

# Fahrradbrücke in Unzmarkt

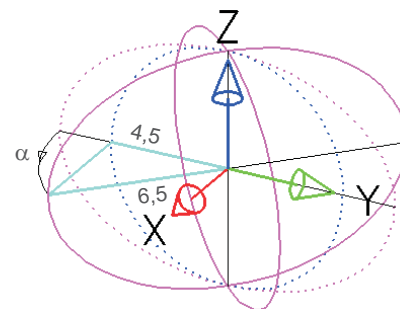
Das untere Bild (Aufnahme in der Bauphase) wurde von der Firma Oberhofer Stahlbau GmbH, die die Brücke fertigte, zur Verfügung gestellt.



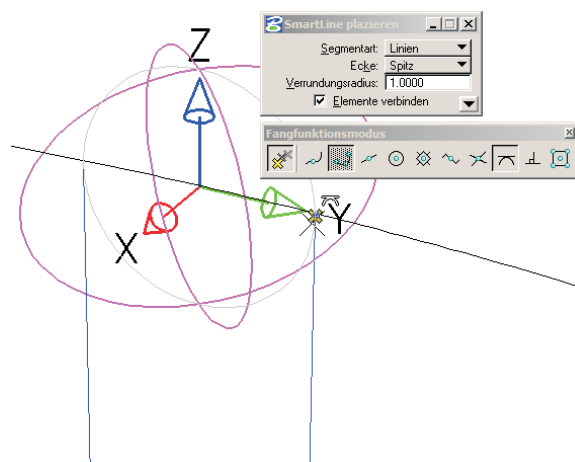
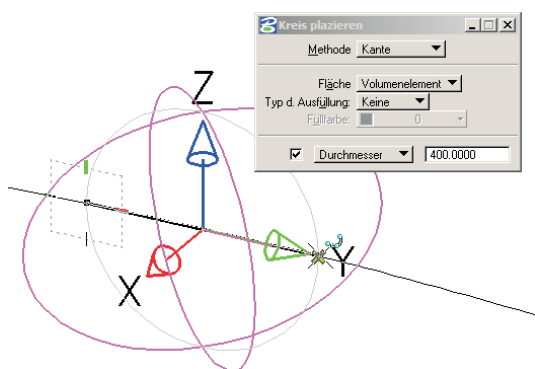
Wir werden hier eine Brücke modellieren, die einer Fahrradbrücke in Unzmarkt (Oberhofer Stahlbau, Saalfelden) weitgehend entspricht, wobei wir uns gewisse Vereinfachungen erlauben. Das wesentliche Gestaltungsmerkmal der Brücke sind Rohrflächen, deren Mittenkurven Ellipsen sind. Jeweils zwei dieser Stahlelemente sind so weit gegeneinander verdreht, dass sie bei „Blick in Fließrichtung des Flusses“ als Kreise erscheinen. Der vertikalen Belastung der Brücke (zB durch das Eigengewicht) wird durch eine Überhöhung entgegen gewirkt.



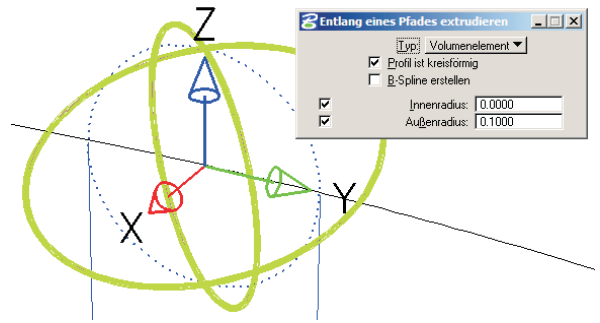
1) Als Achsenlängen der Ellipsen wählen wir 9m und 13m. Konstruiere im Layer „Hilfskonstruktionen“ eine solche Ellipse in der yz-Ebene. Da zwei benachbarte Ellipsen im Aufriss als Kreise erscheinen sollen, wird der Drehwinkel  $\alpha$  durch ein rechtwinkliges Dreieck mit der Kathete 4,5 und der Hypotenuse 6,5 festgelegt. Drehe die Ellipse um den Winkel  $\alpha$  und spiegle die gedrehte Ellipse an der yz-Ebene.



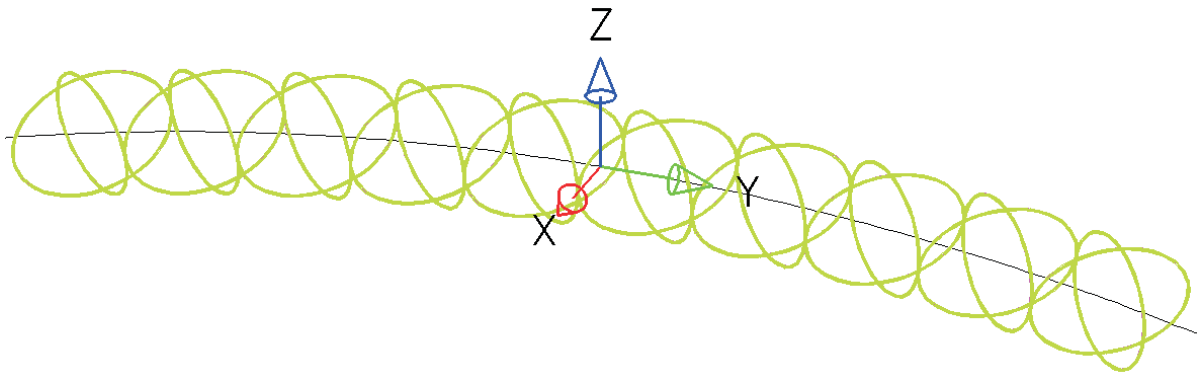
2) Zeichne zur Festlegung der Überhöhung der Brücke einen Kreis in der yz-Ebene mit dem Radius 200m durch die Punkte  $(0|-4,5|0)$  und  $(0|4,5|0)$ . Um die weiteren Ellipsenpaare passend auszurichten, muss der Drehwinkel zwischen benachbarten Paaren ermittelt werden. Zeichne dazu aus dem Mittelpunkt des Kreises (mit dem Radius 200) die Tangenten an den Kreis (mit dem Radius 4,5) in der yz-Ebene. Beachte, dass die beiden Berührungspunkte knapp unterhalb der Punkte  $(0|-4,5|0)$  und  $(0|4,5|0)$  liegen! Miss den Winkel zwischen den beiden Tangenten:  $2,5792^\circ$ .



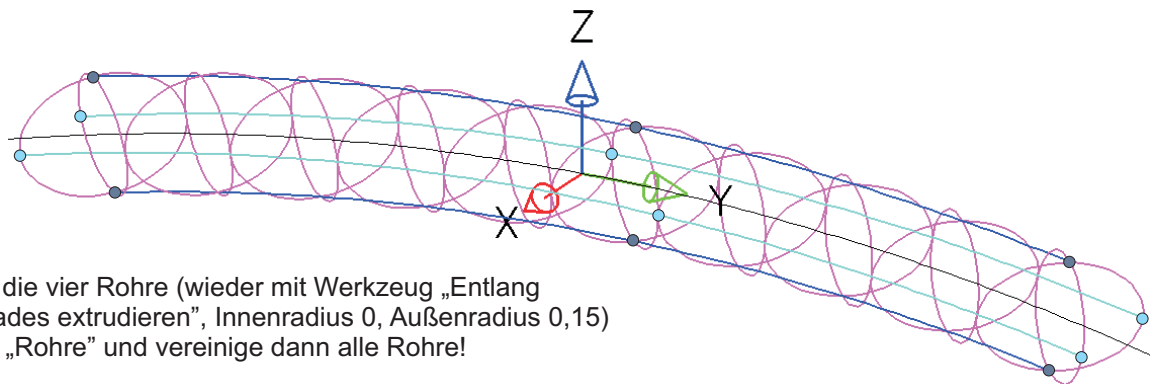
3) Wechsle in einen neuen Layer (zB „Rohre“). Die beiden verdrehten Ellipsen sind die Mittellinien von Rohrflächen. Erstelle diese beiden Rohre mit dem Werkzeug „Entlang eines Pfades extrudieren“ (aus dem Werkzeugkasten „3D-Konstruieren“, gezeigte Einstellungen verwenden) und vereinige sie!



4) Die Brücke besteht aus zehn derartigen Elementen. Um eine symmetrische Lage zur xz-Ebene – fünf Elemente auf jeder Seite – zu erreichen, kannst du wie folgt vorgehen:  
 Drehe das konstruierte Element und die beiden Mittenellipsen um die Drehachse des großen Kreises (diese liegt parallel zur x-Achse) um  $1,2896^\circ$  (halbe Größe des Winkels aus Schritt 2).  
 Erzeuge nun die restlichen Objekte, indem du zwei weitere Drehungen (um die selbe Achse) ausführst: Erstelle bei der Drehung um  $2,5792^\circ$  vier Kopien, sowie bei der Drehung um  $-2,5792^\circ$  fünf Kopien. (Drehe/kopiere nicht nur die Rohrfläche, sondern auch die Mittenellipsen – du wirst sie für weitere Konstruktionen noch brauchen.)

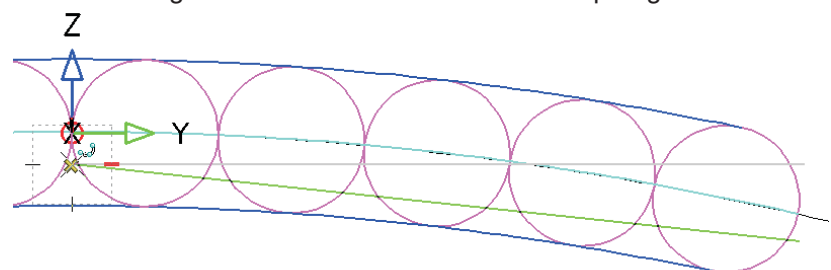


5) Die soeben konstruierten Elemente werden durch vier weitere Rohrflächen besser „zusammen gehalten“. Blende zur Konstruktion dieser Rohre zunächst den Layer „Rohre“ aus.  
 Zeichne zuerst zwei Kreisbögen in der yz-Ebene (wieder im Layer „Hilfskonstruktionen“): Der eine Kreisbogen geht durch alle oberen Nebenscheitel der Ellipsen, der andere Kreisbogen durch alle unteren. (Arbeite dazu am besten mit der Methode „Kante“ und gib neben dem Anfangs- und dem Endpunkt einen dazwischen liegenden Punkt des Kreisbogens an.)  
 Die beiden anderen Kreisbögen liegen parallel zur yz-Ebene und gehen durch die Hauptscheitel der Ellipsen.



Erzeuge die vier Rohre (wieder mit Werkzeug „Entlang eines Pfades extrudieren“, Innenradius 0, Außenradius 0,15) im Layer „Rohre“ und vereinige dann alle Rohre!

6) Im nächsten Schritt wird die Fahrbahn samt Halterungen konstruiert.  
 Arbeite wieder im Layer „Hilfskonstruktionen“: Erzeuge ein waagrechttes Rechteck (3,5m x 45m), das symmetrisch zur yz-Ebene liegt; der Mittelpunkt einer kürzeren Seite liegt 2m unterhalb des Koordinatenursprungs.  
 Drehe dieses Rechteck um die genannte Seite um  $6^\circ$  nach unten!



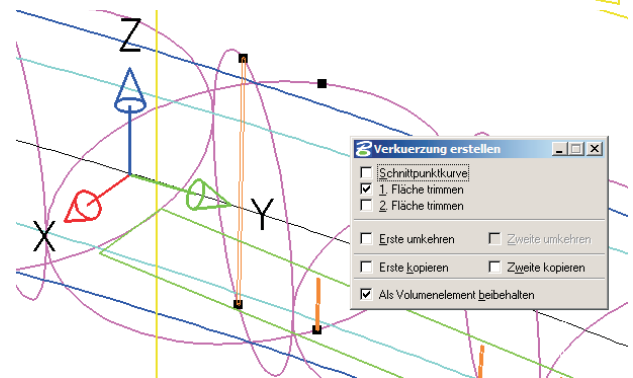
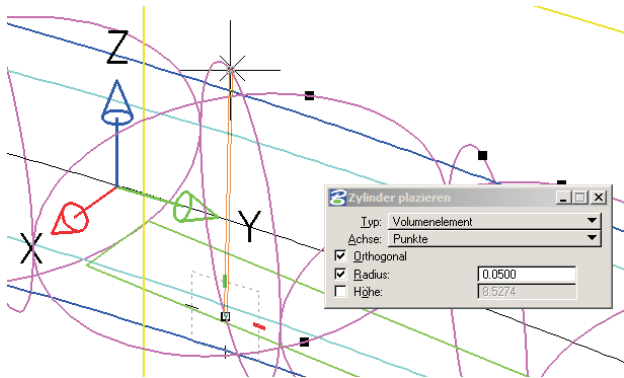
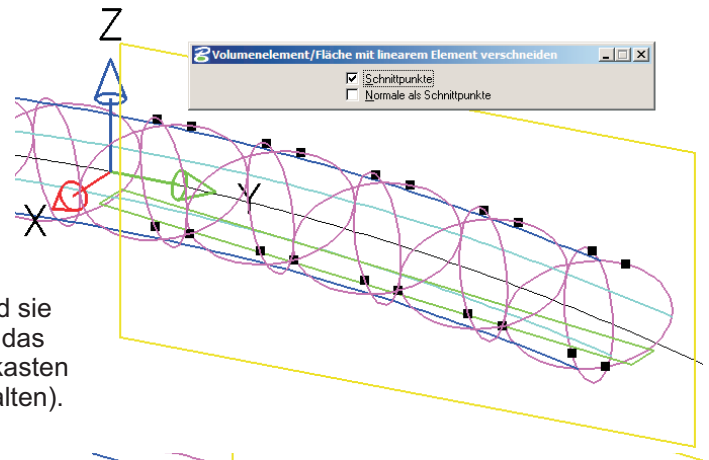
Für die Konstruktion der Fahrbahnhalterungen zeichnen wir zuerst ein großes Rechteck parallel zur yz-Ebene, das von der Mitte der Fahrbahn 1,5m entfernt ist.

Ermittle mit dem Werkzeug „Volumenelement/Fläche mit linearem Element verschneiden“ (aus dem Werkzeugkasten „3D-Dienstprogramm“) die Schnittpunkte der Ellipsen mit diesem Rechteck.

Aus Symmetriegründen genügt es, die Schnittpunkte auf einer Seite der xz-Ebene zu ermitteln.

Je zwei übereinander liegende Schnittpunkte legen die Achse eines Drehzylinders (Radius 0,05m) fest. Zeichne diese Zylinder!

Da die Zylinder nur bis zur Fahrbahn reichen sollen, sind sie entsprechend zu verkürzen. Verwende dazu am besten das Werkzeug „Verkürzung erstellen“ (aus dem Werkzeugkasten „Flächen ändern“, Zylinder als Volumenelement beibehalten).

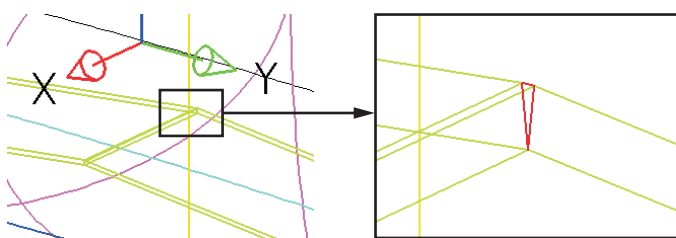
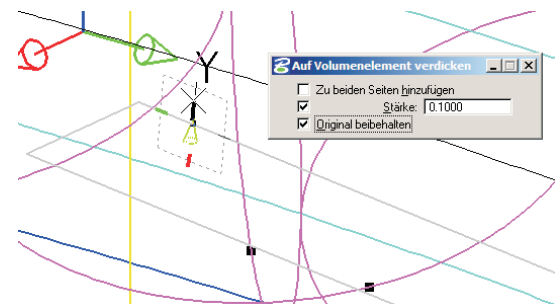


Spiegle die (insgesamt zehn) Zylinderteile an der yz-Ebene („Kopie erstellen“ anhängen); spiegle dann die (nun insgesamt zwanzig) Zylinderteile auch an xz-Ebene.

Blende den Layer „Rohre“ wieder ein und vereinige die Rohrkonstruktion mit den Halterungen!

*Tipp: Vereinigt man zwei Objekte aus unterschiedlichen Layern, so wird das entstehende Objekt in den Layer des zuerst angeklickten Objekts gelegt. Klicke also bei der Booleschen Vereinigung zuerst die Rohrkonstruktion an!*

Wechsle in einen neuen Layer (zB „Fahrbahn“) und verdicke die Fahrbahn nach oben (Dicke 0,1m) mit dem Werkzeug „Auf Volumenelement verdicken“ (aus dem Werkzeugkasten „3D-Konstruieren“). Spiegle die verdickte Fahrbahn an der xz-Ebene.



Fülle den auftretenden Spalt zwischen den beiden Einzelteilen durch einen Extrusionskörper und vereinige die drei Objekte!

7) Nun fehlt nur noch die seitliche Absicherung für die Fahrbahn. Wir zeigen hier eine sehr einfache Möglichkeit vor; du kannst auch eine eigene (schönere) Lösung erfinden. Zeichne im Layer „Hilfskonstruktionen“ eine Strecke entlang einer Längsseite des Rechtecks, aus dem die Fahrbahn erzeugt wurde. Extrudiere diese Strecke zu einem Parallelogramm (Option „Orthogonal“ deaktivieren). Verdicke dieses Parallelogramm nach außen (Dicke 0,1m) mit dem Werkzeug „Auf Volumenelement verdicken“ und spiegle das entstehende Prisma an den beiden Symmetrieebenen der Brücke. Vereinige dann noch die Fahrbahn mit den vier Prismen.

