

11.12.2023

PV und Lärmschutz beim Schiessplatz Bergfeld

Übersicht

Ausgangslage

- In der Gemeinde Wohlen verursacht der Jagdschiesstand Lärmemissionen, die als störend empfunden werden.
- Gleichzeitig bietet die sonnige Lage (Südhang) Möglichkeiten für den Einsatz zur Stromerzeugung aus PV-Anlagen

Zielsetzung

- Zielsetzung der Untersuchung ist es, herauszufinden, ob es wirtschaftliche Synergien zwischen potenziellen Schallschutzmassnahmen und der Energieproduktion aus PV gibt

Resultate

- Durch bauliche Massnahmen lassen sich die Schallemissionen auf das Hintergrundgeräusch reduzieren: Einhausung Flintenschiesstand & Büchenschiesstand, Streuung Widerhall am Hang durch Gabionen
- Die Synergien zwischen PV und Schallschutz ergeben sich bei einem Neubau/Erweiterung der Dachfläche beim Kugelschiesstand. Insgesamt ist der Standort weniger ideal für PV-Anlagen (wenig Eigenverbrauch, mangelnde grosse zusammenhängende Flächen)
- Die baulichen Massnahmen sind alternativen Massnahmen (z.B. Einsatz von Schalldämpfern) wirtschaftlich zu bewerten. Synergien zu einer PV-Anlage liegen dabei nicht vor.

Inhalte

1. Einführung Schall

- Einhausung, Streuung und Absorption als Strategien zur Reduktion von Schallemissionen

2. Schallschutz Bergfeld

- Reduktion des Mündungsknalls (Hauptemittent) bis zur Grössenordnung des Hintergrundgeräusches mittels Einhausung des Flinten- und Büchsenstandes sowie Nutzung von Gabionen zwecks Schallstreuung
- Siehe dazu auch beigelegtes Akustikmaterial

3. Architektur

- Visualisierung der baulichen Massnahmen sowie Kostenbewertung
- Siehe dazu beigelegtes Video

4. PV-Konzept Bergfeld

- Eruiierung des PV-Potenzials vor Ort (inkl. Parkplatz und Neubau Kugelschiesstand)



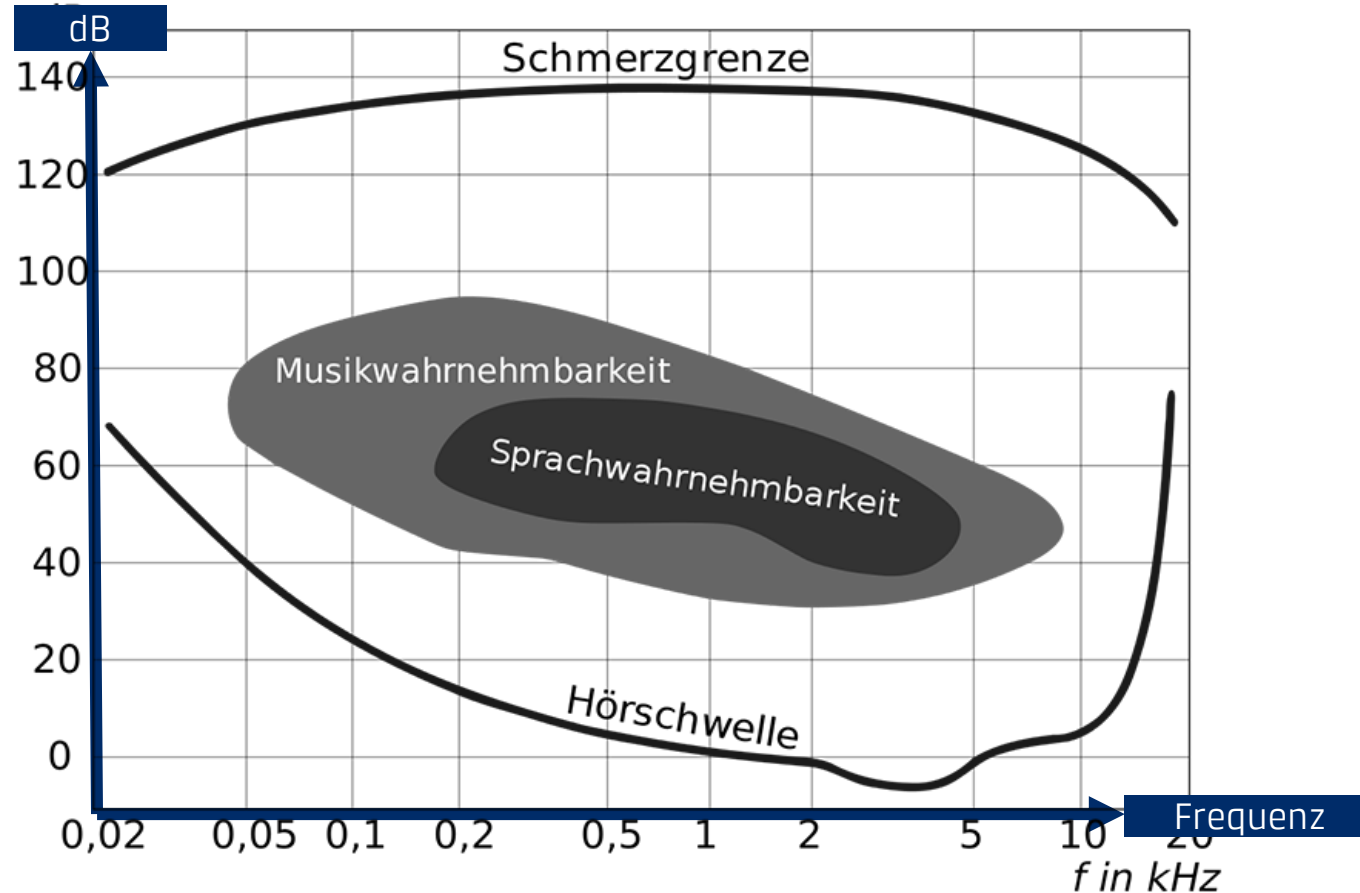
1. Einführung Schall

Grundlagen Schall – Physikalische Basis (I/II)

- Ausbreitung einer Schwingung in einem Medium (Druckunterschiede)
- Schallausbreitung in verschiedenen Frequenzspektren (Hertz)
- Definition Schalldruckpegel: $L_p = 20 * \log\left(\frac{p}{p_0}\right) [dB]$
- Unterschiedliche Kenngrößen und Bewertungen ($L_{AF,max}$; L_{CF} ; L_{AS} ; L_{Aeq} ...)

Grundlagen Schall – Wahrnehmung (II/II)

Spektrum der Hörwahrnehmung



Quelle: [Akustische Grundlagen \(hlnug.de\)](http://AkustischeGrundlagen(hlnug.de))

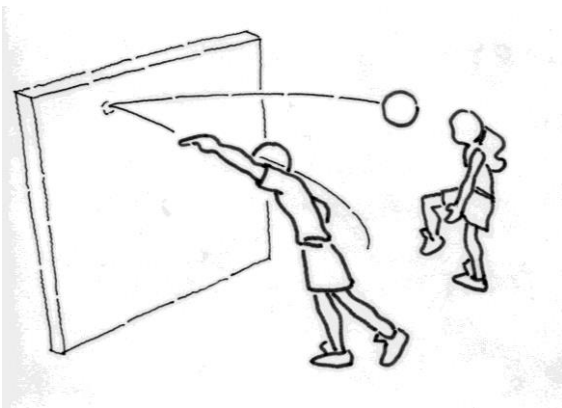
Schaltechnische Störquellen ohne «Lautstärke»

- Impulshaltigkeit: z.B. tropfender Wasserhahn
- Tonhaltigkeit: z.B. Pfeifen einer Lüftungsanlage
- Informationshaltigkeit: z.B. ungewolltes Mithören eines Gesprächs

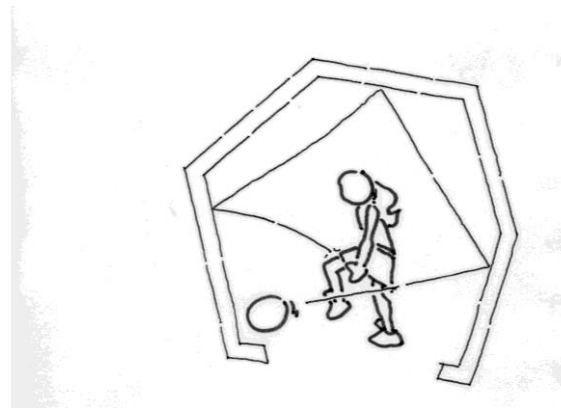
Lösungsraum für Reduktion Schallemissionen

Wirkprinzip der Maßnahmen - Ballmodell

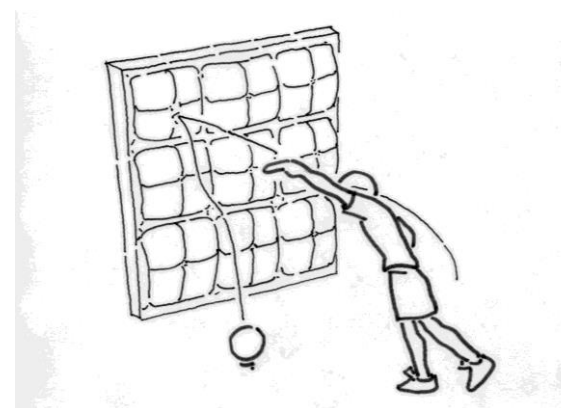
Ist-Zustand



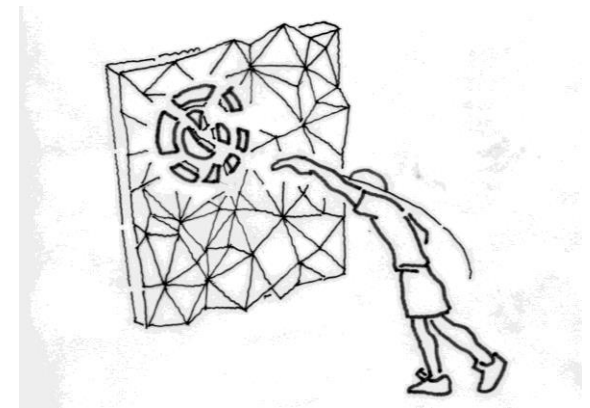
Einhausung



Absorption



Streuung



Vermeidungsstrategien

2. Schallschutz Bergfeld

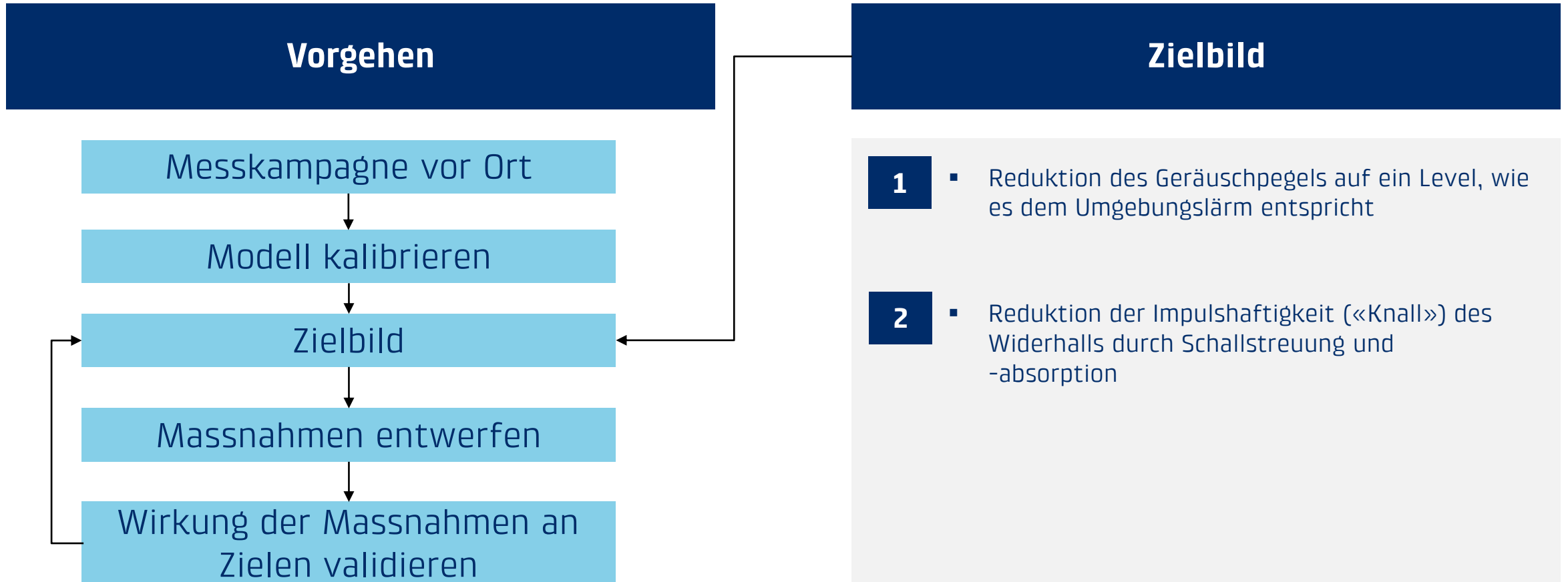


Zusammenfassung des IST-Zustandes

Ist-Situation

- Schiesstunnel beim Büchsenstand reduzieren Lärmbelastung
- Büchschenschießstand störender als Flintenschießstand (lauter und höhere Frequenz der Schüsse)
- Die Einhausung beim bestehenden Flintenschiesstand ist wirksam
- Am Hang ergibt sich mutmaßlich ein Widerhall
- Reduzierung des Schiessgeräusch im Fokus
- Reduzierung des Widerhalls (Absorption und Streuung)
- Der Mündungsknall dominiert gegenüber dem Geschosknall in relativ großer Entfernung von der Schießanlage

Vorgehen und Zielbild zur Reduktion der Schallemissionen



Verschiedene Massnahmen werden am Zielbild gespiegelt und bewertet.

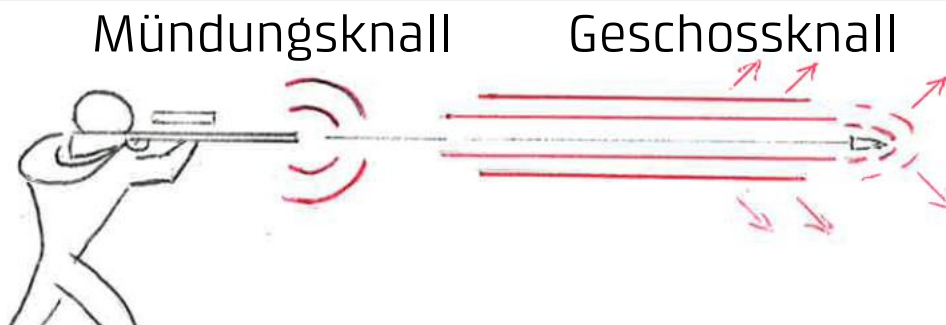
Die Evaluation von Massnahmen basiert auf einer Messkampagne vor Ort

Besonderheiten Schiesslärm

- Kurzes Geräusch, sehr hoher Druckimpuls, «Schockwelle»
- Zusammensetzung aus mehreren Geräuschen

Fokus

- **Mündungsknall** – Dekompression des Gasdrucks im Lauf: «Knall» am störendsten [1]
- **Geschossknall** – Überschallgeräusch
- **Kugelaufprall** – I. d. R. nicht von Belang



[1] Siehe Beilage: *aktuelle Schiesslärmbelastung ca. 1km ab Quelle 23 Messpunkt 7*

Methodik in der Messkampagne

- Messung von 5 aufeinanderfolgenden Schießgeräuschen im
 - Büchschenschießstand
 - offenen Flintenschießstand
 - eingehausten Flintenschießstand
- Im Wesentlichen Bewertung der Schießgeräusche anhand der Kenngröße $L_{CF,max}$
 - Die Messungen zielen nicht darauf ab, die vorher getätigten Messungen zu validieren
- Ziele der Messungen
 - Referenzieren des Computermodells
 - Effektivität bereits vorhandener Lärmschutzmaßnahmen
 - Determinierung der Störpotentiale

Zur Erinnerung – Messpunkte

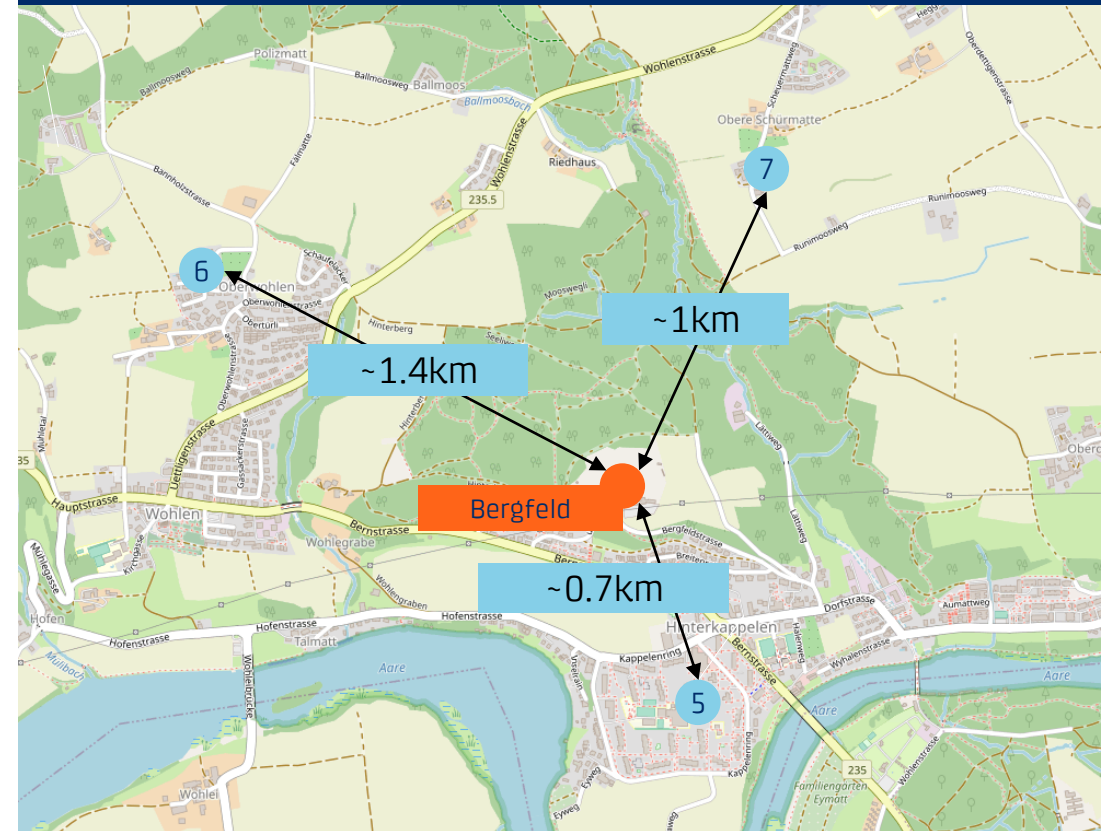
1 bis 7

Messpositionen
im Gelände

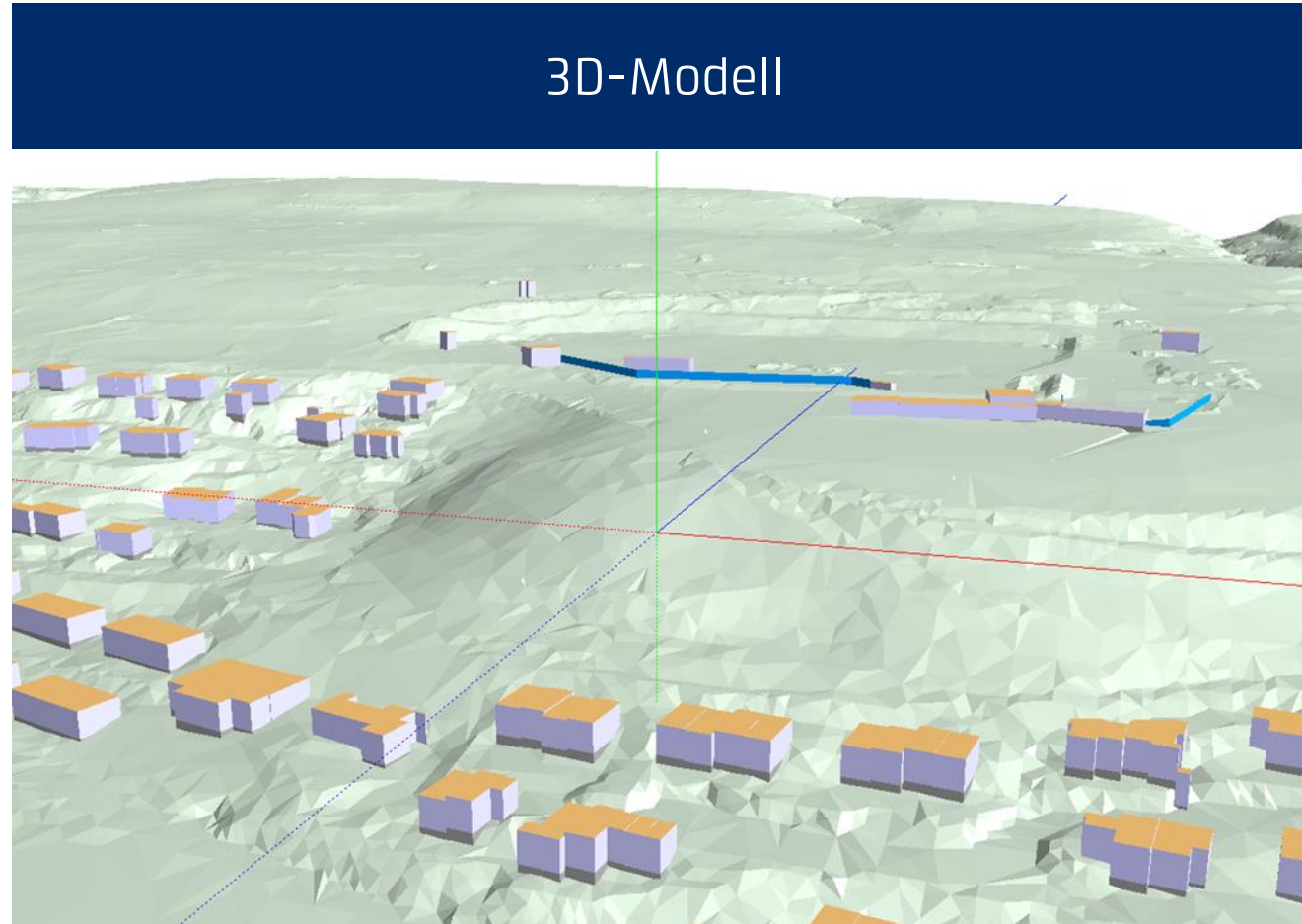
Nähere Umgebung



Weiter entfernte Umgebung



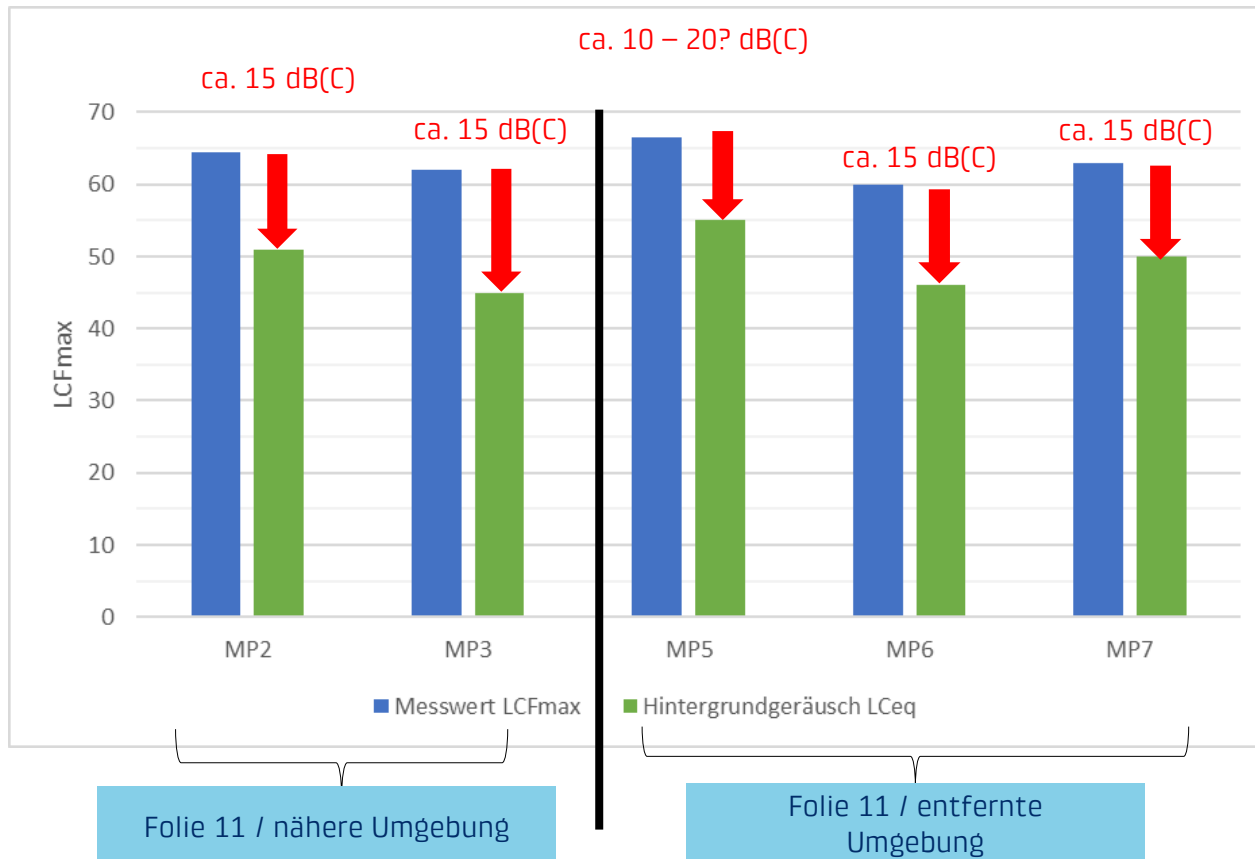
Mit den Messwerten wird das Computermodell kalibriert



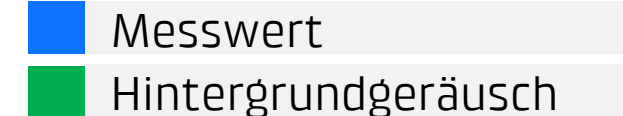
Akustische Massnahmen – Zielwert Reduktion **Büchse**

Vergleich Hintergrundgeräusch mit Mündungsknall

Zielwert

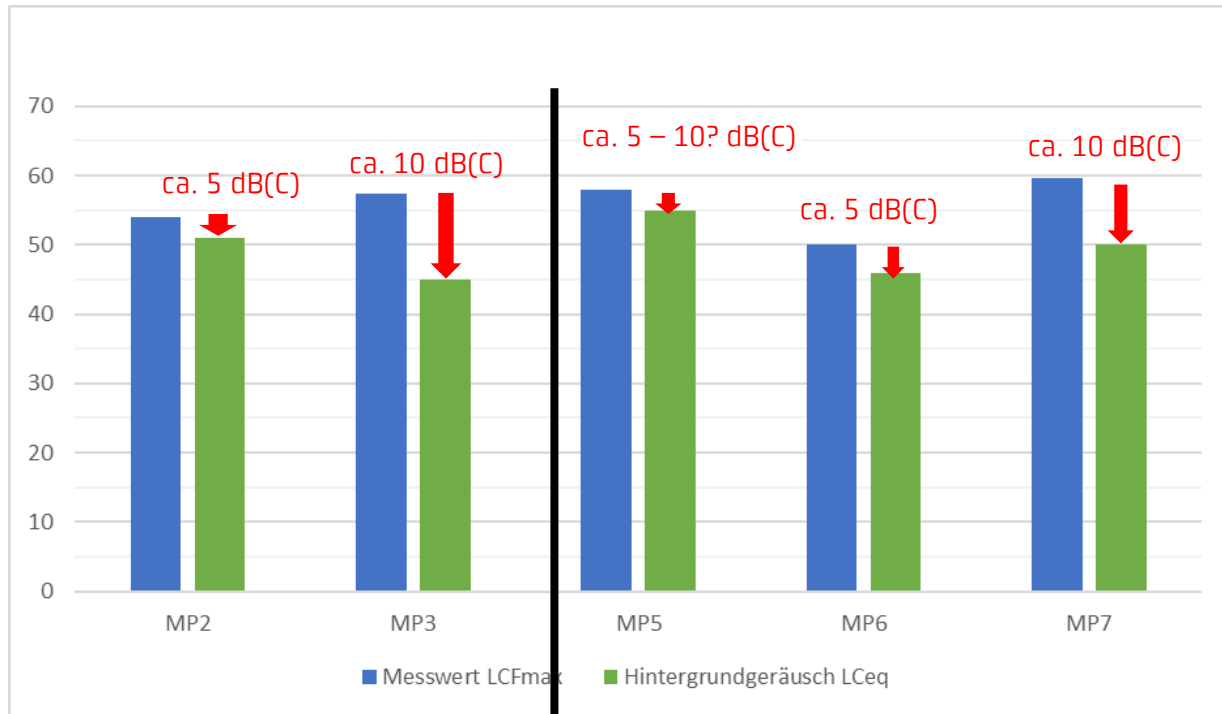


- deutliche Reduktion: -10 dB(C)
- optimale Reduktion ca. -15 – 20 dB(C)



Akustische Massnahmen – Zielwert Reduktion **Flinte**

Vergleich Hintergrundgeräusch mit Mündungsknall



Folie 11 / nähere Umgebung

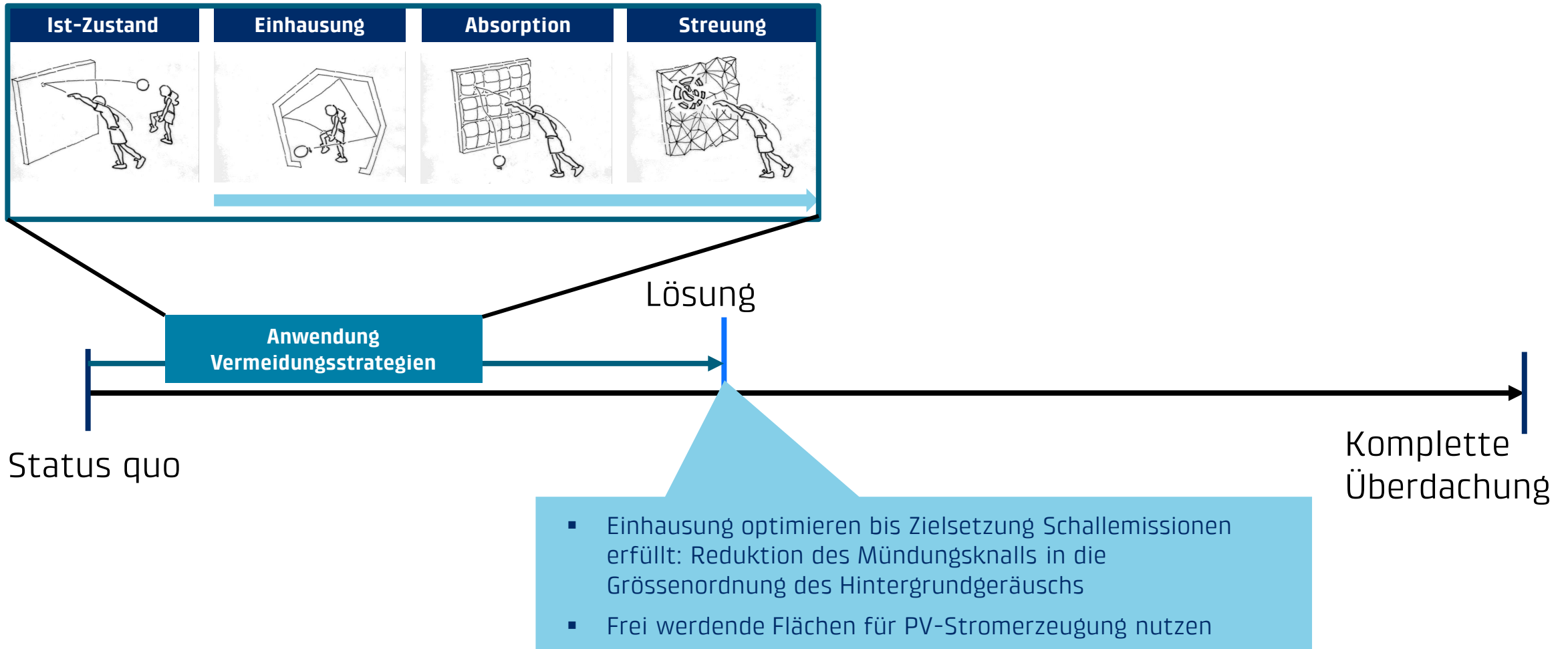
Folie 11 / entfernte Umgebung

Zielwert

Reduktion ca. 5 – 10 dB(C)

■ Messwert
■ Hintergrundgeräusch

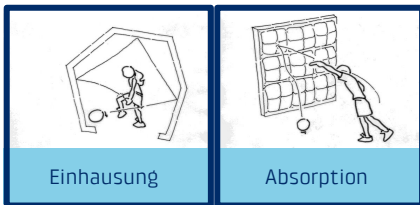
Der bauliche Lösungsraum ist ein Spektrum an Möglichkeiten



Drei Vorschläge stehen im Zentrum

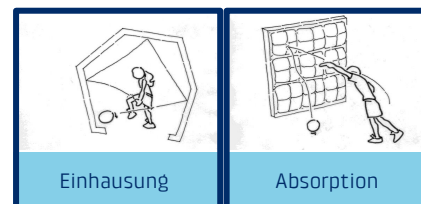
1

Erweiterung Büchenschiessstand



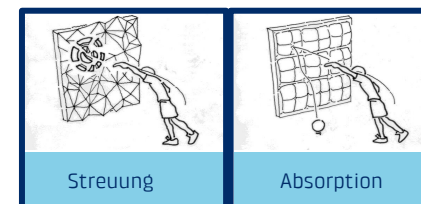
2

Neubau Flintenschiessstand



3

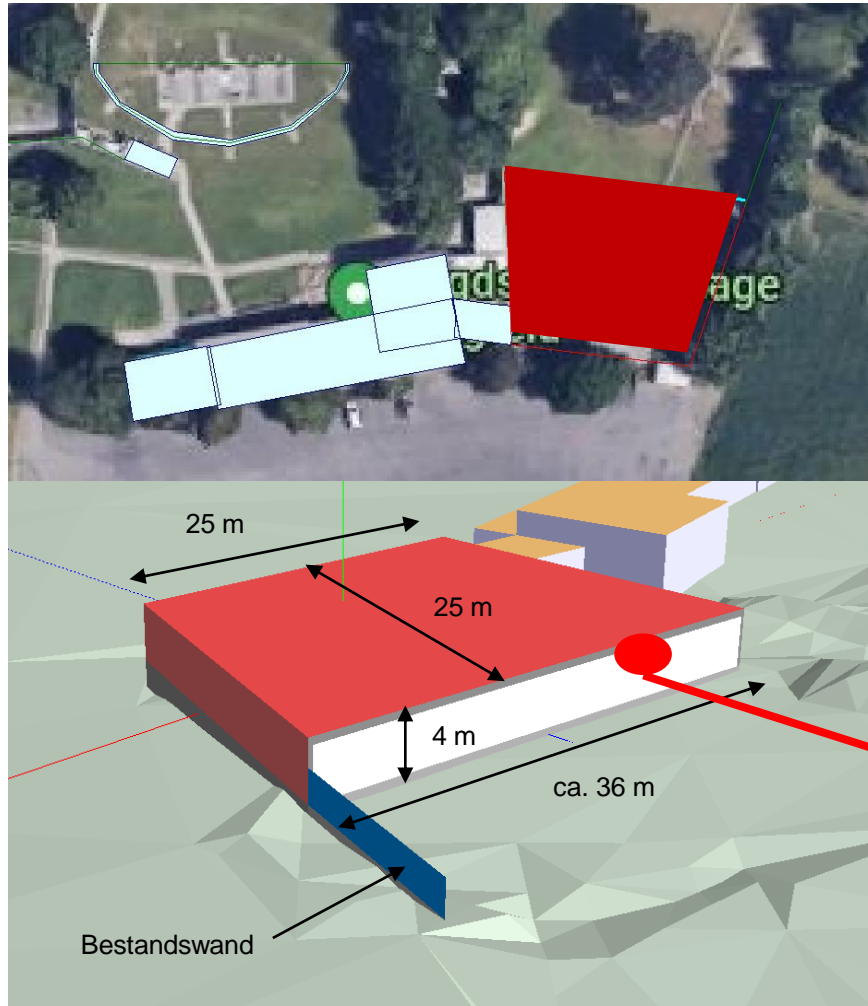
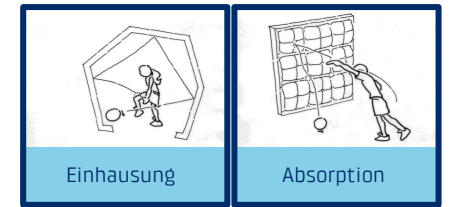
Gabionen zur Schallstreuung



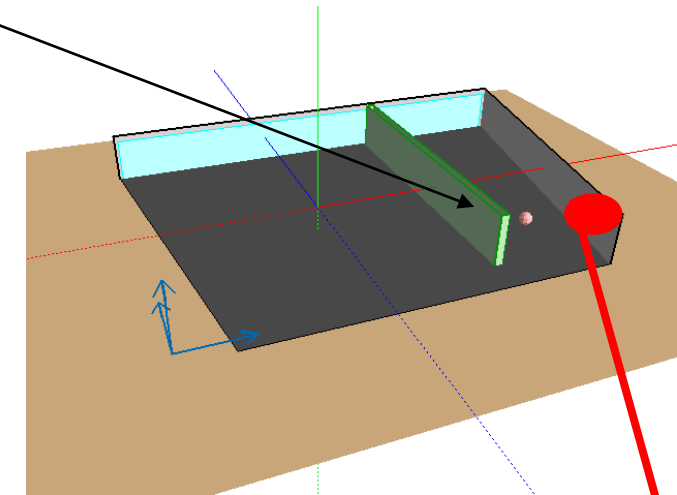
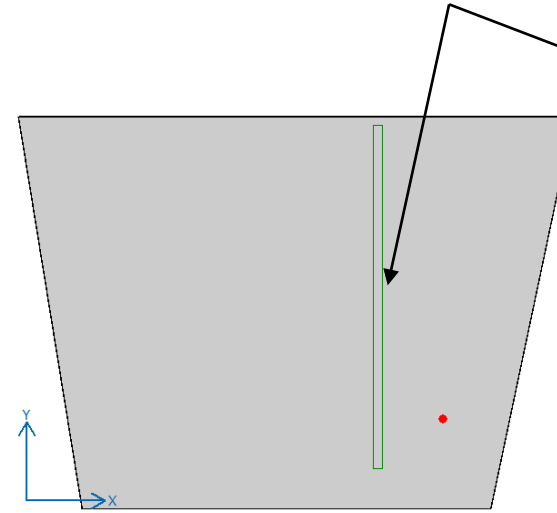
Büchenschiessstand im Detail – Einhausung

Wände: schallabsorbierend (Heradesign fine)

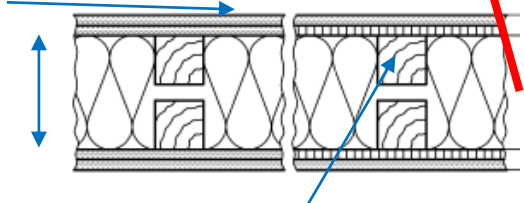
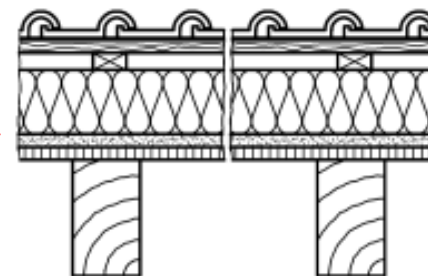
Decke: schallabsorbierend (Heradesign fine)



Beidseitig schallabsorbierende Trennwand zwischen Schießständen



Hohlraum mindestens 12 cm



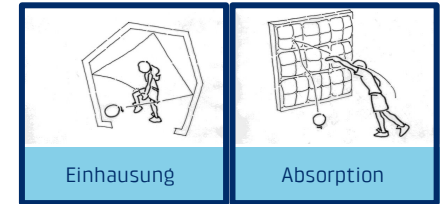
Holzständer können aus akustischer Sicht versetzt sein und mit unterschiedlicher Dicke, um die Wandaufbaudicke zu reduzieren.

Flintenschießstand im Detail – neue Einhausung

Wände: schallabsorbierend

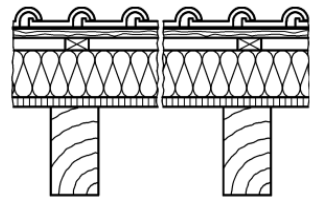
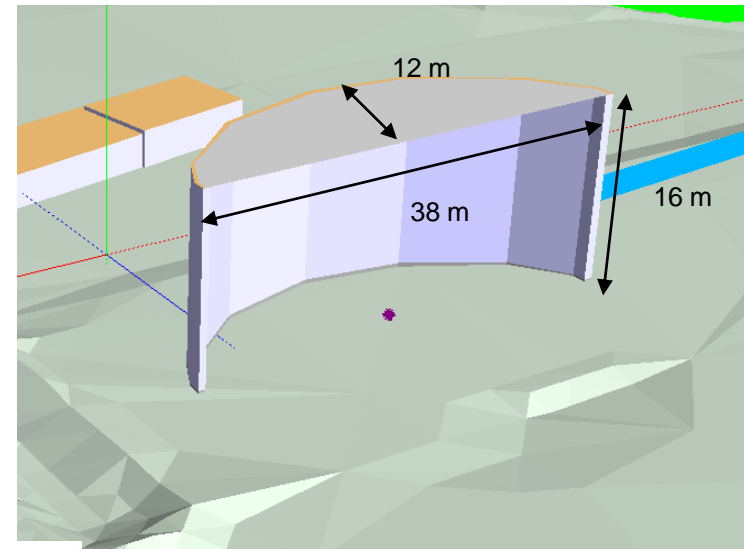
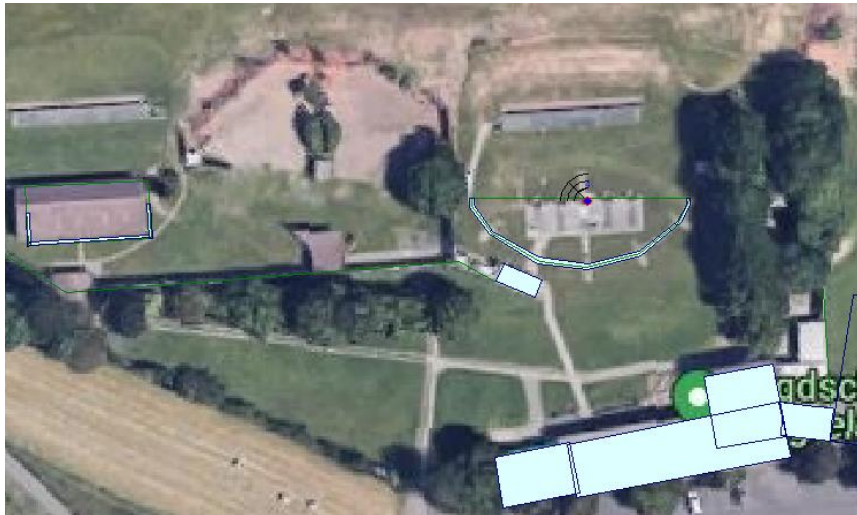
Decke: schallabsorbierend

Struktur zum Vermeiden von Fokussierung sinnvoll



Einhausung

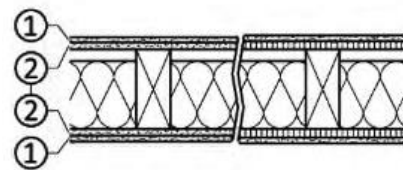
Absorption



Dachaufbau (Aufbau von innen nach außen)

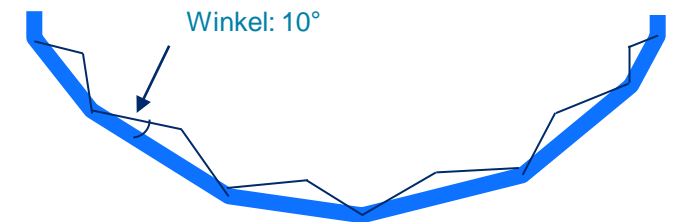
Beschwerung wie beim Büchsen-schießstand kann entfallen.

- Dachdeckung (nach architektonischer Planung)
- Lattung, Konterlattung
- Faserdämmstoff (z.B. Mineral-/Holz-/Zellulosefasern), $d \geq 120$ mm
- Schalung
- schallabsorbierende Decke (nicht im Bild dargestellt)



Aufbau Wand

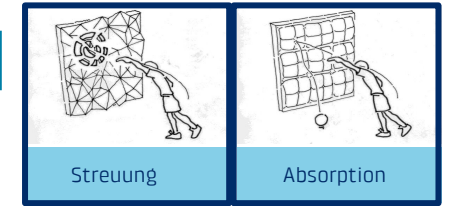
- Zweischaligkeit (getrennte Holzständer) wie beim Büchsen-schießstand nicht unbedingt erforderlich. Eine einschalige Wand mit Beplankung aus Gipsfaserplatten (zumindest eine Lage) ist erfahrungsgemäß ausreichend.
- akustisch wirksame Wandverkleidung (im Bild nicht dargestellt)
 - Beplankung aus Gipsfaserplatten o. glw., 2-lagig
 - Holzständer, Hohlraum mit Faserdämmstoff gefüllt
 - Beplankung aus Gipsfaserplatten o. glw., 2-lagig
 - Aufbau nach Architektenplanung (Wetterschutz usw.)



Struktur innenseitig

Zum Vermeiden von Fokussierung Struktur an Wänden sinnvoll.

Hang Detail – Maßnahmen zur Schallstreuung und -absorption

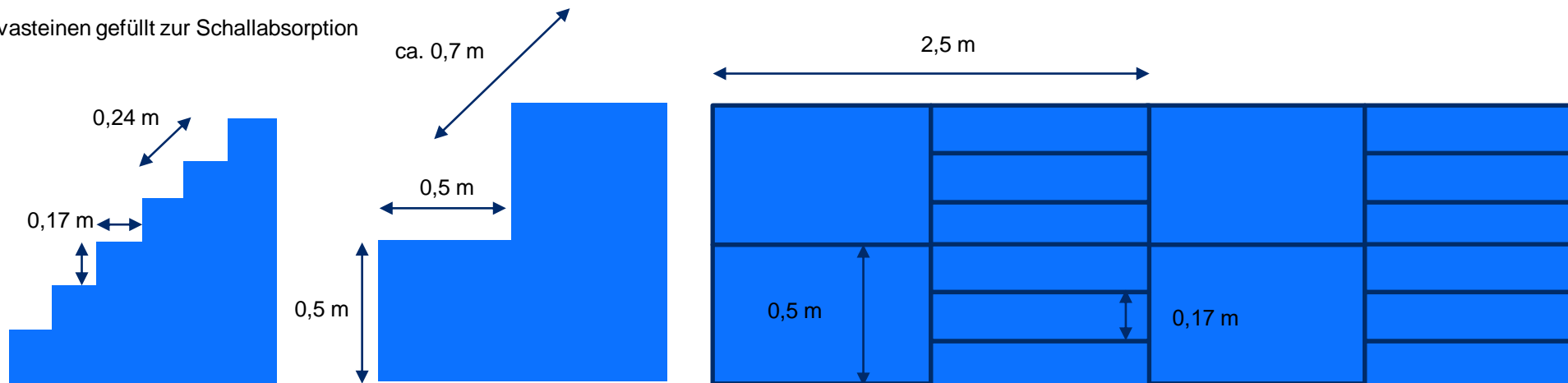


Struktur aus Gabionen

- drei Strukturperioden:

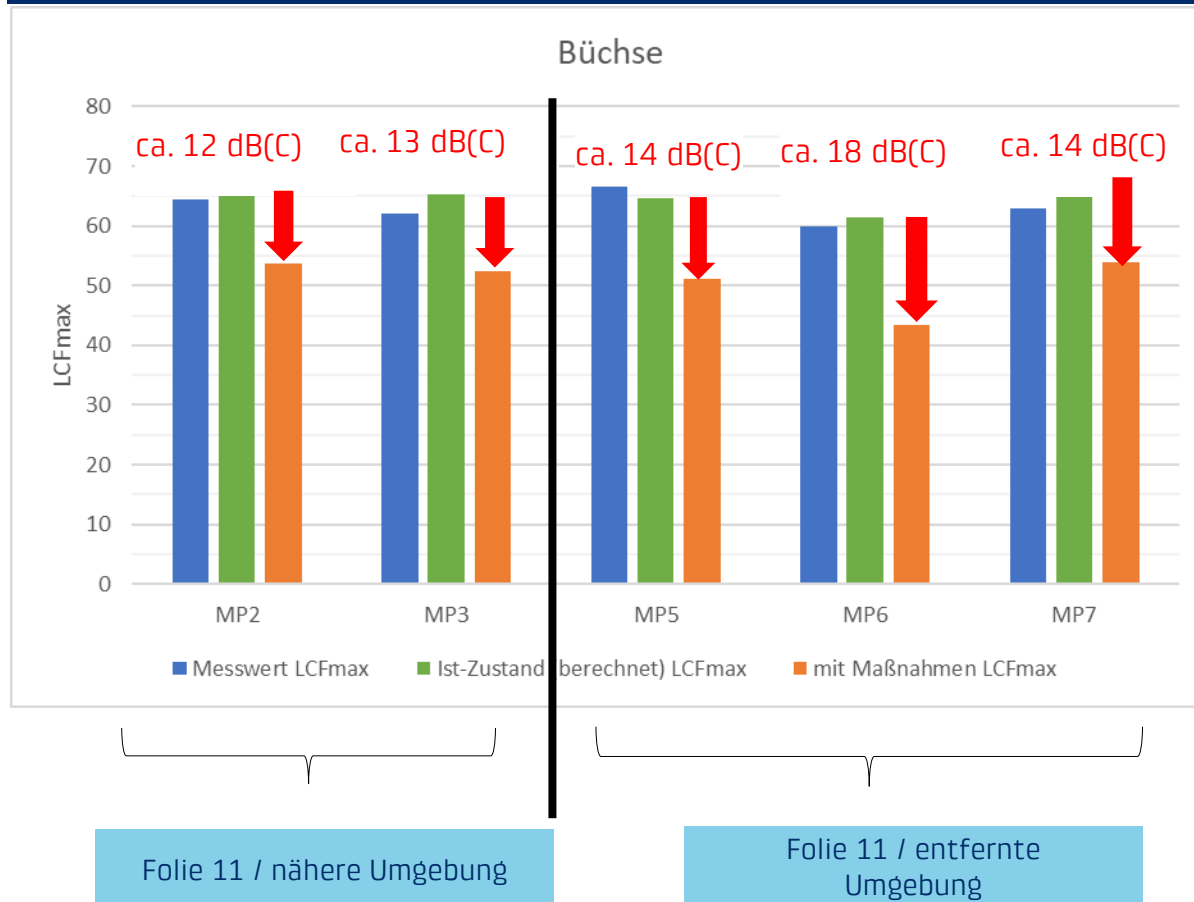
a (tiefe Frequenzen):	ca. 2,50 m
b (mittlere Frequenzen):	ca. 0,70 m
c (hohe Frequenzen):	ca. 0,24 m

- mit Lavasteinen gefüllt zur Schallabsorption



Büchschenschiessstand: Ergebnisse Messpositionen mit Maßnahmen

Vergleiche



Zielerreichung

Zielbild

- deutliche Reduktion: -10 dB(C)
- optimale Reduktion ca. -15 – 20 dB(C)

Zielerreichung

- anzustrebende Reduktion (15 bis 20 dB(C)) erreicht

Fazit

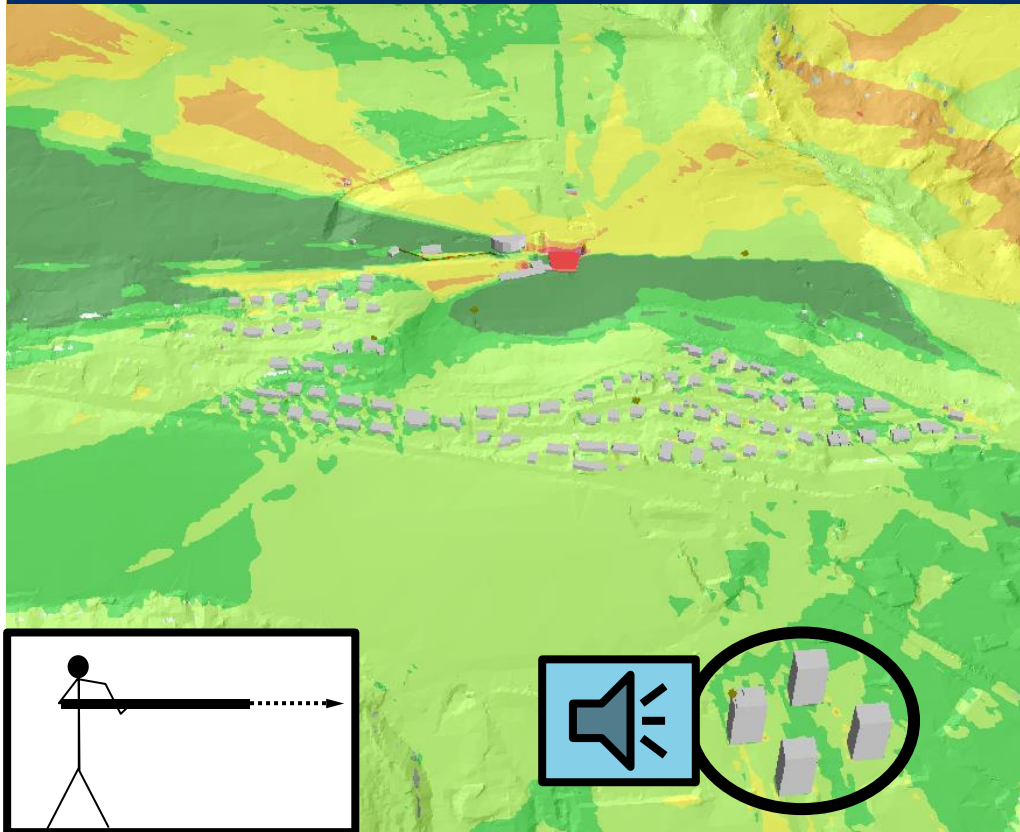
- Die Massnahme kann das Ziel erreichen

- Messwert
- IST-Zustand (errechnet)
- Ergebnis mit Massnahmen

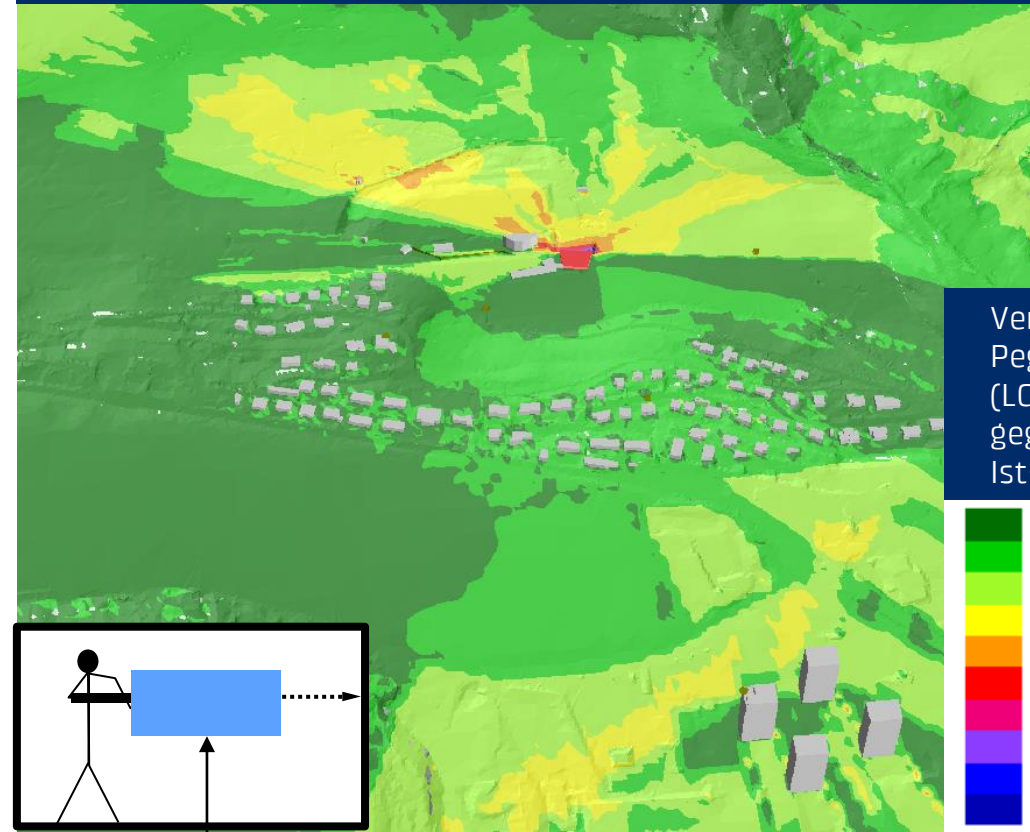
Hörbeispiel: osd_23011_231120_MP 5 Reduzierung um 14 dB Hörbeispiel (zweiter Knall kaum hörbar, Beispiel für Minderungseffekt)

Büchschenschiessstand – Verbesserung durch Massnahmen

Einhausung Büchschenschiessstand (keine Tunnel verwendet)

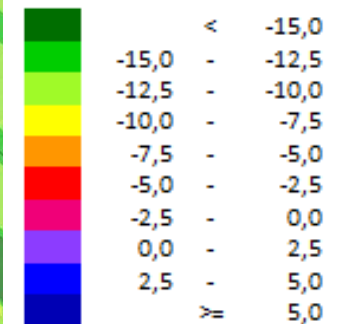


Einhausung Büchschenschiessstand (Tunnel verwendet)



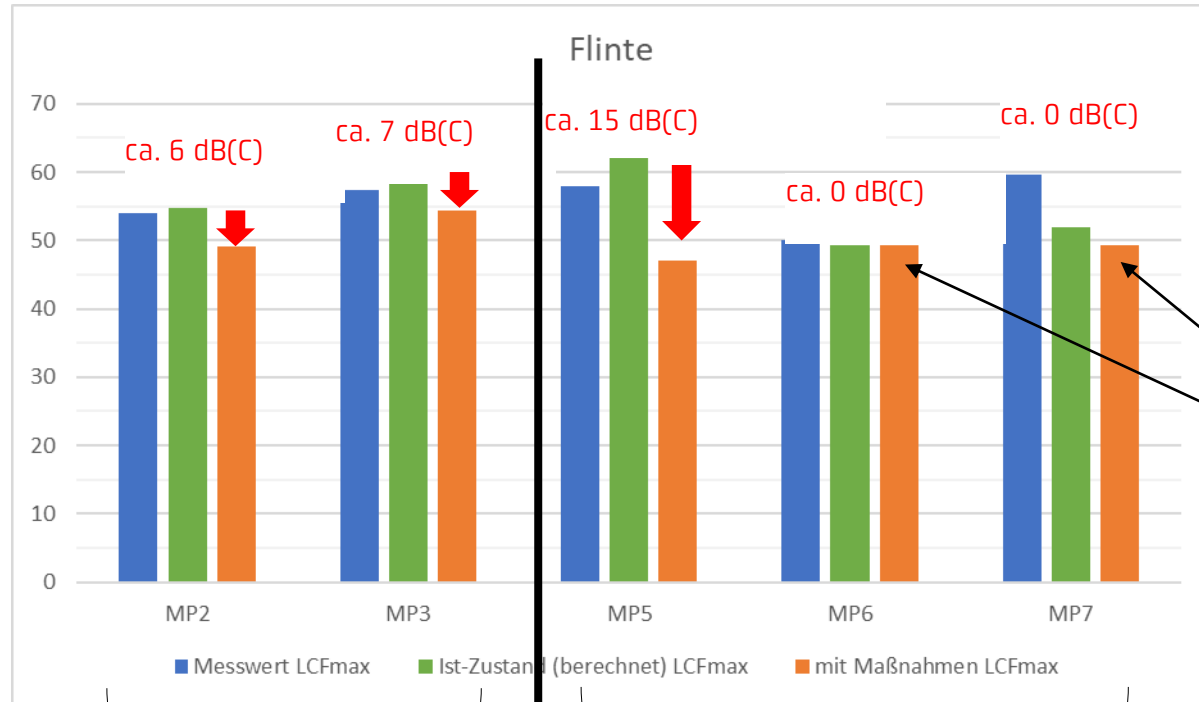
Schiesstunnel

Veränderung der
Pegelwerte
(LCFmax in dB(c))
gegenüber dem
Ist-Zustand



Flintenschiessstand: Ergebnisse Messpositionen mit Maßnahmen

Vergleiche



Folie 21 / nähere Umgebung

Folie 21 / entfernte
Umgebung

Erreichung Zielwert

Zielbild

- Reduktion ca. 5 – 10 dB(C)

Zielerreichung

- Reduktion ca. 5 – 10 dB(C) erreicht, aber nicht in alle Richtungen

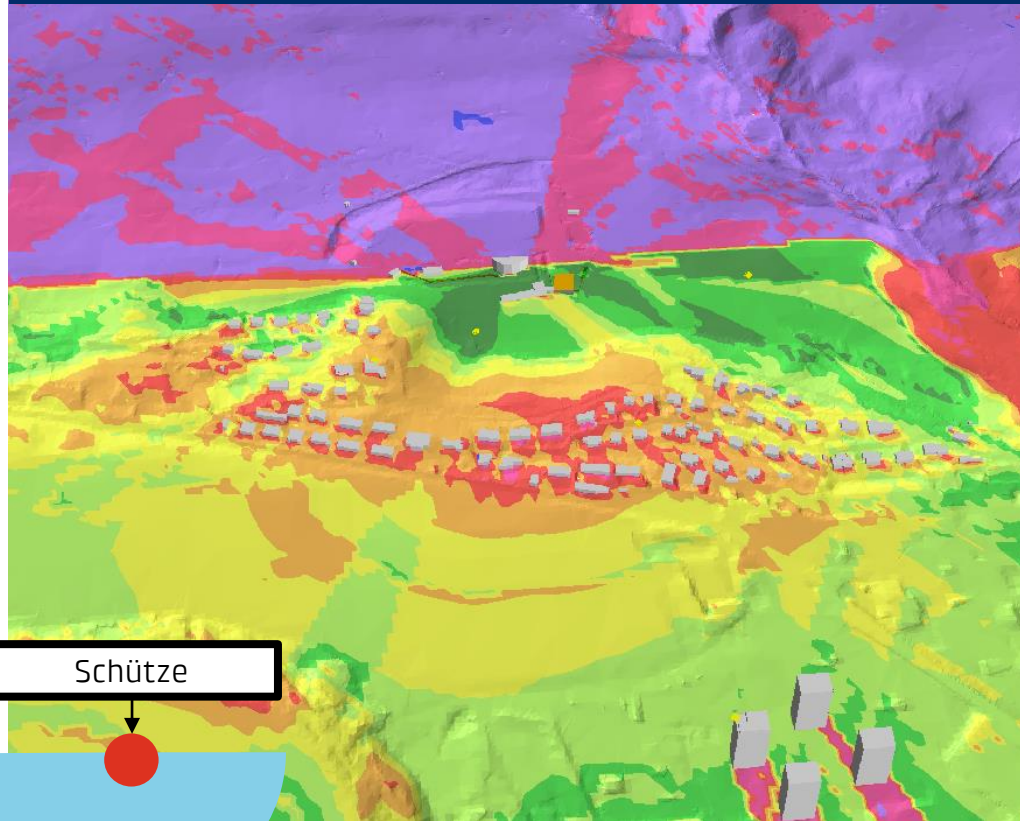
Fazit

- Schallabschirmung nur entgegen der Schiessrichtung möglich

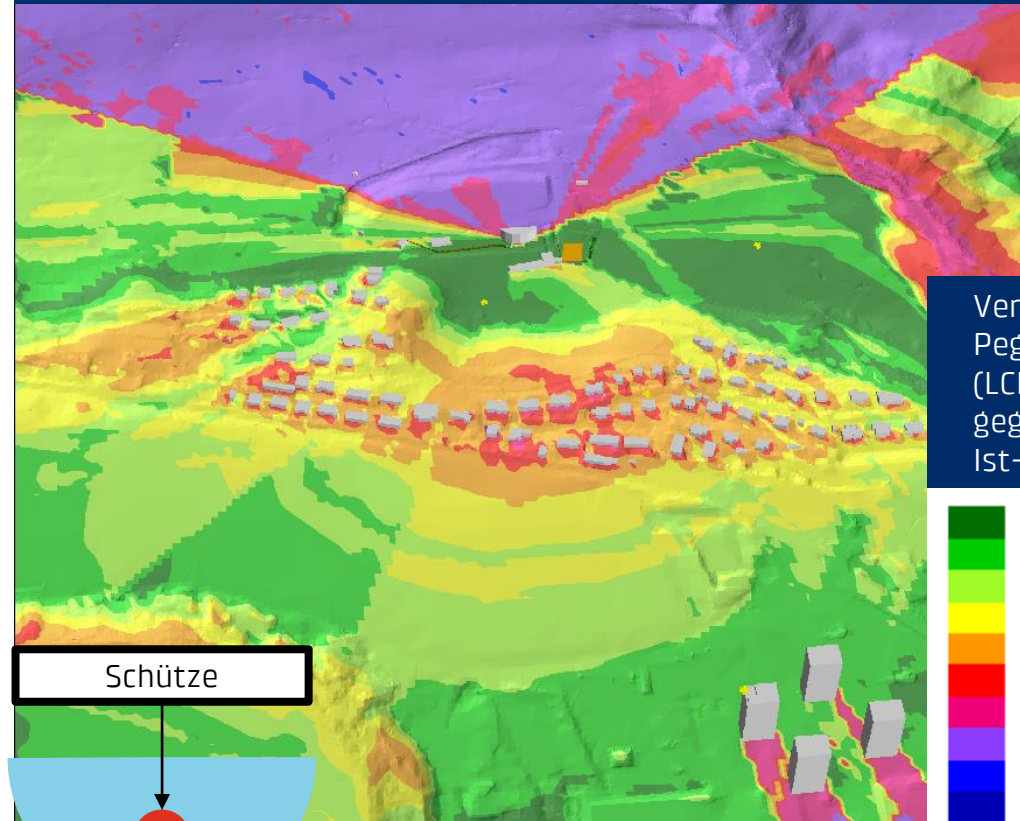
- Messwert (blue)
- IST-Zustand (green)
- Ergebnis mit Massnahmen (orange)

Flintenschiessstand – Verbesserung durch Massnahmen

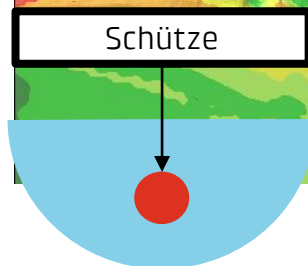
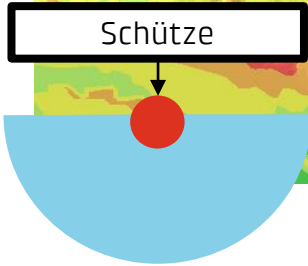
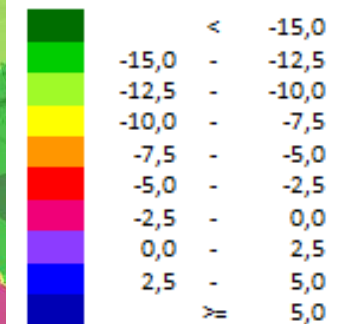
Flinte: Schütze steht vorne



Flinte: Schütze steht hinten

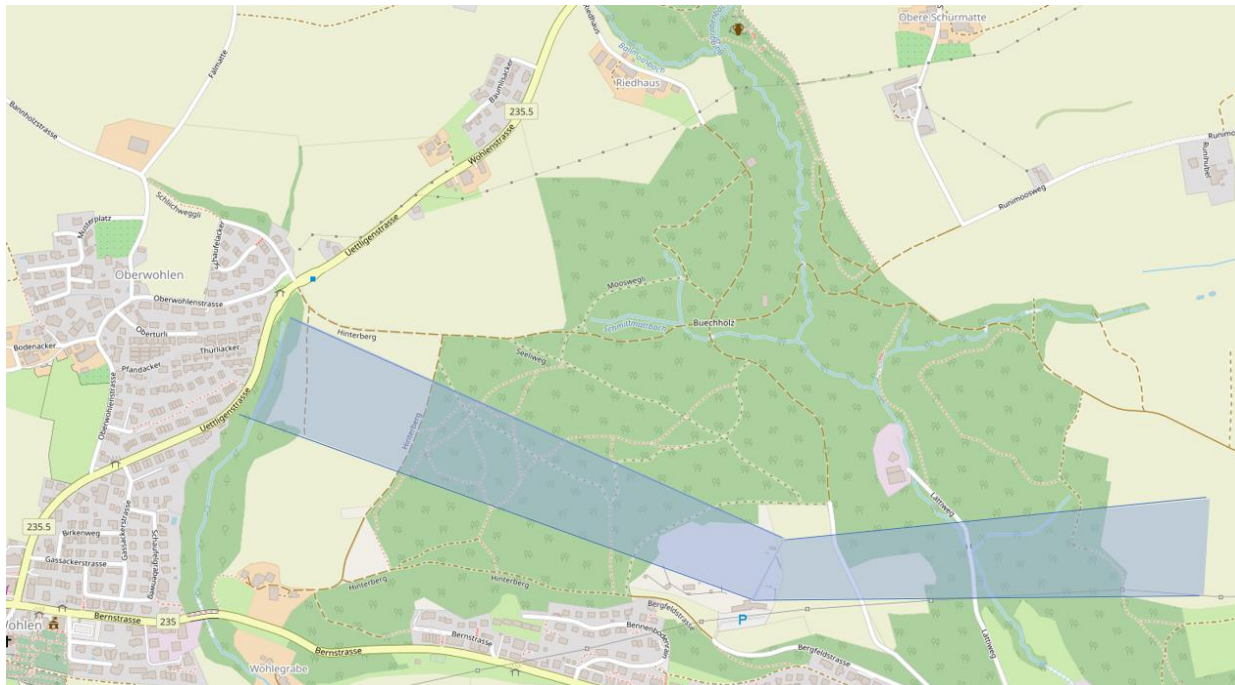


Veränderung der
Pegelwerte
(LCFmax in dB(c))
gegenüber dem
Ist-Zustand

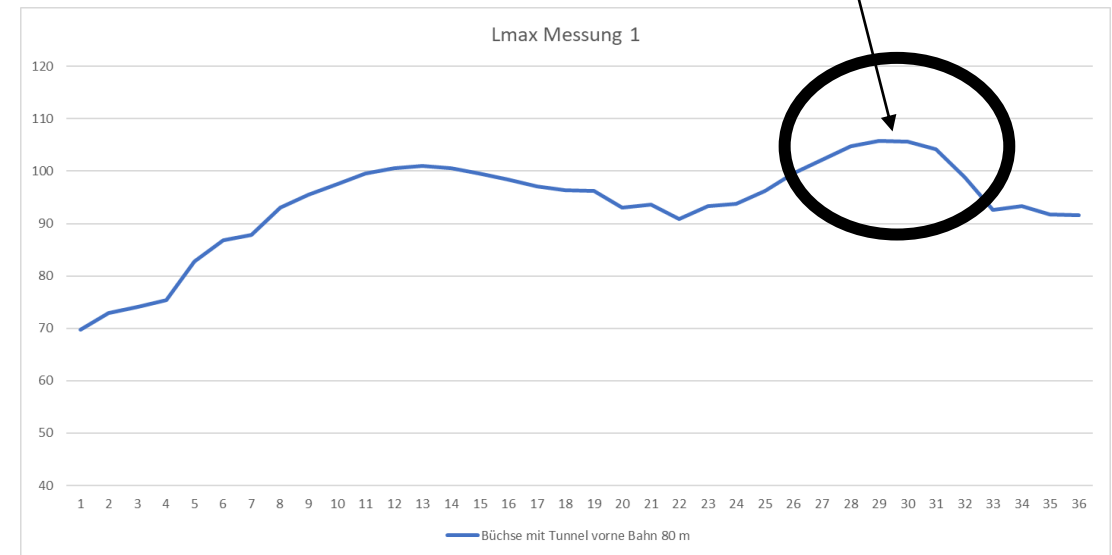


Büchschenschiessstand – Geschossknall

- Schiesslärm beinhaltet Mündungsknall und Geschossknall
- Geschossknapp betrifft u.U. nur eine Siedlung im Westen bzw. Nordwesten
- mutmaßlich vernachlässigbar, da hohe Frequenzen bei großen Entfernungen stärker bedämpft werden als mittlere und tiefe



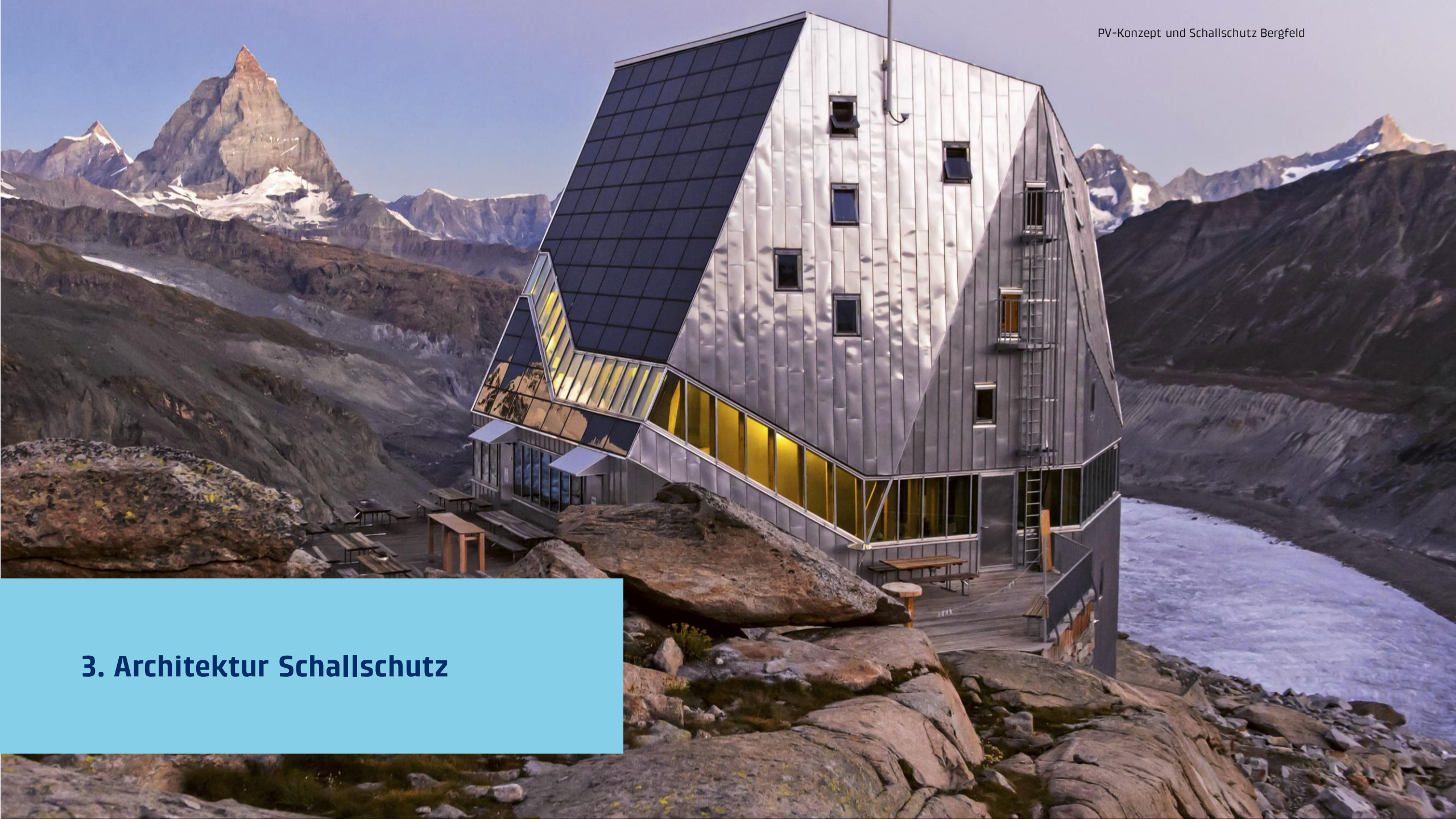
Geschossknall



Fazit

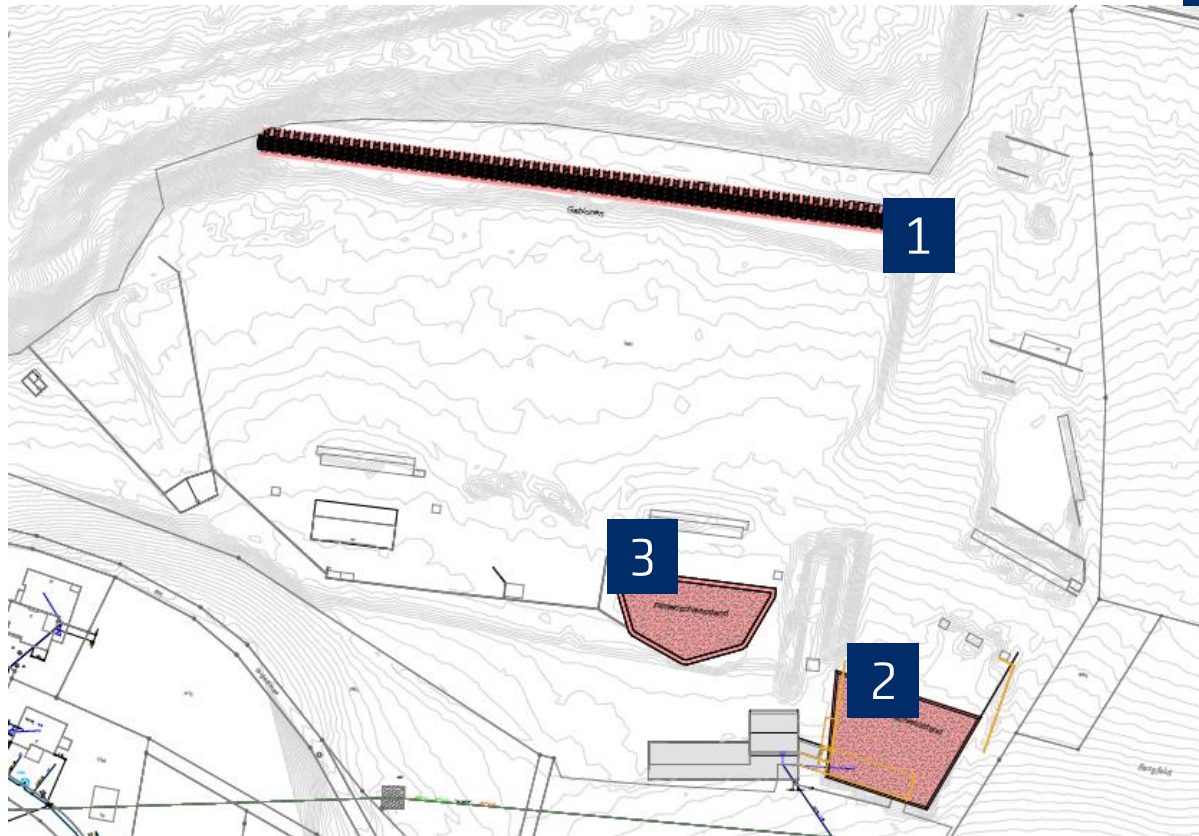
Bemerkungen

- Der Schiesslärm (Mündungsknall) lässt sich substantziell mit baulichen Massnahmen gemäss Zielvorgaben reduzieren:
 - Büchse: in alle Richtungen aber stärker entgegen der Schiessrichtung
 - Flinte: v.a. entgegen der Schiessrichtung (Abschirmung gegen hinten)
- Nicht beachtet sind Optimierungen aus dem Betriebsreglement (z.B.)
 - Nutzung von Schalldämpfern
 - Schiesspositionen



3. Architektur Schallschutz

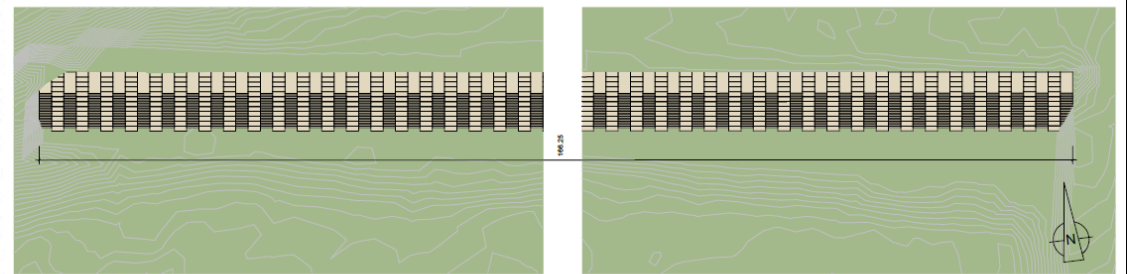
Situationsplan



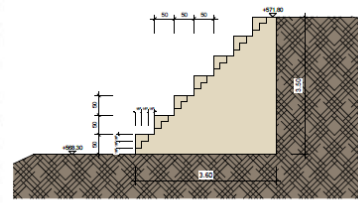
1 Gabionen zur Schallstreuung



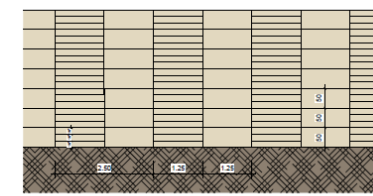
Ansicht Hang



Grundriss Hang



Schnitt Gabionen



Ansicht Gabionen

Schiesstand Wohlen		Machbarkeitsstudie	
Messreihe		Datum	
1.008	2013	15.11.23	1003
Geprüft			
Freigegeben			
Draht	Ø22 x 204		
BKW Energie AG, Werkstrasse 2, 5013 Birmensdorf Tel. +41 84 77 31 11, Fax. +41 84 47 36 28			

Optimierungen, um Kosten zu reduzieren oder den Lärmschutz weiter zu erhöhen

Büchschiesstand



Autodesk

Erläuterung

Optimierung Schall:

- Verkleidung Fachwerk mit absorbierenden Platten
- Sandwichbauweise (Vorderseite absorbierend und einer festen Rückseite)
- Z.B. mineralisch gebundene Holzwolleplatte

Beispiel



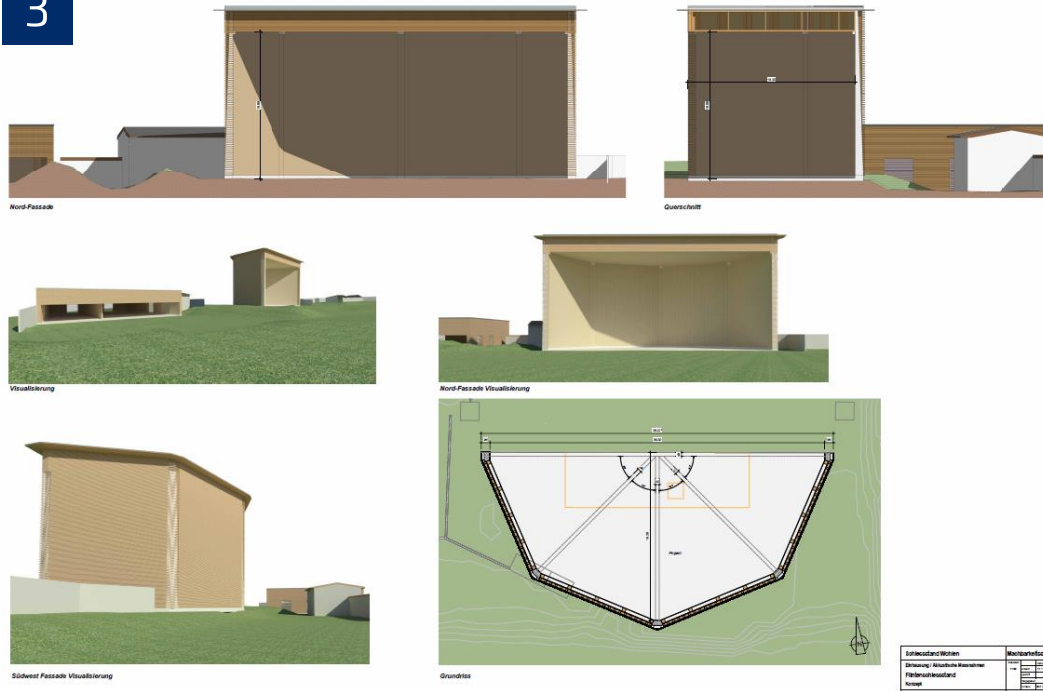
Optimierung Kosten:

- Je nach Bedarf: kein Abriss Bestandsgebäude sondern nur eine Verlängerung/Neu des überdachten Schiesskanals
- Je länger desto höher der Schallreduktionsfaktor. Kernidee: die Energie des Mündungsknalls bleibt im Gebäude

Erweiterung Flintenschießstand

Flintenschießstand

3



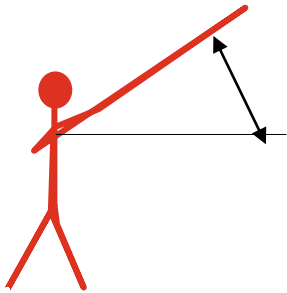
Flintenschießstand

- Der Schießstand ist hoch und dominant (16m hoch) in der Landschaft. Der Bau ist relativ teuer. Es gibt verschiedene Wege das Gebäude zu optimieren
- Optimierungspfade können den Schallschutzwert limitieren
 - Zielsetzung war, das Gebäude reduziert den Lärm auf das Niveau der Hintergrundgeräusche
- Prämissen in der Optimierung:
 - Keine Anpassung am Schiessbetrieb (z.B. Reduktion Schiesspositionen)
 - Finanzielle Überlegungen sind sekundär

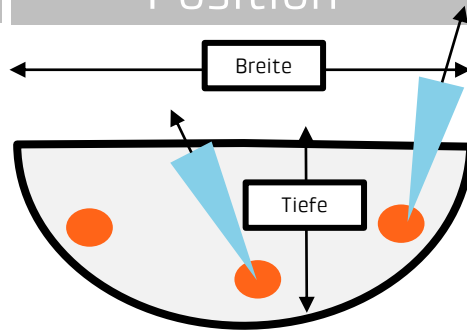
Folgende Überlegungen bestimmen die Grösse des Flintenschießstandes

Schematische Darstellung

Schusswinkel



Position



Schussfeld



z.B. Tontaubenschiessen



z.B. 300m Militär

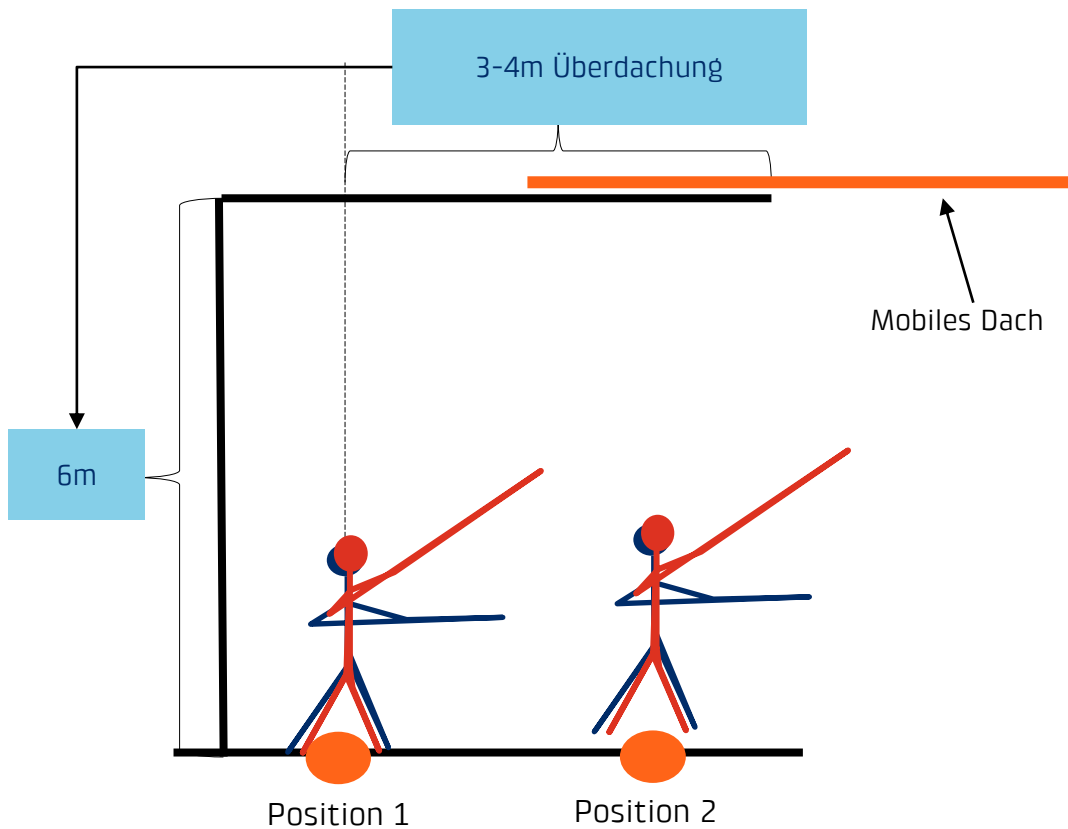
Folgerungen

- Je grösser der Winkel, desto höher das Gebäude
- Je grösser das Schussfeld, desto breiter das Gebäude
- Vergrösserung der Tiefe der Einhausung bei Positionen vorne und hinten

- **Kernidee der Optimierung:** Gebäude kann sich an Positionen anpassen
- Reduktion Höhe möglich (6m anstatt 16m)

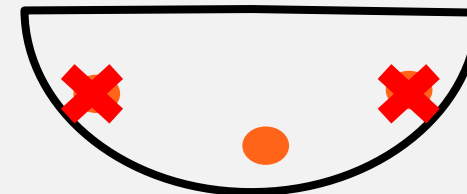
Optimierungspfade im Flintenschießstand

Schematische Darstellung Querschnitt



Erläuterung

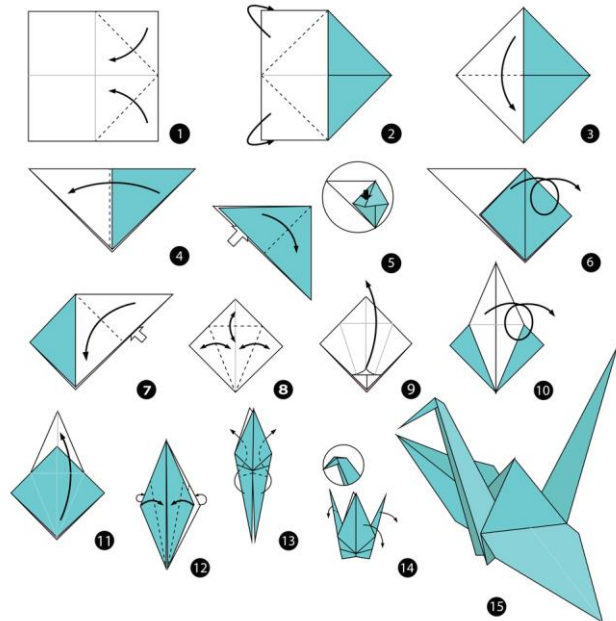
- Überdachung des Schützen mit einem Dach über 3-4 m reduziert Höhe bei vergleichbarem Effekt (5 bis 10 Dezibel)
- Höhe entspricht dem baulichen Umfeld. Optimiert wird vor allem der Mündungsknall.
- Gebäude bleibt gleich breit; Reduktion der Breite nur möglich, wenn auf Positionen verzichtet wird.



- Gebäude kann auch kleiner sein, jedoch wird die Wirksamkeit nachlassen

Gebäudeoptimierung am Flintenschießstand (I/II)

Origami-Prinzip: aus einer Einfachen Struktur einen komplexen Körper schaffen

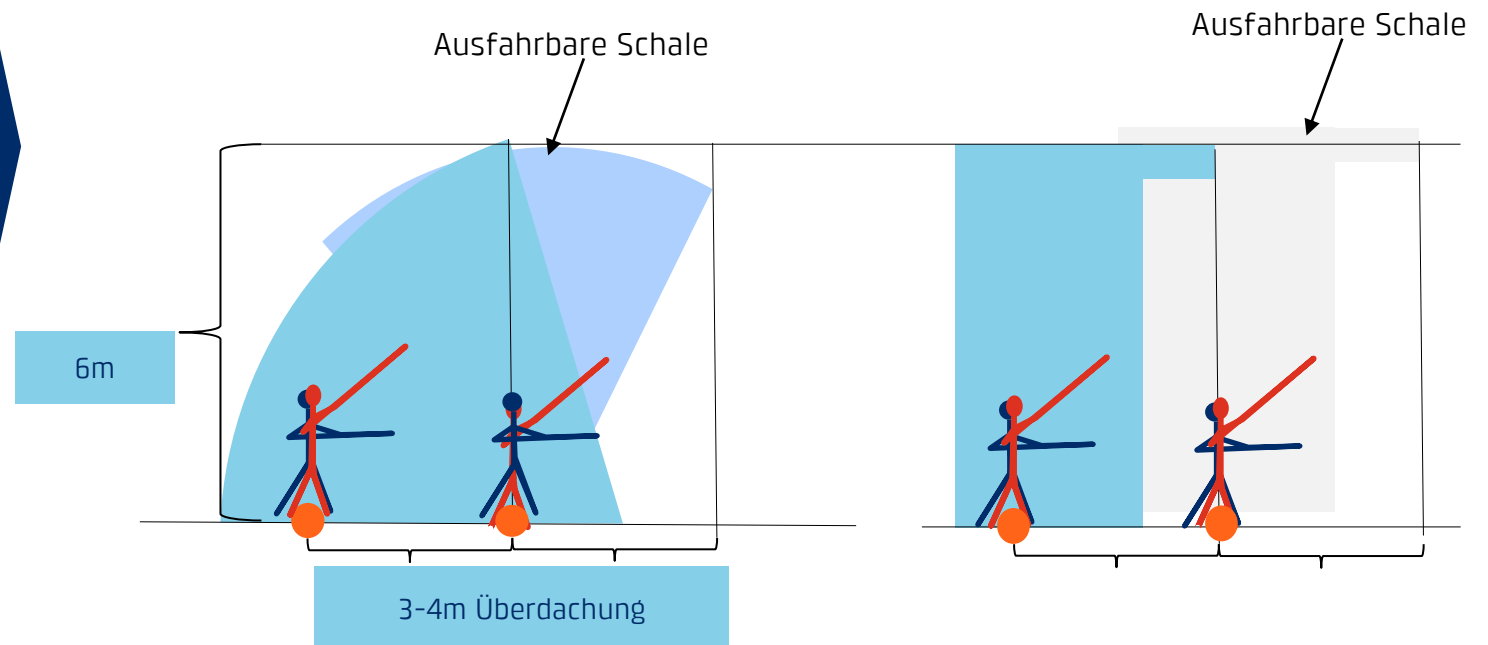


Origami falten: Anleitung der besten Motive, z.B. Kranich (onlineprinters.de)

Anwendung auf Flintenschießstand

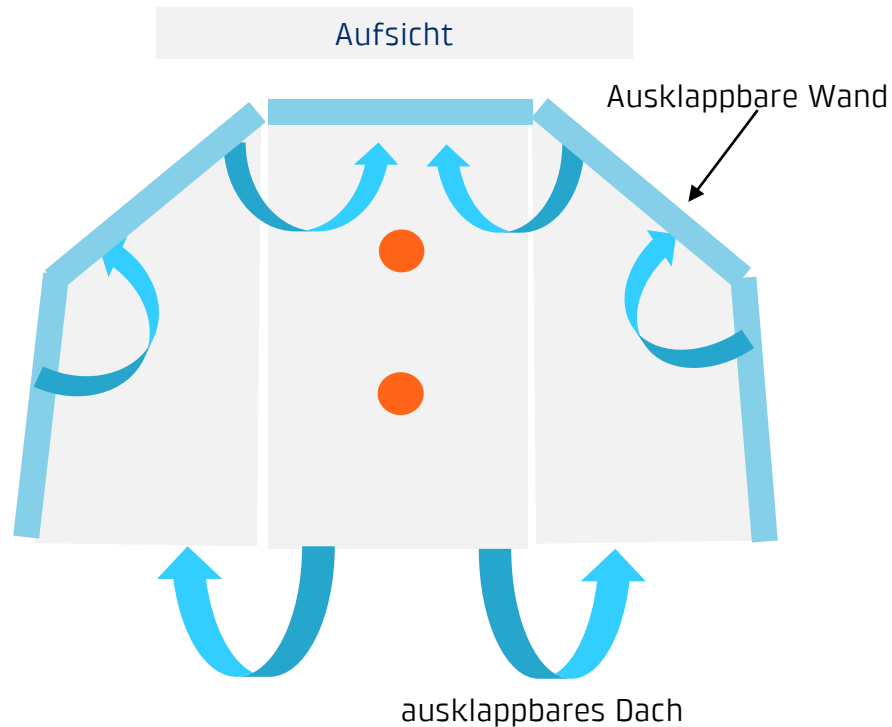
Querschnitt

Querschnitt



Gebäudeoptimierung am Flintenschießstand (II/II)

Anwendung auf Flintenschießstand (Ausklappbare Wände)



Erläuterung

- Bei Beibehaltung der aktuellen Schiesspositionen muss das Gebäude breit sein
- ein überkragendes Dach erlaubt, die Höhe zu reduzieren, bei ähnlicher Reduzierung des Schalldruckpegels
- Die Tiefe des Gebäudes lässt sich mit einem mobilen Dach verringern
- Weitere Optimierung wären ausfaltbare Wände.
- eine reine mobile Lösung ist auf Grund der verschiedenen Positionen wenig praktikabel. Es braucht eine ausreichende Grösse bzw. Masse
- Gebaut werden kann es aus Holz, Stahlrahmen mit Dämmverkleidung Sandwichpanelen

Rudimentärer Projektplan

Projektplan

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vorprojekt	1	2										
Bauprojekt			1									
Bewilligung und Auflage				1	2							
Ausschreibung und Vergabe						1	2					
Realisierung								1	2			
Ausführung										1	2	3

Erläuterung

- Basis des Projektplanes ist der Bau des Flinten- und Büchschenschießstandes sowie der Gabionen
- Kritischer Pfad ist der Erhalt der Baugenehmigung
- Treiber sind ebenfalls Abstimmungsrunden mit Auftraggeber.

Fazit

Bemerkungen

- Die Einhausung des Büchschiesstandes reduziert die Lärmemissionen in alle Richtungen und ist im Verhältnis kostengünstiger.
- Die Dachfläche kann für die Nutzung von PV genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit hängt von den Erwartungen des Investors ab
- Demgegenüber ist die Einhausung des Flintenschiesstandes deutlich teurer und greift mit seiner Höhe von 16m stark in die Landschaft ein.
 - Eine weitere Optimierung ist erforderlich, um die finanziellen Konsequenzen zu reduzieren und gleichzeitig die Wirkung zu erhalten.
- Die Umsetzung könnte schrittweise erfolgen, müsste aber in die langfristige Infrastrukturentwicklung vor Ort eingebettet sein und auch organisatorische Massnahmen berücksichtigen.
- Nicht bewertet, aber durchaus wirksam, sind organisatorische Massnahmen (z.B. Einsatz von Schalldämpfern). Diese haben keinen Einfluss auf die Produktion von elektrischer Energie aus PV.



4. PV-Konzept Bergfeld

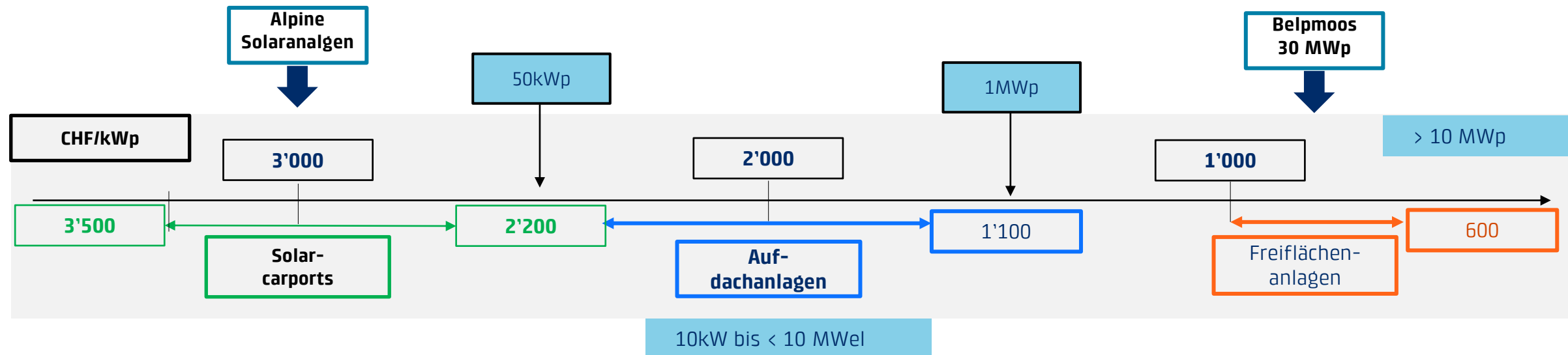
PV-Potential am Standort Bergfeld



- Auswahl der PV-Flächen gemäss Besprechung (Email vom 24.8.2023)

	PV-Grösse / kWp
Dach 1 (Bestand / Neu)	47.2 / 105.0
Dach 2	15.6
Dach 3	11.6
Dach 4	69.9
Dach 5	24.5
Dach 6	12.9
Wand	84.0
Summe	265.6-323.4

Kostenstruktur der Stromerzeugung aus PV



Vorteile

- hohe Skalierbarkeit (tiefe Grenzkosten) falls Fläche vorhanden
- geringe Komplexität (z.B. im Vergleich zu Wasserkraft)
- tiefe Kosten bei idealen Voraussetzungen
 - sehr grosse Anlagen
- Wirtschaftlich Interessant bei hohem Eigenverbrauch

Nachteile

- Business Case hat hohe Sensitivität gegenüber Unterkonstruktionen (nicht wirtschaftlich nutzbar)
- tiefe Vollaststundenzahl / geringe Energiedichte per m²
- hohe Wetterabhängigkeit und Saisonalität (Sonne scheint im Sommer)
- tiefer Capture Price: d.h. die meiste Energie wird dann produziert, wenn die Preise tief sind
- Bei kleinen Anlagen fallen die Arbeitskosten mehr ins Gewicht als das Material

- Anlagen am Markt sind wirtschaftlich, wenn sie sehr gross sind (viel Fläche, wenig Unterkonstruktionen)
- Anlagen sind wirtschaftlich mit hohem Eigenverbrauch (Verbrauch hinter dem Netzanschlusspunkt)
- Anlagen sind wirtschaftlich dank hoher Subventionen (z.B. 60% des Capex)

Zusammensetzung Energiepreise

Typische Tarife

Total

29,52 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Netznutzung

1

14,58 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Energie

2

11,89 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Abgaben an das Gemeinwesen

3

0,75 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Netzzuschlag gem. Art. 35 EnG

2,3 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Erläuterung

1

2

3

der Stromabnehmer zahlt Netzentgelte, Energie und Abgaben

2

Der Stromerzeuger misst den Business Case am Wert der Energie

- H4: 4'500 kWh/Jahr: 5-Zimmerwohnung mit Elektroherd und Tumbler (ohne Elektroboiler)
- Quelle: [Gemeinde Wohlen bei Bern – Strompreise Schweiz \(admin.ch\)](#)

Der Wert des PV-Stroms nimmt ab

Entwicklung an den Energiemärkten

Total

29,52 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Netznutzung

1

14,58 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Energie

2

11,89 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Abgaben an das Gemeinwesen

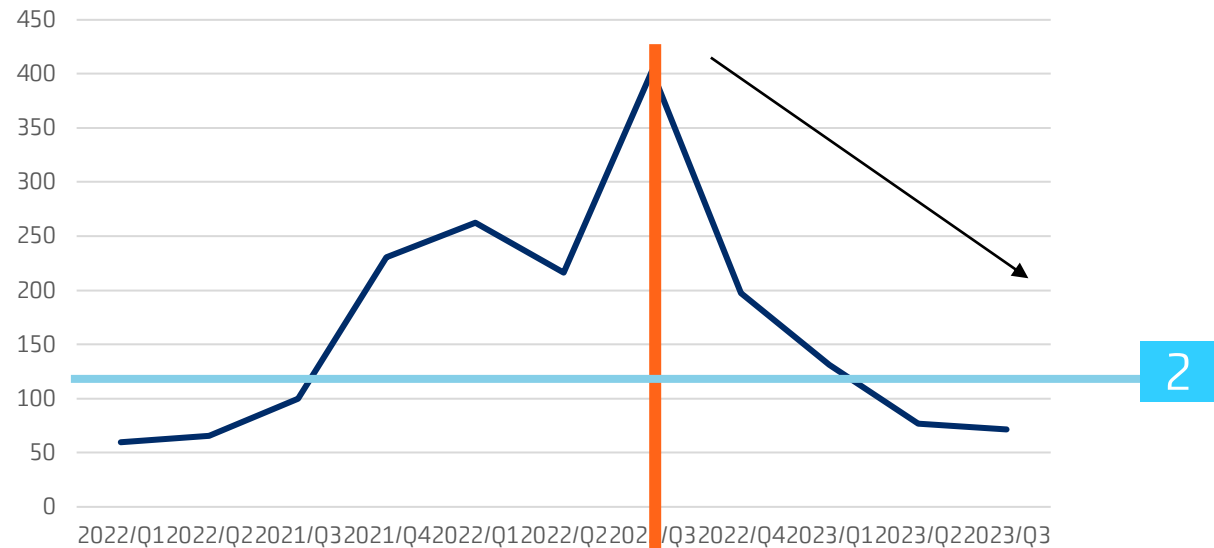
3

0,75 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Netzzuschlag gem. Art. 35 EnG

2,3 Rp./kWh 2024, BKW Energie AG, Wohlen bei Bern

Rüchlieferatarife für PV-Strom in CHF/MWh




: Bern, 14. September 2023 Referenz-Marktpreise gemäss Art. 15 EnFV ([link](#))

Q3 2022

- PV-Strom hat einen hohen Kannibalisierungseffekt (alle PV-Anlagen produzieren, wenn die Sonne scheint)
- Preise für PV-Strom, der ins öffentliche Netz eingespeist wird, sind in der Regel relativ tief – auch tiefer gegenüber anderen Technologien (z.B. Biomasse) / Quelle ([link](#))

Auf Grund des niedrigen Eigenverbrauchs steht für den Standort Bergfeld die Einspeisung ins Netz im Vordergrund

Betriebsszenario	Betriebsszenario
Eigenverbrauch	Energie wird vor Ort produziert und verbraucht
Einspeisung ins öffentliche Netz	Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist (100%)



Folgende Parameter werden für die Business Cases berücksichtigt

Parameter

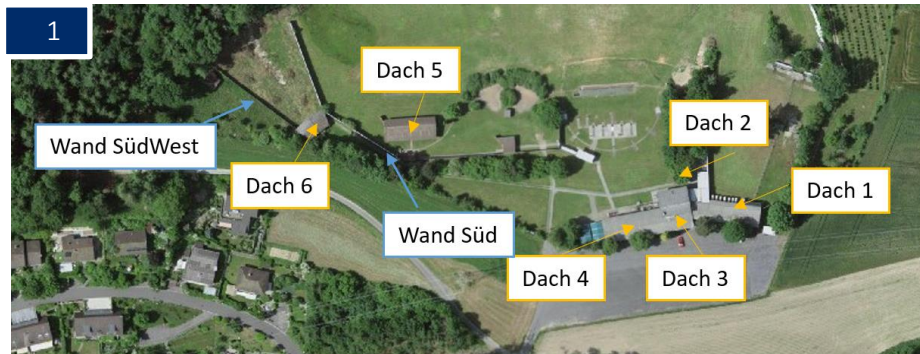
Beschreibung	Einheit	Wert	Erläuterung
Degradation PV	Leistungsverlust pro Jahr	0%	Nicht berücksichtigt (verschlechtert den Case)
Subvention Erlöse aus Auktionen	CHF/kWp	600	bis 600 CHF/kWp (Maximum für eine Auktion) PV-Auktionen – Pronovo AG
Kosten	CHF/kWp		
Betriebskosten	CHF/a	0,50%	Der Investitionssumme
Tax rate	in % of EBIT	20%	
Abschreibedauer	Jahre	25	
Pacht für Jagdverein	Produktionsmenge an die gebunden	0,01	CHF/kWh
WACC	Elcom WACC	5,23%	BKW WACC höher
Inflation		1%	
HKN-Preise	Rp/kWh	1,8	fallen bis 2050
Preisprognose	Rp/kWh		nominal PV CH
Reinvestitionen (Wechselrichter)	CHF	0	Nicht berücksichtigt (verschlechtert den Case)
Balancing Costs	CHF/kWh	0	Nicht berücksichtigt (verschlechtert den Case)

Modellierung

- der Modellierung liegt ein Discounted Cash-flow Modell zu Grunde (Branchen-Standard)
- Ein Projekt ist rentabel, wenn es die *hurdle rate* zu überwinden vermag.
 - Net Present Value >0

Folgende Szenarien werden untersucht

Szenarien	installierte Leistung	Energie	Investition	spezifische Investition	Erläuterung	
Einheit	kWp	kWh	CHF	CHF/kWp	Text	
Szenario 1	266	253'150	663'350	2'498	maximaler Ertrag, PV auf alle Dachflächen installiert gemäss Abstimmung	1
Szenario 2	281	362'000	1'075'000	3'826	T-Dach auf Parkplatz	3
Szenario 3	281	362'000	730'600	2'600	Kosten gemäss ISP für T-Dach	
Szenario 4	374	387'000	1'380'000	3'686	Faltdach	
Szenario 5	105	115'200	261'416	2'490	Neubau auf Dach	2
Szenario 6	266	266'000	425'600	1'600	Freiflächenanlagen / Parkplatz fällt weg /1330 m ² 5kWp/m ² / Einstrahlung 1000 h/kWp/a	3



Insgesamt ist der Standort aktuell für eine PV-Anlage mit Netzeinspeisung eher wenig geeignet

Resultate

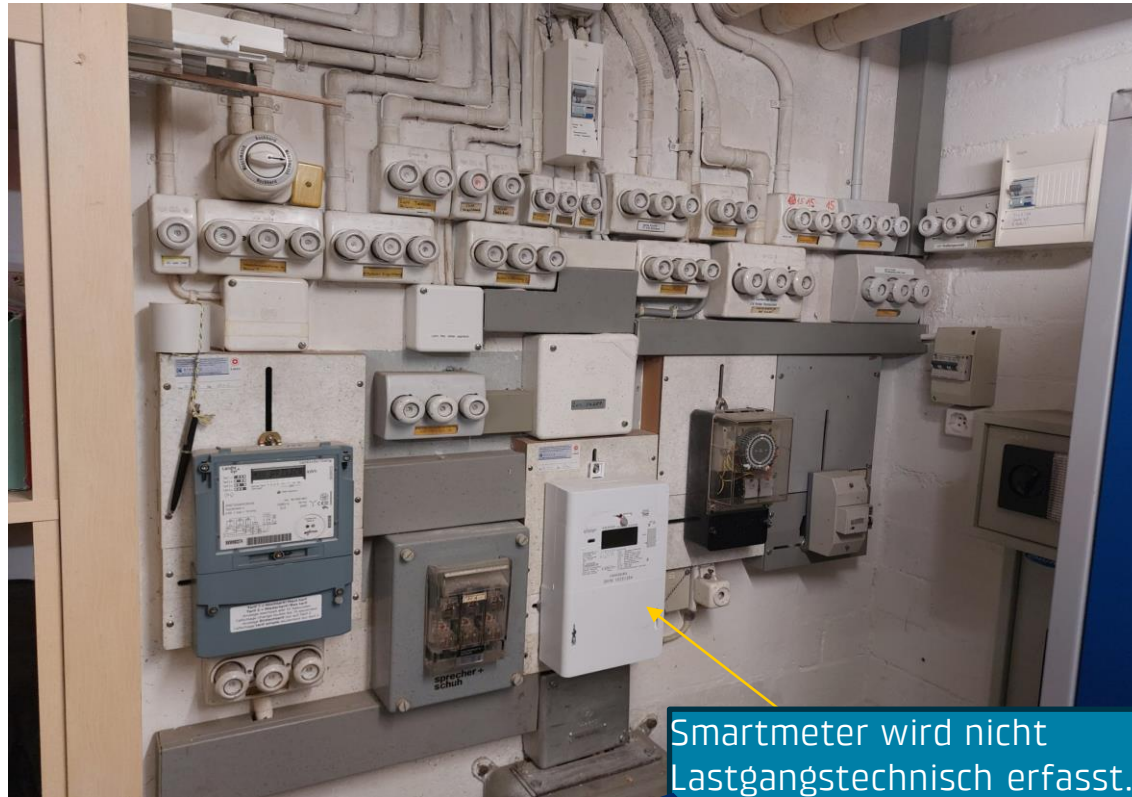
	Capex	Grösse	NPV (5,23%)
	CHF/kWp	kWp	CHF
Szeanrio 1	1998	265,6	-252'204
Szenario 2	3060	281	-528'707
Szenario 3	2080	281	-226'437
Szeanrio 4	2949	374,4	-720'284
Szenario 5	1992	105	-104'206
Szenario 6	1280	266	-140'356

- Förderung bis 600 CHF/kWp (maximum in der Auktion, ab 150 kWp)
- [1] Pronovo Beiträge für Eigenverbrauchsanlage < 150 kWp.
- Pacht Jagdschiessverein 1 Rp/kWh

Erläuterungen

- NPV ist über alle Szenarien negativ (Ref. Szenario). Eine Investition ist nicht empfohlen.
- weitere Optionen für andere Investoren:
 - Ermöglicht eine virtuelle ZEV ggfs. mit reduzierten Netzentgelten (aktueller Stand): z.B. Mitglieder JSB könnten teilweise Strom vom Jagdschiesstand beziehen
 - Im Zuge des Mantelerlasses (Details ausstehend): EVUs, die keine eigene Produktion haben, müssen einen Anteil aus erneuerbaren Energiequellen decken. Dabei könnte der Strombezugspreis auf Gestehungskosten basieren und nicht auf Marktpreisen.

Übersicht Elektroinfrastruktur vor Ort



Lastgang «synthetisch» erstellt

Zusammenfassende Bemerkungen

Kernergebnisse

- **Der Standort ist ungünstig für ein Projekt**, welches hauptsächlich ins öffentliche Netz einspeisen soll.
 - Geringe, grosse zusammenhängende Flächen für Skalierung (hohe Investitionskosten)
 - Geringer Eigenverbrauch
 - Fallende Energiepreise für PV-Strom erwartet: PV-Anlagen werden stark zugebaut, alle Anlagen produzieren dann, wenn die Sonne scheint und senken so die Preise
- **Optimierungen:**
 - Kleinere Anlagen konzentriert z.B. Neubau Schiessstände und oder Dacherneuerung
 - Optimieren auf Eigenverbrauch
- Bauzeit für Neubau (3-4 Monate inkl. Vorbereitung 6-7 Monate – keine Freiflächenanlagen)
- Künftige Entwicklung, welche den PV-Business Case verbessern:
 - Lokale Energiegemeinschaften (regulatorische Ausgestaltung noch unklar): Ermöglicht eine virtuelle ZEV ggfs. mit reduzierten Netzentgelten: z.B. Mitglieder JSB könnten teilweise Strom vom Jagdschiessstand beziehen.
 - Im Rahmen des Mantelerlasses (Ausgestaltung noch unklar): ggfs. lassen sich EVUs gewinnen, die über wenig eigene Produktion verfügen und ihren Eigenanteil an Produktion erhöhen müssen.



Projektteam

Architektur und Bau: P. Alfaro Diaz | priscilla.alfarodiaz@bkw.ch

Bauphysik: J. Brinkmann | jb@o-s-d.com

Elektrotechnik: A. Roschitz | priscilla.alfarodiaz@bkw.ch

Koordination & Energiewirtschaft: R. Baumgartner | raphael.baumgartner@bkw.ch

