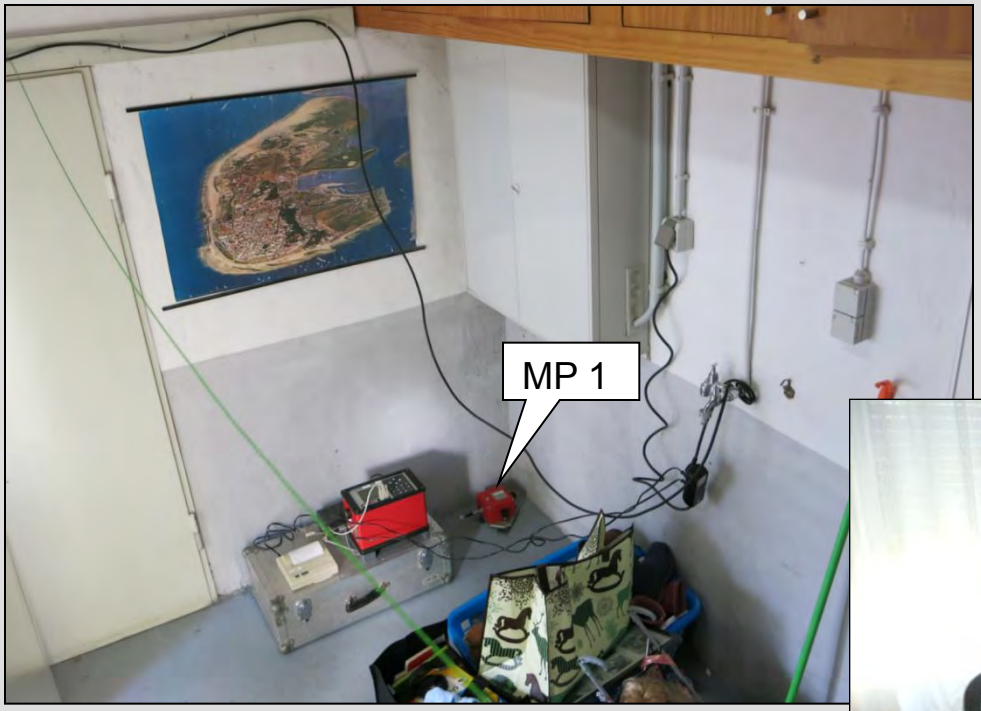
ohne Bewertung der jeweiligen Bausubstanz u.s.w.

Erschütterungsüberwachung

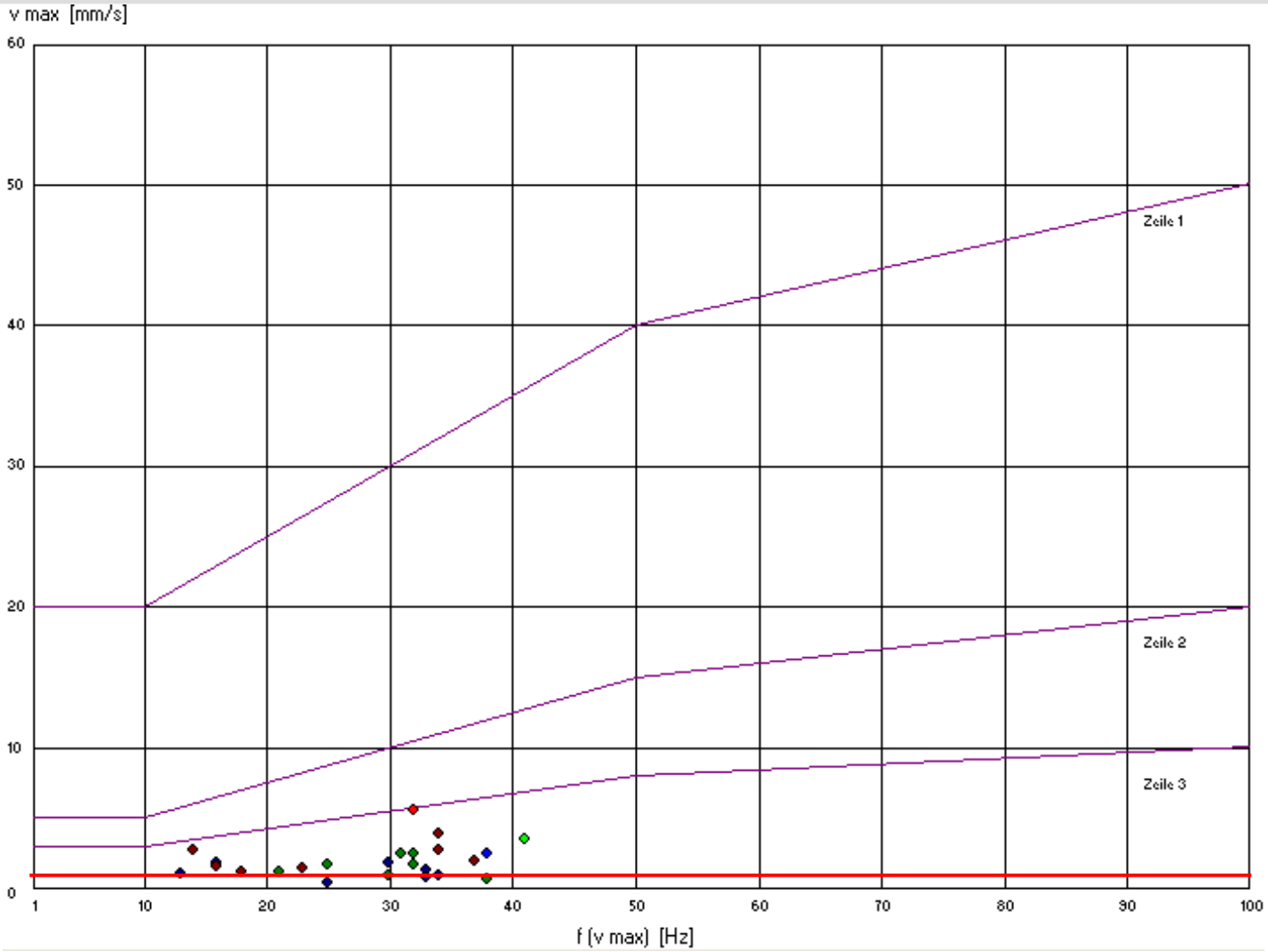




Erschütterungsüberwachung



Erschütterungsüberwachung



Erschütterungswahrnehmung durch Menschen

Der Mensch fühlt Erschütterungen weniger

- Wenn er die Erschütterung erwartet
- Wenn ihm die Erschütterung vertraut ist (Autofahrt)
- Wenn er steht (geringere Aufnahmefläche des Körpers)
- Wenn es bei einer Sprengung nicht laut knallt

Der Mensch fühlt Erschütterungen stark

- Wenn er nicht vorbereitet ist und sich dabei erschrickt
- Wenn er z. B. sitzt oder liegt (große Aufnahmefläche des Körpers)
- Wenn es laut knallt

Erschütterungswahrnehmung durch Menschen

$$KB_{Fmax} = KB \times c_F$$

c_F = Erfahrungswert für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen

KB = frequenzbewertetes Erschütterungssignal KB(*t*)

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{v_{max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_o}{f}\right)^2}}$$

v_{max} = max. gemessene Schwinggeschwindigkeit (mm/s)

f_o = 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses)

f = Frequenz in Hz

Erschütterungswahrnehmung durch Menschen

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedüftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.