



# Het Gaande werk deel 2

Harry Wijnants

Molenaar-instructeur

Napoleonsmolen Hamont-Achel (B)

wijnantsharry@gmail.com

Assen, spillen en wielen

foto's en tekeningen

- Eigen foto's/ tekeningen
- Foto's Toon van As
- Wikipedia foto's Rasbak
- Penterbak.nl
- tekeningen Benny Croonen



# Inhoud

4. Assen, spillen en wielen
5. De bovenas
6. Bovenas indeling
7. Houten as
8. Askop houten as
9. Lagering houten as
10. Probleem houten as
11. Houten as met insteekkop
12. Ijzere assen
13. Gietijzere assen
14. De oudste en de jongste
15. Het halslager
16. Hals of baansteen
17. Het penlager/penbalk
18. Nazicht en smeren bovenas
19. Andere assen
20. De spillen
21. Bovenste lagering koningsspil
22. Onderste lagering koningsspil
23. Het taatspotje
24. De steenspil
25. De bolspil
26. Lagering bolspil
27. Wielen
28. Gladde of vlakke wielen
29. Gladde wielen met riemen
30. Getand wielen
31. Onrechtstreekse overbrenging
32. Rechtstreekse overbrenging
33. Kammen, staven en dollen
34. De kam
35. Het gangwerk
36. De steek
37. De raaklijn
38. Kroonwielen
39. Borging kammen
40. Borging armkam
41. As- of bovenwiel
42. Aswielen
43. Bonkelaar
44. Het varkenswiel
45. Dollenwiel
46. Krans- of sterwielen
47. Kam van sterwiel
48. Gangwerk spoorwiel/steenrondsel
49. Het rondsel of schijfloop
50. Staven
51. Controle aswiel / bonkelaar
52. Problemen gangwerk
53. Gietijzere gangwerk
54. Kammen gietijzere gangwerk
55. Problemen en oplossingen
56. Controle kammen
57. Speling in kamgat
58. De eeuwige discussie



## Gaande werk deel 2

In de molenwereld spreken we van:  
Het **Gaande werk** en het **Staande werk**

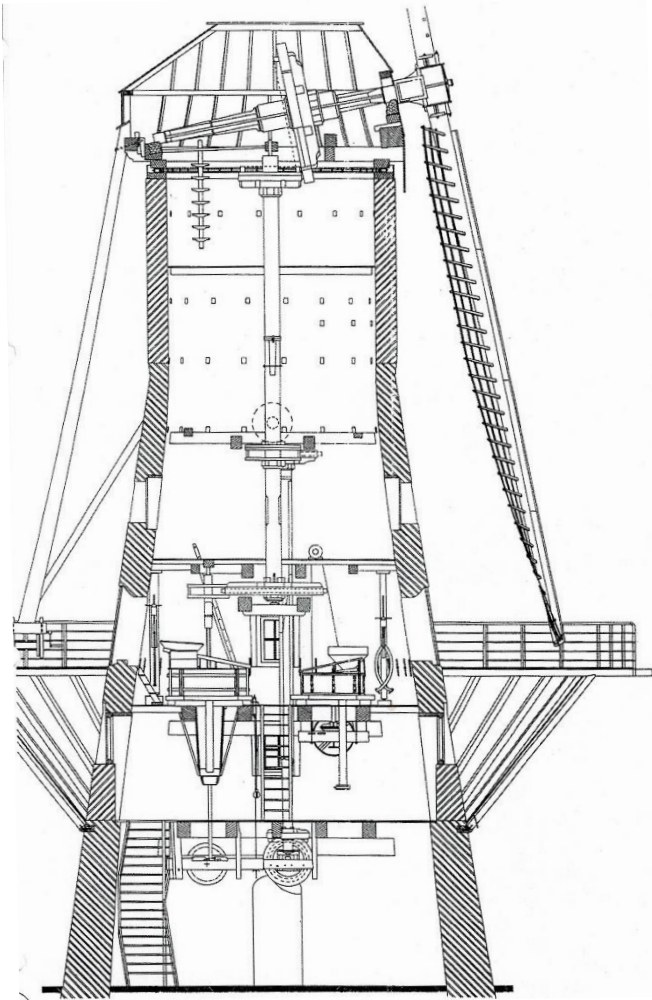
Het gaande werk: alles wat nodig is om de energie van wind- of waterkracht om te zetten tot bruikbare aandrijving van het werk

Het staande werk: ondersteuning van het gaande werk

In dit deel bespreken we assen, spillen en wielen die nodig zijn om de draaibeweging van het wiekenkruis of waterrad om te zetten in een draaiende of op- en neergaande beweging naargelang het werk



# Assen, spillen en wielen



Assen brengen de beweging horizontaal over

1. Bovenas
2. Wentelas
3. Luias
4. Krukas.....enz.

Spillen brengen de beweging verticaal over

1. Koningsspil
2. Steenspil
3. Bolspil..... enz.

Wielen brengen de beweging over van de ene as naar de andere

1. *Vlakke wielen*
2. *Getande wielen*



# De bovenas

De bovenas brengt een draaiende beweging van het wiekenkruis over naar het gaande werk in de molen

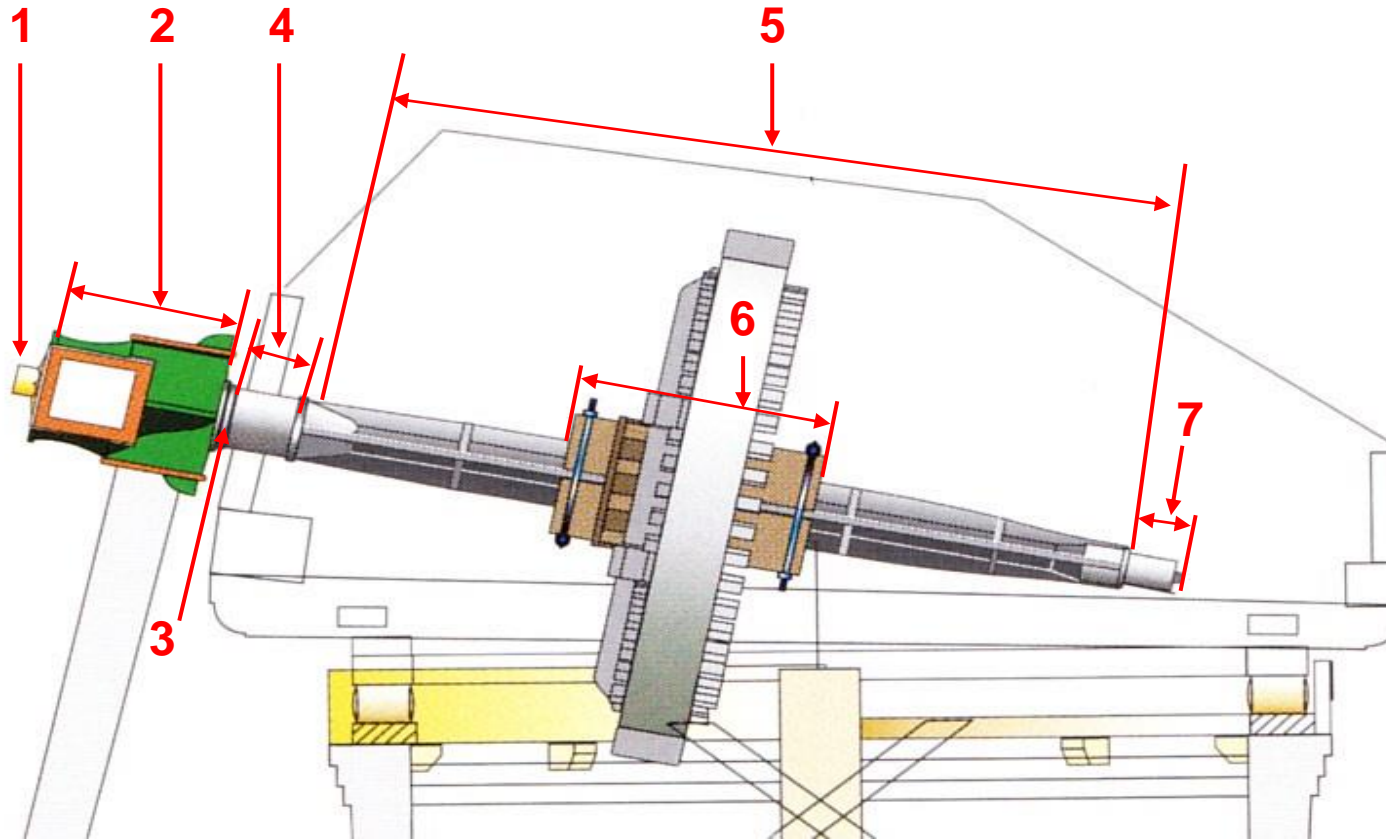
Houten as : de oudste as, hiervoor werd een boomstam van voldoende lengte gebruikt, het gedeelte, dicht bij de wortels was bestemd voor de askop

Houten as met insteekkop en/of pen: Na de mogelijkheid om gietijzer te produceren werd de askop, het meest belaste en zwakste deel van de as , na breuk, vervangen door een gietijzeren deel

Gietijzeren as: Eerst in gebruik bij de scheepvaart en later in de molens. Ook is toen het gebruik van stropwielen ontstaan



# Indeling bovenas



## 1. Walpen

- Centerpunt voor het afdraaien van de hals/pen
- Gebruikt voor doorhalen roeden

## 2. Askop

- Met roedegaten
- Vastzetten roeden met roedewiggen

## 3. Watergoot

- Afvoer van regenwater
- Voorkomt het binnensijpelen van water

## 4. Hals

- Voorste lager van de as

## 5. Lichaam

- Lengte afhankelijk van molentype

## 6. Vulstukken

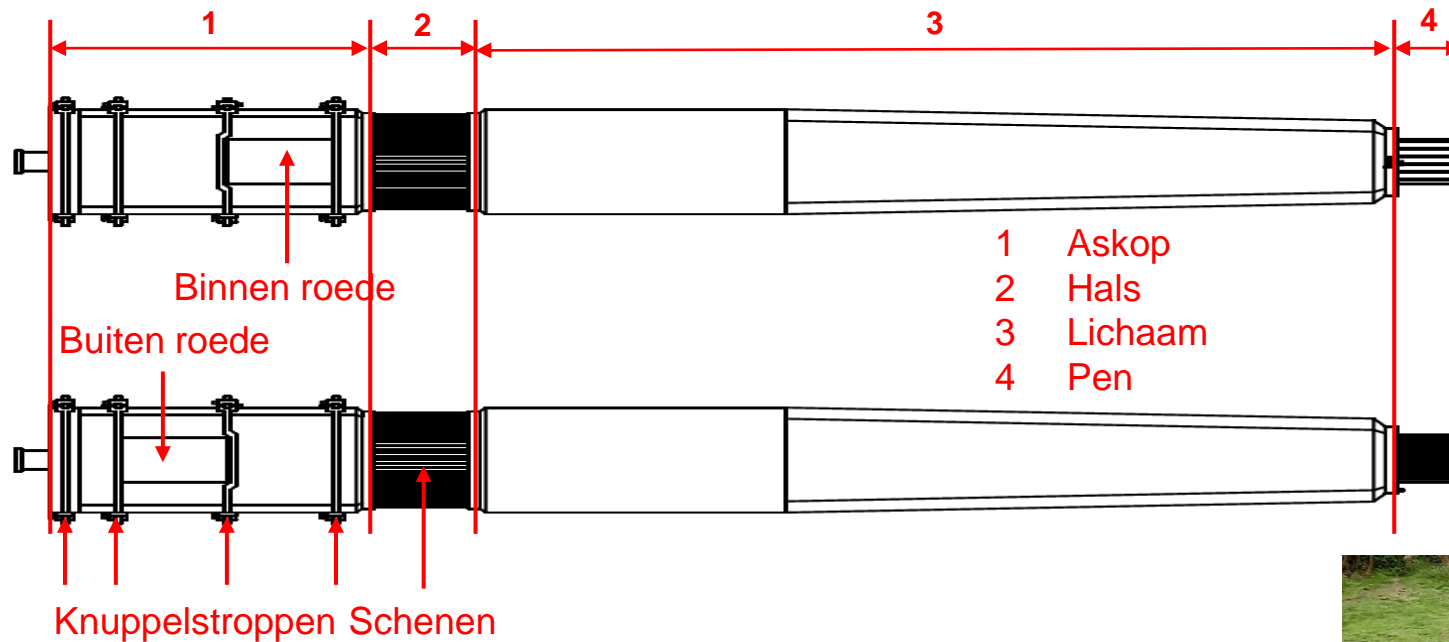
- Opvulling van het spiegelgat van het bovenwiel
- Met wiggen wordt hierop het bovenwiel vast gewigd

## 7. Pen

- Achterste lager van de as



# Houten assen



Dit zijn de oudste assen,

- Gemaakt uit een dikke eiken stam.
- Uit het worteleinde van de stam werd de askop gemaakt.
- Dit is het dikste en stevigste deel van de stam
- Roedegaten verzwakken de askop,
- Om slijtage op de lager punten is bescherming van het hout nodig



Zeer oude houten molenas, met openingen voor kruisarmen van het armwiel als aswiel  
Foto; Marko Barendergt



# Lagering houten as

Om overmatige slijtage te voorkomen moet de houten as beschermd worden op lager punten:  
hals- en penlager

Het voorste lager in het  
voorkeuvelens op het steenbed  
(arduinen steen)



- Met **schenen**, metalen strippen
- Ingewerkt in de afgedraaide hals
- Geven een slijtvast loopvlak

Het achterste lager in de  
pensteen op de penbalk



- Ook hier zijn **schenen** een mogelijkheid
- Ingewerkt in de afgedraaide pen van de as

**Muts**,

- Metalen band om de pen (1)
- Metalen **Muts** over de afgewerkte pen







# De askop van de houten as



Torenmolentje 'Craca'  
Bretange (Fr)

Foto's; Marko Barendregt

## Dwarsgetuigd



Houten roeden door de askop.

Gebruik van borstroede (door de askop) en opleggers (verlengstukken) en knuppelstroppen ter versteviging van de kop

## Haspelwiekenkruis



Houten roede rond de askop

Gebruik van kalven en knuppelstroppen



“Robonsbosmolen” Alkmaar



# Probleem houten as

Zwakste deel van de houten as is de askop !

- Verzwakt door roedegaten
- Weersinvloed, nat / droog
- Houtaantasting



Om de verzwakking door de roedegaten op te vangen, maakt men gebruik van knuppelstroppen



Breuk achter hals  
(door houtaantasting)

Torenmolen Zevenaar



Na ± 1830 werden afgebroken askoppen vervangen door gietijzeren askoppen

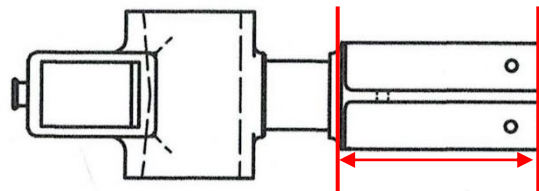
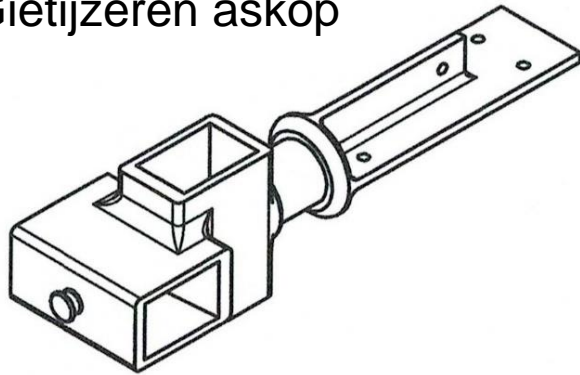


# Houten as met insteekkop

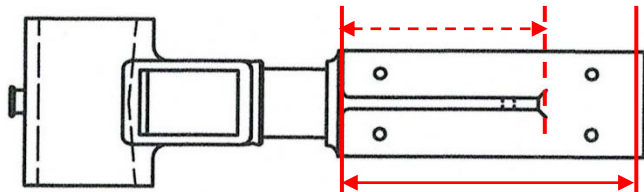
Illustraties: Benny Croonen

Na breuk van askop kan de houten as behouden blijven en de kop vervangen door een gietijzeren insteekkop

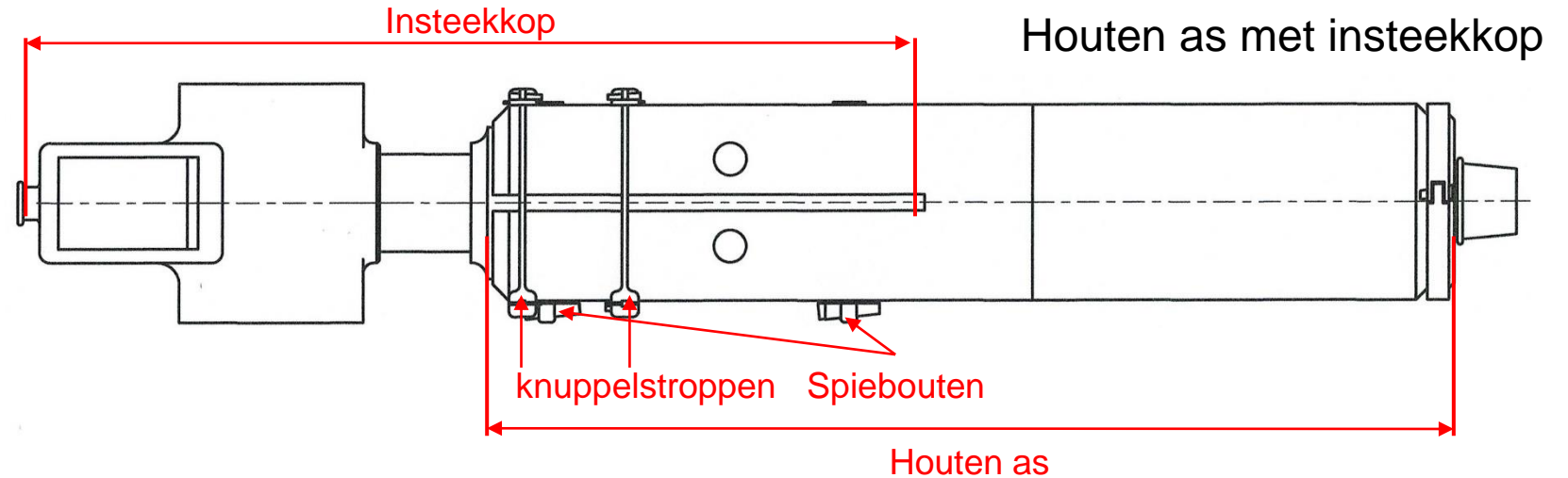
Gietijzeren askop



2 gelijke vleugels



Lange en korte vleugel



## Insteekkop in de houten as

- vleugels ingewerkt in uitgehaalde gleuven in de as
- vastgezet met spiebouten en knuppelstroppen
- 2 gelijke vleugels
- Een lange en een korte vleugel is ook een mogelijkheid

**Opgepast met vangen!!!! Eenmaal los blijft los!!!!**



# Ijzeren assen

Om de problemen met de houten assen is men overgegaan op ijzeren assen



Foto; Janine Forbes (Eng)

Eerste ijzeren assen in Engeland, met opening voor kruisarmen van het armwiel in navolging van de oudste houten assen\*

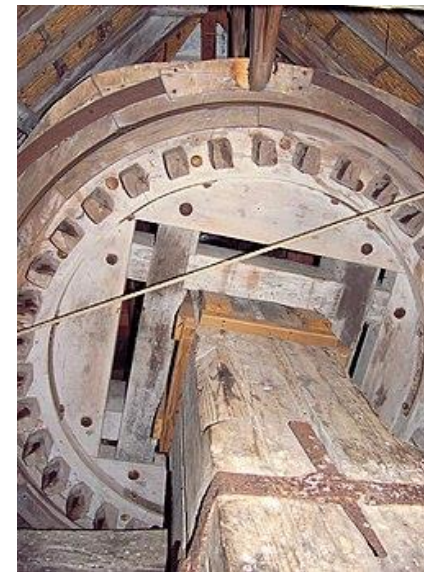
\* Zie dia 7 Houten assen

Vanaf 1836 goot NSBM Fyenoord de eerste bruikbare gietijzeren assen

Nederwaard Molen n° 5



Nieuw gegoten assen vanaf midden vorige eeuw

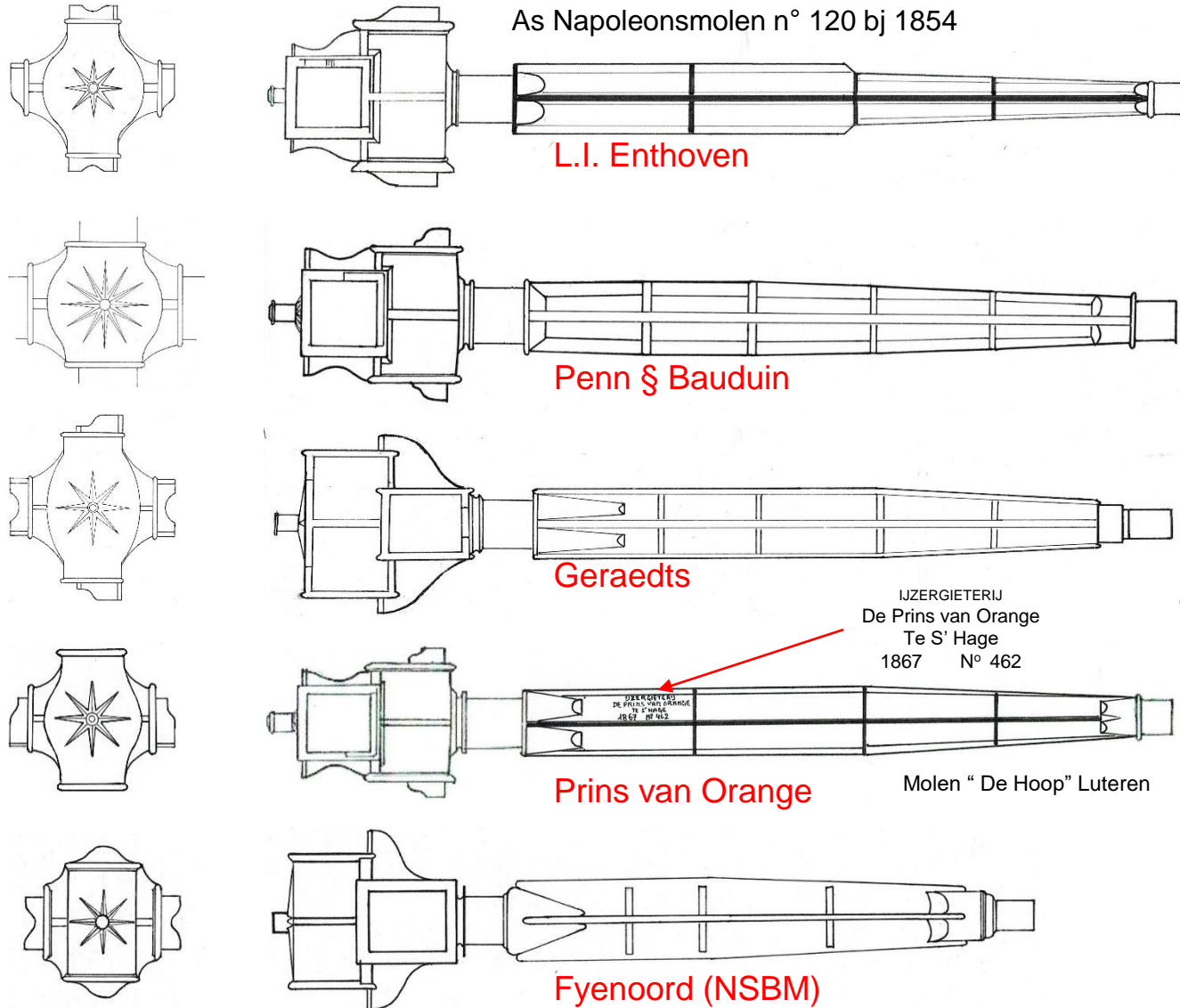


Omdat het vertrouwen in de dunnere gietijzeren assen niet groot was werden de eerste gietijzeren assen bekleed met houten vulstukken

Molen 'D'Armiraal' foto Rasbak



# Gietijzeren as



- Begin 19<sup>de</sup> eeuw leerde men grotere gietijzeren voorwerpen gieten
- Vanaf 1836 leverde NSBM (Nederlandse stoomboot maatschappij) later Fyenoord de eerste molenassen
- Later volgden nog meerdere ijzergieterijen, elk met hun eigen typische kenmerken qua vorm en afwerking
- De naam van de fabrikant, jaartal en het volgnummer van de as worden meestal mee ingegoten
- Samen met de gietijzeren assen is ook het gebruik van stropwielen ontstaan
- Vele assen zijn hergebruikt na teloorgang en afbraak van de molens
- Enkele gieterijen zoals Geraedts, sinds 1935, in Baarlo gieten nog nieuwe assen

De broosheid van gietijzer is een nadeel.  
Dus opletten met zwaar vangen !!!!!



# Oudste en jongste as



Is de oudste, gedateerde,  
gietijzeren as  
A: Nolet uit 1838

Askop van De Vrijheid in  
Schiedam  
Lijkt op een NSBM..... maar



- Met het verdwijnen van molens zijn vele assen verkocht en herbruikt bij de restauratie van molens.
- Tot er eind 20<sup>ste</sup>, begin 21<sup>ste</sup> eeuw een te kort was aan gebruikte assen en er terug nieuwe gegoten werden
- Vanaf de jaren dertig van de 19<sup>de</sup> eeuw werden er steeds nieuwe assen gegoten.

Een van de jongste assen  
N° 27 Gieterij Geraedts (2013)  
Gaplaatst in de "Renkumsemolen"





# Het halslager

Het halslager of voorste lager van de as, is opgebouwd op het steenbed

## Smeerklos

Tegen de weerstijl en de keerstijl

## Hals of baansteen

## Kwastenvrij plankje

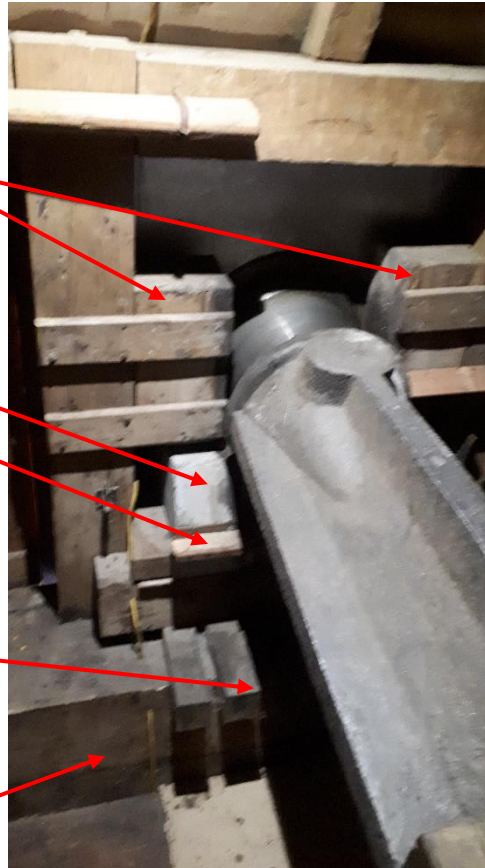
Beschermen van de baansteen door oneffenheden van de steen op te vangen

## Steenbedwiggen

Aanpassen van het steenbed aan de hellingshoek (muizelen) van de as  $\pm 15^\circ$

## Windpeluw

Ligt op de voeghouten, is de basis voor het steenbed



## Waterhol:

voorkomen water insijpelen

## Metalen plaat

- Over de onderste plaat
- Vòòr het waterhol

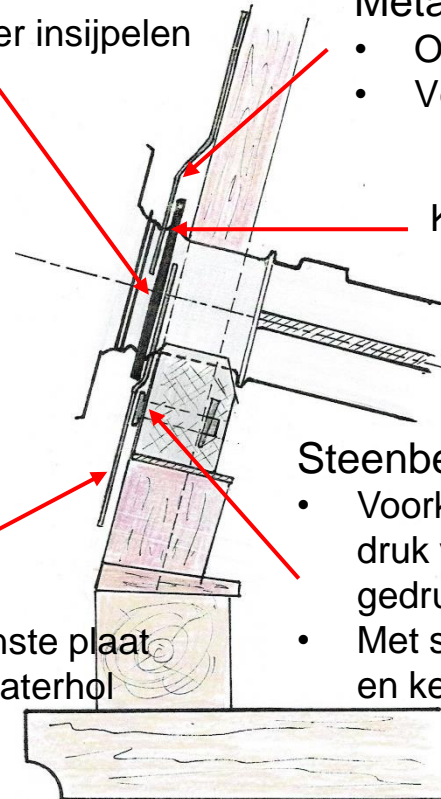
## Kraag

## Steenbeugel/ Steenbord

- Voorkomt dat de steen onder druk van de as naar voor gedrukt wordt
- Met spiebouten door weer – en keerstijl verankerd

## Metalen plaat

- Onder bovenste plaat
- Achter het waterhol



Metalen platen tegen het voorkeuvelens en het waterhol voorkomen water insijpelen



# De hals - of baansteen

Meest voorkomende lagere zijn van hardsteen of arduin

Steen voor houten as  
Breede hals



Steen voor gietijzeren as  
Dunnere hals



Vlaamse steen  
Afschuining voor kraag van de as

Foto Vlaamse steen

ijzeren met bronzen  
of witmetalen voering

Foto ijzeren  
halslager



Houtenlagere komen ook voor  
Pokhout of eik met een metalen voering

Molen 'Eendracht maakt macht' Meterik

Dekkerlager



- Een van de verbeteringen na prijsvraag van de Hollandsche Molens in 1935
- Weinig gebruikt door zware belasting van de asjes Buitenweegse molen





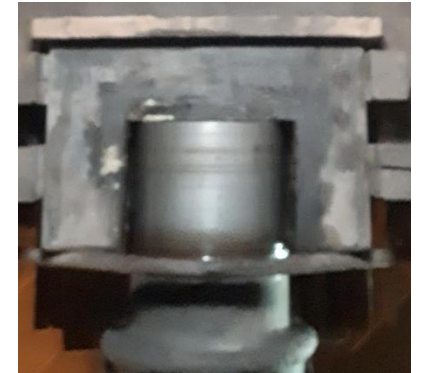
# Penlager/penbalk

Het penlager(steen) ligt ingewerkt in de penbalk, deze bevindt zich tussen de voeghouten en vóór de korte spruitbalk

Broekstuk, tussen penbalk en korte spruit  
Met wiggen wordt de penbalk afgesteld

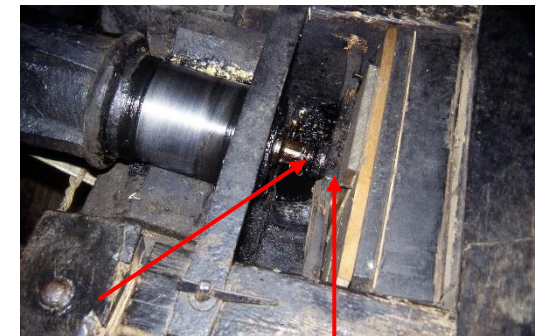
Broeksteen

Gesloten lagersteen



Penlager

Pen met verwisselbare taats



Smeeroliebakje

Tijdens het draaien neemt het kettinkje olie mee uit het bakje en smeert de pen

Tegelplaten

Gebruikt bij een as met verwisselbare taats

Tegel met gehard knol



Springbeugel

Voorkomt dat de as uit het lager springt bij het dompen van het wiekenkruis

Penbalk

Spieën tussen penbalk en voeghout  
Voor het opsluiten van de penbalk tussen de voeghouten en de nodige helling t.o.v. de as





# Nazicht en smeren bovenas

## Visueel nazicht:

- Loopvlak hals – en penlager, dit moet over de ganse lengte op de steen draaien
  - Dunne bruine ringen kunnen wijzen op oneffenheden in de steen, indien ze ongewijzigd blijven is dit geen probleem
  - Breede bruine ring op achterkant van de pen wijst op een probleem met het halslager, kapotte baansteen of het inzakken van het steenbed (windpeluw, koppen van de voeghouten enz.)
  - Roest op loopvlak halslager, kan door lange stilstand of slechte afscherming steenbed (zie dia 15)
  - Watergoot zichtbaar binnen in de kap, ganse as is achterwaarts verschoven

## Warmlopen van de as, direct na het halslager

- Hals ligt door slijtage te diep in de baansteen, mag max 1,5 cm zijn
- Geen smering door te kleine inloop, vet geraakt niet onder de steen

## Smeren van hals – en penlager

- Smeren met reuzel (manevet, paardenvet blijft ook zacht bij koude)
- Vervuild vet op smeerklos of voor inloop tijdig verwijderen. Vervuild vet belet goede smering en geeft energie verlies en voorkomt





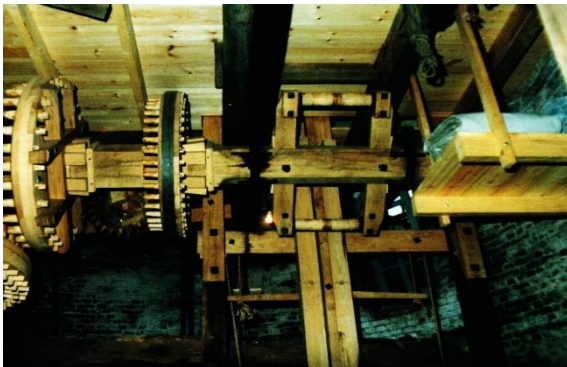
# Andere assen

## Oliemolen



### Wentelas:

Dikke as met spaken in de  
industriële oliemolen



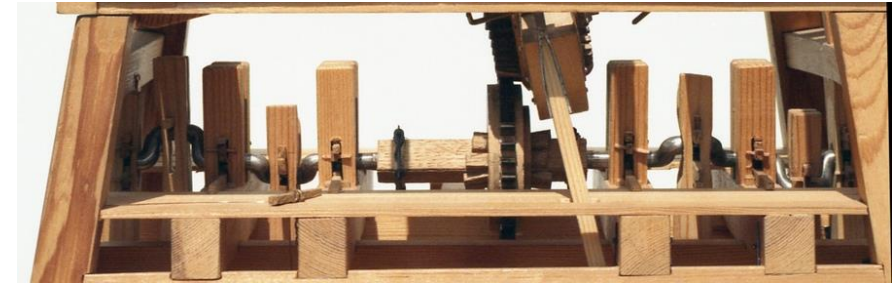
### Tuimelas:

dunnere as met heef in dorpsollemolen

## Korenmolens; luias



## Houtzaagmolen; Krukas



Afb. Penderbak.nl

## Poldermolen; Wateras



Gegoten wateras J.I. Enthoven



# Spillen

Een spil breng een draaiende beweging over in het verticale vlak

## Koningsspil:

- Grootste spil in de koren – en wipmolen,
- Zware eiken spil, centraal in de molen
- Is gelagerd tussen:
  - Boven de ijzerbalk
  - Onder de dons balk
- brengt de beweging van de bovenas over naar de maalinrichting / waterrad

## Steenspil:

- De spil die de beweging van de koningsspil overbrengt naar de looper van het steen koppel
- Kan in zijn geheel van ijzer zijn met vulstukken voor het steen rondsel
- Ook een houtenspil is mogelijk met een metalen tap (lagering) en klauwrijzer (ingrijpen in de rij)



## Bolspil

- De spil die de looper van het steenkoppel draagt via de rij
- Is gelagerd in een taatspotje op de
- Met het lichtwerk kan de maalspleet tussen looper en ligger aangepast worden
- Bij een balanceerwerk (vastwerk) draait deze mee met de looper
- **Bij een pennetjeswerk (loswerk) is dit een vaste stut !!!**



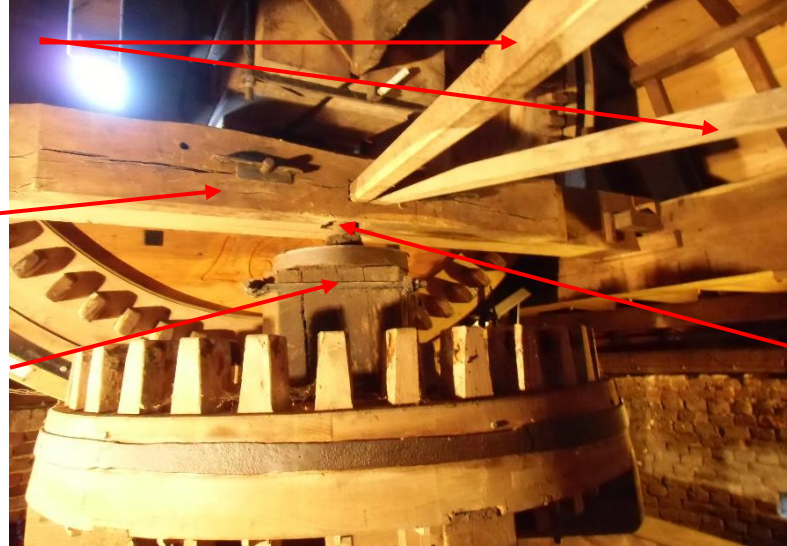


# Bovenste lagering koningsspil

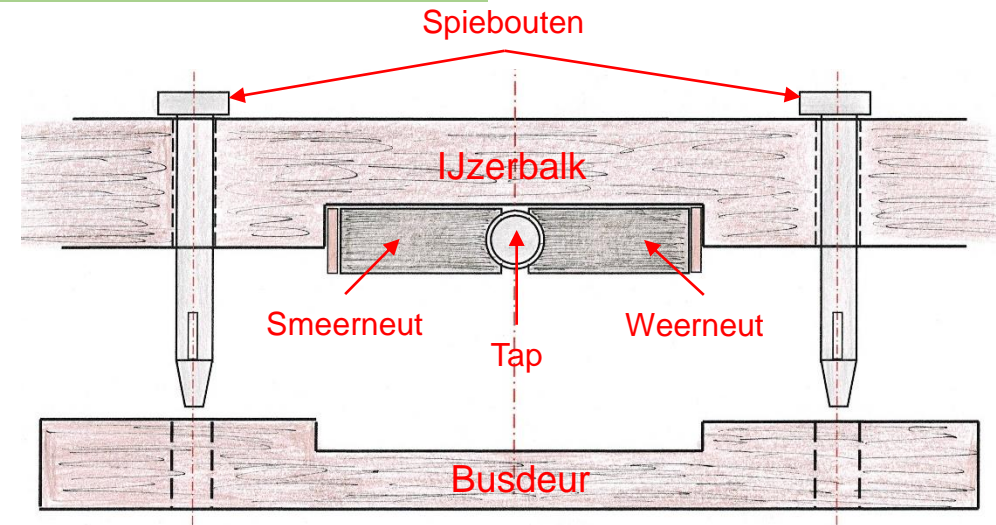
Poortstokken

Busdeur

Koningsspil



Tap



- Bij een bovenkruier is de koningsspil het center van de molen
- De tap is het center van de kruiring.
- Is de tap uit het center, dan heeft dat gevolgen voor het spoorwiel t.o.v. het steenrondsel.
- Spoorwiel kan te diep of niet diep genoeg in het steenrondsel komen door het kruien van de kap
- Het heeft **geen** invloed op het bovenwiel / rondsel
- Poortstokken ondersteunen de ijzerbalk tegen achterwaartse druk van as en aswiel

- Het bovenste lager van de koningsspil bevindt zich in een uitsparing van de ijzerbalk
- De tap is gelagerd tussen twee neuten
- Het geheel wordt opgesloten door de busdeur
- De busdeur wordt geborgd door twee spiebouten

## Openen van het bovenste lager !!!

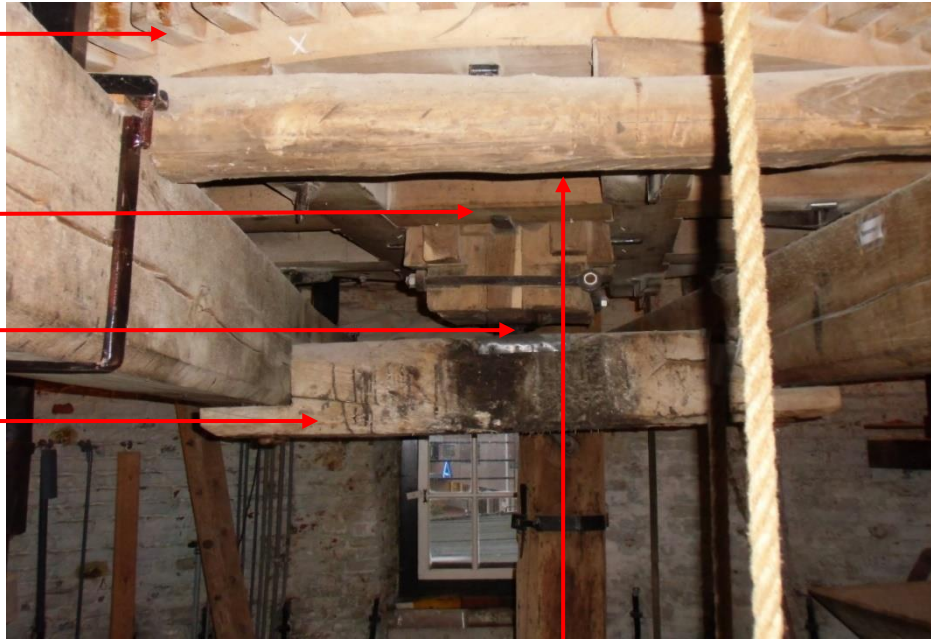
- Alvorens de busdeur te verwijderen, steeds de koningsspil vastleggen
- Eventuele vulstukken markeren
- Dan pas de koningsspil met tap gecontroleerd terug trekken



# onderste lagering koningsspil

Pen draait in een taatspot. Deze zit verstelbaar ingewerkt in de dons balk of spilkalf

Spoorwiel



Koningsspil

Pen

Donsbalk

Taats dicht onder het spoorwiel

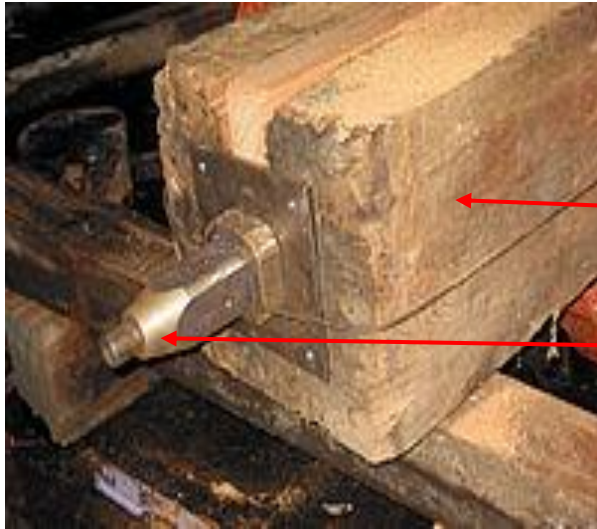


- Taatspotje voorzien van een weinig smeermiddel (olie)
- Taatspotje afdekken om vervuiling tegen te gaan

**Nadeel doorlopende koningsspil:  
hoe verder de koning doorloopt, hoe meer kans op asymmetrisch draaien van het spoorwiel**

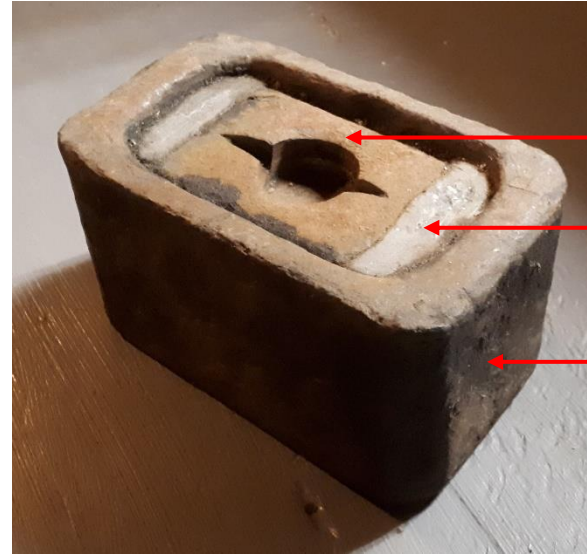


# Het taatspotje



Koningsspil

Taatspen



Gehard stalen potje met gleufje voor smering

Ingegoten met lood

Gietijzeren bakje

## Het taatspotje

- De onderste lagering van de koningsspil bestaat uit een taatspen die draait in een taatspotje op de dons balk
- Het taatspotje bestaat uit een gietijzeren potje met daarin een gehard stalen potje met gleugjes voor smering onder de taats
- Na het indraaien (pen zoekt zijn weg in het taatspotje) wordt het gehard stalen potje met lood in gegoten in het gietijzeren bakje



Verstelbare taatspotje op dons balk



# De steenspil

- Kan bestaan uit volledig gietijzeren staakijzer met houten vulstuk waarop het steenrondsel is vast gewigd
- Houten spil met insteek klauw en tap
- De spil is gelagerd in de tap- of spilbalk \*
- Opgesloten tussen 2 neuten of met opsluitklos
- Hier kan de maalinrichting in of uit het werk gezet worden



## Spil- of tapbalk

- Bij een bovenkruier wordt deze ook dikwijls foutief als ijzerbalk benoemd.
- Bij een standardmolen draait de steenspil in de ijzerbalk rechtsstreeks aangedreven door het bovenwiel.



In het werk



Uit het werk



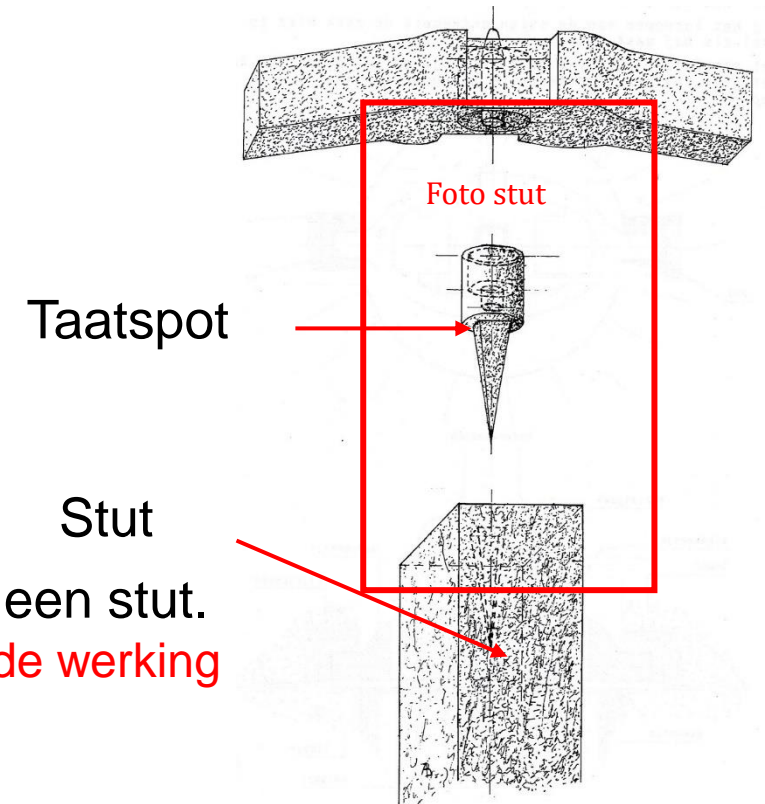


# De bolspil



De bolspil wordt gebruikt bij een vast werk  
Balanceer rij (Engelse)

Bij een los of pennetjes werk spreken we van een stut.  
Deze is van hout en draait niet, ze staat stil tijdens de werking  
en is dus geen 'vaste spil'



**Bolspil, steenspil en de rijn vormden de drie ijzers van de molen**

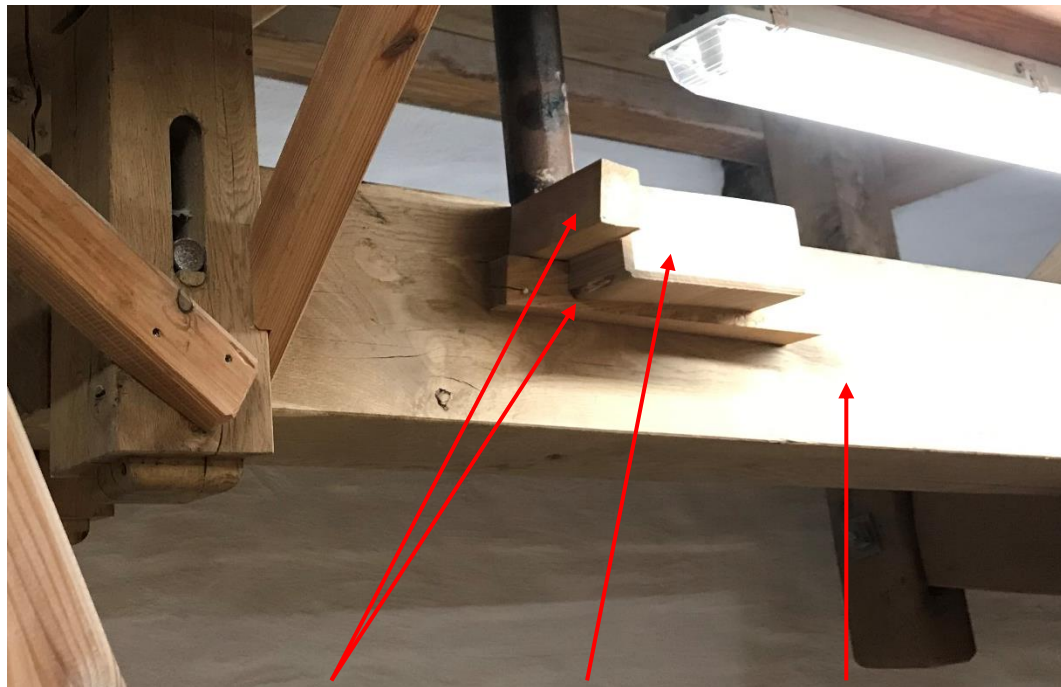
Vroeger de meest kostbare onderdelen van de molen en tijdens rumoerige tijden werden deze ook uit de molen verwijderd



# Lagering bolspil

- De bovenste lagering van de bolspil gebeurt in de steenbus, een ijzeren of houten met neuten.
- De onderste in een taatspot, opgesloten in een kussen (verstelbaar met trek- of duwwiggen) op **de pasbalk\***. (onderdeel van het lichtwerk)

Afstelproblemen van stenen met balanceer of loswerk moeten steeds onder de rij gezocht worden vandaar de verstelbare taatspot



Wiggen

Kussen

Pasbalk

Foto: Stut op vondelbalk

- De stut wordt op **de vondelbalk** opgesloten met houten klossen, om mee draaien te voorkomen. de bovenste lagering is een gewone houten steenbus

Problemen met pennetjes werk steeds boven de rij zoeken

\*

- De pasbalk en de vondelbalk zijn beiden een onderdeel van het lichtwerk
- Omdat het taatspotje van de bolspil aanpasbaar moet zijn gebruik ik hiervoor de benaming pasbalk.



# wielen

- Wielen zijn nodig om de roterende beweging van assen en spillen over te brengen.
- Ze kunnen de beweging versnellen of vertragen om zo de gewenste draaisnelheid te bekomen



## Gladde wielen

- voor overbrenging wiel op wiel
- met riemen over grote afstand

## Getande wielen

- overbrenging van wiel op wiel
- haakse overbrenging, 'kroonwielen'
- horizontale overbrenging, 'ster- of kranswielen'
- met kammen of dollen

## Gietijzeren wielen

- voor haakse overbrenging
- voor horizontale overbrenging

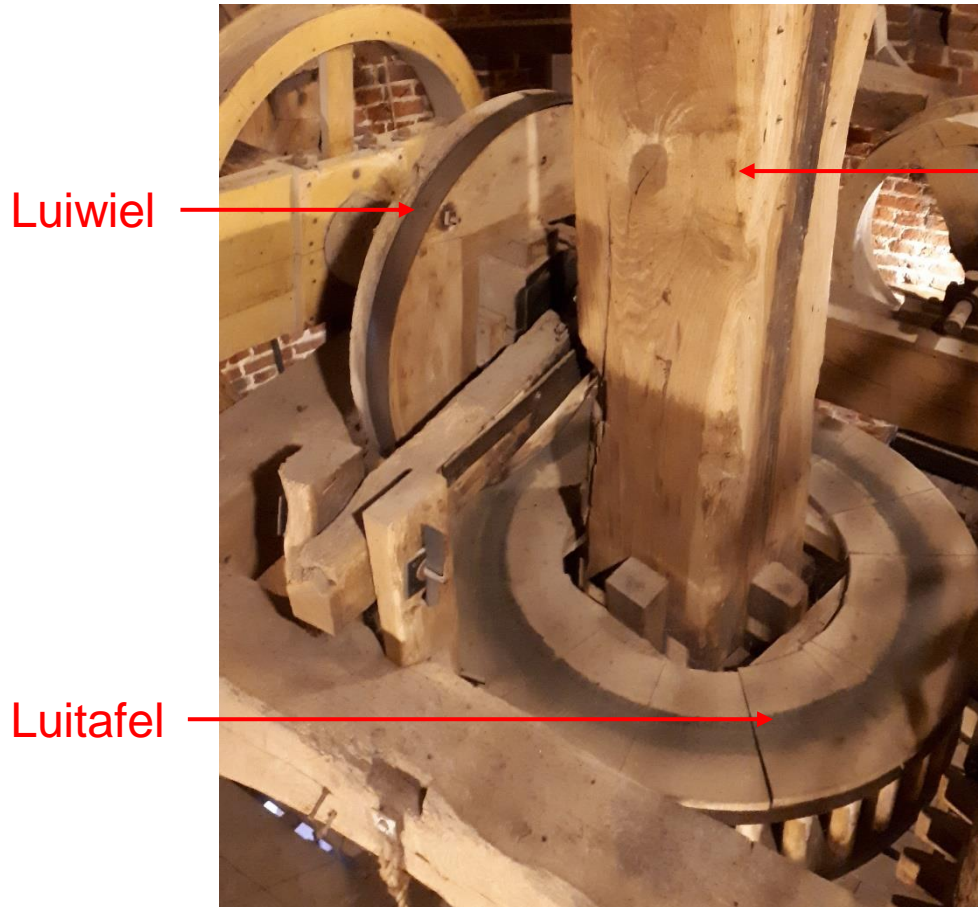
## Rondsel of schijfloop

- met staven
- tussen 2 gelijke schijven
- tussen 2 ongelijke schijven





# Gladde wielen



- Kan enkel werken bij belasting
- Bij te weinig belasting veel kans op slepen

## Wiel op wiel:

- Het sleepluiwerk

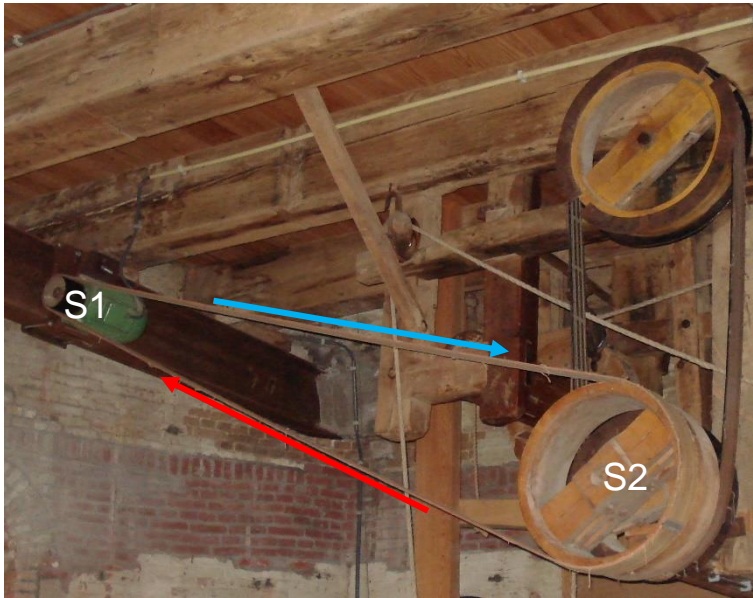
## Koningsspil



- Met een touw kan het luiwiel op de luitafel neergelaten worden
- Luitafel is vast gewigd op de koningsspil
- Bij draaiende molen en belasting aan het luitouw kunnen zakken graan naar de steenzolder gehesen door het opwinden van het luitouw op de luias. Dit zonder fysieke arbeid.
- Zakken mee naar beneden laten gebeurd op zwaartekracht



# gladde wielen met riemen



Riem heeft trekkend en lui gedeelte

- trekkend gedeelte : van aangedreven ( $S_2$ ) naar aandrijvend wiel ( $S_1$ )
- lui gedeelte : Het aandrijvende wiel kan de riem niet duwen !

Riemspreker en smeren op lui deel

- Door de riemspreker op het lui deel, vergroot ook het riemoppervlak op de beide wielen.
- Is niet altijd mogelijk. Is afhankelijk van de draairichting en plaats van het aandrijvende wiel (motor)

Voordeel :

- hoeken van de assen kunnen veranderen
- Kruisen van de riem geeft andere draairichting

Nadeel :

- slippen mogelijk
- belasting op de assen





# Getande wielen

## Onrechtstreekse overbrenging

**Met ketting**

**Met touw**

Gebruikt bij overbrenging op grotere afstand

## Rechtstreekse overbrenging

### 1. Houten wielen

**Met kammen**

Haakse overbrenging (kroonwielen)

Horizontale overbrenging (ster-, kranzwielen)

**Met staven** (rondsel, schijfloop)

**Met dollen** (dollenwiel)

### 2. Gietijzeren wielen

**Gegoten wiel en kammen** (het kleinste wiel)

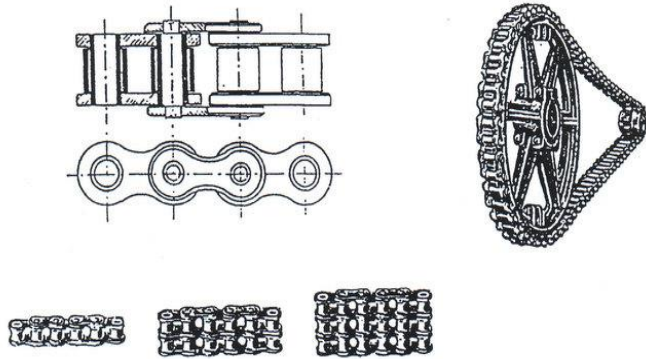
**Houten kammen** (op het grootste wiel)

Overbrenging gebeurt van wiel op wiel



# Onrechtsstreekse overbrenging

## Met ketting

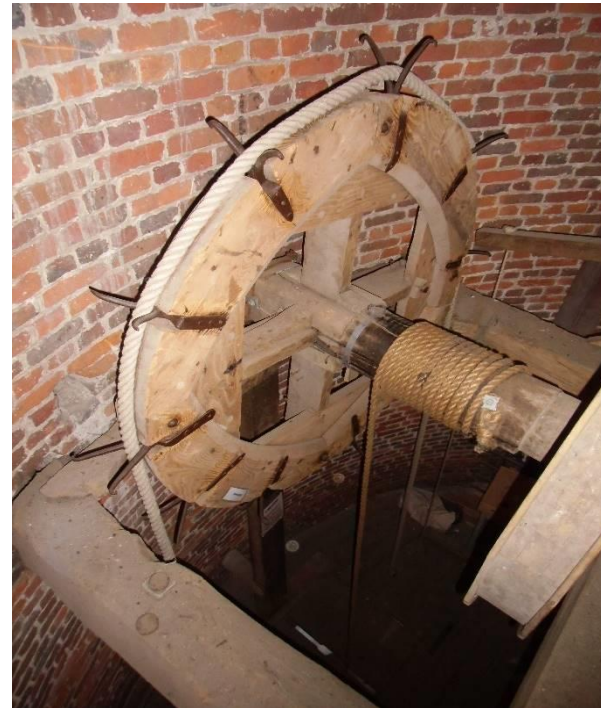


Voordeel: geen verlies van krachten  
geen belasting op de assen,  
ketting heeft geen trekkend of luie gedeelte oefent geen  
kracht uit op de assen van de wielen

Nadeel : niet geschikt voor hoge snelheid  
veel lawaai  
veel smeren

Vinden we enkel terug op mechanische maalderijen !

## Met gaffelwiel en touw



Gaffelwiel luiwerk,



Gaffelwiel kruitwerk

Nadeel : **Handwerk!!!!**



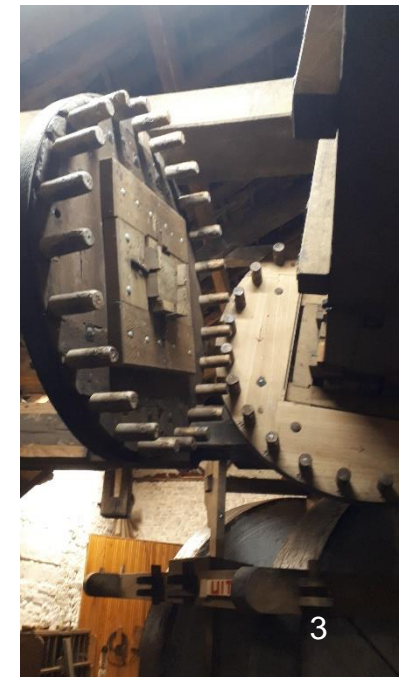
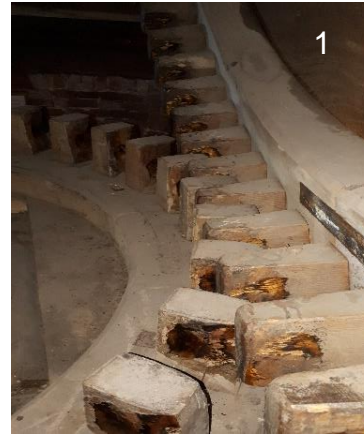
# Rechtsstreekse overbrenging

## Haakse overbrenging

### Kroonwielen

1. Met kammen: aswiel, bonkelaar en varkenswiel
2. Met kammen en staven: aswiel en rondsel
3. Met dollen: licht werk

**Kammen en dollen staan haaks op het wiel**

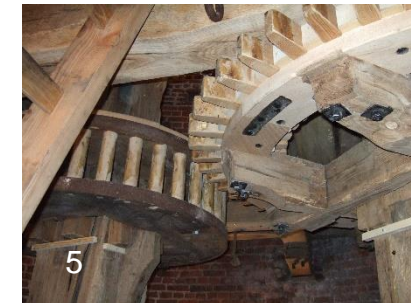


## Horizontale overbrenging

### Krans- of Sterwielen

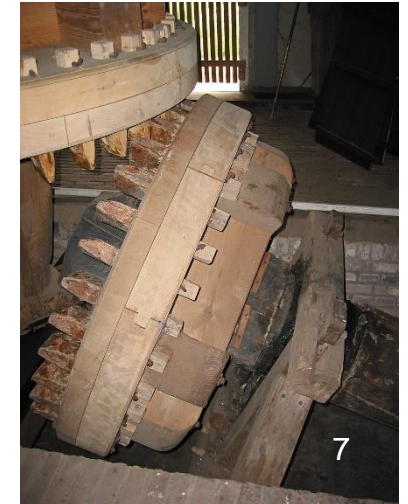
4. Met kammen: spoorwiel
5. Met kammen en staven: spoorwiel en steenrondsel

**Kammen staan straalsgewijs op de wielomtrek**



## Onder een hoek

6. Aswiel en rondsel met conische spillen (wieg)
7. Onderbonkelaar met conische kammen en vijzelwiel







# Kammen, staven en dollen

Voor de rechtstreekse overbrenging met wielen wordt er gebruik gemaakt van kammen, staven of dollen



Kammen voor het zwaar werk, vorm van de kamkop is afhankelijk van de grote en overbrenging



Staven tussen twee schijven vormen een rondsel of schijfloop



Gebruikt voor licht werk



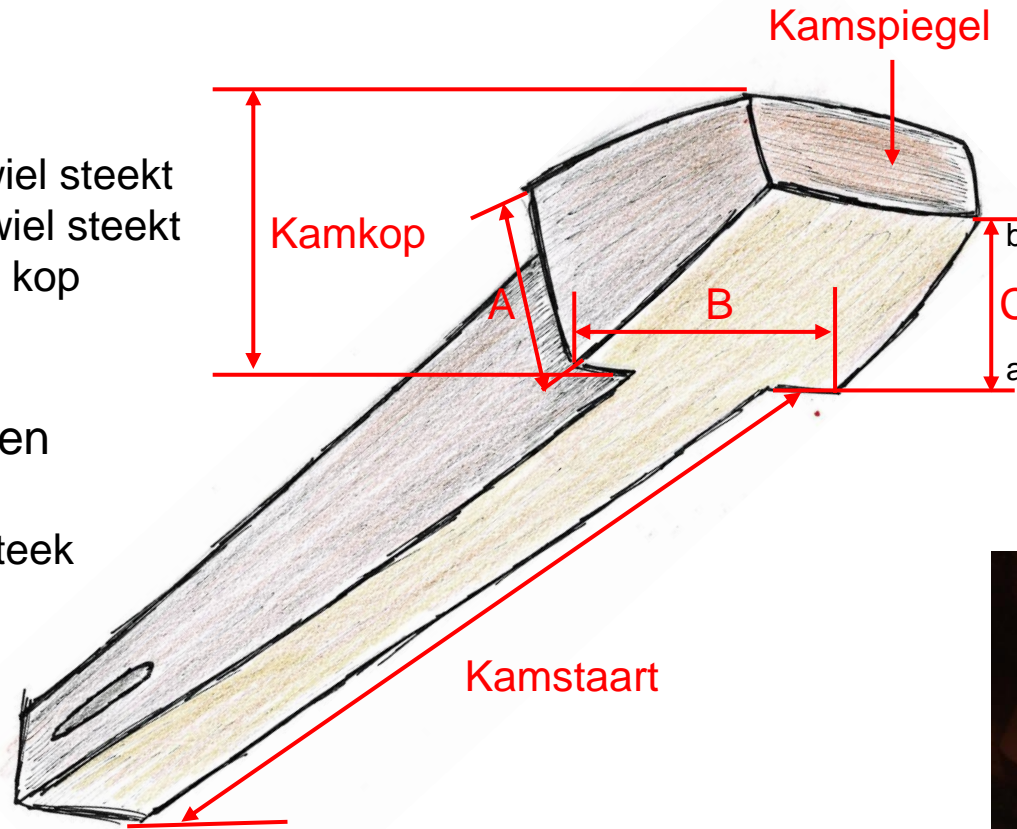
# De kam

De kam bestaat uit:

- De kamkop, het gedeelte dat buiten het wiel steekt
- De kamstaart, het gedeelte dat door het wiel steekt
- De kamspiegel, het bovenste deel van de kop

Om de afmetingen van de kam te bepalen spreken we van:

- (A) de kamdikte, maximum  $\frac{3}{7}$  de van de steek
- (B) de kambreedte
- (C) De kam hoogte
  - (a) Voet
  - (b) Top



De bit:

- Waar de kammen elkaar raken ontstaan er afdrukken: 'de bit'
- Hieruit kunnen we bepaalde zaken afleiden
  1. De slijtage, te grote slijtage geeft te grote speling
  2. Toestand van het gangwerk, te diep of niet diep genoeg in hetwerk



# Het gangwerk

## Twee samenwerkende wielen vormen samen een gangwerk

Om beschadigingen, te grote belasting, stoten of haperen moet een goed lopend gangwerk aan enkele voorwaarden voldoen:

Eerste vereisten: om een vlotte gang te bekommen

- De afstand tussen alle kammen en staven, hart tot hart 'de steek', moet gelijk zijn
- Kammen of staven van de twee wielen moeten 'Op steek' staan
- De kammen moeten een vereiste vorm hebben
- De 'Raaklijn' van kammen en/of staven moeten met elkaar overeen stemmen

Bijkomende vereiste: om slijtage te beperken:

- Het aantal kammen moeten priemgetallen zijn, niet deelbaar. Een kam van een wiel moet even vaak in aanraking komen met alle kammen of staven van het samenwerkende wiel.
- Gebruik van verschillende houtsoorten op de twee wielen is aangewezen.
- Regelmatig smeren van de kammen is zeker gewenst. 'In de was zetten' bij voorkeur bijenwas eventueel gemengd met graffiet.



# De steek

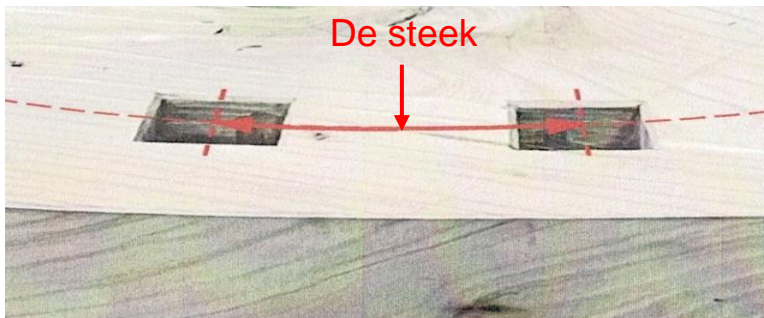
De 'Steek' is de afstand van 'hart tot hart' van kamgat tot kamgat op de steekcirkel



- De maker van het wiel bepaald de grote van het wiel en de plaats van de steekcirkel (afstand tot buiten omtrek)
- Aan de hand van het gewenste aantal kammen berekend hij bij benadering de 'Steek'
- Met de steekpasser zet hij het hart van de kamgaten uit op de steekcirkel

## Uitzetten van het hart van de kamgaten

1. Diameter x 22 / Aantal kammen x 7 = steek
2.  $2,58 \times 22 / 58 \times 7 = 13,8448276.....enz$
3.  $22/7$  is principe van Archimedes (omtrek van een cirkel is 22 maal  $1/7$  diameter)  
Is Pi of  $3,1416.....enz$
4. "Afstappen" met steekpasser (rond of halfrond)
5. Uitgangspunt is niet gelijk aan vertrekpunt
6. Verschil aanpassen (cirkel is een veelhoek) en opnieuw afstappen
7. Laatste afstand passerbenen is werkelijke steek



- De 'steek' van het eerste wiel bepaald ook de 'steek' van het samenwerkende wiel
- De steek verandert nooit !!!! Wel de speling tussen de kammen



# De raaklijn

Kammen moeten elkaar raken op raakcirkel (denkbeeldige lijn)

- A. Raakcirkel kam van het aswiel op  $2/3^{\text{de}}$  van de kamkop
- B. Raakcirkel kam bonkelaar = steekcirkel op kamkop

Overlappen ze elkaar,

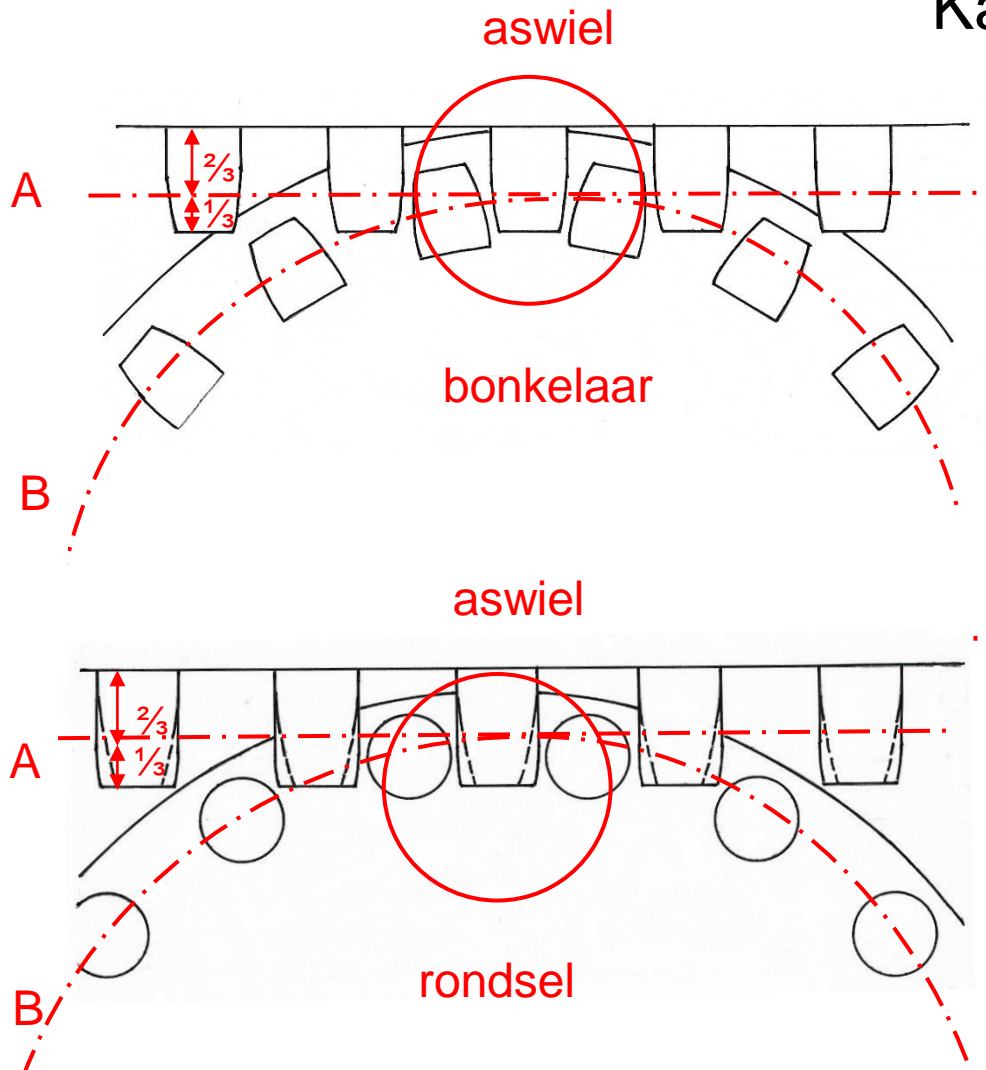
1. Dan staan de kammen te diep in het werk
2. Het gangwerk gaat te stroef lopen en de kammen kunnen beschadigt worden
3. Neemt te veel energie

Niet raken, te klein raakvlak (bit)

1. De kammen staan niet diep genoeg in het werk
2. Alle kracht op een te klein oppervlak
3. Kans op kambreuk

Bij een aswiel/rondsel (wieg)

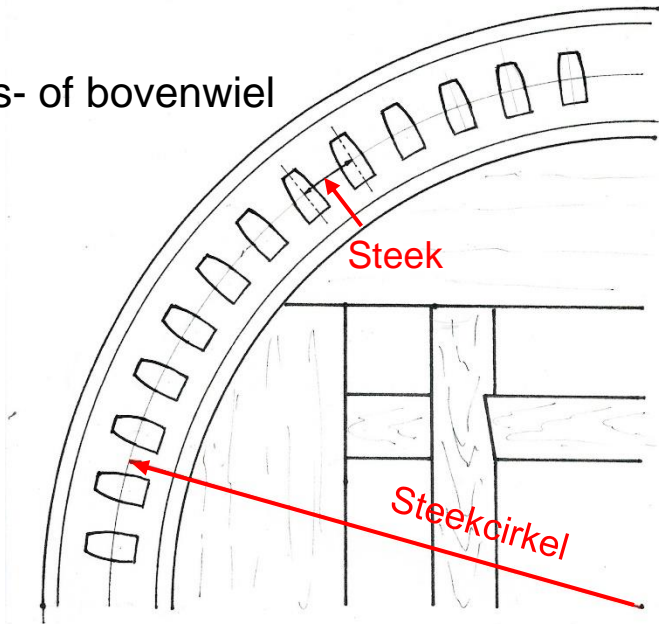
1. Verdwijnen de staven nagenoeg volledig tussen de kamkoppen



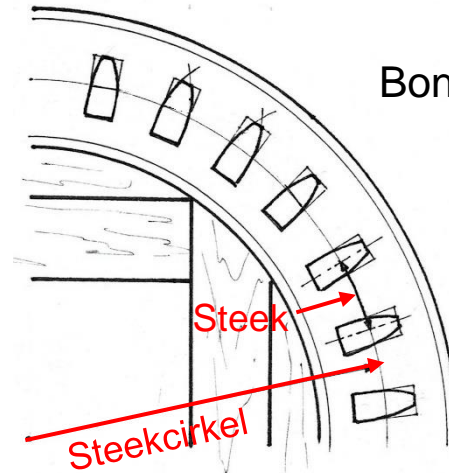


# Kroonwielen

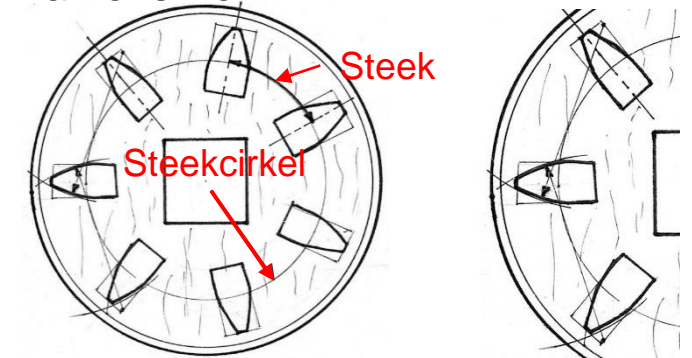
As- of bovenwiel



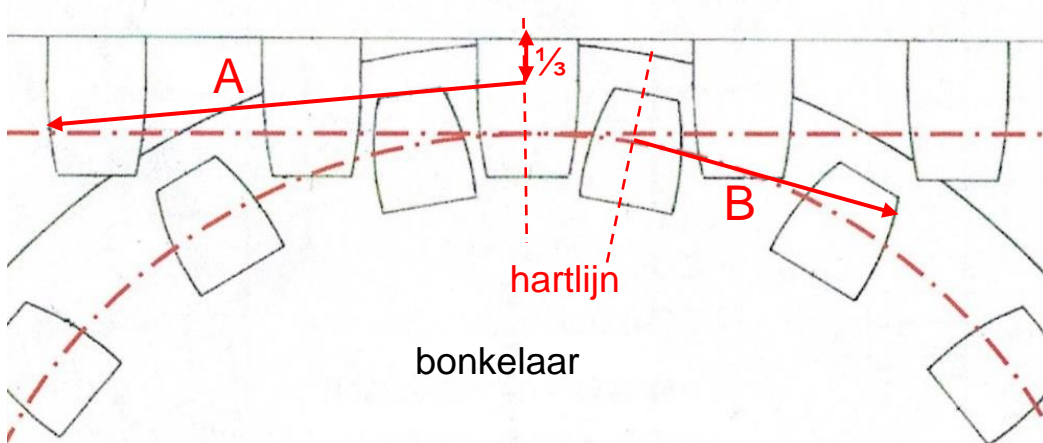
Bonkelaar



Varkenswiel



aswiel



bonkelaar

**Kammen haaks op het wiel !!!!**

- Om een soepele gang te bekommen dienen de kamkoppen de juiste vorm te hebben, kammen van samenwerkende wielen schuiven in elkaar in verschillend vlak.
- Hoe kleiner het wiel hoe scherper de kamkop (varkenswiel)
- Niet aangepaste kamkop geeft een verstoord gangwerk, waardoor te grote slijtage optreed
- Te brede kamkop vraagt te veel energie hinder bij het inschuiven

Kam vorming: de rechte kammen aftekenen en bijwerken

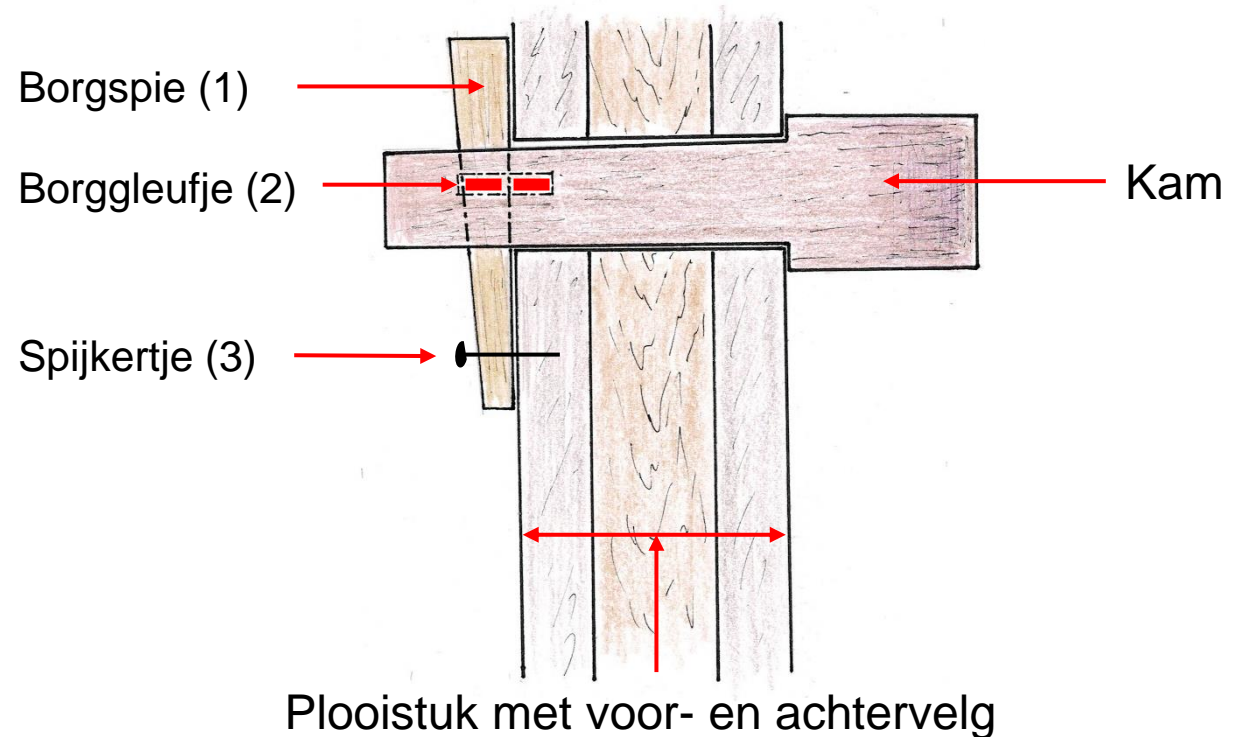
Aswiel: op  $\frac{1}{3}$  de van hartlijn tot achterkant 2<sup>de</sup> volgende kam (A)

Bonkelaar: vanaf kruising steekcirkel/hartlijn tot achterkant van de volgende kam (B)



# Borging kam

- Eenmaal de kamgaten gemaakt kunnen de kammen geplaatst worden
- De kammen worden geborgt met een borgspie (1) door de borggleuf (2) in de kamstaart.
- De borgspie wordt op zijn beurt geborgt met een spijkertje (3)



## Opgelet:

- borggleuf moet steeds tot binnen de structuur van het wiel vallen !!!!!
- Borgspie moet bij een losse kam de kamstaart kunnen aantrekken

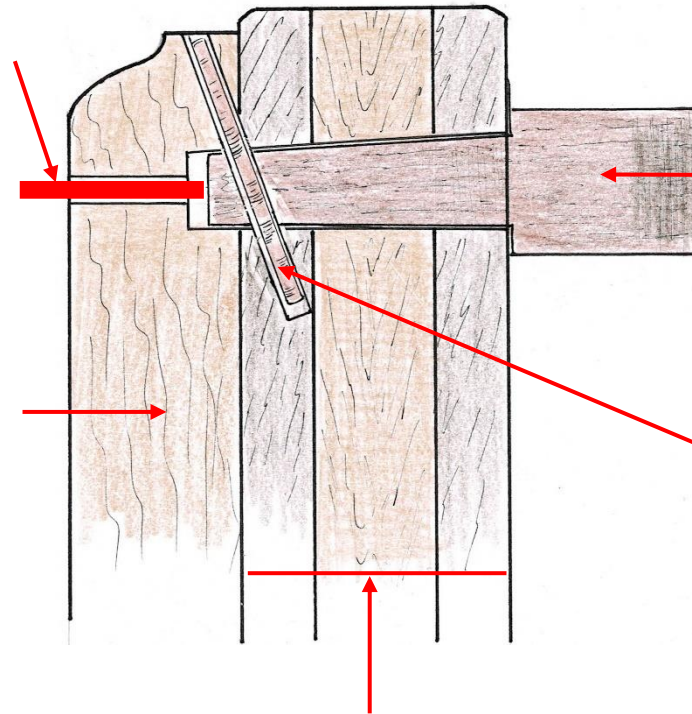


# Borging armkammen

Kam ter hoogte van de kruisarmen van een kroonwiel vereist een speciale borging

## Boorgat

Door dit gat kan de borgpen doorgeslagen worden om de kam te verwijderen



## Armkam

Kam waarvan het kamlichaam in een kruisarm uitkomt en niet in de kamstaart geborgt kan worden

## Borgpen

- Gat geboord door plooiestuk en kamlichaam.
- Hierin kan een borgpen geslagen worden om de kam te borgen

Kruisarm

Plooistuk met voor en achtervelg





# As- of bovenwiel

## Grootste wiel in de windmolen,

- Bevindt zich op de bovenas
- Brengt de beweging van de as over op de rest van het gaande werk
- Wordt ook gebruikt als vangwiel
  - (Zie gaande werk deel 1 'De vang')

## Velg (voor- en achtervelg)

- Iepenhout om doorscheuren van kamgaten te voorkomen
- Tevens ter verbreding van het wiel om vang oppervlak te vergroten

## Plooistukken

- 4 beuken houten platen
- Worden op de kruisarmen bevestigd en samen rond gezaagd

## Kruisarm

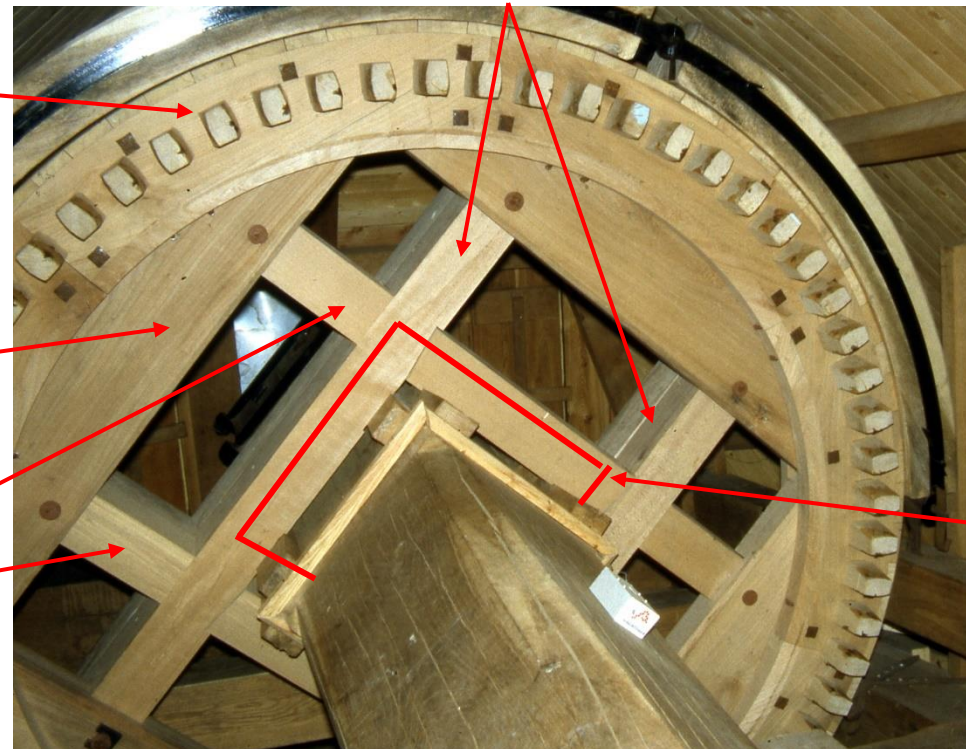
- 2 zware eiken balken
- Basis van de opbouw

## Opbouw,

(Bovenwiel met spouwarmen)

## Spouwarm

- 4 Lichtere eiken balken
- 2 aan 2 half/half ingewerkt in de kruisarmen
- Vervaardigd uit doorgezaagde zware balken
- Tegendraads verwerkt om vervorming van het wiel te voorkomen

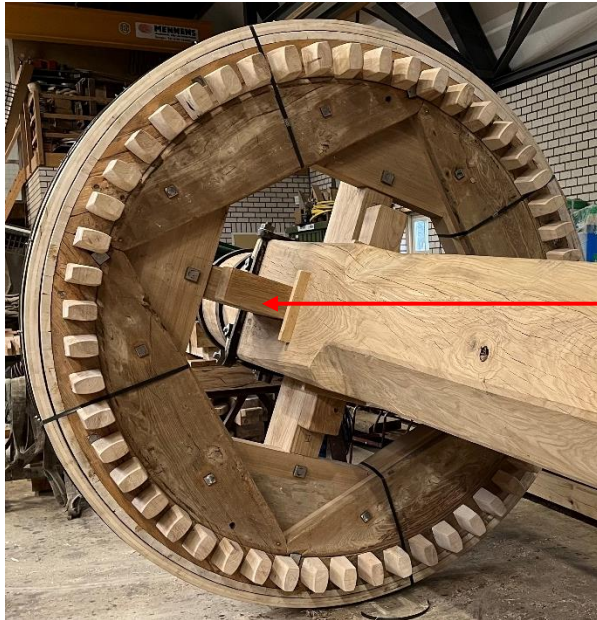


## Spiegel

- Gevormd door de kruisarmen
- Met spieën wordt het wiel op de as vastgezet.



# Aswielen



Het armwiel

Het stropwiel



Oudste uitvoering van aswiel,

- 2 kruisarmen door houten as
- Eerste arm door passende opening in de as
- Tweede arm door gat, dubbele van de dikte arm, om halfhoutse inpassing in eerste arm mogelijk te maken

**Nadeel:**

- Verzwakt de as
- Zwak aswiel (vangfunctie!)

Huidige uitvoering van het aswiel,

- Na opkomst van gietijzeren insteekkop en assen,
- 4 kruisarmen als een strop om de as
- Door de stevige constructie ook voor nieuwe wielen op houten assen

**Voordeel:**

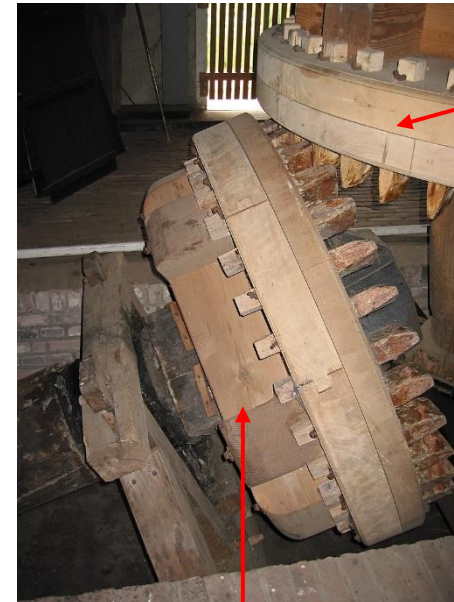
- As wordt niet verzwakt, blijft geheel
- Aswiel wordt zeer stevig



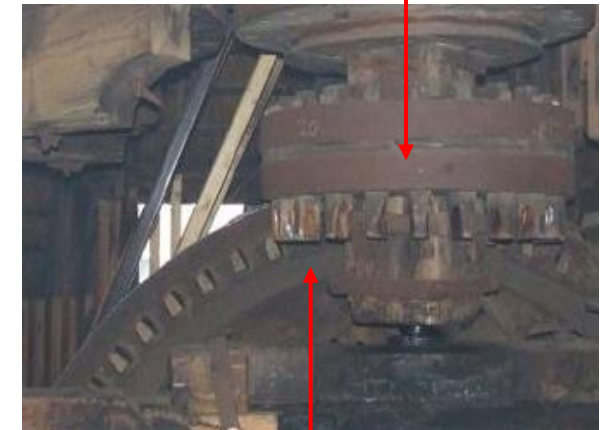
# Bonkelaar

## Kroonwiel vast gewigd op de koningsspil

- Boven: de bovenbonkelaar, beweging van de bovenas naar de koningsspil
- Beneden: de onderbonkelaar, beweging van de koningsspil naar een andere as (bv. De wentelas van de oliemolen, het vijzelwiel van de poldermolen)



Vijzelwiel, poldermolen



Wentelwiel, oliemolen

Onderbonkelaar

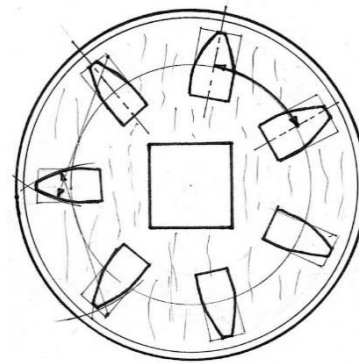


# Het varkenswiel

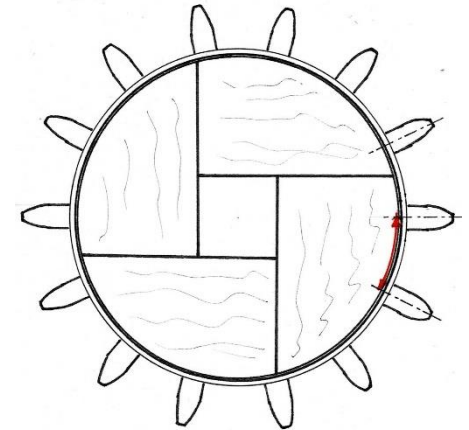
## Kleine kroon of kranswielen,

- Geschikt voor het kleinere werk

kroonwiel



kranswiel



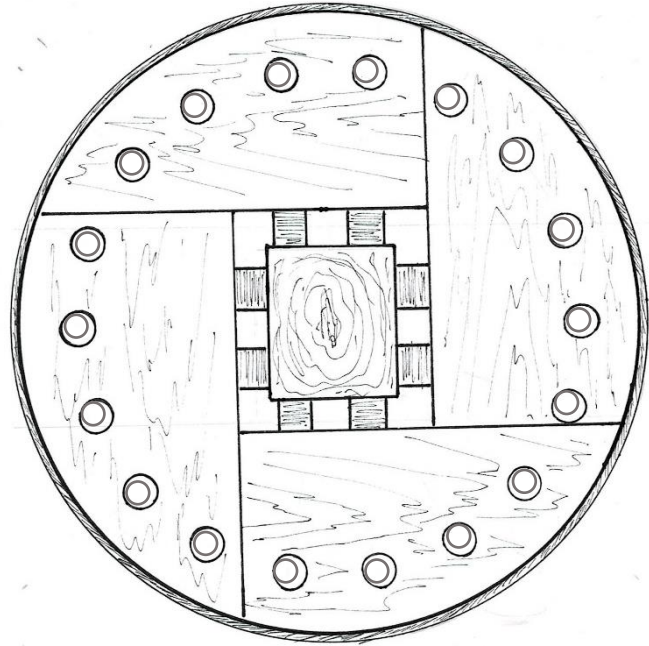
## Varkenswielen voor kleine toepassingen,

- Vb. roerwerk oliemolen
- Opbouw:
  - Massieve iepen houten schijf met kamgaten en spiegel
  - Of 4 plooielstukken met houtlassen, bijeen gehouden door metalen trekbanden
  - Zeer scherp afgeschuinde kammen door beperkt aantal kammen op een kleine steekcirkel

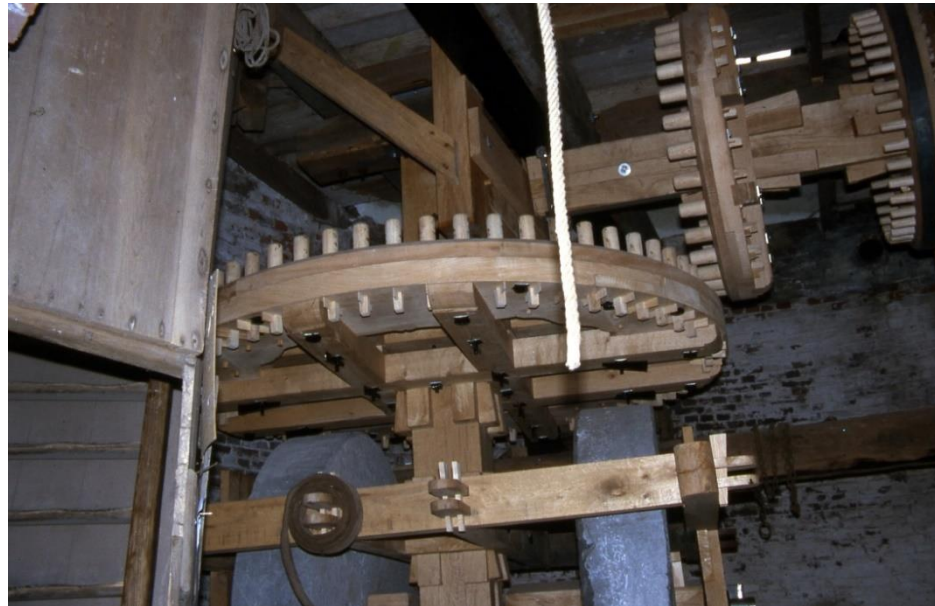


# Dollenwiel

- Bij een dollenwiel maken we gebruik van cilindrische staafjes
- Dollenwielen kunnen enkel gebruikt worden bij haakse overbrengingen
- Gebruikt voor licht werk (rechtstaande kantstenen van de kollergang vragen minder energie dan horizontaal liggende maalstenen !)
- Dollen vragen minder nauwkeurigheid dan kammen
- Wielen kunnen al draaiend in het werk gezet worden (roerijzer v.h. vuister)



Dolle



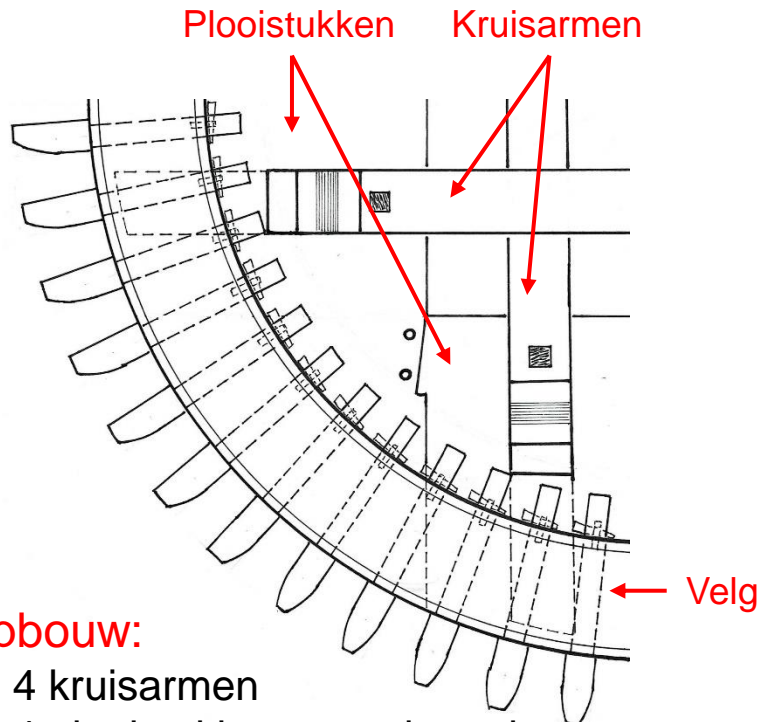
Aandrijving steenwiel van kollergang



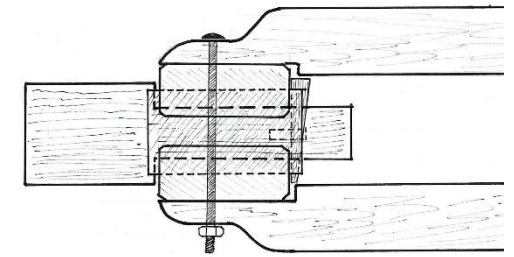


# Krans- of sterwielen

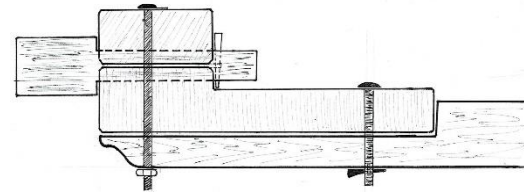
Kammen staan straalsgewijs op de wielomtrek



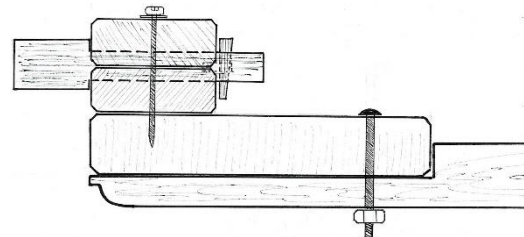
Wiel met plooiestukken en enkele velg



Dubbele kruisarmen en velgen



Enkele velg



Dubbele velg



Wiel zonder plooiestukken met  
dubbele velg en losse dammetjes

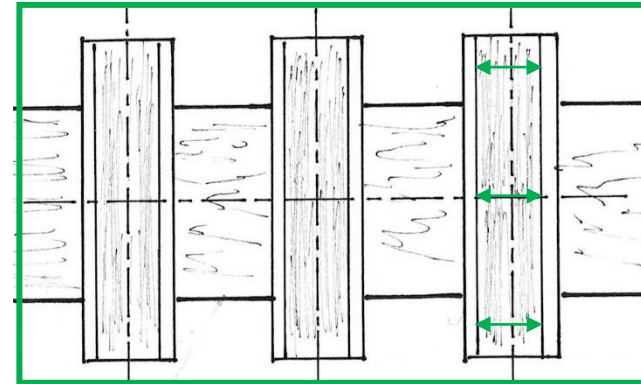
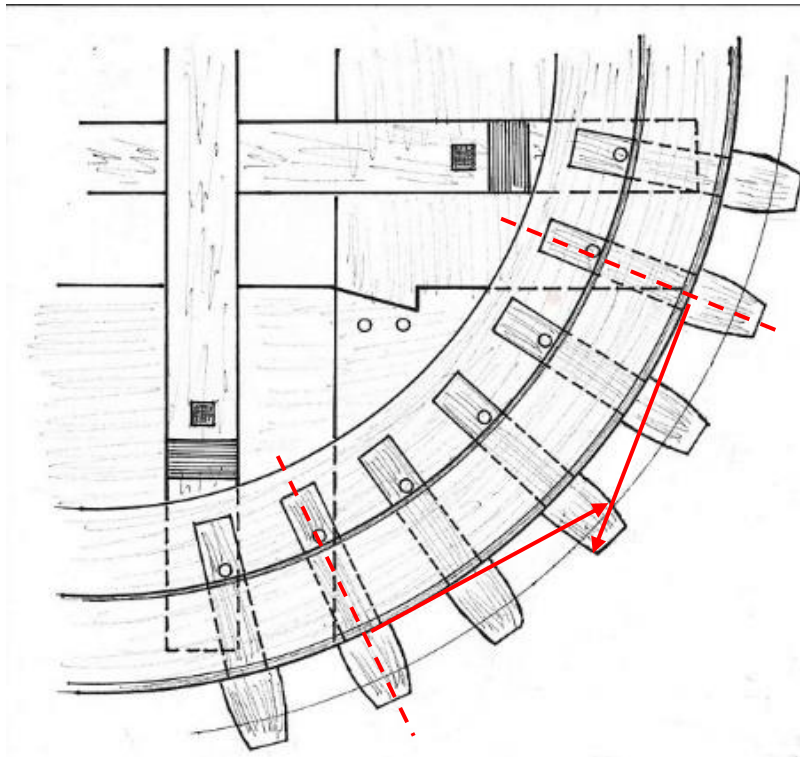
## Opbouw:

- 4 kruisarmen
- 4 plooiestukken met uitsparingen voor de kamstaarten
- Kammen op de plooiestukken
- Velg met uitsparingen komt op de kammen
- Plooiestukken en velg worden aangetrokken waardoor de kammen vast komen
- Kamstaarten geborgd met borgspiën
- Kamkoppen kunnen aan één zijde of de twee zijden afgeschuind worden

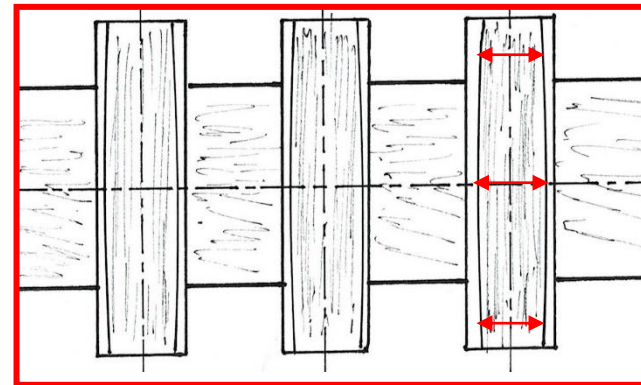


# Kamvorm kranswiel

Spoorwiel



Goed, rechte kam  
Kam wordt over de  
ganse breedte  
gebruikt

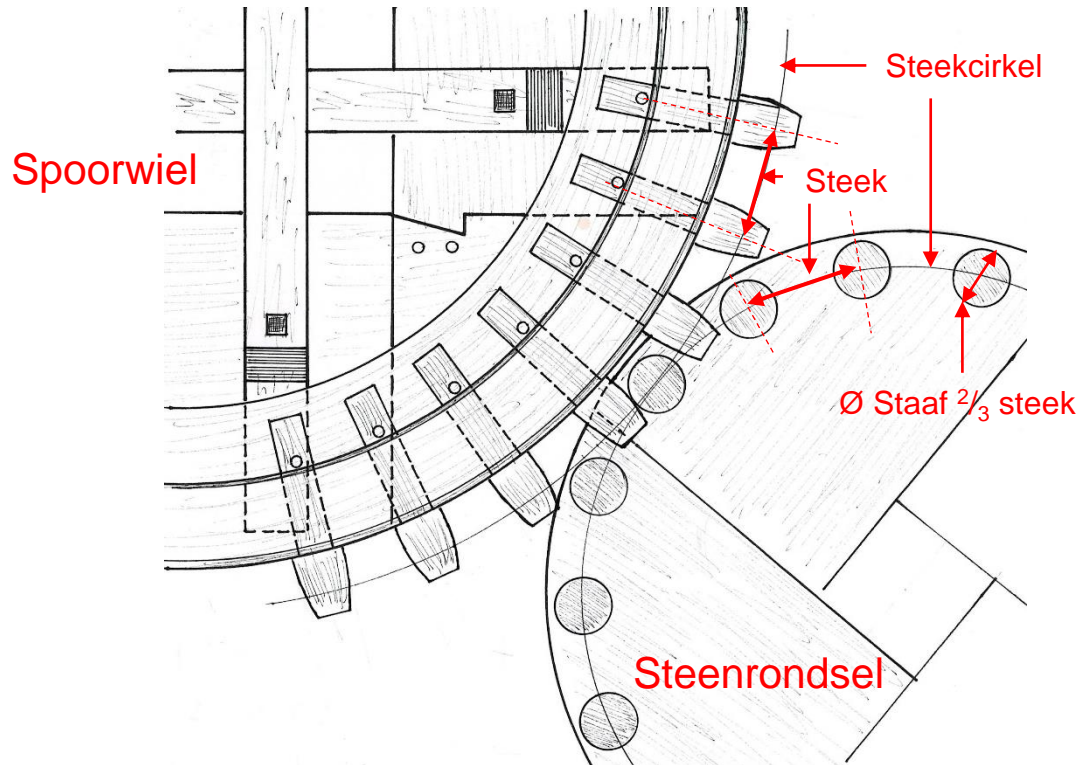


Fout !!!! Bolle kam  
werkt enkel op één  
punt

- Aftekenen vanaf de hartlijn kam tot achterkant 2<sup>de</sup> volgende kam (denkbeeldige lijn van voet tot top kamkop op de hoge zijde)
- Over ganse breedte van de kam
- Enkel overbrenge(werk)zijde is noodzakelijk, beiden mag



# gangwerk spoorwiel- steenrondsel



- In de korenmolen wordt er bij voorkeur gebruik gemaakt van een combinatie kranswiel/bonkelaar
- Door het lichten en bijhouden van de stenen verandert de hoogte van de steenspil t.o.v. het spoorwiel.
- De staven van een rondsel laten deze verandering toe

- Kam en staven op de zelfde steek
- Steekcirkel op spoorwiel: op  $\frac{2}{3}$  de van de kamkop
- Steekcirkel rondsel: door het hart van de staven
- Steekcirkels zijn tevens raakcirkels
- Staaf net binnen kopcirkel





# Het rondsel of schijfloop

Wordt gebruikt wanneer het wiel in hoogte veranderd t.o.v. van het samenwerkende wiel, bv. Spoorwiel / Steenrondsel



## Rondsel

- Twee gelijke schijven
- Voorzien van staven of schietstaven
- Bijgehouden met trekstaven
- Op afstand gehouden door stutstaven



## Wieg

- Twee ongelijke schijven
- Gebruikt bij haakse overbrenging van Bovenas/Koningspil
- Staven in hoek van  $15^\circ$  (stand van aswiel)
- Voordeel: volledige breedte van de kam



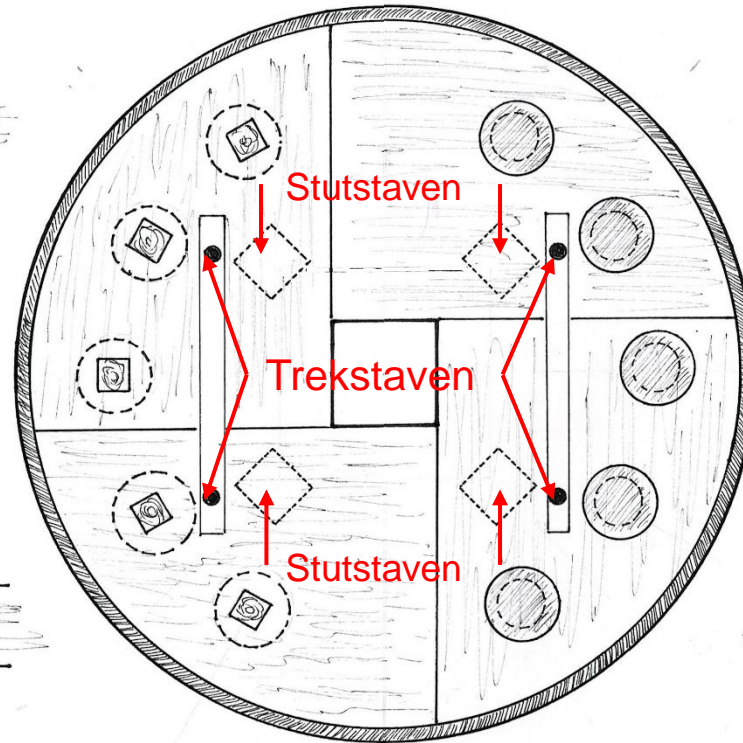
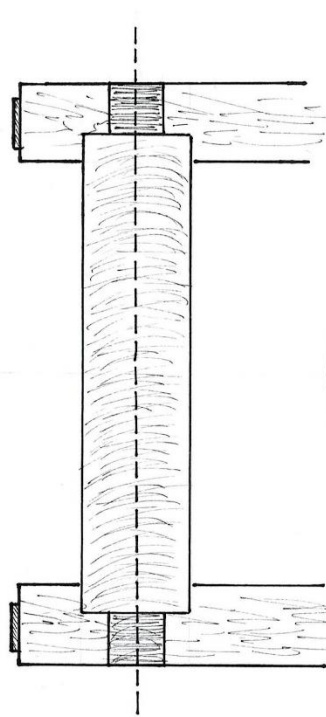
## Lantaarn

diameter kleiner dan hoogte

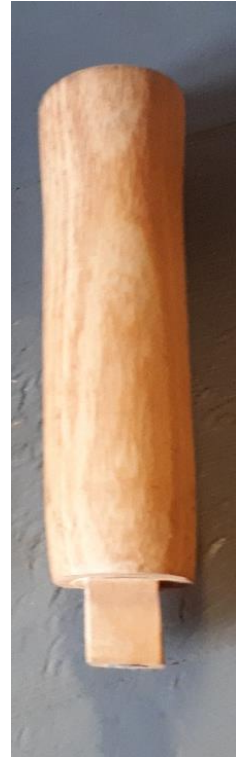
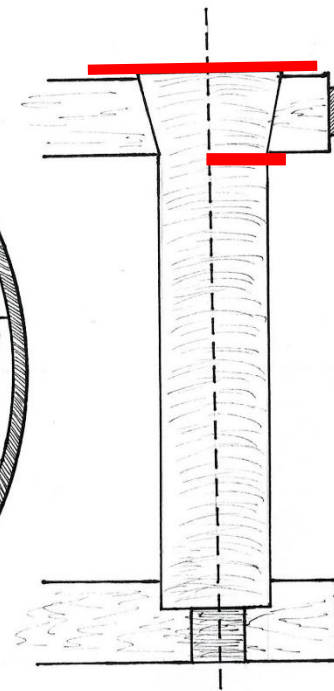


# Staven

Gewone staaf



Schietstaaf



## De gewone staaf

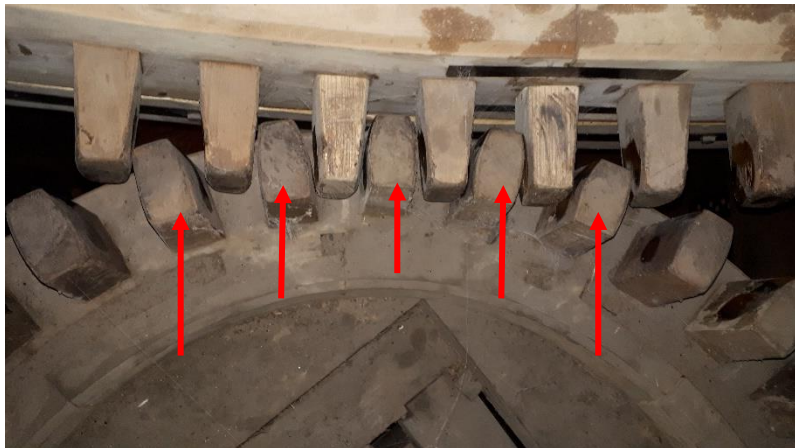
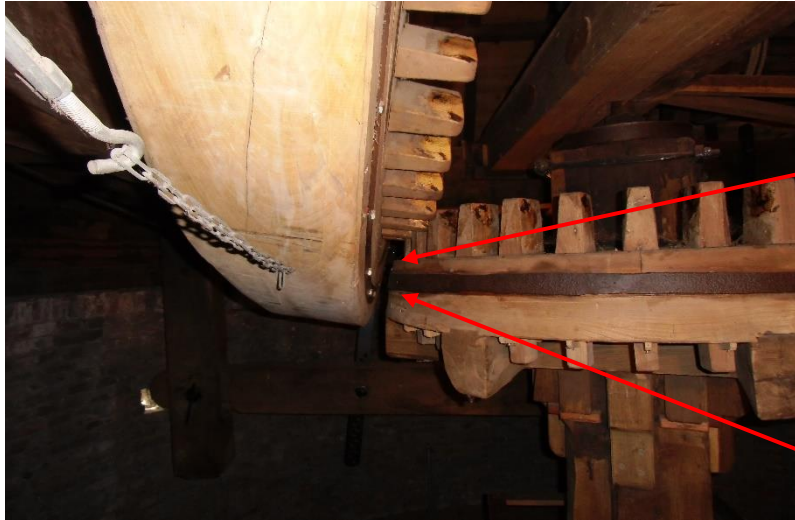
- Zowel de kop als de voet vierkant
- Vierkante voet voorkomt het meedraaien van de staaf
- Kan bij te grote slijtage 8 maal gekeerd worden
- Om te keren of vervangen van een staaf moet gans het wiel gedemonteerd worden

## De schietstaaf

- Kop is conisch, voet vierkant
- Conische kop laat toe om elke staaf afzonderlijk te vervangen zonder demontage van het wiel
- Kan slechts 4 maal gekeerd worden
- Koppen worden geborgd door pennetje of band over de kop



# Controle aswiel - bonkelaar



1. Kam aswiel mag velg bonkelaar niet raken
  - Raakt wel: As gezakt
  - Oorzaak:
    1. Baansteen, steenbed, windpeluw, voeghouten,
    2. Ophanging bonkelaar of bovenschijfloop
  - Oplossing: Beschadigde delen vervangen, bonkelaar opnieuw afhangen, Molenmaker?
2. Bonkelaar mag velg aswiel niet raken
  - Raakt wel: As naar achter geschoven
  - Oorzaak: pensteen, broekbalk,
  - Oplossing: Herstellen pensteen, broekbalk aanpassen, Molenmaker?
3. Kammen moeten synchroon lopen
  - Niet synchroon
  - Oorzaak: vangwiel gevleugeld, niet haaks op as
  - Oplossing: Aswiel opnieuw afhangen, Molenmaker?



# Problemen gangwerk



Kammen aswiel raken de velg van de bonkelaar

- Afdruk van kammen aswiel op velg
- Bit op kam bonkelaar lager dan  $\frac{2}{3}$  van kamkop
- Afdruk van kammen op onderste schijf
- Kammen niet ver genoeg in het werk



Kammen aswiel raken onderste rondselschijf



Kammen niet diep genoeg, kans op...!!!!!!

Gebroken kammen !!



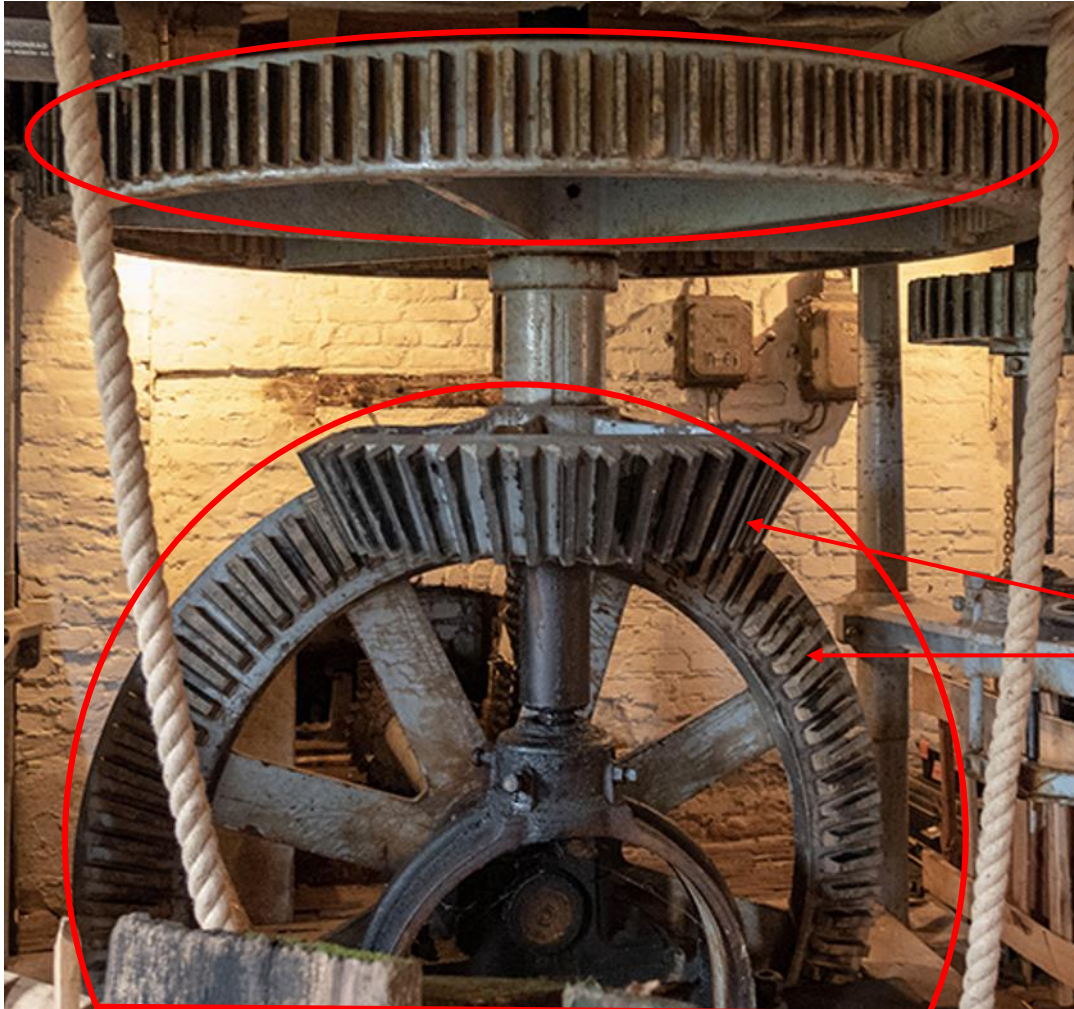
Eén kam breekt  
nooit alleen





# Gietijzernen gangwerk

## Gietijzernen wielen komen veelvuldig voor in water gedreven molens



- Water gedreven molens (watermolens) zijn de oudste molens
- Deze wielen kwamen er bij restauraties na het midden van de 18<sup>de</sup> eeuw ter vervanging van de oude houten gangwerken
- Ze kunnen gebruikt worden voor een horizontale overbrenging.
- Of voor haakse overbrengingen, hiervoor worden meestal conische wielen gebruikt. Rechte kan ook.
- Bij een gietijzernen gangwerk is er steeds een wiel voorzien van houten kammen.
- De kammen worden bij voorkeur gemaakt van haagbeuk
- Bij horizontale overbrenging worden rechte kammen gebruikt
- In conische wielen zijn de kammen in alle richtingen trapeziumvormig
- De kleinere wielen hebben aangegoten kammen
- In het grootste wiel van het gangwerk, veelal het aandrijvende wiel, worden houten kammen voorzien.
- Het gebruik van houten kammen heeft een aantal redenen
  - beperkt het geluid
  - Bij blokkage breekt de houten kam en voorkomt grote schade
  - Houten kammen op het grootste wiel beperkt de slijtage



# Kammen gietijzereen gangwerk

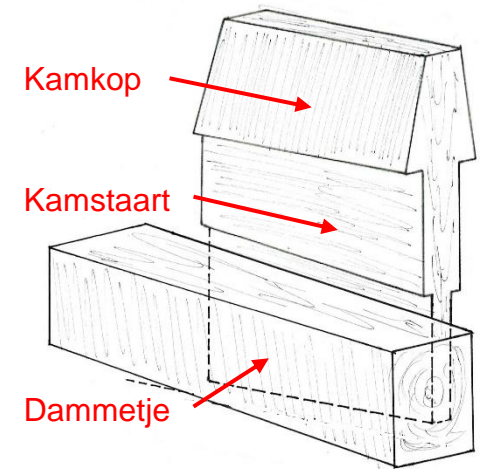
De vorm van de kammen van horizontale en haakse overbrenging verschillen



Horizontale overbrenging



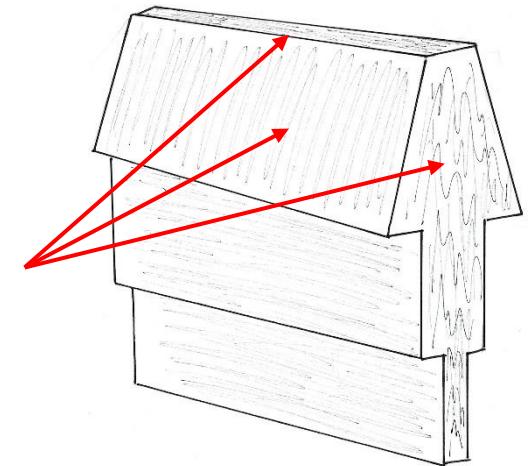
- De kam bestaat uit kamkop en kamstaart.
- Staart steekt door de uitsparingen die meegegoten worden
- Buiten het wiel worden ze geborgd met dammetjes
- Deze worden tussen elke kamstaart gelagen
- Met krammen en draad worden deze dammetjes met elkaar vastgelegd



Haakse overbrenging



- Door het verschil van  $\emptyset$  binnen- en buitenomtrek dienen alle vlakke van de kamkop trapeziumvormig te zijn.
- Zo wordt de volledige kambreedte gelijkmatig belast





# Problemen en oplossingen

## Losse staven

1. Schijven door trekbouten aanhalen
2. Rondsel demonteren en zeildoek rond de koppen
3. Schietstaven uitslaan en zeildoek rond de voet
3. **Boutje in de schijf en staafkop (noodoplossing)**

## Losse kammen

1. Borgpen aanslaan
  2. Zeildoek rond kamlichaam (grote spelling)
  3. Geringe speling zeildoek aan één zijde (werkzijde)
- Nooit aan drukzijde !!!!! Drukszijde steeds hout op hout**

## Bit ingesleten

1. Staven verdraaien,  
Schietstaaf tot 4 maal  
Gewone staaf 8 maal

## Vervlezing kammen of staven

1. Staven vervangen
2. Kammen vervangen door 'Boetkam'\*

\* 'Boetkam' is een reproductie van de beschadigde kam of staaf, bit of slijtage volgens de oude kam of staaf

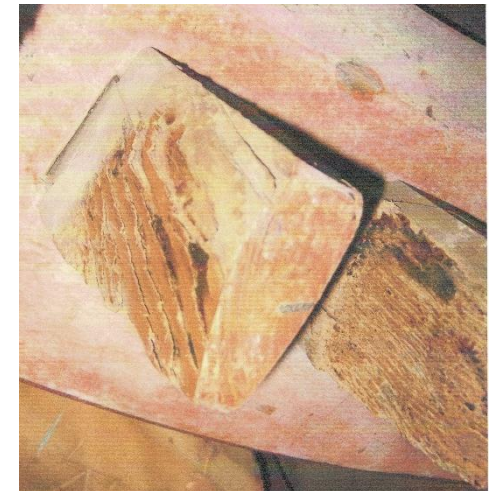


# Controle kammen



- Voor controle kammen gebruik we een houten hamer
- Tik op de zijkant van de kamkop
- **Tik niet op de spiegel, hierdoor sla je losse kammen vast en kun je geen losse kammen waarnemen**
- Losse kammen geven ander geluid dan vaste
- Ook wiggen kunnen best op deze wijze gecontroleerd worden

- Visuele controle van kammen en spillen
- Nazien op 'vervlezing', vervorming van houtstructuur
- Te diep uitgesleten 'bit', te grote speling



## Eerst mogelijke oplossing lossen kammen:

- **Verwijder het borgnageltje**
- **Sla de borgspie aan en plaats het borgnageltje terug**
- **Controleer opnieuw**
- **Blijft het probleem bestaan dan zit er speling van de kamstaart in het kamgat**





# Speling in kamgat

Om speling van de kamstaart in het kamgat op te lossen gaan we dit verhelpen door zeildoek rond het kamstaart aan te brengen.

1. Bij veel speling wikkelen we zeildoek rond de kamstaart
2. Minder speling, enkel aan de werkszijde.

Dus hier moeten we bepalen welke is de drukzijde en welke is de werk- (overbreng)zijde.



Foto Rasbak



Foto Rasbak



# De eeuwige discussie

## Welke is de druk en welke is de werk zijde ?

- Drukzijde: bevindt zich op de kamstaart !\*
  1. Aandrijvend wiel (Bovenwiel) drukt zijn kammen tegen de kammen van het aangedreven wiel (Bonkelaar of rondsel)
  2. Het aangedreven wiel (Bonkelaar of rondsel) hier drukt de kamstaart tegen het wiel.
- Werkzijde of overbrengzijde: bevindt zich op de kamkop
  1. De zijde van de kamkop die duwt (Aswiel, aandrijvend wiel)
  2. De zijde die geduwd wordt (Bonkelaar, aangedreven wiel)Hier raken de kamkoppen elkaar !!
- Werkzijde wordt in de was gezet !!!!
- Drukzijde blijft hout op hout
- \* Bij de nieuwste kammen liggen de hartlijnen van kamstaart en kamkop niet meer in elkaars verlengde.
- Aan de drukzijde krijgt de kamkop ondersteuning op het wiel
- Op deze wijze wordt de weerstand van het aangedreven wiel opgevangen

