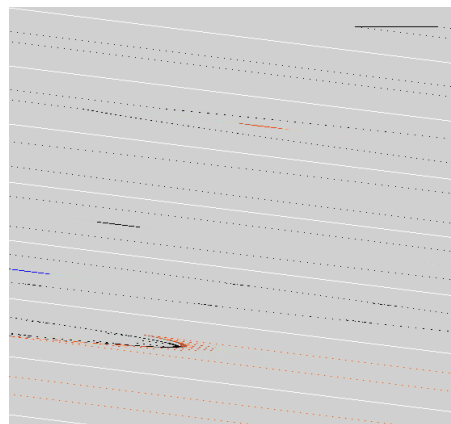
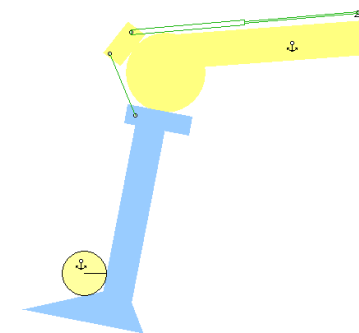


# Stabiliteit en mobiliteit van een gewricht

## de rol van spieren en ligamenten

Aad Lagerberg

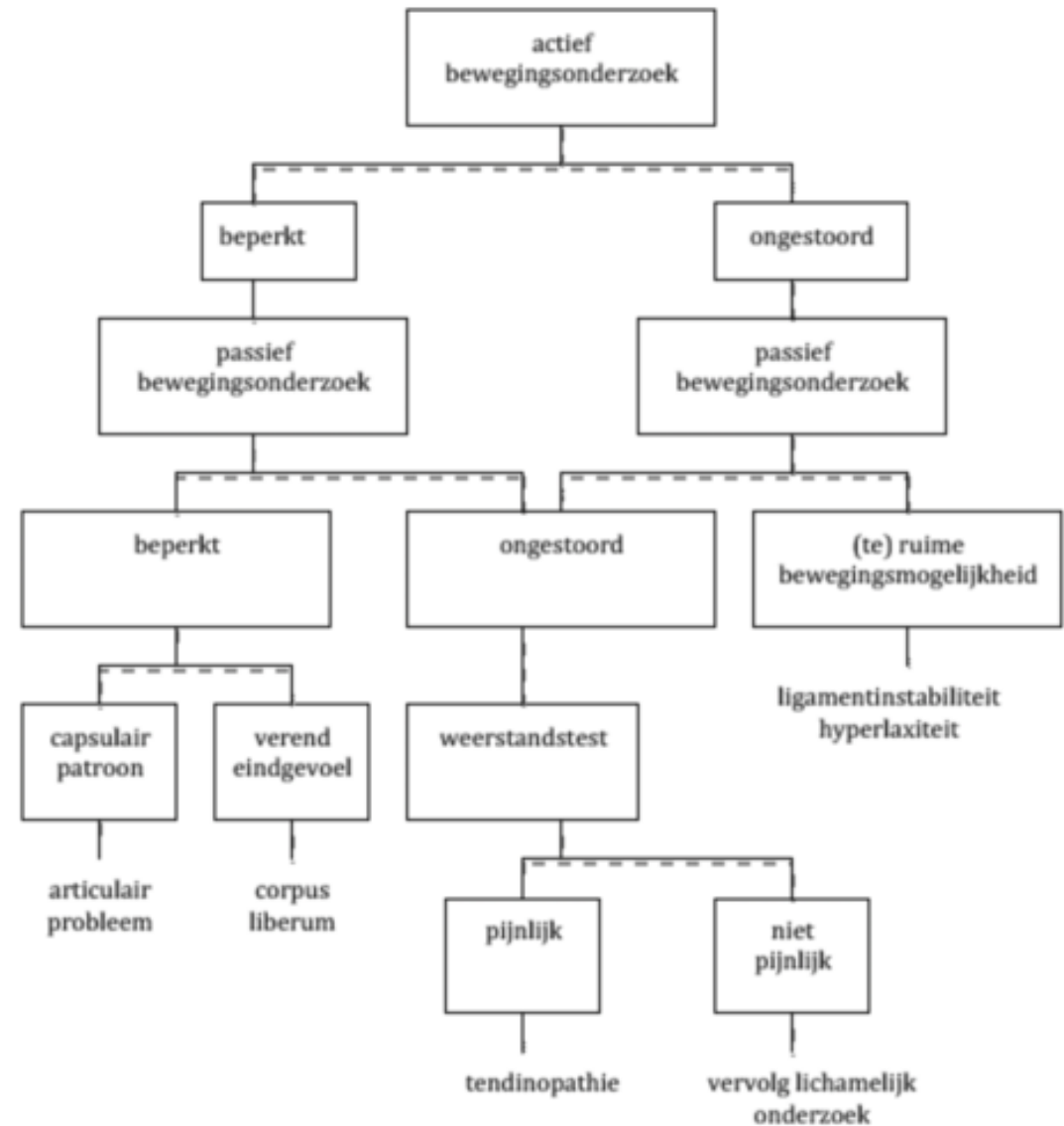
17-11-2025



DE HAAGSE  
HOGESCHOOL

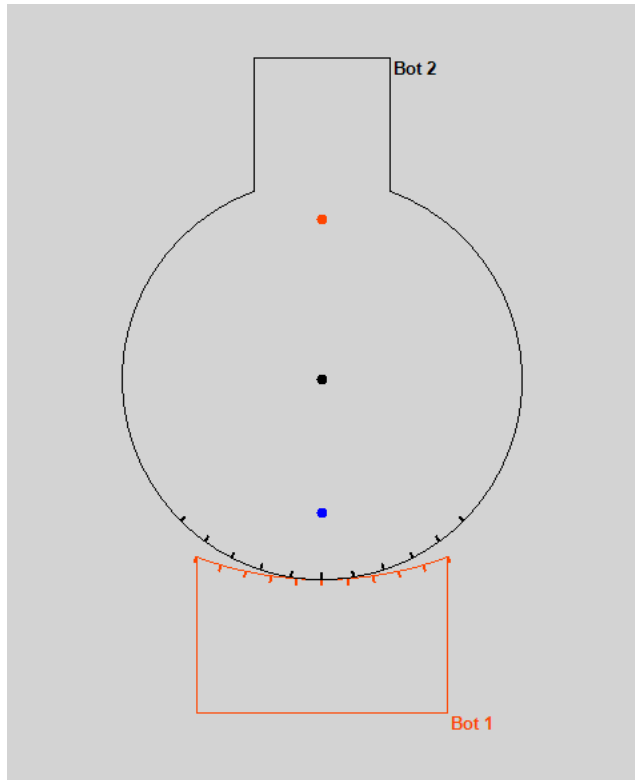
# Actief en passief bewegingsonderzoek

## Welke conclusies kun je eraan verbinden?



Opfrissen: Arthrokinematica:

Vorm en functie van een gewricht



Herre Faber

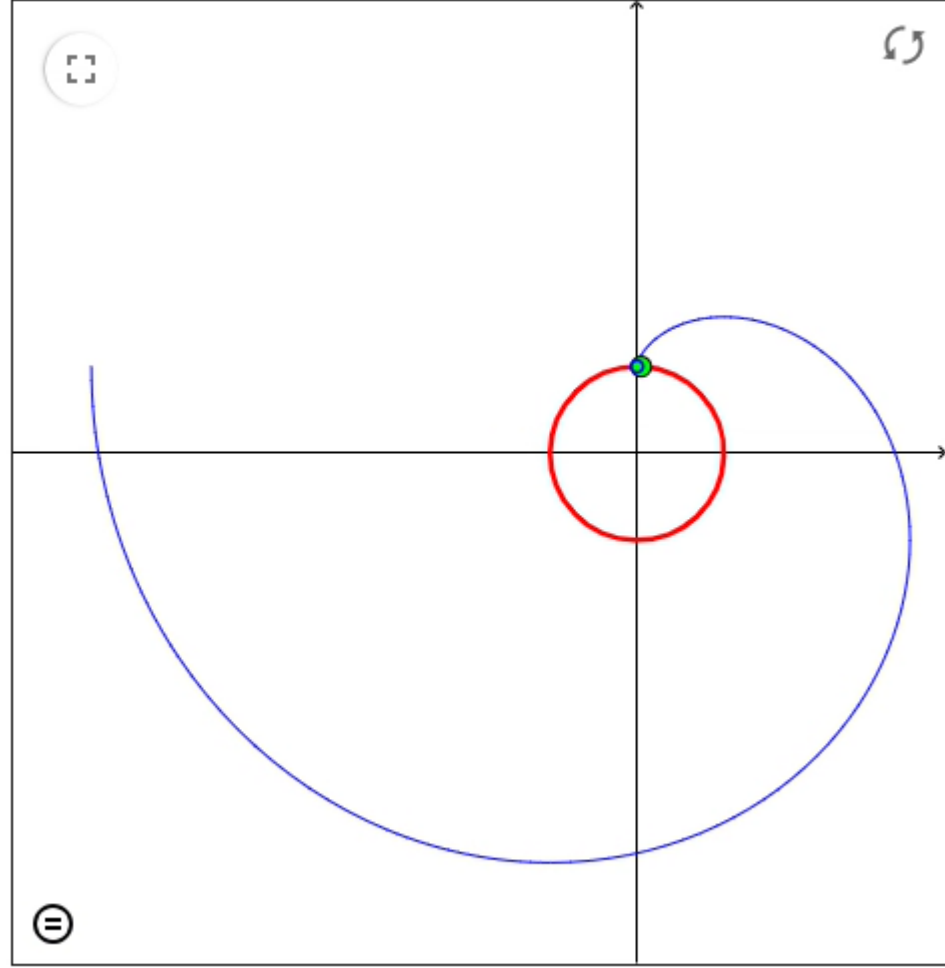


Chris Riezebos

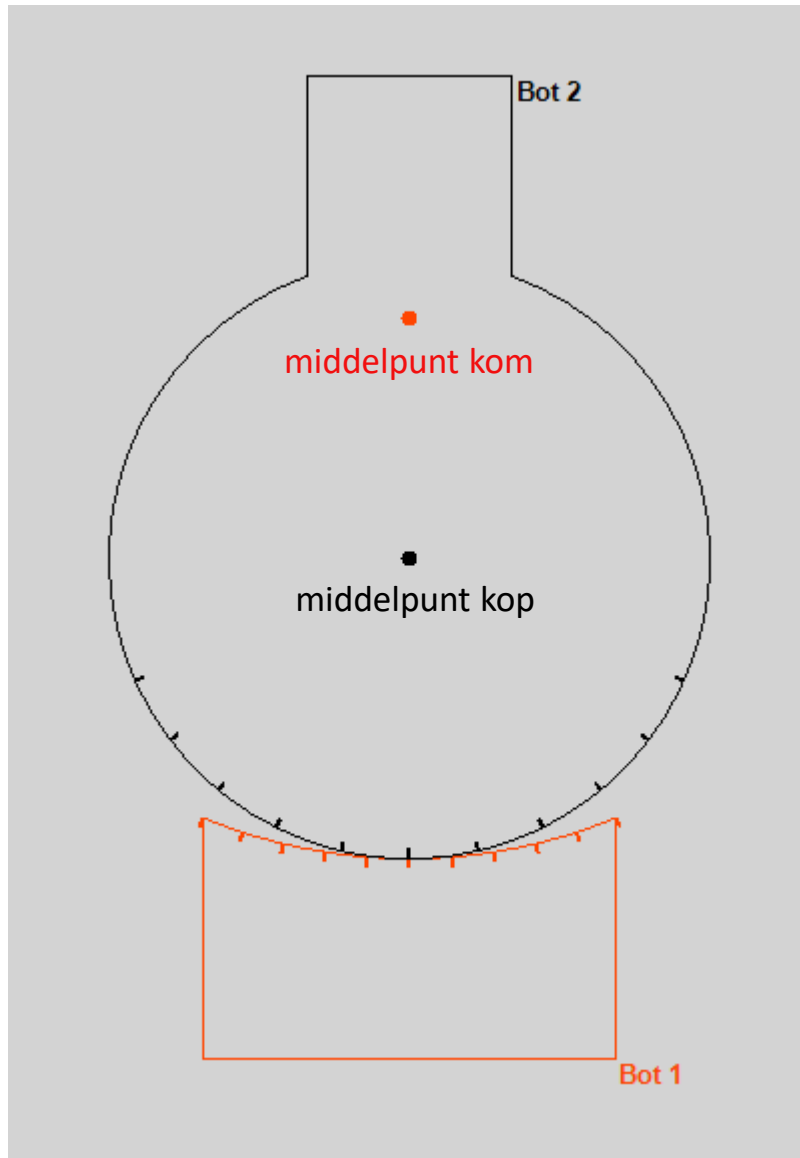


Vorm





# Functie (kinematisch)

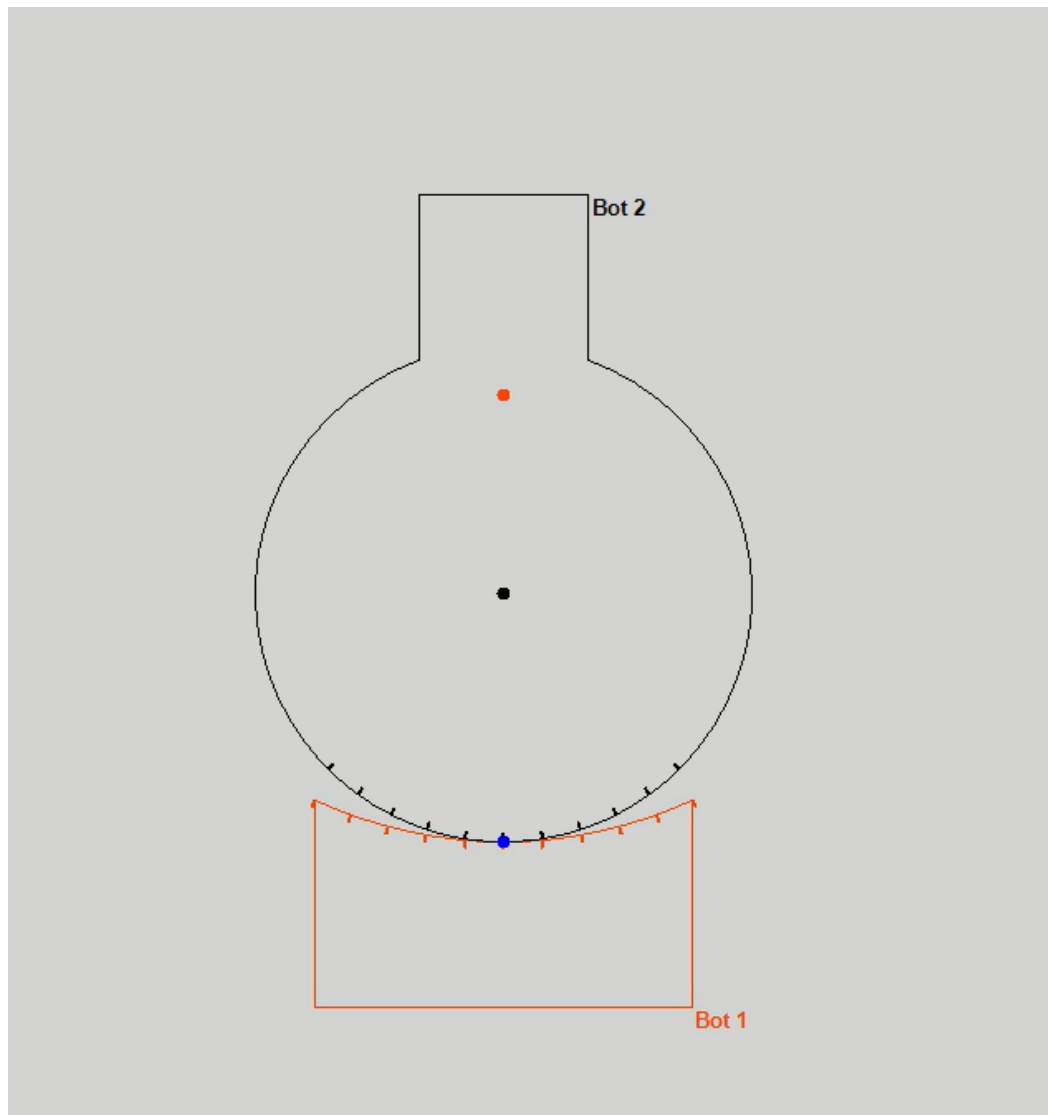


Vereenvoudigd cirkelvormig gewrichtsmodel.  
De evolute van de kop en de kom bestaat hier  
uit slechts een punt (de middelpunten van de cirkels).

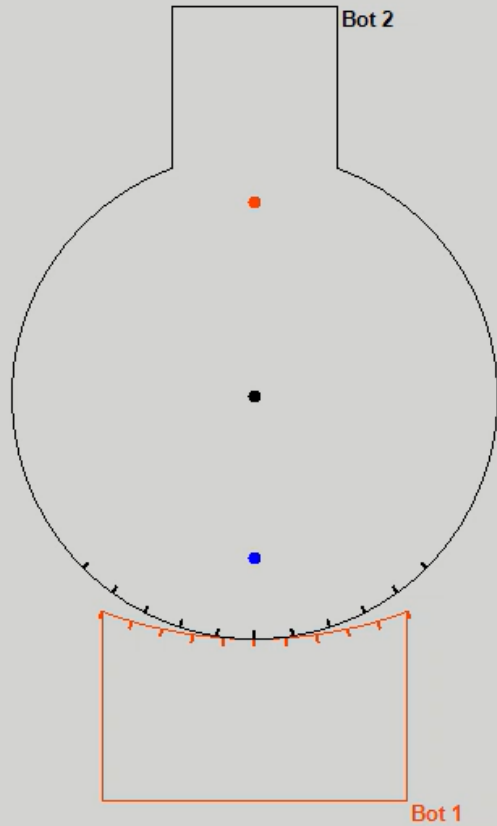
De ligging van het draaipunt in een gewricht past bij de  
verhouding van de kraakbeenlengtes op kop en kom.

In de meeste gewrichten is de kraakbeenlengte op de kop  
groter dan op de kom.

Wat betekent dat voor de ligging van het draaipunt?



Draaipunt in het contactpunt = rollen  
Afgelegde weg op kop en kom gelijk.

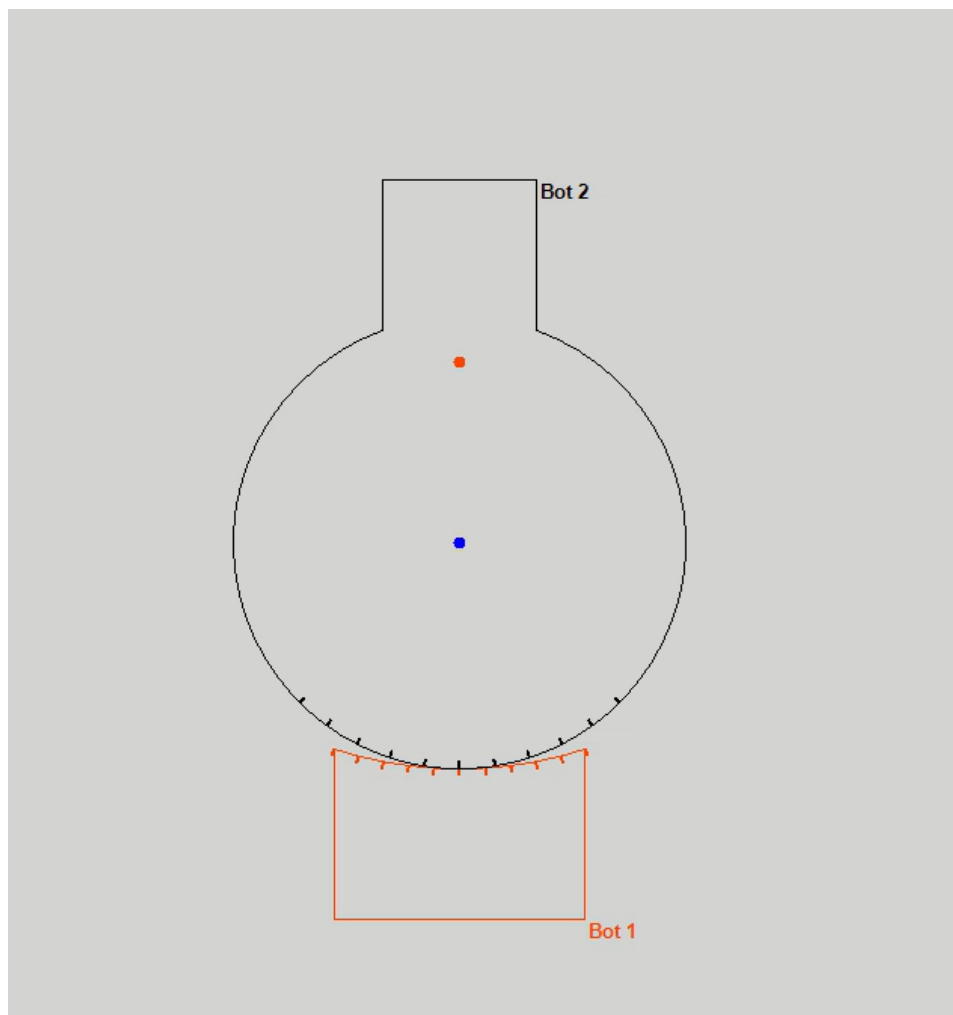


Draaipunt tussen contactpunt en middelpunt kop

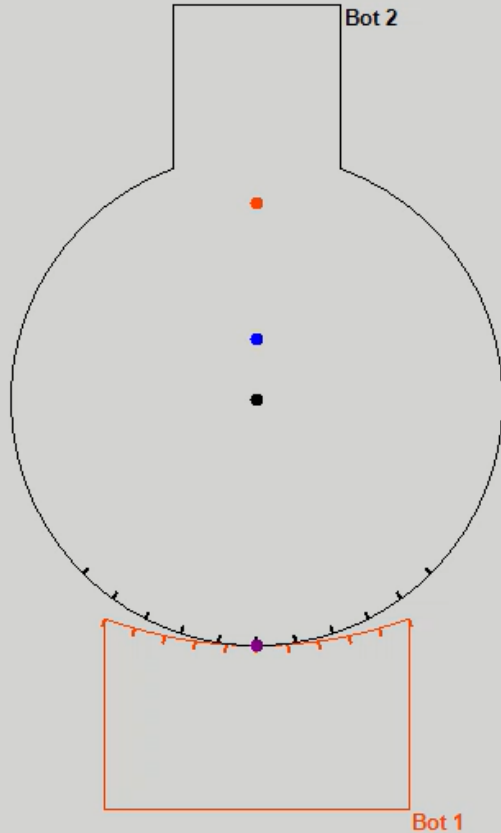
Afgelegde weg op kop is groter dan op de kom

Homolateraal bewegen.

Contactpunt op kop en kom verplaatst in dezelfde richting



Draaipunt in het middelpunt van de kop: zuiver slippen  
Contactpunt op de kom blijft ongewijzigd.



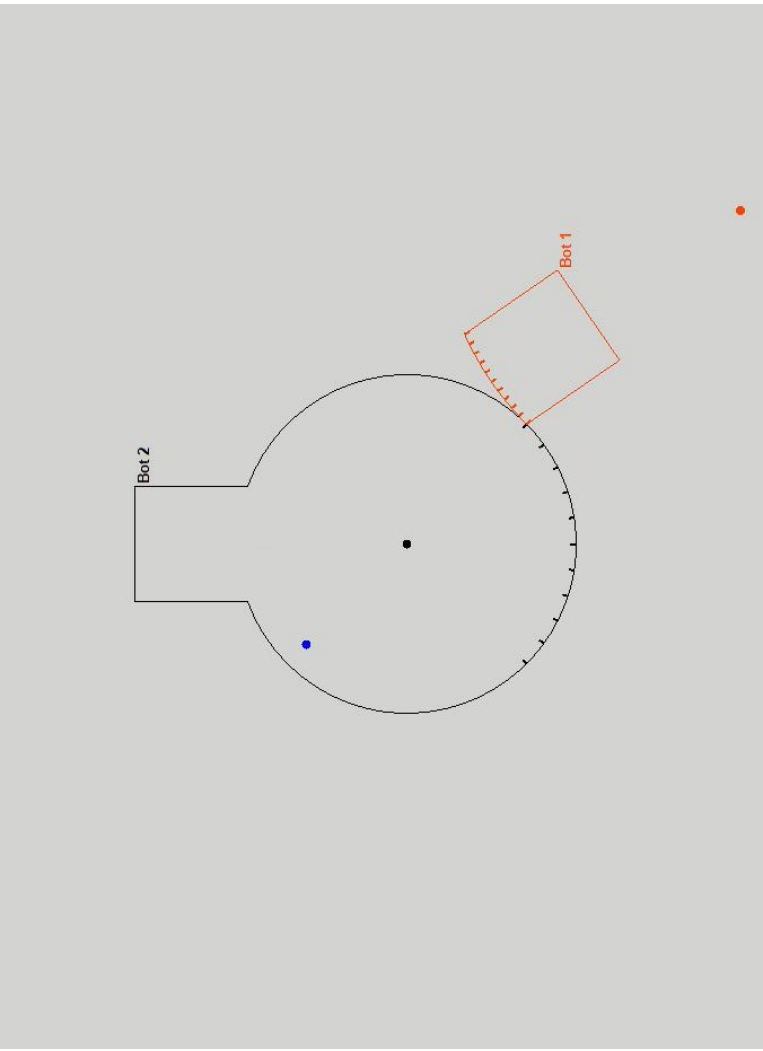
Draaipunt tussen middelpunt kop en kom

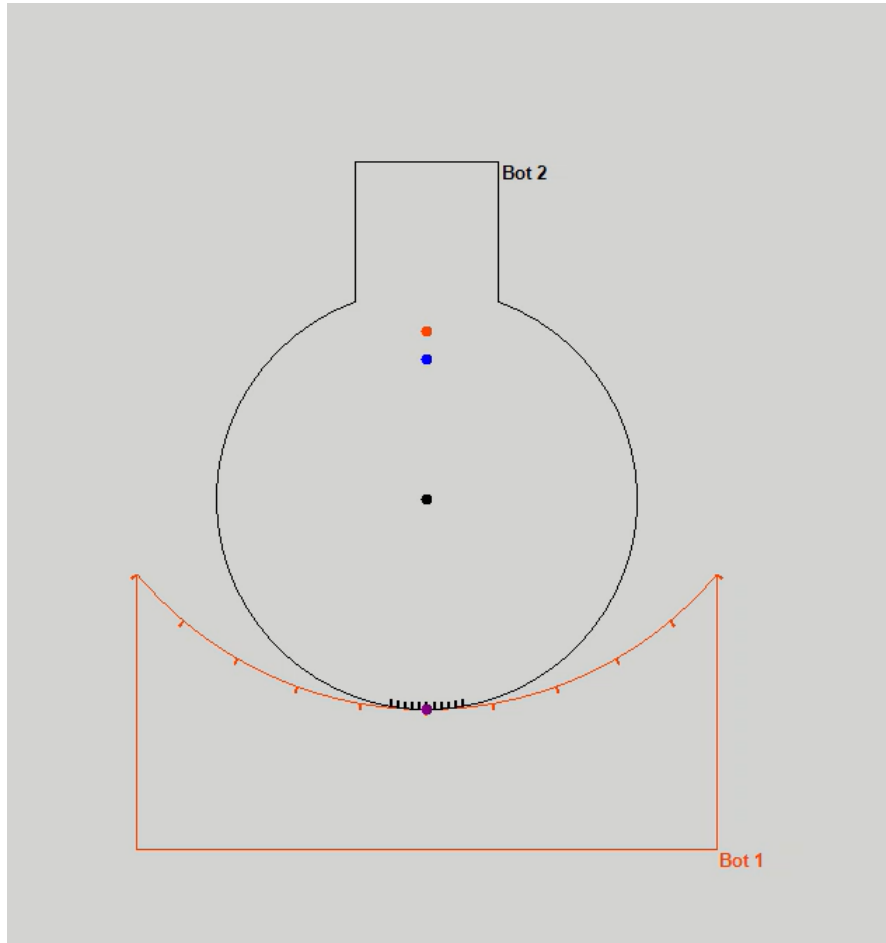
Afgelegde weg op kop en kom kan wisselen (afh van de hoogte van het draaipunt)

Heterolateraal bewegen:

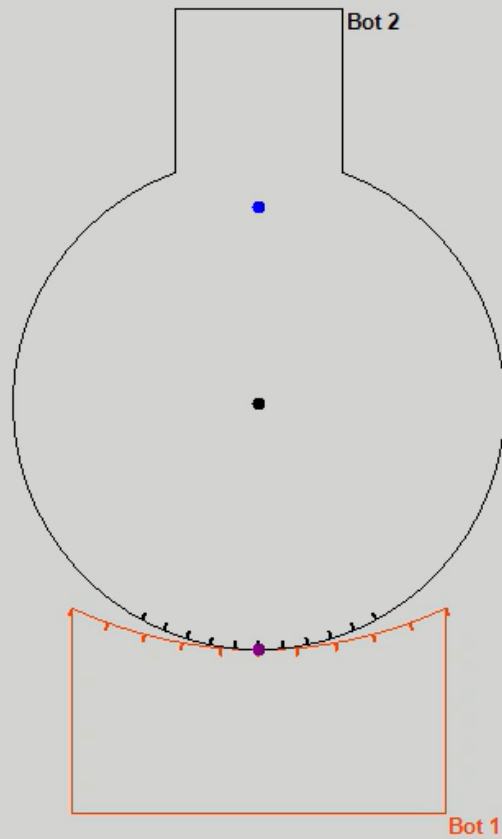
Contactpunt op kop en kom verplaatst in tegengestelde richting



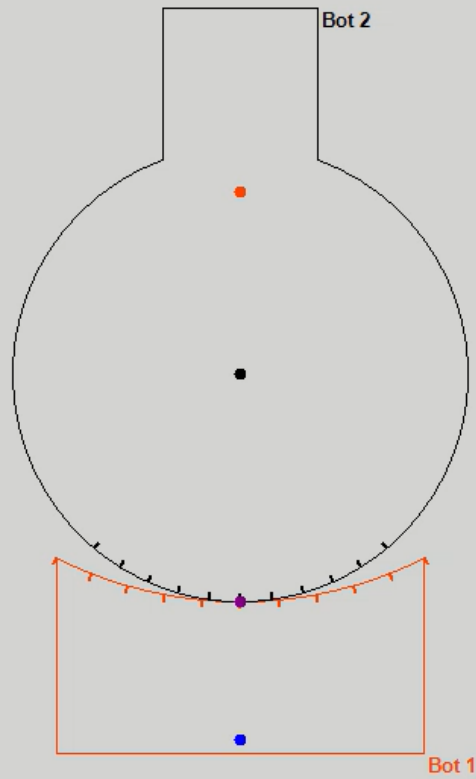




Draaipunt nog steeds tussen middelpunt kop en kom  
Maar nu dicht bij het middelpunt van de kom.

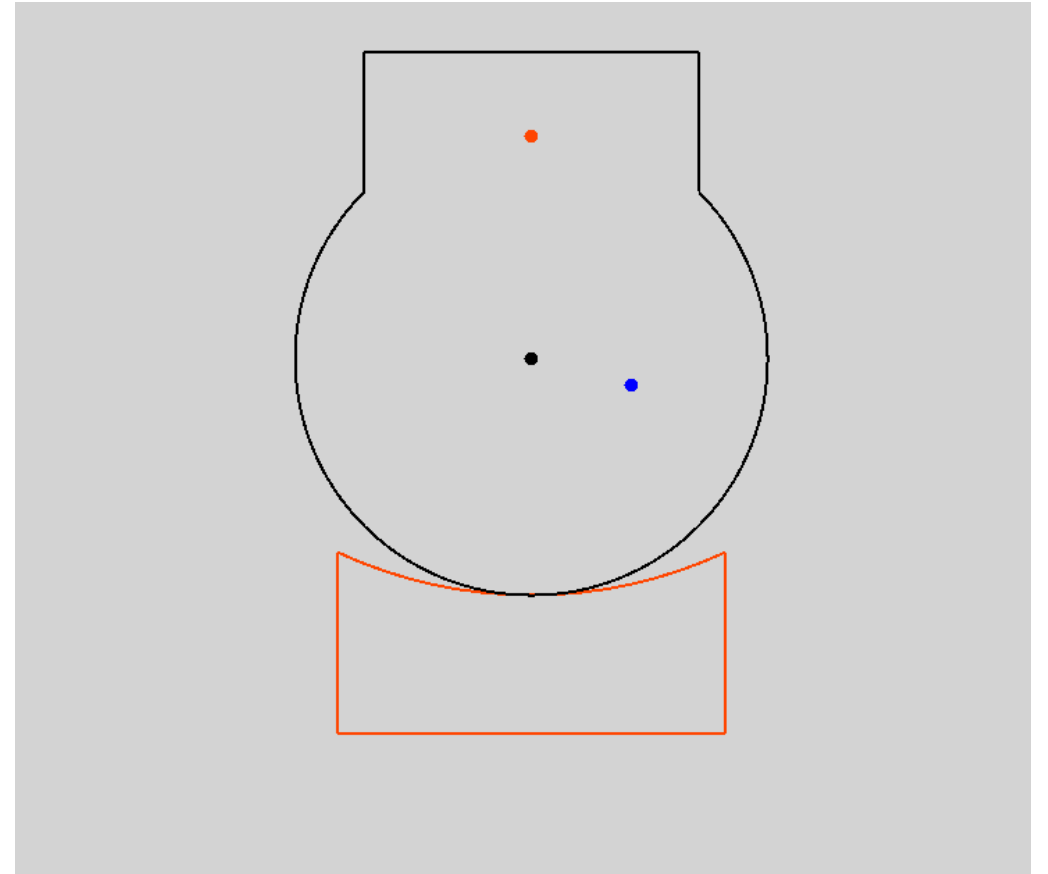


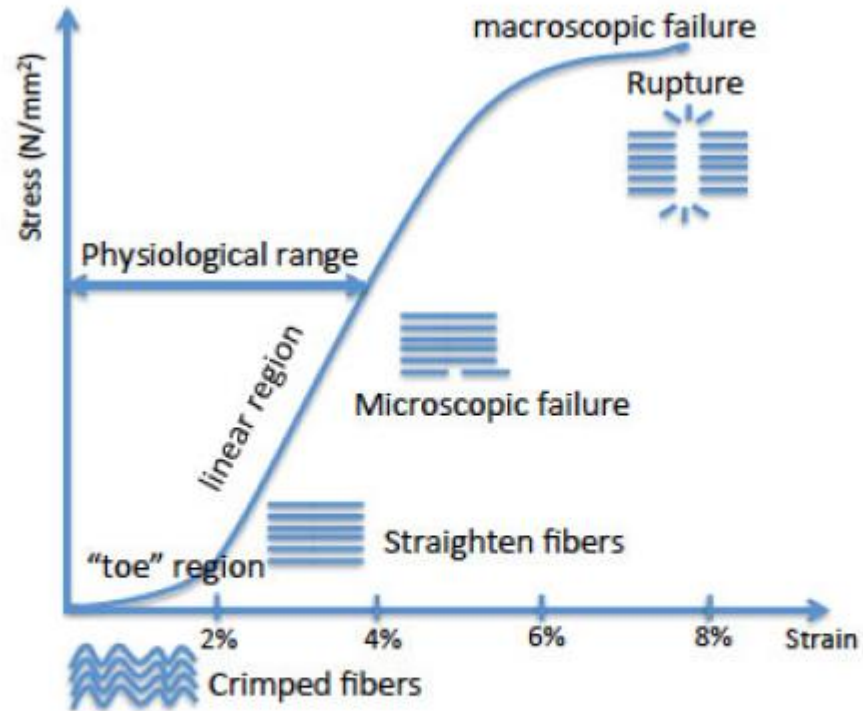
Draaipunt in middelpunt kom: Schuif  
Het contactpunt op de kop blijft ongewijzigd.



Draaipunt onder het contactpunt (in de kom)  
Afgelegde weg op de kom groter dan op de kop  
Homolateraal bewegen.

Draaipunten zijn er niet vanzelf. Ze moeten worden opgelegd.





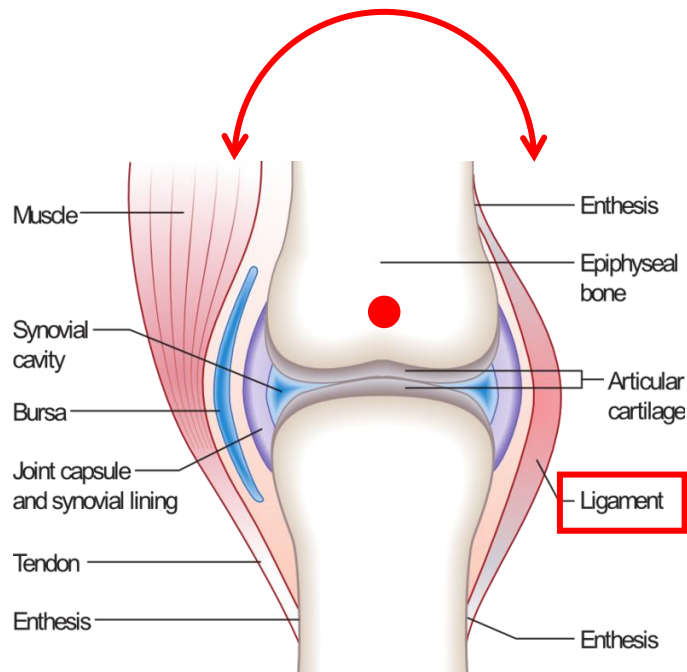
Fysiologische verlenging van ligamenten bedraagt ongeveer 4%

4% van 3 cm = 1,2 mm verlenging

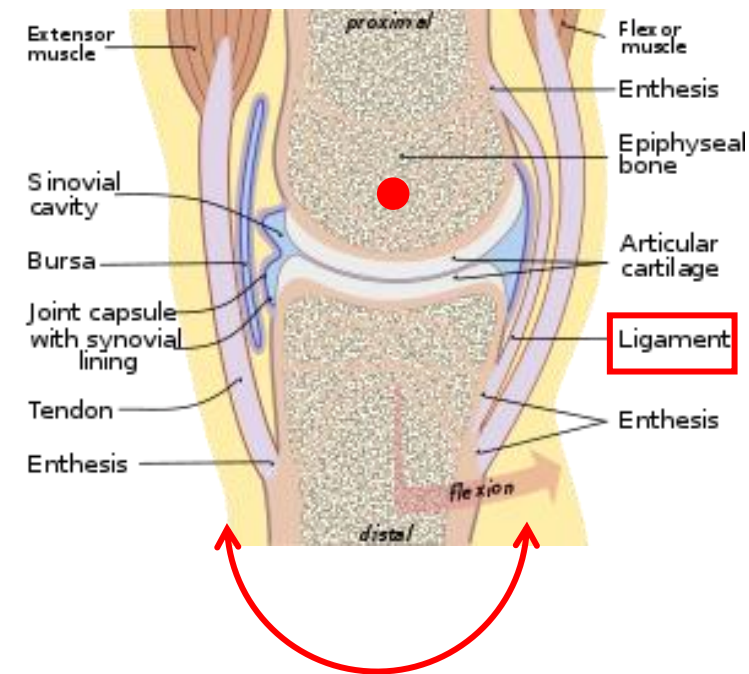
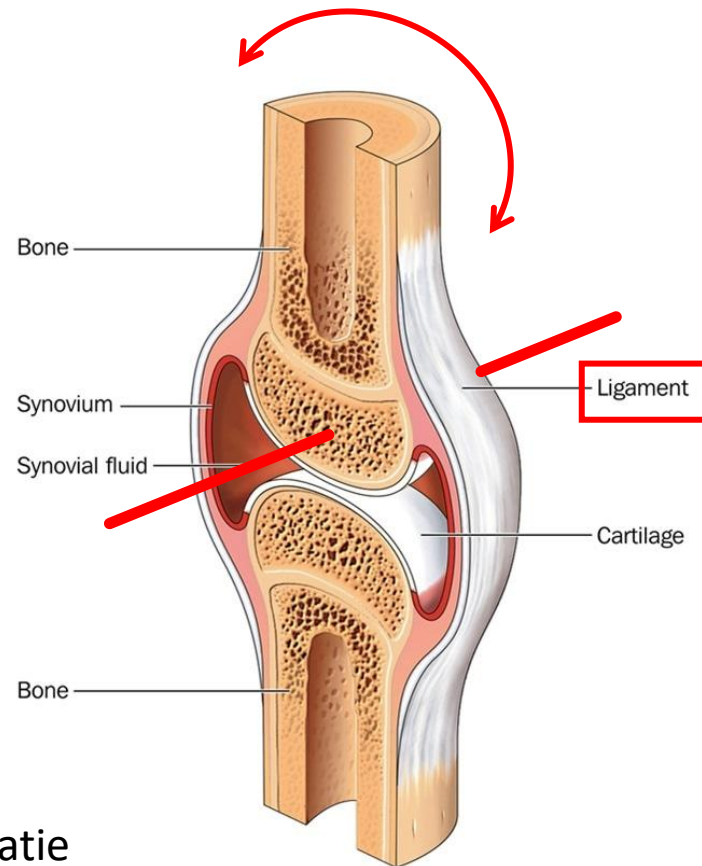
Vergelijkbaar met een nylon koord.



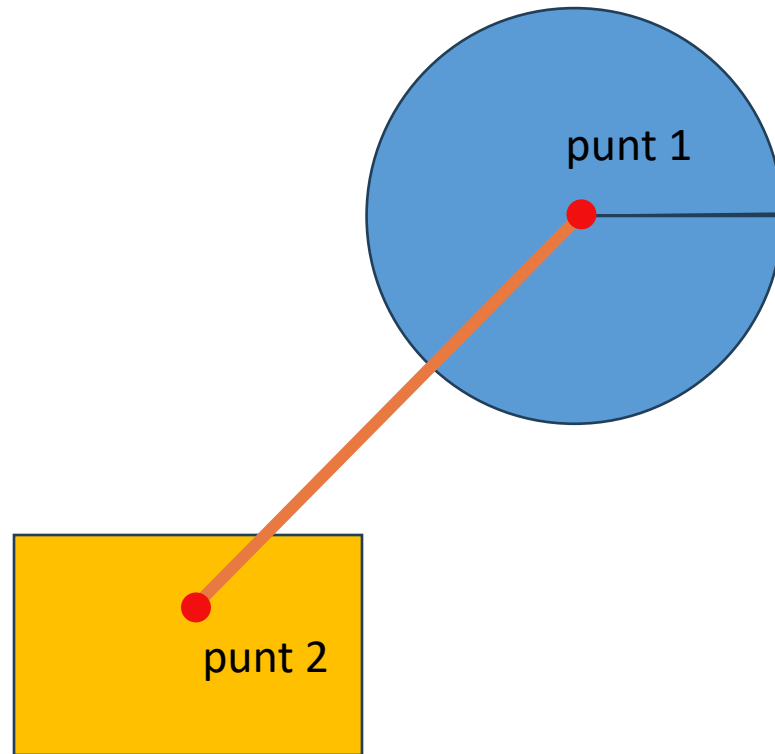
Figure 5: Typical stress-strain curve for tendons and ligaments.



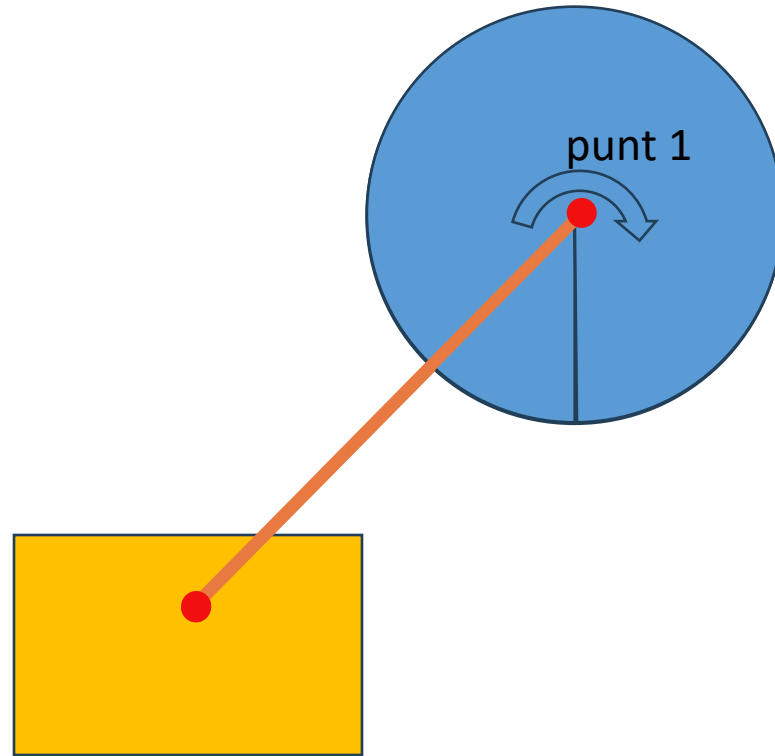
**Zo dus niet !!**



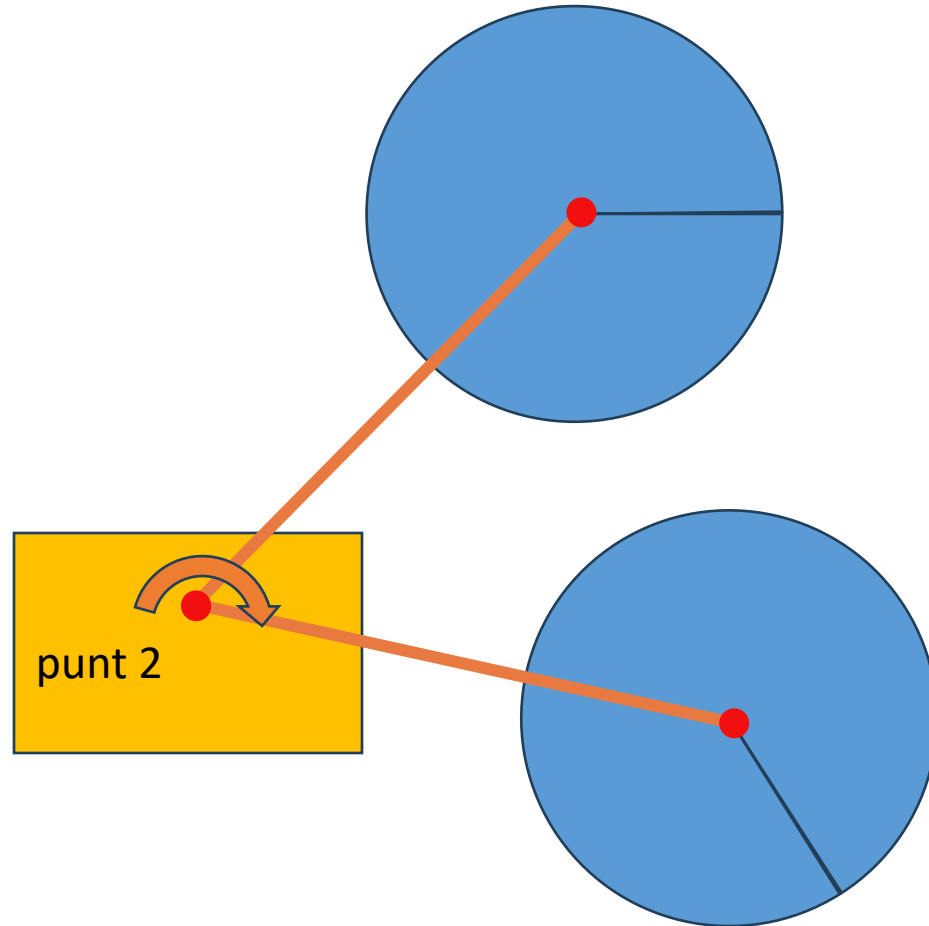
De ligamenten liggen hier op enige afstand van het draaipunt en zouden dus flink moeten verlengen/verkorten bij een rotatie



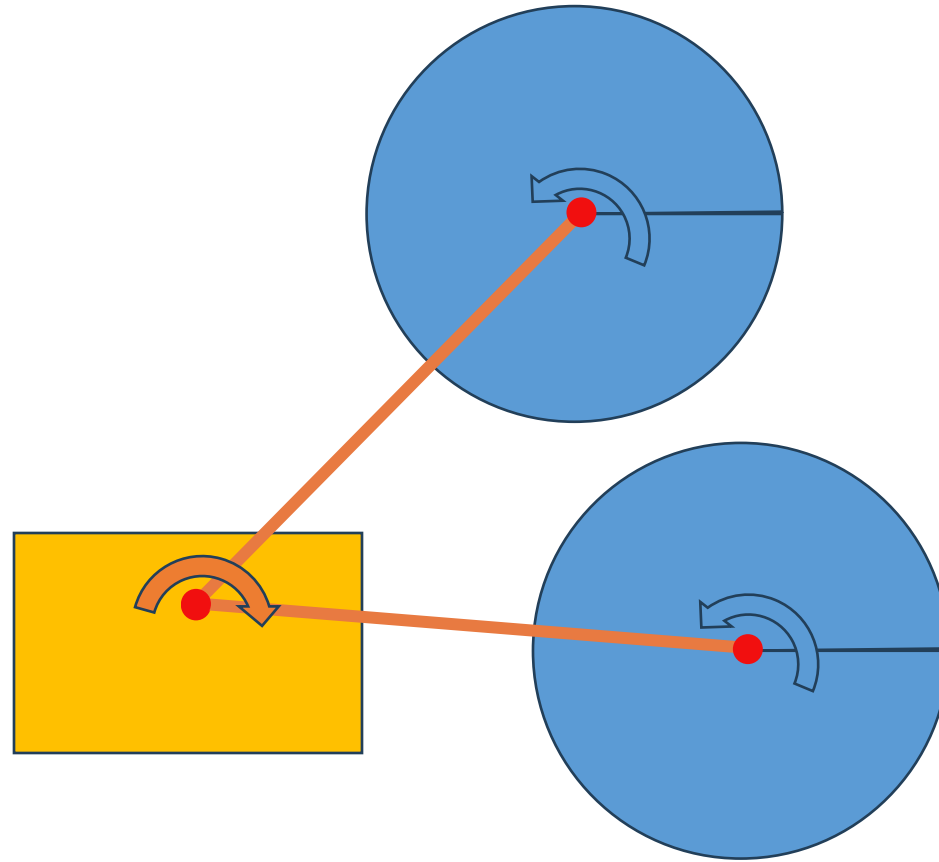
Waar kan het draaipunt liggen van de cirkel dat als die via een niet verlengbaar ligament aan een ander element vastzit?



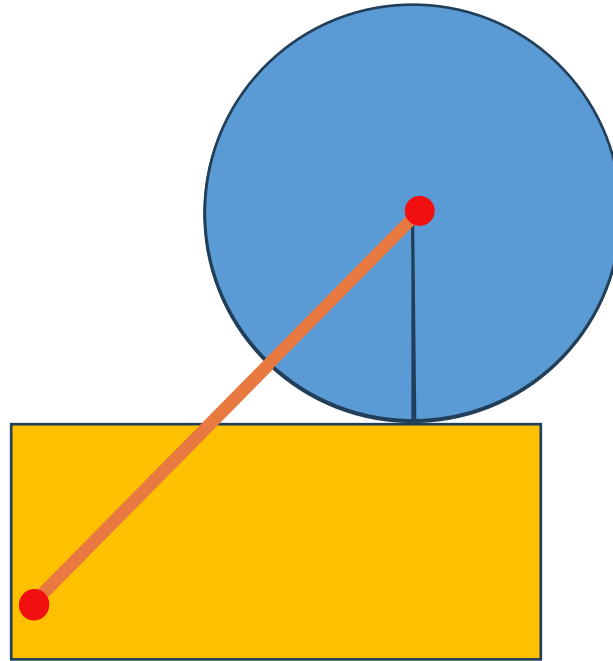
Draaien om punt 1



Draaien om punt 2

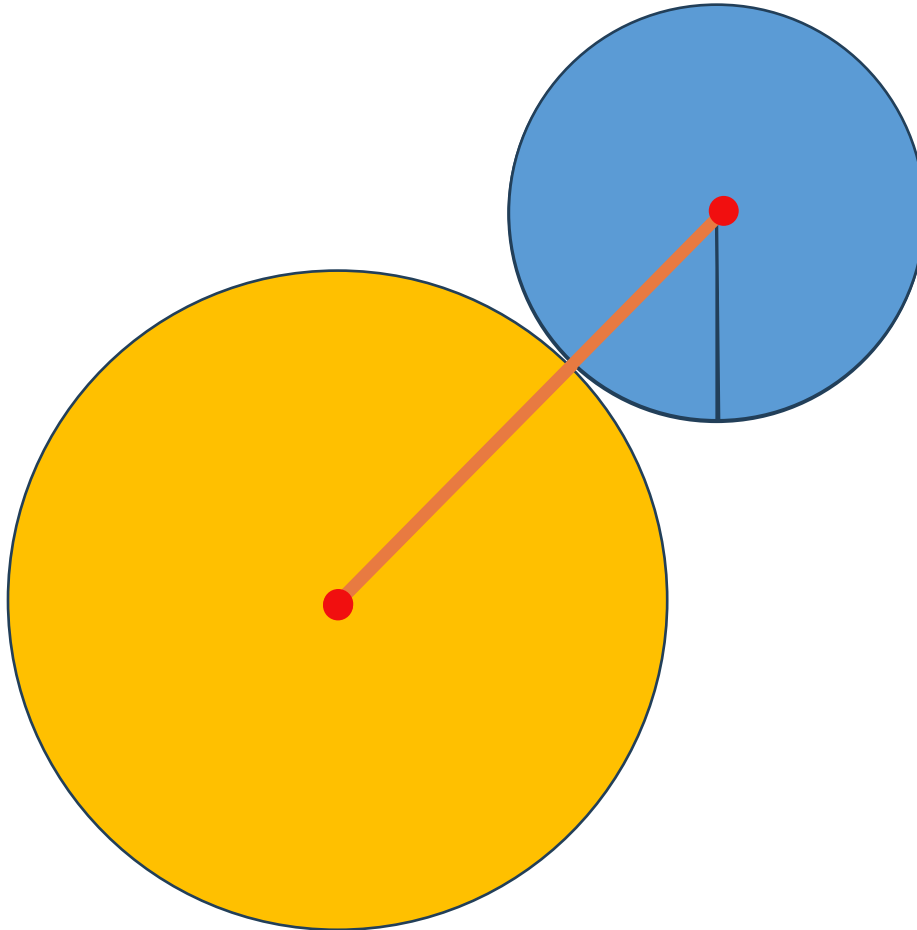


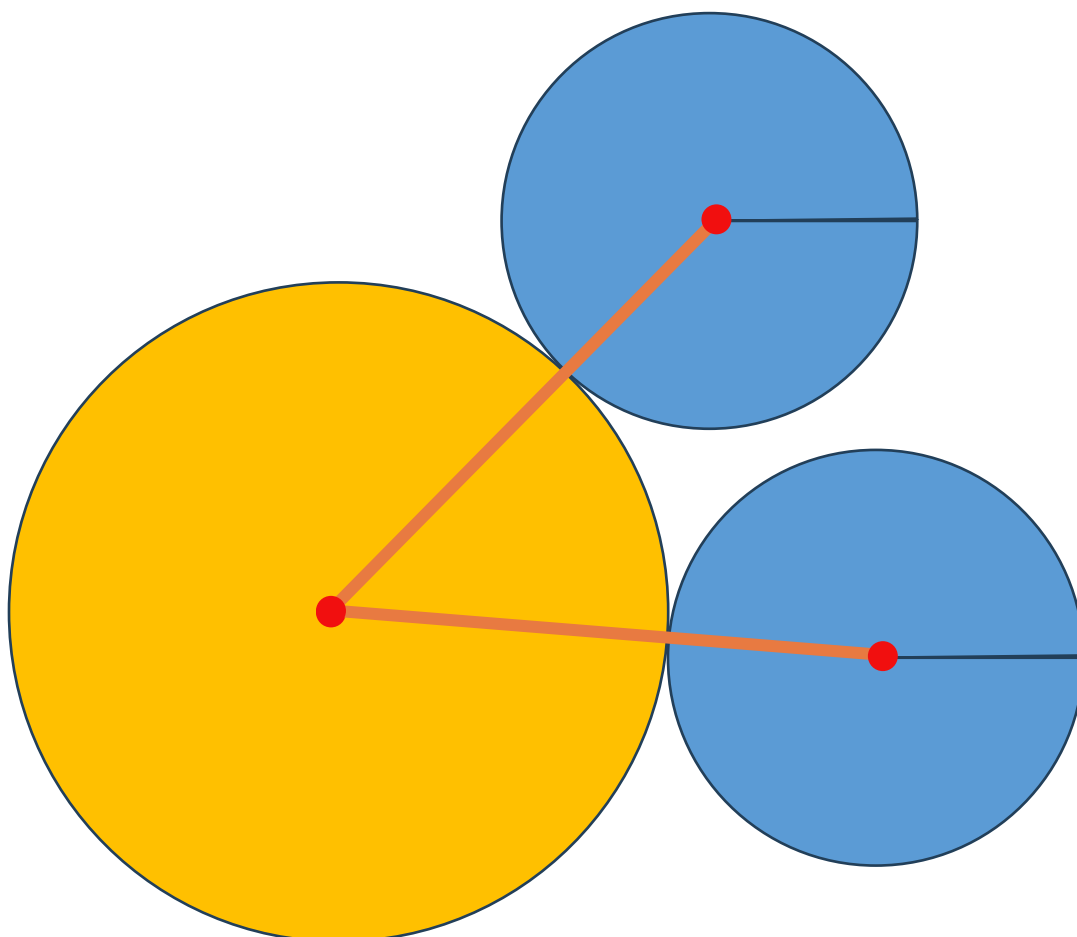
Tegengesteld draaien om punt 1 en 2



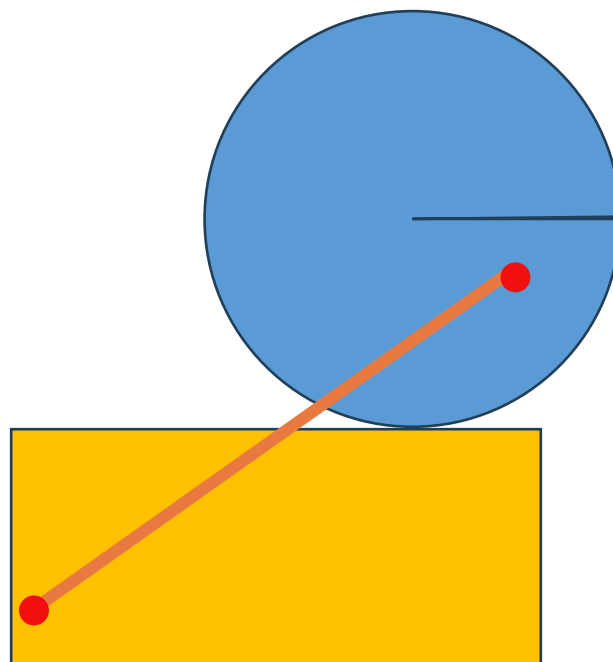
Wat is er nog mogelijk als er een contactpunt is tussen de twee elementen?

Wat is er mogelijk als het touw de twee centra van rakende cirkels verbindt?

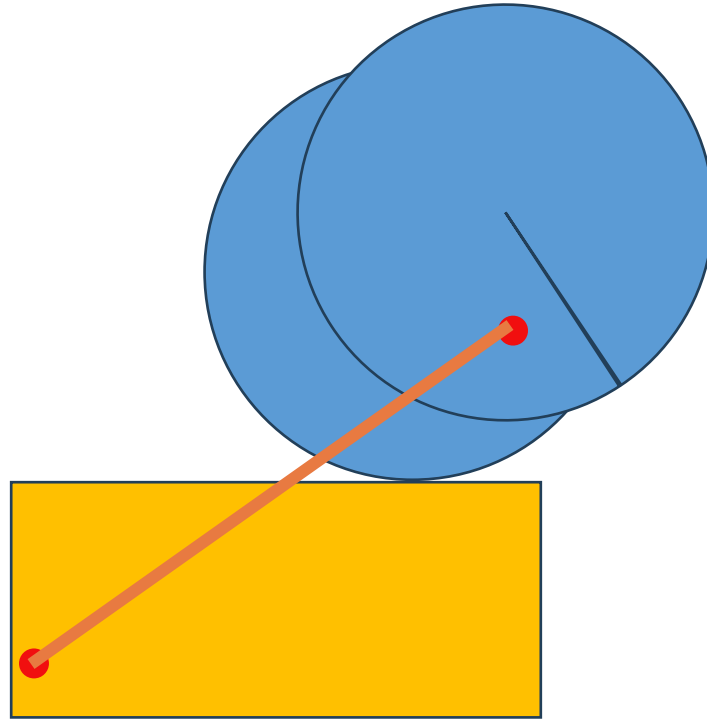




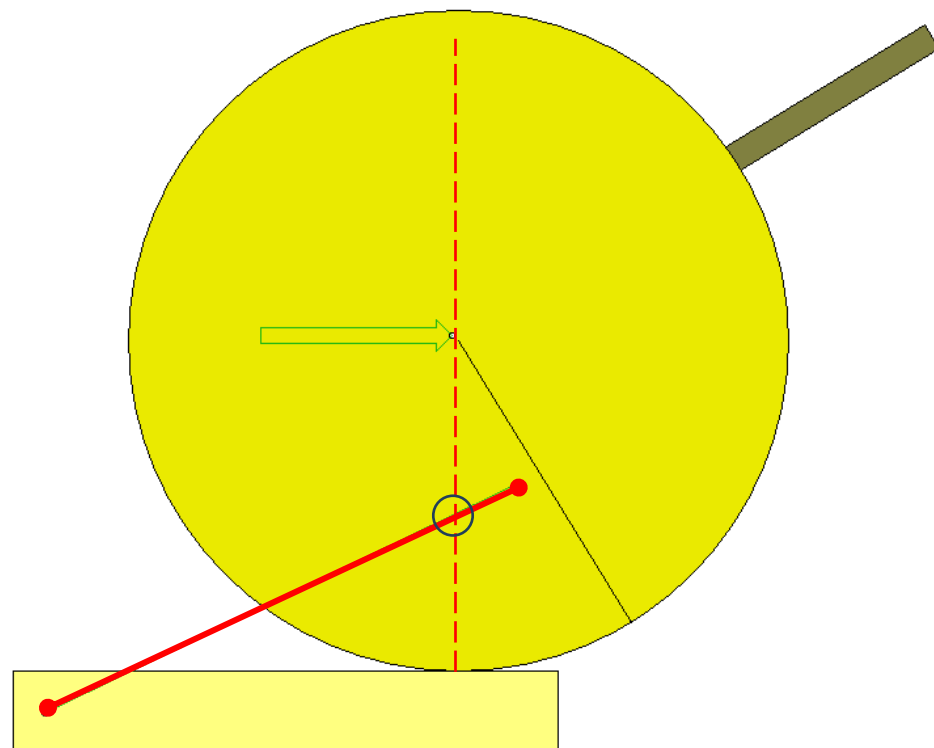
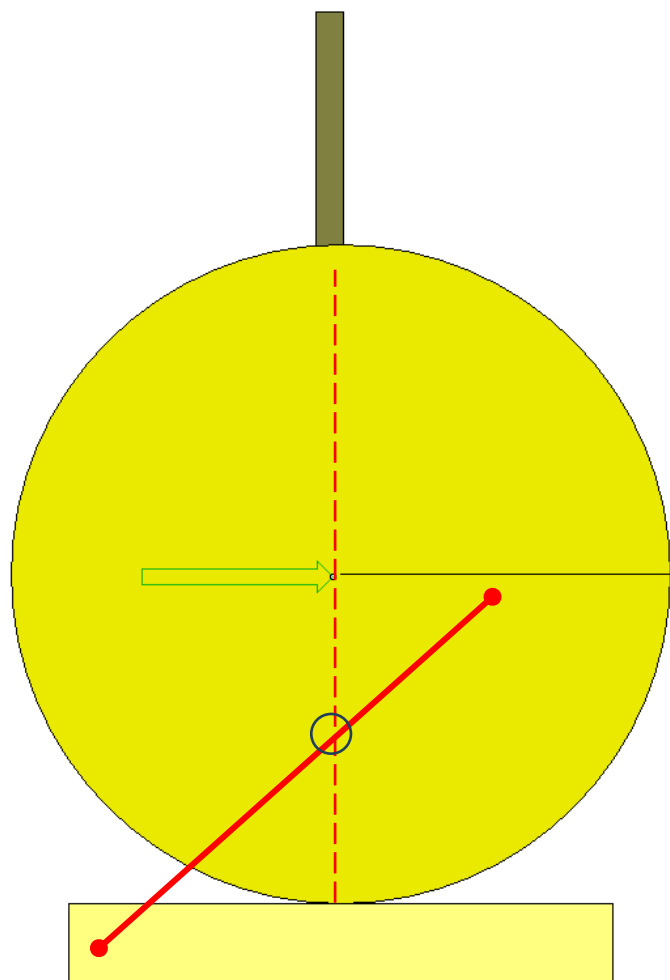
Tegengesteld draaien om punt 1 en 2



En nu? Kan de cirkel nog roteren en toch in contact blijven?



En nu? Kan de cirkel nog roteren en toch in contact blijven?



De spankracht in een ligament levert wel een kracht op de botstukken waarmee het verbonden is, maar geen moment over het gewricht tussen die twee botten.

Die spanning kan wel variëren.

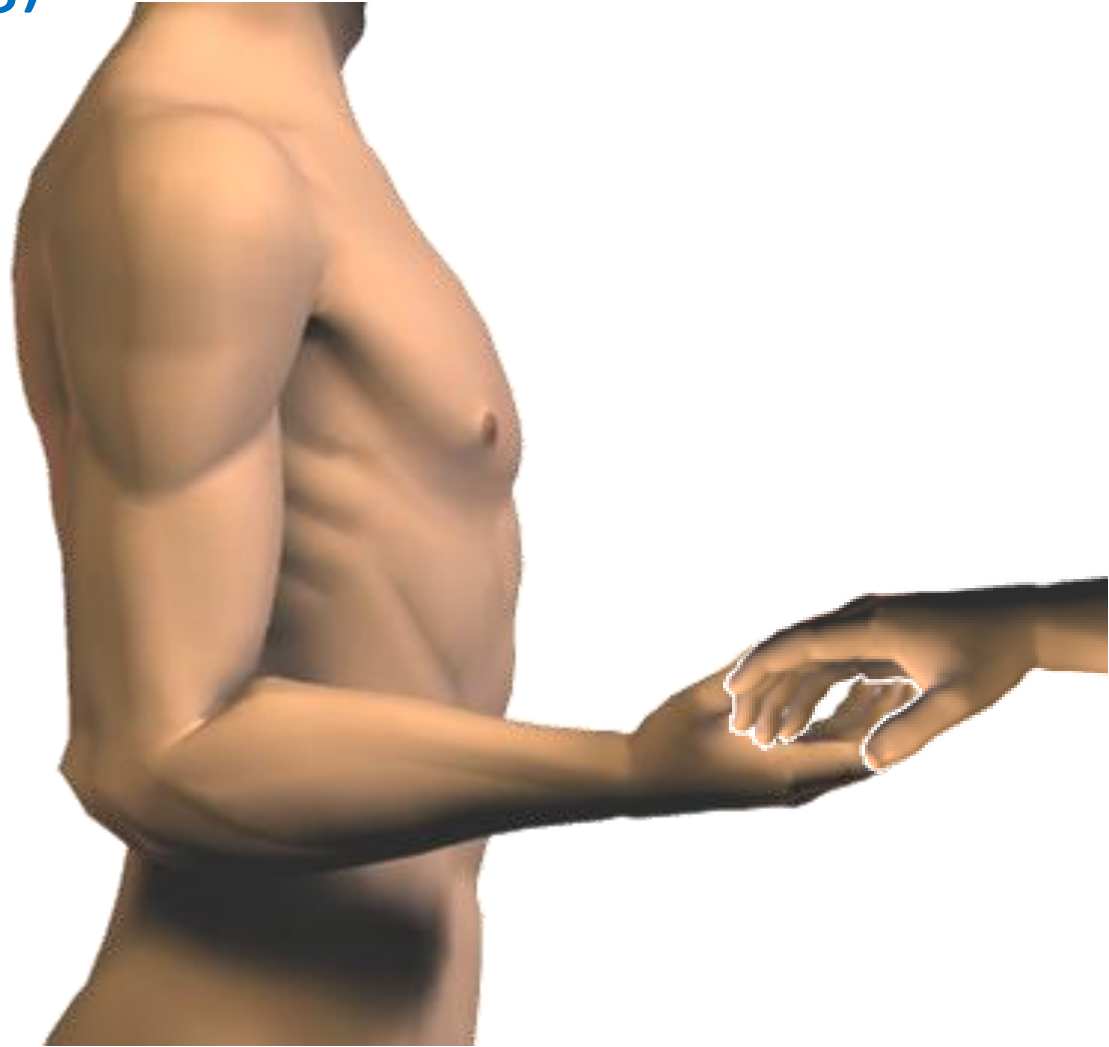
Taakverdeling rond het gewricht:

Spiereen leveren de momenten

Ligamenten zorgen ervoor dat er ook krachtenevenwicht heerst

Welke factoren bepalen de spankracht in een ligament?

## Functie (bekrachtiging)



## MOMENTEN EVENWICHT

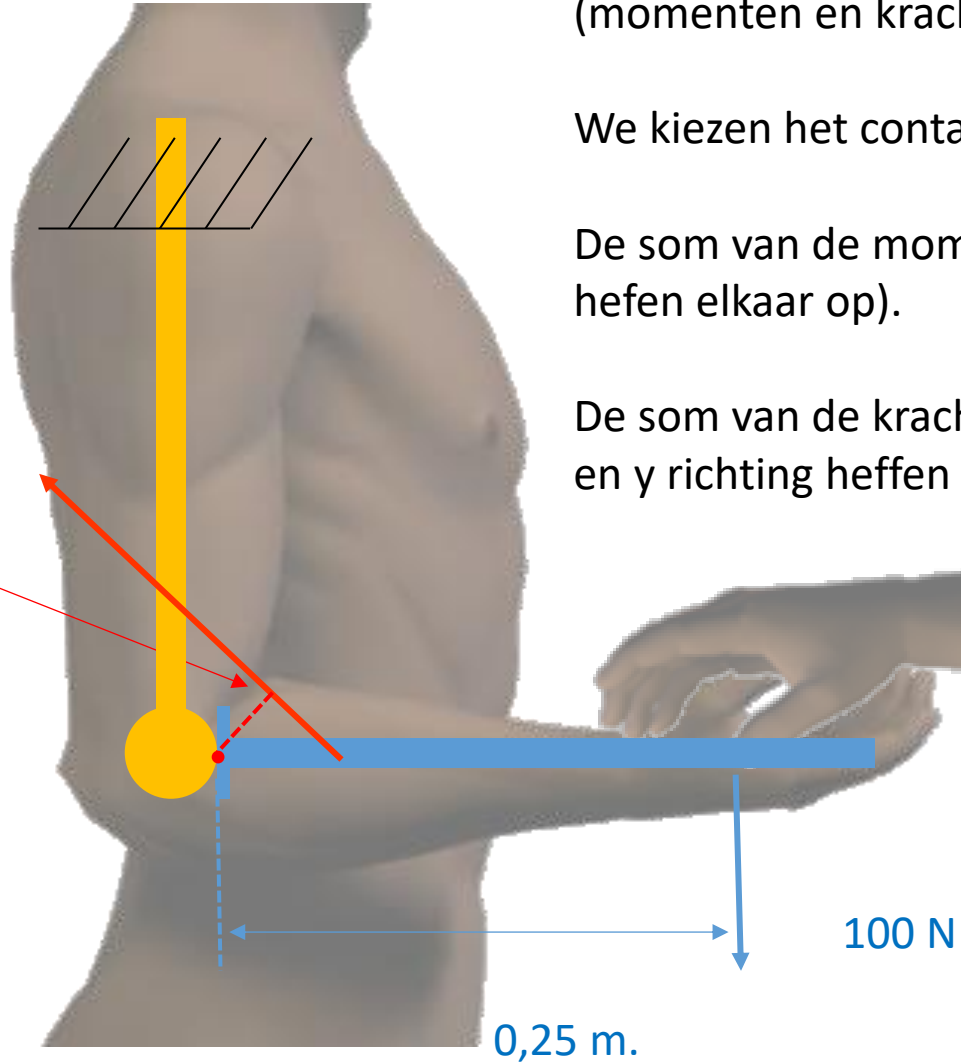
We laten het eigen gewicht van de onderarm even buiten beschouwing

Momentsarm van de spier  
0,05 m.

Spiermoment moet ook 25 Nm zijn:

$$0,05 * \text{spierkracht} = 25 \text{ Nm}$$

$$\text{Spierkracht} = 500 \text{ N.}$$



## BIOSTATICA

(momenten en krachten op de onderarm in evenwicht)

We kiezen het contactpunt als het momentencentrum

De som van de momenten is gelijk aan 0 (momenten heffen elkaar op).

De som van de krachten is gelijk aan 0 (krachten in x en y richting heffen elkaar op).

Moment tgv externe kracht:

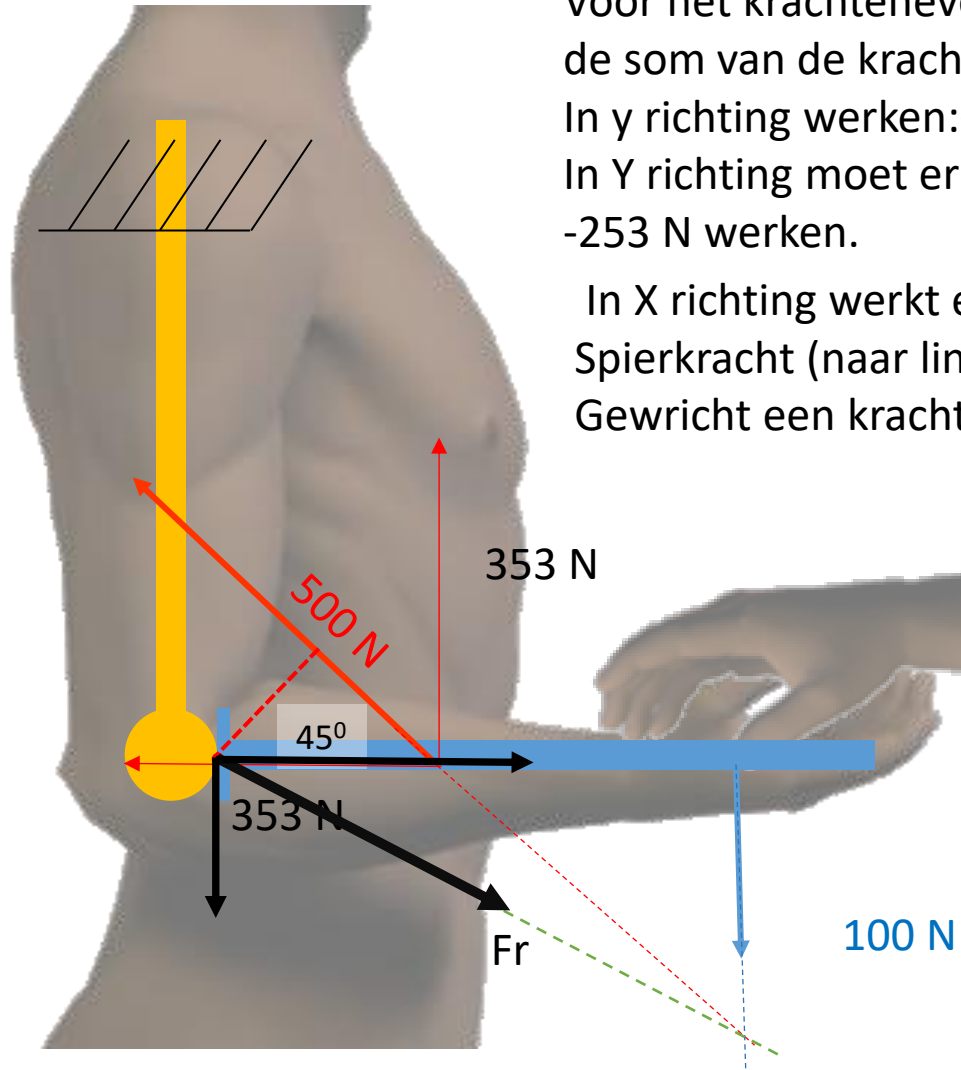
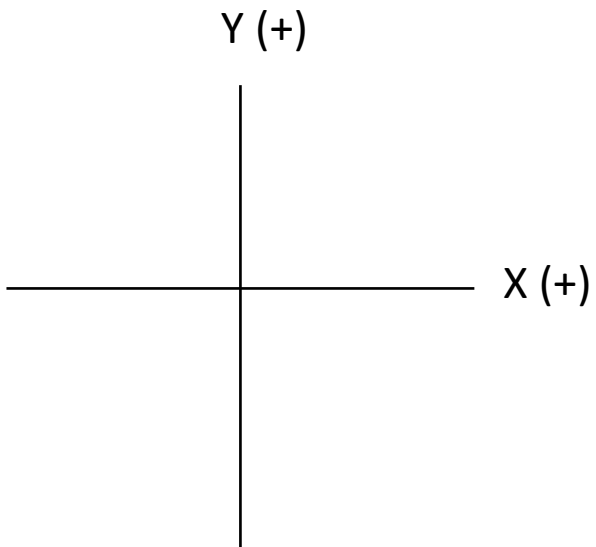
$$100 * 0,25 = 25 \text{ Nm}$$

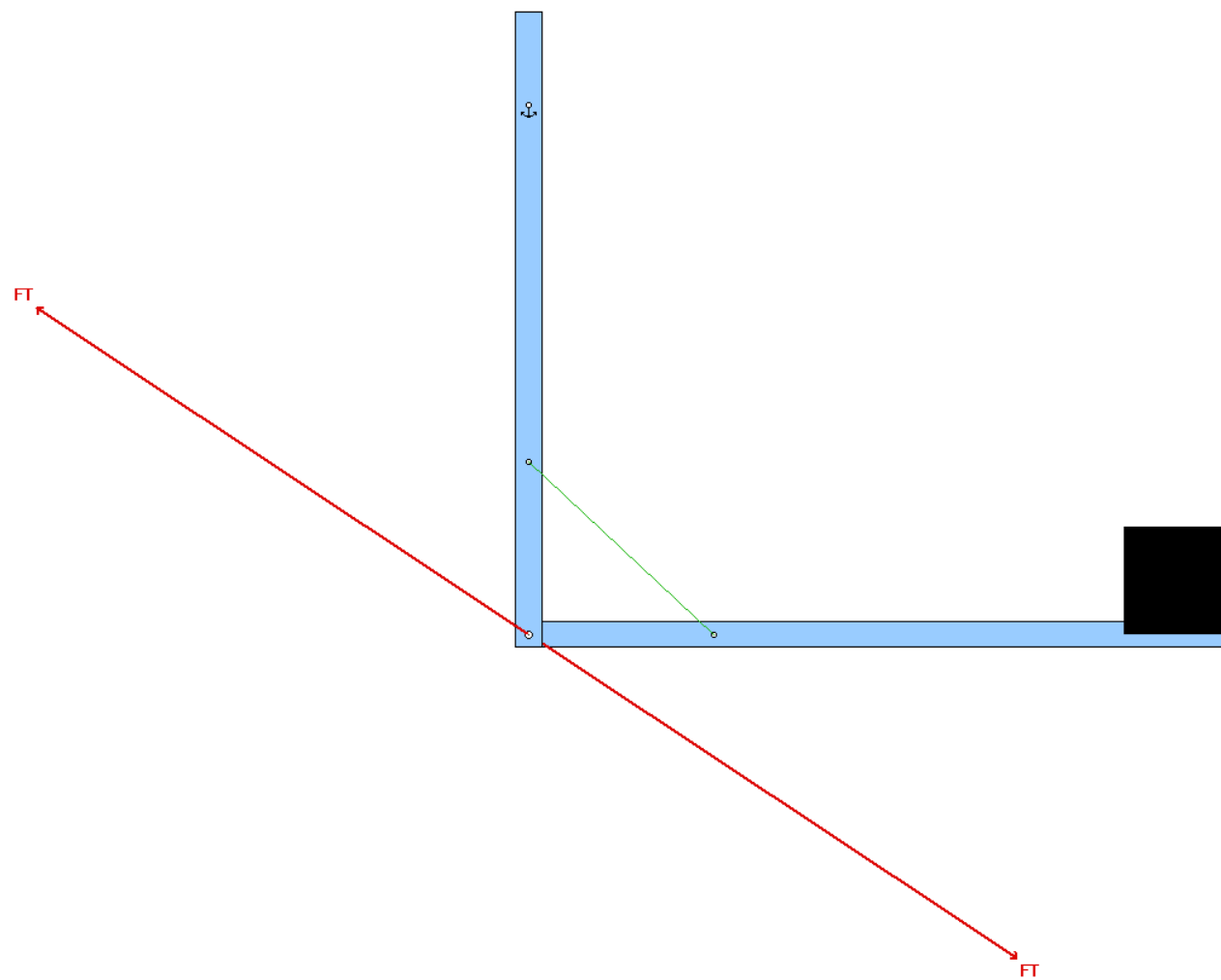
## KRACHTEN EVENWICHT

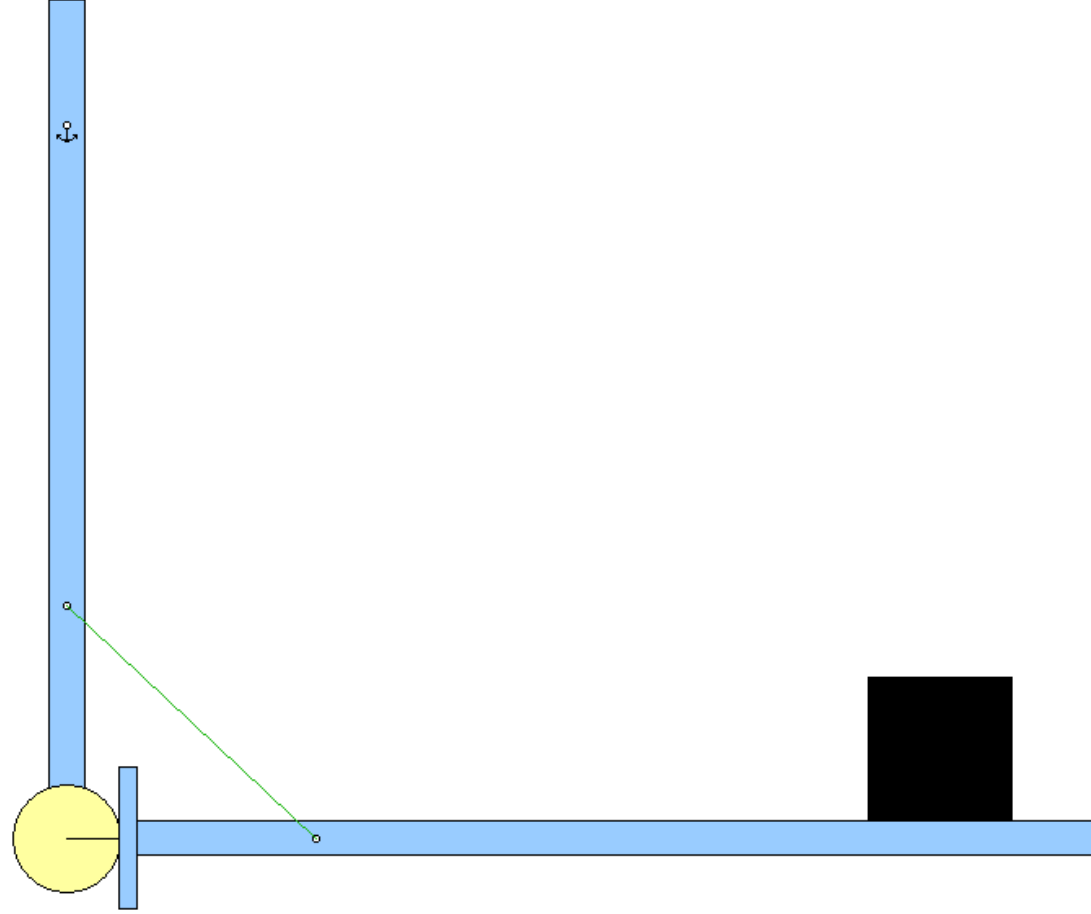
De spierkracht kan ontbonden worden in een X en een Y component  
Bij een hoek van 45 graden  
Bedragen die componenten beide 353 N.

Voor het krachterevenwicht van de onderarm moet de som van de krachten in zowel X als Y richting 0 zijn.  
In y richting werken: +353 N en -100 N  
In Y richting moet er in het gewricht dus een kracht van -253 N werken.

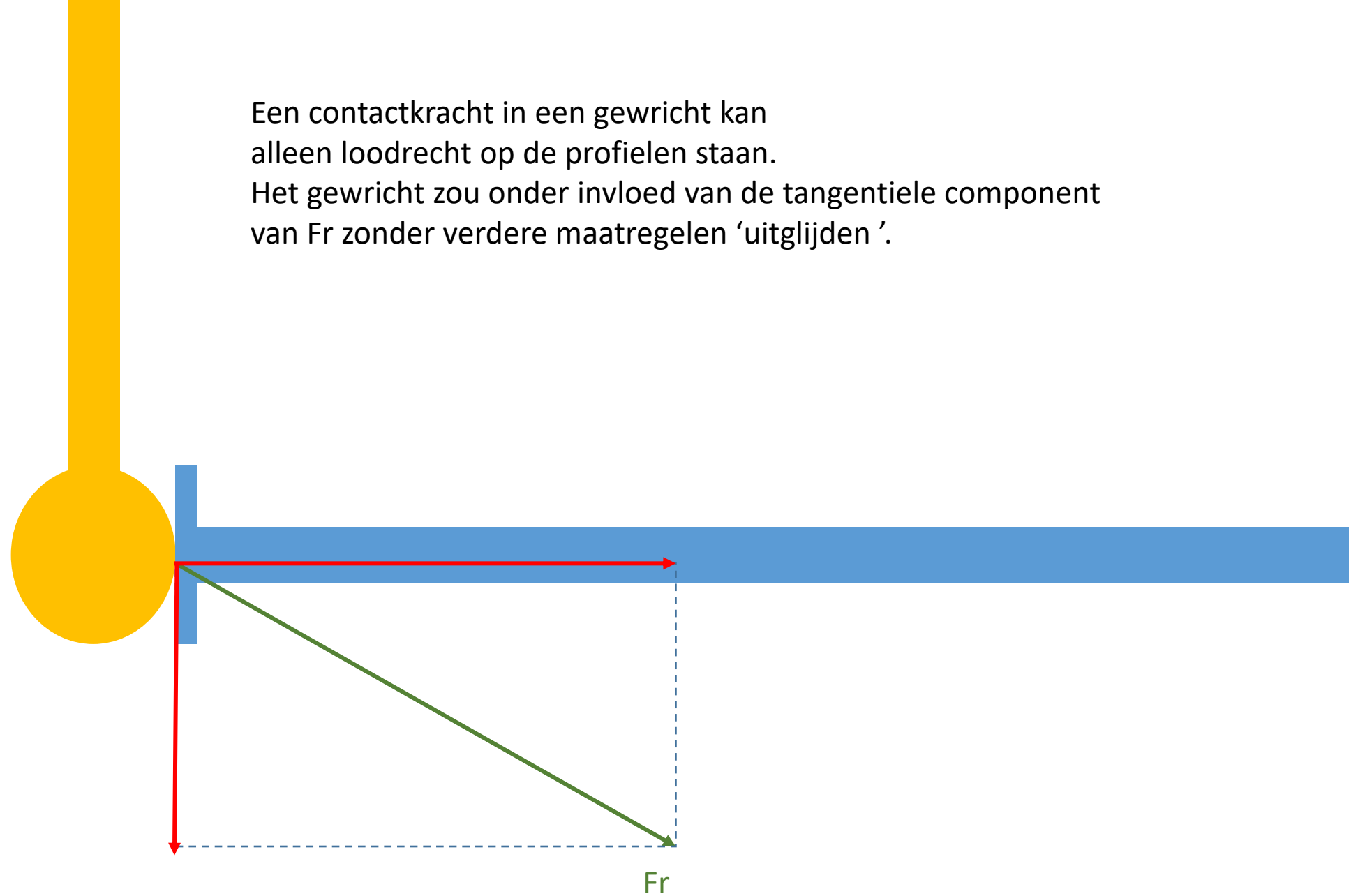
In X richting werkt er alleen de X component van de Spierkracht (naar links (negatief)). Dus moet er in het Gewricht een kracht van 353 N naar rechts werken.

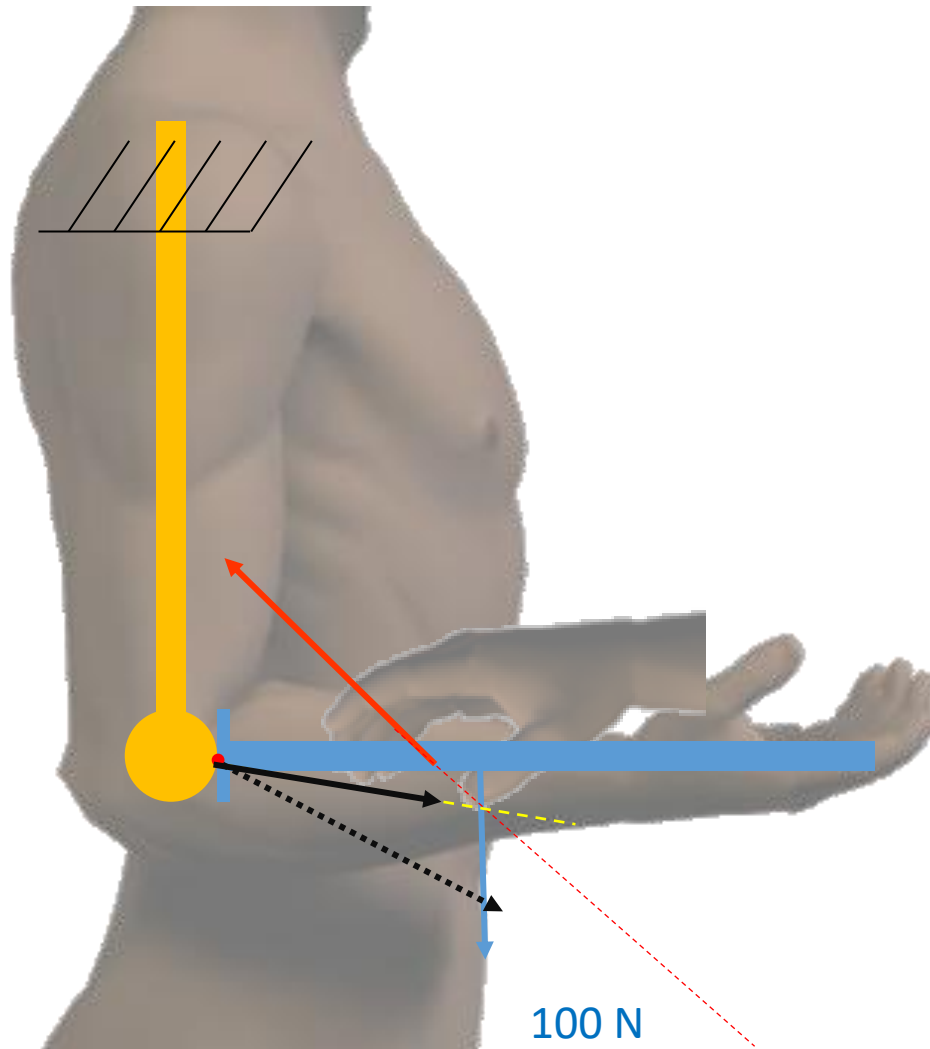






Een contactkracht in een gewricht kan  
alleen loodrecht op de profielen staan.  
Het gewricht zou onder invloed van de tangentiële component  
van  $F_r$  zonder verdere maatregelen 'uitglijden'.





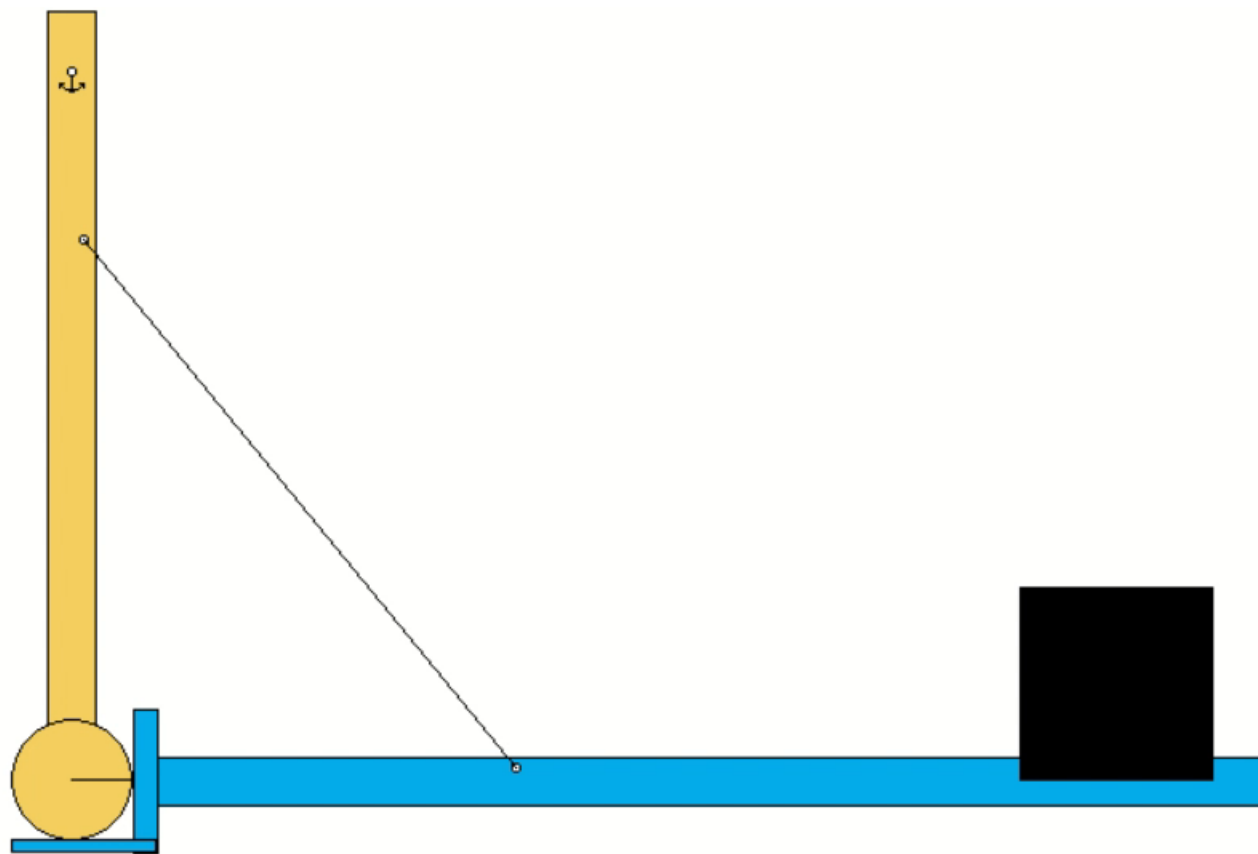
**Bij een identieke gewrichtshoek kan de richting (en de grootte) van de heersende reactiekracht variëren.**

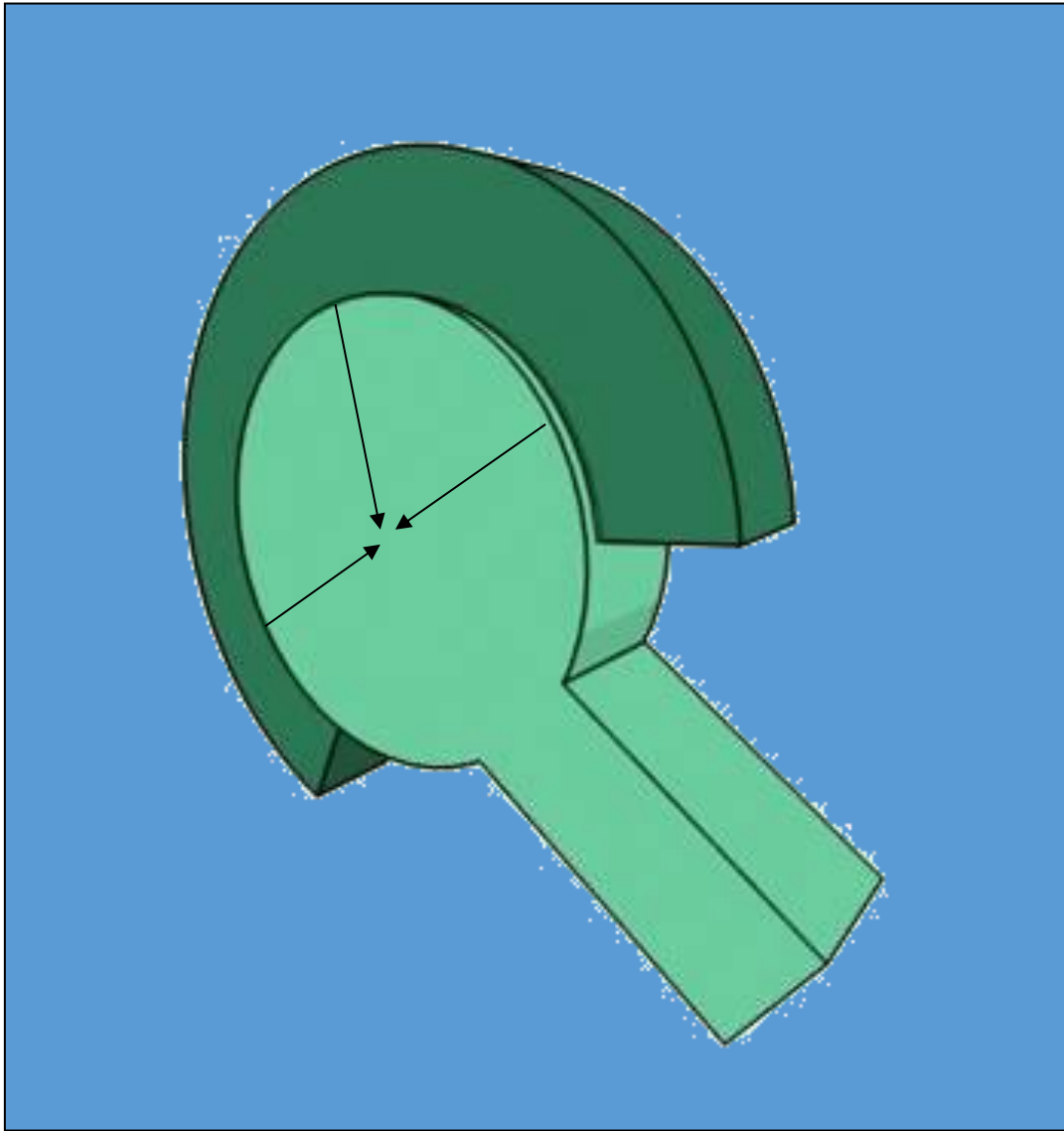
**gewrichtsprofielen zijn echter spekglad  
reactiekrachten kunnen dus uitsluitend loodrecht op de  
gewrichtsprofielen staan.**



**Hoe voorkom je dat een gewricht 'uitglijd'**  
**2 opties: vormsluiting (congruentie) en krachtsluiting**





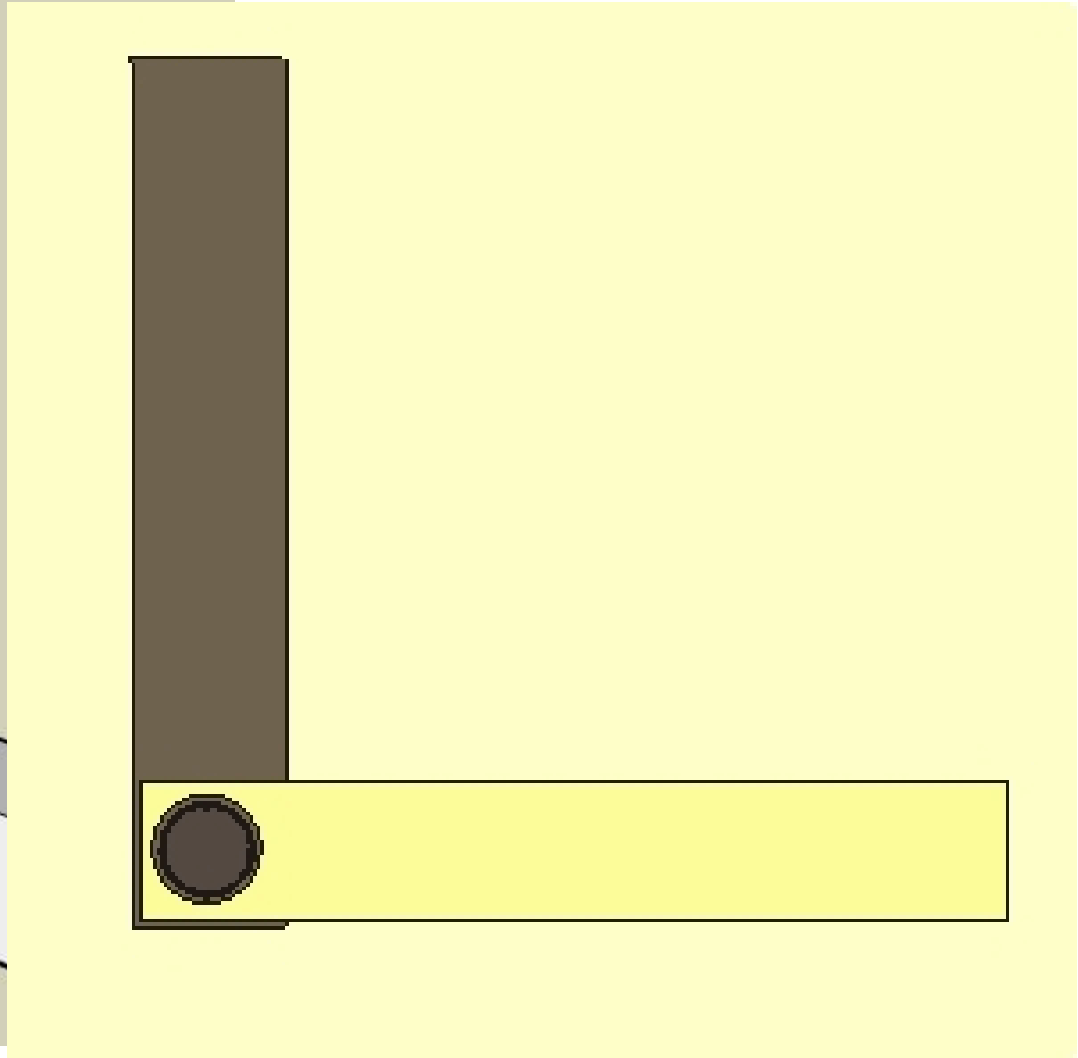
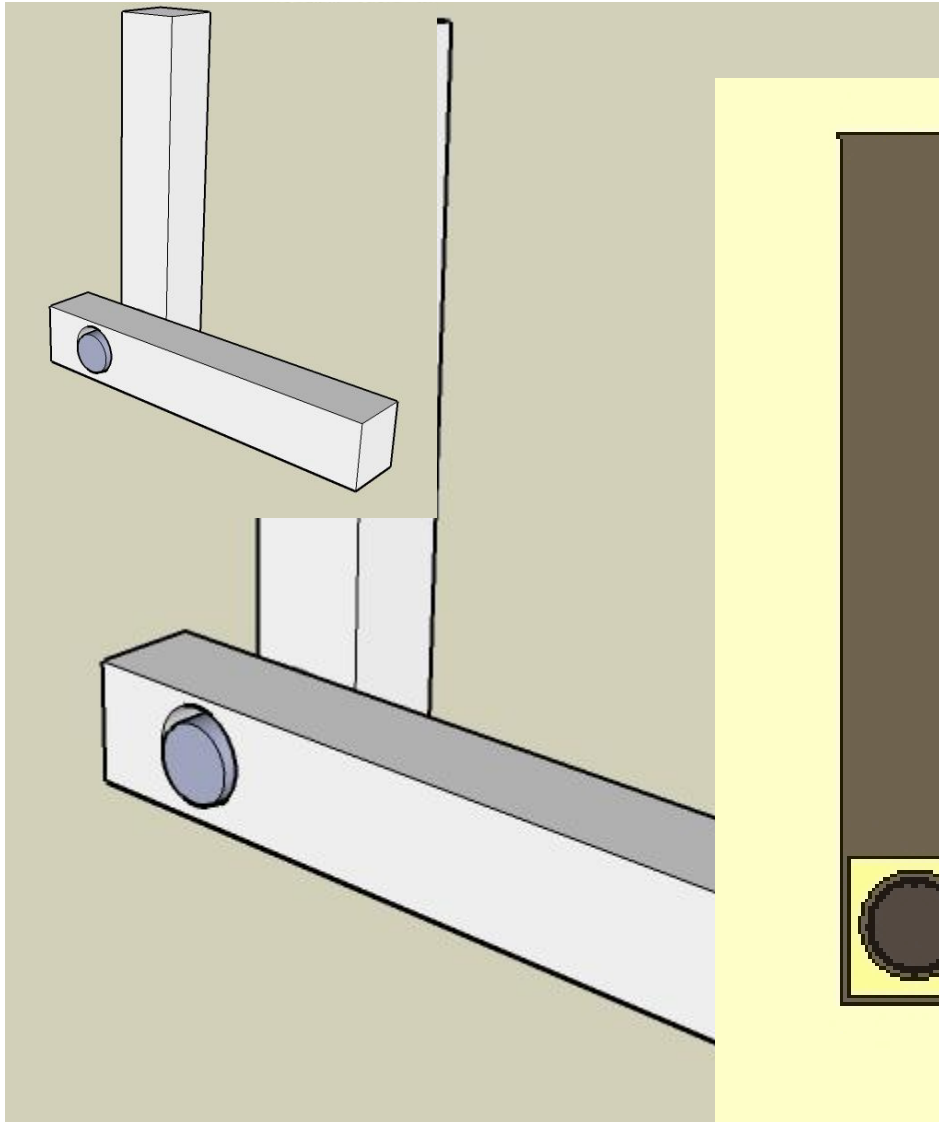


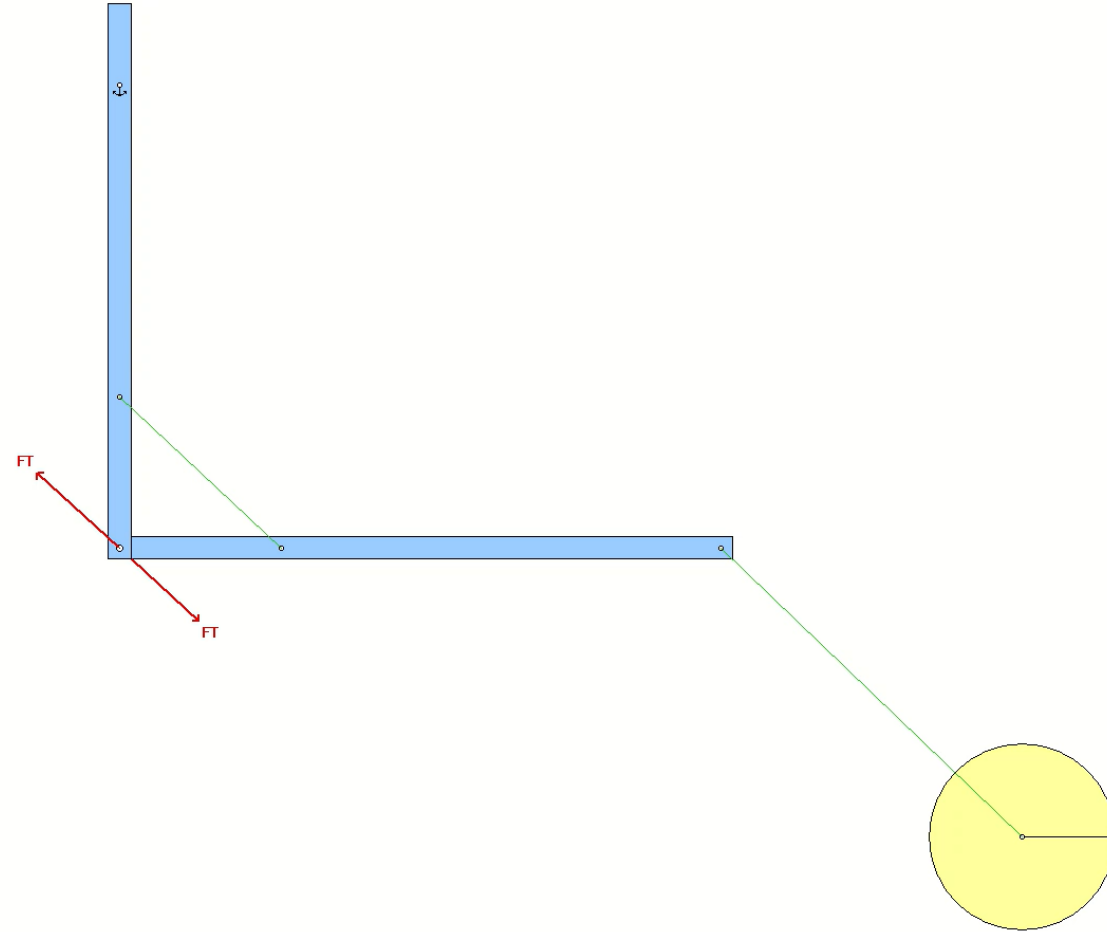
### **Congruentie van kop en kom**

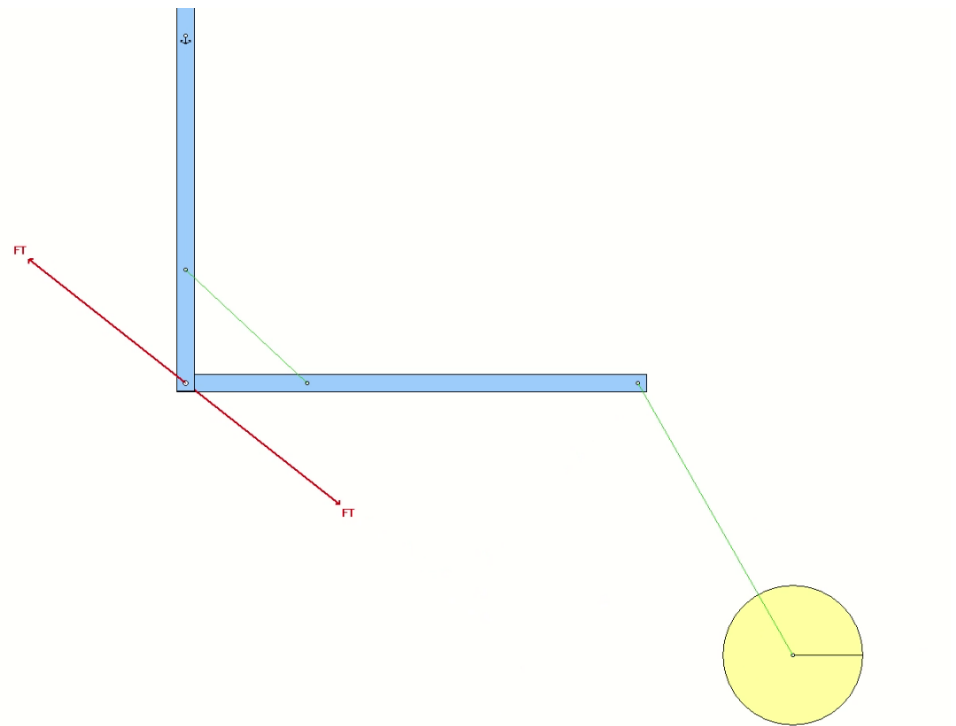
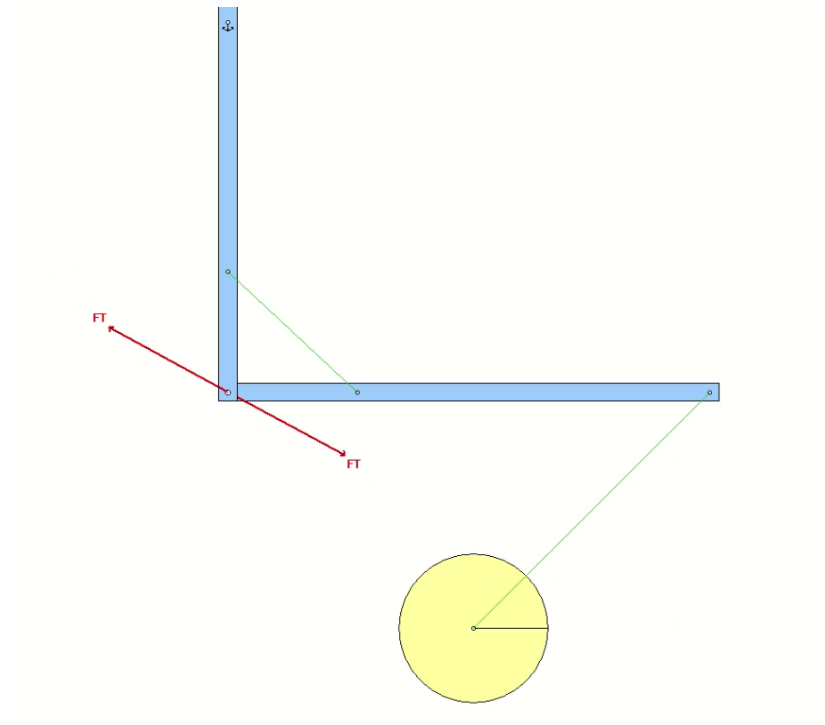
(technische kogelverbinding)

De reactiekracht kan elke gewenste richting aannemen  
(de contactkracht verplaats daarbij naar een andere positie  
zonder dat de kop tov de kom verplaatst)





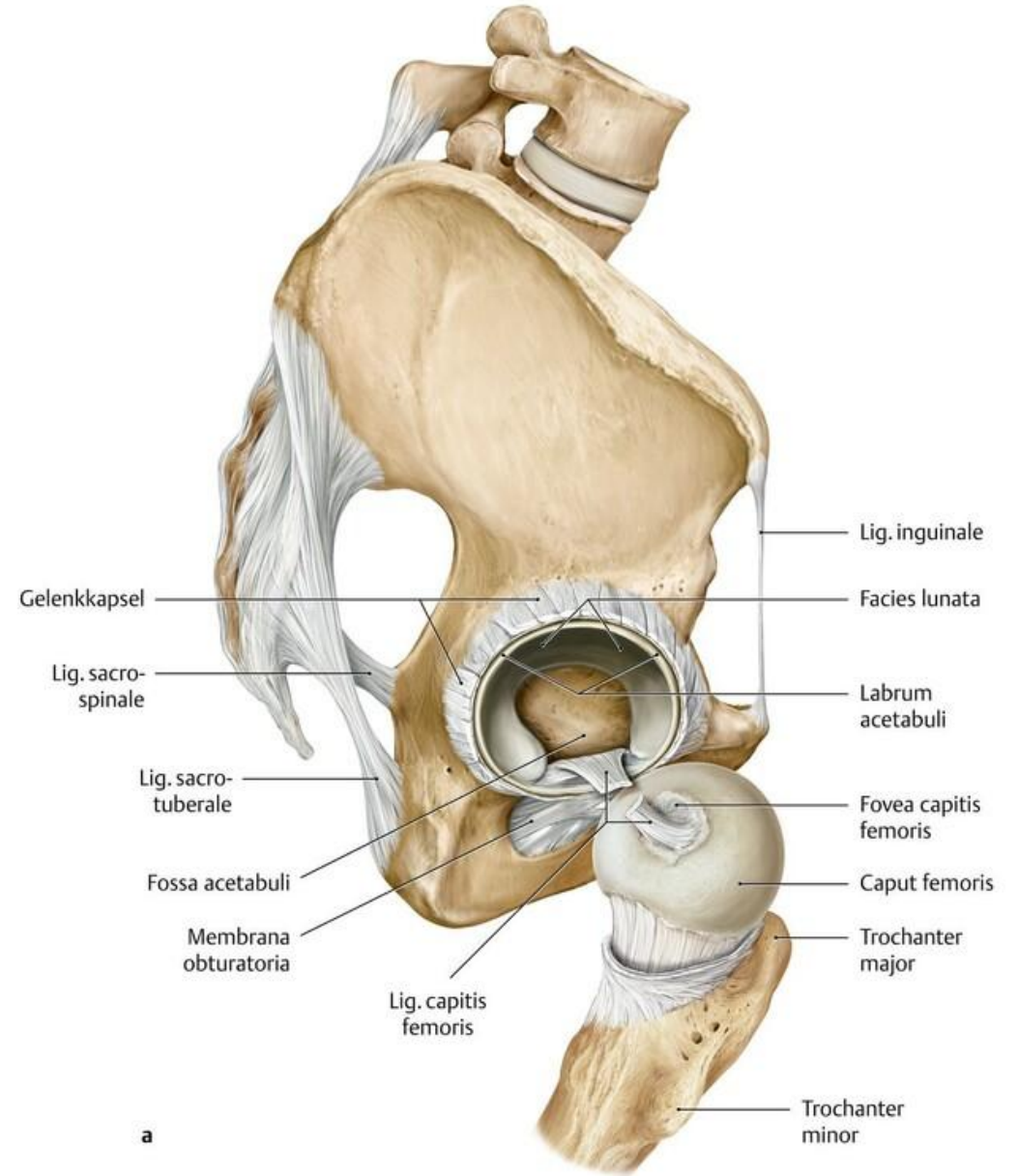
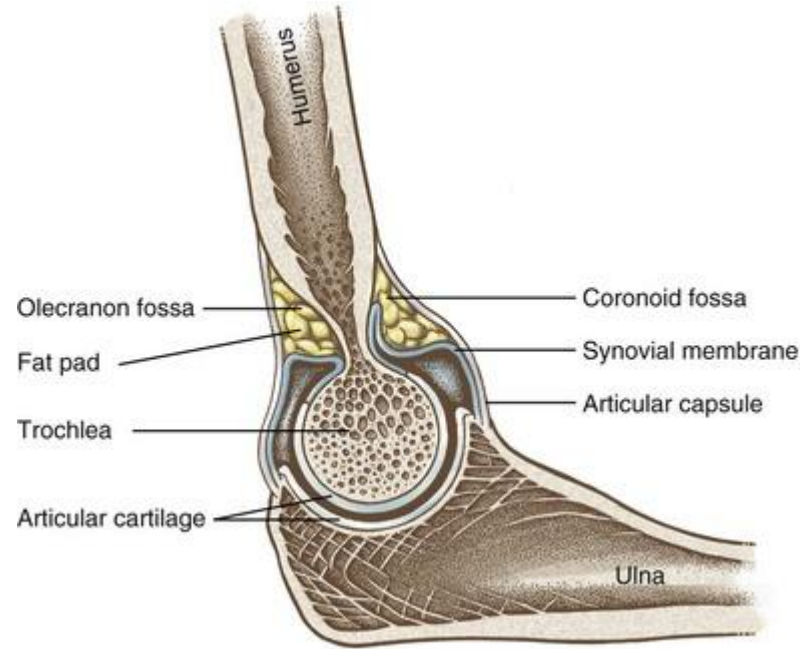




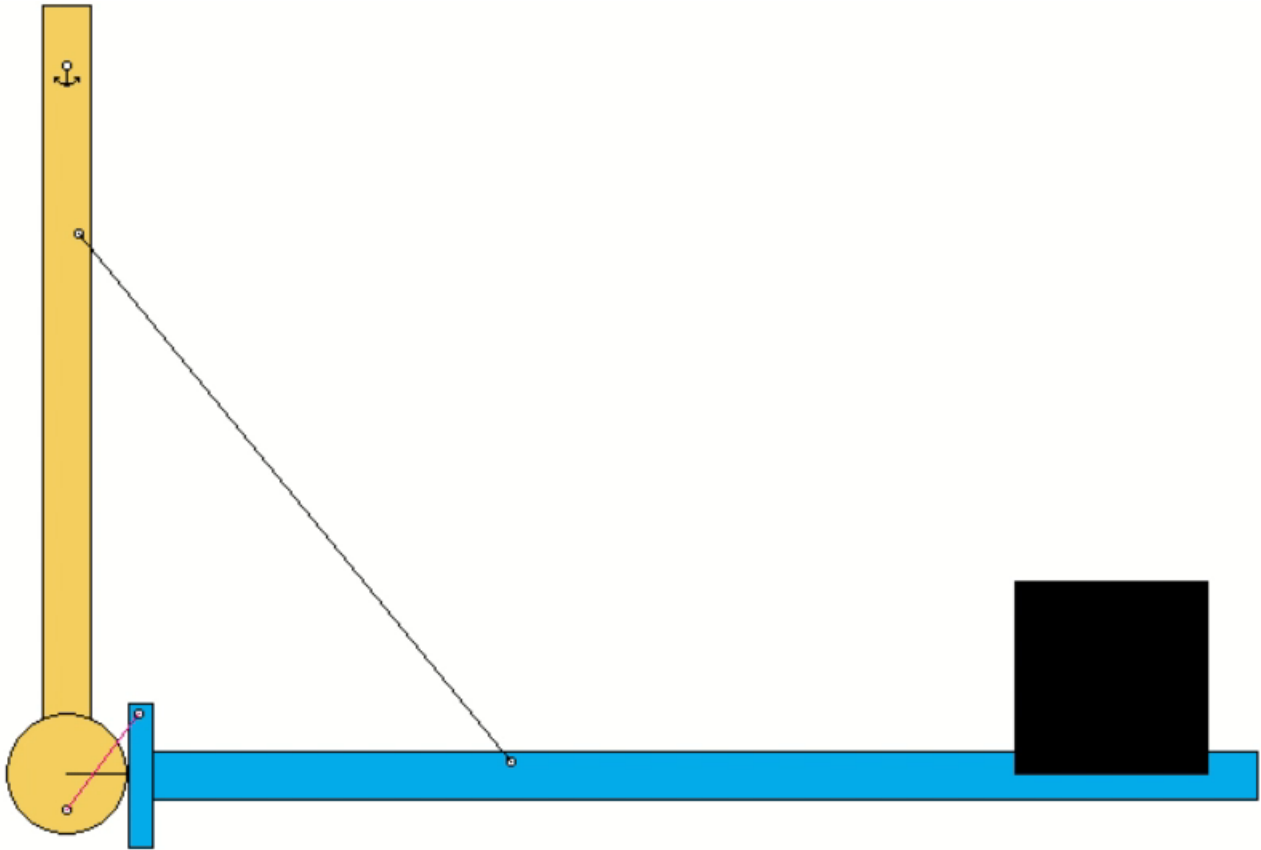


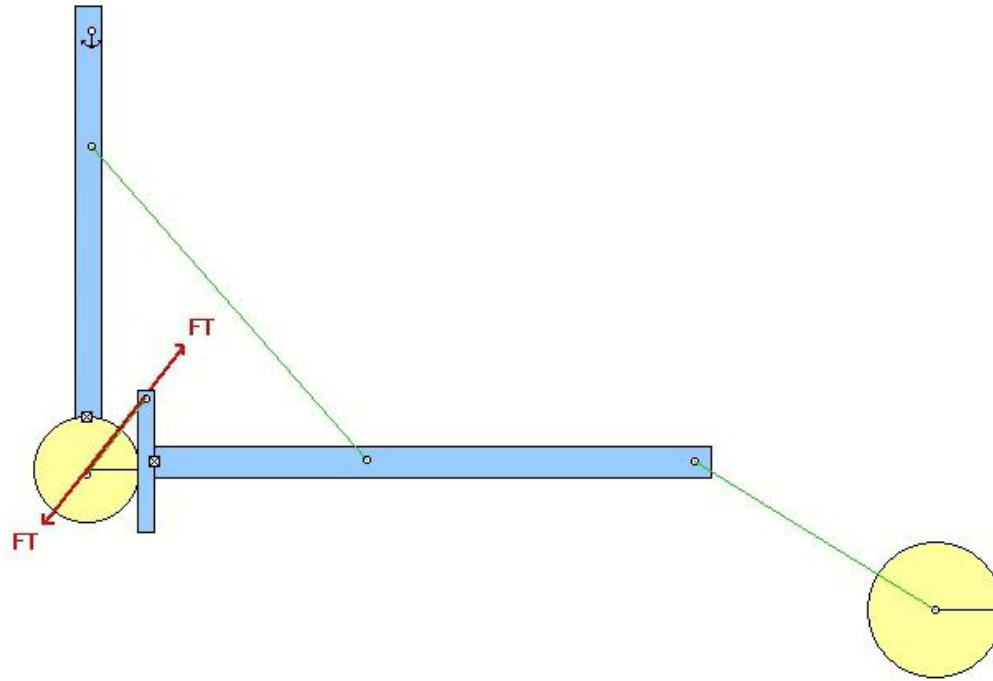
Volledige congruentie van kop en kom komt bij gewrichten niet voor  
Maar sommige gewrichten bieden wel duidelijk meer vormsluiting.





Krachtenevenwicht mbv  
ligamentaire spanning.



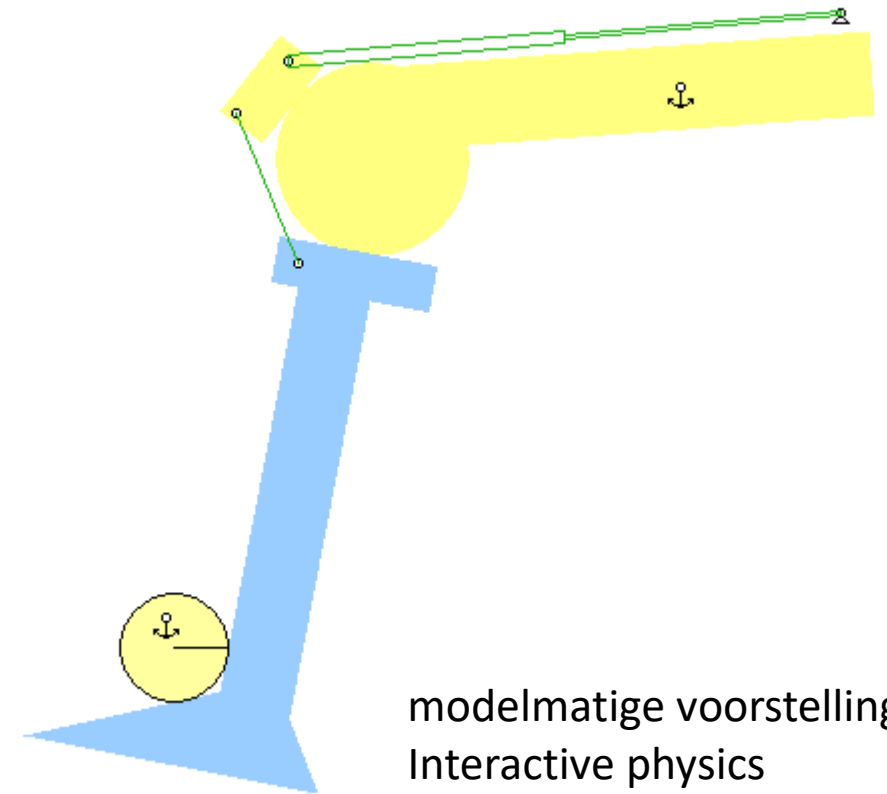


De benodigde spanning in het ligament en de contactkracht in het gewricht hangen af van de grootte en de richting van de belasting.

Dus de spanning in het “passieve” deel van het bewegingsapparaat hangt af van de mate en de richting waarin het actieve deel van het bewegingsapparaat wordt belast.

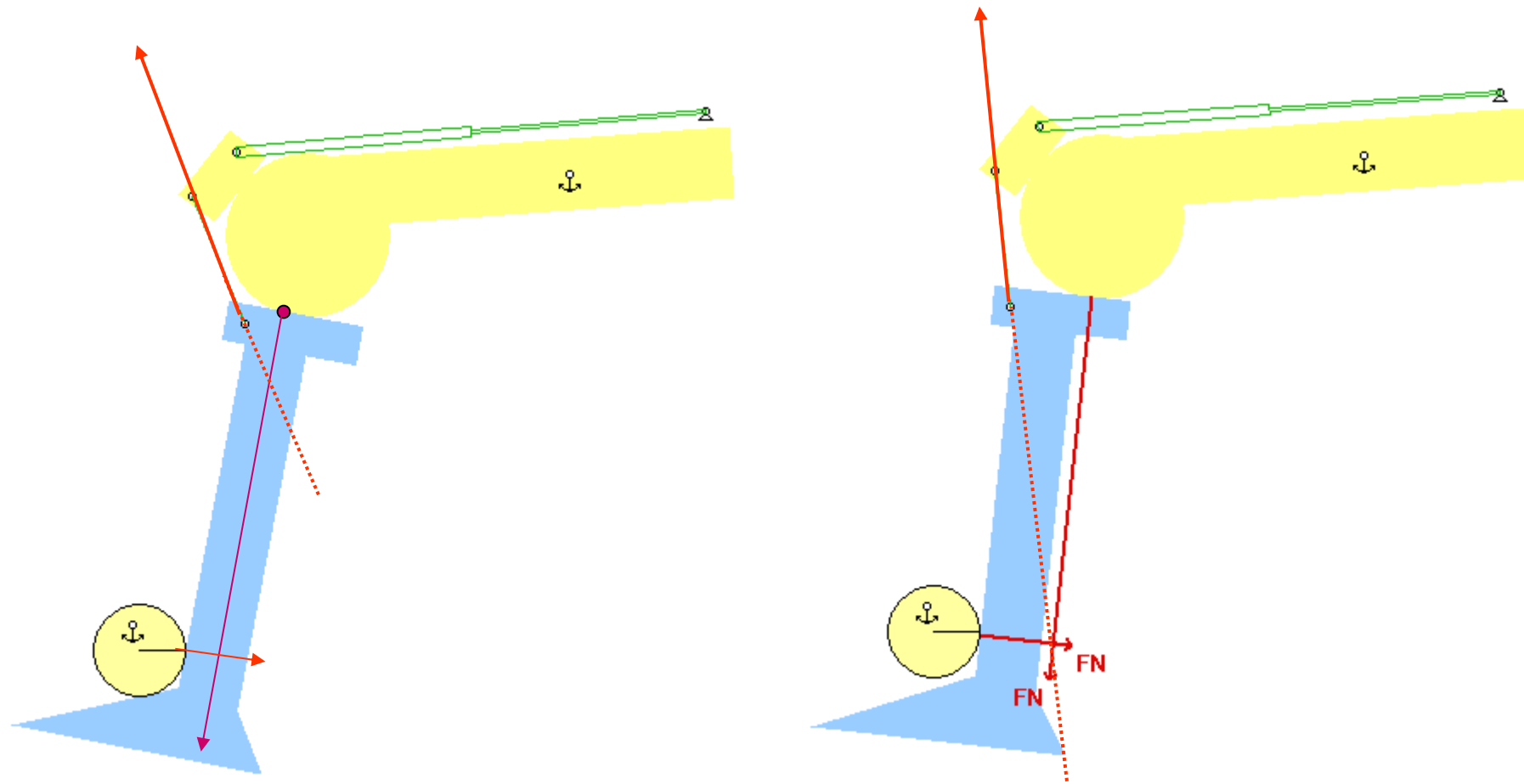


Ligamenten spelen dus een belangrijke rol bij het realiseren van het krachterevenwicht in het gewricht

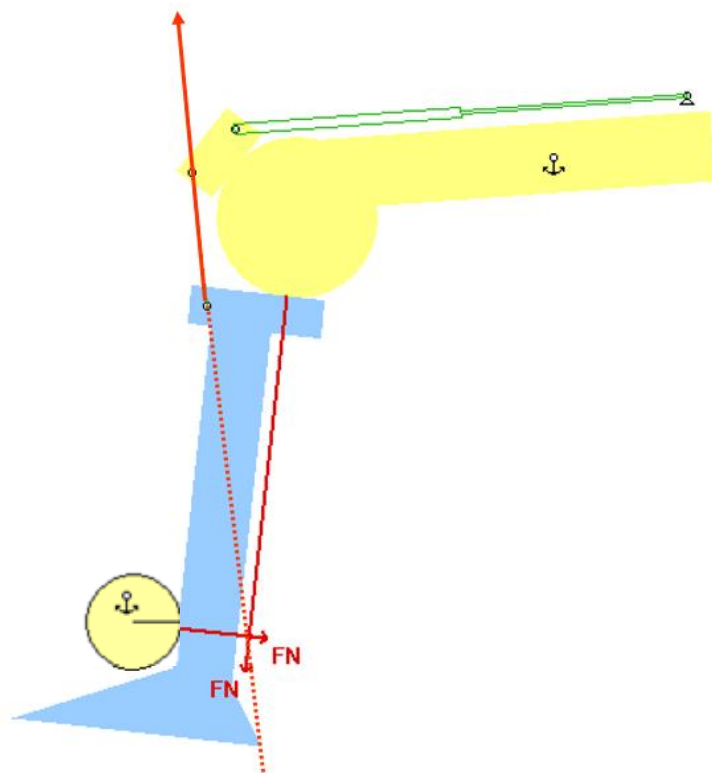


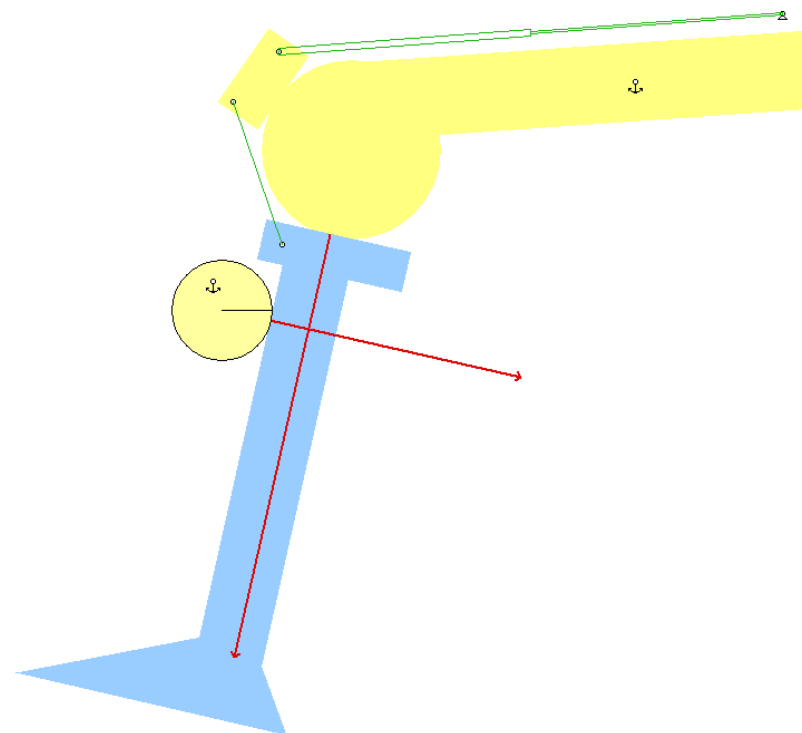
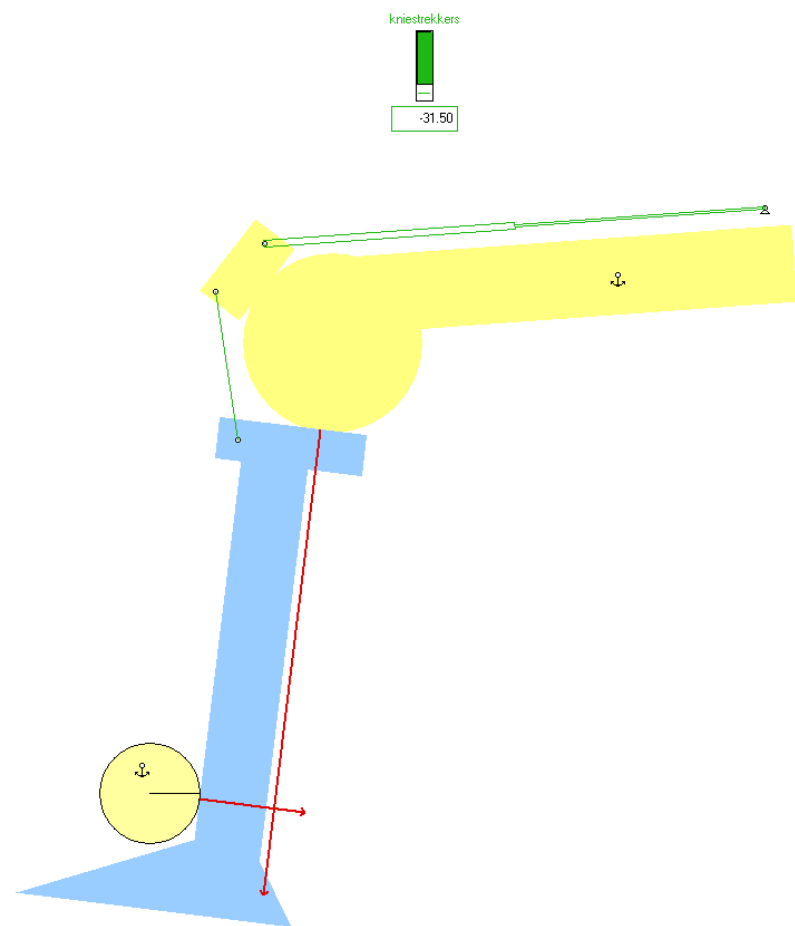
modelmatige voorstelling  
Interactive physics

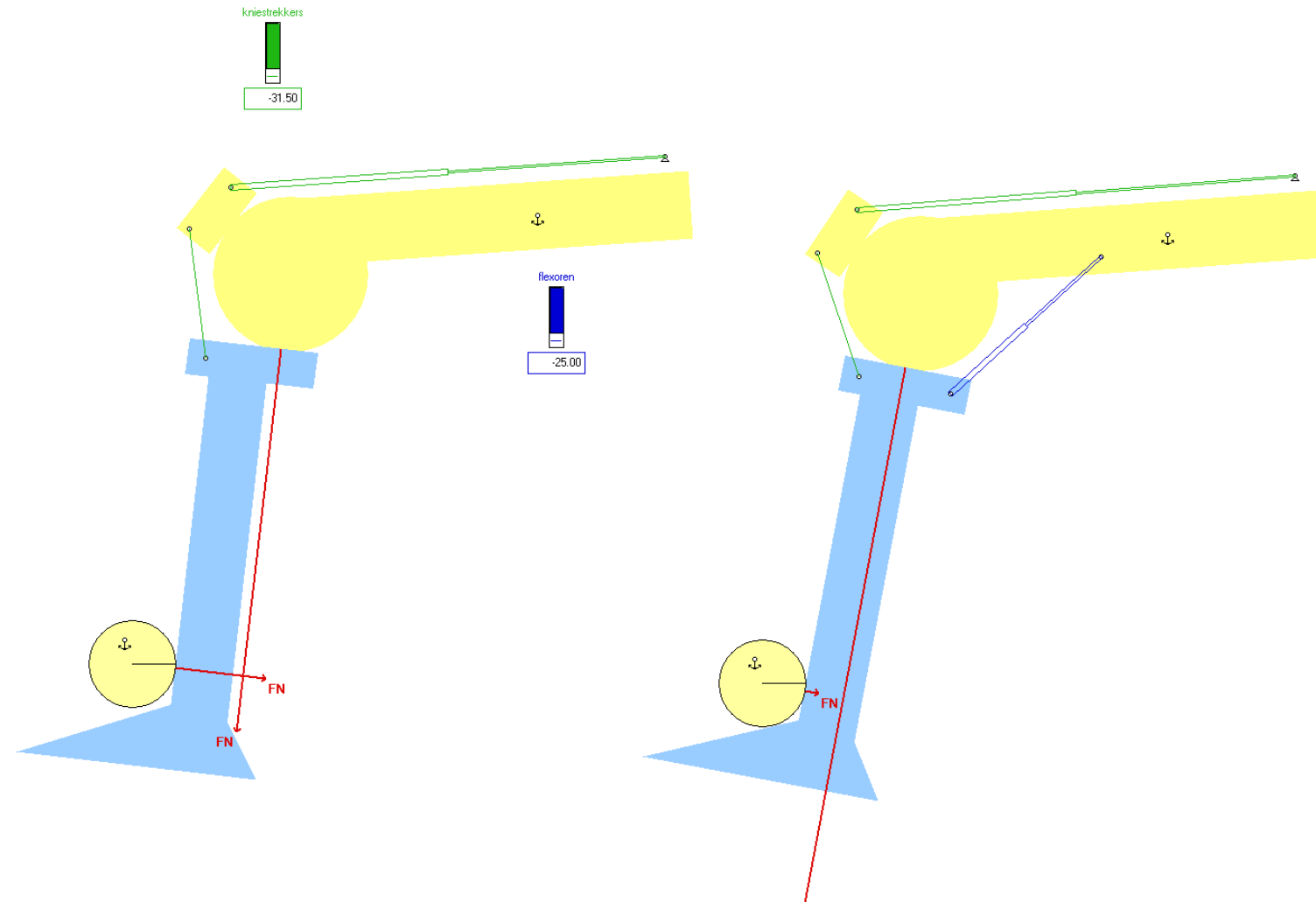
<http://www.design-simulation.com/IP/index.php>



Zonder ligamenten: het contactpunt kan niet behouden worden  
'giving way' – instabiliteit.



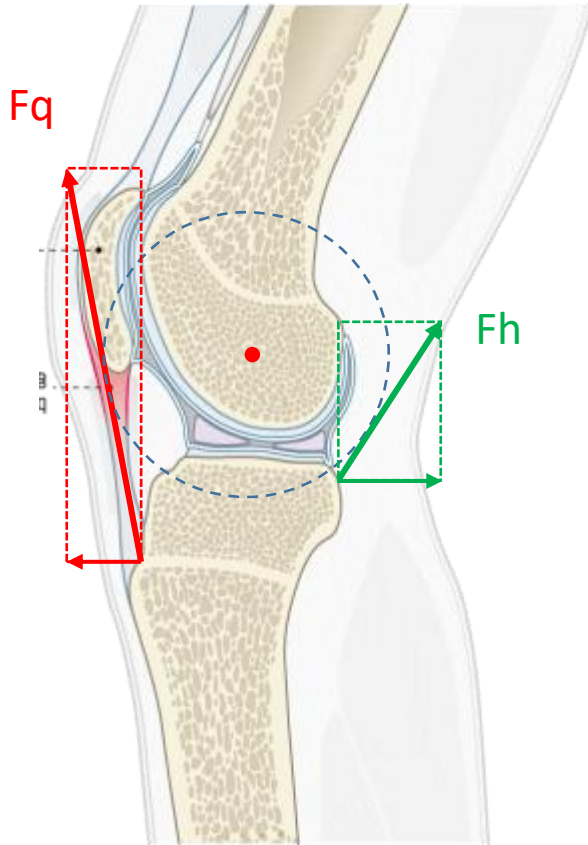




Co contractie van de hamstrings kan dat helpen?

Of de hamstrings stabiliserend kunnen werken hangt van veel factoren af

Een voorbeeld.



Stel: de momentsarmen van de hamstrings en de 4-ceps zijn identiek en de werkrichting van de hamstrings is zodanig dat bij een lagere spankracht in de hamstrings de achterwaartse component van  $F_h$  toch groter is dan de voorwaartse component van  $F_q$ .

Dan kan cocontractie stabiliserend werken. Het netto moment kan dan immers strekkend zijn terwijl de netto afschuifkracht achterwaarts is.

De 4-ceps moet dan wel harder werken dan zonder de cocontractie nodig zou zijn. Waarom dan die focus op het versterken van de hamstrings bij de revalidatie?

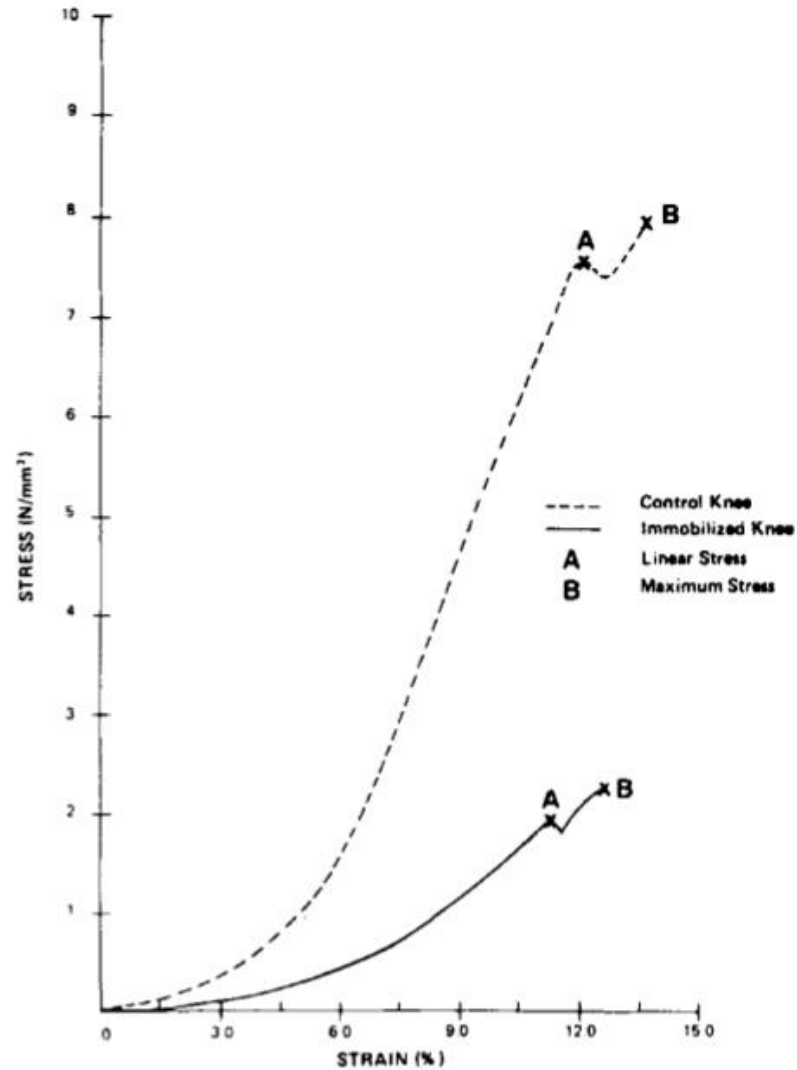


FIG. 3. Typical stress *versus* strain curves of medial collateral ligaments of control and immobilized knees of one animal.

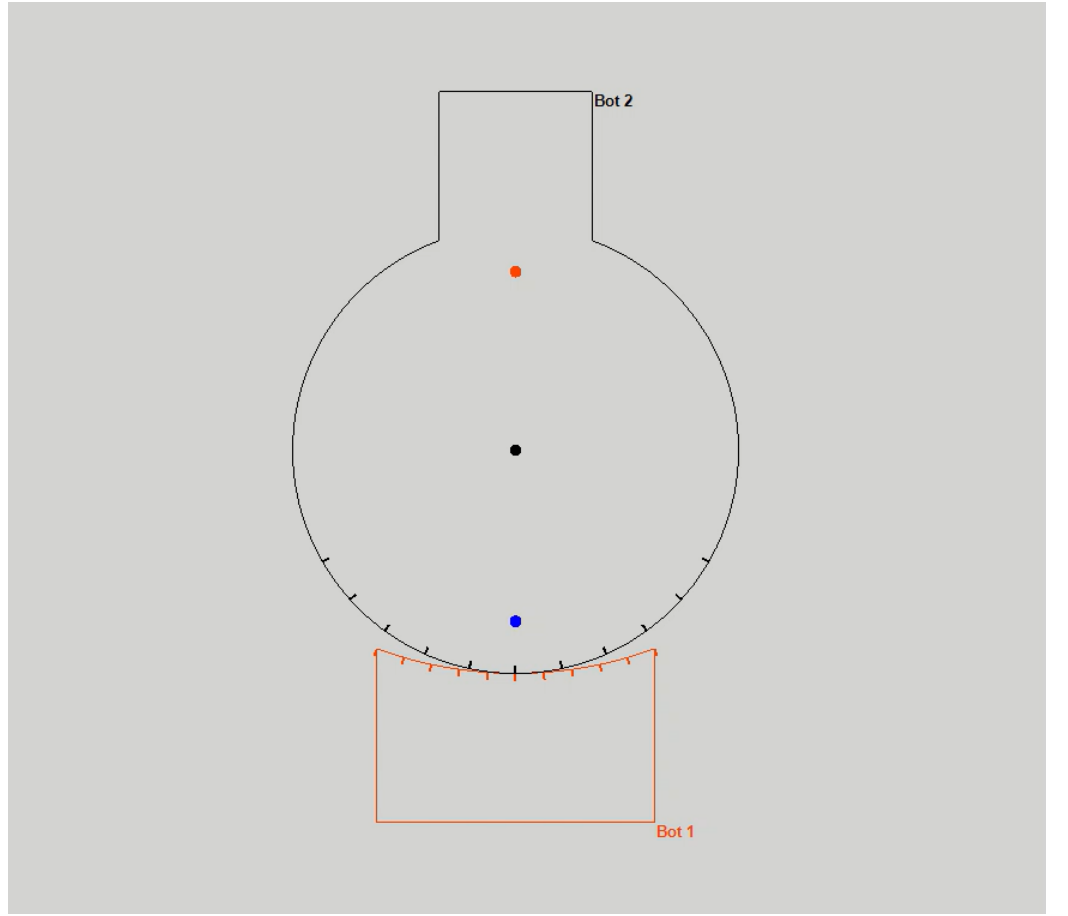
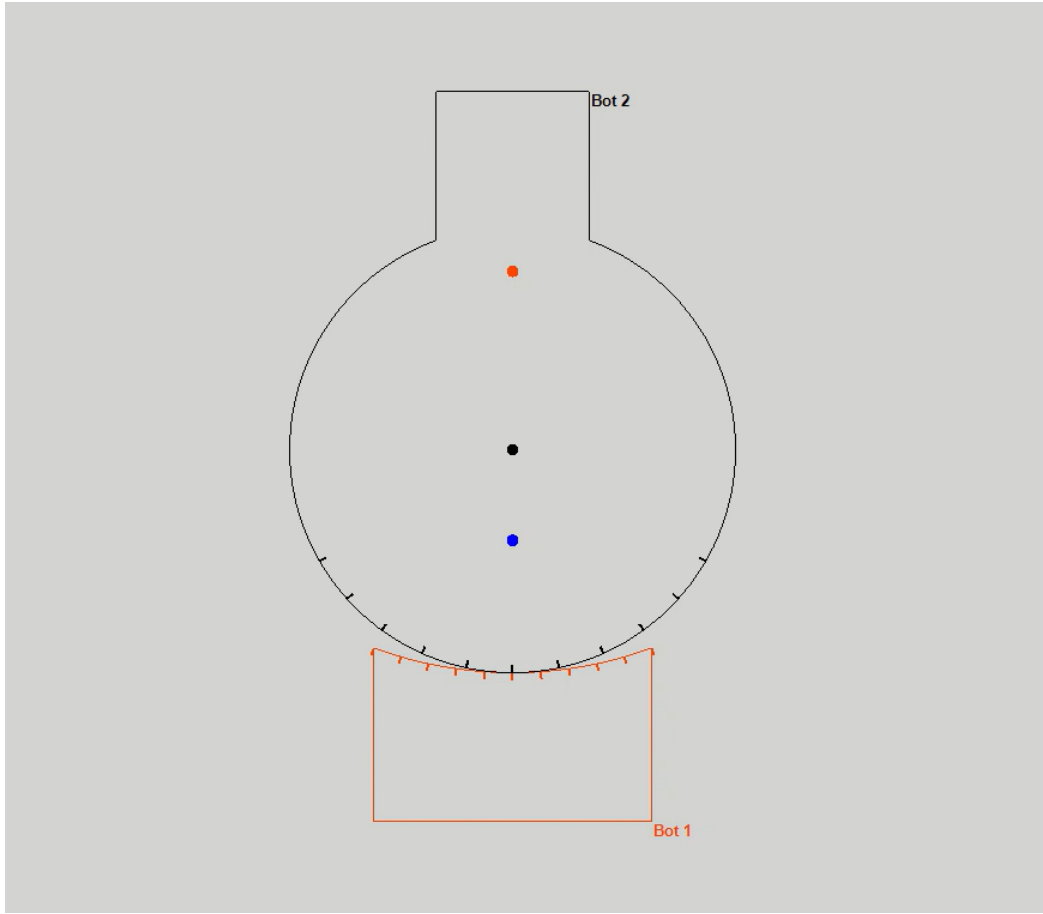
Wat betekent dit voor een gewricht na een periode van immobilisatie ??

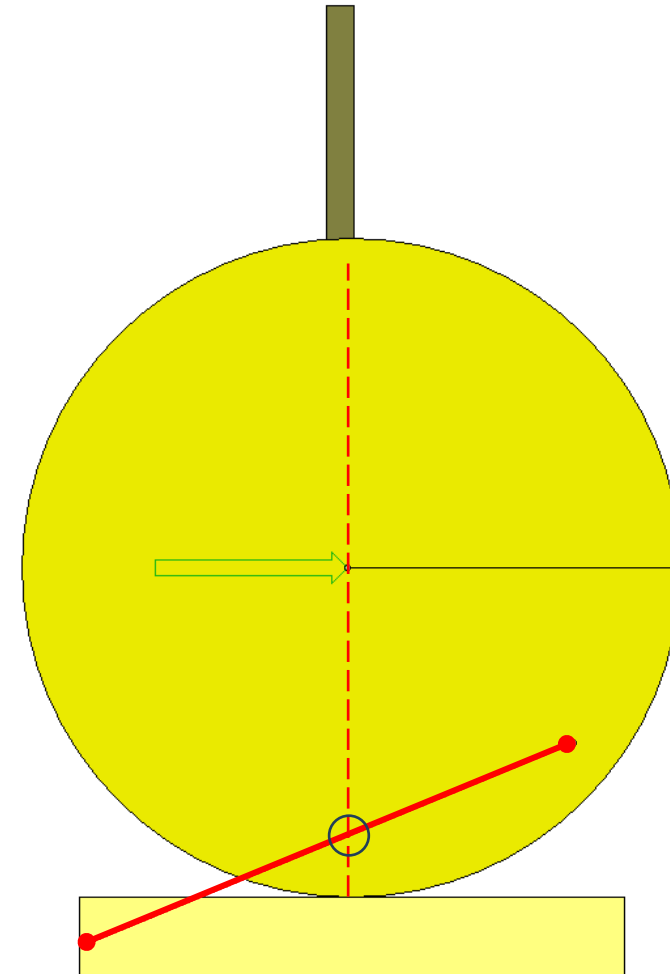
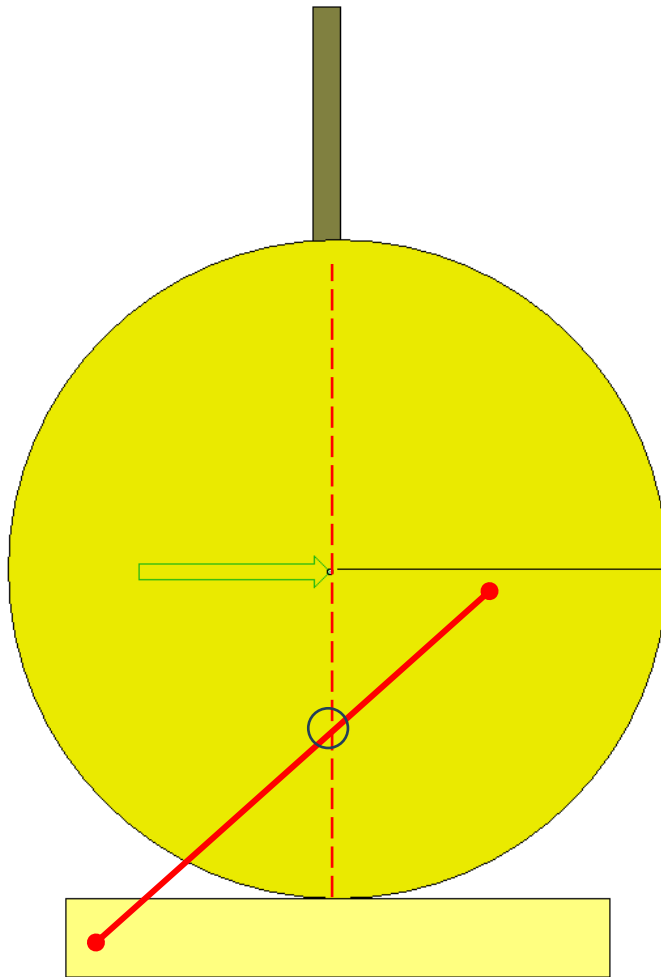
BINKLEY, J. M., & PEAT, M. (1986). *The Effects of Immobilization on the Ultrastructure and Mechanical Properties of the Medial Collateral Ligament of Rats. Clinical Orthopaedics and Related Research*, &NA;(203)



Functiestoring:

Toename van de rol (draaipunt dicht  
bij het gewrichtsoppervlak). Daardoor eerder aan het eind  
van het beschikbare profiel op de kom.





Rollen of een toename daarvan speelt zich af om draaipunten die nog steeds opgelegd moeten worden aan het gewricht. Een voorwerp rolt alleen “vanzelf” als er voldoende wrijving heerst in het contactpunt.

Instabiliteit en beperkte ROM.  
Niet zo vreemd als het in eerste instantie lijkt



Mijn discussie met CHATGPT

<https://chatgpt.com/share/69087830-6658-8001-9824-dd2a24f94719>

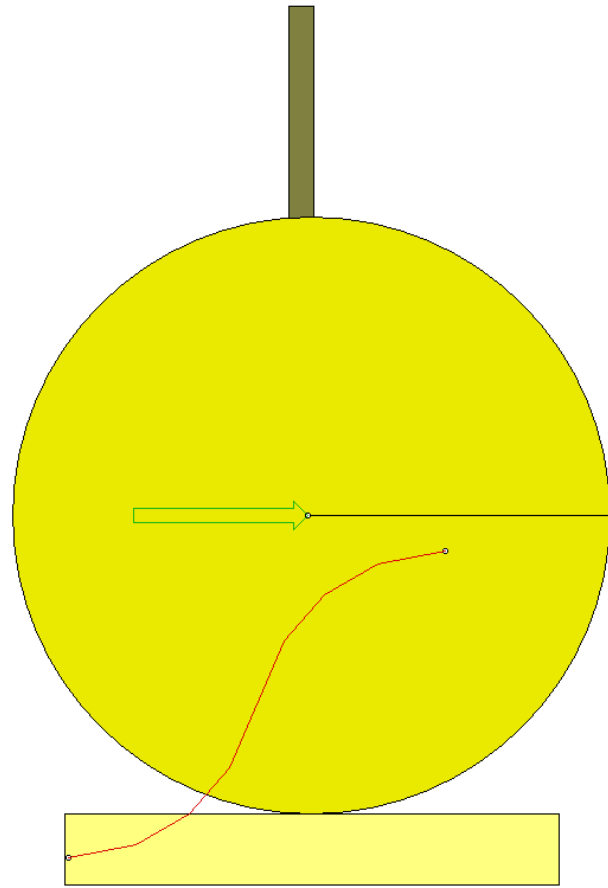
[Effects of Immobilization and Re-Mobilization on Knee Joint  
Arthrokinematic Motion Quality - PMC](#)

Rotation of Circle 2  
rot ... °

Rope 3 Rest Length



3.62



Minder stijve ligamenten kunnen onder lage belastingen nog net een draaipunt creëren.  
Maar als de kracht in het ligament toeneemt zal dat niet meer lukken.

Passief bewegen (met lage spanningen in het ligamentaire systeem) levert dan een grotere ROM op dan bij een actief uitgevoerde beweging.

De te hoge spanningen in de ligamenten geven pijnklachten bij actief bewegen die er niet zijn bij passief bewegen.

Mobiliseren van een gewricht is het heel zorgvuldig opbouwen van de belasting op het passieve systeem.

De grens opzoeken waarbij het de ligamenten nog net lukt om de ongestoorde draaipunten te realiseren en die grens langzaam proberen te verleggen.

De mobiliserende druk die je dicht bij het gewricht kunt uitoefenen kan helpen voorkomen dat het gewricht “uitglijdt”.