

Geotechnischer Bericht Relazione geotecnica

Projekt

ELE-024-07

Vordimensionierung der
Mastfundamente

CUP: E11E14000610003

Progetto

ELE-024-07

Predimensionamento delle
fondazioni dei pali

CUP: E11E14000610003

Ort

Vinschgerbahn

luogo

Ferrovia della Val Venosta

Auftraggeber | committente



Südtiroler Transportstrukturen A.G.
Strutture Trasporto Alto Adige S.p.A.

STA Südtiroler Transportstrukturen AG
Gerbergasse 60
I-39100 Bozen
Tel.: +39 0471 312888
info@sta.bz.it

Planer | progettista

Ingenieurteam Bergmeister GmbH
Eisackstraße 1
I-39040 Vahrn

Projektnr. | n° progetto

[15-124]

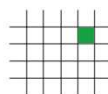
Datum|data Dok.-Nr.|doc. n°

24.02.2016

01

verantwortlicher Techniker | tecnico responsabile

Dott. dott. ing. Walter Weis

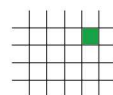


INGENIEURTEAM STUDIO DI INGEGNERIA

BERGMEISTER

Eisackstr. 1 | Via Isarco 1
I-39040 Vahrn | Varna (BZ)
www.bergmeister.it

Tel: +39 | 0472 979 000
Fax: +39 | 0472 979 001
info@bergmeister.it



1 Allgemeines.....	3
2 Lasten	3
.....	4
3 Beschreibung der drei Gründungstypologien.....	4
3.1.1 Flachgründungen.....	4
3.1.2 Bohrgründung mit Großrohren aus Stahl	4
3.1.3 Mikropfähle	5
4 Ausführung der Arbeiten	5
4.1 Flachgründungen.....	5
4.2 Eindrehen von Großrohren	6
4.3 Mikropfähle I.R.S	6
5 Anwendbarkeit der Lösungen in den einzelnen Abschnitten.....	7
5.1 GE1 Aufschüttungen (ca. 1,7km)	7
5.2 GE2 feinkörnige Alluvionen (ca.15,2km)	8
5.3 GE3 grobkörnige Alluvionen, Murschutt, Hangschutt (ca.29,23km).....	8
5.4 GE4 Moräne (ca.6,0km)	8
5.5 GE5 Fels (ca.7,6km).....	8
6 Problematische Mastpositionen	9
7 Massenberechnung	16
8 Kostenschätzung.....	25
9 Detailzeichnungen der drei Typologien	26

Mastfundamente der Eisenbahnlinie Meran-Mals

1 Allgemeines

Laut Beschluss 1558/2014 der Landesregierung soll die Vinschgerbahn Meran-Mals mit 25 kV 50Hz elektrifiziert werden. Dazu müssen entlang der gesamten Strecke ca. 1380 Masten für die Fahrleitung und ca. 220 Verankerungsblöcke für das Zugseil errichtet werden. Es wurde festgelegt, HE-Masten in verzinkter Ausführung zu verwenden.

Für die Erstellung dieses Vorprojektes wurde die gesamte Bahnlinie von einem Ziviltechniker und einem Geologen abgegangen und anschließend aufgrund des vorhandenen Bodens in homogene Bereiche eingeteilt. Die geologische Charakterisierung der Böden erfolgte anhand von Baggerschürfen.

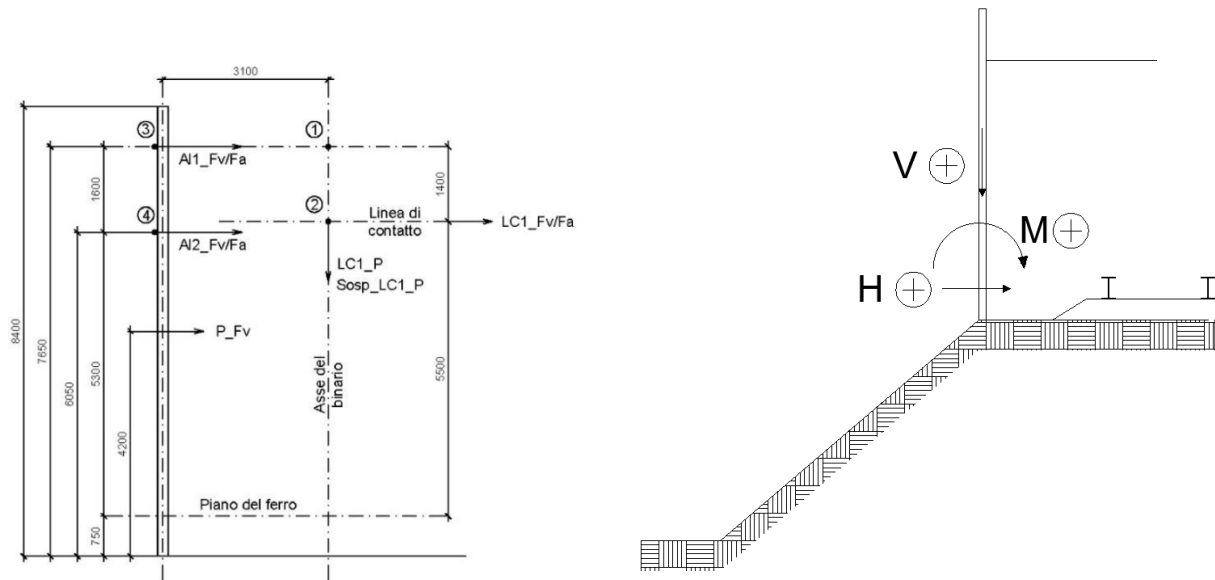
Bei der Vordimensionierung der standardisierten Fundamente wurden drei verschiedene Typologien genauer untersucht:

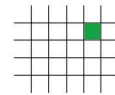
- a) Flachgründungen
- b) Bohrgründungen mit Großrohren aus Stahl
- c) Mikropfähle

Im vorliegenden Projekt werden die Vor- und Nachteile der einzelnen Typologien aufgezeigt und die Herstellungskosten miteinander verglichen.

2 Lasten

Es wurden 3 Standard-Lastklassen von Masten (HEA-220; HEA-240 und HEB-260) vorgegeben, welche Standardfälle auf der Strecke und im Bahnhof darstellen.





pali di fondazione della linea Merano-Malles

direzione trasversale/ in Querrichtung zum Gleis:

forze all'incastro dei pali/ Einspannkkräfte am Mastfuß

profilo	combinazione	M (kNm)	H (kN)	V (kN)
HEA220	SLU1	101,35	15,05	29,42
	SLU2	-87,74	-16,04	29,42
HEA240	SLU1	133,89	18,93	52,19
	SLU2	-131,6	-21,99	52,19
HEB-260	SLU1	194,46	25,39	53,77
	SLU2	-177,26	-29,49	53,77

Sollecitazioni blocchi dei Tiranti a Terra Belastung an den Zugseilverankerungen			
	Orizzontale kN	Verticale kN	Angolo Winkel
TT/A	24	24	45°Sess.
TT/B	12	12	45°Sess.

M = momento + POSITIVO SE ORTOGONALE VERSO IL BINARIO / IN QUERRICHTUNG ZUM GLEIS HIN
Moment - NEGATIVO SE ORTOGONALE OPPOSTO AL BINARIO / IN QUERRICHTUNG VOM GLEIS WEG

H = taglio + POSITIVO SE ORTOGONALE VERSO IL BINARIO IN QUERRICHTUNG ZUM GLEIS HIN
orizzontale - NEGATIVO SE ORTOGONALE OPPOSTO AL BINARIO / IN QUERRICHTUNG VOM GLEIS WEG
Horizontalkraft

V = forza + POSITIVO SE VERSO IL TERRENO / ZUM BODEN HIN
verticale - NEGATIVO SE OPPOSTO AL TERRENO / VOM BODEN WEG

direzione longitudinale/ in Längsrichtung des Gleises:

viene considerato il 30% delle forze che agiscono in senso ortogonale al binario / es werden 30% der Querkkräfte angesetzt

forze all'incastro dei pali/ Einspannkkräfte am Mastfuß

profilo	combinazione	M (kNm)	H (kN)
HEA220	SLU	30,405	4,515
HEA240	SLU	40,167	5,679
HEB-260	SLU	58,338	7,617

3 Beschreibung der drei Gründungstypologien

3.1.1 Flachgründungen

Flachgründungen sind eine häufig verwendete Typologie und können wirtschaftlich als Betonblock- oder Stufenfundament mit einer Breite von bis zu 3m und einer Eingrabungstiefe von ca 2,5m hergestellt werden. In Böschungslagen sind jedoch die Fundamente noch größer zu dimensionieren und für die Herstellung große Erdbewegungen je Fundament zu realisieren. Der Fundamentkopf muss in einem weiteren Arbeitsschritt realisiert werden. Flachgründungen beanspruchen in Querrichtung mehr Platz als Pfahlgründungen und können auf felsigem Boden nur mit einem hohen Aufwand hergestellt werden.

3.1.2 Bohrgründung mit Großrohren aus Stahl

Durch das Bohreindrehverfahren werden bis zu 10 m lange Stahlrohre ohne Erschütterungen und mit geringer Lärmbelastung in den Boden eingedreht und mit einem betonierten Pfahlkopf versehen. Bei der Wahl der Wandstärke der Rohre wird ein Abrostungszuschlag berücksichtigt, sodass eine Lebensdauer der Rohre von über 50 Jahren garantiert werden kann. Die Rohre können in bindigem und nicht bindigem Boden eindrehen werden und haben einen Durchmesser von 500-700mm.

Der notwendige Platzbedarf ist bei dieser Gründungsart bei gleicher Tragfähigkeit deutlich geringer als bei Flachgründungen. Ökologisch vorteilhaft ist, dass die Bohrgeräte direkt vom gesperrten Gleis aus arbeiten können und der Zeitaufwand relativ gering ist. Findlinge wirken sich nachteilig auf diese Gründungsart aus, da sie das Eindrehen ab einer bestimmten Tiefe behindern können. In diesem Fall wird das Rohr an der OK abgeschnitten und der Pfahlkopf wird vergrößert, sodass man wieder auf eine Flachgründung zurückgreifen muss. Im Fels sind Imlochbohrungen mit einem Durchmesser von 44cm möglich. Felsbohrungen können vor allem dann durchgeführt werden, wenn sich der Fels nahe der Oberfläche (<1,5-2m) befindet.

3.1.3 Mikropfähle

Eine ca. 80cm hohe Fundamentplatte wird mit drei 12m langen vertikalen Mikropfählen und einem diagonalen Mikropfahl versehen. Die Pfähle werden nach der I.R.S-Methode hergestellt. Das mehrfache Nachverpressen sorgt für eine gute Verzahnung zwischen dem Pfahl und dem Untergrund. Auch hier muss der Fundamentkopf in einem weiteren Arbeitsschritt realisiert werden. Mikropfähle sind kostspielig; sie bieten aber den Vorteil, dass sie in jede Bodenart eingebracht werden können. Findlinge mit großem Durchmesser ($D > 1\text{m}$) haben nur einen geringen Einfluss auf diese Gründungsart.

4 Ausführung der Arbeiten

4.1 Flachgründungen

Arbeitsschritte:

- Aushub mit einem geeigneten Bagger vom Gleis aus,
- Aufladen und Transport des Aushubmaterials in Zwischendeponie,
- Aufbringen des Magerbetons,
- Stellen des Bewehrungskorbes mit den feuerverzinkten Ankerstangen mit Korrosionsschutz an der Oberseite,
- Betonieren des unteren Blockes ohne Schalung mit Betonklasse C30/37,
- Schalung des Fundamentkopfes und anschließendes Ausbetonieren (pyramidenförmige Oberseite für raschen Wasserabfluss) mit Betonklasse C30/37,
- Verfüllung mit Erdreich



Aushub



Betonieren des unteren Fundamentblocks



Schalung des oberen Fundamentkopfes



Verfüllung mit Erdreich

4.2 Eindreihen von Großrohren

Arbeitsschritte:

- Aushub mit einem geeigneten Bagger vom Gleis aus,
- Eindreihen des Stahlrohrs mit einem Bohrgerät vom Gleis aus,
- Verfüllung des Stahlrohrs mit Erdreich,
- Schalung des Pfahlkopfes,
- Stellen des Bewehrungskorbes für den Pfahlkopf mit den feuerverzinkten Ankerstangen und mit Korrosionsschutz an der Oberseite,
- Betonieren des Pfahlkopfes mit Betonklasse C30/37,
- Verfüllung mit Erdreich



Aushub



Eindreihen des Rohrs



Bewehrungskorb



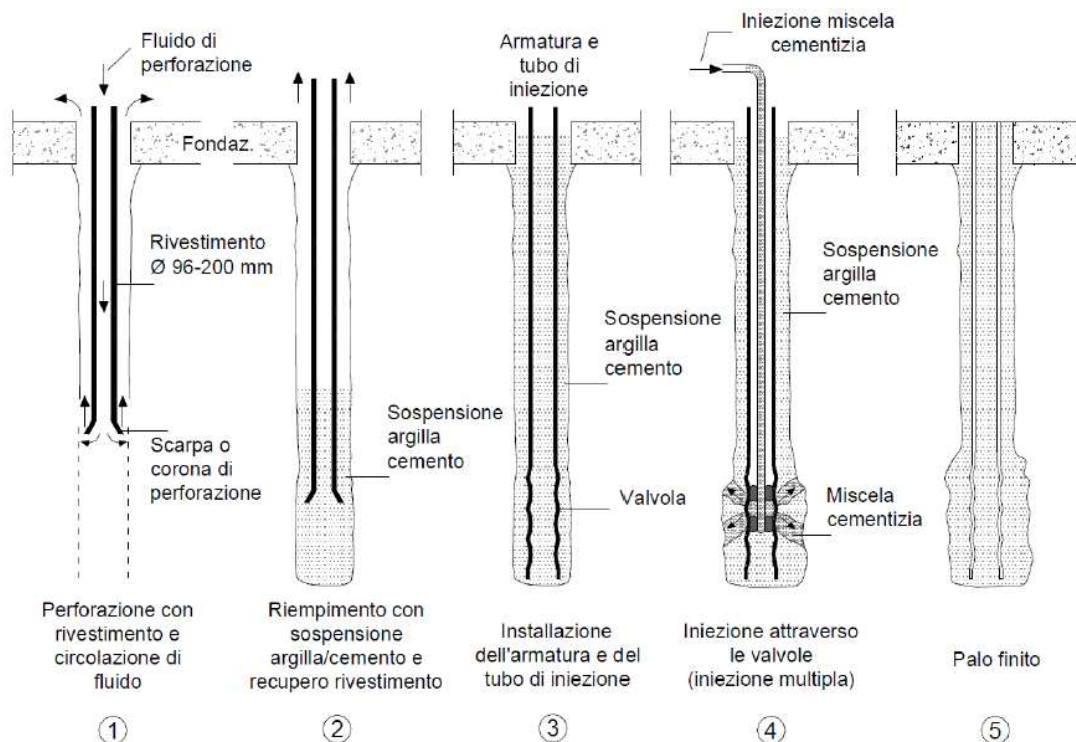
Schalung des Pfahlkopfes

4.3 Mikropfähle I.R.S

Arbeitsschritte:

- Aushub mit einem geeigneten Bagger vom Gleis aus,
- Aufladen und Transport des Aushubmaterials in Zwischendeponie,,
- Herstellung des verrohrten Bohrlochs mit einem geeigneten Gerät vom Gleis aus,
- Stellen des Bewehrungsrohrs mit Ventilen,
- Ziehen der Verrohrung und gleichzeitige Injektion des Verpressmörtels (Wasser/Zement=0,5) mit einem Druck von 2-8 MPa,

- nach dem Erhärten des Verpressmörtels erfolgt das Nachverpressen in mehreren Stufen,
- Anschweißen der Verankerungen an den Pfahlköpfen,
- Betonieren des Magerbetons C12/15
- Schalung der Fundamentplatte,
- Stellen des Bewehrungskorbes mit den feuerverzinkten Ankerstangen und mit Korrosionsschutz an der Oberseite,
- Betonieren der Fundamentplatte mit Betonklasse C30/37,
- Schalung des Fundamentkopfes und anschließendes Ausbetonieren (pyramidenförmige Oberseite für raschen Wasserabfluss) mit Betonklasse C30/37,
- Verfüllung mit Erdreich



5 Anwendbarkeit der Lösungen in den einzelnen Abschnitten

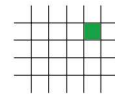
5.1 GE1 Aufschüttungen (ca. 1,7km)

Zwischen Kastelbell und Latsch (km 57,3-60,5) befinden sich die Aufschüttungen an der Talseite. Da sich an der Bergseite teilweise lange Stützmauern befinden, muss in den betroffenen Bereichen eine Gründung an der Talseite in Betracht gezogen werden. Da sich auch an der Talseite teilweise Stützmauern befinden, sollte eine Gründung mit Mikropfählen bevorzugt werden.

Aufschüttungen sind auch an der Talseite zwischen Holzbrugg und Göflan (km 66,5-67,9) vorzufinden. Die Masten werden in diesem Bereich an der Bergseite gesetzt, wo sich Paragneis befindet. Wenn man in diesem Bereich auf die Talseite ausweichen möchte, so soll auch hier eine Gründung mit Mikropfählen erfolgen, da sich der Fels in einer Tiefe von 3-5m befindet.

Im Ortsgebiet von Schluderns (km 87,7-88,0) verläuft die Bahntrasse für rund 300m auf einem 7-8 m hohen aufgeschütteten Damm. Aufgrund der großen Dammhöhe mit starken Böschungsneigungen sollen in diesem Bereich Pfahlgründungen (Mikropfähle oder Großrohre) vorgesehen werden.

Empfohlene Gründungsart: **Mikropfähle**



5.2 GE2 feinkörnige Alluvionen (ca.15,2km)

Besteht der Bahnkörper aus feinkörnigen Alluvionen, so sind die Großrohre aus Stahl eine wirtschaftliche Wahl, da in dieser Bodenart die Gefahr auf Findlinge zu stoßen geringer ist als in den übrigen Bodeneinheiten (Stein- und Blockanteil <1%). Flachgründungen sind in diesem Bereich aufgrund der schlechten Bodenparameter nicht vorgesehen. Die Mikropfähle können auch eingesetzt werden; sie sind aber mit hohen Kosten verbunden.

Empfohlene Gründungsart: **Großrohre aus Stahl**

5.3 GE3 grobkörnige Alluvionen, Murschutt, Hangschutt (ca.29,23km)

Mit einem Anteil von ca. 50% ist sie die geologische Einheit mit der größten Ausdehnung. Es muss darauf hingewiesen werden, dass in dieser geologischen Einheit die Wahrscheinlichkeit auf Findlinge (D=1m) zu stoßen sehr groß ist, da der Stein- und Blockanteil zwischen 30-50% liegt. Durch gezielte Sondierungen mithilfe einer leichten Rammsonde (Künzelstab) kann in den betroffenen Gebieten bereits im Vorfeld mehr Klarheit über die Häufigkeit von Findlingen geschaffen werden, um die Anwendbarkeit einer Bohrgründung mit Großrohren zu überprüfen.

Für die Masten mit dem Profil HEA220 können Flachgründungen und für die Profile HEA240 und HEB260 Tiefgründungen in Form von Mikropfählen oder Großrohren verwendet werden. Die Einsatzmöglichkeit von Großrohren sollte im Vorfeld durch gezielte Rammsondierungen nachgewiesen werden.

Empfohlene Gründungsart: **Flachgründungen/Mikropfähle**

5.4 GE4 Moräne (ca.6,0km)

Moränen befinden sich an der Talseite zwischen Algund und dem Marlinger Tunnel (km 33,12-36,9). Falls es an dieser Seite zu Gründungen kommt, sollten dafür Mikropfähle verwendet werden, da die Böschungen öfters sehr steil sind und die Wahrscheinlichkeit von Findlingen (D>1,5m) groß ist. Der Stein- und Blockanteil dieser Bodeneinheit liegt zwischen 30 und 50%.

Zwischen Schlanders und Laas (km 72,3-74,5) können Flachgründungen für den Masttyp HEA220 eingesetzt werden.

Empfohlene Gründungsart: **Mikropfähle**

5.5 GE5 Fels (ca.7,6km)

In den Bereichen mit Felsgestein an der Geländeoberkante sind Gründungen mit Mikropfählen und Bohrpfählen („Imlochbohren“) mit einem Durchmesser von 44cm möglich. Flachgründungen sind aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes beim Lösen des Gesteins nicht vorgesehen. Treten die Felsschichten erst in einer Tiefe von mehreren Metern auf (meist an der Talseite) so ist die Gründung mit Mikropfählen zu bevorzugen, da die Imlochbohrung nur bis in eine Tiefe von ca. 6m durchgeführt werden kann, und somit die nötige Einbindetiefe unter Umständen nicht erreicht werden kann.

Empfohlene Gründungsart: **Mikropfähle**

6 Problematische Mastpositionen

Es wird drauf hingewiesen, dass für die Verlegung von Masten auf Brücken (laut Vorprojekt bei km 69,736, km 69,57, km 68,617, km 37,786 und km 33,429) Sonderlösungen in Anspruch genommen werden müssen.

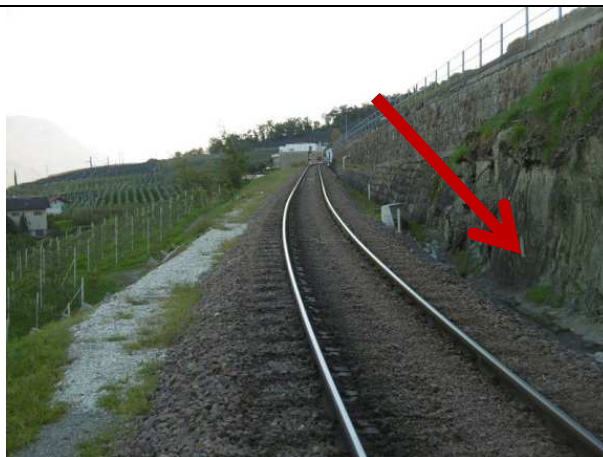


Foto 2.1

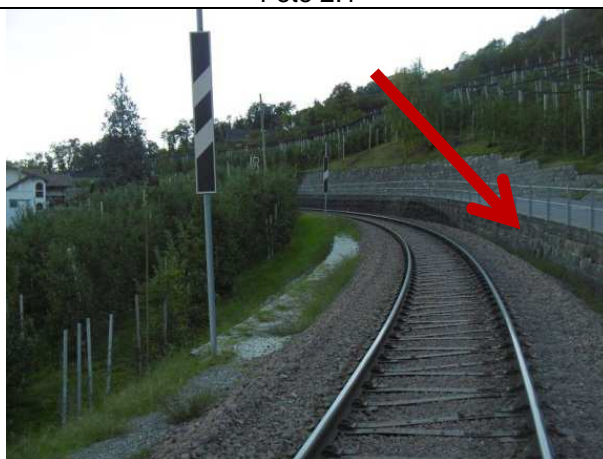


Foto 2.2



Foto 2.3

km 34,06-34,58 geringer Abstand von 2,0-2,6m vom inneren Geleis bis zum Fels bzw. der Mauer

km 34,06-34,58 distanza di 2,0-2,6m tra binari interno e il muro o la roccia

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile

Boden/terreno: Bergseite/lato monte: **Moräne /morena** Talseite/lato valle: **Moräne /morena**



Foto 3.1



Foto 3.2



Foto 3.3

km 37,30-38,90 geringer Abstand von 1,6-2,6m vom inneren Geleis bis zum Fels bzw. der Mauer

km 37,30-38,90 distanza di 1,6-2,6m tra binari interno e il muro o la roccia

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile

Boden/terreno: Bergseite/lato monte: **Fels/roccia** Talseite/lato valle: **Fels/roccia**



Foto 3.4



Foto 3.5

km 41,00-41,50 Die Mauer befindet sich in einem Abstand von ca. 1,6m vom äußeren Gleis

km 41,00-41,50 Il muretto si trova a una distanza di 1,6m dal binario esterno

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile

Boden/terreno: Bergseite/lato monte: **Fels/roccia** Talseite/lato valle: **Fels und Aufschüttungen/roccia e riporto**



Foto 4.1



Foto 4.2



Foto 4.3

km 48,90-49,10 und 49,60-49,80 Die Stützmauer befindet sich in einem Abstand von ca. 1,9m vom äußeren Gleis

km 48,90-49,10 e 49,60-49,80 Il muro di sostegno si trova a una distanza di 1,9m dal binario esterno

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich; bei Engstellen Sonderlösungen /cambiare lato è possibile ai restringimenti si usano soluzioni speciali

Boden/terreno: Berg- und Talseite/lato montee lato valle: **grobkörnige Alluvionen/alluvioni a grana grossa**



Foto 6.1



Foto 6.2

km 58,50-59,70 Die Stützmauern (inges. ca 300m lang) befinden sich in einem Abstand von ca. 1,9m vom äußeren Gleis

km 58,50-59,70 Il muro di sostegno (lunghezza complessiva di 300m) si trovano a una distanza di 1,9m dal binario esterno

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich; teilweise 6m hohe Stützmauern auch an der Talseite

cambiare lato è possibile; al lato verso valle si trovano anche dei muri di sostegno con un'altezza di 6m

Boden/terreno: Bergseite/lato monte: **Murschutt/detrito** Talseite/lato valle: **Aufschüttungen/riporto**



Foto 7.1



Foto 7.2

km 67,40-67,80 Die Stützmauern (inges. ca 300m lang) bzw. die Felsen befinden sich in einem Abstand von ca. 1,3m vom äußeren Gleis

km 67,40-67,80 Il muro di sostegno (lunghezza complessiva di 300m) e le rocce si trovano a una distanza di 1,3m dal binario esterno

vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: **Mikropfähle/micropali**

Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile

Boden/terreno: Bergseite/lato monte: **Fels/roccia** Talseite/lato valle: **Aufschüttungen/riporto**



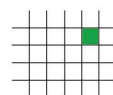
Foto 11.1

km 77,00-81,00 beidseitiger Wassergraben in einem Abstand von ca. 3m zum äußeren Gleis
km 77,00-81,00 a tutti e due i lati si trovano dei canali a una distanza di 3m dal binario esterno
vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: Bohrpfahl (Froßrohr)/palo trivellato
Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile
Boden/terreno: Berg-und Talseite/lato monte e lato valle: feinkörnige Alluvionen/alluvioni a grana fine



Foto 13.1

km 89,60-90,00 Die Felsen befinden sich in einem Abstand von ca. 1,8-2,0m vom äußeren Gleis
km 89,60-90,00 Le rocce si trovano ad una distanza di 1,8-2,0m dal binario esterno
vorgeschlagene Lösung/soluzione consigliata: Mikropfähle/micropali oder Bohrpfahl/palo trivellato
Seitenwechsel möglich/cambiare lato è possibile
Boden/terreno: Bergseite/lato monte: Fels/roccia Talseite/lato valle: Fels/roccia



7 Massenberechnung

Blockfundament für HEA-220/blocco di fondazione per HEA-220

Fps.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis € importo unit.	G-Preis € importo totale
1	Aushub Scavo	m³	14,78	25,00 €	370 €
2	Transport und Lagerung von Aushubmaterial <10km trasporto e deposito provv./def. scavo <10km	m³	14,78	30,00 €	444 €
3	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,44	80,00 €	35 €
4	Schalung des Blockes und des Fundamentkopfes cassero del blocco e del pilastrino	m²	19,06	20,00 €	381 €
5	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	625,00	1,20 €	750 €
6	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	9,71	120,00 €	1.165 €
7	Ankerstangen M56 S355 feuerverzinkt tirafondi M56 S355 zincati a caldo	kg	194,89	5,00 €	974 €
8	Aufladen - Transport und Wiedereinfüllung Material carico - trasporto e riempimento materiale di scavo	m³	5,07	40,00 €	203 €
Summe somma					4.322 €

Massenberechnung

Block l1= 2,20 m
blocco b1= 2,00 m
H1= 2,15 m
 $V1=l1*b1*H1=$ 9,46 m³

Fundamentkopf l2= 1,00 m
pilastrino b2= 1,00 m
H2= 0,25 m
 $V2=l2*b2*H2=$ 0,25 m³
 $V_{tot}=V1+V2=$ 9,71 m³

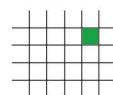
Aushub Vs=1,4*l1*b1*(H1+H2)= 14,78 m³
scavo

Magerbeton V=l1*b1*0,1= 0,44 m³
magrone

Schalung A=2*(l1+b2)*H1+2*(l2+b2)*H2= 19,06 m²
cassero

Ankerstangen M56 l=H1+H2-0,3= 2,10 m
tirafondi M56 D= 56 mm
numero n= 4
 $G=k*n*D^2*Pi/4*1*10^{-6}*7850=$ 194,89 kg
k = 1,2 (peso piastre)

Wiedereinfüllung $\Delta V=Vs-V_{tot}=$ 5,07 m³
riempimento



Abspannmast des Typs TT/A/blocchi dei tiranti a terra della tipologia TT/A

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis € importo unit.	G-Preis € importo totale
1	Aushub Scavo	m³	4,43	25,00 €	111 €
2	Transport und Lagerung von Aushubmaterial <10km trasporto e deposito provv./def. scavo <10km	m³	4,43	30,00 €	133 €
3	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,20	80,00 €	16 €
4	Schalung des Blockes und des Fundamentkopfes cassero del blocco e del pilastro	m²	7,54	20,00 €	151 €
5	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	275,00	1,20 €	330 €
6	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	2,85	120,00 €	342 €
7	Anker ø24 B450C ancoraggio ø24 B450C	kg	17,76	2,00 €	36 €
8	Aufladen - Transport und Wiedereinfüllung Material carico - trasporto e riempimento materiale di scavo	m³	1,58	40,00 €	63 €
Summe somma					1.181 €

Massenberechnung

Block l1= 1,70 m
blocco b1= 1,20 m
H1= 1,30 m
V1=l1*b1*H1= 2,65 m³

Fundamentkopf l2= 1,70 m
pilastrino b2= 1,20 m
H2= 0,25 m
V2=l2*b2*H2/3= 0,20 m³
Vtot=V1+V2= 2,85 m³

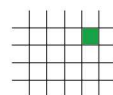
Aushub Vs=1,4*l1*b1*(H1+H2)= 4,43 m³
scavo

Magerbeton V=l1*b1*0,1= 0,204 m³
magrone

Schalung A=2*(l1+b2)*H1= 7,54 m²
cassero

Anker ø24 l= 5,00 m
barra di ancoraggio ø24 D= 24 mm
numero n= 1
G=n*D²*Pi/4*10⁻⁶*7850= 17,76 kg

Wiedereinfüllung ΔV=Vs-Vtot= 1,58 m³
riempimento



Abspannmast des Typs TT/B/blocchi dei tiranti a terra della tipologia TT/B

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis € importo unit.	G-Preis € importo totale
1	Aushub Scavo	m³	2,27	25,00 €	57 €
2	Transport und Lagerung von Aushubmaterial <10km trasporto e deposito provv./def. scavo <10km	m³	2,27	30,00 €	68 €
3	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,12	80,00 €	10 €
4	Schalung des Blockes und des Fundamentkopfes cassero del blocco e del pilastro	m²	4,84	20,00 €	97 €
5	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	178,00	1,20 €	214 €
6	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	1,44	120,00 €	172 €
7	Anker ø20 B450C ancoraggio ø20 B450C	kg	12,33	2,00 €	25 €
8	Aufladen - Transport und Wiedereinfüllung Material carico - trasporto e riempimento materiale di scavo	m³	0,83	40,00 €	33 €
				Summe somma	675 €

Massenberechnung

Block l1= 1,20 m
blocco b1= 1,00 m
H1= 1,10 m
 $V1=l1*b1*H1=$ 1,32 m³

Fundamentkopf l2= 1,20 m
pilastrino b2= 1,00 m
H2= 0,25 m
 $V2=l2*b2*H2/3=$ 0,12 m³
 $V_{tot}=V1+V2=$ 1,44 m³

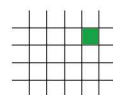
Aushub Vs=1,4*l1*b1*(H1+H2)= 2,27 m³
scavo

Magerbeton V=l1*b1*0,1= 0,12 m³
magrone

Schalung A=2*(l1+b2)*H1= 4,84 m²
cassero

Anker ø20 l= 5,00 m
barra di ancoraggio ø20 D= 20 mm
numero n= 1
 $G=n*D^2*Pi/4*10^{-6}*7850=$ 12,33 kg

Wiedereinfüllung $\Delta V=Vs-V_{tot}=$ 0,83 m³
riempimento

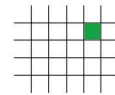


Mikropfähle/micropali

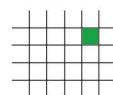
Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis € importo unit.	G-Preis € importo totale
1	Aushub Scavo	m³	7,26	25,00 €	181 €
2	Transport und Lagerung von Aushubmaterial <10km trasporto e deposito provv./def. scavo <10km	m³	7,26	30,00 €	218 €
3	Bohrung Mikropfähle und Injektion IRS perforazione micropali e iniezione IRS	m	48,00	90,00 €	4.320 €
4	Bewehrung Mikropfähle S355J2 armatura micropali S355J2	kg	1535,33	1,70 €	2.610 €
5	Verbundbewehrung Mikropfähle S355J2 connettori micropali S355J2	kg	82,48	4,00 €	330 €
6	geschweißte Pfahlkopfverankerungen B450C cappucci di ancoraggio saldati B450C	kg	80,00	4,00 €	320 €
7	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,32	80,00 €	26 €
8	Schalung des Blockes und des Fundamentskopfes cassero del blocco e del pilastrino	m²	8,32	20,00 €	166 €
9	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	780,00	1,20 €	936 €
10	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	3,10	120,00 €	372 €
11	Ankerstangen M56 S355 feuerverzinkt tirafondi M56 S355 zincati a caldo	kg	120,65	5,00 €	603 €
12	Aufladen - Transport und Wiedereinfüllung Material carico - trasporto e riempimento materiale di scavo	m³	4,15	40,00 €	166 €
				Summe somma	10.249 €

Massenberechnung

Block	l1=	1,80 m
blocco	b1=	1,80 m
	H1=	0,80 m
	$V1=l1*b1*H1=$	2,59 m³
Fundamentkopf	l2=	0,80 m
pilastrino	b2=	0,80 m
	H2=	0,80 m
	$V2=l2*b2*H2=$	0,51 m³
	$Vtot=V1+V2=$	3,10 m³
Aushub scavo	$Vs=1,4*l1*b1*(H1+H2)=$	7,26 m³



Mikropfähle	l=	12 m	
micropali armatura	D=	139,7 mm	
	spessore t=	10 mm	
	numero n=	4	
	ltot=n*l=	48 m	
	peso $G=A*ltot*7850\text{kg/m}^3=(D^2*\pi/4-(D-2t)^2*\pi/4)*ltot*7850=$	1535,33 kg	
Verbundbewehrung Mikropfähle	h=	80 mm	
connettore micropali	D=	147,7 mm	
	spessore t=	4 mm	
	distanza a=	0,66 m	
	numero $n1=ltot/a$	73 pezzi	
	peso $G=A*h*n1=(D^2*\pi/4-(D-2t)^2*\pi/4)*h*n1=$	82,48 kg	
Magerbeton	V=l1*b1*0,1=	0,324 m³	
magrone			
Schalung	A=2(l1+b2)*H1+2(l2+b2)*H2=	8,32 m²	
cassero			
Ankerstangen M56	l=H1+H2-0,3=	1,30 m	
tirafondi M56	D=	56 mm	
	numero n=	4	
	$G=k*n*D^2*\pi/4*10^{-6}*7850=$	120,65 kg	
	k = 1,2 (peso piastre)		
Wiedereinfüllung	$\Delta V=Vs-Vtot=$	4,15 m³	
riempimento			



Großrohre/pali tubolari con grande diametro D=500mm

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis importo unit.	G-Preis importo totale
1	Pfahlkopfaushub scavo testata palo	m³	2,42	75,00 €	181 €
2	Transport - Lagerung von Aushubmaterial <10km scavo - trasporto - deposito <10km	m³	2,42	35,00 €	85 €
3	Aufladen+ Transport und Wiedereinfüllung Material carico + trasporto e riempimento con materiale idoneo	m³	0,69	45,00 €	31 €
4	bindiger/nichtbindiger Boden terreno coesivo/non coesivo Leistung Bohrgründung Großrohr ø500mm bis 6m Pfahlkopf bis 1,2x1,2x 1,2m mit Bewehrung tubo ø500mm fino a 6m formazione del palo trivellato testa del palo 1,2x1,2x 1,2m con armatura	m	6,00	400,00 €	2.400 €
5	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,20	80,00 €	16 €
6	Schalung des Blockes und des Fundamentskopfes cassero del blocco e del pilastrino	m²	7,84	20,00 €	157 €
7	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	500,00	1,20 €	600 €
8	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	1,73	120,00 €	207 €
9	Lieferung Großrohre ø500mm bis 6m Wandst. 16mm tubo in acciaio ø500mm fino a 6m spessore 16mm	kg	1145,87	1,25 €	1.432 €
10	Einstellprofil HEA220 h=1,2m profilo HEA220 h=1,2m	kg	90,00	3,00 €	270 €
				Summe somma	5.379 €

Massenberechnung

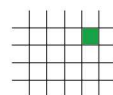
Fundamentkopf l1= 1,20 m
pilastrino b1= 1,20 m
H1= 1,20 m
V1=l1*b1*H1= 1,73 m³

Aushub Vs=1,4*V1= 2,42 m³
scavo

Wiedereinfüllung ΔV=Vs-V1= 0,69 m³
riempimento

Großrohr l= 6 m
tubo D= 500 mm
spessore t= 16 mm

peso G=A*I*7850kg/m³=(D²*Pi/4-(D-2t)²*Pi/4)*l*7850= 1145,87 kg



Großrohre/pali tubolari con grande diametro D=600mm

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis importo unit.	G-Preis importo totale
1	Pfahlkopfaushub scavo testata palo	m³	3,84	75,00 €	288 €
2	Transport - Lagerung von Aushubmaterial <10km scavo - trasporto - deposito <10km	m³	3,84	35,00 €	134 €
3	Aufladen+ Transport und Wiedereinfüllung Material carico + trasporto e riempimento con materiale idoneo	m³	1,10	45,00 €	49 €
	bindiger/nichtbindiger Boden terreno coesivo/non coesivo				
4	Leistung Bohrgründung Großrohr ø600-700mm bis 7m Pfahlkopf bis 1,4x1,6x 1,4m mit Bewehrung tubo ø600-700mm fino a 7m formazione del palo trivellato testa del palo 1,4x1,4x 1,4m con armatura	m	7,00	450,00 €	3.150 €
5	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,20	80,00 €	16 €
6	Schalung des Blockes und des Fundamentskopfes cassero del blocco e del pilastro	m²	7,84	20,00 €	157 €
7	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	610,00	1,20 €	732 €
8	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	2,74	120,00 €	329 €
9	Lieferung Großrohre ø600mm bis 7m Wandst. 18mm tubo in acciaio ø600mm fino a 7m spessore 18mm	kg	1808,48	1,25 €	2.261 €
10	Einstellprofil HEA240 h=1,4m profilo HEA240 h=1,4m	kg	100,00	3,00 €	300 €
				Summe somma	7.416 €

Massenberechnung

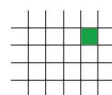
Fundamentkopf l1= 1,40 m
pilastrino b1= 1,40 m
 H1= 1,40 m
 V1=l1*b1*H1= 2,74 m³

Aushub Vs=1,4*V1= 3,84 m³
scavo

Wiedereinfüllung ΔV=Vs-V1= 1,10 m³
riempimento

Großrohr l= 7 m
tubo D= 600 mm
 spessore t= 18 mm
peso G=A*I*7850kg/m³=(D²*Pi/4-(D-2t)²*Pi/4)*l*7850=

1808,48 kg



Großrohre/pali tubolari con grande diametro D=700mm

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis importo unit.	G-Preis importo totale
1	Pfahlkopfaushub scavo testata palo	m³	3,84	75,00 €	288 €
2	Transport - Lagerung von Aushubmaterial <10km scavo - trasporto - deposito <10km	m³	3,84	35,00 €	134 €
3	Aufladen+ Transport und Wiedereinfüllung Material carico + trasporto e riempimento con materiale idoneo	m³	1,10	45,00 €	49 €
4	bindiger/nichtbindiger Boden terreno coesivo/non coesivo Leistung Bohrgründung Großrohr ø800-700mm bis 8m Pfahlkopf bis 1,4x1,6x 1,4m mit Bewehrung tubo ø800-700mm fino a 8m formazione del palo trivellato testa del palo 1,4x1,4x 1,4m con armatura	m	8,00	450,00 €	3.600 €
5	Magerbeton C12/15 magrone C12/15	m³	0,20	80,00 €	16 €
6	Schalung des Blockes und des Fundamentskopfes cassero del blocco e del pilastro	m²	7,84	20,00 €	157 €
7	Bewehrung B450C armatura B450C	kg	610,00	1,20 €	732 €
8	Beton C30/37 conglomerato cementizio C30/37	m³	2,74	120,00 €	329 €
9	Lieferung Großrohre ø700mm bis 8m Wandst. 20mm tubo in acciaio ø700mm fino a 8m spessore 20mm	kg	2683,17	1,25 €	3.354 €
10	Einstellprofil HEB260 h=1,4m porfilo HEB260 h=1,4m	kg	100,00	3,00 €	300 €
				Summe somma	8.960 €

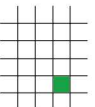
Massenberechnung

Fundamentkopf
pilastrino $l_1 = 1,40 \text{ m}$
 $b_1 = 1,40 \text{ m}$
 $H_1 = 1,40 \text{ m}$
 $V_1 = l_1 \cdot b_1 \cdot H_1 = 2,74 \text{ m}^3$

Aushub
scavo $V_s = 1,4 \cdot V_1 = 3,84 \text{ m}^3$

Wiedereinfüllung
riempimento $\Delta V = V_s - V_1 = 1,10 \text{ m}^3$

Großrohr
tubo $l = 8 \text{ m}$
 $D = 700 \text{ mm}$
spessore $t = 20 \text{ mm}$
peso $G = A \cdot l \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 = (D^2 \cdot \pi / 4 - (D - 2t)^2 \cdot \pi / 4) \cdot l \cdot 7850 = 2683,17 \text{ kg}$



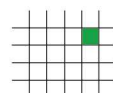
∞

Kilometrierung	Abschnitt	Bodeneinheit unità geotec.	Stützen/pali HEA220			Stützen/pali HEA240			Stützen/pali HEB260			BF Abspannmaste FD tiranti a terra	
			Blockfundamente BF	Mikropfähle	Rohrpfähle	BF	Mikropfähle	Rohrpfahl	BF	Mikropfähle	Rohrpfahl	TT/A	TTB
chilometri	tratti ferroviari		fondazioni diretti FD	micropali	pali tubolari	FD	micropali	pali tubolari	FD	micropali	pali tubolari		
31,00-33,12	1	GE3	14				9			3		1	2
33,12-36,90	2	GE4		53			38			13		12	4
36,90-41,75	3	GE5		56			24			4		7	4
41,75-52,00	4	GE3	128				81			11		10	7
52,00-57,30	5	GE2			73			9			1	8	10
57,30-66,50	6	GE3	120	27			77			10		26	18
66,50-67,90	7	GE5		28			11			3		4	4
67,90-72,30	8	GE3	65				38			15		10	8
72,30-74,50	9	GE4	34				8					4	4
74,50-77,10	10	GE3	44				29					8	6
77,10-87,40	11	GE2			122			47			4	18	12
87,40-89,40	12	GE1		34			27			6		6	6
89,40-90,70	13	GE5		27			5			3		4	2
90,70-91,36	14	GE3	30				26			16		12	2
Summe/somma			435	225	195	0	373	56	0	84	5	130	89
Einheitspreis/prezzo unitario			4.322 €	10.249 €	5.379 €		10.249 €	7.416 €		10.249 €	8.960 €	1.181 €	675 €
Gesamtpreis/prezzo totale			1.880.133 €	2.306.094 €	1.048.982 €		3.822.992 €	415.314 €		860.942 €	44.798 €	153.534 €	60.071 €

Summe	somma	10.592.861 €
Einreichplanung	progetto definitivo	40.000 €
Ausführungsplanung	progetto esecutivo	80.000 €
Einrichten und Vorhalten der Baustelle	installazione e mantenimento del cantiere	116.000 €
Räumen der Baustelle	sgombero del cantiere	69.000 €
Rammsondierung bis max. 8m	penetrometria fino una quota di 8m	89.600 €
Zwischensumme	subtotale	10.987.461 €

Blockfundamente/fondazioni dirette	435
Mikropfahlgründung/micropali	682
Rohrpfähle/pali tubo	256
Summe/somma	1373

BF Abspannmast/ FD per i tiranti a terra TT/A	130
BF Abspannmast/ FD per i tiranti a terra TT/B	89
Summe/somma	219



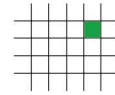
Kostenschätzung

Gesamtkosten/cosi complessivi

Pos.		Einheit unità di misura	Menge quantità	E-Preis importo unit.	G-Preis importo totale
1	Einreichplanung progetto definitivo	Stück/pezzo	1	40.000 €	40.000 €
2	Ausführungsplanung progetto esecutivo	Stück/pezzo	1	80.000 €	80.000 €
3	Einrichten und Vorhalten der Baustelle installazione e mantenimento del cantiere	psch.	1	116.000 €	116.000 €
4	Räumen der Baustelle sgombero del cantiere	psch.	1	69.000 €	69.000 €
Flachgründungen/fondazioni superficiali					
5	Blockfundamente HEA220 blocchi di fondazione HEA220	Stück/pezzo	435	4.322 €	1.880.133 €
6	Abspannmast Typ TT/A blocchi di fondazione per i tiranti a terra tipo TT/A	Stück/pezzo	130	1.181 €	153.534 €
7	Abspannmast Typ TT/B blocchi di fondazione per i tiranti a terra tipo TT/B	Stück/pezzo	89	675 €	60.071 €
Bohrpfähle/pali trivellati					
8	Rammsondierung bis max. 8m penetrometria fino una quota di 8m	Stück/pezzo	256	350 €	89.600 €
9	Gründung mit Großrohr ø500 mm fondazione con tubo ø500mm	Stück/pezzo	195	5.379 €	1.048.982 €
10	Gründung mit Großrohr ø600 mm fondazione con tubo ø600mm	Stück/pezzo	56	7.416 €	415.314 €
11	Gründung mit Großrohr ø700 mm fondazione con tubo ø700mm	Stück/pezzo	5	8.960 €	44.798 €
Mikropfähle/micropali					
12	Gründung mit Mikropfähle fondazione con micropali	Stück/pezzo	682	10.249 €	6.990.028 €
	Zwischensumme/subtotale				10.987.461 €
13	Unvorhergesehenes imprevisto	%	15		1.648.119 €
14	Mehrwertsteuer IVA	%	22		2.417.241 €
				Endkosten costi totali	15.012.821 €

Projekt
[15-124]

TECHNISCHER BERICHT
Vorprojekt
Progetto preliminare



INGENIEURTEAM STUDIO DI INGEGNERIA
BERGMEISTER

9 Detailzeichnungen der drei Typologien