
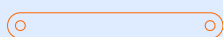


MET   
**STANGEN**  
MEER  
— **STEAM**

# Synthese van Vierstangenmechanismen

**Freek Broeren**

maart 2026

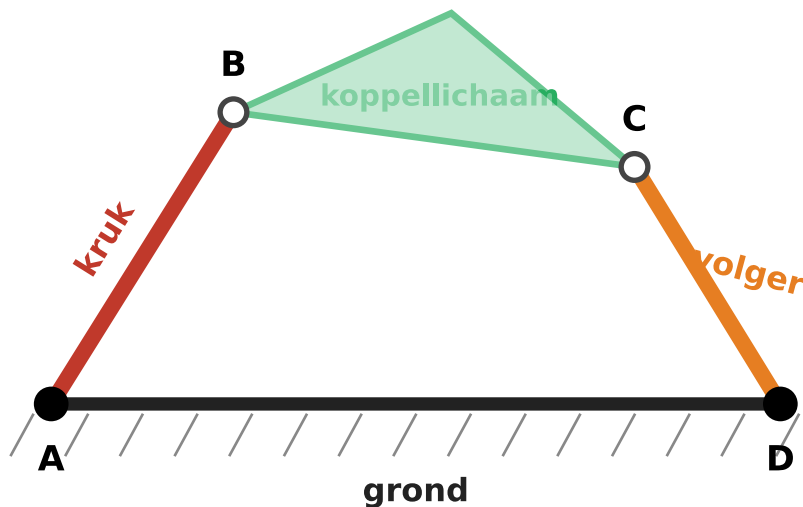


## Een beweging ontwerpen met de driestandenmethode

De meeste mechanismen die we om ons heen zien, zijn vierstangenmechanismen. Ondanks hun eenvoud, zijn de mogelijke bewegingen van deze mechanismen toch erg divers. Hierdoor kan het ontwerpen van een mechanisme dat precies doet wat je wilt een uitdaging zijn. Gelukkig kunnen we op basis van drie gewenste standen van een koppellichaam eenvoudig het bijbehorende mechanisme constueren. De sleutel ligt in een elegante eigenschap van cirkels: drie punten bepalen uniek een middelpunt.

Een vierstangenmechanisme bestaat uit vier stangen die via scharnieren met elkaar verbonden zijn tot een gesloten lus. Eén stang staat vast en heet de **grond**<sup>1</sup>. De twee stangen die aan de grond bevestigd zijn, noemen we de **kruk**<sup>2</sup> en de **volger**<sup>3</sup>. De vierde stang, die kruk en volger aan elkaar koppelt, is het **koppellichaam**<sup>4</sup>.

De constructie heeft precies **één vrijheidsgraad**<sup>5</sup>: zodra de krukhoek vastligt, is de positie van het hele mechanisme bepaald. Daardoor is het eenvoudig aan te drijven – een ronddraaiende motor stuurt het koppellichaam langs een volledig vastgelegd traject.



Figuur 1: De vier onderdelen van een vierstangenmechanisme. De vaste scharnieren A en D zitten op de grond; B en C zijn de bewegende scharnieren.

## Koppelkrommen

Een punt op de kruk of de volger beschrijft een cirkelbaan, wat direct volgt uit het scharnier op de grond. Interessanter is wat er met een punt op het koppellichaam gebeurt: dat beschrijft een algemenere, vaak sierlijke kromme die we de **koppelkromme**<sup>6</sup> noemen. De vorm ervan hangt sterk af van de verhoudingen tussen de stanglengtes en de keuze van het punt op het koppellichaam.

### Interactieve koppelkromme

De vaste scharnieren liggen in  $A = (0, 0)$  en  $D = (d, 0)$  met  $d = 3$ . De kruk  $AB$  heeft lengte  $a$ , de koppelstang  $BC$  lengte  $b = 2,5$  (het koppellichaam is als driehoek afgebeeld), en de

<sup>1</sup>De vaste stang; het referentiekader waaraan alle bewegingen worden gemeten.

<sup>2</sup>De aangedreven stang die een (gedeeltelijke) omwenteling maakt om het vaste scharnier.

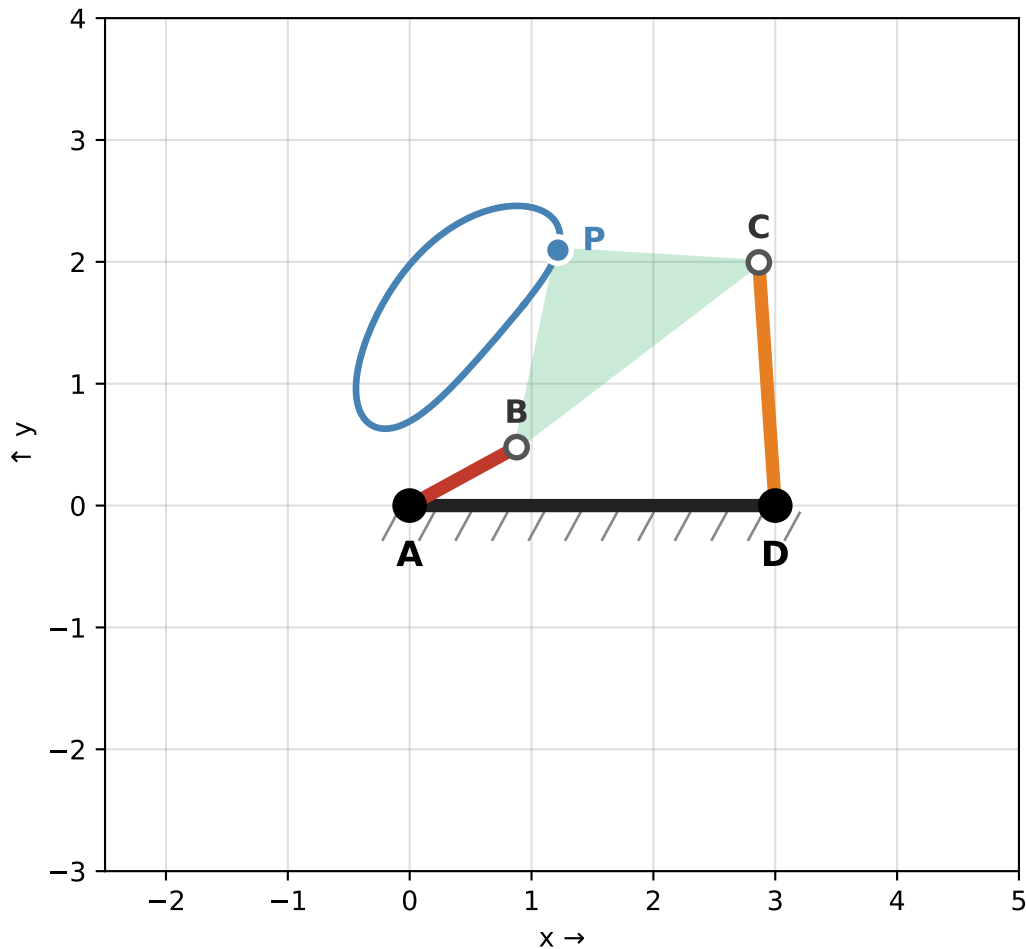
<sup>3</sup>De stang die door het koppellichaam wordt meegenomen en om het andere vaste scharnier draait.

<sup>4</sup>De stang die de beweging overbrengt en waarop het koppelpunt – of het werktuig – zit.

<sup>5</sup>Eén ingangsparameter – de krukhoek – legt de toestand van het hele mechanisme vast.

<sup>6</sup>Het pad dat een punt op het koppellichaam in de vaste ruimte beschrijft bij een volledige omwenteling van de kruk.

volger  $CD$  lengte  $c$ . Het koppelpunt  $P$  ligt vast op het koppellichaam. Pas de sliders aan om de koppelkromme te verkennen.



Figuur 2: Koppelkromme van een vierstangenmechanisme met kruk lengte  $a = 1$  en volger lengte  $c = 2$  (standaardwaarden). De blauwe lijn toont het pad van koppelpunt  $P$  bij een volledige omwenteling van de kruk.

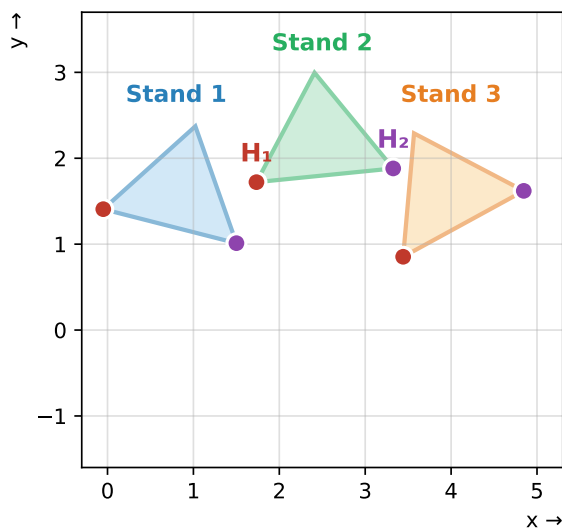
## Drie standen

Naast dat we met een vierstangenmechanisme koppelkrommen kunnen beschrijven, kunnen we het ook gebruiken om een lichaam te positioneren. Het ontwerpen van een mechanisme hiervoor noemen we een **standensynthese**.

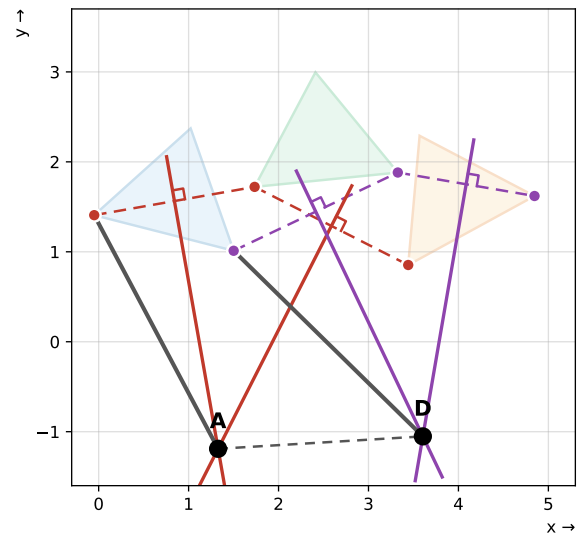
Wanneer we drie gewenste standen kennen – drie posities en oriëntaties van het koppellichaam – kunnen we het bijbehorende vierstangenmechanisme construeren. De sleutel is dat elk scharnierpunt op het koppellichaam altijd op vaste afstand zit van het bijbehorende vaste scharnierpunt op de grond: het beschrijft dus een cirkel. Drie punten bepalen uniek zo'n cirkel, en het middelpunt ervan is het vaste scharnierpunt. Dit leidt tot de volgende constructie:

1. **Kies twee scharnierpunten** op het koppellichaam – de punten waar de kruk en de volger aan het koppellichaam bevestigd worden. De keuze is vrij, maar beïnvloedt het resulterende mechanisme.
2. **Teken voor elke stand** de positie van beide scharnierpunten in de vaste ruimte. Dit geeft per scharnierpunt drie punten, één per stand (zie Figuur 3).
3. **Verbind de drie punten** van elk scharnierpunt **paarsgewijs** met lijnstukken: punt 1 met punt 2, en punt 2 met punt 3. Dit geeft twee lijnstukken per scharnierpunt.
4. **Teken de middelloodlijn** van elk lijnstuk. De twee middelloodlijnen per scharnierpunt snijden elkaar in precies één punt (zie Figuur 4).
5. **Dit snijpunt** is het middelpunt van de cirkel door de drie punten en daarmee het **vaste scharnierpunt** op de grond.

Hiermee zijn beide vaste scharnierpunten gevonden. Verbind elk ervan met het bijbehorende scharnierpunt op het koppellichaam – in één van de drie standen – om de lengte en oriëntatie van de twee stangen te bepalen.



Figuur 3: **Stap 1-2** – Kies twee scharnierpunten op het koppellichaam ( $H_1$  en  $H_2$ ) en teken hun posities voor elk van de drie standen (driehoeken).  $H_1$  is rood,  $H_2$  paars weergegeven.



Figuur 4: **Stap 3-5** – Verbind de scharnierpunten paarsgewijs (gestreepte lijnen) en teken de middelloodlijnen (doorgetrokken). De hoekjes markeren de loodstand. De twee middelloodlijnen per scharnierpunt snijden elkaar in het vaste scharnierpunt A respectievelijk D. De grijze lijnen tonen het gevonden mechanisme in stand 1.

## Lesideeën

### Een ladekast

Een leuke toepassing van de driestandensynthese die we hierboven uitgelegd hebben, is het ontwerpen van een keukenkast voor in de hoek van een keuken. Hier hebben wij [een werkblad](#) voor gemaakt.

Een voorbeeld van dit type ladekast zie je in deze video:

<https://www.youtube.com/watch?v=7gZayE8XasU>

Figuur 5: Deze video laat een hoekkast zien die pannen uit de hoek van een keukenkast laat komen door middel van een vierstangenmechanisme. M