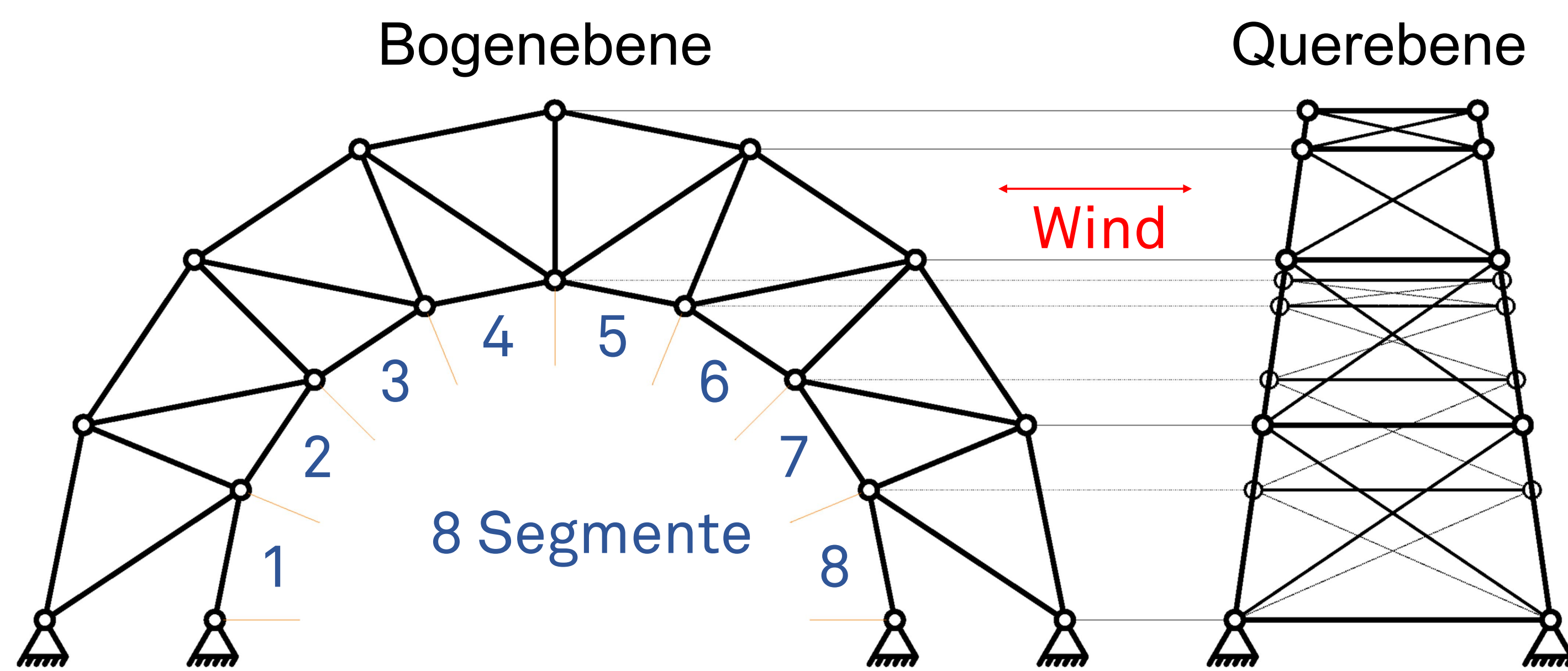
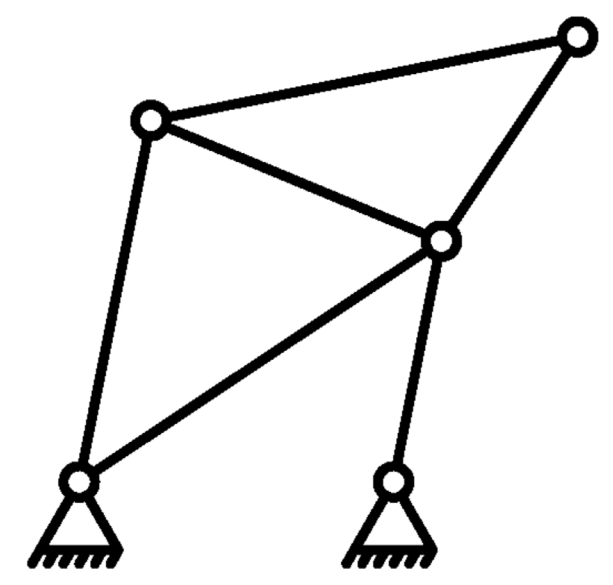


Bauzustände und Vorspannung der Müngstener Brücke



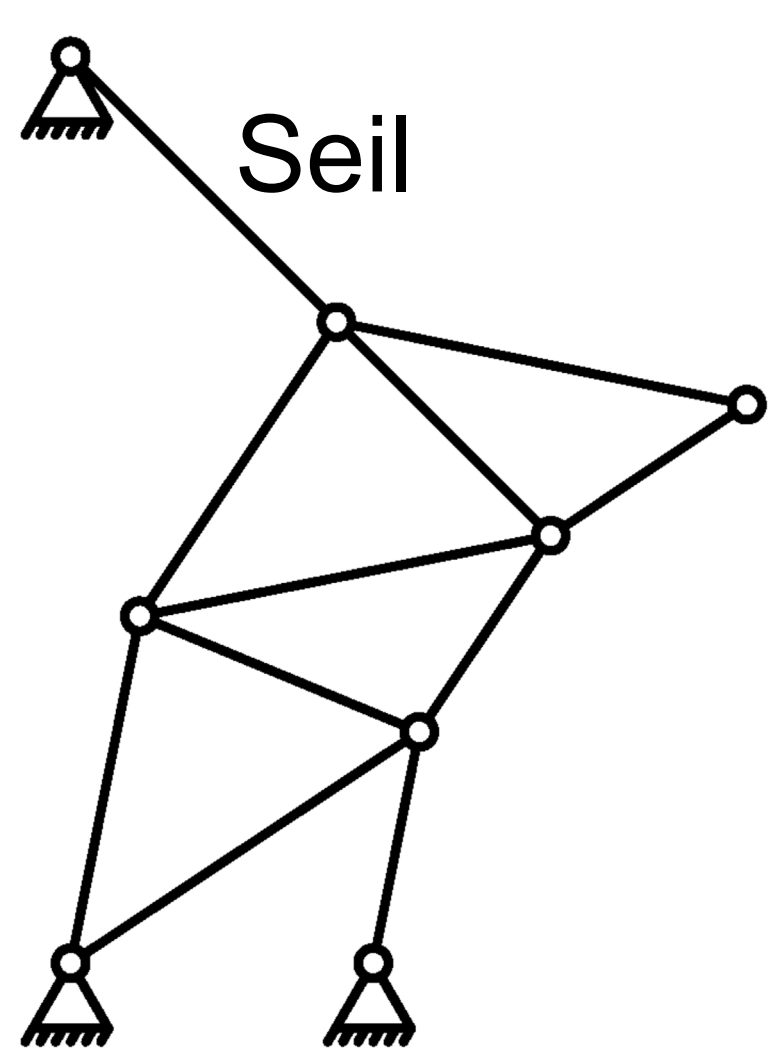
Der Bau des Brückenbogens kann durch ein **vereinfachtes Modell mit 8 Segmenten** erklärt werden. Wir beschränken uns dabei auf die **Tragwirkung in einer Bogenebene**, da hier **Eigengewichte ins Gleichgewicht gestellt** werden.

Windlasten wirken senkrecht zu dieser Ebene und werden im realen Tragwerk durch die gegenläufige Neigung der beiden Bögen sowie deren räumliche Verbindung abgetragen, siehe Querebene im Bild.



Bauphase 1: Auskragendes Fachwerk

Die Brücke wurde im Freivorbau erstellt, d.h. es gab für den Bau **kein Stützgerüst** zum Boden hin. So wird ausgehend von den Bogenfundamenten zunächst ein **auskragendes Fachwerk** erstellt, welches **statisch bestimmt** ist.

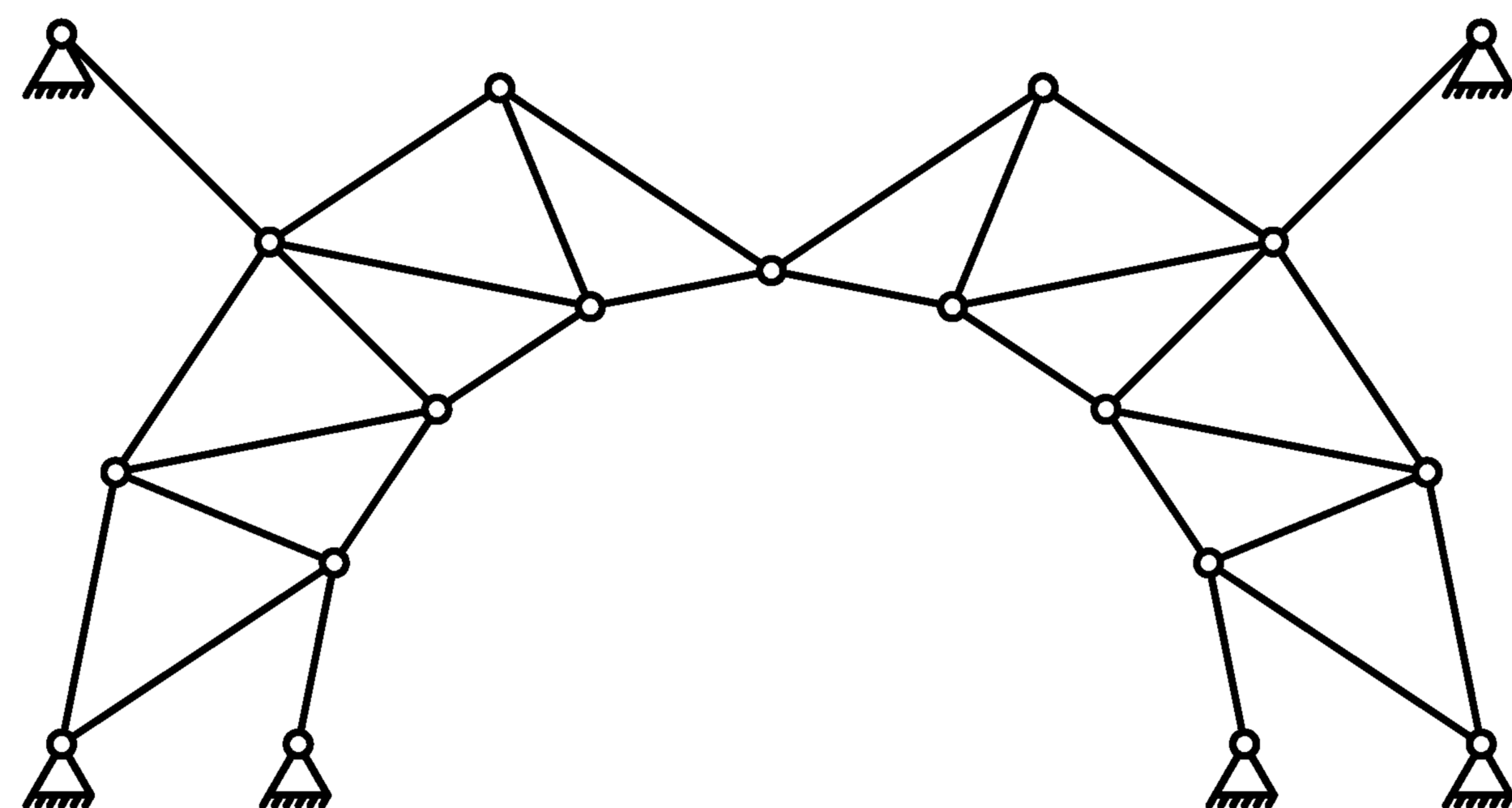


Bauphase 2: Temporäre Rückverankerung mit Seilen

Mit dem Baufortschritt nimmt die Exzentrizität zwischen Schwerpunkt des Kragarms und seiner Lagerung zu. Dadurch entsteht abhebende Kraft am äußeren Lager. Da abhebende Lagerkräfte nach Fertigstellung nicht mehr auftreten, werden die Lager dafür nur bedingt ausgelegt. So erhält das System **temporäre Rückverankerung mit Seilen über benachbarte Pfeiler**, um dies zu kompensieren. Durch dieses Seil wird das **System im Beispiel einfach statisch unbestimmt**.

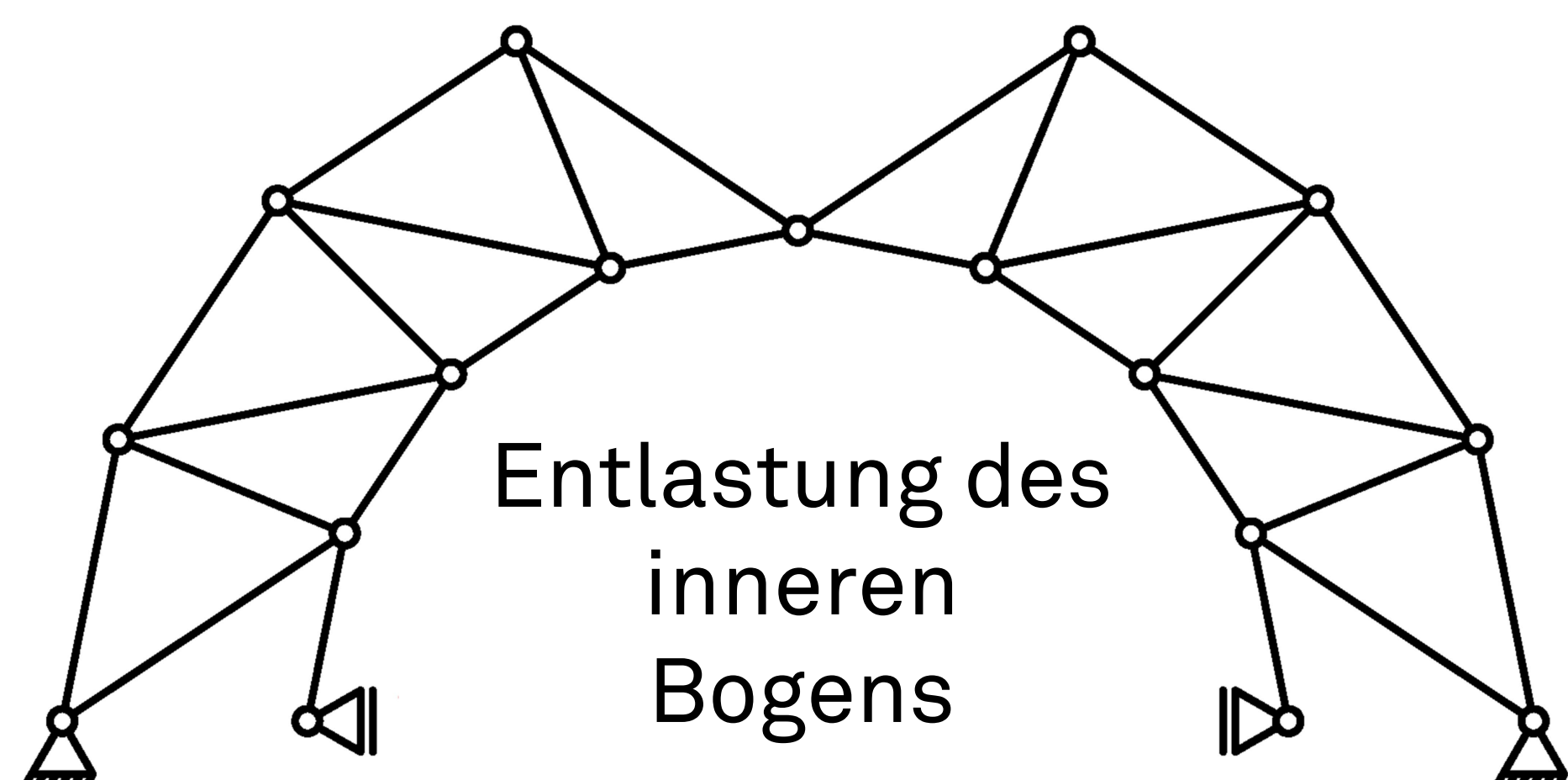


Bild 1 entnommen aus Dietz, W.: Die Kaiser Wilhelm-Brücke über die Wupper, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 1904.



Bauphase 3: Innerer Bogenschluss

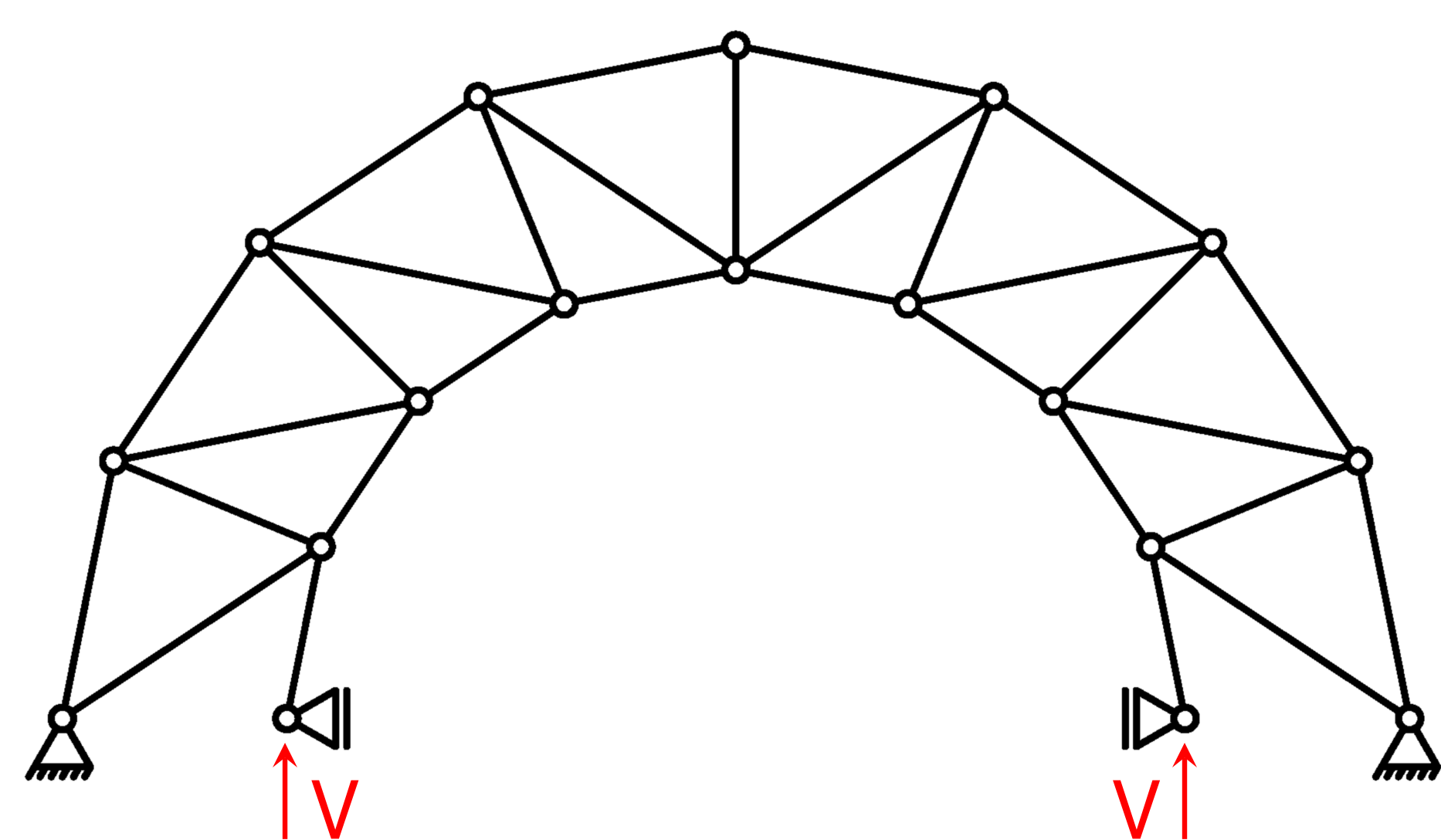
Das Tragwerk wird von beiden Seiten Segment für Segment weiter gebaut, bis sich der innere Bogen schließt. Durch den gelenkigen Zusammenschluss zweier einfach statisch unbestimmter Systeme entsteht nun **ein vierfach statisch unbestimmtes System**.



Bauphase 4: Reduktion bis zur statischen Bestimmtheit

Die Seile werden entlastet und entfernt, wodurch sich die **statische Unbestimmtheit auf Zwei reduziert**.

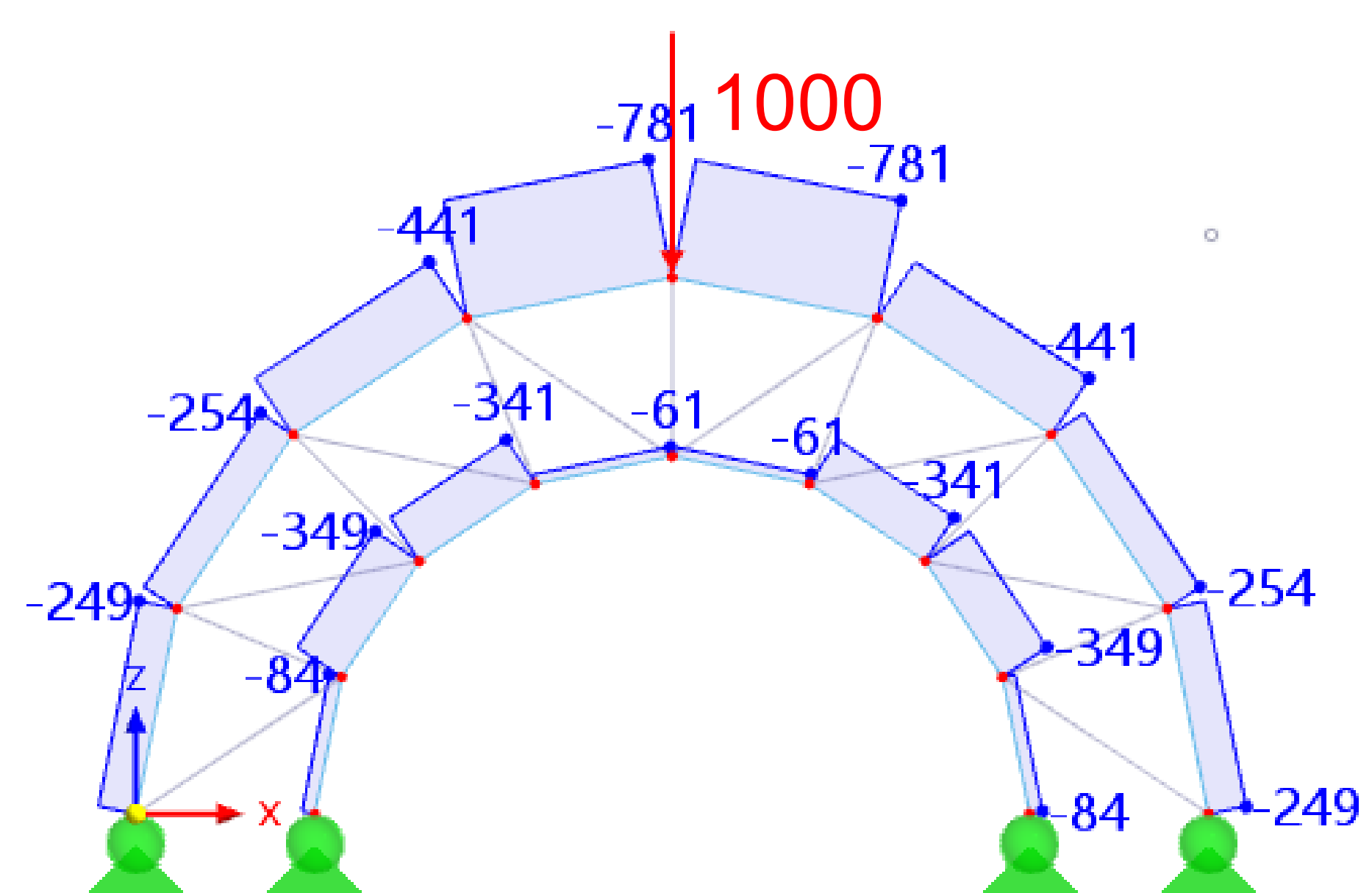
Danach werden auch die beiden untersten Stäbe des inneren Bogens entlastet, was durch die Verschieblichkeit der beiden Lager dargestellt ist. Nun liegt ein **statisch bestimmtes System vor**. Dieses ist automatisch **frei von innerer Zwängung**, z.B. durch Ungenauigkeiten in der Fertigung oder unterschiedlichen Temperaturen beim Einbau der Stäbe.



Bauphase 5: Vorspannung des Bogens und Fertigstellung

Der äußere Bogen wird vollendet. Das System ist nun ein **Zwei-gelenkbogen und damit einfach statisch unbestimmt**.

Durch Hochpressen der beiden verschieblichen Auflager mit der **Presskraft V**, lässt sich der Fachwerkbogen gezielt vorspannen. Dies führt zu einer **gleichmäßigeren Normalkraftverteilung** in den Stäben der Bögen. Der Verschiebungszustand an den hochgepressten Lagern wird durch Futterbleche fixiert, so dass die Verschieblichkeit der Lager entfällt. **Das System wird dadurch dreifach statisch unbestimmt**.



Wirkung der Vorspannung

Die **Zwangsverschiebung** der Auflager hat nur in statisch unbestimmten Systemen einen Effekt. In Bauphase 5 liegt ein einfach statisch unbestimmtes System vor, sodass sich **Kräfte** durch die Maßnahme **umlagern**. Im vorliegenden Lastfall **reduziert** sich die **maximale Normalkraft** im oberen Bogenscheitel von 781 kN auf 599 kN.

