

Projektarbeit – *Statik von Hopfengerüstanlagen*

Nach dem Sturm:
Wie geht es weiter?



Hallertauer Gerüstanlage

*„In der Hallertau verwüstete ein verheerendes Unwetter mit **tornadoartigem Sturm** in der Nacht vom 07. zum 08. August 2008 zwischen Wolnzach und Volkenschwand **über 200 ha Gerüstanlagen** und Vollertragshopfen. Vielerorts sind die Hopfenreben durch Sturmmeinwirkung vom Hopfengerüst gefallen, gebietsweise die **Hopfengerüste völlig zusammengebrochen.**“*

Vereinigte Hagelversicherung VVaG
Meldung vom 13.08.2008

Hallertauer Gerüstanlage



Hallertauer Gerüstanlage



Projektarbeit – *Statik von Hopfengerüstanlagen*



Bayerische
Landesanstalt für
Landwirtschaft



HOPFENRING
HALLERTAUE.V.

Für Qualität, Sicherheit und
Umwelt im Hopfenanbau

Gliederung:

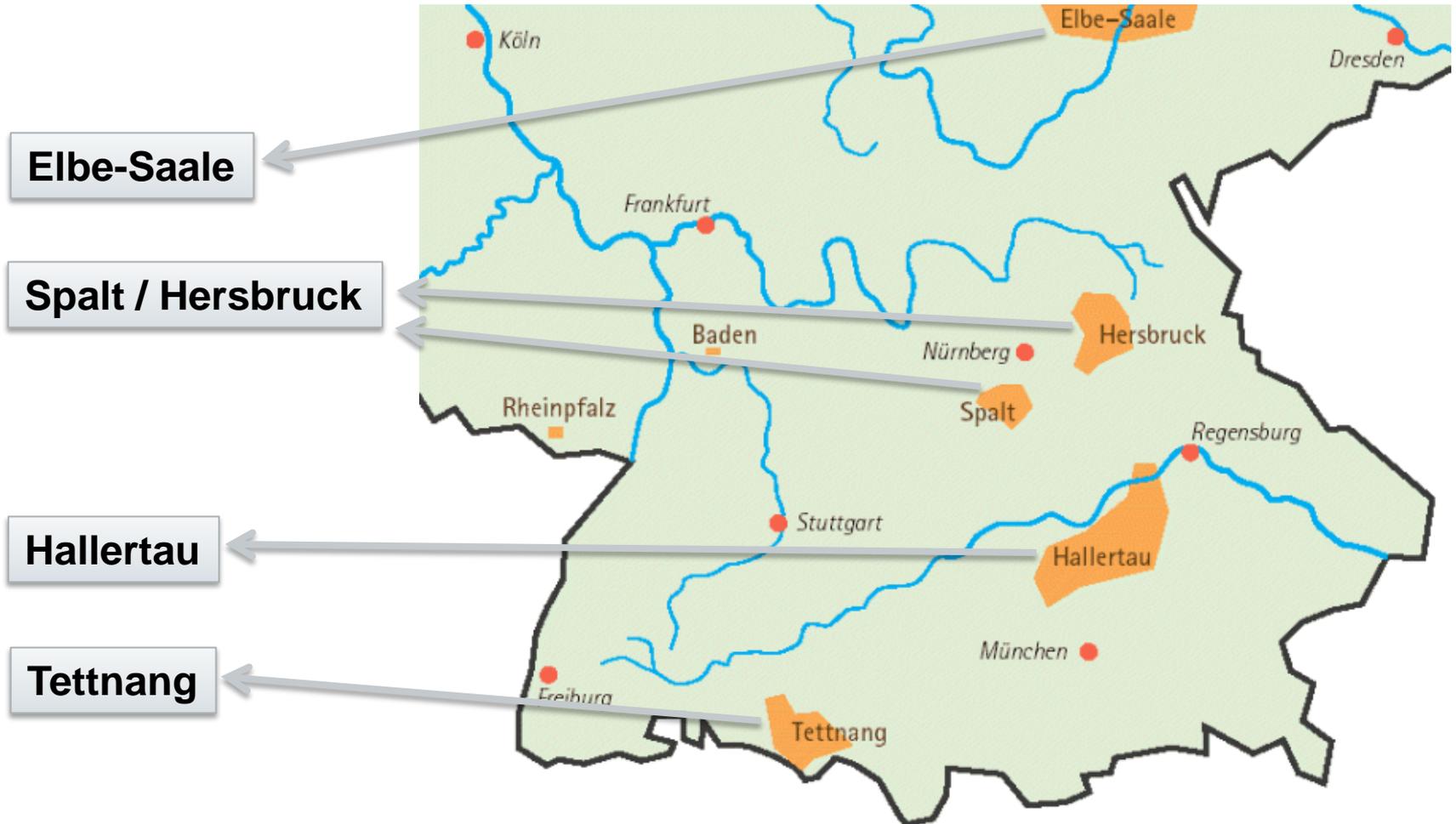
1. Vorstellung der untersuchten Systeme

- Hallertauer System
- Tettlinger System
- Elbe-Saale-System

2. Statische Berechnung und Ergebnisse

3. Zusammenfassung und Ausblick

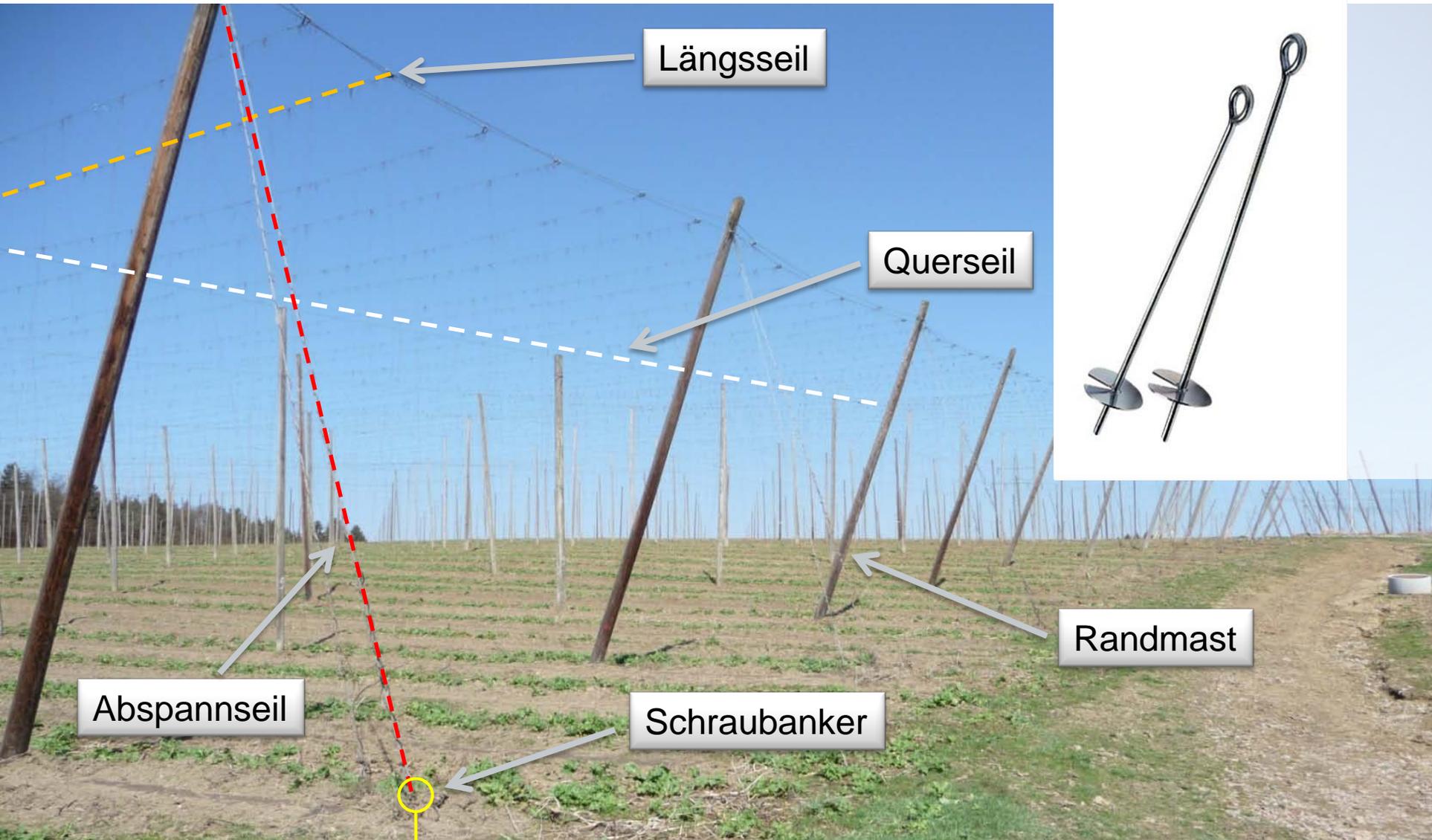
Hopfenanbaugebiete in Deutschland



Typische Hallertauer Gerüstanlage

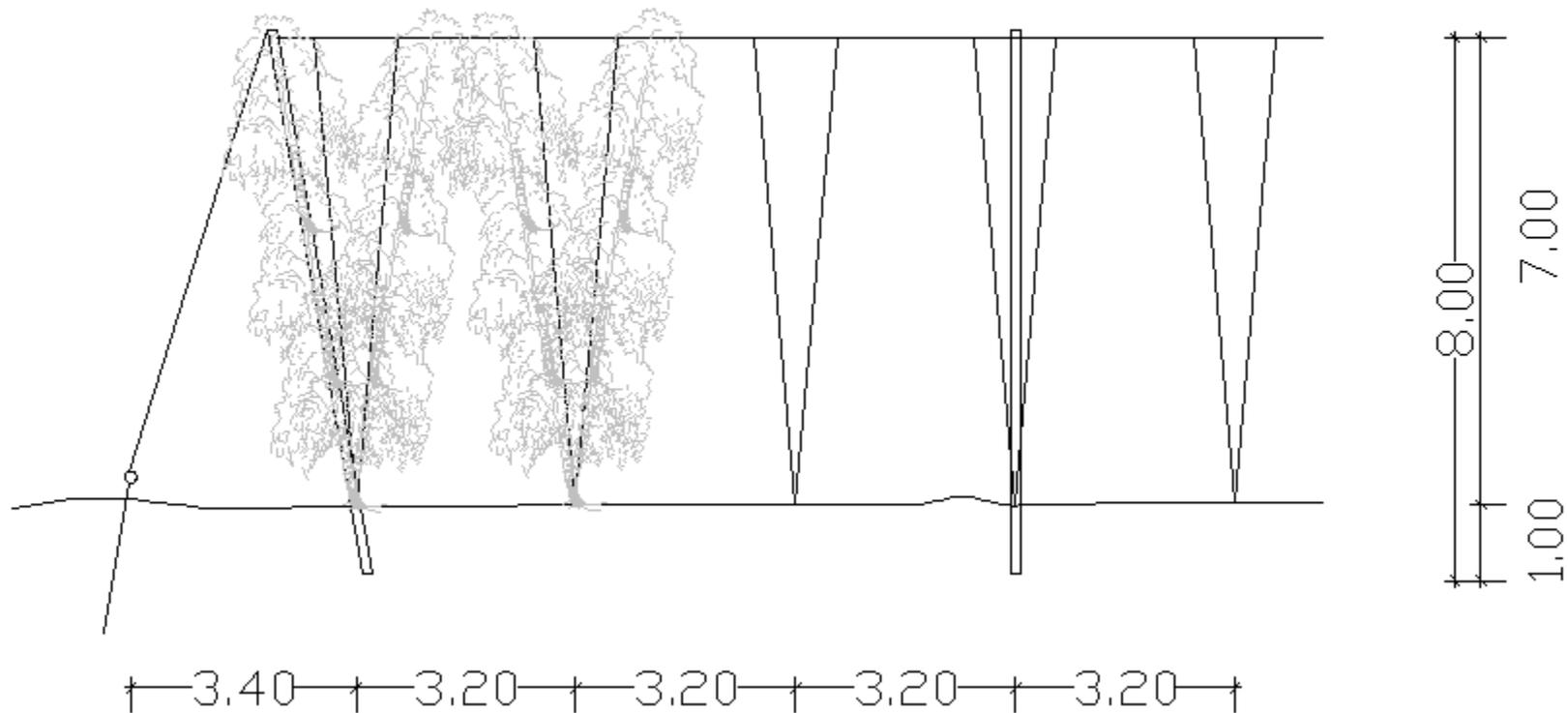


Typische Hallertauer Gerüstanlage



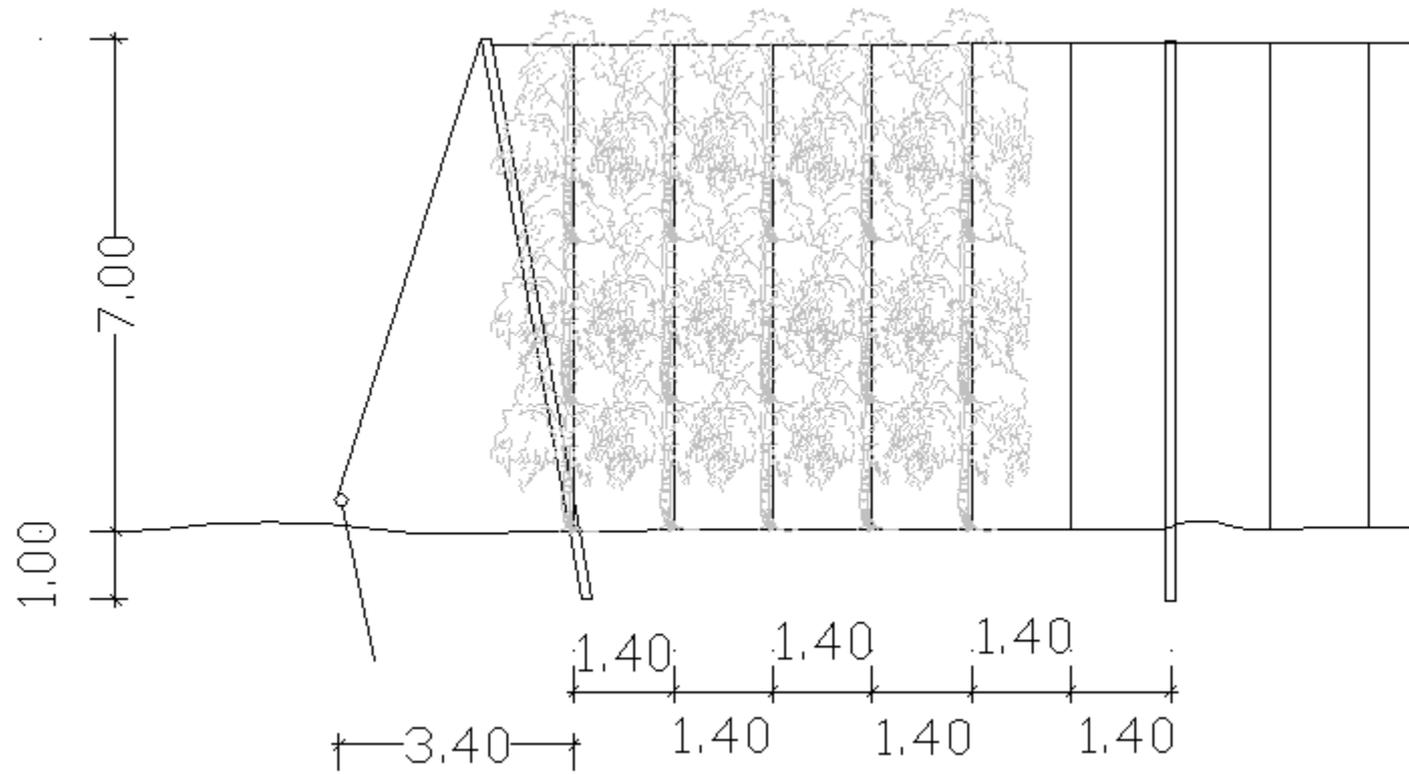
Hallertauer Gerüstanlage

Querschnitt -Hallertauer Gerüstanlage-

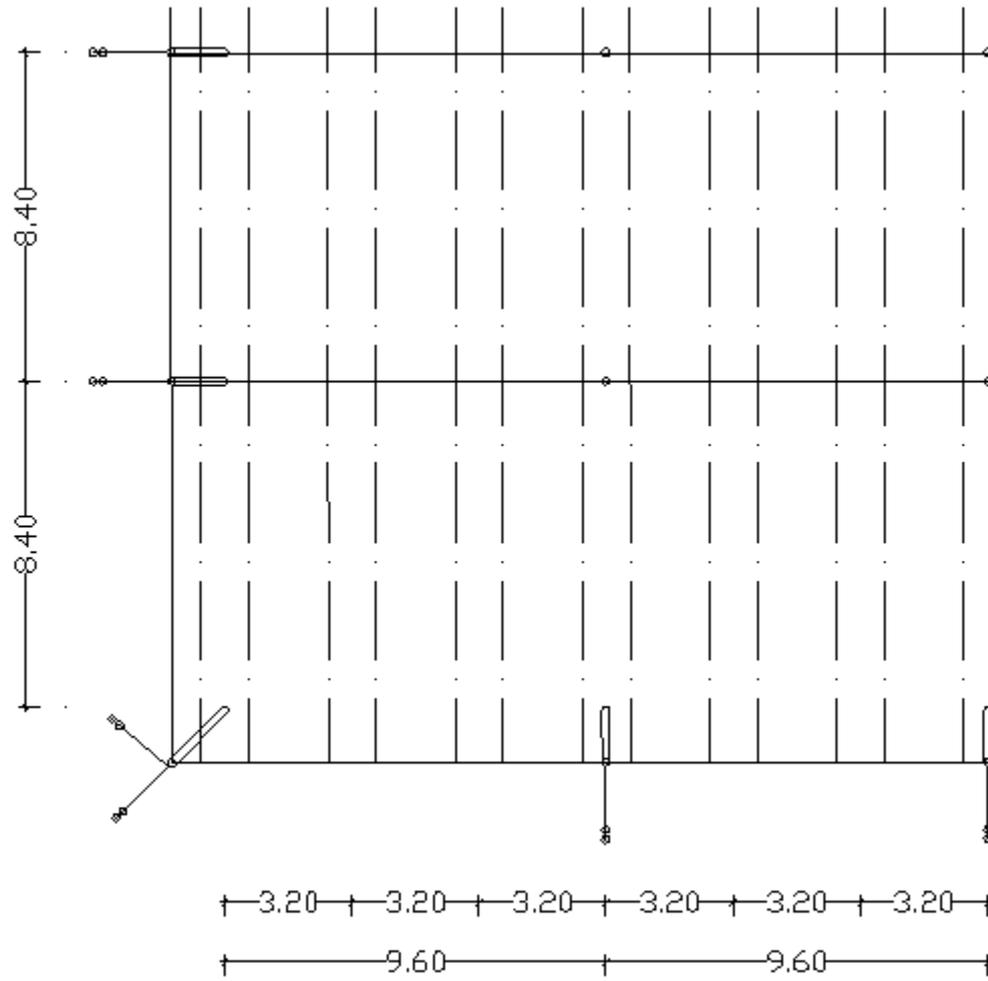


Hallertauer Gerüstanlage

Längsschnitt -Hallertauer Gerüstanlage-



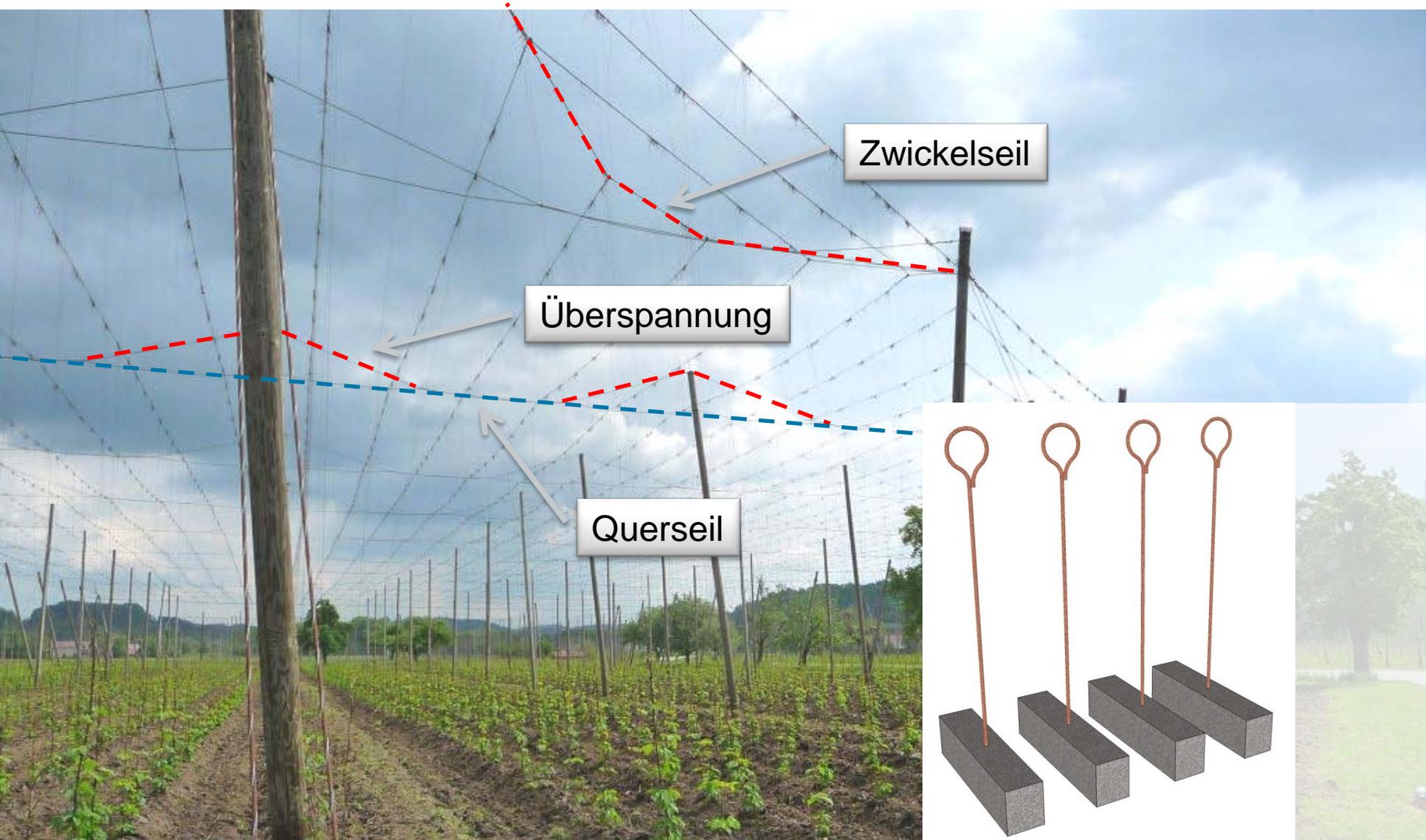
Hallertauer Gerüstanlage



Ursprüngliche Tettninger Gerüstanlage



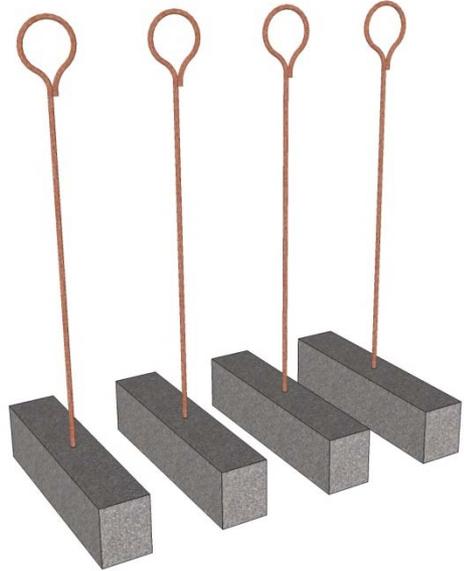
Ursprüngliche Tettninger Gerüstanlage



Zwickelseil

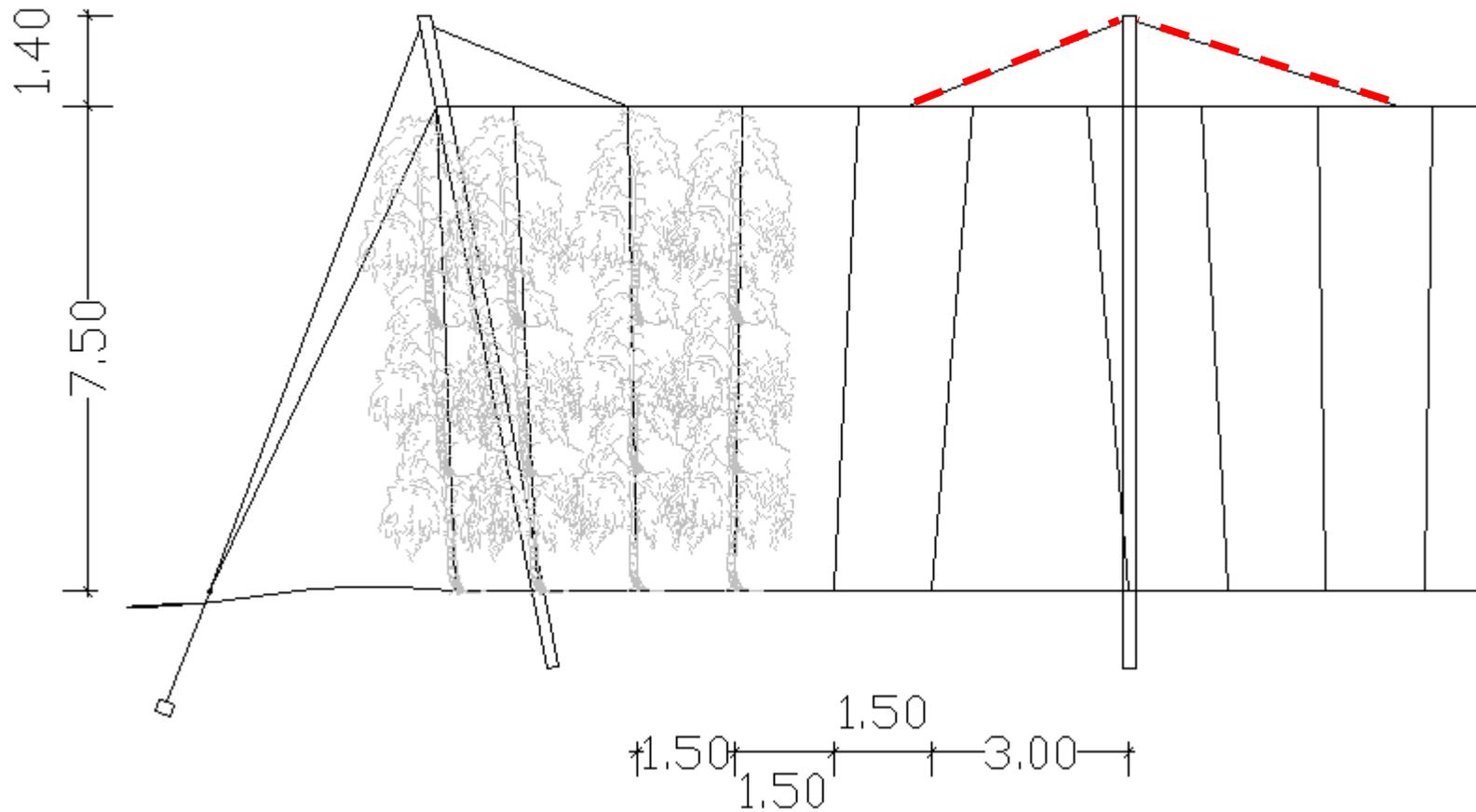
Überspannung

Querseil

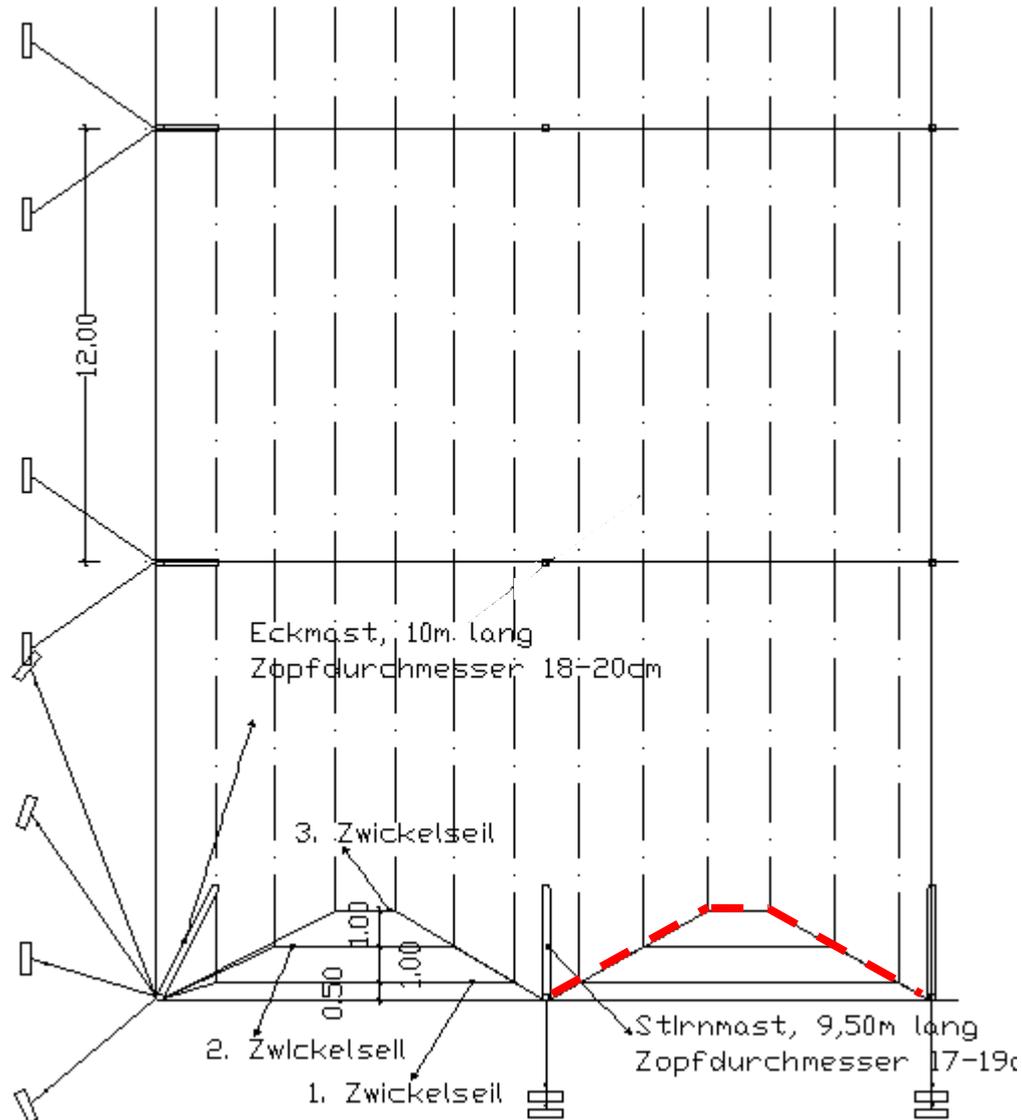


Ursprüngliche Tettninger Gerüstanlage

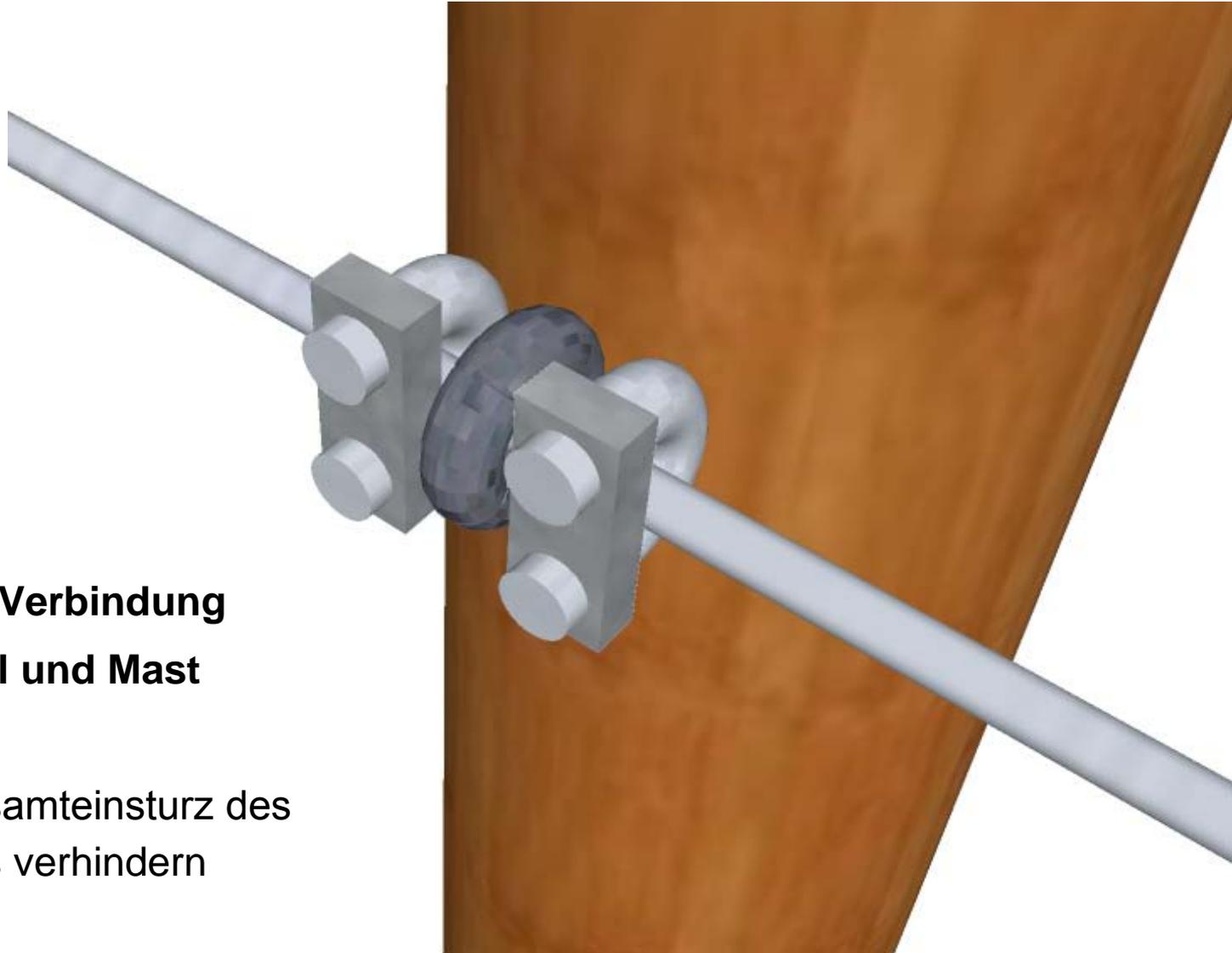
Querschnitt -Tettninger Gerüstanlage-



Ursprüngliche Tettnanger Gerüstanlage



Ursprüngliche Tettninger Gerüstanlage



**unverschiebliche Verbindung
zwischen Querseil und Mast
mit Seilklemmen**

→ kann einen Gesamteinsturz des
Hopfengerüstes verhindern

Ursprüngliche Elbe-Saale Gerüstanlage

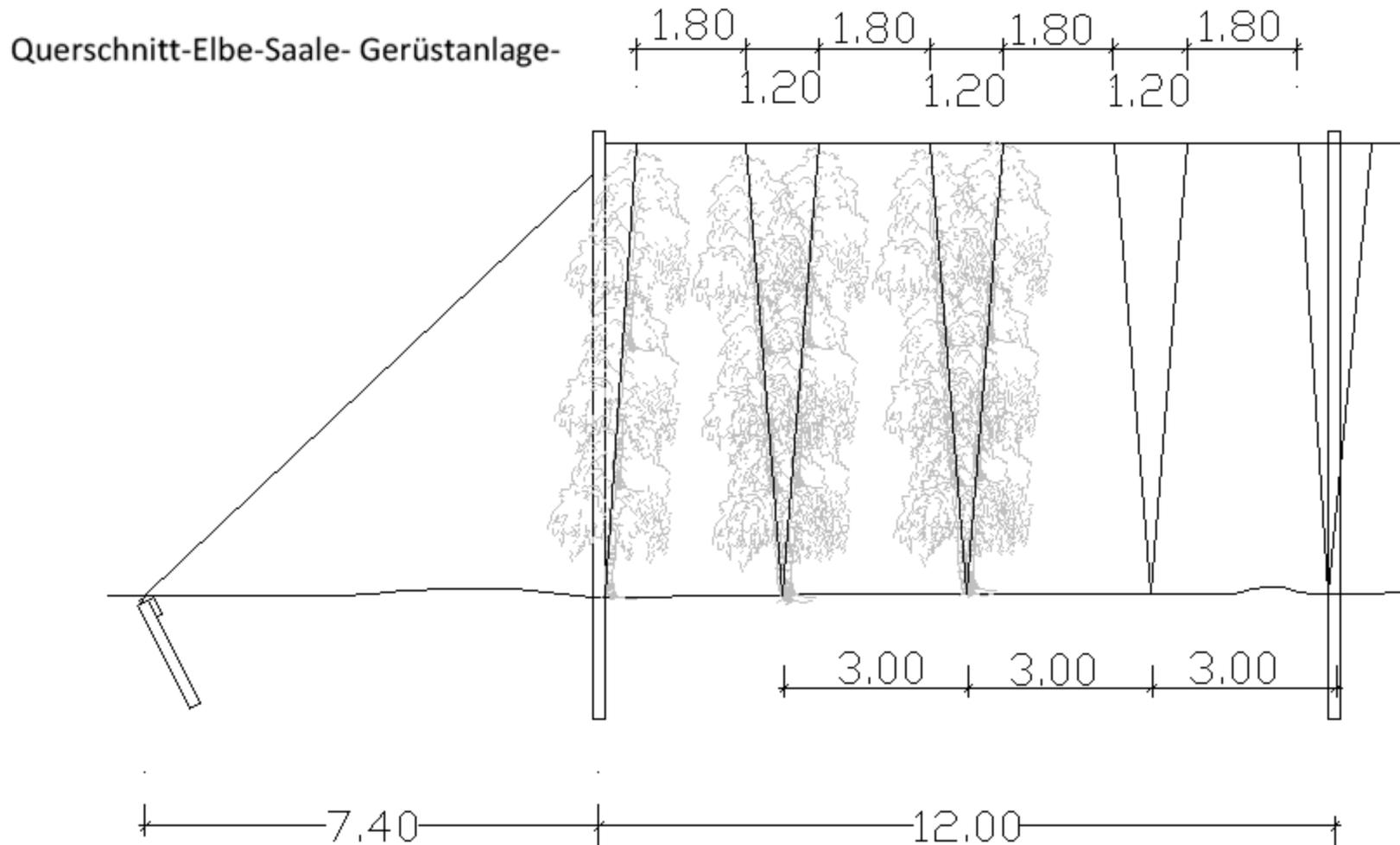


Ursprüngliche Elbe-Saale Gerüstanlage



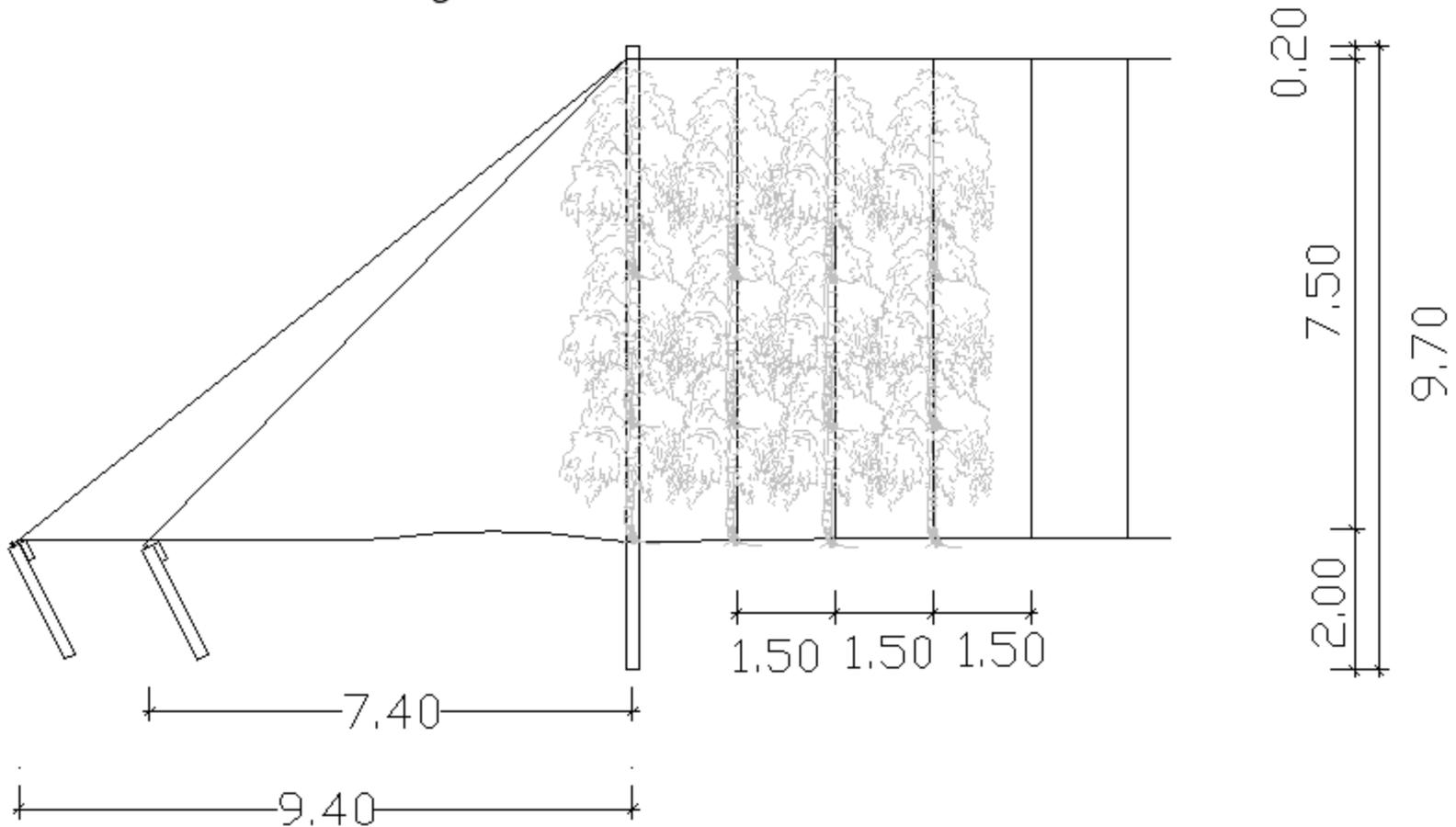
Diagonal-“Seil“

Ursprüngliche Elbe-Saale Gerüstanlage

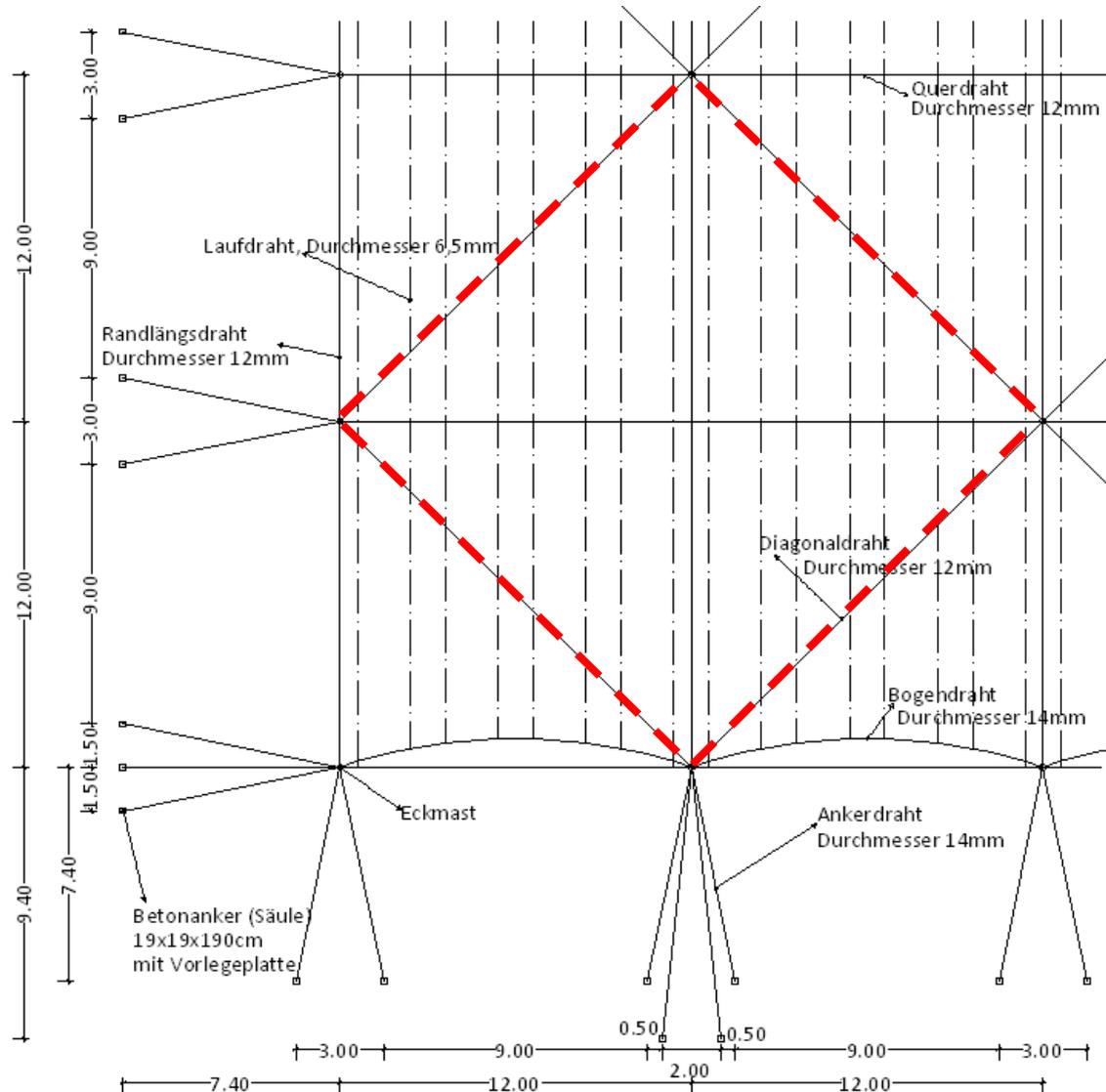


Ursprüngliche Elbe-Saale Gerüstanlage

Längsschnitt -Elbe-Saale Gerüstanlage-

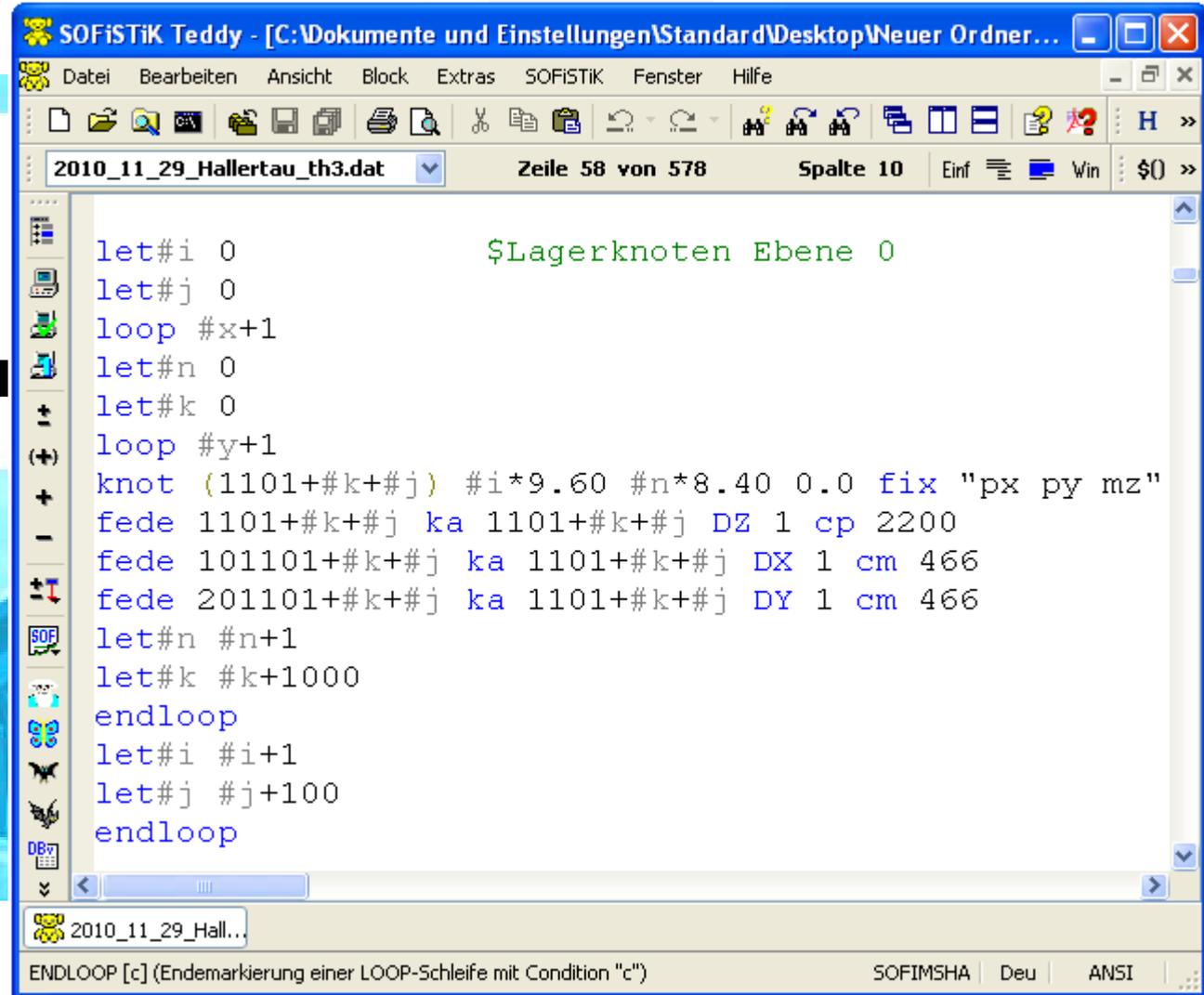


Ursprüngliche Elbe-Saale Gerüstanlage



Statische Berechnung

Was ist
Was kann



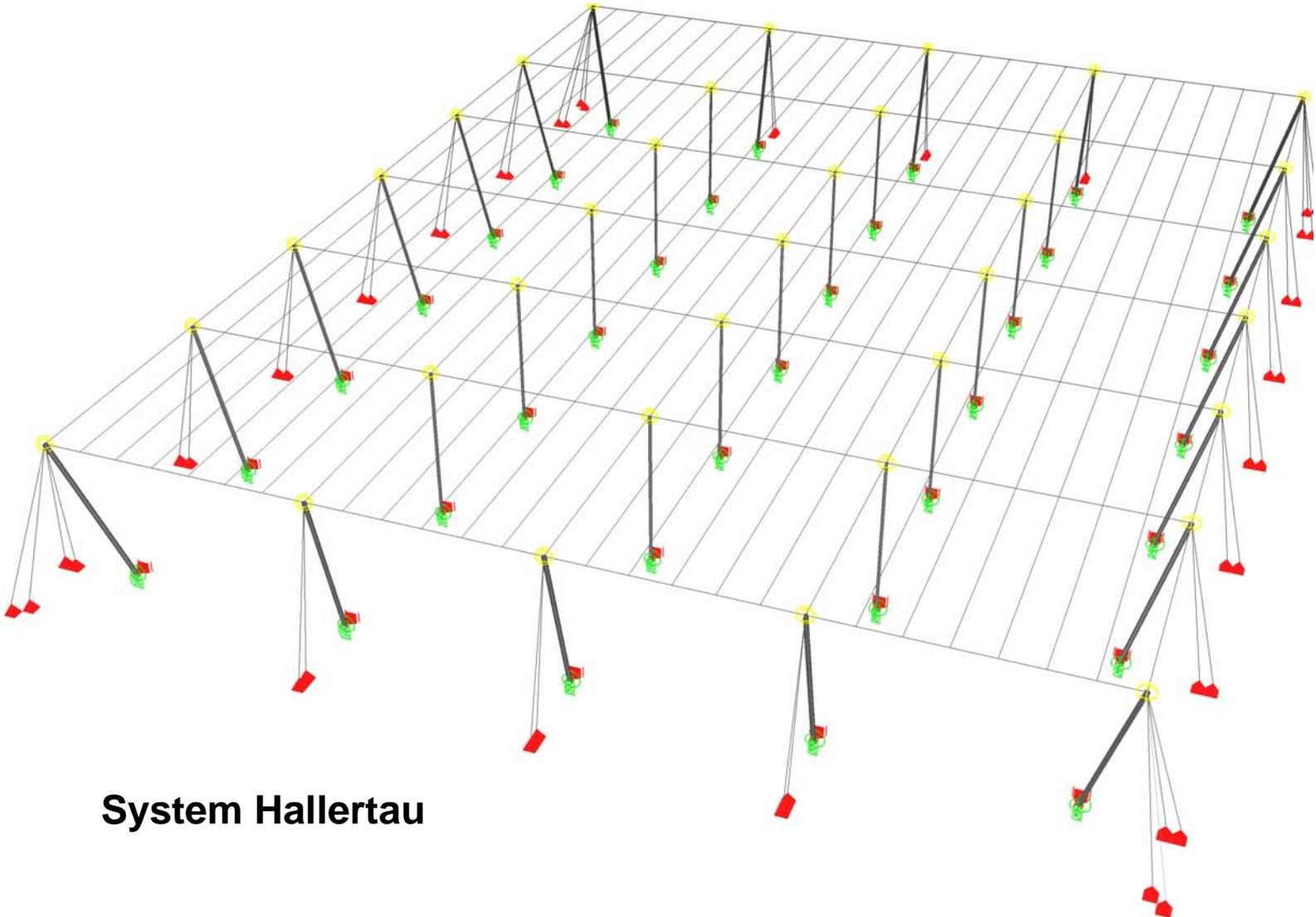
```
let#i 0                                $Lagerknoten Ebene 0
let#j 0
loop #x+1
let#n 0
let#k 0
loop #y+1
knot (1101+#k+#j) #i*9.60 #n*8.40 0.0 fix "px py mz"
fede 1101+#k+#j ka 1101+#k+#j DZ 1 cp 2200
fede 101101+#k+#j ka 1101+#k+#j DX 1 cm 466
fede 201101+#k+#j ka 1101+#k+#j DY 1 cm 466
let#n #n+1
let#k #k+1000
endloop
let#i #i+1
let#j #j+100
endloop
```

2010_11_29_Hall...

ENDLOOP [c] (Endemarkierung einer LOOP-Schleife mit Condition "c")

SOFIMSHA | Deu | ANSI

Statische Berechnung

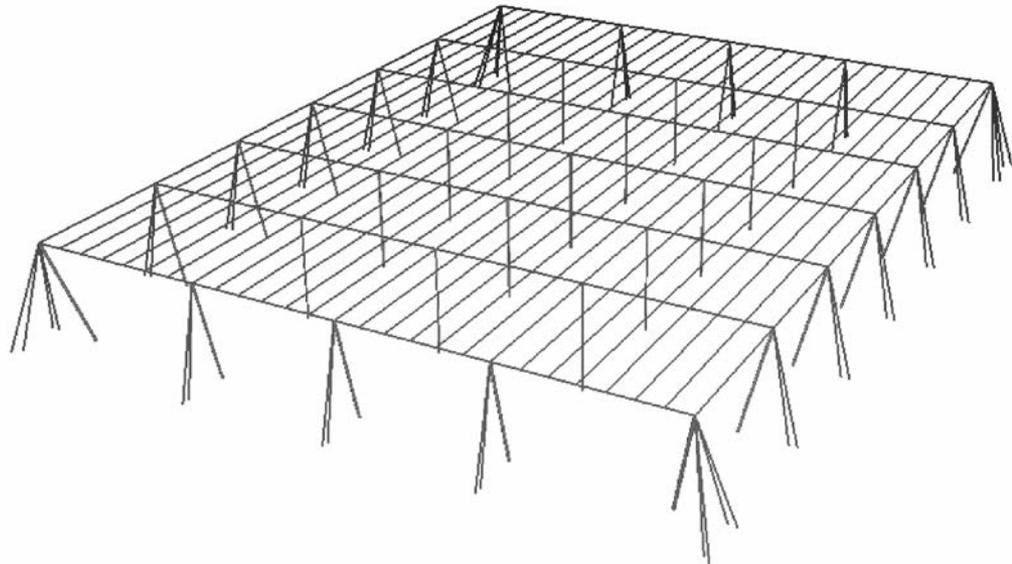


System Hallertau

System Hallertau

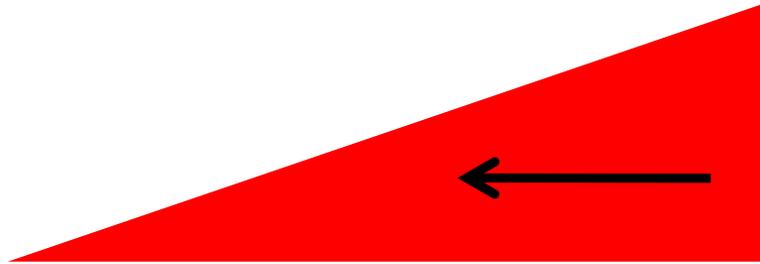
realitätsgetreue
Materialen, Abmessungen,
Querschnitte und Vorspannung

regional unterschiedliche
Bodenkennwerte

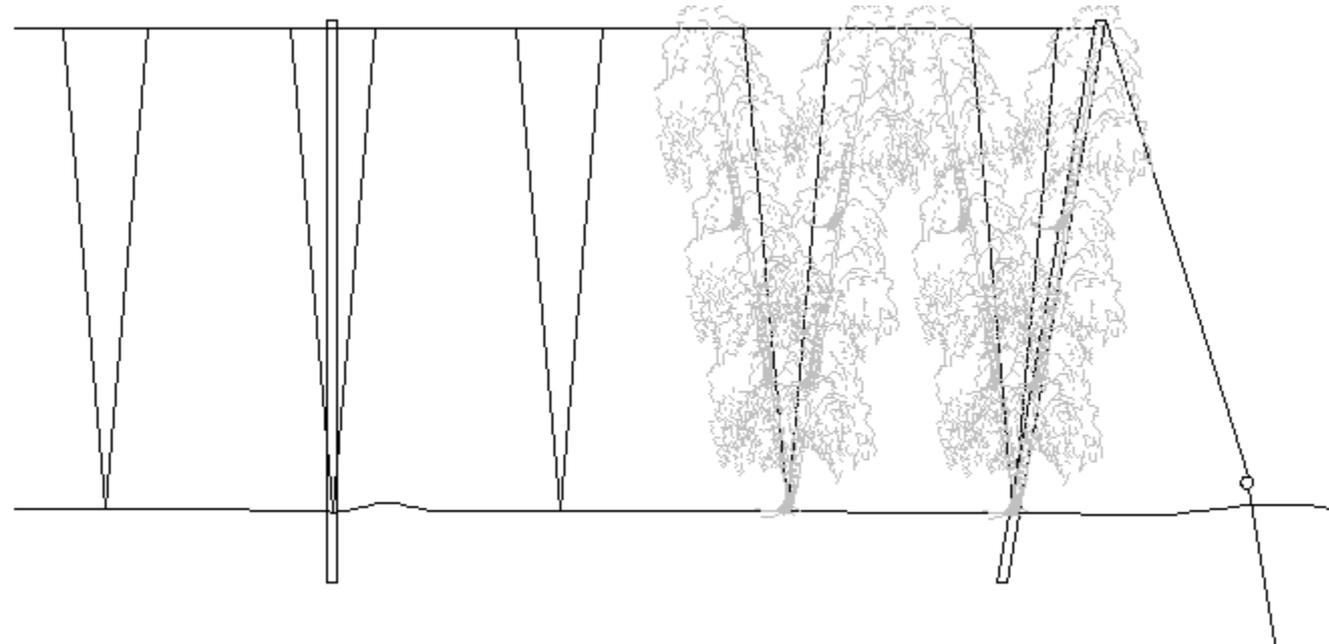
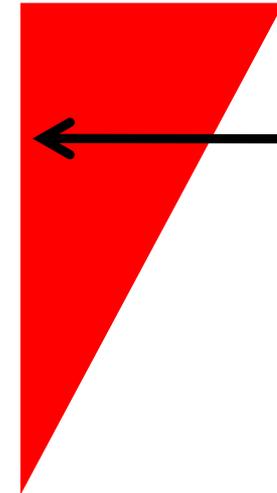




Statische Berechnung

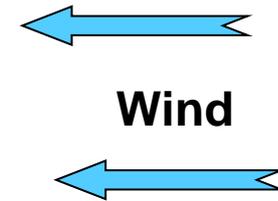
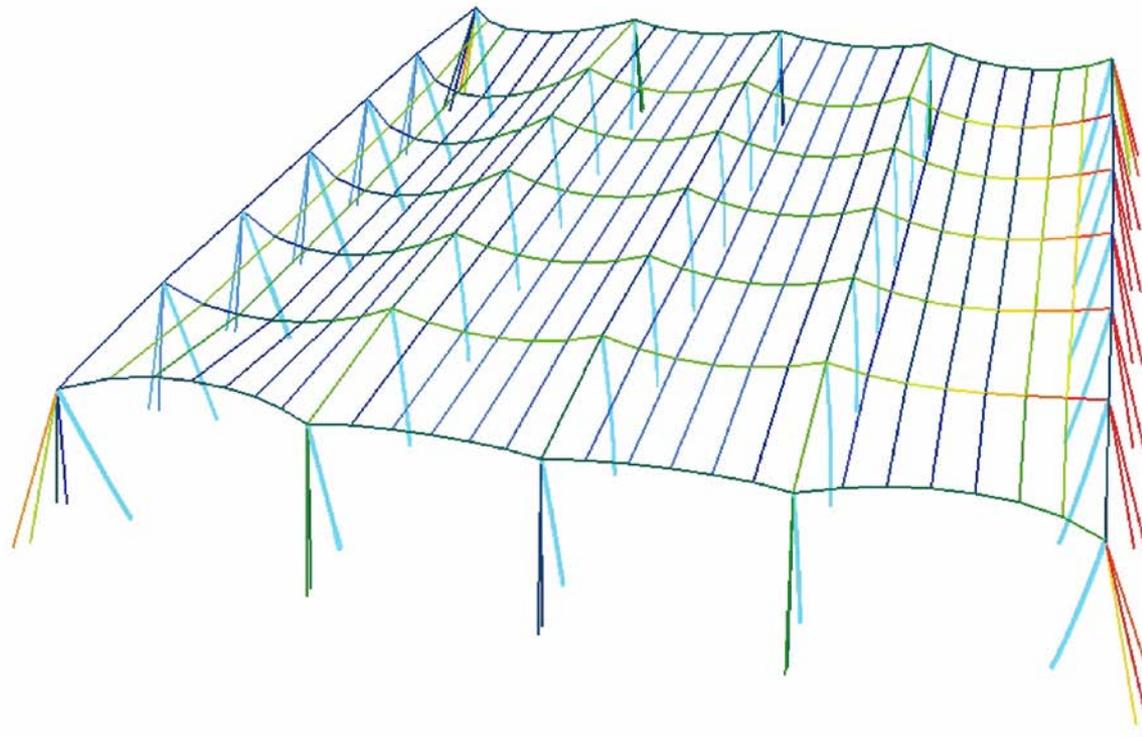


Windgeschwindigkeitsdruck



Windbelastung nach DIN 1055: $q=0,50 \text{ kN/m}^2$
(gilt für geschlossene Wand → Abminderung um 1/3)

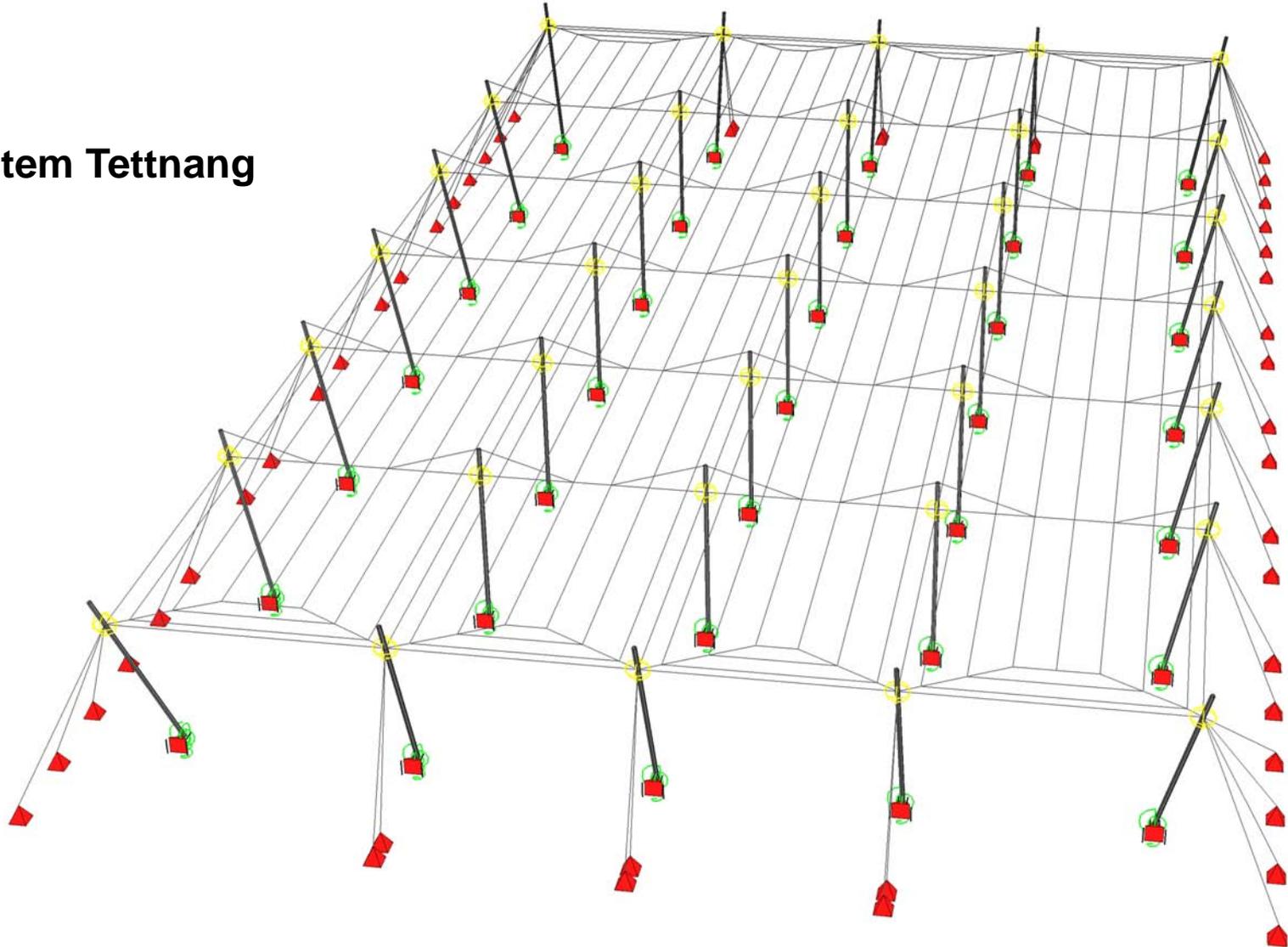
Statische Berechnung



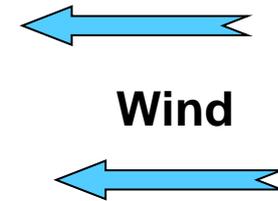
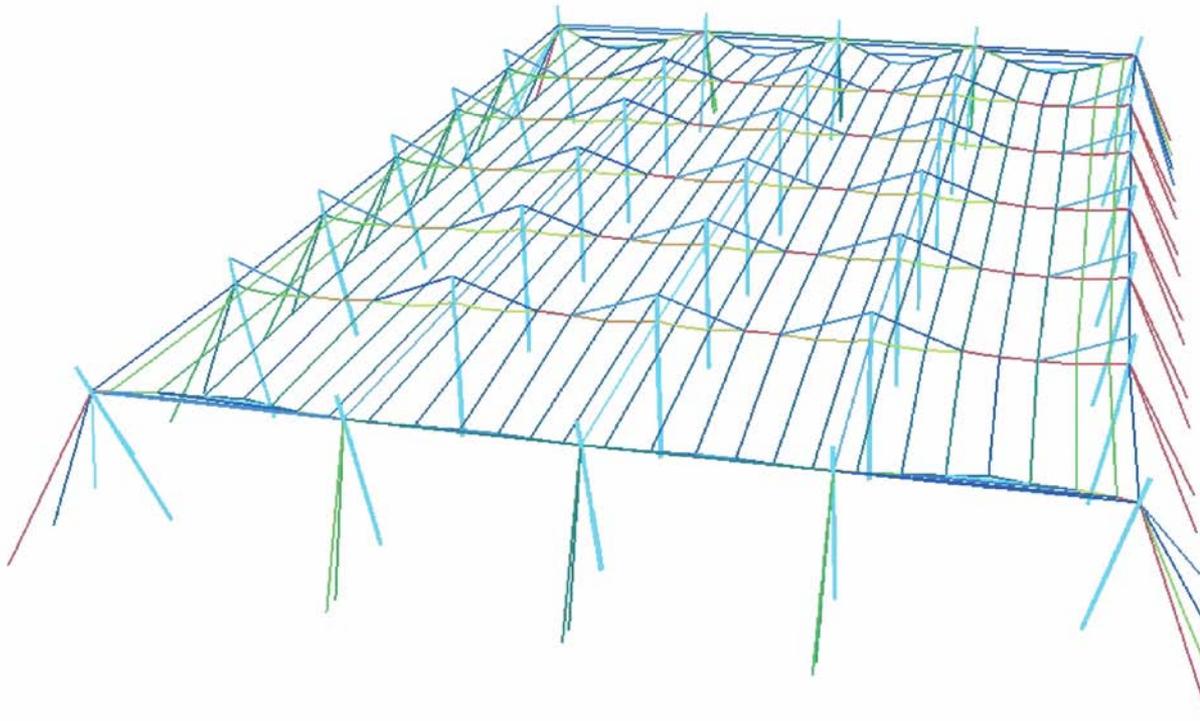
System Hallertau

Statische Berechnung

System Tettngang



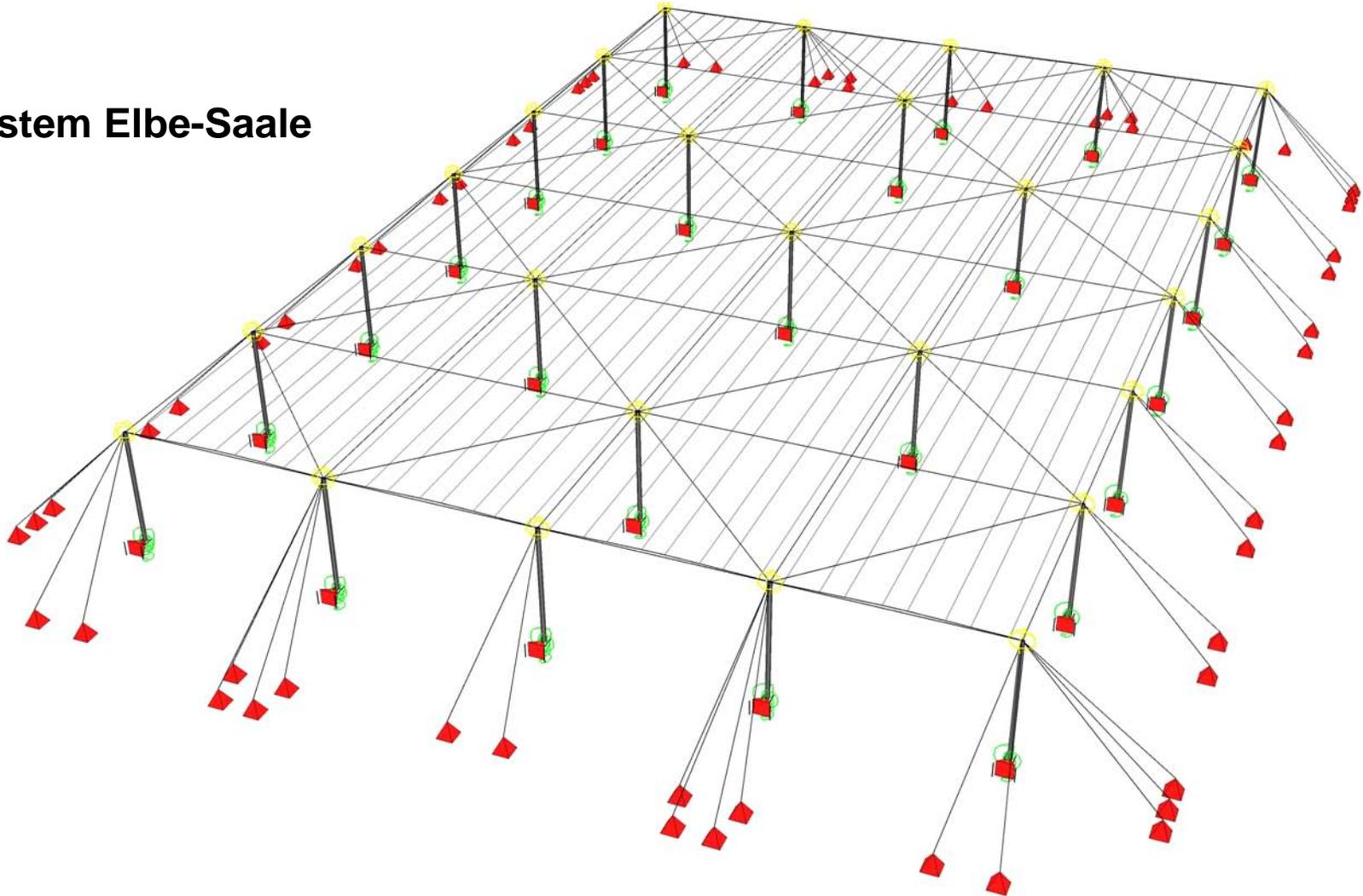
Statische Berechnung



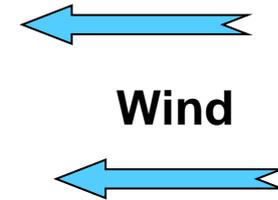
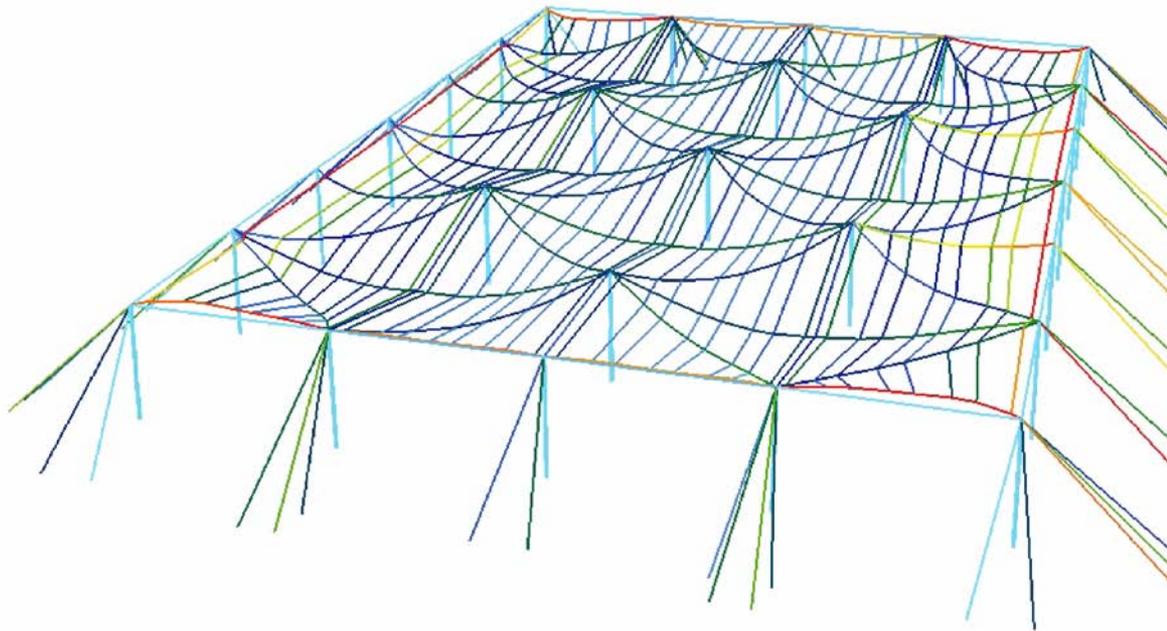
System Tett nang

Statische Berechnung

System Elbe-Saale

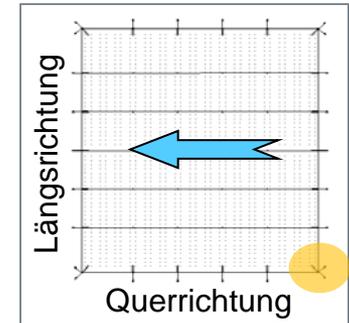
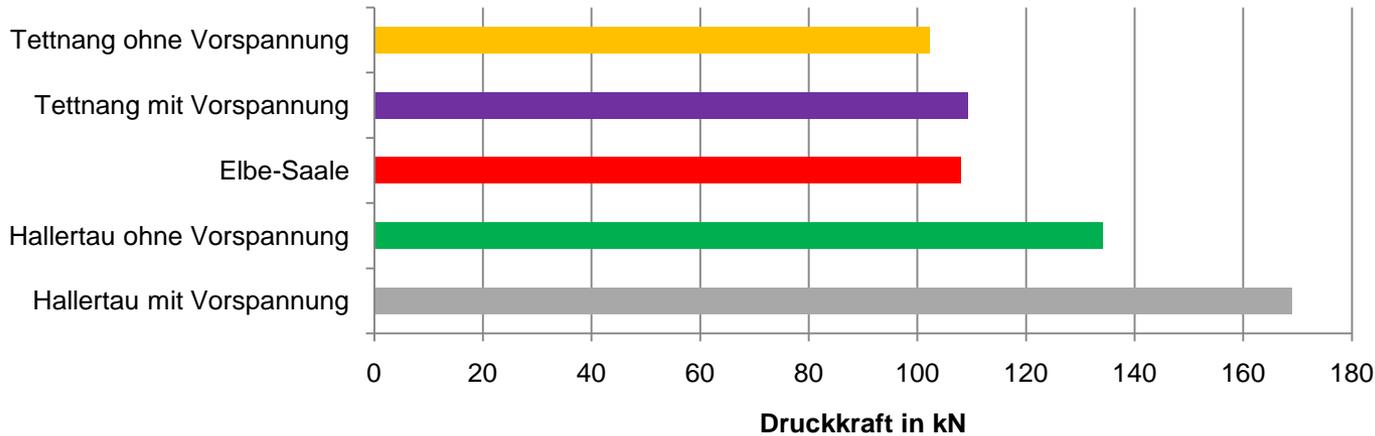


Statische Berechnung

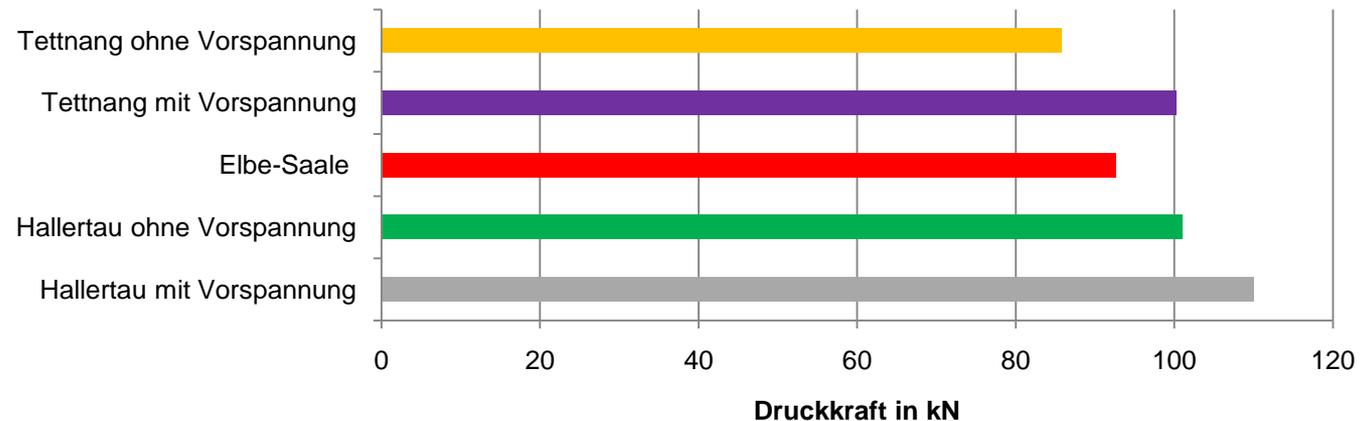
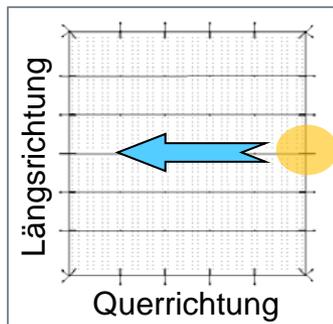


System Elbe-Saale

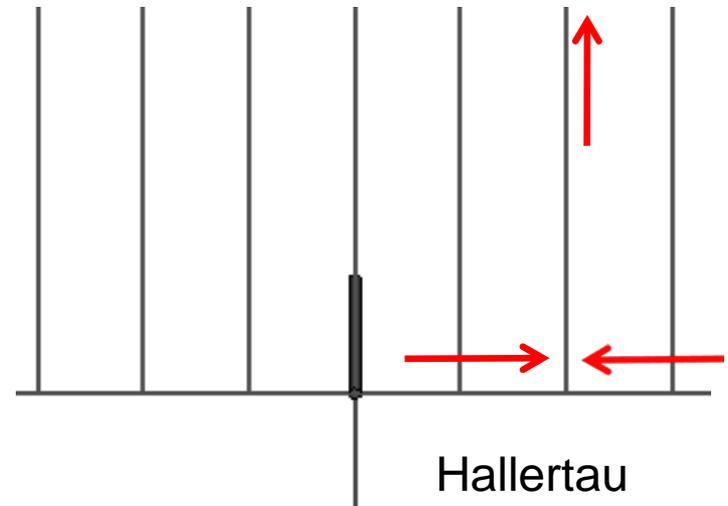
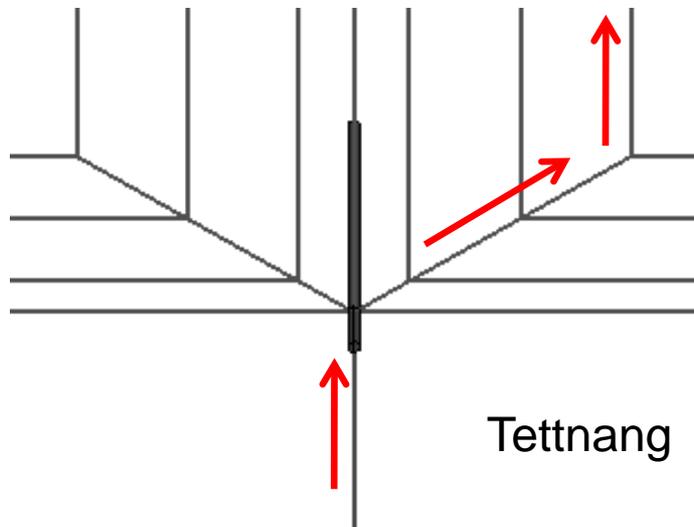
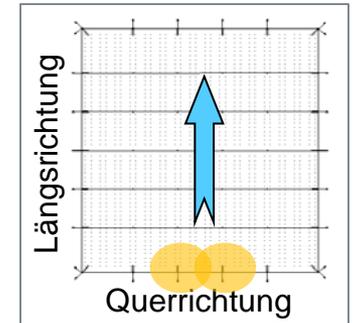
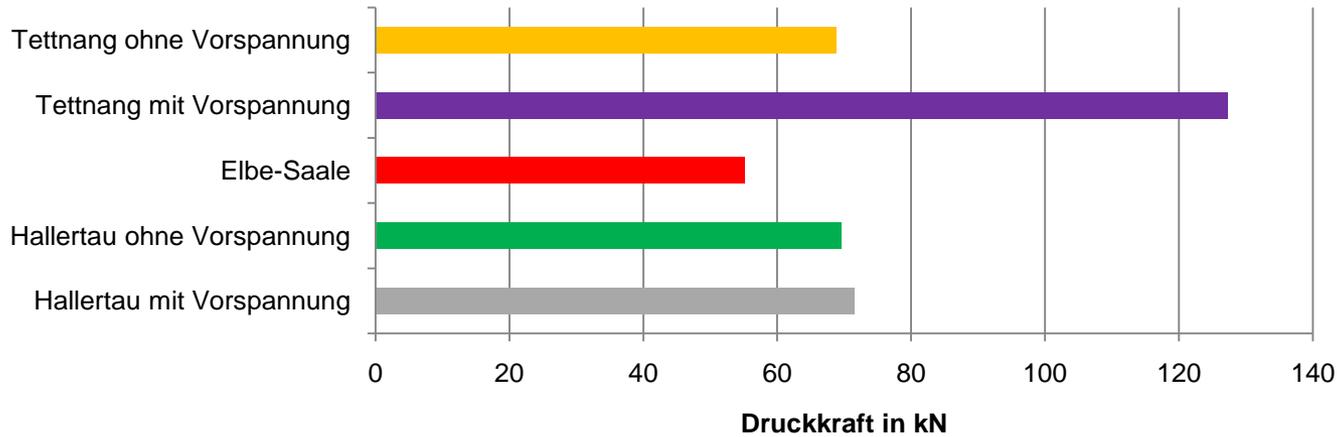
Kraft in Ecksäule Süd-Ost (Wind quer)



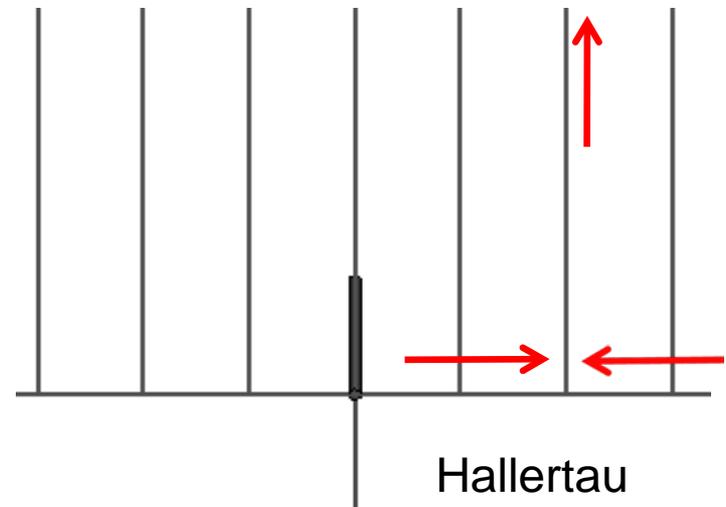
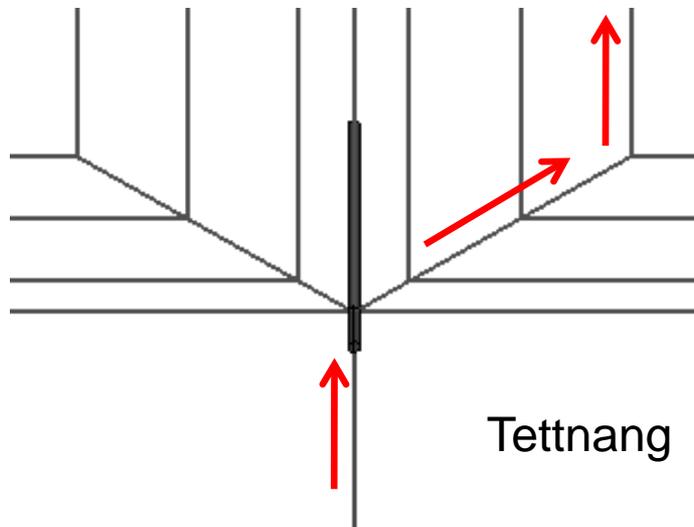
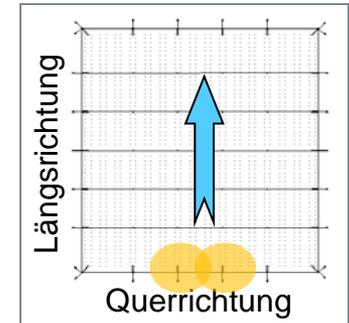
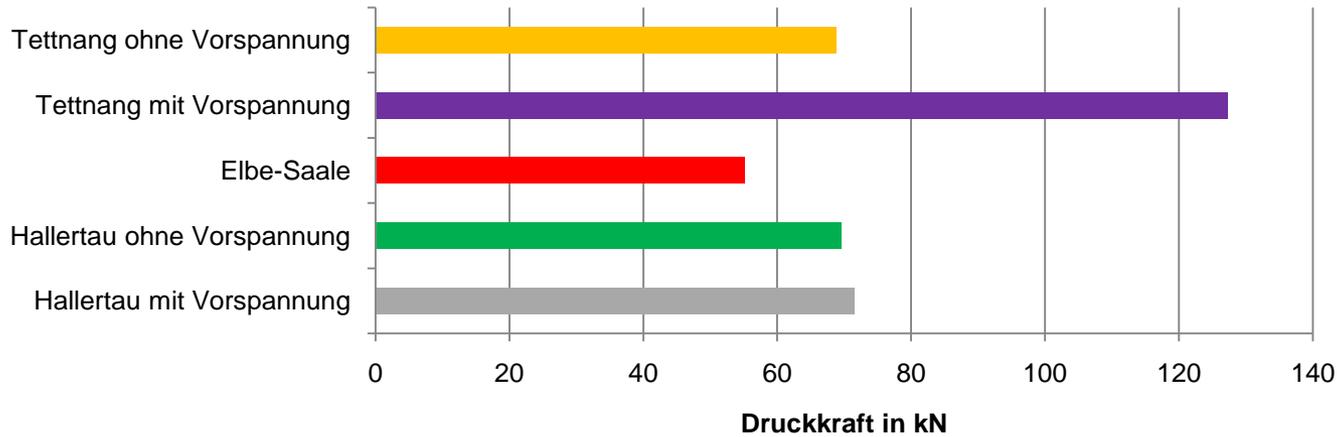
Kraft in Randsäule Ost (Wind quer)



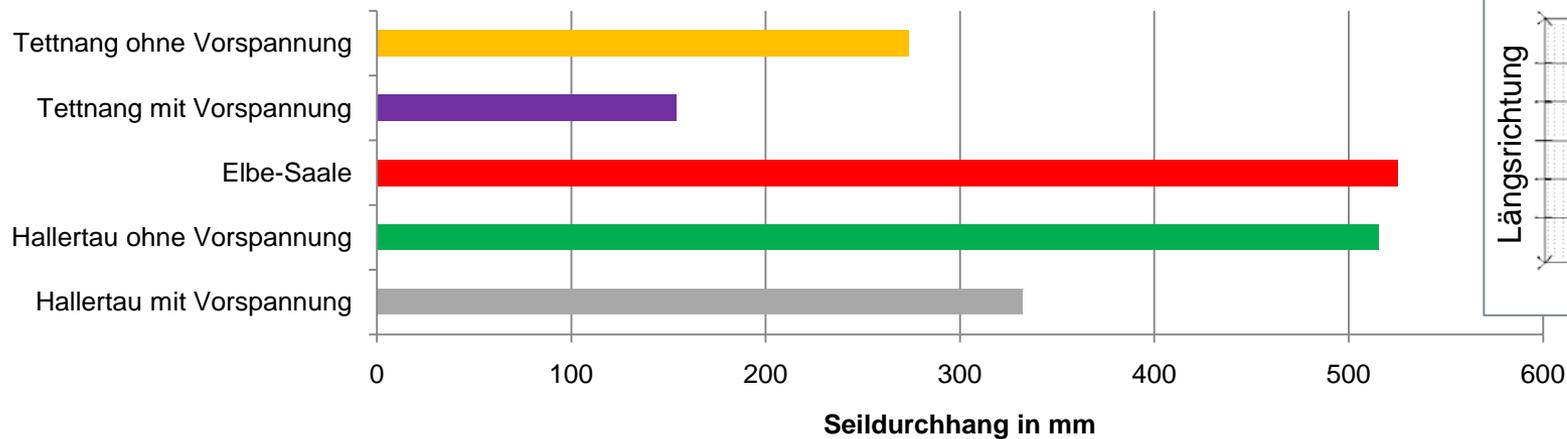
Kraft in Randsäule Süd (Wind längs)



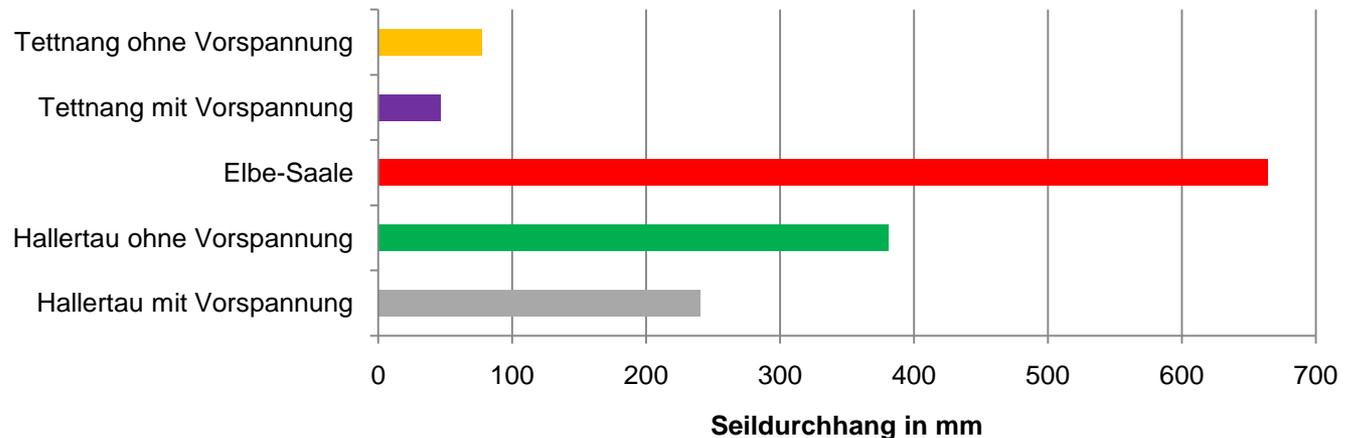
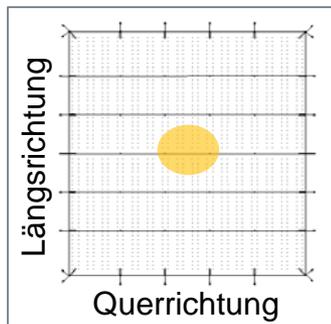
Kraft in Randsäule Süd (Wind längs)



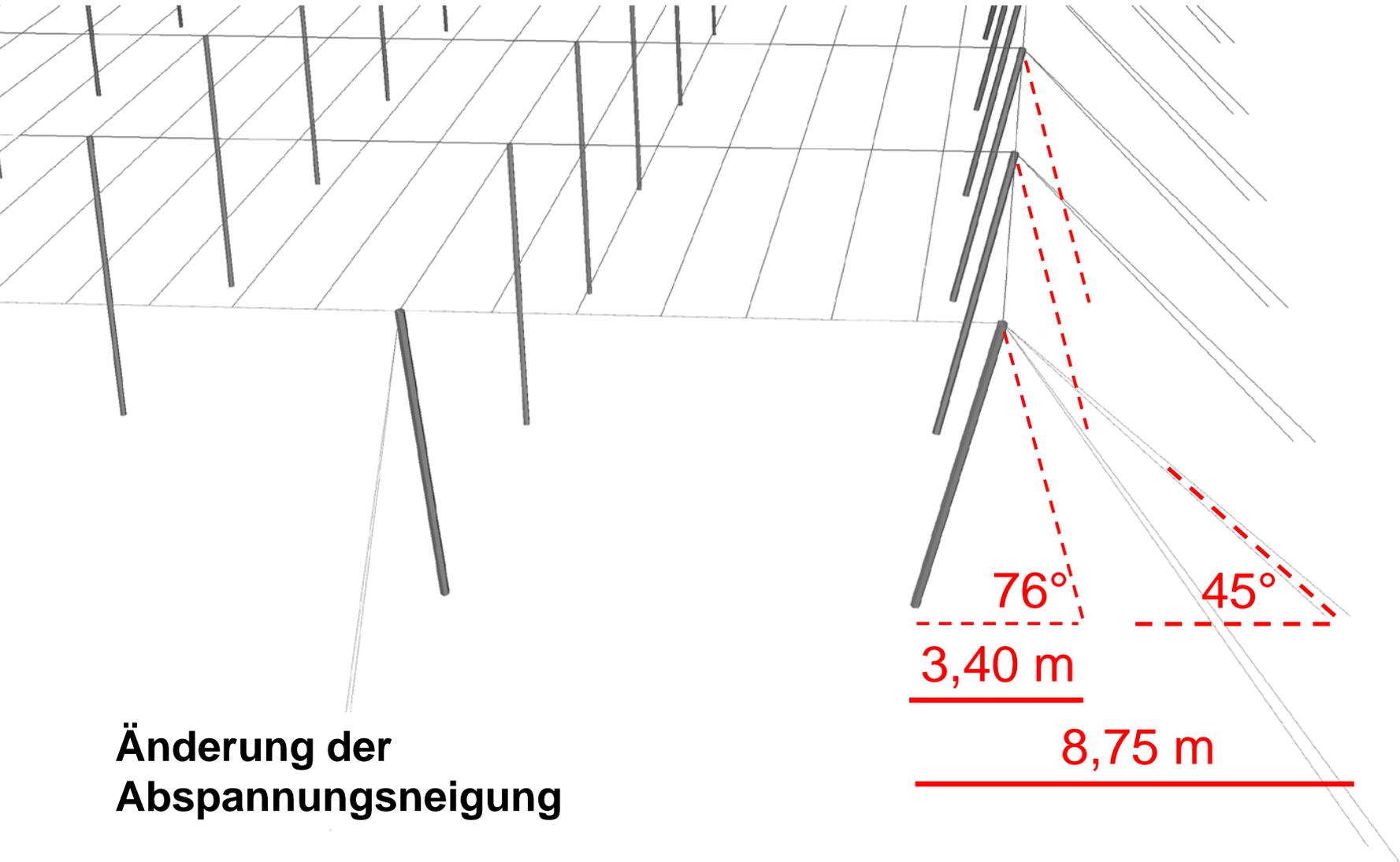
Seildurchhang mittiges Querseil Randfeld (ohne Wind)



Seildurchhang mittiges Querseil (ohne Wind)



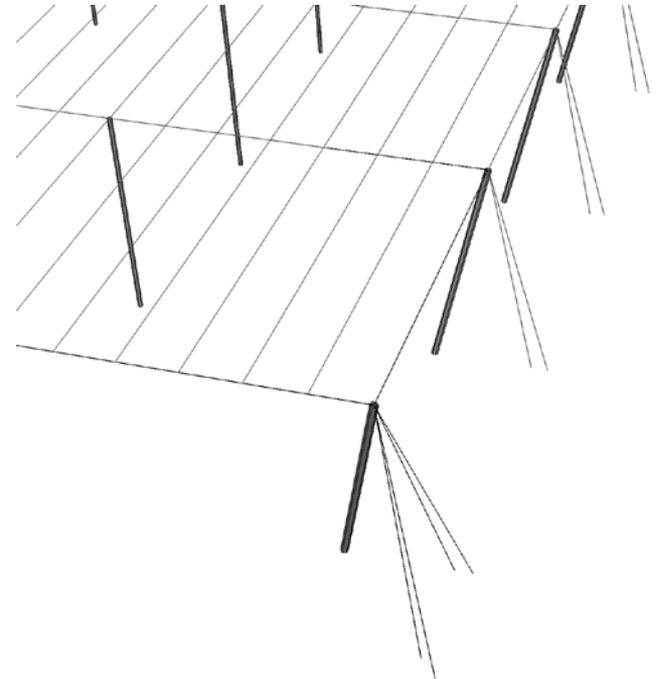
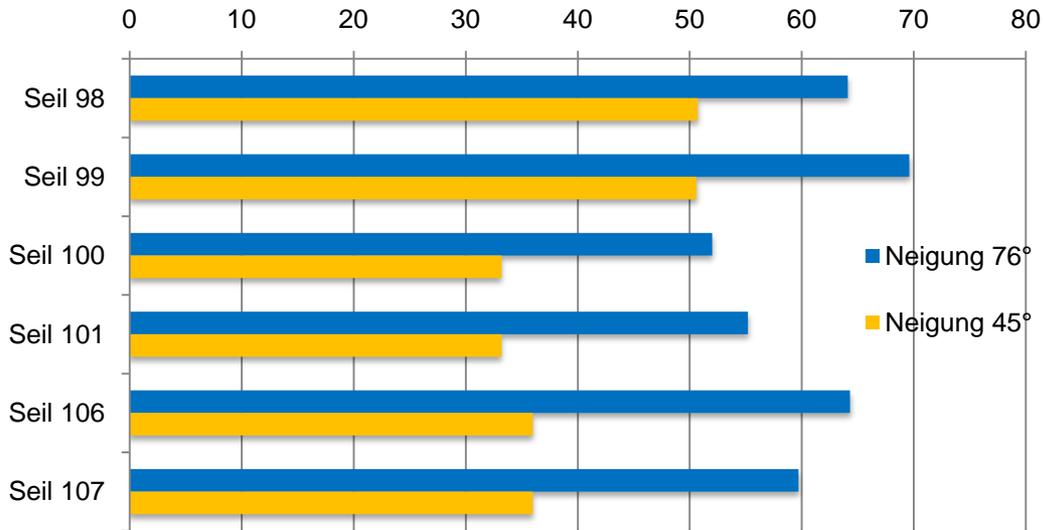
Statische Berechnung



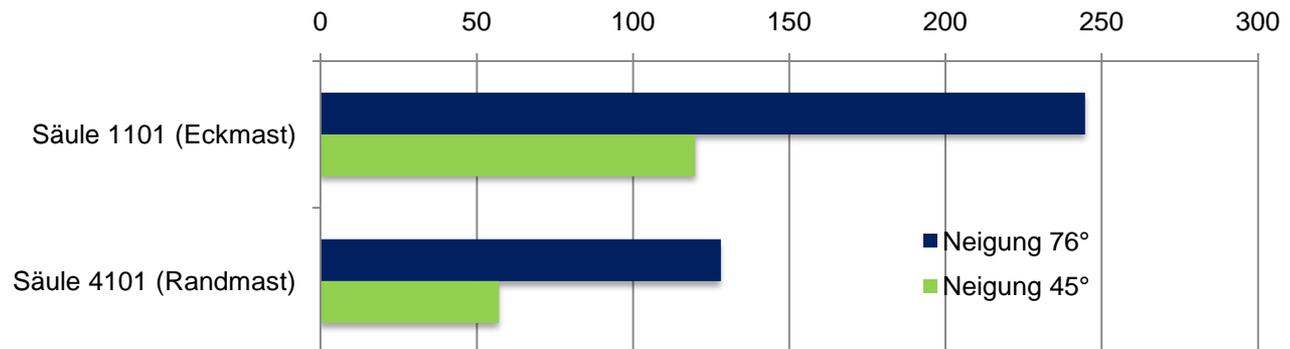
**Änderung der
Abspannungsneigung**

Statische Berechnung

Kraft in Abspannseilen in kN



Druckkraft in Rand- bzw. Eckmast in kN



Zusammenfassung

System Hallertau

- Windlast nach DIN 1055-4 (statistische Wiederkehrperiode: 50 Jahre)
- Die Abtragung der Windkräfte erfolgt größtenteils quer zur Windrichtung

- Hohe Belastungen treten erwartungsgemäß am Randbereich auf
→ Beanspruchung der Eckbereiche sehr hoch
- Alle Schnittgrößen der untersuchten Bauteile liegen nahe an deren Bruchlasten

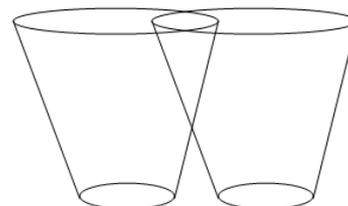
- Abspannungen bei Hallertauer Gerüst sehr steil
→ Hohe Zugkraft auf Anker, hohe Druckkraft auf Rand- bzw. Eckmasten

Lösungsvorschläge

System Hallertau

- Anzahl der Abspannungen an den Ecken erhöhen
(Anker in Krafrichtung)
- Winkel der Abspannung flacher wählen und evtl. Vorgelege einführen
(horizontale Kraftabtragung, vgl. Elbe-Saale-System)
- Betonmasten an Ecken verwenden
- Betonerdanker verwenden; Seildurchmesser für Abspannseile erhöhen
- Bei Erhöhung der Anzahl der Schraubanker:

Mindestabstände beachten;



Ausbruchkegel

- Berechnung der Systeme unter der Berücksichtigung, dass die Seile nicht gekoppelt sind (evtl. Reibung durch Federn simulieren)
- Erdanker als Zugfeder simulieren
- Verhalten bei Mastbruch untersuchen
- Dynamische Betrachtung (Windböen, Schwingungsanfälligkeit, Berücksichtigung der Aerodynamik, etc.)

- Berücksichtigung der Topographie
- Berücksichtigung der Feldform (z.B. spitzes Eck, stumpfes Eck)
- Einspanngrad der Holzmasten genauer untersuchen
- Bodenabhängiges Setzungsverhalten der Holzmasten ermitteln
- Auswirkung von Rost auf Seile bzw. Fäulnis auf Holzmasten



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!