

## 4. Umsetzung in Zusi - Umspannwerk

### 4.1. Portale

Realisiert nur für 110 kV und 220 kV, als Baukasten für kleine 110 kV Stationen und als Baugruppen für 110 kV und 220 kV.

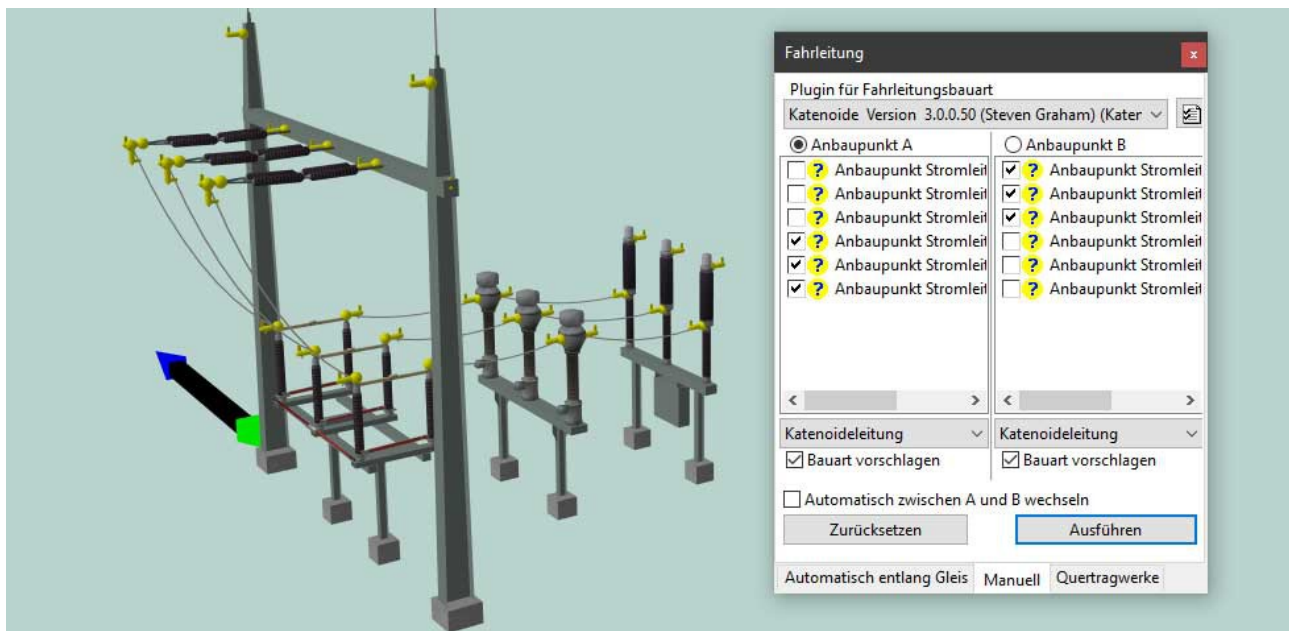
Portale für 380 kV Stationen müssen individuell in Blender gebaut werden weil sehr verschieden.

#### 4.1.1. Baukasten für 110 kV-Portale

- Portal 10m als Grundbauteil (Ankerpunkte für 3 Isolatoren und Erde)
- Portal 10m Erweiterung mit Spitze (Ankerpunkte für 3 Isolatoren und Erde)
- Portal 10m Erweiterung ohne Spitze (Ankerpunkte für 3 Isolatoren)
- Portal 10m Abschlussmast (Ankerpunkt für Erde)

Die Isolatoren an den Ankerpunkten müssen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten seitlich verschoben werden. Unter dem Portal stehen im Normalfall Trenner bzw. kombinierte Trenner/Erder und evtl. Wandler und Leistungsschalter.

Aufbaubeispiel



Typischer Aufbau eines Schaltfeldes mit Eingangsportal, Trenner/Erder, Wandler und Leistungsschalter. An die Leistungsschalter schließt das Sammelschienenfeld an. Die Leitungen werden mit der Katenoiden Version von Steven Graham erstellt wie angezeigt. Die oberen 3 sind die vorderen Ankerpunkte und die unteren 3 sind die hinteren Anker jeweils von rechts nach links. Die Isolatoren müssen alle drei von rechts nach links angeklickt werden. Nur der jeweils untere Ankerpunkt wird aktiviert!

#### 4.1.2. Bauteile für 220 kV-Portale

- Gittermast 10m einfach
- Gittermast 10m mit Spitze
- Gittermast 10m ohne Spitze, flach
- Gittermast 10m mit Fußgelenk
- Gittermast 8m mit Spitze
- Gitter-Traverse 16, 18, 20, 22m lang

alle Teile haben keine Ankerpunkte

#### 4.1.3. Baugruppen für 220 kV-Portale

- Portal 220 kV-A (2x Mast 10m mS mit Traverse 16m lang)
- Portal 220 kV-B (Mast 10m und 10m mit Gelenk, Traverse 20m)
- Portal 220 kV-C (2x Mast 10m mS mit Traverse 20m)
- Portal 220 kV-D (2x Mast flach mit Traverse 22m)
- Portal-Anbau (Mast 8m mit Travers 18m Anbau für 110 kV an Portal)

alle Teile haben Ankerpunkte zu vereinfachten Anbau von Stromankern oder Isolatoren, Diese müssen anschließend in die korrekte Position verschoben werden,

Aufbaubeispiel Station Ossenberg:



Eingangsportal mit Schaltfeld zum Trafo 220 kV auf 110 kV. Zur Überbrückung der Strecke sind mehrere Potale aufgestellt.

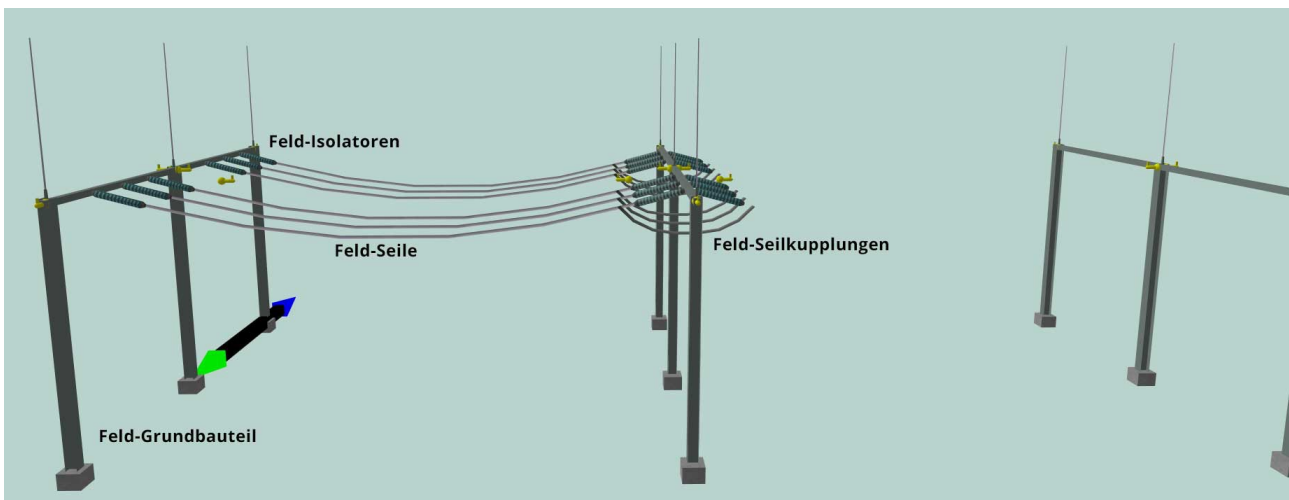
## 4.2. Sammenschienen-Felder

Realisiert nur für 110 kV und 220 kV, als Baukasten.

Für kleine 110 kV Stationen gibt es skalierbare Baugruppen und für 220 kV Felder in der Bauweise wie die Portale.

### 4.2.1. Baukasten für kleine 110 kV-Stationen

- Feld-Teil als Grundbauteil
- Feld-Teil-Erweiterung
- Feld Isolatoren 2x3 Stück
- Feld Seile je 2x3
- Feld Seile Kupplungen je 2x3



Beispiel für den Aufbau eines einfachen Feldes bestehend aus 3 Grundbauteilen für 2 Schienen mit Isolatoren, Seilen und einer Seilkupplung in der Mitte. An den Seiten befinden sich noch Anbaupunkte für Erweiterungen.

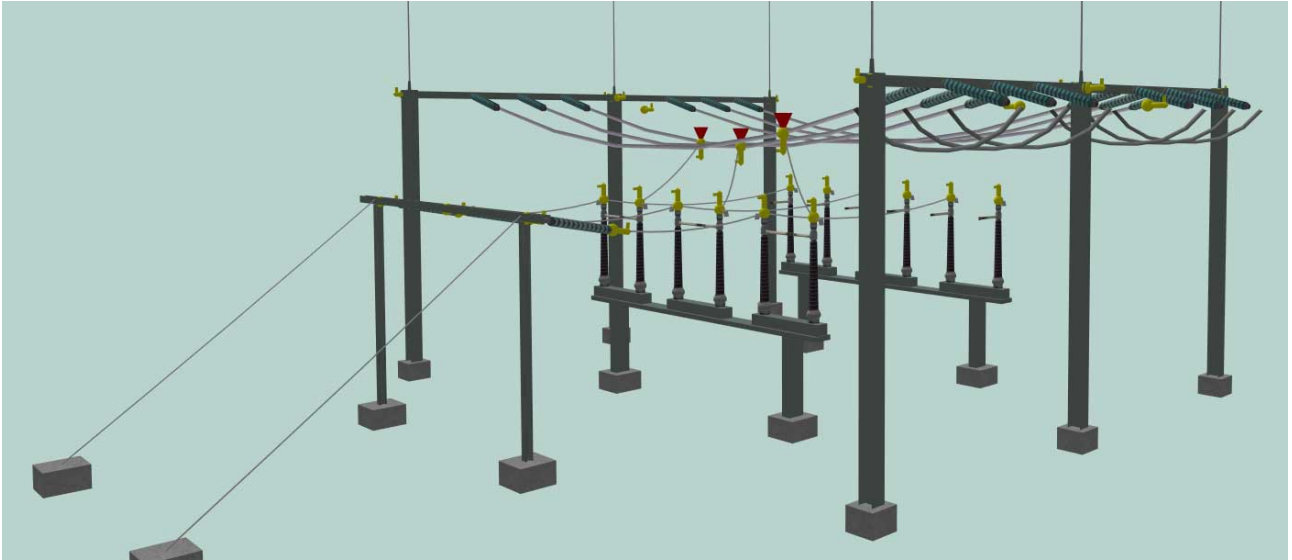
### 4.2.2. Fertigteile für kleine und große 110 kV-Stationen

- Feld 20m x 24m 110 kV, 2 Schienen und je 2 Leitungen
- Feld 20m x 24m 110 kV Erweiterung, 2 Schienen und je 2 Leitungen
- Feld 10m x 24m 110 kV Erweiterung, 1 Schiene und je 2 Leitungen

### 4.2.3. Typische Anschlüsse an Sammelschienen-Feldern

Unter den Sammelschienen-Feldern stehen oft Trennerbaugruppen und Stützisolatoren. Die Trenner gibt es in den Ausführungen geschlossen und geöffnet. Die Ein- und Abgangsleitungen unterqueren die Sammelschienen. Zum Verknüpfen der Bauteile dienen feste Ankerpunkte und variabel einsetzbare Hilfsanker, Ausführung als rote Pyramide mit Stromanker. Das Bauteil wird nach dem Verdrahten wieder gelöscht.

Beispiel für den Anschluss der Trennerbaugruppen:



Unter dem Feld sind 2 Trennerbaugruppen aufgestellt, davor ein Abspannpunkt, die Baugruppen wurden quer zu den Stromschiene verbunden. Die ersten Trenner sind mit Hilfe von provisorischen Stromankern (rot) mit der Schiene verbunden. Die hinteren Trenner sind geöffnet.

Die Stromanker sind im Simulator als Unsichtbar gekennzeichnet.



Kleines Feld in der Station Rheinpreussen. Zu erkennen sind geöffnete und geschlossene Trenner sowie einfache Stützisolatoren unter den beiden Sammelschiene.

### 4.3. Isolatoren, Stützen im Umspannwerk

Diverse Bauteile und Baugruppen nach Fotos verschiedener Stationen.

Isolatoren auf Einzelstützen und Bänken mit beliebigen Anbaupunkten, sowie als 2er und 3er Gruppe auf einer gemeinsamen Stütze.

### 4.4. Trenner und Trenner/Erder

Fertige Standardbauteile nach Maßangaben der Hersteller. Diese Bauteile dürfen nur ohne Last geschaltet werden.

- Trenner trennt Stromverbindungen und werden in Baugruppen eingesetzt.
- Erder sichern Leitungen und halten diese Spannungsfrei für Arbeiten.
- Trenner/Erder sind Kombinationen aus beidem und stehen vorwiegend am Übergang zu den Fernleitungen (Freileitungen) und schalten diese sicher stromlos und spannungsfrei..

### 4.5. Leistungsschalter

Fertige Standardbauteile nach Maßangaben der Hersteller. Diese Schalter können Leitungen unter Last trennen.

### 4.6. Wandler (Messwandler)

Fertige Standardbauteile nach Maßangaben der Hersteller. Wandler gibt es in verschiedenen Ausführungen, hier sind Kombiwandler umgesetzt.

### 4.7. Überspannungsableiter

Verschiedene Bauteile nach Fotos. Es sind Einzelbauteile und Baugruppen umgesetzt.

### 4.8. Trafos

Verschiedene Trafos gleicher Bauart für 110 kV nach Fotos. (AEG und Starkstromgerätebau)

Ein Trafo 220 kV auf 110 kV von ABB nach Fotos

### 4.9. Diverses

Hilfsmittel, Schilder und Schaltschränke.

# 5. Umsetzung in Zusi - Masten

## 5.0. Vorgaben im Baukasten

Entscheidend für Masten sind die Anzahl der Leitungen und die Spannungsstufe. Danach richten sich die Mindestabstände zwischen den Leitungen. Eine Vielzahl von Konstruktionen gibt es bei den Traversen in Anzahl der Ebenen und Anzahl der Seile:

**Einebenmast** hat eine Traverse mit 3 Seilen pro Seite mit folgenden Abständen in der Gerade:

- 110 kV, zum Mast 2,5 m, zwischen den Seilen 3,5 m
- 220 kV, zum Mast 4 m, zwischen den Seilen 5 m
- 380 kV, zum Mast x m,

**Zweiebenmast** (auch als Donaumast bekannt) hat 2 Traversen mit 1 Seil oben und 2 Seilen unten pro Seite, Abstände:

- 110 kV,
  - Unten: zum Mast 2,5 m, zwischen den Seilen 3,5 m
  - Oben: zum Mast 4,25 m
- 220 kV,
  - Unten: zum Mast 4 m, zwischen den Seilen 5 m, zwischen den Traversen 5 m
  - Oben: zum Mast 6,5 m
- 380 kV,
  - Unten: zum Mast 6 m, zwischen den Seilen 6,5 m, zwischen den Traversen 11 m (*Unterkanten*)
  - Oben: zum Mast 9,25 m

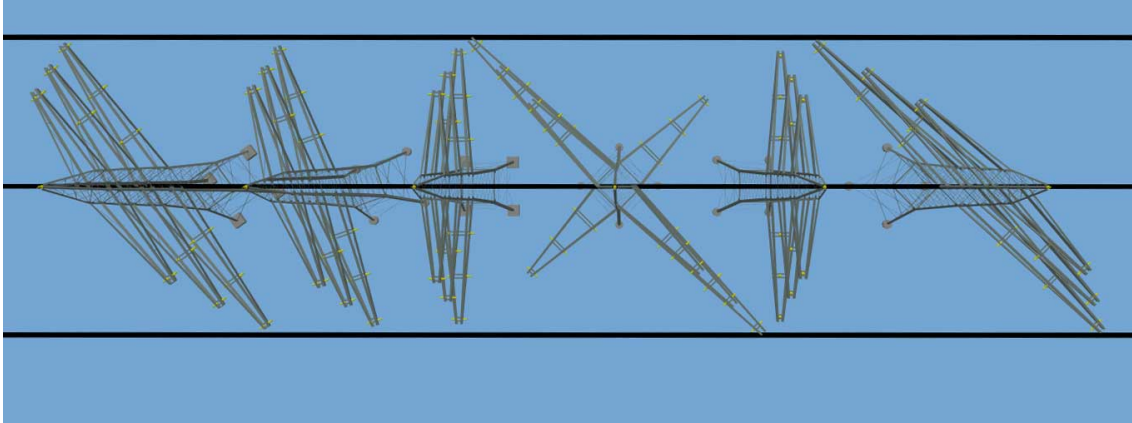
**Dreiebenmast** hat 3 Traversen mit 1 Seil oben, 2 Seile mittig, 3 Seile unten pro Seite, Abstände:

- 110 kV,
  - Unten: zum Mast 2,5 m, zwischen den Seilen 3,5 m, zwischen den Traversen 3,5 m
  - Mitte: zum Mast 4,25 m, zwischen den Seilen 3,5 m
  - Oben: zum Mast 6 m
- 220 kV,
  - Unten: zum Mast 4 m, zwischen den Seilen 5 m, zwischen den Traversen 5 m
  - Mitte: zum Mast 6,5 m, zwischen den Seilen 5 m
  - Oben: zum Mast 9 m
- 380 kV,
  - Unten: zum Mast ? m, zwischen den Seilen ? m, zwischen den Traversen ? m
  - Mitte: zum Mast ? m, zwischen den Seilen ? m
  - Oben: zum Mast ? m

Es gibt auch Dreiebenmasten mit je einer Leitung pro Seite, d.h. ein Seil pro Traverse. Dadurch kann die Trasse schmal gehalten werden.

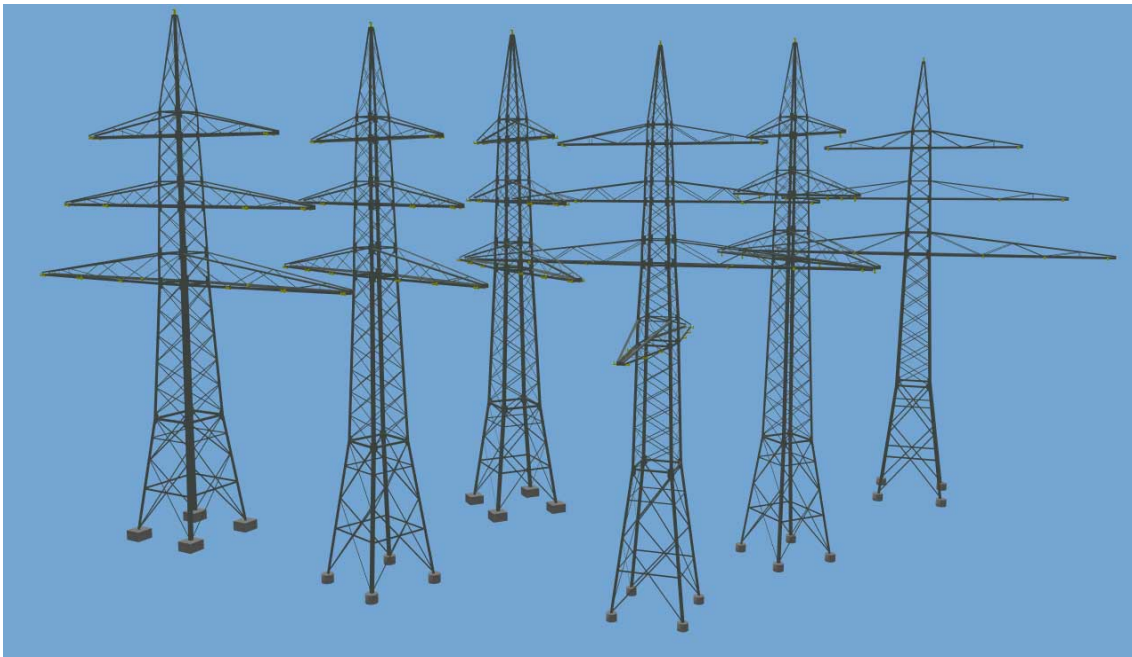
## 5.1. Trassen, Traversenlänge und Abstände

Es gibt einen einfachen Zusammenhang zwischen Traversenlänge und Sicherheitsabständen zwischen den Seilen am Mast.



Kurze Ausleger haben im Beispiel die Masten 3 und 5 im Bild. Die Länge der Ausleger wird größer wenn die Leitungen die Richtung ändern, bei einer Richtungsänderung um  $90^\circ$  ist die Länge der Ausleger am größten und der Mast ist um  $45^\circ$  gegenüber den Trassen gedreht.

Deshalb sind die Traversen des Baukastens in ihrer Länge skalierbar.



Auf einer geraden Trasse können für alle Masten die gleichen Oberteile verwendet werden, Höhenanpassungen am Gelände erfolgen wesentlich durch den Stiel, für die Standsicherheit sorgt der Fuß mit entsprechender Standfläche.

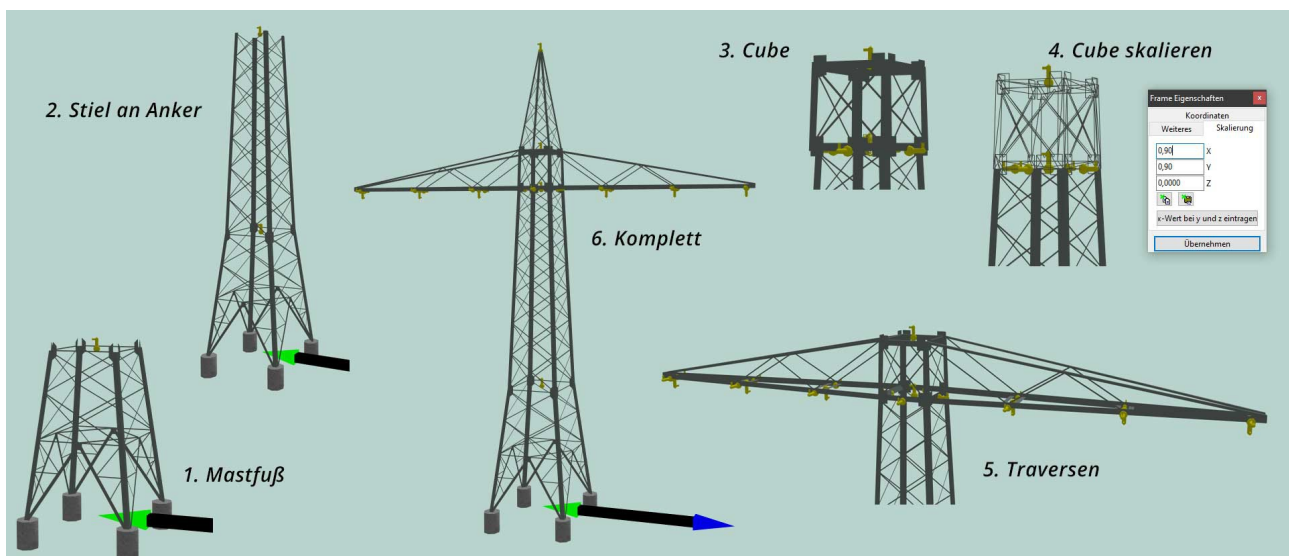
In den Beispielen oben ändern sich am Oberteil nur die Länge der Traversen, der Mittelteil ist immer gleich.

## 5.2. Masten Baukasten

Es gibt folgende Bauteile

- Mastfuß in unterschiedlicher Breite und Höhe
- Maststiel in unterschiedlicher Grundhöhe
- Mastteile zum Anbau der Traversen ( Bauteil als Cube bezeichnet)
- Mastteile zwischen den Traversen (auch als Maststiel bezeichnet)
- Mastspitzen in unterschiedlicher Höhe
- Traversen in unterschiedlicher Länge mit 1-3 Aufhängungen für Isolatoren
- Leitungen (Seile)
- Komplettes Oberteil (Stiel) ohne Traversen (zum Anbau von 3 Traversen)

## 5.3. Zusammenbau



Das obige Beispiel zeigt den grundsätzlichen Zusammenbau eines einfachen Freileitungsmast:

Schritt 1: laden eines Fußes in den 3D-Editor im Modus Objektbau, Anker müssen aktiv sein.

Schritt 2: am Ankerpunkt einen „Stiel“ laden, werden direkt angeboten...

Schritt 3: am Ankerpunkt oben einen Würfel (Cube) aufsetzen. Der Cube ist im Beispiel zu groß.

Schritt 4: den Cube skalieren (Taste „m“) in x,y-Richtung mit dem gleichen Wert. (z bleibt 0)

Schritt 5: die Traversen an den Ankerpunkten anbringen und ggf. skalieren (x,y,z)

(x = Breite am Mast, y = Länge bzw. Auslage, z = Höhe am Mast entspricht dem Cube)

Schritt 6: Eine geeignete Spitze am Ankerpunkt oben aufsetzen und ggf. skalieren.

### **ACHTUNG:**

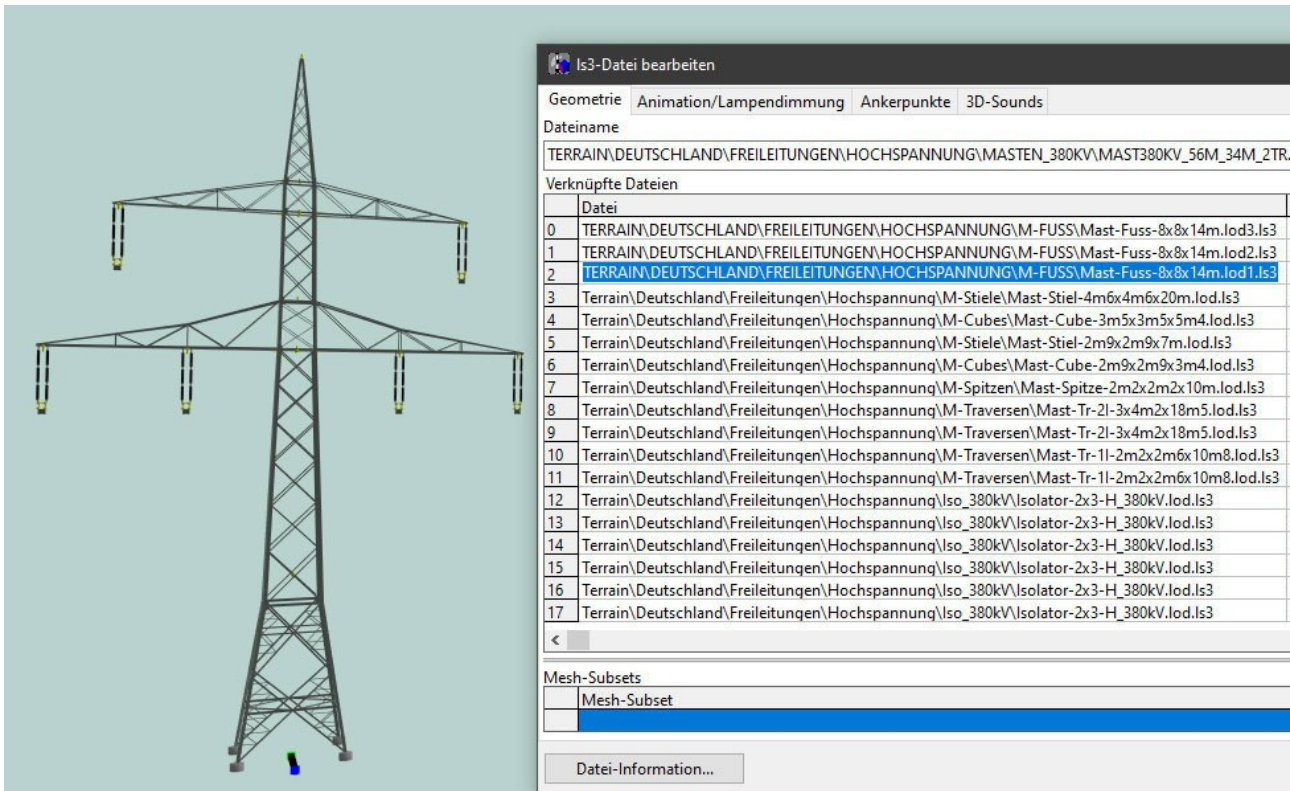
*Bedingt durch einen Fehler im Editor funktioniert die Skalierung in z-Richtung nicht korrekt und beeinflusst den oberen Ankerpunkt: Ein Wert < 1 verstellt den Winkel phi y des Anker und ein am Anker angebrachtes Bauteil steht schräg - das kann man korrigieren.*

*Ein z-Wert > 1 führt zu einem schwerwiegenden Fehler und verhindert das Anbauen des Bauteils, in diesem Fall muss das Bauteil erst angebaut werden und dann auf eine neue Höhe gesetzt werden.*

*Erst wenn der Mast komplett ist kann man den z-Wert anpassen und die entstandenen Lücken schließen.*



Hier ein anderes Beispiel:

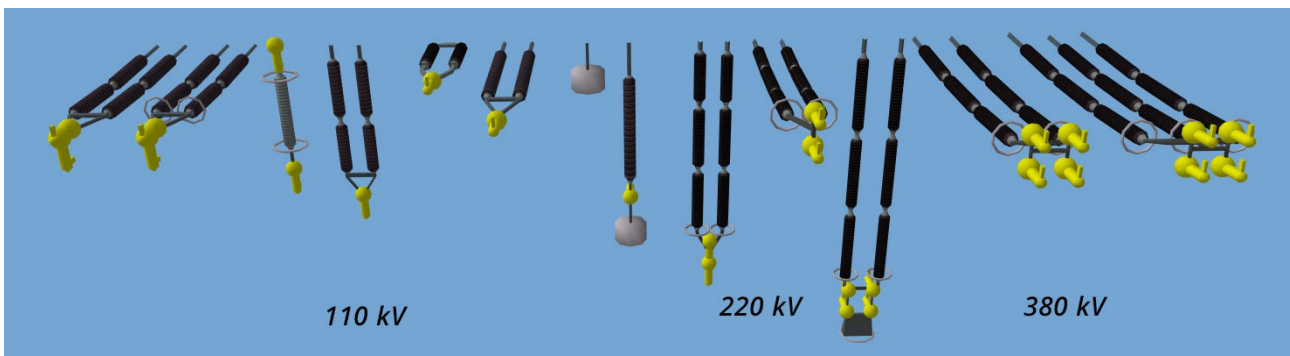


Das ist der vorgefertigte Tragmast „Mast380kV\_56m\_34m\_2Tr.Iod.Is3“ mit einer Höhe von 56m und einer maximalen Breite von 34m mit 2 Traversen. Dieser Mast trägt 2 Leitungen mit 3 Phasen.

Bei Abspannmasten ändert sich die Länge der Traversen entsprechend der Richtungsänderung der Trasse, die Länge der Traversen kann per Skalierung in y-Richtung variiert werden.

#### 5.4. Isolatoren an Masten

Im Bausatz sind Isolatoren für alle Spannungen enthalten, jeweils als Abspannisolatoren und als Hängeisolatoren. Es gibt lange und kürzere Ausführungen sowie Isolatorketten. Diese Ketten sind in der Abspannbaumform leicht durchgebogen.



Die unterschiedlichen Isolatoren für Freileitungen im Baukasten. Die 3-fache Isolatorkette rechts ist für besonders hohe Zugkräfte ausgelegt.

Isolatoren für 380 kV sind für Links- und Rechtsanbau angelegt - dabei sind die Ankerpunkte gespiegelt. Das ermöglicht die Anbringung der Seile in einem Arbeitsgang.

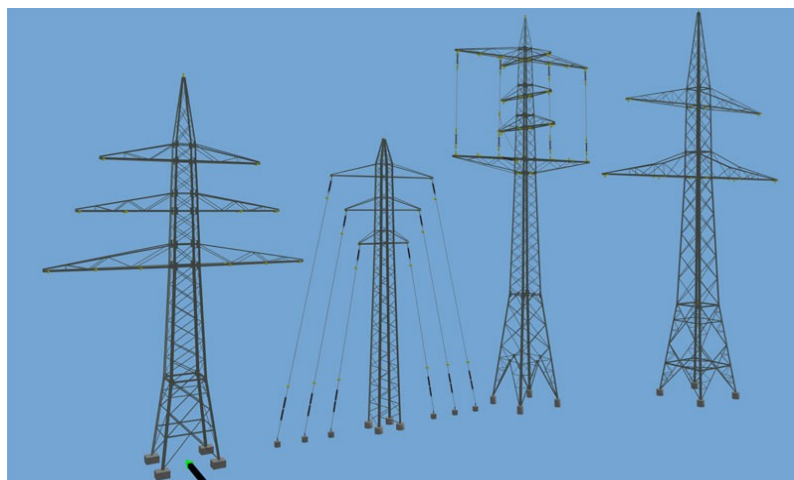
## 5.5. Stromseile

Stromseile haben einen Querschnitt von 1200 mm<sup>2</sup> bis max. 2500 mm<sup>2</sup>, das entspricht einem Querschnitt von 40 - 56 mm. Der Durchhang muss passend eingestellt werden. Verbindungen an Abspannmasten sollten weit durchhängen - als Orientierung hilft die Isolatorlänge.

## 5.6. Beispielmasten

Masten bis 110 kV	lod	lod1	lod2	lod3	
<i>Masten einfach</i>					
B.Mast_23m-1Tr_22m	ja	-	-	-	Abspannmast 23m hoch, 1 Trav. 22m breit, 2x 110kV
B.Mast_25m-1Tr_23m	ja	-	-	-	Abspannmast 25m hoch, 1 Trav. 23m breit, 2x 110kV
A.Mast_35m-3Tr_10m	ja	1444	420	x	Abspannmast 35m hoch, 3 Trav. bis 10m breit, 2x 110kV
B.Mast_37m-3Tr_30m	ja	-	-	-	Abspannmast 37m hoch, 3 Trav. bis 30m breit, 4x 110kV
B.Mast_39m-3Tr_24m	ja	-	-	-	Abspannmast 39m hoch, 3 Trav. bis 24m breit, 4x 110kV
B.Mast_43m-3Tr_26m	ja	-	-	-	Abspannmast 43m hoch, 3 Trav. bis 26m breit, 4x3 Leitungen 110kV
B.Mast_43m-3Tr_36m	ja	-	-	-	Abspannmast 43m hoch, 3 Trav. bis 36m breit, 4x3 Leitungen 110kV
B.Mast_48m-3Tr_24m	ja	-	-	-	Tragmast 48m hoch, 3 Trav. bis 24m breit, 4x3 Leitungen 110kV
T.Mast_60m-3Tr_11m	ja	1992	408	x	Tragmast 60m hoch, 3 Trav. bis 11m breit, 2x3 Leitungen 110kV
B.Mast_32m_3Tr_14m	ja	-	-	-	Tragmast 32m hoch, 3 Trav. bis 14,5m breit, 2x 110kV
B.Mast_39m_3Tr_15m	ja	-	-	-	Abspannmast 38,7m hoch, 3 Trav. bis 15m breit, 2x 110kV
<i>Masten spezial</i>					
A.Mast_50m-3Tr-1Q_36m	ja	2268	524	x	Kreuzmast 50m hoch, 3 Trav. 1 Quer bis 36m breit, 6x3 Leit. 110kV
A.Mast_35m-Ende	ja	3878	1306	396	Abspannmast 35m hoch, 3 Trav. bis 10m breit, Endmast 110kV
B.Mast-Graft-Abzw	ja	-	-	-	Bauteilemast 46,4m hoch, 4x4m, bis 22m breit, 2x 110 kV Abzweig
<b>Masten bis 220 kV</b>					
<i>Masten einfach</i>					
B.Mast_43m-3Tr_25m	ja	-	-	-	Abspannmast 43m hoch, 3 Trav. bis 25m breit, 3x 110 kV, 1x 220kV
B.Mast_44m-2Tr_22m	ja	-	-	-	Abspannmast 44m hoch, 2 Trav. bis 22m breit, 2x3 Leit. 110/220kV
T.Mast_60m-3Tr_25m	ja	-	-	-	Tragmast 48m hoch, 3 Trav. bis 25m breit, 4x3 Leit. 110/220kV
<i>Masten spezial</i>					
A.Mast_60m-2Tr-1Q_23m	ja	2014	428	x	Kreuzmast 60m hoch, 2 Trav. 1 Quer bis 23m breit, 4x3 Leit. 110/220kV
<b>Masten bis 380 kV</b>					
<i>Masten einfach</i>					
B.Mast_60m_2Tr_40m	ja	-	-	-	Abspannmast 60m hoch, 2 Trav. bis 40m breit, 2x 380kV
B.Mast_70m_4Tr_38m	ja	-	-	-	Abspannmast 70m hoch, 4 Trav. bis 38m breit, 2x 380kV, 2x 110 kV
B.Mast_56m_2Tr_34m	ja	-	-	-	Tragmast 56,6m hoch, 2 Trav. bis 34m breit, 2x 380kV

(A.Mast = Abspann-Mast, T.Mast = Trag-Mast, B.Mast = Mast aus Bauteilen)



Weitere Beispiele von Masten, die beiden Masten in der Mitte sind Fertigmasten:

Einer ist ein Endmast in einem Umspannwerk und ersetzt bei beengten Verhältnissen das Eingangsportal. Daneben ein Abzweigmast mit 2 durchgehenden Leitungen an den kurzen Traversen, an den Quertraversen zweigen 2 Leitungen ab.

# Anhang

Masten Baukasten	lod	lod1	lod2	lod3		
<b>M-Fuss</b>						
Mast-Fuss-2x2x20m	ja	422	28	x	Mastfuss 2x2m 20m hoch, oben 1,2x1,2m, 110 kV incl. Stil	z-skaliert
Mast-Fuss-3m6x3m6x23m	ja	422		x	Mastfuss 3,6x3,6m 23m hoch, oben 2x2m, 110 kV incl. Stil	z-skaliert
Mast-Fuss-4x4x6m2	ja	448	144	24	Mastfuss 4x4m 6,2m hoch, oben 2,6x2,6m	z-skaliert
Mast-Fuss-4m6x4m6x9m	ja	464	96	16	Mastfuss 4,6x4,6m 9m hoch, oben 2,6x2,6m	z-skaliert
Mast-Fuss-5m5x5m5x11m5	ja	400	128	24	Mastfuss 5,5x5,5m 11,5m hoch, oben 3,2x3,2m	z-skaliert
Mast-Fuss-5x5x8m5	ja	592	192	32	Mastfuss 5x5m 8,5m hoch, oben 3,4x3,4m	z-skaliert
Mast-Fuss-6x6x11m	ja	592	192	32	Mastfuss 6x6m 11m hoch, oben 3,4x3,4m	z-skaliert
Mast-Fuss-6x6x14m	ja	528	256	40	Mastfuss 6x6m 14m hoch, oben 2x2m	z-skaliert
Mast-Fuss-6m4x6m4x11m	ja	592	176	32	Mastfuss 6,4x6,4m 11m hoch, oben 3x3m	z-skaliert
Mast-Fuss-8x8x14m	ja	608	176	40	Mastfuss 8x8m 14m hoch, oben 4,4x4,4m	z-skaliert
Mast-Fuss-8x8x22m	ja	616	344	64	Mastfuss 8x8m 22m hoch, oben 4,3x4,3m	z-skaliert
Mast-Fuss-9x9x14m	ja	600	176	40	Mastfuss 9x9m 14m hoch, oben 5x5m (380 kV)	z-skaliert
<b>M-Stiel (Bauteil zwischen Fuss und Traversen)</b>						
Mast-Stiel-1m8x1m8x2m4	ja	88	24	x	Mast Zwischenstück 1,8x1,8m 2,4m hoch 2 Kreuze	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2x2x4m	ja	120	24	x	Mast Zwischenstück 2x2m 4m hoch 3 Kreuze	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2m5x2m5x4m4	ja	88	24	x	Mast Zwischenstück 2,5x2,5m 4,4m hoch 2 Kreuze, oben 2,2x2,2m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2m5x2m5x5m	ja	120	24	x	Mast Zwischenstück 2,5x2,5m 5m hoch 3 Kreuze, oben 2,2x2,2m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2m6x2m6x10m	ja	248	24	x	Mast Zwischenstück 2,6x2,6m 10m hoch 2	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2m6x2m6x12m	ja	312	24	x	Maststiel 2,6x2,6m 12m hoch oben 1,8x1,8m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-2m9x2m9x7m	ja	120	24	x	Maststiel 2,9x2,9m 7m hoch, oben 1,7x1,7m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3x3x16m	ja	408	28	x	Maststiel 3x3m 16m hoch oben 2x2m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m2x3m2x8m	ja	152	28	x	Maststiel 3,2x3,2m 8m hoch oben 2,6x2,6m 4 Kreuze	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m4x3m4x11m	ja	220	28	x	Maststiel 3,4x3,4m 11m hoch oben 2,5x2,5m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m4x3m4x13m	ja	252	28	x	Maststiel 3,4x3,4m 13m hoch oben 2,5x2,5m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m4x3m4x17m	ja	316	28	x	Maststiel 3,4x3,4m 17m hoch oben 2,5x2,5m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-4m3x4m3x20m	ja	284	28	x	Maststiel 4,3x4,3m 20m hoch oben 2,6x2,6m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-4m4x4m4x23m	ja	484	28	x	Maststiel 4,4x4,4m 23m hoch oben 2,6x2,6m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-4x4x30m	ja	476	28	x	Maststiel 4x4m 30m hoch oben 2,2x2,2m	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-5x5x16m	ja	216	24	x	Maststiel 4x4m 16m hoch oben 4x4m (380 kV)	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m8x3m8x5m2	ja	120	24	x	Maststiel 3,8x3,8m 5,2m hoch oben 2,5x2,5m (380 kV)	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-3m3x3m3x5m4	ja	120	24	x	Maststiel 3,3x3,3m 5,4m hoch oben 2,85x2,85m (380 kV)	x,y,z-skaliert
Mast-Stiel-4m6x4m6x20m	ja	216	24	x	Maststiel 4,6x4,6m 20m hoch oben 3x3m (380 kV)	x,y,z-skaliert
<b>M-Oberteil komplett</b>						
Mast-Stiel-3T-2m5x2m5x19m	ja	798	240	132	Mastoberteil 2,5x2,5m unten, 19m hoch mit Spitze 110 kV	nicht skaliert
Mast-Stiel-3T-1m2x1m2x12m	ja	606			Mastoberteil 1,2x1,2m unten, 12m hoch mit Spitze 110 kV	nicht skaliert
Mast-Stiel-3T-2x2x15m7	ja	742			Mastoberteil 2x2m unten, 15,7m hoch mit Spitze 110 kV	nicht skaliert
<b>M-Cubus (Anbau von Traversen)</b>						
Mast-Cube-2x2x2m	ja	176	40	x	Würfel zum Abau der Traversen 2x2x2m	x,y,z-skaliert
Mast-Cube-2x2x2mK	ja	176	40	x	Würfel zum Abau der Traversen 2x2x2m, konisch	x,y,z-skaliert
Mast-Cube-4x4x3m6	ja	196	40	x	Würfel 4x4m 6m hoch oben 3,8x3,8m 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-Cube-3m5x3m5x4m	ja	196	40	x	Würfel 3,5x3,5m 4m hoch oben 3,3x3,3m 380 kV 2 Kreuze	x,y,z-skaliert
Mast-Cube-2m9x2m9x3m4	ja	164	40	x	Würfel 2,9x2,9m 3,4m hoch oben 2,8x2,8m 380 kV 1 Kreuz	x,y,z-skaliert
Mast-Cube-3x3x4m2	ja	196	40	x	Würfel 3x3m 4,2m hoch, oben 2,95x2,95m, 380 kV 2 Kreuze	x,y,z-skaliert
<b>M-Traversen</b>						
Mast-1l-1m6x1m6x4m5	ja	67	x	x	Traverse 1,6x1,6m 4,5m lang 1 Isolator ohne Fachwerk	x,y,z-skaliert
Mast-1l-1m8x1m8x5m	ja	83	x	20	Traverse 1,8x1,8m 5m lang 1 Isolator kleines Fachwerk	x,y,z-skaliert
Mast-1l-1m9x1m8x7m3	ja	72	x	16	Traverse 1,9x1,8m 7,3m lang, 1 Isolator, Fachwerk, 110 kV	x,y,z-skaliert
Mast-1l-2m1x2x7m5	ja	64	x	16	Traverse 2,1x2m 7,5m lang, 1 Isolator, Fachwerk, 220 kV	x,y,z-skaliert
Mast-2l-2m2x1m9x9m3	ja	96	x	16	Traverse 2,3x1,9m 9,3m lang, 2 Isolatoren, Fachwerk, 110 kV	x,y,z-skaliert
Mast-2l-2m3x2m2x10m1	ja	72	x	16	Traverse 2,3x2,2m 10,1m lang, 2 Isolatoren, Fachwerk, 220 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-1m8x1m8x10m	ja	76	x	16	Traverse 1,8x1,8m 10m lang, 3 Isolatoren, Fachwerk, 110 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-2x2x10m	ja	84	x	16	Traverse 2x2m 10m lang 3 Isolatoren Fachwerk, 110 / 220 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-2m4x2m3x11m5	ja	104	x	16	Traverse 2,4x2,3m 11,5m lang, 3 Isolatoren, Fachwerk, 110 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-2m6x2m4x11m2	ja	96	x	16	Traverse 2,6x2,6m 11,2m lang 3 Isolatoren Fachwerk, 110 / 220 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-2m5x2m4x11m9	ja	96	x	16	Traverse 2,5x2,4m 11,9m lang, 3 Isolatoren, Fachwerk, 110 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-4x3m6x16m7	ja	96	x	16	Traverse 4x3,6m 16,7m lang, 3 Isolatoren, Fachwerk, 110 / 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-3l-3m4x4x15m9	ja	108	x	16	Traverse 3,4x4m 15,9m lang, 3 Isolatoren, Fachwerk, 110 / 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-2l-2m8x3m4x14m	ja	100	x	16	Traverse 2,8x3,4m 14m lang, 2 Isolatoren, Fachwerk, 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-1l-2m2x2m6x10m8	ja	104	x	24	Traverse 2,2x2,6m 10,8m lang, 1 Isolator, Fachwerk, 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-2l-3x4m2x18m5	ja	120	x	24	Traverse 3,0x4,2m 18,5m lang, 2 Isolatoren, Fachwerk, 380 kV	x,y,z-skaliert
Mast-1l-2m7x3x14m	ja	112	x	24	Traverse 2,7x3,0m 14m lang, 1 Isolator, Fachwerk, 380 kV	x,y,z-skaliert
<b>M-Spitzen</b>						
Mast-Spitze-1m4x1m4x4m	ja	122	24	x	Spitze 1,4x1,4m 4m hoch	x,y,z-skaliert
Mast-Spitze-1m8x1m8x5m	ja	122	x	16	Spitze 1,8x1,8m 5m hoch	x,y,z-skaliert
Mast-Spitze-2m2x2m2x10m	ja	218	x	24	Spitze 2,2x2,2m 10m hoch	x,y,z-skaliert
Mast-Spitze-2m6x2m6x12m	ja	218	x	24	Spitze 2,6x2,6m 12m hoch	x,y,z-skaliert
<b>Isolatoren für Freileitungen</b>						
AbspannIso2x2_110kV	ja	372	x	132	Isolator 110 kV 2x2 durchhängend	
Haengels02x2_110kV	ja	372	x	132	Isolator 110 kV 2x2 hängend gerade	
IsoGewicht	ja	36	x	x	Einzelgewicht	
Isolator1x1mG	ja	124	x	x	Isolator 110 kV mit Gewicht	
Isolator2x1_kurz	ja	228	x	?	Isolator 110 kV kurze Bauform	
Isolator2x1_lang	ja	220	x	?	Isolator 110 kV lange Bauform	
Isolator1x1mKr_grau_110kV	ja	192	x	x	Isolator 110 kV 1x1 mit 2 Koronaringen	
Draht-15m	ja	8	x	x	Draht senkrecht	x,y,z-skaliert
AbspannIso2x3_220kV	ja	860	x	202	Isolator 220 kV 2x3 durchhängend	
Haengels02x3_220kV	ja	862	x	198	Isolator 220 kV 2x3 hängend gerade	
Isolator3x3_380kV	ja	1304	264	72	Isolator 380 kV 3x3 durchhängend	
Isolator2x3H_380kV	ja	964	218	52	Isolator 380 kV 2x3 hängend gerade	

# Anhang Umspannwerk

## Portale

Portal-60m	-	-	-	-	Portal 110 kV 60m breit für grosse Anlagen mit 6 Leitungen
Portal-16m_110kV	ja	164	x	60	Portal 110 kV 16m breit für kleine Anlagen mit 2 Leitungen
<i>Baukasten für große Felder</i>					
Portal10m-Teil1_110kV	ja	82	x	x	Portal 110 kV Bauteil 10 m Weite für 1 Leitung = 3 Pfasen + Erde
Portal10m-Erw-mS_110kV	ja	80	x	x	Portal 110 kV Erweiterung für 1 Leitung = 3 Phasen + Erde
Portal10m-Erw-oS_110kV	ja	48	x	x	Portal 110 kV Erweiterung für 1 Leitung = 3 Phasen
Portal10m-Ende_110kV	ja	82	x	x	Portal 110 kV Abschluss + Erde
<i>Baugruppen für 220 kV</i>					
Portal-220kV-A	ja	-	-	-	Eingangsportal 220 kV Traverse 16m, 2x Mast 10m
Portal-220kV-B	ja	-	-	-	Portal 220 kV Traverse 20m, Mast 10m mS, Mast 10m var
Portal-220kV-C	ja	-	-	-	Portal 220 kV Traverse 20m, 2x Mast 10m mS
Portal-220kV-D	ja	-	-	-	Portal 220 kV Traverse 22m, 2x Mast 10m oS, Anschluss Trafo
Portal-Anbau	ja	-	-	-	Portal-Anbau an 220 kV für 110 kV, Traverse 18m, Mast 8m
<i>Einzelteile für 220 kV Baugruppen</i>					
Mast_10m	ja	404	92	x	Mast 220 kV 10m hoch mit Gitterspitze
Mast_10m_mSpitze	ja	494	92	x	Mast 220 kV 10m hoch mit Spitze
Mast_10m_oSpitze	ja	348	60	x	Mast 220 kV 10m hoch ohne Spitze
Mast_10m_var	ja	492	136	x	Mast 220 kV 10m hoch beweglich
Mast_8m_mSpitze	ja	468	92	x	Mast 220 kV 8m hoch mit Gitterspitze
Traverse_16m	ja	400	x	52	Gittertraverse 220 kV 16m lang
Traverse_18m	ja	478	x	62	Gittertraverse 220 kV 18m lang
Traverse_20m	ja	496	x	52	Gittertraverse 220 kV 20m lang
Traverse_22m	ja	536	x	52	Gittertraverse 220 kV 22m lang

## Isolatoren im Umspannwerk

Iso_mit_Sockel110kV	ja	146	x	24	Einzelner Isolator auf Sockel 110 kV
Iso-Bank-8m	ja	84	x	38	Bank für Isolatoren mit 3 Anbaupunkten
Iso-Dreif-4x4m110kV	ja	470	x	48	3 Isolatoren 110 kV hochgestellt, 4m hoch und breit
Iso-Einf-110kv-br	ja	154	x	30	Isolator 110 kV auf Sockel
Iso-Einf-110kv-br-x3	ja	x	x	x	3x Isolator 110 kV auf Sockel
Iso-Zweif-110kv-3x3m	ja	272	x	30	Bank mit zwei Isolatoren 110 kV

## Sammelschienen-Felder

<i>Baukasten keine Anlagen</i>					
Feld-Teil_110kV	ja	132	x	30	<i>Feld für kleine Umspannwerke, Breite 2x6,4m, Länge variabel 110 kV</i> Grundbauteil
Feld-Teil-Erw_110kV	ja	90	x	22	Erweiterung seitlich
Feld-Iso_110kV	ja	270	x	24	6 Isolatoren
Feld-Seile_110kV	ja	180	x	72	Verbindungseile skalierbar in der Länge
Feld-Seile-Kupp_110kV	ja	152	x	72	Kuppelseile zwischen 2 Feldern
<i>Bauteile große Felder</i>					
Feld-20x24m110kV	ja	3268	x	642	<i>Für größere Verteiler auf viele Anschlüsse 110 kV</i> Grundbauteil für 2x2 Leitungen (3-fach) mit 2 Sammelschienen
Feld-20x24m-Erw110kV	ja	3126	x	600	Erweiterung für weitere 2x2 Leitungen
Feld-10x24m-Erw110kV	ja	1578	x	312	Erweiterung für 1x2 weitere Leitungen
Abspannpkt Feld	ja	164	x	22	Abspannpunkt für die Sammelschienen
Stütze-3x8m	ja	82	x	x	Stütze mit 3 Ankerpunkten 8m hoch
Anbau-Kupplung	ja	566	x	148	Kuppelt 2 Sammelschienen
Anbau-Trafo	ja	586	x	172	Anbauteil für zwei Trafos 110 kV

Im Bausatz sind nur Seilsammelschienen enthalten, markiert als SFeld.

Rohrsammelschienen könnten zur Unterscheidung als RFeld bezeichnet werden.

**Trenner**

Einfache Trenner					<i>Einfache Trennschalter nur ohne Last schaltbar</i>
Trenner110kV_x3-Auf	ja	2040	x	120	Trennschaltergruppe auf Trägerbank, Stellung offen
Trenner110kV_x3-Zu	ja	1942	x	132	Trennschaltergruppe auf Trägerbank, Stellung geschlossen
Trenner/Erder					<i>Trennschalter mit Erdungsschalter nur ohne Last schaltbar</i>
Trenner-Erder110kV	ja	1068	x	126	Schaltergruppe mit Erder 110 kV auf Träger, geschlossen
Trenner-Erder220kV	ja	1934	x	80	Schaltergruppe mit Erder 220 kV auf Träger, geschlossen

**Leistungsschalter**

Siemens-LSchalter_110kV	ja	712	116	x	Leistungsschaltergruppe 110 kV auf Trägerbank
Siemens-LSchalter_110kV-grau	ja	680	108	x	Leistungsschaltergruppe 110 kV auf Trägerbank, graue Isolatoren
Siemens-LSchalter_220kV-3x	ja	240	60	x	Leistungsschaltergruppe 220 kV auf Einzelstützen

**Ue-Ableiter**

Ue-Ableiter-Bank110kV	ja	562	x	70	Überspangsableiter 3x Phase 1x Erde von 220 kV-Trafo
Ue-Ableiter-Bank110kV-x3	ja	452	x	60	Überspangsableiter 3x Phase
Ue-Ableiter-110kV	ja	154	x	24	Überspangsableiter 1x Phase, Anschluss an Trafo
Ue-Ableiter-110kV-x3	ja	-	-	-	Überspannungsableiter 3x Iod1/3
Ue-Ableiter-110kV-0	ja	166	x	38	Überspangsableiter 1x Erde, Anschluss an Trafo
Ue-Ableiter_220kV-5m	ja	192	x	30	Isolator 220 kV auf Stütze 5m braun

**Wandler**

Ritz-Wandler-110kV	ja	912	290	?	110 kV RITZ Kombiniertes Meßwandler Typ 1KVE
-					110 kV Piffner Induktiver Kombiwandler Typ EJOF
Ritz-Wandler-220kV	ja	486	50	x	220 kV wahrscheinlich von RITZ ?

**Trafos**

Trafo_110kV_SGB	ja	x	446	55	Trafo 110 kV an Verbraucher von SGB
Trafo_110kV_AEG	ja	x	402	55	Trafo 110 kV an Verbraucher von AEG
Trafo_220kV_ABB	ja	x	1632	78	Trafo 220 kV auf 110 kV von ABB incl. Bodenwanne
AbgangTr110kV	ja	1675	46	x	Anbausatz für Trafo 110 kV
Bodenwanne Trafo 110 kV	ja	x	218	x	Bodenwanne für Trafo 110 kV
Iso-Anschl-Tr110	ja	-	-	-	Bank mit 3 Isolatoren + 1 Isolator m. Sockel grau
Iso-Anschl-Tr110-0	ja	-	-	-	1 Isolator 110 kV Erder auf Stütze grau

**Diverses**

St-Schrank	ja	38	x	x	Steuerschrank einfach
Hochsp-Schild	ja	6	x	x	Warnschild Hochspannung
Stromanker	ja	12	x	x	Hilfsmittel zum Verlegung der Leitungen
Hoehen	ja	84	x	x	Hilfsmittel Höhenlinien
Tafel-Hinweise	ja	4	x	x	Tafel mit Sicherheitshinweisen
T-Amprion-O	ja	4	x	x	Tafel Amprion Station Ossenberg
T-Sicherh	ja	4	x	x	Tafel mit Sicherheitschildern
T-Westnetz-A	ja	4	x	x	Tafel Westnetz Station Annaberg
T-Westnetz-O	ja	4	x	x	Tafel Westnetz Station Ossenberg