

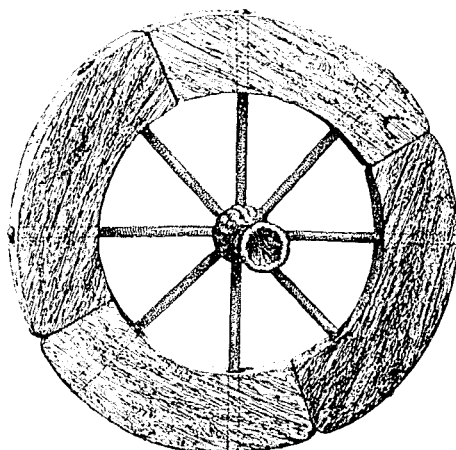


Fig. 1. Hjul fra Vimosefundet.
Efter Engelhardt.
Wheel from Vimose.

EGERHJUL OG VOGNE

Af TORBEN WITT

I de senere år er opmærksomheden ved flere lejligheder blevet vendt imod de danske jordfundne skivehjul, f. eks. da det velkendte hjul fra Dystrup mose ved hjælp af C-14 fik dateringen 470 ± 110 f. Kr. [1]. Som bekendt havde Sophus Müller henført hjulet til yngre stenalder og Johannes Brøndsted fulgte ham i denne tolkning endnu i 2. udgave af Danmarks Oldtid [2].

Denne datering var allerede i 1951 blevet anfægtet af Gordon V. Childe, der ikke mente hjulet overhovedet var nået til Norden før et godt stykke inde i bronzealderen [3]. Kort efter at D. van der Waals i 1964 publicerede elleve C-14 daterede neolitiske hjul fra Holland [4] kom Childes skøn imidlertid til kort, ganske vist ikke overfor Dystruphjulet, men derimod overfor et par upåagtede fund i Herning Museum [5].

Nydateringer af danske skivehjul vil give anledning til nyfortolkninger og D. van der Waals arbejder i disse år med det danske skivehjuls materiale [6].

I vore museer og først og fremmest i Nationalmuseet ligger imidlertid en række andre jordfundne hjul og hjuldele – egerhjul med 8 eller flere eger. Disse hjul, der kun i få tilfælde er almindelig kendt gennem publicering, blev jeg gjort opmærksom på af professor Axel Steensberg, da jeg for nogle år siden arbejdede med en beskrivelse af hjul- og karetmagerfaget i nyere tid.

Ved gennemgangen af materialet viste det sig, at det med en forhåndsviden om hjul fra en mere velbelyst periode af historien var muligt at trænge et stykke frem i fortolkningen af fundene, mens modsat de jordfundne hjul hjalp med til at belyse det nyere materiale.

Det der skal forsøges i det følgende er en redegørelse for de hypoteser denne sammenholdning førte til, og for de veje som ræsonnementerne har fulgt.

Resultaterne er ikke overvældende klare konklusioner, men jeg finder det alligevel rimeligt at fremlægge materialet, da en sådan publikation muligvis kan medvirke til at opmærksomheden henledes på denne gruppe fund. Det er vist altfor ofte hændt, at man har undladt hjemtagelse af dette, i konserveringsmæssig henseende, meget besværlige dokumentationsmateriale, fordi man ikke rigtig vidste, hvad man egentlig kunne dokumentere dermed.

Da forhåndsviden udfra undersøgelse af et uddøende håndværk var udgangspunktet, falder det mig naturligst at starte med en beskrivelse af det moderne egerhjul, for derefter at redegøre for hjulets teknologiske funktion.

Karakteristisk for egerhjulene i nyere tid er deres ensartethed. De køretøjer hjulene sidder på varierer en del: har to eller fire hjul, er stive eller affjedrede og bruges til vare- eller persontransport; men hjulene er i princippet ens.

Fig. 2 a og b viser foto og opmåling af et baghjul fra en stiv arbejdsvogn, nu i Frilandsmuseet [7]. Vognen er af kontinental europæisk type, karakteristisk ved sine 4 hjul og forbindelsesstangen mellem forvognen og bagvognen, under faddingen, den såkaldte langvogn [8].

Eksemplet kan anvendes som illustration for det følgende.

Hjulets opbygning. Egerhjulet består af et nav, et lige antal egre (almindeligst 12), samt halvt så mange fælg [9].

Hjulets *forside* er den side, der vender væk fra køretøjet, hjulets *bagside* er den side, der vender imod køretøjet. Tilsvarende gælder for hjulets enkelte dele, således er f. eks. navets bagende den ende, der vender imod køretøjet.

Navet er i princippet en cylinder, der er drejet ned til en mindre diameter i enderne til *for- og bagpiben*. I den midterste tykke del af navet, *egebanken*, er udstemt rektangulære huller for *egernes* tappe. Det træ, som står tilbage imellem disse huller kaldes *hilderne*.

I centrum af navet er boret et hul for *akselarmen*, den del af akslen, hvorom hjulet drejer. Hullet er konisk og boret fra navets bagende.

Egerne har i den ende, der går ind i navet, en flad firkantet *navtap* med

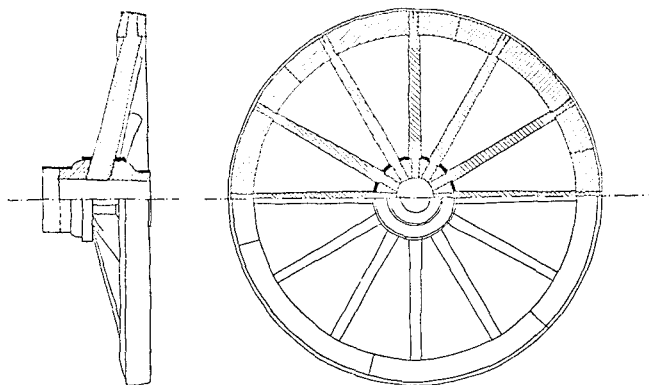


Fig. 2 a. Opmåling af baghjul på stiv arbejdsvogn med træaksler. Frilandsmuseet mus. nr. 1210. Sædder Sogn, Præstø Amt. 1 : 20.

Dimensions of the rear wheel of a rigid work-waggon with wooden axles.

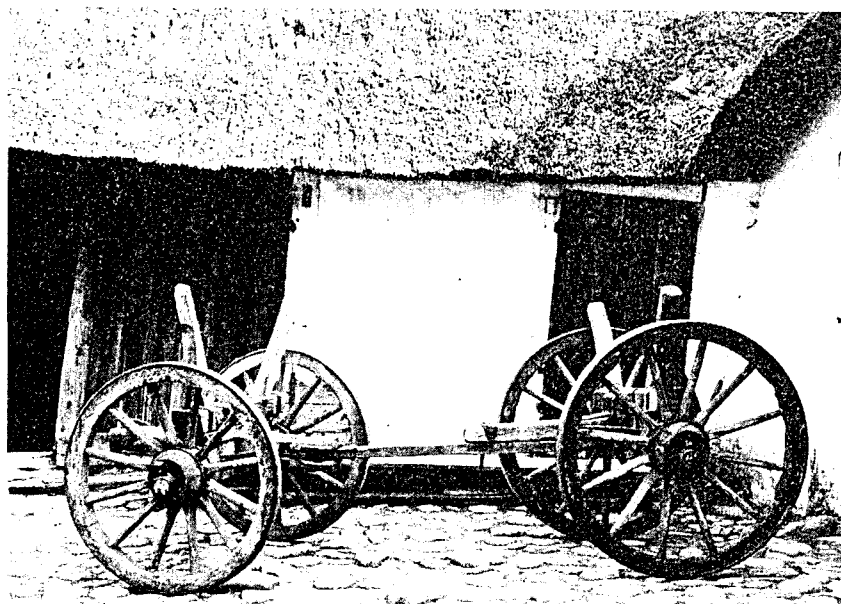


Fig. 2 b. Fot. af vognen i Pebringegården. Fadingen aftaget, bemærk langvognsforbindelsen mellem for- og bagvogn.

The same waggon with the chassis exposed. Note the beam connecting the front and rear parts.

bryst på begge sider langs egens bredside; i den anden ende en rund eller oval tilspidset *fælgtag* med *stemme* på egens for- og bagside. Fælgappen, der er til-dannet efter at egerne er slået i navet, går gennem fælgen og er forkilet med en trækile vinkelret på fælgens forside.

Egens tværsnit er ved navet rektangulært, men længere ude ovalt, hvorved der på egens for- og bagside bliver et *skilt*.

Fælgen består af et antal *fælg*, der hver sidder fast på to eger og er samlet med det næste fælg midt mellem to eger ved hjælp af en indboret trædyvel, kaldet en *domling*. For at få domlingerne på plads må alle hjulets fælg påsættes på en gang. Samlingen mellem to fælg kaldes fugen. Den del af fælgen som vender bort fra navet kaldes *skinnegangen*, hvilket imidlertid også kan betyde bredden af denne del af fælgen.

Omkring navet kan anvendes ringe for at forhindre træet i at flække. Almindeligst er to *navringe*, en på hver side af egebænken, samt to *bredringe*, én om forpiben og én om bagpiben.

Omkring fælgen anvendes *hjulring*, som er en hel, sammensmedet ring, der lægges varm omkring hjulet og krympes ved afkøling. Ringen kan fastholdes alene ved det ved krympningen opståede tryk, eller ved hjælp af hjulbolte eller nagler. Endnu i forrige århundrede brugtes også hjulskinner der blev sømmet med overlapning fra midten af et fælg til midten af det næste.

Hjulets tekniske funktion. I diskussionen om hjulets oprindelse har man hæftet sig ved hjulets fortsatte roterende bevægelse, og har sammenlignet denne be-

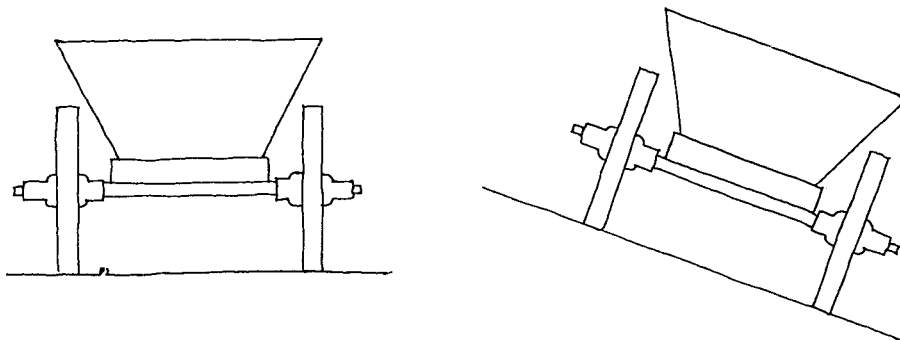


Fig. 3. Skitse af vogn på ret og skrå flade.
Sketch of a waggon on a plane and a sloping surface.

vægelse med rullens. Mens rullens princip hviler på en fuldstændig overvindelse af friktionen mellem vejbanen og det der rulles, er hjulets princip derimod, at man flytter friktionen ind i selve redskabet og overvinder den ved hjælp af vægtstangsprincippet.

Jo tyndere akslen gøres og jo større hjulet gøres, des større bliver denne vægtstangsvirkning.

Proportioneringen er afhængig af en række forskellige faktorer. Akslen kan således ikke gøres tyndere, end at det anvendte materiale stadig kan tåle den ønskede vægtbelastning. En forøgelse af hjulene vil omvendt forøge køretøjets vægt.

Væsentligere for bestemmelsen af hjulets højde er imidlertid trækdyrenes art og størrelse. Ideelt set bør trækraften virke vandret i køretøjets tyngdepunkt, i praksis en smule lavere af hensyn til overvindelsen af gnidningen i navet og af vejbanens ujævnheder. Højden af det punkt på dyret, hvorfra kraften udgår, er afhængig af variationer i størrelsen af trækdyr, og af forspændingsmetodens art. Denne igen er afhængig af dyrets art og bygning.

Den tidlige udnyttelse af hestens trækraft skete ved hjælp af dobbelttåget, der utvivlsomt oprindeligt er skabt til oxen. Da hesteryggen ikke giver noget støttepunkt for dobbelttåget, blev det suppleret med en buggjord frem om hestens hals. På denne måde var det muligt at udnytte hestens hurtighed foran den lette 2-hjulede vogn. Tungere læs kunne den derimod ikke trække uden at blive kvalt i trækjorden, som gik hen over luftrøret [10].

Lastkøretøjernes udformning bliver på denne måde afhængig af hvad et par okser kan trække i et dobbelttåg, og i de første par tusind år af vognens historie er maximalvægten for køretøj og læs således en nogenlunde fast størrelse. For at få nyttevægten så stor som mulig drejer det sig derfor om at nedskære køretøjets vægt til et minimum. Dette minimum afhænger dels af materialernes styrke, dels af den håndværksmæssige tradition, hvilket igen vil sige dels af konstruktionernes hensigtsmæssighed, dels af den nøjagtighed, hvormed de er udført.

De belastninger, et hjul skal kunne holde til, fremkaldes af tyngdekraften.

Tænker vi os en vogn anbragt på en vandret flade, ser vi, at den del af hjulet der er under akslen, bærer som en søjle, mens akslen mellem hjulene bærer som en bjælke. På denne måde er vi fra fysiktimerne vænnet til at tænke i rette linier og vandrette planer. I praksis er den vejbane, hjulet ruller på imidlertid sjældent vandret eller plan, men oftere skrå og ujævn, hvis der overhovedet er tale om en banet vej.

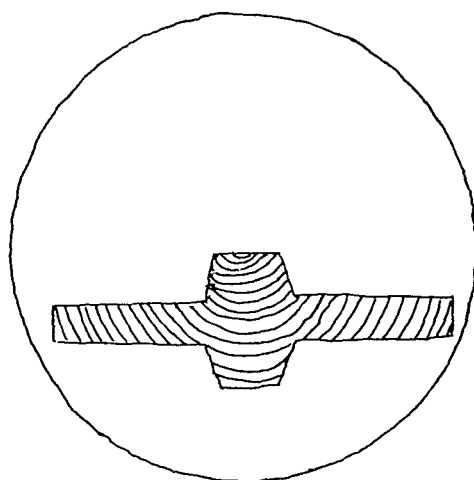
Hjulet vil derfor kun undtagelsesvis modtage vægten af køretøjet som en søjle. Langt væsentligere er derimod de sideværts belastninger.

Ovenikøbet er det sådan, at jo mere skrå vognen står, jo større del af vægten vil der komme over på den ene sides hjul (fig. 3).

En vogn, der bevæges ad en ret linie er naturligvis underkastet inertiens lov, men så længe linien er ret, får det ingen betydning for hjulene. Som det var

Fig. 4. Principskitse, der viser, hvorledes årerne vil forløbe i et skivehjul udskåret af ét stykke træ. Kun hvis den anvendte stamme er meget stor, vil et mere hensigtsmæssigt forløb kunne opnås.

Sketch showing how the grain will run in a disc wheel made of one piece of wood. Only if the tree trunk employed is very large will it be possible to obtain a better arrangement.



med den vandrette, plane flade er det imidlertid med den rette linie. Køretøjet vil bestandig være udsat for retningsforandringer, dels på grund af vejbanens ujævnheder, dels fordi trækdyrene ikke bevæger sig lige ud med konstant hastighed.

Dette får konsekvenser for hjulene igen i form af sideværts belastninger. Hjulets styrkeproblem er derfor et spørgsmål om brudstyrke og ikke om trykstyrke.

Lad os nu se på hvorledes hjulet er egnet til at modtage disse belastninger. Hvis der er tale om hjul, der er forbundet med en aksel, som roterer under køretøjet, kan vi se bort fra problemerne i navet. De sideværts belastninger vil udelukkende ramme selve hjullegemet. Er dette, som i de simpleste tilfælde, en skive, lavet af en enkelt planke, vil modstandskraften være forskellig, afhængig af hjulets stilling. Når hjulet står således, at plankens årer er lodrette, er modstandskraften stor, men lige så ofte vil årerne være vandrette, og hjulet vil da være udsat for at flække.

Som bekendt kløves træ lettest vinkelret på træets spejl, eller parallelt med årringene. Er skivehjulet ikke lavet af en planke fra et meget stort træ vil årene derfor forløbe på den mest uheldige måde i skiven (fig. 4).

Skal hjulet rotere om en aksel der sidder fast under køretøjet, kommer der også problemer i navet.

De sideværts belastninger vil give hjulet et sideværts drejningsmoment som fremkalder et stort tryk, først og fremmest i navets yderste ender.

Tænker vi os stadig den enkleste hjultype, vi kender, hvor navet er hugget ud af samme stykke træ som resten af skiven, vil betingelserne for at modstå disse tryk være dårligst mulig, idet årene i navet går vinkelret på akslen. Følgelig vil for- og bagpibe være tilbøjelig til at flække fra, således som det iøvrigt ses på en del af de hollandske hjulfund [11].

Om denne meget enkle hjultype er den ældste overhovedet, kan vi naturligvis ikke vide. Men fra yngre nordeuropæiske fund kender vi skivehjul, hvor der er taget hensyn til de her påpegede svaghedspunkter, således f. eks. Dystruphjulet. Først og fremmest er navet i dette tilfælde tilvirket som en selvstændig cylinder, skåret på langs af træet og indsat i skivens midte. Dernæst er skiven, som på de ældst kendte hjul fra Mesopotamien [12], sammensat af tre stykker, samlede med indgratede tværrevler. Ved en sådan konstruktion er det muligt at skære plankerne således i træet, at risikoen for flækning nedsættes, og samtidig sørger tværrevlerne for hjulet på dets svageste led.

Konsekvensen af de her påviste egenskaber ved skivehjul er naturligvis en overdimensionering af hjulet, så de svageste steder bliver stærke nok. Resultatet heraf er et stort vægtspild.

Ved egerhjul udnytter man træets egenskaber på en mere hensigtsmæssig måde. Det er først og fremmest de radiært stillede eger, der skal optage belastningerne. Uanset hvilken stilling hjulet står i, vil de eger der vender nedad være i den heldigste stilling for at bære køretøjets vægt på langs af træets årer. I selve fælgen går årene ganske vist parallelt med vejbanen, mens fælgens tendens til flækning modvirkes, dels ved at egerne går helt igennem til skinnegangen, dels ved at træet til fælgen er skåret vinkelret på træets spejl.

Egerhjulets svageste punkt er navet, der, i modsætning til skivehjulets cylindriske nav, er gennemhullet af en række taphuller for egerne. Risikoen for at navet skal knække ved disse gennemboringer er stor. Nok så stort et problem er imidlertid samlingerne mellem nav og eger. Den almindeligste måde, et hjul bryder sammen på, er således, at navet bliver stødt ud gennem fælgens plan, enten ved at egerne trækkes ud af taphullerne, eller ved at egertappene knækker [13]. Der er ret snævre grænser for hvor tykke disse tappe kan laves, idet der i navets midte ikke er ret meget plads som følge af egerens radiære stilling. (På et 8-egret hjul med et akselhul på f. eks. 8 cm kan tappene således kun blive 1,8 cm tykke inderst i navet).

Ovenikøbet må disse tappe helst ikke røre ved hinanden inde i navet, da de så vil være tilbøjelige til at røkke hinanden løse.

En af de mest iøjenfaldende egenskaber ved den nyere tids mange-egrede hjul er den karakteristiske kegle- eller paraplyform, der kommer af at egerne ikke er anbragt vinkelret på navets centerlinie, men derimod skråt i retning af hjulets

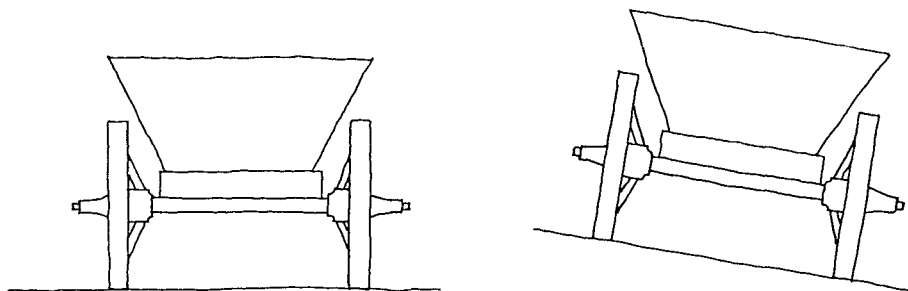


Fig. 5. De samme situationer som ovenfor (fig. 3), men her har vognen styrthjul.
The same situations as illustrated in fig. 2, but here the waggon has cambered wheels.

forside. Hjul med denne form kaldes *styrthjul*, og man siger de har et vist *styr*, idet man fastsætter styrtet lig med den vinkelrette afstand fra fælgens forside og ind til egebænkens kant.

Denne konstruktionsmåde er ikke lige så gammel som egerhjulet, men er et senere bidrag til løsningen af en lang række af de konstruktive problemer, der her har været nævnt.

Som omtalt belastes hjulene mest, når køretøjet befinder sig i en skrå stilling, således at den ene sides hjul er lavere end den andens. I denne stilling vil hjulets bærende eger være skrå og derfor mindre egnet til at tage imod den forøgede vægt. Med styrthjulet forholder det sig lige omvendt. Her vil hjulet være i sin mest gunstige stilling for at modtage den forøgede belastning, netop når køretøjet befinder sig i denne skrå stilling, idet egerne er anbragt skråt i navet i retning mod hjulets forside. (fig. 5).

Styrthjulet har yderligere den egenskab, at det er elastisk i langt højere grad end det rette hjul. Et tryk på hjulets bagside vil således forplante sig rundt i hele fælgen, fordi fælgens plan er forskudt fremad i forhold til egerens fastgørelsespunkt i navet.

Imidlertid er der også mangler ved konstruktionen. Den bærende eger står ikke længer lodret i normalsituationen, d. v. s. når køretøjet er vandret. Derved tilføjes hjulet et drejningsmoment, der gør trykket mellem akselarm og nav

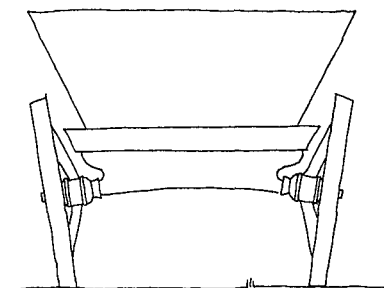


Fig. 6. Skitse, der viser en stiv vogn med styrthjul på nedadbøjede akselarme. Bemærk skinnegangens form.

Sketch showing a rigid waggon with cambered wheels on falling axle arms. Note the shape of the tread.

større i forpiben end i bagpiben, og som presser hjulet ud mod dets fastgørelsespunkt (enten en lundstikke, d. v. s. en lodret pind gennem akselarmens yderste ende, eller en møtrik).

Disse mangler har man søgt at afhjælpe, dels ved at forlænge navets forpibe, dels ved at anvende nedadbøjede koniske akselarme, hvorved den bærende eger føres tilbage imod den lodrette stilling, dog uden at nå den.

Den nedadbøjede akselarm, som fører hjulene længere fra hinanden foroven end forneden, forhindrer at hjulet berører jorden med hele skinnegangen. Derfor må man gøre skinnegang og hjulring koniske (fig. 6).

Da hjulets omkreds derved bliver større på hjulets bagside end på dets forside, vil det søge ud af sin bane og væk fra vognen. Dette rettes ved at tilføje akselarmen en bøjning fremefter foruden den tidligere omtalte bøjning nedad. Herved tvinges hjulet igen indad, men det må bemærkes, at der stadig er forskel på omkredsen af ringen på hjulets for- og bagside, og at hjulet derfor ligesom vil gubbe mod vejbanen, et faktum, der godt kan have betydning, hvis skinnegangen er bred.

Konsekvensen ved anvendelsen af styrthjul kombineret med nedadbøjede aksler er en række fordele, som ofte bliver fremført som de primære grunde til anvendelsen.

Det bliver med en fast sporvidde eller aksellængde muligt at få større bredde på fadingen. Akslen bliver styrket, idet den ikke længere bærer som en bjælke, men som en bue, og vognens vendediameter bliver mindre, idet hjulenes form gør, at forakslen kan dreje i en større vinkel, inden hjulfælgene går imod fadingen, end det er tilfældet ved det rette hjul.

Ser man bort fra styrtet, som vi siden skal vende tilbage til, er det mest karakteristiske ved egerhjulet den måde, hvorpå hjulet er samlet af en række enkeltdele.

Egerne er således fæstnet i huller i navet og i huller i fælgen, som igen er samlet af et antal ensdannede fælgstykker udskåret i facon til at følge hjulets cirkelbue, og disse fælgstykker holdes sammen af indborede dyvler.

Det ret komplicerede skema, hvorefter f. eks. samlingen af hjulet foregår, tillige med den manglende lokalvariation i fremstillingsprocessen, røber, at vi står overfor en tradition der må have haft lang tid til at udvikle sig. Med det formål at søge at fastlægge denne udvikling nøjere, vil vi i det følgende prøve at følge egerhjulets historie, for det ældste stofs vedkommende inden for hele den gamle verden, for det nyere i nordvesteuropæisk sammenhæng.

Det egrede hjul. Det egrede hjul kendes i de arkæologiske fund fra Mesopotamien fra o. 2000 f. Kr. og fremefter [14]. Sammen med den lette 2-hjulede stridsvogn med tospand af heste blev denne hjultype hurtigt spredt over hele den gamle verden og nåede Norden måske allerede et halvt årtusinde senere [15].

Hvorvidt egerhjulet er opfundet i den Nære Orients kulturlande [16] eller på de centralasiatiske stepper [17], skal ikke afgøres her. Gösta Berg antyder den tanke, at der skulle være en forbindelse mellem egerhjulet og »the built-up sledge«, men uddyber ikke synspunktet, bortset fra, at han kombinerer det med

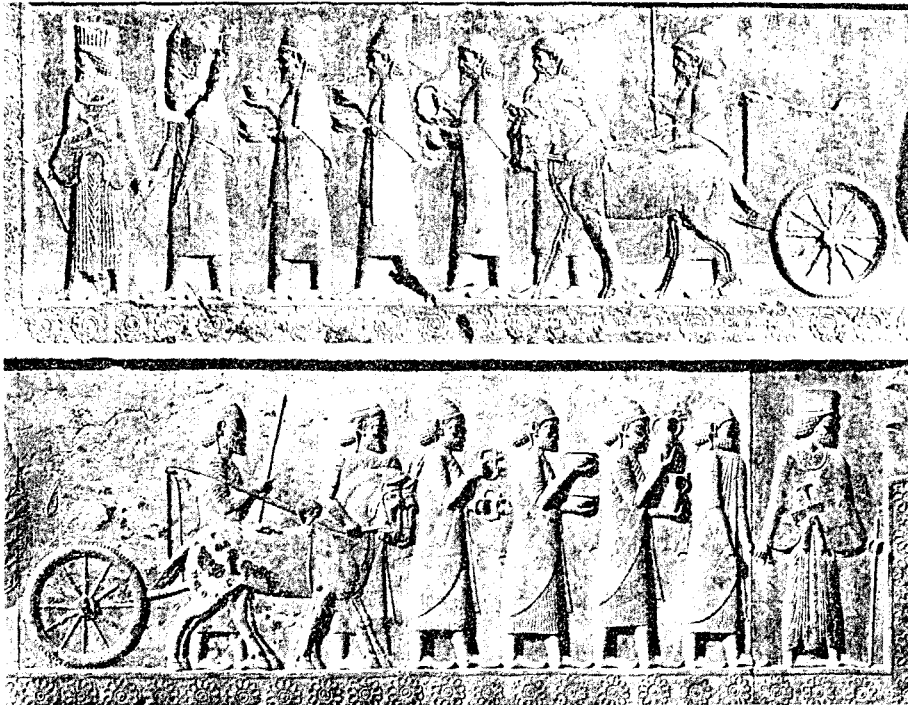


Fig. 7. Persisk stridsvogn med 10–12 eger. Efter Treue.
Persian chariot with 10–12 spokes.

den opfattelse, at fælgen, fremstillet af ét stykke træ, skulle være ældre end fælgen, sammensat af et antal udskårne træstykker.

At den bukkede fælg endog kan være ældre end egerhjulet ses af et ret velbevaret skivehjul fra Susa (o. 3000 f. Kr.), hvor der omkring selve skiven lå en træfælg, tilsyneladende fremstillet af ét stykke [18]. Det ældste bevarede egerede hjul er i alle tilfælde udstyret med en sådan bukket fælg. Der er her tale om et hjul på en to-hjulet strids- eller væddeløbsvogn, fundet i en grav i Theben. Hjulet er formodentlig fra o. 1500 f. Kr. [19].

Hvordan det nu forholder sig hermed, så var det normale i ægyptisk hjulmageri, i alle tilfælde o. 1300 f. v. t., at samle fælgen af flere tilskårne stykker. Denne fremgangsmåde synes også at have været den normale i Mesopotamien, idet fælgene her er tre–fire gange så høje som de er brede på alle afbildninger fra 9. årh. f. v. t. og fremefter. Man kan vanskeligt forestille sig hvordan sådanne fælg skulle kunne være bukkede.

Alle de tidligere egerhjul havde fire egre, men allerede i det 15. årh. f. Kr. var man i Lilleasien og Ægypten gået over til at anvende 6 egre [20]. I Mesopotamien gik man o. 800 f. Kr. over til 8-egrede hjul [21], og i Persien finder vi i det 5. årh. f. Kr. helt op til 10–12 eger på stridsvognshjulene [22] (fig. 7).

Det oprindelige 4-egrede hjul var begyndt sin vandring nordpå inden disse særudviklinger tog fat.

I Grækenland vedblev det 4-egrede hjul at være det almindelige indtil stridsvognene i 7. årh. f. Kr. havde mistet deres strategiske betydning [23]. Det er øjensynlig netop den mykenske stridsvogntype, der er blevet udbredt over Europa, og fra Norden kendes da også udelukkende fremstillinger af 4-egrede hjul indtil bronzealderens slutning [24].

Solvognen fra Trundholm og hjulet fra Tobøl-graven dateres således til periode II, mens Sverre Marstrander mener at kunne datere visse af helleristningernes vognfremstillinger til periode III–IV og andre til periode V–VI [25].

Med relativt lavt egertal (4–8) kendes ikke mange bevarede hjul, hvorudfra man kan danne sig en mening om hjulenes konstruktion. Helt velbevarede er kun et par ægyptiske eksempler. Disse er kunsthåndværksmæssigt sammenlimet af mange småstykker og minder ikke meget om det moderne egerhjul [26].

Fra den seneste europæiske bronzealder forekommer en del fund af støbte hjul. Med en diameter på 50–60 cm. kan de næppe antages for modelhjul. Der er tale om fem fund af 4-egrede hjul, fire af 5-egrede og et fund af 6-egrede hjul. Hvert fund består almindeligvis af fire hjul. Fire af fundene er franske, to tyske, et schweizisk og to ungarske [27].

Særlig velbevaret er et fund fra Stade, hvor det kunne konstateres, at den støbte metalfælg havde en not i skinnegangen, hvori der var anbragt en træfælg sammensat af fire stykker [28].

Den bemærkelsesværdige mangel på fund af 4-egrede hjul af træ, og den spinkle konstruktion af hjulene på de mange afbildninger og på modelvognene, har ført til den antagelse, at det 4-egrede hjul udelukkende skulle have været fremstillet af metal [29].

En sådan tanke bryder imidlertid kontinuiteten i den håndværksmæssige tradition omkring fremstillingen af hjul af træ, og den forekommer mig derfor ikke at være holdbar.

Derimod er det næppe urimeligt at antage, at en mere solid udførelse af hjulet i metal, i forening med dettes kostbarhed, har givet metalhjul en vis prestige.

Den følgende periodes fornemste vognfund har således træhjul, der er fuldstændig beklædt med tyndt udhamrede bronze- og jernplader, formodentlig for at efterligne hjul fremstillet helt af metal.

Disse metalbeklædte træhjul træffes bl. a. på en velbevaret »stridsvogn«, formodentlig af etruskisk oprindelse, fundet ved Monteleone i Italien [30].

Fra Mellemeuropa kendes de i en del af Hallstatt-tidens vogngrave [31].

Skikken at begrave stormænd sammen med et køretøj, der iøvrigt er lige så gammel som de første køretøjer, er karakteristisk for Mellemeuropa i hele Hallstatt-perioden [32]. I de fleste af periodens fund er der tale om 4-hjulede køretøjer. Af de bedst bevarede kan ses, at vognene har haft en langvogn mellem for- og bagaksel. Disse vogne er de ældste eksempler på begrebet »den europæiske vogn« inden for det senere udbredelsesområde. Den samme vogntype træffes på de såkaldte ansigtsturner fra Vestpreussen og Pommern. Disse urner mener Marstrander at kunne henhøre til perioden 650–400 f. Kr. [33].

Af hjulene på Hallstatt-tidens køretøjer kan vi kun danne os et ufuldstændigt billede. Navene synes i alle tilfælde at have været symmetriske, egertallet 6–8, sjældnere 10. Egerne er runde, men med firkantede tappe i navet. I en del tilfælde

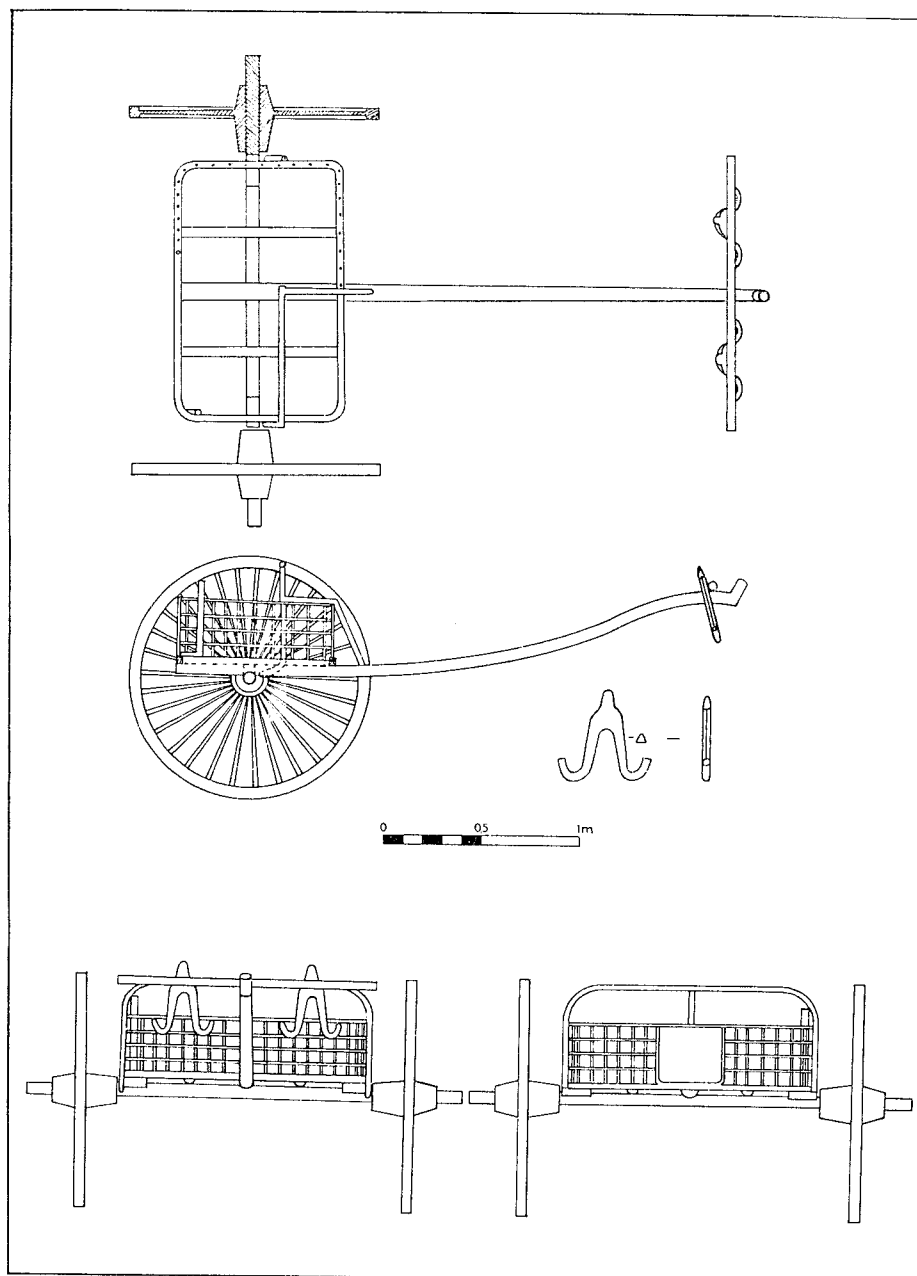


Fig. 8. Kinesisk stridsvogn. Efter Dewart.
Chinese chariot.

er der til hvert hjul fundet et bøjleformet beslag, der antyder, at hjulene har haft bøjlefælg, samlet på samme måde som Dejbjergvognens (se nedenfor). Omkring fælgen har der ligget en hel jernring, som regel fastholdt med en enkelt række jernsøm; i et par tilfælde er ringen ikke sømmet, og den har da formodentlig været lagt på i varm tilstand.

Det mangeegrede hjul. Tendensen til brug af mange eger forekommer tidligt i Kina. Allerede fra de ældste kinesiske vognfund fra o. 1300 f. Kr. finder vi hjul med 18 og 26 eger [34].

De meget omfattende vognfund stammer fra over 20 forskellige fundsteder og fra mindst et halvt hundrede forskellige grave. Det drejer sig i alle tilfælde om 2-hjulede vogne til 2-spand af heste.

I enkelte tilfælde er vognresterne så velbevarede, at man kan danne sig en mening om detaljerne i køretøjernes konstruktion; men almindeligvis er der kun bevaret beslag, mens træet er rådnet væk. At vognene har været lakbetrukne gør tolkningen af aftrykene af trædelene sikrere end man ellers ville have kunnet forvente. Bedst bevaret fra Shangtiden (ældste gruppe) er vognen i et fund fra TA-SSU-K'UNG-TS'UN fra tidlig Chou-tid (o. 1100) en vogn fra CHANG-CHIA-P'O og bedst af alle, en vogn fundet fra SHANG-TS'UN-LING. I dette sidste fund var hjulene 126 cm høje og forsynet med 25 eger. Egerne, der var firkantede, var indstemte i nav og fælg. Fælgen var 6×6 cm i tværsnit og der var ingen spor af fælgbeslag, ligesom det ikke var muligt at afgøre, af hvor mange stykker træ fælgen er sammensat. Fra andre fund kendes imidlertid eksempler på fælg sammensat af to stykker bukket træ.

Der er næppe tvivl om at køretøjerne i de kinesiske fund er orientalske udgaver af den fra den vestlige verden kendte stridsvogn, og at man må opfatte de mangeegrede hjul på disse vogne som en asiatiske særudvikling. (fig. 8).

Vi forlod de europæiske køretøjer ved udgangen af Hallstatt-tiden. At dømme efter de fragmentariske fund fra denne periode synes dens vogne at danne en forudsætning for kelternes højt berømmede vognbygningskunst, og i keltisk tid optræder de første eksempler på egentlige mange-egrede hjul.

Fra Sydrusland over Czekoslovakiet, Ungarn, Frankrig, Tyskland og helt til Llyn Cerrig i Anglesey træffer vi køretøjer af samme type som de herhjemme fra så velkendte Dejbjergvogne [35].

Dejbjergvognenes hjul (fig. 9) er alle af en ensartet, højtudviklet type, bortset fra at det ene sæt har 12, det andet 14 eger. Navet, der er af ask, består af en central del af form som en fladtrykt kugle, samt to symmetriske piber, hvorom der er støbte og afdrejede bronzeringe. Egerne er drejede af hvidbøg og har en firkantet tap i navet og en rund tap der går halvvejs gennem fælgen. Denne er fremstillet af eet stykke ask, der er bøjet, formodentlig ved hjælp af opvarmning. Omkring fælgen har ligget en hel jernring, som tilsyneladende er lagt på i varm tilstand [36].

Mange ting ved disse hjul minder om de ovenfor nævnte kinesiske, først og fremmest den hele bukkede fælg med det næsten kvadratiske tværsnit (ca. $6 \times 6,5$ cm), der står i modsætning til både Hallstatt-tidens og de senere europæiske hjuls ret høje fælg. Dernæst den anseelige hjulhøjde (ca. 95 cm) mod Hallstatt-

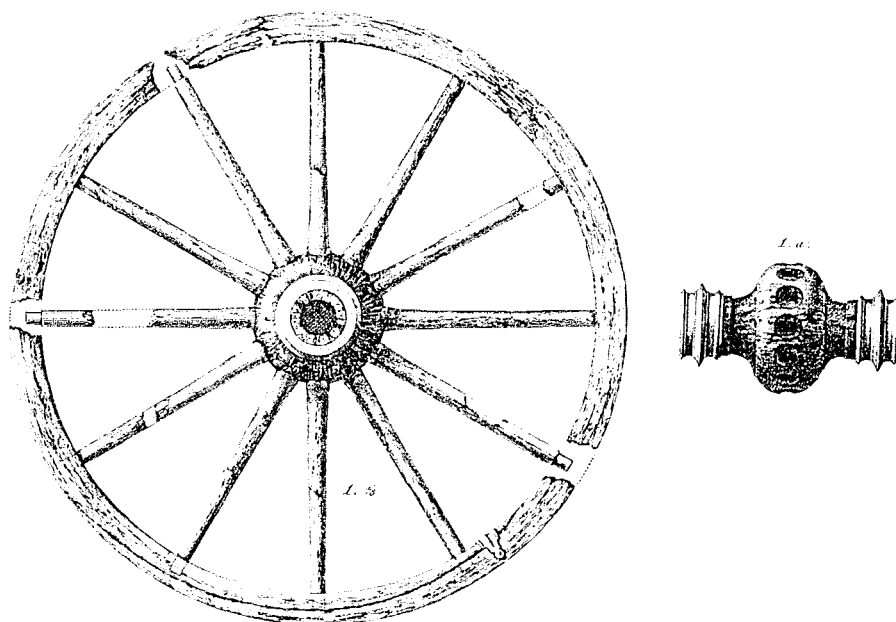


Fig. 9. Dejbjergvognens hjul. Opstalt efter Henry Petersen.
The Dejbjerg waggon wheels.

tidens almindelige højde på 65–75 cm, og ikke mindst det høje egertal, henholdsvis 12 og 14.

Der er en betragtelig afstand mellem Shang-tidens Kina og Latène-tidens Europa, men dog kan der være tale om en kulturel forbindelse; en mulighed der ovenikøbet støttes af overensstemmelser inden for samme sagområde, nemlig mellem seletøjsbeslag fra Hallstatt-tidens slutning og lignende kinesiske beslag.

I 1930 gjorde O. Janse opmærksom på overensstemmelse mellem fund fra selve Hallstatt og visse kinesiske fund. Det drejer sig om en celttype, en bestemt type lancespids og en øksestype. Mest slående var dog et lille, meget karakteristisk samlebeslag til hestens hovedtøj, et såkaldt hulkors (fig. 10). Janse tolkede overensstemmelsen som et eksempel på forbindelse fra Europa til Kina. I 1932 udsendte O. Janse en oversigt over forekomsten af disse hulkors, der, fra sen Hallstatt-tid, foruden i Østrig forekom i Tyskland, Ungarn, Rumænien, Schweiz, Jugoslavien og Kaukasus. Derimod var der ingen fund fra den vestlige del af Hallstatt-kulturens udbredelsesområde. De kinesiske stykker kunne for størstepartens vedkommende henføres til Chou-tid. Janse drog nu den slutning, at udbredelsen var foregået fra Kina mod vest, og begrundede dette med den østlige udbredelse af hulkorset i Europa, samt med den formodentlig noget højere alder af de kinesiske fund.

Den almindelige opfattelse blandt orientforskere blev derimod, at hulkorsene var et eksempel på europæisk indflydelse i retning mod Kina.

Med de nye fund fra Shang-tid dukkede der hulkors op, hvis datering er sik-

rere end nogen tidligere, og som klart vender billedet til fordel for Janses opfattelse fra 1932 [37].

Med dette i tanken åbnes der altså også en mulighed for en asiatisk påvirkning af de europæiske køretøjers hjul. At både bøjlefælg og 12-egrede hjul kendes midt imellem de to yderpunkter omkring år 1000, kan i alle tilfælde ses af et par steder i Rig Veda [38].

De egrede hjul, vi indtil nu har beskæftiget os med, udmærker sig ved at være anvendt i forbindelse med lette køretøjer, trukket af heste.

Vi kan naturligvis vanskeligt udtale os om funktionen af det enkelte køretøj i de arkæologiske fund. Men nogle få bemærkninger om disse køretøjstyper vil dog være på sin plads her.

Forud for spredningen af den såkaldte stridsvogn og for dens militære betydning i den Nære Orient, må der have foregået en udvikling af lette 2-hjulede køretøjer.

Fra Sumer kendes da også brugen af sådanne før hesten blev taget i anvendelse. En kobbermodel fra Tell Agrab fra førdynastisk tid viser en let vogn med to skivehjul, trukket af fire æsler [39].

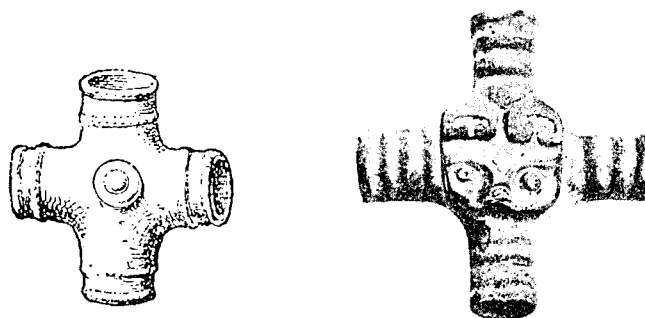


Fig. 10. Hulkors. Europæisk og Kinesisk efter O. Janse.
European and Chinese tubular crosses.

Der er her næppe tale om en militærmaskine, og man kommer snarest til at tænke på Johs. V. Jensens ord (ganske vist fremsat om Osebergvognen): »Man har kørt om Kap med dem, stol på det! En gammel Tilbøjelighed til at komme over Bunden, fort og galt, hænger ved Vognens Historie«. Måske er det i virkeligheden væddeløbsvognen, der spredtes med hesten over Europa.

I den Nære Orient har den lette 2-hjulede vogn i alle tilfælde været anvendt til jagt. Man behøver vel blot at minde om de mange afbildninger af ægyptiske Faraoners jagter til vogns.

Hertil kommer den rigelige anvendelse af køretøjer som gravgaver, der antyder en prestige omkring vognen, der hænger mindst ligeså meget ved, som tilbøjeligheden til at komme afsted.

Som nævnt (p. 120) er den 4-hjulede vogn den almindeligste i Hallstatt-tidens vognfund.

Som en efterklang af Hahns synspunkter betragtes disse, såvel som Dejbjerg-

vognene, ofte primært som kultvogne, eventuelt med henvisning til Nerthusdyrkelsen, som denne er beskrevet hos Tacitus [40].

Hallstatt-tidens vogne vidner om en håndværksmæssig tradition, der næppe er udsprunget udelukkende af et behov for kultvogne. Opbygningen af pragt-vognene antyder eksistensen af også mere beskedne køretøjer med et praktisk brugsformål. Her må der peges på vognens grundtype, (Bergs »European waggon«), der i nyere tid er nært knyttet til landbruget.

Typens udbredelse er øjensynlig fra gammel tid begrænset til det kontinentale Europa [41].

Østfolds helleristningers afbildninger af 4-hjulede vogne viser netop den europæiske vogn i en mere enkel udgave. På de fleste af disse afbildninger er vognenes hjul vist uden eger, måske fordi der er tale om skivehjul (fig. 11).

Vognafbildningerne mener Sverre Marstrander at kunne datere til perioden 650–400 f. Kr. [42].

Fra slutningen af denne periode kendes herhjemme fra flere fund af skivehjul, således Rappendam, hvor tilstedeværelsen af flere formodede langvogne antyder 4-hjulede køretøjer, og Dystrup, hvis datering tidligere er omtalt.

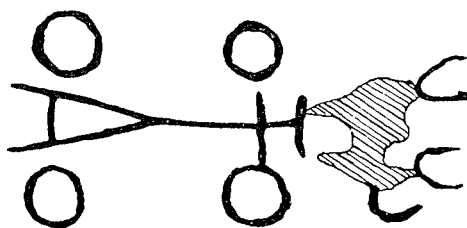


Fig. 11. Helleristninger fra Østfold. 4-hjulede vogne med hjul vist uden eger. Efter Marstrander. Østfold petroglyphs. 4-wheeled waggons with wheels shown without spokes.

Fra århundrederne omkring vor tidsregnings begyndelse synes skivehjulet imidlertid at være blevet afløst af egerhjul også til de tungere transportopgaver. I alle tilfælde dukker der nu en ny, og meget enkel type mange-egrede hjul op i de Nordeuropæiske fund [43].

Jordfundne hjul i Nationalmuseets 1. afdeling

I NM I opbevares en række hjul og dele af hjul, som ved første betragtning giver et højst forvirrende indtryk. Mange fund består blot af et enkelt fælgstykke eller et nav, andre af fragmenter af flere forskellige hjul. Kun i de færreste tilfælde er der tale om hele hjul, eller så mange dele af et sådant, at man kan danne sig et indtryk af, hvordan det oprindelige stykke har set ud.

Karakteristisk for fundene er imidlertid, at der ikke i noget tilfælde kan spores rester af beslag af nogen art, og at alle stykkerne synes at svare til min karakteristik af det mange-egrede hjul ovenfor (p. 122).

Ved et nøjere studium af de enkelte stykker, hvilket bl. a. indebærer udregning af oprindelig hjuldiameter og fælgstal for alle de løse fælgstykker, lader det sig imidlertid gøre at udskille nogle hovedgrupper.

Ser man på de bevarede nav, såvel på de hele hjul som de løse enkeltnav, falder disse i to grupper med hensyn til deres hovedform.

Den ene hovedform (fig. 12) består af et centralt sfærisk midterparti, der i hver ende er forlænget med en cylindrisk pibe. Formen er ikke i alle tilfælde symmetrisk. Akselhullet er ganske let konisk og bagpiben en anelse større end forpiben.

Den anden hovedform (fig. 12) består af et symmetrisk balusterformet midterparti, der i hver ende er afsluttet med en vulst. Akselhullet kan være let konisk, men hovedformen er altid symmetrisk. Formen kan for de enkelte navs vedkommende svinge ret meget fra stram balusterform med kraftige vulster til næsten tøndeform med kun en antydning af en vulst i hver ende.

Begynder man at sortere de hele hjul efter disse navtyper viser det sig muligt at udskille 2 hovedgrupper af hjul.

Gruppe I består af hjul med navform 1, og med 8 eller 12 eger, men altid med 4 fælg. Egernes tappe i navet er flade og firkantede, men uden bryst ved overgangen til det runde egerskaft.

Gruppe II består af hjul med navform 2, med 12 eger og 6 fælg, der i modsætning til gruppe I's er dekorerede med omløbende koncentriske staffe på for- og/eller bagside. Egernes taphuller i navene er i denne gruppe runde.

Hovedparten af de stykker der ikke passer ind i disse to grupper, kan passes

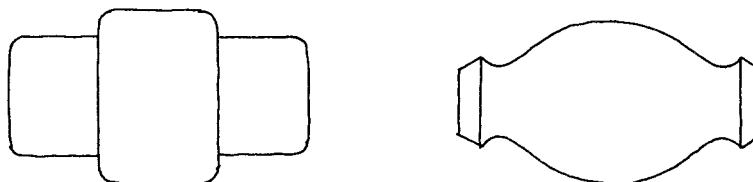


Fig. 12. Navformer 1 og 2.
Hub forms 1 and 2.

ind i en tredje, knapt så skarpt afgrænset gruppe III. Hjulene i denne gruppe er karakteristiske ved at have 10 eller 12 eger (altid 2 i hver fælg). Fælgene er udekorerede og har slidtappe indfældet i skinnegangen. Egernes tappe i navet er ofte næsten kvadratiske, let tilspidsede og uden bryst ved overgangen til egerskaftet.

Alle de stykker der er i en sådan tilstand, at man kan danne sig en mening om deres oprindelige udseende, er derefter indpasset i de opstillede grupper som det ses på skemaet (fig. 13).

Gruppe I udgøres først og fremmest af genstande fundet i Tranbær mose, Skærup s., Vejle amt. I denne mose fandtes allerede 1875 rester af et hjul, der blev sendt til museet som D 949 og 950. Det drejede sig om 4 fælgstykker hver med 3 egerhuller, dertil 8 eger og nogle stumper af navet. Fælgen så ud til at have bestået af 6 stykker som de 4 indsendte og hjulet således til at have været 18-egret. To unummererede fælgstykker i NM I's magasin synes at svare til denne beskrivelse, mens resten af fundet formentlig er gået tabt. Iflg. protokollen meddelte indsenderen, overauditor Moltke i Fredericia, at der i mosens

Gruppe I:

Genstand	Mus. nr.	Nav	Tpf	Egt	Flt	Fld	Fldim	Slt	Fundsted	
Helt hjul	C 4966	I	fl	8	4	—	15×6	—	Tranbær	
—	C 4967	I	fl	12	4	—	15×6	—	—	
—	C 8800	I	fl	8	4	—	18×6	—	—	
—	24626-9	I	fl	8	4	—	16×6	x	Vimose	
Fælg	C 4968	?	?	8	4	—	10×6	?	Tranbær	m
—	C 4969	?	?	8	4	—	13×4	?	—	m
—	C 4970	?	?	8	4	—	?	?	—	m
—	C 12703	?	?	8	4	—	18×6	x	V. Doense	
Nav	C 4971	I	?	?	?	?	?	?	Tranbær	m

Gruppe II:

Genstand	Mus. nr.	Nav	Tpf	Egt	Flt	Fld	Fldim	Slt	Fundsted	
Helt hjul	C 17434	II	r	12	6	x	15×4	x	Thorning	
—	C 21968	II	r	12	6	x	17×4	—	Ølgod	
—	C 24219	II	r	12	6	x	21×5	—	Astrup Banke	
—	C 24249	II	r	12	6	x	15×4	—	Pilhuse mose	
—	C 25175	II	r	12	6	x	12×4	—	Boest mose	
—	C 25177	II	r	12	6	x	12×4	—	—	
Fælg	C 5744	?	?	12	6	x	15×5	—	V. Isen mose	
—	C 24873	?	?	12	6	x	14×5	—	Frausing	
—	C 25923	?	?	12	6	x	17×6	—	Bindeballe	
Nav (2 stk.)	C 5234	II	?	?	?	?	?	?	Ølgod	
—	C 24872	II	r	12	6	?	?	?	Frausing	
—	C 25481	II	?	?	?	?	?	?	Tjerrild mose	

Gruppe III:

Genstand	Mus. nr.	Nav	Tpf	Egt	Flt	Fld	Fldim	Slt	Fundsted	
Helt hjul	C 11151	II A	f	10	5	—	12×6	—	N. Onsild mose	
—	20456	II	f	10	5	—	14×7	x	Danevirke	
—	C 17235	I	r	10	5	—	12×5	x	Vindstrup	
Nav	C 9839	II	f	12	?	?	?	?	Strueregnen	
—	C 13536	II	f	10	?	?	?	?	Jylland	
—	C 6188	II A	f	10	?	?	?	?	Algestrup	
Fælg ad	708/45	?	?	12	6	—	11×5	—	Hammerum	
—	C 24255	?	?	?	?	—	17×5	x	Kragelund	
—	C 24660	?	?	12	6	—	11×5	x	Hampenbjærg mose	

Fig. 13. Forkortelser til skemaet.

Egt	= egertal	Slt	= slidtap
f	= firkantet	Tpf	= tapform
fl	= flad	?	= kendes ikke
Fld	= fælgdekoration	—	= forekommer ikke
Fldim	= fælgdimension	x	= forekommer
Flt	= fælgtaal	m	= ikke fundet i magasin
r	= rund		

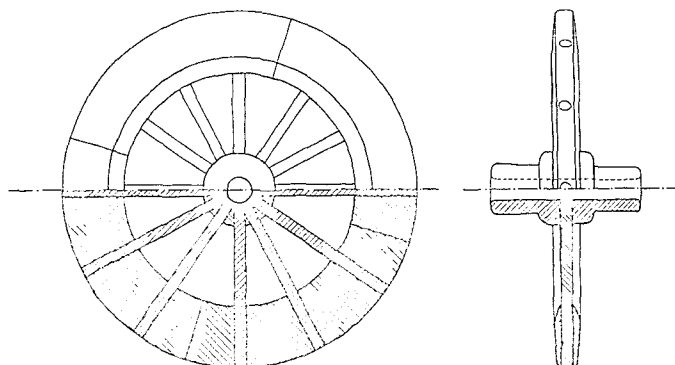


Fig. 14 a. Principskitse i mål af C 4967 (NM I) Hjul fundet i Tranbærmose, Skærup sogn. 1 : 20.

Scale reconstruction of wheel found in Tranbærbog.

øvre tørvelag fandtes en »Mængde Dele af Vogne, især Hjul, forarbejdet af Eg, Bøg og Elletræ«.

Da Henry Petersen i 1882 besøgte stedet fik han det samme indtryk og skrev: »baade den ene og den anden af Tørvelodsejerne vidste at fortælle om Fund af forarbejdet Træ, hvorimellem navnlig Hjul og andre Vognrester havde vakt Opmærksomhed«. Størstedelen af den ikke ret store mose var på dette tidspunkt opskåren, men det lykkedes at finde en lang række genstande der kunne bekræfte udsagnene. Foruden vognrester fandtes også lansestager og skjoldbrædder, som regel dog brækket i meget små stykker. Derimod var der ingen rester af metal i mosen. Ved en tidligere lejlighed var der dog fundet en bidselkæde af bronze, C 2288, der blev indsendt til museet. Ved udgravningen i 1882 blev der fundet 2 hele hjul C 4966–67, 4 fælgstykker C 4968–70 og en del af et nav C 4971. Desuden fandtes dele, der hørte til undervogne og fadinger; heraf må især nævnes en bagvogn med aksel og tredelt langvogn C 4972, samt et stykke der må tolkes som overkanten til en tremmehave d. v. s. vognside; C 4973. Sidstnævnte stykke »bekræftede Bøndernes Iagttagelse af at Vognene

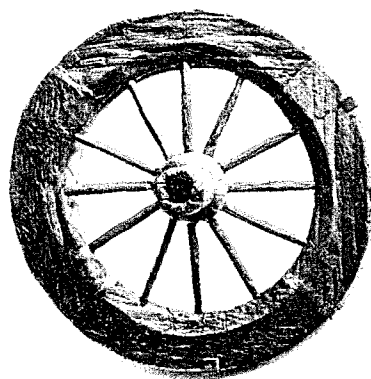


Fig. 14 b. Fot. af C 4967 giver et indtryk af hjulets nuværende tilstand.
Photograph giving an impression of the present condition of the wheel.

i Mosen havde været byggede som Pindevogne» (NM I, prot.). C 4968–71 foruden en stor del af de øvrige genstande fra fundet er desværre siden forsvundet, og vi har her kun protokollernes beskrivelser at rette os efter. Som repræsentant for denne gruppe har jeg valgt at beskrive C 4967, som er det bedst bevarede (fig. 14 a og b). Hjulet består af et nav, 12 eger og 4 fælg, og har haft en oprindelig diameter på omkring 92 cm. I sin nuværende tilstand er det samlet og monteret på en træring, der kun muliggør iagttagelse af fælgens ene side, ligesom den ret kraftige overkitning med et eller andet konserveringsmiddel vanskeliggør nøjere bestemmelse af flere detaljer.

Navet er af hovedform 1, ca. 40 cm langt, hvoraf for- og bagpibe hver er 12 cm. Der kan tydeligt skelnes en for- og bagende, idet akselhullet er konisk (diameter 6 cm i forreste ende, 7 cm i bageste) ligesom forpiben kun er 12 cm i diameter mod bagpibens 13,5 cm. Ved egebænken, der er anbragt midt i navet, er diameteren 18 cm. Egerhullerne i navet er iflg. protokollens beskrivelse rektangulære, men dette kan ikke konstateres på hjulet i dets nuværende tilstand (sammenlign dog C 8800, fig. 15). Navets akselhjul er tilproppet ved konserveringen, men egerhullerne går formodentlig igennem hertil. Egerne, der er runde og ca. 3 cm i diameter, har et synligt skaft på ca. 22 cm's længde, men går iøvrigt helt igennem til fælgens skinnegang. Det er ikke muligt at konstatere om de er forkilet her. Egerne har ikke bryst ved overgangen til fælg- og navtap, men må ifølge protokollens beskrivelse tænkes at være tilspidset fra to sider, så navtappen bliver flad, med rektangulært tværsnit.

De fire fælg er ensdannede og udgør hver 1/4 af hele fælgen. Fælghøjden er 15 cm, tykkelsen 6 cm. Stykkerne er samlet ved hjælp af domlinger, der ikke kan ses. De er formodentlig i lighed med C 4966 ret kraftige (ca. 3 cm i diameter). Fælgens tværsnit, hvor de indvendige kanter er affaset, fremgår af tegningen.

Egerne er ikke jævnt fordelt i hjulet. Den midterste eger i hvert fælg er anbragt midt i dette, og de to naboege er trukket en smule henimod midteregeren i forhold til en regelmæssig 12-delning af hjulet.

Til gruppe I hører endvidere et hjul fra Vimosefundet NM I 242626–29 (fig. 1).

Dette hjul er desværre aldrig blevet indført i protokollen, så de nøjere fundomstændigheder kendes ikke, ligesom vi er gået glip af de iagttagelser udgraveren eventuelt måtte have gjort.

Der er tale om et 8-egret hjul med fire fælg, oprindelig diameter ca. 87 cm.



Fig. 15. Fot. af nav C 8800 fra Tranbær mose.
Hub from Tranbær bog.

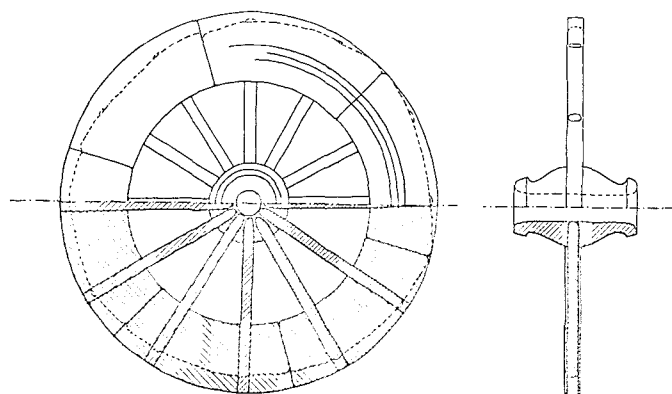


Fig. 16 a. Principsskitse i mål af C 21968 (NM 1) Hjul fundet i Vallund mose, Ølgod Sogn. Stiplet er indtegnet fælgens nuværende omrids. 1 : 20.
Scale reconstruction of wheel found in Vallund bog. The stippled line denotes the present outline of the felloe.

Af navet er kun bevaret en stump, tilstrækkelig til at bestemme det til at være af hovedform 1, hvorimod taphullernes form ikke kan bestemmes. Egerne er nu stærkt deformerede, men har oprindeligt været runde med en flad tap i navet. Fælgen har et rektangulært tværsnit 16×6 cm og i skinnegangen midt i hver fælg er der indfældet en slidtap af træ.

Endelig kan et fælgstykke C 12703 fra et 8-egret hjul henføres til gruppen. Dette stykke blev indsendt til museet 1904 af apoteker H. Hansen, Hobro, der oplyste, at der i den pågældende mose i V. Doense, Vebbestrup s., Aalborg Amt, fandtes en hel vogn. Sophus Müller skrev og svarede, at han ikke anså fundet for at være oldtid, og at man derfor ikke ville foretage nogen undersøgelse, men han henstillede iøvrigt at de resterende dele blev samlet op og indsendt til museet. Det skete imidlertid ikke [44].

En nøjere diskussion af Tranbær mosefundet fra fag-arkæologisk side har aldrig været taget op. Brøndsted henfører fundet til den ældre gruppe af yngre

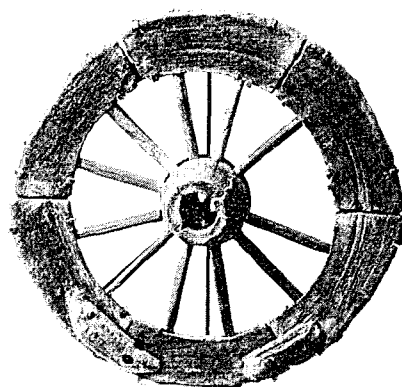


Fig. 16 b. Fot. af C 21968. De to træklamper fastgjort med træagler er utvivlsomt reparationer af hjulet, der bærer meget stærkt spor af slid.
Same wheel. The two wooden clamps, fixed with wooden nails, are undoubtedly repairs, and the wheel shows strong signs of wear.

romersk jernalders mosefund, samme gruppe som Vimosefundet placeres i. Disse mosehenlæggelser strækker sig over en længere periode; for Vimosefundets vedkommende fra c 100 til c 300 e. Kr. [45]. Skal vi udtale os om Tranbærtypens alder, kan vi altså med en vis forsigtighed sige at den tilhører det første halve årtusind e. Kr.

Mens gruppe I først og fremmest var koncentreret om et enkelt fundsted i Jylland, dog med en parallel fra Fyn, så stammer fundene i gruppe II alle fra Jylland, men er til gengæld fra mange forskellige lokaliteter. Det bedst bevarede eksemplar er C 21968 fra Ølgod, hvorfra også haves to forarbejder til nav.

C 21968 (fig. 16 a og b) består af ét nav, 12 eger og 6 fælg, og har haft en oprindelig diameter på knapt 1 meter. Hjulet er ganske godt bevaret, men bærer præg af stærkt slid.

Navet er af hovedform 2, ca. 34 cm langt og med en største diameter på midten på 21 cm. Akselhullet er praktisk talt cylindrisk, 8–9 cm i diameter, noget større ved enderne på grund af slid. Midt i egebænken findes 3 om-løbende kehlere, der viser, at navet utvivlsomt er drejet. Egernes taphuller er runde og går helt igennem til akselhullet.

Egerne, der er runde og ca. 3 cm i diameter, har et synligt skaft på ca. 22 cm's længde, men går iøvrigt helt igennem til fælgens skinnegang, hvorfra de tilsyneladende er forkilet med kiler vinkelret på fælgens forside. Egerne har hverken haft bryst i nav eller fælg og er ikke drejede, men kløvet ud og tilskåret. Af en enkelt af egerne er kun tappene bevaret.

Muligvis er fire af egerne forsynet med en længere tap i navet end de øvrige i lighed med Oserbergvognens hjul (se p. 134), men med sikkerhed kan dette ikke afgøres uden en adskillelse af hjulet.

De 6 fælg er énsdannede og udgør hver 1/6 af hele fælgen. Fælghøjden er max. 17 cm, tykkelsen godt 4 cm. Stykkerne er samlede ved hjælp af ret svære domlinger (ca. 3 cm diameter), hvis længde ikke kan erkendes. Over to af fælgens fuger er pånaglet et par træklamper, der formodentlig må opfattes som en reparation. På fælgens ene side (den anden kan ikke ses p. g. a. monteringen) findes en dekoration bestående af 2 fingerbrede kehlere, ledsaget af 6 smallere riller. Egerne er nogenlunde jævnt fordelt i hjulet. Naboejerne i samme fælg er dog nærmet lidt til hinanden.

Hjulet er fundet 1929 på husmand Axel Jensens lod i Vallund mose, Ølgod sogn, Ribe amt. Konservator Rosenberg besøgte stedet, hvor der ikke blev fundet yderligere dele af vogne.

Hovedparten af fundene i denne gruppe er enkeltfund fra moser, og om deres datering kan der intet siges. Normalt er stykkerne blot indsendt til museet, hvorfra man har korresponderet med finderens for at få nogenlunde rede på fundforholdene. I enkelte tilfælde er stedet blevet undersøgt af en af museets medarbejdere, som i 2–3 tilfælde har udtaget pollenprøver af moseprofilen i nærheden af fundstedet, men disse prøver er aldrig blevet analyseret.

Et enkelt fund C 24219 A 2/24 fra Astrup banke blev gjort i en brønd på en boplads, som måske kan være fra ældre romersk jernalder, men der er ingen sikkerhed for samtidighed mellem hjulet og bopladsen.

Hovedparten af de resterende hjul og hjuldele i NM I ses stillet op i skemaet

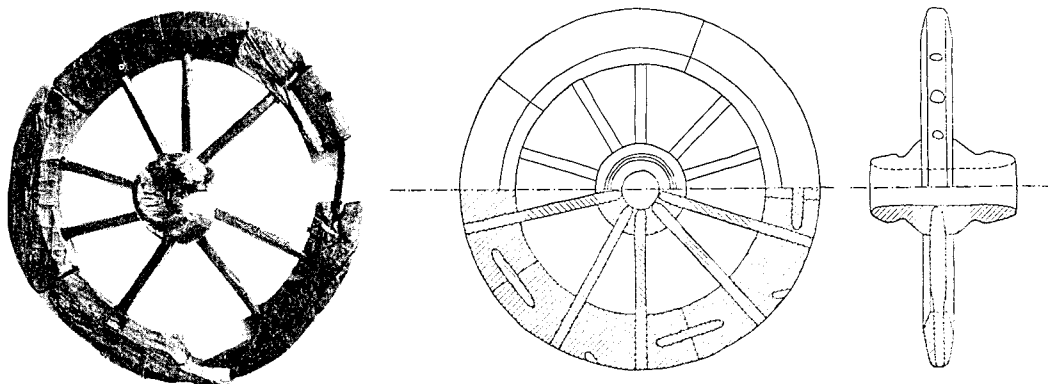


Fig. 17. a) Principskitse i mål af 20456 (NM I) fundet 1861 ved befæstningsarbejde på Danevirke. 1 : 20. b) Fot. af 20456. Bemærk domlingen mellem fælgene foroven og i det flækkede fælg øverst til venstre hullet hvori slidtap eller -stav har været anbragt.

a) Scale reconstruction of wheel found at Danevirke. b) Same wheel. Note the gudgeon between the felloes above and the hole in the split felloe to the left, in which a wear pin has been fixed.

som gruppe III. Som det ses er der her ikke den samme overensstemmelse mellem detaljer som gruppe I og II, men dog kan visse lighedspunkter konstateres. Fælgdekorationerne synes at mangle; derimod er der i en række tilfælde indfældet slidtappe i fælgenes skinnegang og fælgdimensionens gennemsnit synes at være knapt så højt, men til gengæld tykkere end Gruppe II; endelig er 10 eger lige så almindeligt som 12, og egerens tappe i navet er firkantede. Tappenes tværsnit varierer fra næsten kvadratisk til udpræget rektangulært C 9839 og C 11151. Egerskaffet er på C 11151 og 20456 ikke rundt som på alle stykkerne i Gruppe I og II. Om ingen af stykkerne kan der siges noget præcist om dateringen.

Det bedst bevarede eksempel på hjulene i denne gruppe er NM mus. nr. 20456, (fig. 17 a og b) der blev indsendt i 1862 af ministeren for Slesvig, kammerherre Wolfhagen. Hjulet er fundet 1861 ved befæstningsarbejde ved Danevirke, men de nøjere fundomstændigheder kendes ikke.

Det er et 10-egret hjul med 5 fælg. To af egerne mangler, ligesom enkelte stykker af fælgen og halvdelen af navet. Navet svarer til hovedform II, men er ikke helt symmetrisk. Det er 39 cm langt og akselhullet er let konisk. Diameteren ved egebænken er ca. 25 cm. Egehullerne er rektangulære, tilspidsede og går igennem til akselhullet. Hveranden hilde er smallere end de øvrige. Egerne, der har et frit skaft på 21 cm, har 6-kantet tværsnit. Ca. 10 cm fra fælgen går egeren gradvist over i en rund tap gennem fælgen til skinnegangen, hvor den er forkilet vinkelret på fælgens forside. Egerne har ikke bryst ved fælg eller navtap. Denne sidste er svagt tilspidsende med rektangulært tværsnit. De fem fælg er ensdannede og udgør hver 1/5 af fælgen. Fælghøjden er 15 cm, tykkelsen godt 7 cm. Fælgstykkerne er samlede med 3 cm tykke domlinger, ca. 20 cm lange. I skinnegangen er der i hvert fælg midt mellem to naboer et hul, 2½ cm i diameter og 3–5 cm dybt. Formodentlig har der været slidtappe i disse huller, men det kan ikke udelukkes, at der har været tale om slidsten.

Egerne er ikke jævnt fordelt i hele hjulet, idet naboejerne i samme fælg er nærmere en smule til hinanden.

Foruden de genstande, der her er opstillet i tre grupper, findes i I. afd. et mere ubestemmeligt hjul C 28240 (fig. 18) af en meget grov udformning, som umuliggør en nøjere placering. Hjulet har 12 eger og 6 fælg, navdiameteren er ca. 26 cm og fælgbredden ca. 20, hvilket vil sige, at den frie del af egerne kun har været ca. 11–12 cm. Navet er bare en stor, groft tilhugget tønndeform, og egerne har været fremstillet af kæppe, og ikke, som i alle andre eksempler, af udkløvet træ.

Desuden findes et nav til et 12-egret hjul C 24871 af stærkt asymmetrisk type, utvivlsomt middelalderligt eller yngre endnu.

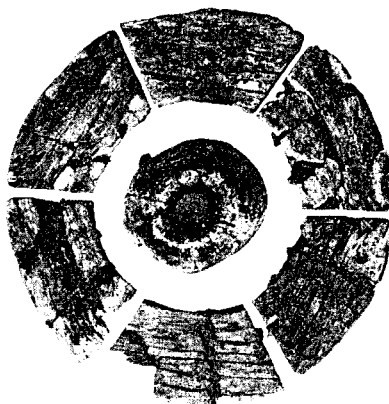
Hermed skulle de genstande, der kan opfattes som hele egerhjul eller dele heraf i NM I være udtømt.

Først fra tiden omkring og efter vor tidsregnings begyndelse kendes fund af mangeegrede hjul fra vore nabolande.

To hollandske hjulfund fra Friesland stammer formodentlig fra romersk jern-

Fig. 18. Fot. af C 28240 (NM I). Hjul fundet i Åstrup sogn, Falster Sdr. herred. De meget høje fælg og det tykke nav lader ikke meget plads tilbage til egerne, der iøvrigt er fremstillet af kæppe – ikke udkløvet træ. 1 : 20.

Wheel from Åstrup parish, Falster. The very high felloe and thick hub do not leave much room for the spokes, which are made from branches and not from cut timber.



alder. I det ene tilfælde drejer det sig om et næsten komplet 10-egret hjul, i det andet blot om et par fælgstykker. Fundene er iøvrigt ikke særligt veloplyste eller -beskrevne [46].

En række nyere fund af hjul i Holland er desværre ikke publiceret. Dele af 9 forskellige hjul blev fundet i Ezinge [47]. Ingen af disse kan dog med sikkerhed henføres til tiden før 400 e. Kr. tiltrods for at bebyggelsen går tilbage til jernalderens begyndelse. Dele af egerhjul fra Paddepoel kan henføres til 1–2. årh. e. Kr., og det samme gælder et par fund fra Drenthe [48].

Fra Feddersen Wierde i det nordtyske marskland kendes også fund af egerhjul (upubl.). Bebyggelsen går her tilbage til 2. halvdel af 1. årh. e. Kr.

Et fælgstykke fra Stellerburg, Holsten, muligvis fra o. 900 e. Kr. fortæller os derimod ikke meget [49].

Fra Skotland kendes to velbevarede egerhjul. Fra Newstead stammer et 12-egret hjul med 6 fælg (tværsnit 10×6 cm), samlet med domlinger. Navet sva-

rer formodentlig til vores hovedform 2. Egerne er firkantede og med firkantet tap i navet [50]. Dette hjul stammer formodentlig fra 2. årh. e. Kr., og af samme alder er et lignende fund fra Bar Hill i Carrick.

Fra langt senere tid er derimod et nav til et lignende hjul fundet anvendt i funderingen under en bebyggelse, der er påbegyndt o. 700 e. Kr. Dette nav, hvoraf kun halvdelen er bevaret, svarer til vor hovedform 2 og har 12 rektangulære egerhuller [51].

Det bedst bevarede parallelfund er et hjul fra Mellöse i Södermanland. Dette fund er velundersøgt, -beskrevet og -publiceret [52].

Hjulet er et enkeltfund fra en engstrækning ned mod Filaren-søen. L. v. Post har udført pollenanalyserne ved et hold elever og kommer til det resultat at hjulet er havnet i mosen imellem 400 og 700 e. Kr., dog snarest i det 5. årh.

Ingmar Fröman har foretaget vedbestemmelse af hjulets enkelte dele, og A. Oldeberg har beskrevet det og søgt at passe det ind i en kulturhistorisk sammenhæng.

Det drejer sig om et 10-egret hjul, ca. 65 cm i diameter, med 5 fælg og et symmetrisk drejet nav af birk, af en type, der kommer nærmest vor hovedform 1. Overgangen mellem midterpartiet og piberne er mere glidende, men dog markeret med 3-dobbelt inddrejet staf. Egerhullerne er runde og går helt igennem til det nærmest cylindriske akselhul. Egerne er runde og består af kæppe eller stammer af unge ege (de er altså ikke kløvede), ca. 3 cm i diameter. De har hverken bryst ved nav eller fælg, går helt igennem denne sidste og er kilet fra skinnegangen med kiler vinkelret på fælgens forside. De 5 fælg er 14×4 cm i tværsnit og samlet ved hjælp af domlinger. Der er ingen slidtappe i skinnegangen og ingen dekoration på fælgens forside. Oldeberg henfører hjulet til sen jernalder eller vikingetid ved sammenligning med andre hjul (bl. a. de da kendte danske). Argumentationen synes lidt tilfældig, og pollenresultatet kan lige så godt være det rigtige.

Hjulene på den berømte Osebergvogn fra 9. årh. e. Kr. minder til en vis grad om hjul i vor gruppe II [53].

Der er her tale om et 12-egret hjul, ca. 100 cm i diameter med 6 fælg og symmetrisk nav, der svarer til vores hovedgruppe II. Egerhullerne er runde og går igennem til akselhullet, der er bemærkelsesværdigt lille (ca. 4,5 cm i diameter). Egerne er runde uden bryst ved nav og fælg, og går helt igennem til skinnegangen. De 6 fælg er samlet med domlinger. Fælgens tværsnit er 25×5 cm. Der er ingen slidtappe i skinnegangen og ingen dekoration på fælgens forside.

For at der skal blive plads til egernes tappe inde ved navets gennemboring er kun hver tredie eger så lang, at den når helt i bund. De mellemliggende eger er 2–3 cm kortere og slået knapt så dybt i navet. En lignende konstruktion kan muligvis ses på C 21968 (se p. 131). Det må indskydes, at der har været fremsat det synspunkt, at Osebergvognen skulle være fremstillet specielt som gravgave, som en kopi af en ældre vogntype [54].

Andre norske og svenske fund synes at være fjernere beslægtet med de danske og fra en senere tid; således et fund fra Ladegaardshaven i Oslo af et 10-egret hjul med 5 fælg og tøndeformet nav. Fælgens tværsnit er her nærmest kvadratisk, og domlingerne er mindre, svarende til nyere tids hjul. Egerne går på dette

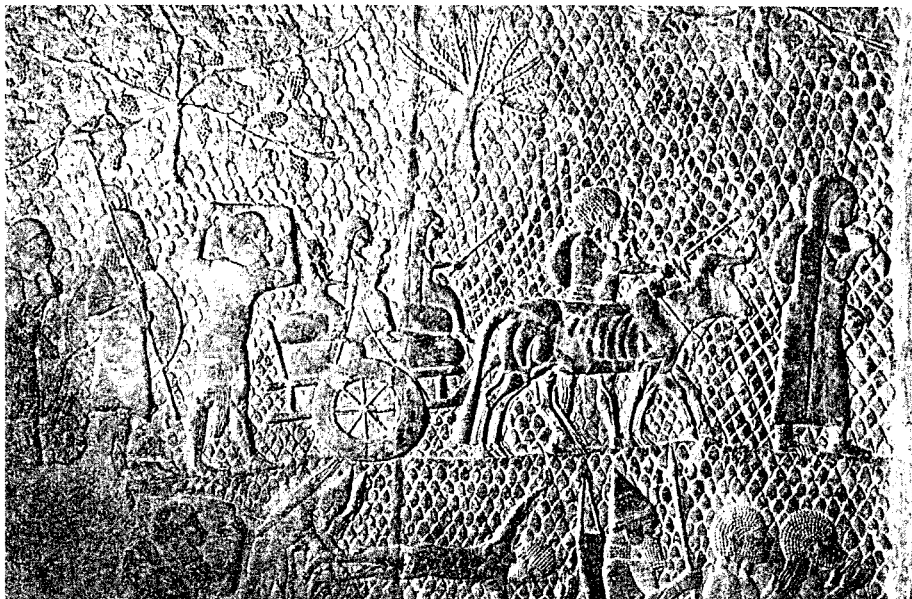


Fig. 19. Lastkøretøj. Mesopotamien o. 800 f. v. t. Efter Treue.
Freight vehicle. Mesopotamia c. 800 B. C.

hjul ikke gennem navet til dettes gennem boring, men kun godt halvvejs ind. En lignende løsning kendes ellers kun fra NM I C 28240, (fig. 18) [55].

Det samme tønneformede nav går igen i et løst nav til et 12-egret hjul med runde eger. Navet er fundet i Lund og er formodentlig middelalderligt [56].

Alle de her behandlede hjul udmærker sig som nævnt ved at være ubeslåede, og ved at svare til min karakteristik af det mangeegrede hjul (p. 118). Som ovenfor antydnet synes det naturligt at sætte disse hjul, der dukker op omkring og efter vor tidsregnings begyndelse, i forbindelse med en begyndende anvendelse af egerhjul til mere hverdagsagtige transportformål.

De fund, der blev gjort i Tranbær mose synes da også at repræsentere sådanne mere jævne køretøjer. Bagvognen C 4972 og stykket C 4973 hører givet til en 4-hjulet vogn, der må sammenlignes med den nyere tids landbrugsvogn (p. 125).

På samme måde har van der Waals tolket de hollandske fund af egerhjul, først og fremmest fra Ezinge [57]. Forudsætningen for at tage egerhjul i anvendelse til tungere transportformål må være en vis soliditet i udførelsen af hjulene. Til en sådan styrkelse af hjulene hører en forøgelse af egertallet, således som dette kom til udtryk i Latène-tidens højtudviklede hjul; men som vi har set er der væsentlige forskelle i konstruktionen af disse hjul og af dem vi lige har behandlet [58].

Væsentligst er her den sammensatte fælg, der er ukendt på Latène-tidens hjul, men som vi kender fra Stadhjulene (p. 120), og som vi tidligere har omtalt var almindelig i den Nære Orient (p. 119).

Det er da formodentlig også her vi finder den første anvendelse af egrede hjul til rene transportformål.

I begyndelsen af det første årtusind f. Kr. mistede stridsvognen sin taktiske betydning. I Mesopotamien udvikledes da en tungere vogn til hurtig fremføring af fire infanterister. Med sin større last måtte en sådan vogn have mere solide hjul, hvorfor man omkring 800 gik over til anvendelsen af otte eger [59].

Dermed var egerhjulet solidt nok til også at finde anvendelse på egentlige lastkøretøjer, som vi ser dem på relieffer fra o. 800 f. Kr. (fig. 19).

Hvordan brugen af egerhjul til lastkøretøjer er kommet igang i Nordeuropa og hvilke hjul, der har tjent til forbilleder, kan vi ikke vide. Muligheden for en selvstændig udvikling af mange-egrede hjul foreligger naturligvis, eventuelt med lån fra de europæiske pragtvogne; men mere sandsynligt forekommer det at der er tale om et samspil mellem forskellige udviklinger, om hvis natur vi kun kan have anelser.

Nok så væsentlig for os er kontinuiteten fremefter fra det tidspunkt disse mange-egrede hjul dukker op i de hjemlige fund.

Som det fremgår af gennemgangen af de danske jordfundne hjul, er vi ikke i besiddelse af forsvarlige holdepunkter for en datering af de enkelte stykker. Det er imidlertid ikke tilfældigt, at de tre grupper, hvori jeg har inddelt stoffet, er behandlet i den rækkefølge, som de er. På flere måder har hjulene i gruppe I arkaiske træk.

Først og fremmest det relativt lave egertal 8, men også anvendelsen af fire fælg i 12-egrede hjul, der på et hjul som C 4967, sammen med egrenes fordeling i hjulet, leder tanken hen på et 4-egret hjul med »hjælpeger«.

Gruppe II synes derimod at vise en yngre hjulform. Fælgtalet er her 6 og egertallet 12 svarende til nyere tids hjul. De mange høje, men smalle fælg og anvendelsen af 2 eger i hvert fælg svarer til hjulene fra Mellöse og Oseberg, der begge er yngre end Tranbærfundet.

For gruppe III's vedkommende kan man sige at den frie brug af 10 eller 12 eger, de firkantede tappe, de lavere, men tykkere fælg og brugen af slidtappe, alle er detaljer, der fører disse hjul frem i tiden efter gruppe I og II. Selv er jeg mest tilbøjelig til at mene, at en del af disse hjul hører hjemme i middelalderen snarere end i forhistorisk tid.

I alle tilfælde blev der ved udgravningen af Boringholm fundet et hjul, som efter fundlistens beskrivelse hører til i denne gruppe.

Henlæggelsen i moser af de ovenfor nævnte skivehjul har v. der Waals ment har haft rituel karakter [60]. Det skulle ikke være nødvendigt at ty til denne fortolkningsmåde for hele det her gennemgåede materiale.

De store jernaldermosehenlæggelser: Thorsbjerg, Vimose og måske også Tranbær har utvivlsomt haft et religiøst indhold. Men de øvrige nævnte fund minder ikke herom.

C 17434 blev fundet sammen med en hel del andre træsager, hvorimellem bl. a. var et par »forarbejder« til hjulfælg (C 17431–32, ikke fundet i mag.) og til nav (C 17433, ikke fundet i mag.). De to nav C 5234 er heller ikke færdiglavet, men mangler gennemboringer.

Disse stykker får en til at tænke på den almindelige metode til fremskyndelse

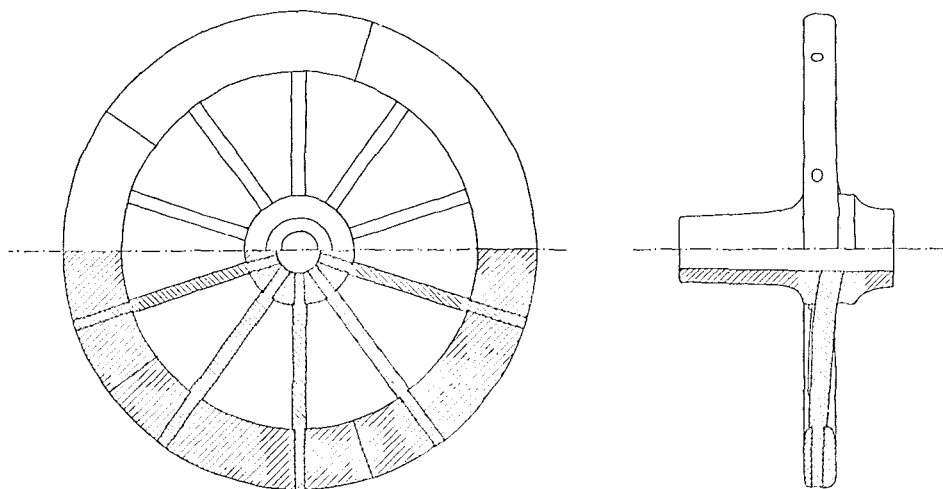


Fig. 20. Principskitse i mål af 264/06 (NM II) Hjul fundet ved udgravningen af Boringholm, Hvirring Sogn, Skanderborg Amt. 1 : 20.

Scale reconstruction of wheel found in the excavation of Boringholm castle.

af lagring af træ ved at opbevare det under vand en tid, således som dette kendes fra en senere tid [61].

Hvad angår de hele hjul, fundet enkeltvis eller sammen med vogne i moser, er der jo også andre mulige forklaringer end »offer-teorien«. Der kan være tale om uheld, eller man kan have lagt hjulene i vandet for at få træet til at svulme lidt i samlingerne i en tør sommer, som det kendes fra nutiden.

Selv om jeg har søgt at opstille en relativ kronologi for de tre grupper, jeg har ment at kunne udskille, er der naturligvis ikke sagt noget om forholdet mellem de enkelte funds alder. Som vi har set, kan en type udmærket eksistere igennem lang tid også side om side med mere udviklede former (note 43).

Hjul i Nationalmuseets 2. afdeling

Ovenfor nævnte jeg det moderne hjuls karakteristiske paraplyform – det såkaldte styrthjul – hvor egerne har en skrå stilling i navet mod hjulets forside.

Af sådanne hjul kendes der herhjemmefra kun ganske få jordfundne eksemplarer. Ældst er formodentlig et hjul plus nogle hjuldele fundet 1906 ved Boringholm, Hvirring s. Skanderborg Amt. Det hele hjul, der dog ikke er ganske komplet, er 10-egret med 5 fælg (NM II mus. nr. 264/06, fig. 20) hvis oprindelige diameter har været ca. 125 cm. Navnet er af hovedform 3 (fig. 21), stærkt asymmetrisk, ca. 56 cm langt, og med en største diameter på 29 cm. Egerhullerne er rektangulære, skrå, og går igennem til akselhullet, der er let konisk. Egerne, der alle er ret stærkt deformerede ved indtørring, har et frit skaft på ca. 32 cm. De har tilsyneladende oprindeligt haft rektangulært tværsnit med brækkede kanter. Der har utvivlsomt været bryst ved navtappen, men det lader sig vanskeligt erkende. Fælgappen er rund med bryst ved egens for- og bagside, og går helt igennem til fælgens skinnegang.

De 5 fælgstykker, hvoraf kun de 2½ er bevaret, har formodentlig været ensdannede og er samlede med domlinger. Fugen er ikke ret afskåret, men hvert fælgstykke har i hver ende en fals, der griber ind i nabofælgens modvendte fals. Den måde at fuge på kendes kun fra Boringholm, hvor den ses på samtlige fælgstykker. (266/06 og 267/10). Fælgens tværsnit er 16 × 8 cm.

Fælgstykket 267/10, der stammer fra et 10-egret hjul på ca. 130 cm har i skinnegangen 2 slidtappe af træ mellem egerne.

På 264/06 er der ingen slidtappe, men hjulet ses at have været brugt uden fælgbeslag, ligesom der heller ikke er mindste spor af beslag på navet.

I samme fund er der desuden dele af et nav 265/06, der er ensdannet med navet til 264/06, og endelig en vognaksel 261/06. Denne er desværre brudt i 3 stykker og er ret forstødt ved enderne; det er derfor ikke muligt at afgøre om aksel-enderne har været nedadbøjede, men det synes ikke at have været tilfældet, i alle tilfælde er akslen tegnet med rette akselarme i fundlisten. Den ene akselarm er 46 cm fra akselbryst til lundstikhul, og akslen hører derfor ikke sammen med hjulet 264/06.

Boringholm-udgravningen er desværre aldrig blevet publiceret, men Chr. A. Jensen har beskrevet fundet i D. Bruun, DANMARK III 773 ff, 1920. Boringholm var en vandborg bygget i en mose som i bebyggelsesperioden har stået under vand. Borgen har været bygget på nedrammede pæle, men bebyggelsen er blevet opgivet, da funderingerne ikke kunne holde. »Alle Fundene stadfæster at Borgens levetid kun har været kort, den er ikke anlagt før Aar 1300, og i det højeste kan den have eksisteret i et Aarhundrede«. I de skriftlige kilder nævnes borgen sidste gang i et afkaldsbrev til kronen 1406 [62].

Det må derfor anses for sandsynligt at NM II 264/6 er fra o. 1400, idet hjulet må formodes at være samtidigt med borgen.

Styrtet har været kendt i kinesisk hjulmageri i alle tilfælde fra 2. årh. f. Kr., men er først kommet i brug i Europa langt senere [63].

Jenkins mener at Jost Ammans kendte stik fra 1568 er det ældste belæg for anvendelsen af styrt i Europa, men utvivlsomt er denne fornyelse af egerhjulet ældre. Vi har ovenfor set, at det stærkt asymmetriske nav var en teknisk konsekvens af anvendelsen af styrt, og denne karakteristiske navform kan følges betydelig længere tilbage på afbildninger, hvor det ellers ikke er muligt at konstatere, om hjulet har styrt (fig. 22).

Hjulet NM II 264/06 synes med sikkerhed at vise, at brugen af styrtjul i alle tilfælde går tilbage til o. 1400 her i landet.

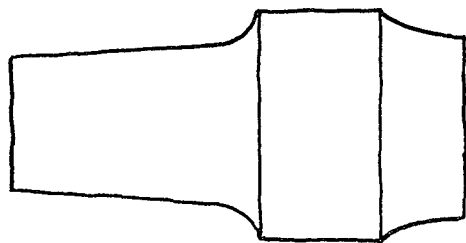


Fig. 21. Navform 3.
Hub form 3.



Fig. 22. Pennetegning 1435. Efter Treue.
Ink drawing. 1435.

I de første par hundrede år, man har anvendt styrthjul, har disse været benyttet med vandret akselarm, som det muligvis kan ses af akslen NM II 261/06 og i alle tilfælde med sikkerhed af en pragtvogn fra 1584, der nu opbevares i Coburg (fig. 23). Den nedadbøjede akselarm er formodentlig taget i brug netop omkring 1600. I alle tilfælde ses den først på malerier fra denne tid [64].

Efter 1600 synes den nedadbøjede akselarm at høre uløseligt sammen med styrthjulet. Som det ses på alle bevarede køretøjer. De tekniske fordele og mangler er diskuteret ovenfor (p. 116 f) [65].

I dette sidste afsnit vil jeg vende tilbage til udgangspunktet, hjulets teknologiske funktion, og herudfra sammenfattende diskutere de ovenfor behandlede danske jordfundne hjul.

Det egrede hjul synes kun at have været anvendt i forbindelse med den fastsiddende aksel, hvorom hjulet har roteret. Akslerne har fra begyndelsen været lavet af træ, og så langt det overhovedet kan følges tilbage, har hjulet drejet mellem et akselbryst ind mod køretøjet og en lodret lundstik gennem et hul i akselarmens yderste ende.

Fra o. 1200 f. Kr. bliver jernet kendt i Mesopotamien, hvor det snart bliver taget i brug til vognaksler [66]. Sådanne aksler har muligvis været anvendt ved visse af Hallstatt-tidens vogne [67] men kendes ellers ikke fra Europa før langt op i historisk tid.

Træakslerne er oprindelig blevet benyttet uden beslag af nogen art, som det f. eks. ses på vognen fra Theben (p. 119). I NM I findes foruden akslen på C 4972 (p. 128) en del sådanne aksler og afbrækkede akselarme (C 4981, 4982, 5745, 7416, alle fra Tranbær mose og C 25173 fra N. Snede s., Århus a.). Stykkerne bærer alle præg af stærkt slid og er næsten ens. Akselarmene er ca. 40 cm lange og kun 5–6 cm i diameter. I fundet fra Boringholm fandtes også flere akselarme uden beslag, mage til stykkerne i NM I, blot lidt længere og tykkere.

Ved udformningen af navet må der tages hensyn til det slid, der opstår ved den stadige friktion mellem aksel og nav. Er der ingen bøsning i navet vil navhullet efterhånden udvides i enderne hvor trykket er størst, og hjulet bliver sløret på akslen. Har navet en vis rimelig længde i forhold til hjuldiameteren reduceres problemets praktiske betydning (se Ølgodhjulet fig. 16).

Navene af hovedform 2 synes at være særlig hensigtsmæssige til hjul uden navbøsning, idet tykkelsen af godset er størst netop der, hvor det største slid ligger i for- og bagpiben.

Hvad hovedform 1 angår svarer den mere til Hallstatt- og Latène-tidens former, og disse nav kan muligvis være udformet med bøsninger som forudsætning [68].

Endelig synes hovedform 3 mindre velegnet til at anvendes uden bøsninger, men den er muligt udviklet sammen med styrtet og overtaget med dette fra et helt andet milieu, hvor navbøsning var en selvfølge. Navets anden hovedfunktion er at fastholde egerne fast.

Vi ved intet om hvornår man er begyndt at tappe egerne fast i navet. På ægyptiske hjul fra Theben og fra Tut-Ank-Amons grav er egerne surret fast med henholdsvis birkebast og læderremme, men på Hallstatt-tidens køretøjer, som på Dejbjergvognene, var egerne tappet med rektangulære tappe i navet. På de sidste vognes hjul er et stykke af egerskaftet ovenikøbet forsænket i navets overflade, en teknik, der også kendes fra andre af Latène-tidens hjulfund [69]. I nutiden bruges eger med »forsænket bryst« på svære arbejdsvogne.

På Tranbærhjulet, Ølgodhjulet og Danevirkehjulet træffer vi imidlertid mindre raffinerede løsninger. Den tilspidsede tap uden bryst vil lettere gå løs end den senere tids flade tap, der er lige tyk fra ende til anden. Ovenikøbet kan egerne ikke være drevet særlig kraftigt i navene, da disse ikke har navringe, der kan forhindre flækning.

På Ølgodhjulet og Danevirkehjulet kan man se, at egerne er stillet tættere sammen to og to inden for hvert fælg. På sidstnævnte gør denne tættere sammenstilling sig også gældende i navet, hvor hveranden hilde er en smule smalere end de øvrige (ses også på C 11151 og C 13536). Denne anbringelse af egerhullerne to og to sker måske for at svække navet mindst muligt og genfindes i nutiden i Sønderjylland, Nordtyskland og Holland. På de moderne hjul er fælgene imidlertid anbragt således på hjulet, at fugerne kommer til at ligge mellem de eger, som sidder tættest sammen.

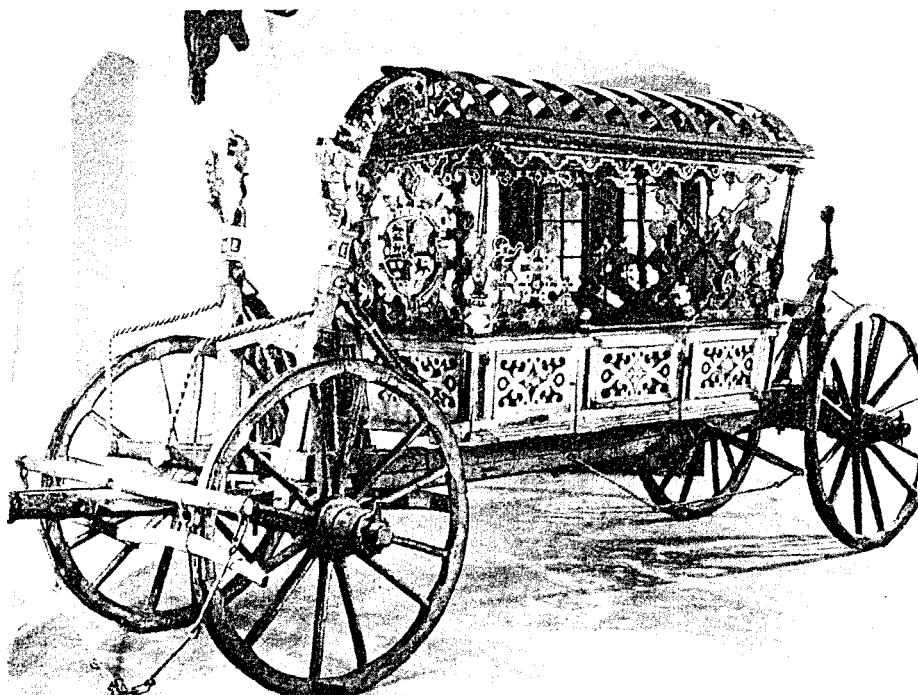


Fig. 23. Vognen fra Coburg. Efter Treue.
Waggon from Coburg.

Denne sidste metode syntes rimelig, da den må styrke fælgsamlingerne, og spørger man sig hvorfor Danevirkehjulet f. eks. ikke er lavet på denne måde, springer en ny forklaring i øjnene: de høje fælg på de jordfundne hjul har vanskeliggjort samlingen af hjulet. Jo større vinklen er mellem de to eger, hvorpå et fælgstykke skal anbringes, des vanskeligere vil det være at få fælgen på. Hvis egerne i dette tilfælde var anbragt jævnt i hjulet ville det være svært eller måske umuligt at få fælgen på. Umuligt har det i alle tilfælde været at samle et hjul som C 28240 (fig. 18) i samme rækkefølge som man har samlet hjulene i moderne karetmageri.

I de ovenfor nævnte kinesiske fund træffer vi eger med rektangulært eller ovalt tværsnit [70], men i den Nære Orient og Europa synes rundt tværsnit at være det normale i den tidlige udvikling af egerhjulet.

Hallstatt- og Latønetidens hjul havde således drejede eger og egerne på Tranbær og Ølgodhjulene har ligeledes rundt tværsnit. Samtidig mangler egerne bryst ved nav og fælgtag på disse hjul.

De runde egre og de manglende tappe må ses i sammenhæng med problemet om samlingen af hjulene.

Vanskelighederne kommer som sagt af de høje fælg. Man må forestille sig at fælgen og egerne er blevet samlet først, og at egerne er blevet slået et stykke

frem uden for skinnegangen. Derved bliver det muligt at stikke navet ind på plads og slå egerne tilbage gennem fælgen ind i navets taphuller. Dette kan naturligvis kun lade sig gøre hvis egerne mangler bryst ved fælgappen, og hvis denne ikke har mindre tværsnit end den første del af egerskaftet.

På Danevirkehjulet er hilderne ulige store og fælgen smallere end på Tranbærhjulet og Ølgodhjulet, hvilket rimeligvis, som antydtes, har sammenhæng med indførelsen af den nu anvendte samlingsmåde.

Dette bestyrkes yderligere af at egerskaftet på Danevirkehjulet har 6-kantet tværsnit, og at egerskaftet hurtigt bliver tykkere end den runde fælgtap.

Der er god grund til at ændre egerskaftets tværsnit til en aflang facon (oval – rektangulær – 6-kantet) således at bredden fra hjulets bagside til forsiden bliver størst, idet det er på denne led de største belastninger af egerne ligger.

På Boringholmhjulet har egerskaftet da også ovalt tværsnit. Dette er på nyere tids hjul nærmest ægformet med den bredeste ende nærmest hjulets bagside, hvor trykket er størst.

Der er ovenfor talt om egerens anbringelse i navet. Her skal blot gøres opmærksom på at den flade navtap, som er lige tyk fra ende til anden, næsten forudsætter bryst ved egerskaftet. Navtappens tykkelse er jo, som nævnt, begrænset af akselhullets diameter og antallet af eger, og en tilstrækkelig kraftig eger kan da kun opnås ved at forsyne tappen med bryst.

Betingelsen for et bryst ved fælgappen er, at hjulet samles i samme rækkefølge som i nyere tid. Forøges egerens bredde, kan dette ske uden at fælgappen får bryst (som på Danevirkehjulet); men anvendelsen af bryst ved fælgappen synes ellers at være en naturlig konsekvens af den forøgede egerbredde.

Mens egerne er rette på Tranbær-, Ølgod- og Danevirkehjulet, har Boringholmhjulet svagt svajede eger, som det ses på snittet fig. 20.

Denne form på egerne hænger sammen med indførelsen af styrtet. Mens man let kan ændre taphullets retning i navet, lader dette sig ikke gøre i fælgen uden en betydelig svækkelse af materialet. Fælgappen skal passere igennem fælgen vinkelret på navets centerlinie. Dette kan opnås ved at lade fælgappen danne en vinkel med egerskaftet som på fig. 2.

I moderne tid tildannes tappen som nævnt af egerens yderste ende efter samlingen af nav og eger. Egeren har på dette tidspunkt en vis given bredde, hvoraf tappen skal tildannes. Skal tappen have en rimelig bredde ved skinnegangen, kan den derfor kun få en begrænset længde, hvis den skal gå vinkelret gennem fælgen.

Med de brede fælg på Boringholmhjulet og andre tidlige styrthjul kan man vanskeligt få tappen lang og kraftig nok med rette eger. Gøres egeren buet er problemet løst. Den buede eger er imidlertid besværlig at have med at gøre idet hvert eneste stykke træ der anvendes til eger må være krumvokset for at tilstrækkelig styrke kan opnås [71].

Med de lave fælg, der må ses i sammenhæng med anvendelsen af fælgbeslag, er det muligt at benytte rette eger som det ses på fig. 2 [72].

De tidligste fund af skivehjul i Kish og Ur synes at have haft beslag af læder fastholdt af en række hovedsøm [73]. Tilsvarende kendes fra Hallstatt-tidens vognfund i en del tilfælde jernbeslag fastholdt af en enkelt række søm.

I andre af disse fund samt fra Latènetidens vognfund kendes den hele smedede jernring, som ellers først optræder i Europa i det 19. årh.

J. Geraint Jenkins foreslår en sammenhæng mellem denne form for fælgeslag og styrthjul, idet han gør opmærksom på, at ringen, der lægges om i glødende tilstand, ved afkølingen trækker sig sammen med voldsom kraft. Hvis der ikke tages hensyn hertil ved udmålingen af ringen vil hjulet enten blive ødelagt ved at egerne presses ind gennem navet eller også få styrt ved at navet presses ud til siden i forhold til fælgen.

Der går ganske vist 500 år mellem styrthjulets første anvendelse i Europa og genoptagelsen af brugen af den hele jernring, men i Kina beskrives de to ting i sammenhæng o. 200 f. v. t. [74].

Også ved det ubeslagne hjul er der mulighed for at reducere sliddet på fælgen. Endetræ slides ikke så let som langsgående træ og f. eks. på hjul 2 ses fælgen da også at være slidt voldsomt mellem egerne. På et par af stykkerne i gruppe I, nemlig Vimosehjulet og C 12703 er der på dette udsatte stykke af fælgen indsat slidtappe af træ i skinnegangen. På Vimosehjulet er der en tap midt i hver fælg, og på C 12703 to tappe mellem de to egerhuller. Disse slidtappe findes også på C 17434 i gruppe II, her er der 3 slidtappe i hver fælg, én i midten og én for hver ende. På de øvrige stykker i gruppe II ses intet spor af sådanne tappe.

I gruppe III finder vi slidtappe i 4 tilfælde, mens Danevirkehjulet har hullerne til tappe. Dette sidste tilfælde er det eneste, hvor der ikke længere er noget i hullerne og måske har der snarere været tale om slidsten, som det kendes fra nyere tid [75].

Boringholmhjulet har ikke slidtappe (fig. 20), men som nævnt forekommer disse ellers på de øvrige fælgstykker fra Boringholmfundet [76].

Konklusion

De mangelfulde dateringer af det danske arkæologiske materiale, der er blevet gennemgået i det foregående, opfordrer ikke til uforbeholdne udtalelser.

Jeg har dog søgt at placere dette materiale i en større sammenhæng ved sammenligning med den moderne opbygning af egerhjulet.

En foreløbig syntese ser således ud:

Den tidlige europæiske anvendelse af mange eger, som den kendes fra Latènetidens vogne, har muligvis østasiske forbilleder. Hjul, der svarer til vores karakteristik af det mange-egrede hjul, dukker imidlertid først op i Nordeuropa omkring vor tidsregnings begyndelse og da i forbindelse med hverdagsagtige transportkøretøjer. Disse køretøjer er muligvis »den europæiske vogn«, som, indtil dette tidspunkt, har været anvendt med skivehjul. Udformningen af det nordeuropæiske egerhjul er afhængig af såvel den Nære Orient's som den tidlige europæiske jernalders traditioner.

De tidlige mange-egrede hjul kan ikke have været samlet på samme måde som det moderne egerhjul, hvor fælgene anbringes på egerne efter at disse er slået i navet. Denne teknik synes dog at være i brug inden styrthjulet kommer frem i løbet af middelalderen, ligesom den nødvendigvis må have været anvendt ved samlingen af Latènetidens hjul, hvor fælg tappenes huller kun går halvt igennem fælgen.

Med den moderne måde at samle hjulene på følger anvendelse af egre med ovalt-rektangulært tværsnit, som det kendes i Kina o. 1300 f. Kr.

I middelalderen kommer styrtet til, måske sammen med en fuldt udviklet hjultype med asymmetrisk nav. Sådanne hjul har været kendt i Kina i alle tilfælde 200 f. Kr.

Omkring 1600 indføres den nedadbøjede akselarm, og i den følgende tid bliver styrtet større og større, for i nyere tid igen at blive mindre.

Den væsentligste fornyelse af styrthjulet er indførelsen af den hele jernring, der, foruden at fungere som slidbeslag, binder hjulet sammen. Denne teknik har været kendt i Europa i jernalderen, men synes at have været glemt for først at blive genoptaget efter 1800. I Kina kendes den i alle tilfælde 200 f. Kr.

En række af de væsentligste fornyelser ved de europæiske mange-egrede hjul ses at have været kendt i Kina inden, eller samtidig med, at de kendes her.

Det kan naturligvis skyldes tilfældigheder, at det netop er fra Kina disse tidlige vidnesbyrd stammer, men de synes at bekræfte den opfattelse, at Østasien er et vigtigt område i udviklingen af transportmidlerne.

Kommende oversigter over den østasiske arkæologiske resultater, i tråd med M. v. Dewall's bog fra 1964, vil formodentlig yderligere kunne uddybe dette synspunkt.

Summary

Danish Spoked Wheels

In recent years, attention has on several occasions been drawn to disc wheels found in Denmark. New dating and the work of the Dutch archaeologist D. van der Waals have given rise to new interpretations. The present article is concerned with another group of wheels—mainly in the collections of the National Museum of Denmark—namely wheels with 8 or more spokes. The author has based his treatment of these excavated wheels on ethnological studies of the dying trades of the wheelwright and coach-builder.

The main characteristic of the modern spoked wheel is its conical form or camber, arising from the spokes being set obliquely in the hub away from the vehicle. The way certain components are assembled is also characteristic. The spokes are thus fixed in holes in the hub and in holes in the felloes. The identical felloes are shaped to follow the circumference of the wheel and are held together by dowels.

The wheel is shown to be subject not so much to compressive strains as to ultimate strains, since the strongest and most frequent forces are transmitted laterally. In contrast to the disc wheel, the spoked wheel is in principle equally strong, whichever part of the rim is in contact with the ground. With its better use of the natural directional strength of the wood, the spoked wheel also permits a considerable saving in weight. The camber of the modern wheel serves to reduce the constructional weakness of the spoked wheel. The breaking strength at the junction of hub and spokes is low, and when a wheel receives its greatest lateral strain running on a sloping surface, the lower wheel will also have to bear the largest part of the weight of the vehicle. Figs. 2 and 5 show how the cambered wheel absorbs this lateral strain.

The oldest known spoked wheels from c. 2000 B.C. were found in Mesopotamia, in connection with two-wheeled carriages. The spoked wheel apparently spread through Europe with the two-wheeled chariot and reached Scandinavia in the course of about

five hundred years. Only very few of these early spoked wheels, which are mainly known from pictures, have been preserved. It does not seem to be possible to establish a connection with the later tradition. The many waggon graves of the Hallstatt period in Central Europe point, however, in the sporadic cases where details of construction can be ascertained, to a more recent tradition, at least to the finds of the La Tène period where, for instance, the Danish Dejbjerg waggons are extremely well preserved. In the Dejbjerg waggons a relatively high number of spokes, 12—14, appears for the first time, 800—900 years after a high spoke-number was usual in China. Apparently, the chariot spread quite rapidly in Asia also, and finds from China from c. 1300 B.C. show these vehicles with high wheels, turned spokes, and a spoke number up to 26. A cultural connection between eastern Asia and Europe in the Hallstatt period has been demonstrated, and the author sees the waggon finds of the La Tène period in the light of this connection.

The 4-wheeled waggon later becomes the favoured means of agricultural transport in continental Europe and the first intimations of more humble wheels of this type are found among the Østfold petroglyphs, in groups assigned to 650—400 B.C., or in the find from Rappendam in northern Zealand where large numbers of disc wheels were found amongst several presumed long-waggons. At about the beginning of our era, however, the disc wheel seems to have been replaced by spoked wheels, also for heavy transport. A new, very simple type of many-spoked wheel now turns up in the north European finds.

The excavated wheels in the prehistoric collection of the National Museum are unrepresentative and undated and any conclusions must necessarily be treated with reservation. It is possible to divide these wheels into 3 groups, the first two of which are clearly defined, whilst the third, which largely comprises the remaining wheels, shows certain common features. Group I is characterized by hub shape 1 (fig. 12), 8 or 12 spokes, but always 4 felloes. The spoke-tenons in the hub are flat and rectangular but without a shoulder at the transition to the round shaft of the spoke. Group II comprises wheels with hub form 2, and 12 spokes and 6 felloes, which in contrast to those of group I are decorated with concentric mouldings on one or both sides. The wheels of group III have 10 or 12 spokes (always 2 in each felloe). The felloes are undecorated and have wear pins let into the tread. Diagram p applies this classification to the wheels in question.

The wheel parts of group I stem mainly from an Iron Age deposition in Tranbær bog, with a few parallels, one of which is from the Vimose find. The individual finds in the other groups are very difficult to date, but the sum of available information, supported by analogies in the other Scandinavian countries and in northern Europe, seems to suggest that the grouping employed also has chronological validity.

All the wheels in the prehistoric collection of the National Museum lack the characteristic camber of the modern wheel. The oldest Danish wheel exhibiting this feature is in the medieval collection and was found in the excavation of Boringholm castle. The remains of several cambered wheels were found there and are presumed to belong to the period of the castle, which is believed to have been built around 1300 and relinquished no more than a century later.

Examination of technical details in construction seems to support the view that the classification employed has chronological validity, and it can be demonstrated that the mode of assembly in those wheels which are thought to be the oldest is not the same as in the later wheels where components are assembled in the same order as in modern wheelwrighting.

In conclusion, it may be pointed out that several important details and innovations in the form and manufacture of the wheel can be dated earlier in China than in Europe. This is true of the modern method of assembly, which was known in China in 1300 B.C. and of the camber, which was mentioned in China in 200 B.C., together with the entire iron rim around the wheel, which although known in Europe in the Hallstatt period, was forgotten, to appear again around 1800.

Torben Witt
Køge Museum

NOTER

1. Radiocarbon Vol. 8, 1966, 228.
2. Brøndsted, Johs.: *Danmarks Oldtid I*, 1957, 177.
3. Childe, V. G.: The first Waggon and Carts – from the Tigris to the Severn. *Proceedings of the Prehistoric Society N. S.* XVII, 1951, 117–94.
4. J. D. van der Waals: *Prehistoric Disc Wheels in the Netherlands*. Groningen 1964.
5. Det ene af disse hjul var, ligesom de hollandske, af simplest tænkelige type, fremstillet af et stykke træ inklusive navet; det andet af to stykker træ. Dateringerne var henholdsvis 2260 ± 120 f. Kr. og 2230 ± 100 f. Kr. I Nationalmuseets 1. afdeling fandtes et hjul, der ligesom flere af de hollandske ikke var gennemboret i navet. Hjulet var fundet 1875 i Faarup mose og indsendt til NM II. Dette hjul dateredes til 1510 ± 110 f. Kr. Et hjul ligeledes i et stykke, i Fyns Stiftsmuseum, blev dateret til 1400 ± 120 f. Kr. Radiocarbon, Vol. 10, N° 2, 1968, 306 og 307.
6. Publikation under forberedelse af J. D. van der Waals, Groningen.
7. Frilandsmuseet nr. 1210. Stiv arbejdsvogn med træaksler fra Sædder sogn, Præstø amt.
8. Om »The European Waggon« se Gösta Berg: *Sledges and Wheeled Vehicles*. Stockh. 1935.
9. I det følgende anvendes: en fælg, flere fælg om hele hjulets yderste træring, og: et fælg, flere fælg om denne rings enkelte stykker.
10. Haudricourt, A. G.: Contribution a la geographie et a l'ethnologie de la voiture. *La Revue de Geographie Humaine et d'Ethnologie I*, 1, 54–64, 1948, 61.
11. van der Waals: op. cit., 77.
12. Childe: op. cit. 1951.
13. Sturt, G.: *The Wheelwrights Shop*. Cambridge 1923, 91.
14. Childe: op. cit. 1951, 188.
15. Nyere oversigt over stridsvognens udbredelse se: Hancar, F.: Das Pferd in prähistorischer und früher historischer Zeit. Wien 1955, tab. 60, 520, samt stikord: Streitwagen. For udbredelsen i Europa se E. Anati: *Bronze Age Chariots from Europe*. *Proceedings of the Prehistoric Society*. N. S. XXVI, 50–63.
16. Childe, V. G.: Rotary Motion, i C. Singer (Ed): *A History of Technology I*, Oxford 1954, 187–216.
17. Berg, G.: op. cit., 122.
18. Childe: op. cit. 1951, 180.
19. Rossellini, I.: I monumenti dell'Egitto e delle Nubia, II, Pisa 1834, vol. 3, tavlebind 2, tavle 122.
20. Schachermeyer, F.: Streitwagen und Streitwagenbild im Alten Orient. *Anthropos* XLVI, 1951, 716.
21. Salonen, A.: Die Landfahrzeuge des alten Mesopotamien. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae B* 72/73, 1951, 167.
22. Treue, W.: Achse, Rad und Wagen. München 1965, 69.
23. Schachermeyer: op. cit., 728. Salonen: op. cit., 164.
24. En oversigt over 4-egrede hjul i europæisk sammenhæng se: Thrane, H.: Hjulgraven fra Storehøj ved Tøbel i Ribe amt. *Kuml* 1962, 80–112.
25. Marstrander, S.: Østfolds Jordbruksristninger. Skjeberg I–II, Oslo 1963, 344.
26. Childe i Rotary Motion, 212.
27. Childe: op. cit. 1951, 189.
28. Jacob-Friesen, K.: Der Bronzeräderfund von Stade. *Prähistorischer Zeitschrift* XVIII, 1927, 154 pp.
29. Althin, C. A.: Studien zu den bronzezeitlichen Felszeichnungen von Skåne. Lund 1945, 102.
30. Nachod, H.: Der Rennwagen bei den Italiern und ihren Nachbarn. Leipzig 1909, 44.
31. Günther, A.: Gallische Wagengräber im Gebiet des Neuwieder Beckens. *Germania* XVIII, 1934, 8–14.
32. Henvisninger til disse fund se: L. v. Post, A. Oldeberg och I. Fröman: Ein eisenzeitliches Rad aus dem Filaren See. *Vitterhetsakademiens Handlingar* 46 :1, 1939, 44 p. Klindt-Jensen, O.: Foreign Influences in Denmark's Early Iron Age. *Acta Arch.* 189 pp.
33. XX, 1949, 104–108. Childe: op. cit. 1951.
34. Marstrander: op. cit. 194.
35. Almindeligvis anføres o. 1500 f. Kr. for disse fund, f.eks. Hancar: op. cit., 520, tab. 60. I M. v. Dewall: Pferd und Wagen im Frühen China. *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde I*, Bonn 1964, 98 og 107 anføres 1300 f. Kr. som en mere sandsynlig datering. I denne sidste bog findes en oversigt over vognfund i Kina fra de første udgravninger i Anyang 1934 til 1962.
36. Klindt-Jensen: op. cit. 103–108.
37. Klindt-Jensen: op. cit. 88 pp.
38. Janse, O.: Quelques antiquités Chinoises d'un caractère Hallstattien. *Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities*, 2, 1930, 177–83. Af samme forfatter i samme tidsskrift: Tubes et boutons cruciformes trouvés en Eurasie. 4, 1932, 187–209.
39. Dewall: op. cit. 108.
40. Der Rig Veda I–IV. Cambridge. Mass. 1952–57, 1, 164, 11 og 7, 32, 20.
41. Salonen: op. cit., 163, tav. XI.
42. F. eks. Forrer, R.: Un char de culte, a quatre roues et avec trone, decouvert dans

- un tumulus gaulois a Ohnenheim en Alsace. Cahiers d'archéologie et d'Histoire d'Alsace Nr. 45-48, 1921.
41. Berg: op. cit., 157: »On the whole, it may be said that the waggon creates one of the acutest boundary lines between the Mediterranean and Continental European culture«.
 42. Marstrander: op. cit., 173 og 196 p.
 43. Skivehjul har dog holdt sig i brug langt op i historisk tid, og utvivlsomt også i forbindelse med 4-hjulede vogne, som det ses af følgende hjemlige eksempler:
Inventarie 14.9.1534. Vordingborg slot: »... Item iij skeffwe hywl...« (Danske Magasin 4. r., 2. bd., 14). Rigsråd Niels Clemmenssøns gælds bog 1506-15: »24 marc oc ien oxe aff Niels i Thorlundh oc loffuet ham 6 marc for Nis Frantzssøn i Skyggi oc fire skewehywl.« (Jyske samlinger 2. r., 1. bd., 223). Dronning Christines Hofholdningsregnskaber. (1509): Item 12 sk till 4 ny knubbehyl.« Skifte efter sognekapellan Chr. Therkelsen i Buderup 17.6.1672: »1 gammel Vogn med 4 knubbehjul 1 daler.« (Jyske samlinger 2. r., 4. bd., 411).
 44. Nationalmuseets 1. afdeling. Journal nr. 402/04.
 45. Brøndsted: op. cit. III, 1960, 225 og 229.
 46. Pleyte, W.: Nederlandsche Oudheden. Friesland-Leyden, 1877, Tav. IV, 3-5 og XXVII, 10.
 47. van Giffen, A.E.: Der Warf in Ezinge, Provins Groningen, Holland, und seine west-germanischen Häuser. Germania XX, 1936, 40 pp.
 48. v. der Waals: op. cit., 72 p.
 49. Oldeberg: op. cit., 54, fig. 15.
 50. Curle, J.: A Roman Frontier Post and its People. Glasgow 1910, 244. Oldeberg: op. cit., fig. 13.
 51. Collins, A.E.P.: Lough Faughan Crannog. Ulster Journal of Archaeology. 3. S., vol. 18. 1956, fig. 86.
 52. Oldeberg: op. cit.
 53. Gricg, S.: Kongsgaarden (Osebergfundet II), Oslo 1928, 3 p.
 54. Shetelig, H.: Osebergfundet III, Oslo 1928, 46.
 55. Oldeberg: op. cit., 58.
 56. Oldeberg: op. cit., 56.
 57. Ezinge kunne muligvis have givet et værdifuldt bidrag til dateringen af denne overgang, idet bebyggelsen her går tilbage i den tidligste jernalder og fortsætter til o. 1200 e. Kr. Udgraveren (van Griffen) har kunnet dele denne periode i 6 underperioder, der kan dateres forholdsvis nøje. Fra bebyggelsen kendes en del skivehjul og en del egerhjul, men på grund af manglende etiketter kan ikke alle hjulene længer identificeres. Af de hjul, der stadig kan inddrages i diskussionen, er ingen skivehjul yngre end yngre romersk jernalder og ingen egerhjul ældre end c. 400 e. Kr. v. der Waals: op. cit., 72.
 58. Teknikken ved fremstillingen af den bukkede fælg gik efter vor tidsregnings begyndelse i glemme i Vesteuropa for først i nyere tid at blive genoptaget til brug på de lidt finere køretøjer. Et fund fra 10. eller 11. årh. e. Kr. fra Gnesen i Polen (Oldeberg: op. cit., 58, fig. 18) synes dog at bekræfte G. Bergs antagelse, at den bukkede fælg holdt sig i brug i et østeuropæisk udbredelsesområde. Berg: op. cit., 121.
 59. Salonen: op. cit., 167.
 60. v. der Waals: op. cit., 47 pp.
 61. Metoden brugtes tidligere i dele af England med navklodser (Jenkins, J.G.: The English Farm Waggon. Reading 1961, 63), og en enkelt dansk karetmager kendte metoden, men havde ikke brugt den. Metoden omtales herhjemme i forbindelse med hjultræ 1757. (Rasmussen, H.: Hasseløegen. Kuml 1953, 45, note 31).
 62. Se også Trap 1964, VIII, 2, 724 p.
 63. Jenkins: op. cit., 28 og 41, note 17.
 64. Følgende missive 29.10.1585 (J.T. 3, 46 b) er måske en reaktion mod denne nye akselform? (gengivet efter Kanc. brevb. bd. 1584-88, 408): »Til Casper Marckdener. Kongens vognmager i Kolding, Hans, har for nogen Tid siden lavet en lille Vogn til Kongen, som denne ville have i Beredskab, naar den anden, som Kongen hidtil har brugt, blev aflægs. Kongen havde bestemt haabet, at den var lavet med tilbørlig Flid, særlig da Hans havde den anden Vogn at lave efter, men da han nu i det Haab skænkede den gamle Vogn bort og skulle til at bruge den nye, viste det sig, at de forreste Hjul paa den gaa meget videre foroven end for neden, og at den er saa daarligt lavet, at nogle af Hjulene gaa udenfor Vejen og nogle i Vejen...«
 65. At helt andre opfattelser også har gjort sig gældende ses i Begtrups beskrivelse fra Thisted amt 1812: »Vognene ere videre mellem hjulene forneden end foroven, at de kan staa faste«.
 66. Salonen: op. cit., 98.
 67. Forrer: op. cit., 1209 p.
 68. Derimod har Dejbjergvognens hjul næppe haft kuglelejer. Dejbjergvognen blev udgravet i 1881 og 1883 af Henry Petersen, der 1888 publicerede fundet. (Vognfundene i Dejbjerg Præstegaardsmose ved Ringkjøbing. Kbh. 1888). Heri skriver han p. 23: »Indvendig i samtlige Hjulnav saas jevn-sidesløbende skarpkantede Rifler, der nærmest kunde synes frembragt med et fint, smalt Huljern. Det samme var ogsaa bemærket i de i 1881 fundne Nav, uden at det ved de faa Rester af Nav, der da optoges, lykkedes at finde en forklaring paa

- dette Forhold. Slige Kanter vilde jo Axel-træet efter faa Omdrejninger have slidt af. – Da man af de cylinderformede Dele af Navene i det sidste Fund udtog Mosejorden og Planteresterne, fulgte dermed nogle smale, flade, nu meget skøre Træpinde. Netop hvor de faldt ud, viste de lange smale Hulninger sig; de maatte være fremkomne ved Pindenes Tryk, og disse havde saaledes aabenbart tjent som Slidpinde inde i Navet for at skærme dette mod Slid af Hjulaxen, en Forholdsregel der ikke er ubekendt i vore Dage.»
Ole Klindt-Jensen skriver herom: op. cit., 89:
»The Axel bearing (piben), about 7 cm in diameter, is round, but it has a number of longitudinal grooves close together, rather worn, ...but clearly round. When discovered there were cylindrical sticks in these grooves. The excavator considered they had served to reduce the wear, but to me it is more probable that they rotated with the wheel and thus acted as a roller bearing like the modern device. They would scarcely be capable of preventing much wear.«
Princippet i et rulleleje hviler som bekendt på, at de to cylindriske flader (en udvendig og en indvendig), hvorimellem rullerne anbringes, er så glatte som muligt. En udformning af den indvendige cylinderflade, som den ses på navene til Dejbjergvognenes hjul, synes derfor at gå imod antagelsen om, at der skulle være tale om rullelejer. Bortset herfra kan man næppe oversætte »smalle, flade ... Træpinde« ved cylindrical sticks.«
Hertil kan indvendes, at man heller ikke kan oversætte roller bearing ved kuglelejer; men det er, hvad der i realiteten er sket. F. eks. i A History of Technology.
69. Bulleid & Grey: The Glastonbury Lake Village, 1, 1911, 228, x 43.
70. Dewart: op. cit. 220 og 245.
71. Buede eger kendes i stort tal fra bevarede køretøjer helt frem til o. 1800.
72. I købstadmiliøet synes beslagne hjul at være gamle, mens bøndernes vogne normalt ikke var beslægtet endnu i 1700-tallet. Fra omkring 1800 bliver det almindeligt med mindst en beslagen vogn til købstadskørsel og lignende (Begtrup: Beskrivelse over Agerdyrkingens Tilstand i Danmark. IV, 668, VI, 445, 58 p.). Dog var det ikke altid, man havde beslag på alle fire hjul. Vigtigst var det, at forhjulene var stærke. I de efterfølgende årtier er ubeslagne vogne blevet sjældnere, således behandlede ubeslagne hjul som kuriositeter i Tang-Kristensens optegnelser, og i nutiden er det umuligt at få traditionsoplysninger om ubeslagne hjul. Derimod erindres hjulskinner af en del optegnere, der mener, at den hele jernring har afløst skinner omkring midten af 19. årh.
73. Childe: op. cit. 1951, 179.
74. Jenkins: op. cit. 29 og 41, note 17. I moderne hjulmageri benytter man sig af dette forhold, idet man ikke laver styrtet helt så stort, som man ønsker, det skal være på det færdige hjul, for derefter at lade ringen presse resten frem. Se f. eks.: Rütze, M.: Fachkunde für Stellmacher. Leipzig 1959, 109.
75. Steensberg, A.: Indborede sten og træpløkke som erstatning for beslag. Varbergs Museums Årsbok 1963, 70 pp.
76. I forbindelse med beslaget skal det nævnes, at manglende beslag ikke behøver at være udtryk for fattigdom. Således forbydes jernbeslag på arbejdsvogne på Københavns gader i 1682 ved reskript af 12. 7. ... »saa som Gaderne formedelst idelig Kjørsel med de Beslagne, meget fordærves...«
Den »kyndige og virksomme Proprietair Berg til Skjoldemose« skriver o. 1806 til prof. Begtrup, at han til hver af sine vogne har 8 hjul: 4 med jern og 4 uden. De sidste har til gengæld 4–5" brede fælge og bruges til korn- og høagning for at skåne kløveren i marken, hestens ben og proprietærens logulv. (Begtrup: op. cit. III, 478).