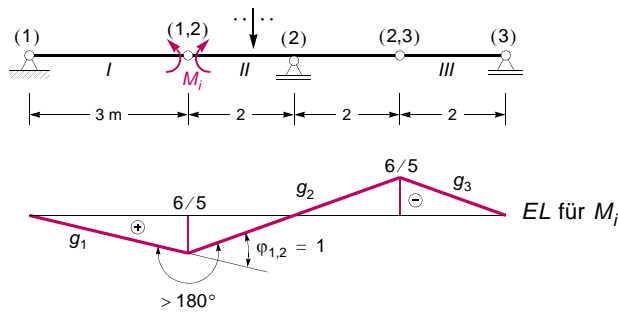


Aufgabe 9.1

Ermittlung der Einflusslinie für M_i



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung
 Einsetzen eines Gelenks im Punkt i und Ansetzen von M_i als äußere Doppelgröße



2. Polplanermittlung

(1): , (1,2), (2,3): Gelenk

(2) , (3)

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkte der Geraden unter den Relativpolen.

4. Ermittlung der Ordinaten

Der Knick im Punkt i muss den Betrag eins haben.

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 1$$

Winkelbeziehungen:

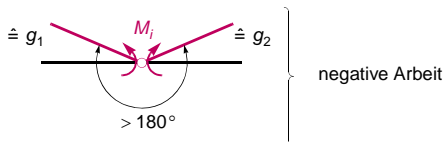
$$\varphi_1 \cdot 3 = \varphi_2 \cdot 2 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{2}{3} \varphi_2$$

$$\Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{2}{3} \varphi_2 + \varphi_2 = \varphi_2 \left(1 + \frac{2}{3}\right) = 1 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{3}{5}$$

Ordinate unter den Relativpolen (1,2) und (2,3):

$$\varphi_2 \cdot 2 \text{ m} = \frac{3}{5} \cdot 2 \text{ m} = \frac{6}{5} \text{ m}$$

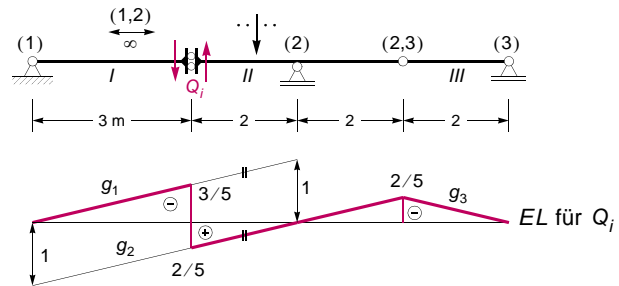
5. Bestimmung des Vorzeichens



- In der Skizze:
Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°
- In der Einflusslinie:
Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Ermittlung der Einflusslinie für Q_i



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Einsetzen eines Querkraftgelenks im Punkt i und Ansetzen von Q_i als äußere Doppelgröße



2. Polplanermittlung

(1): , (2,3): Gelenk zwischen den Scheiben

(1,2)

(2) , (3)

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, g_1 und g_2 sind parallel, da der Relativpol (1,2) im Unendlichen liegt. g_2 und g_3 schneiden sich unter Relativpol (2,3).

4. Ermittlung der Ordinaten

Die Klaffung im Punkt i muss den Betrag eins haben, sie entspricht dem Abstand der Geraden g_1 und g_2 .

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{5}$$

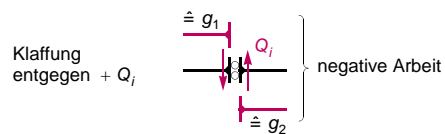
Ordinate links von i :

$$\varphi_1 \cdot 3 = \frac{1}{5} \cdot 3 = \frac{3}{5}$$

Ordinate rechts von i und unter dem Relativpol (2,3):

$$\varphi_2 \cdot 2 = \frac{1}{5} \cdot 2 = \frac{2}{5}$$

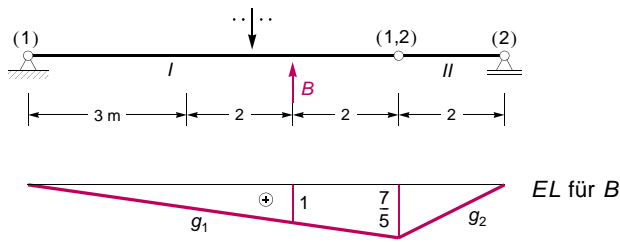
5. Bestimmung des Vorzeichens



- In der Skizze: g_1 über g_2
- In der Einflusslinie: g_1 über g_2

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Ermittlung der Einflusslinie für B



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung
Entfernen des mittleren Auflagers und Ansetzen von B als äußere Kraftgröße

2. Polplanermittlung

(1): , (1,2): Gelenk zwischen den Scheiben

$$(2) \begin{bmatrix} (1) - (1,2) \\ \text{hinge symbol} \end{bmatrix}$$

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie
Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkt der Geraden unter dem Relativpol.

4. Ermittlung der Ordinaten

Die Verschiebung am entfernten Auflager muss den Betrag eins haben.

Ordinate unter dem Relativpol (1,2): $\frac{1}{5} \cdot 7 = \frac{7}{5}$

5. Bestimmung des Vorzeichens

Die Auflagerkraft B muss negative Arbeit leisten, d. h., die Verschiebung muss entgegen der Auflagerkraft B erfolgen, also nach unten. In der Einflusslinie ist die Ordinate „1“ nach unten abgetragen, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Einsetzen eines Gelenks im Punkt i und Ansetzen von M_i als äußere Doppelgröße



2. Polplanermittlung

(1), (3): , (1,2), (2,3): Gelenk

$$(2) \begin{bmatrix} (1) - (1,2) \\ (3) - (2,3) \end{bmatrix}$$

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkte der Geraden unter den Relativpolen.

4. Ermittlung der Ordinaten

Der Knick im Punkt i muss den Betrag eins haben.

$$\varphi_2 + \varphi_3 = 1$$

Winkelbeziehungen:

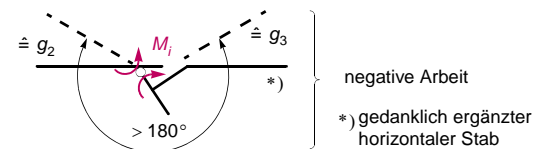
$$\varphi_2 \cdot \frac{32}{17} = \varphi_3 \cdot 2 \Rightarrow \varphi_3 = \frac{16}{17} \varphi_2$$

$$\Rightarrow \varphi_2 + \varphi_3 = \varphi_2 + \frac{16}{17} \varphi_2 = \varphi_2 \left(1 + \frac{16}{17}\right) = 1 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{17}{33}$$

Ordinate unter dem Relativpol (1,2): $\frac{17}{33} \cdot \frac{36}{17} \text{ m} = \frac{12}{11} \text{ m}$

Ordinate unter der Kragarmspitze: $\frac{17}{33} \cdot \frac{66}{17} \text{ m} = 2 \text{ m}$

5. Bestimmung des Vorzeichens

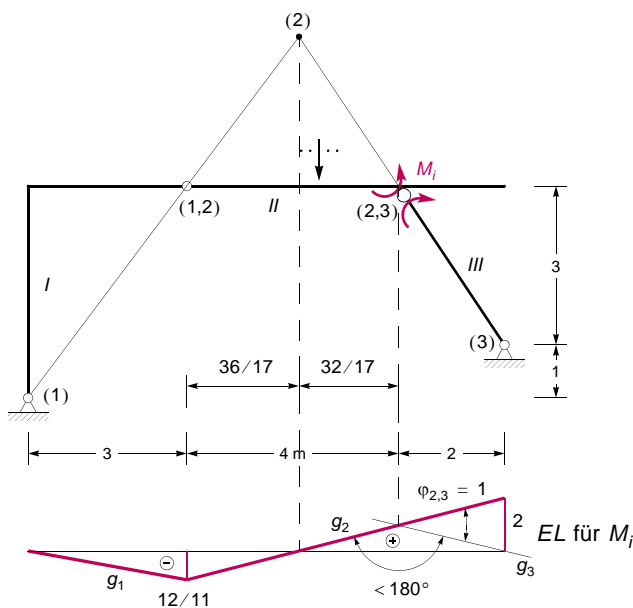


- In der Skizze: Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°

- In der Einflusslinie: Winkel unterhalb g_1 und g_2 kleiner als 180°

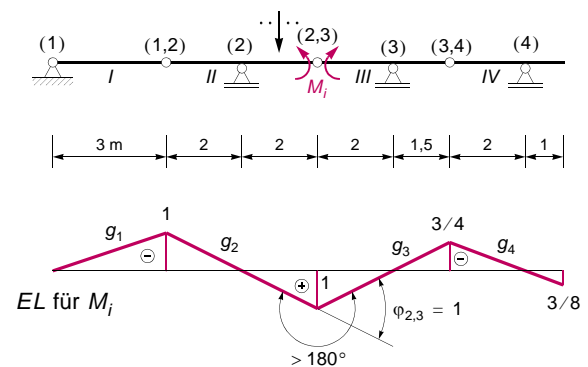
Es besteht ein Widerspruch, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung negativ.

Aufgabe 9.2



Aufgabe 9.3

Ermittlung der Einflusslinie für M_i



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Einsetzen eines Gelenks im Punkt i und Ansetzen von M_i als äußere Doppelgröße



2. Polplanermittlung

(1): (1,2), (2,3), (3,4): Gelenk

(2) (1)-(1,2), (3) (2)-(2,3), (4) (3)-(3,4)

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkte der Geraden unter den Relativpolen.

4. Ermittlung der Ordinaten

Der Knick im Punkt i muss den Betrag eins haben.

$$\varphi_2 + \varphi_3 = 1$$

Winkelbeziehungen:

$$\varphi_2 \cdot 2 = \varphi_3 \cdot 2 \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_3$$

$$\Rightarrow \varphi_2 + \varphi_3 = 2\varphi_2 = 1 \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_3 = \frac{1}{2}$$

Ordinate unter den Relativpolen (1,2) und (2,3):

$$\varphi_2 \cdot 2 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

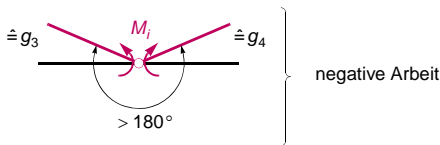
Ordinate unter Relativpol (3,4):

$$\varphi_2 \cdot 1,5 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$$

Ordinate am Kragarmende:

$$\frac{0,75}{2} = 0,375 \text{ m}$$

5. Bestimmung des Vorzeichens

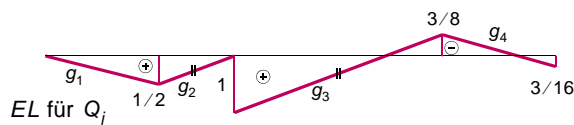
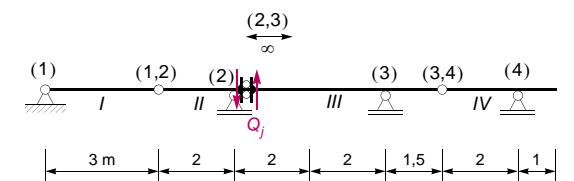


- In der Skizze: Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°

- In der Einflusslinie: Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Ermittlung der Einflusslinie für Q_j



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Einsetzen eines Querkraftgelenks im Punkt i und Ansetzen von Q_j als äußere Doppelgröße



2. Polplanermittlung

(1): (1,2), (3,4): Gelenk

(2,3)

(2) (1)-(1,2), (3) (2)-(2,3), (4) (3)-(3,4)

3. Konstruktion der Geraden der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, g_2 und g_3 sind parallel, da der Relativpol (2,3) im Unendlichen liegt. g_1 und g_2 schneiden sich unter Relativpol (1,2), g_3 und g_4 schneiden sich unter Relativpol (3,4)

4. Ermittlung der Ordinaten

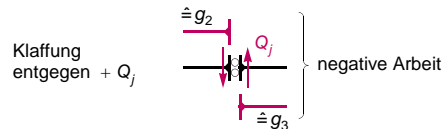
Die Klaffung im Punkt j muss den Betrag eins haben, sie entspricht dem Abstand der Geraden g_2 und g_3 .

$$\varphi_2 = \varphi_3 = \frac{1}{4}$$

Ordinate unter dem Relativpol (1,2): $\varphi_2 \cdot 2 = \frac{1}{4} \cdot 2 = \frac{1}{2}$

Ordinate unter dem Relativpol (3,4): $\varphi_3 \cdot 1,5 = \frac{1}{4} \cdot 1,5 = \frac{3}{8}$

5. Bestimmung des Vorzeichens

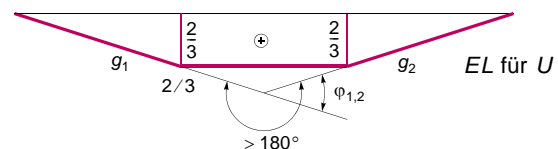
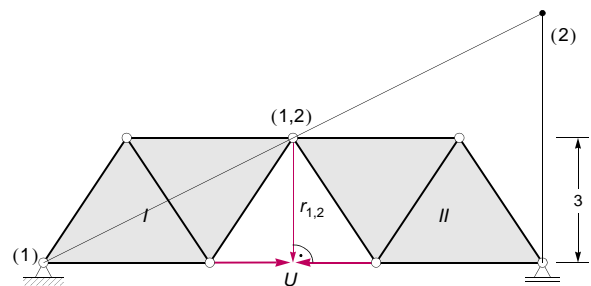


- In der Skizze: g_2 über g_3
- In der Einflusslinie: g_2 über g_3

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Aufgabe 9.4

Ermittlung der Einflusslinie für U




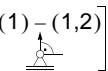
1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Der Untergurtstab wird geschnitten und die Stabkraft U als äußere Doppelgröße positiv angesetzt.

2. Polplanermittlung

Es werden zunächst in sich unverschiebliche Teile des Fachwerks zu Scheiben zusammengefasst.

(1): , (1,2): Gelenk

(2) 

3. Konstruktion der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkt der Geraden unter dem Relativpol. Im Bereich des freigeschnittenen Stabes werden die Ordinaten der Geraden g_1 und g_2 geradlinig verbunden.

4. Ermittlung der Ordinaten

Die Spreizung im freigeschnittenen Stab muss den Betrag „1“ haben.

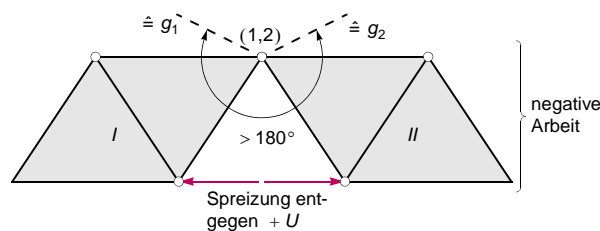
$$\text{Relativdrehwinkel } \varphi_{1,2} = \frac{1}{r_{1,2}} = \frac{1}{3}$$

$$\varphi_{1,2} = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{6}$$

$$\text{Ordinaten } \varphi_1 \cdot 4 = \frac{1}{6} \cdot 4 = \frac{2}{3}$$

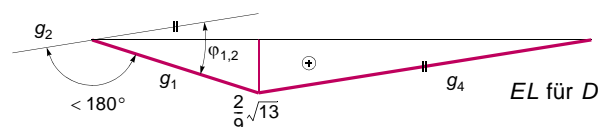
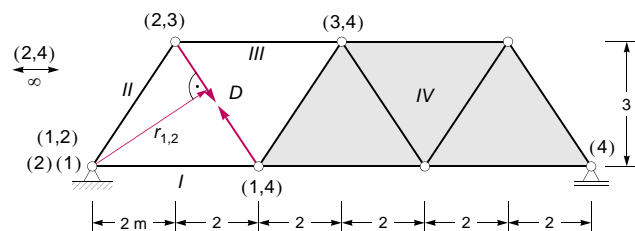
5. Bestimmung des Vorzeichens



- In der Skizze: Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°
- In der Einflusslinie: Winkel unterhalb g_1 und g_2 größer als 180°

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Ermittlung der Einflusslinie für D




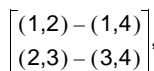
1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

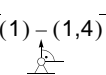
Der Diagonalstab wird geschnitten und die Stabkraft D als äußere Doppelgröße positiv angesetzt.

2. Polplanermittlung

Es werden zunächst in sich unverschiebliche Teile des Fachwerks zu Scheiben zusammengefasst.

(1), (2): , (1,4), (2,3), (3,4): Gelenk

(2,4) 

(4) 

3. Konstruktion der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkt der Geraden unter dem Relativpol. g_1 und g_2 sind parallel, da der Relativpol (2,4) im Unendlichen liegt.

4. Ermittlung der Ordinaten

Die Spreizung im freigeschnittenen Stab muss den Betrag „1“ haben.

$$\text{Relativdrehwinkel } \varphi_{1,2} = \frac{1}{r_{1,2}} = \frac{1}{\frac{12}{\sqrt{13}}} = \frac{\sqrt{13}}{12}$$

$$\varphi_{1,2} = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_2 = \varphi_4$$

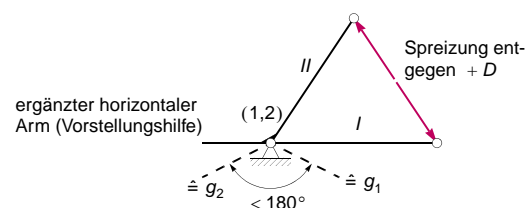
$$\varphi_1 \cdot 4 = \varphi_4 \cdot 8 \Rightarrow \varphi_4 = \varphi_2 = \frac{1}{2}\varphi_1$$

$$\Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{1}{2}\varphi_1 = \frac{\sqrt{13}}{12} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\sqrt{13}}{18}$$

Ordinate unter dem Relativpol (1,4):

$$\varphi_1 \cdot 4 = \frac{\sqrt{13}}{18} \cdot 4 = \frac{2}{9}\sqrt{13}$$

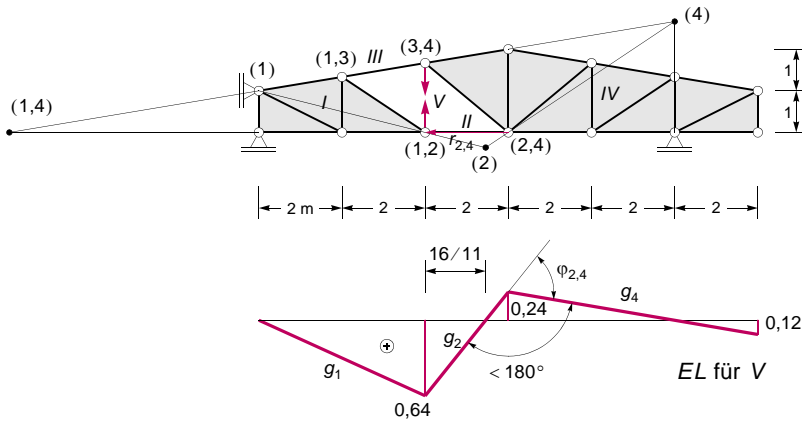
5. Bestimmung des Vorzeichens



- In der Skizze: Winkel unterhalb g_1 und g_2 kleiner als 180°
- In der Einflusslinie: Winkel unterhalb g_1 und g_2 kleiner als 180°

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.

Aufgabe 9.5



1. Durchführung der Lagrangeschen Befreiung

Der Diagonalstab wird geschnitten und die Stabkraft V als äußere Doppelgröße positiv angesetzt.

2. Polplanermittlung

Es werden zunächst in sich unverschiebliche Teile des Fachwerks zu Scheiben zusammengefasst.

(1): (1,2), (1,3), (2,4), (3,4): Gelenk

(1,4) $\begin{bmatrix} (1,2) - (2,4) \\ (1,3) - (3,4) \end{bmatrix}$, (4) $\begin{bmatrix} (1) - (1,4) \\ (4) - (2,4) \end{bmatrix}$, (2) $\begin{bmatrix} (1) - (1,2) \\ (4) - (2,4) \end{bmatrix}$

3. Konstruktion der Einflusslinie

Nullstellen unter den Absolutpolen, Schnittpunkt der Geraden unter dem Relativpol.

4. Ermittlung der Ordinaten

Die Spreizung im freigeschnittenen Stab muss den Betrag „1“ haben.

$$\text{Relativdrehwinkel } \varphi_{2,4} = \frac{1}{r_{2,4}} = \frac{1}{2}$$

$$\varphi_{2,4} = \varphi_2 + \varphi_4$$

$$\varphi_2 \cdot \frac{6}{11} = \varphi_4 \cdot 4 \Rightarrow \varphi_4 = \varphi_2 \cdot \frac{3}{22}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 + \varphi_4 = \varphi_2 + \frac{3}{22}\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{11}{25}$$

Ordinate unter dem Relativpol (1,2):

$$\varphi_2 \cdot \frac{16}{11} = \frac{11}{25} \cdot \frac{16}{11} = \frac{16}{25} = 0,64$$

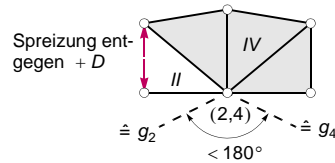
Ordinate unter dem Relativpol (2,4):

$$\varphi_2 \cdot \frac{6}{11} = \frac{11}{25} \cdot \frac{6}{11} = \frac{6}{25} = 0,24$$

Ordinate rechts:

$$\frac{0,24}{2} = 0,12$$

5. Bestimmung des Vorzeichens



- In der Skizze:
Winkel unterhalb g_1 und g_2 kleiner als 180°

- In der Einflusslinie:
Winkel unterhalb g_1 und g_2 kleiner als 180°

Es besteht Übereinstimmung, daher sind die Ordinaten in Lastrichtung positiv.