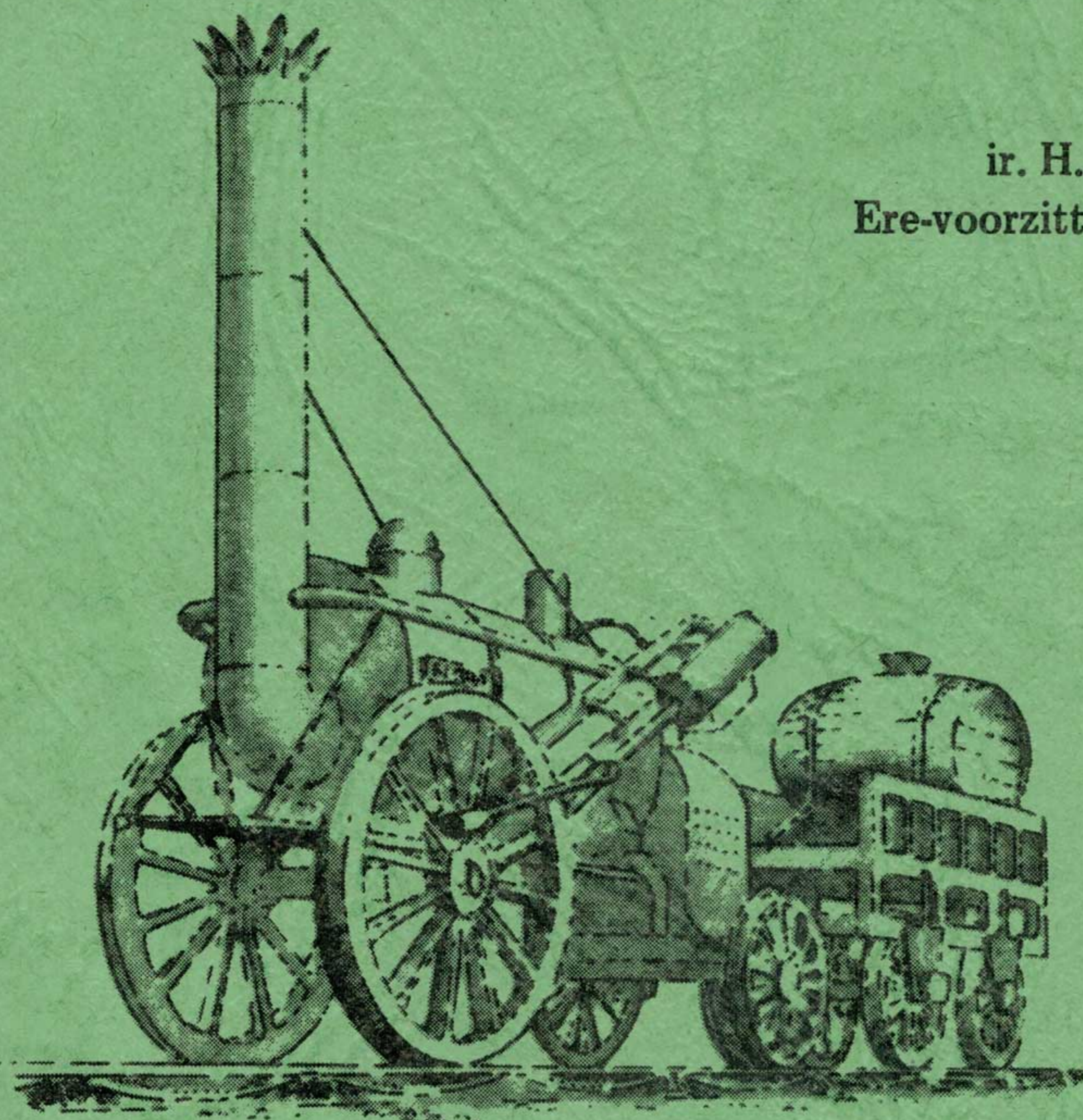


**OORSPRONG**  
**van**  
**STOOMMACHINES**  
**en**  
**STOOMLOKOMOTIEVEN**

ir. H. VERBEECK  
Ere-voorzitter van "De Mijlpaal"



Uitgegeven in het kader van de activiteiten van "De Mijlpaal",  
Mechelse Vereniging voor Spoorweghistoriek en met medewerking van de  
Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen — Februari 1981.

## Voorwoord

Dat onze kleine Belgische natie, reeds enkele jaren na het verwerven van hare onafhankelijkheid, door het inhuldigen van het spoorbaanvak Mechelen-Brussel op 5 mei 1835, niet alleen de eerste openbare spoorlijn van het Europese Vasteland in gebruik nam, maar hiermee tevens een aanloop nam tot het uitbouwen van het allereerste planmatig ontworpen spoorwegnet ter wereld mag ons met enige fierheid vervullen.

Toch moet — welhaast anderhalve eeuw nadien — worden vastgesteld, dat al te weinig aandacht werd besteed aan het behoud van getuigenissen en informatie, die voor komende generaties een beeld moeten bewaren van ontstaan en ontwikkeling van dit vervoersysteem, dat van meetaf de motor was van de technische en economische evolutie en meteen van de welvaart van het land.

Des te verdienstelijker is daarom het initiatief, dat enkele spoorwegmensen uit het Mechelse gewest, vooral dan op rust gestelden, groepeerde in een "Mechelse vereniging voor spoorweghistoriek De Mijlpaal".

Hierbij gesteund door het Nationale Comité van Solidariteitswerken van de N.M.B.S., ijveren zij — met beperkte middelen, maar met des te meer bezieling, onbaatzuchtigheid en persoonlijke inzet — voor de uitbouw van een regionaal spoorwegmuseum.

Het is mij steeds een genoegen geweest het enthousiasme van deze groepering mede te mogen beleven en in enigerlei mate te kunnen bijdragen tot het verwezenlijken van hun doelstelling.

\*  
\* \*

De geschiedenis van het Belgische spoorwegbedrijf begon op 5 mei 1835 bij de inhuldiging van de eerste spoorlijn Mechelen-Brussel ... of vroeger nog, op 1 mei 1834 met de wet, waardoor tot het oprichten van een nationaal spoorwegnet werd besloten ... of zelfs in december 1830 toen reeds op de aanleg van een spoorverbinding Antwerpen-Rijn werd aangedrongen.

Niet zonder belang voor een duidelijk inzicht van de omstandigheden waarin de soms vinnige discussies, en de voorbereidingen tot dit spoorwegontwerp plaats vonden, zijn eveneens de experimenten en verwezenlijkingen die tot dan toe in het buitenland op spoorweggebied hadden plaatsgevonden: hoe was onder meer de stoomlokomotief ontstaan en hoe had zich, vóór haar, de stoommachine ontwikkeld.

Deze "voorgeschiedenis" tot het tijdperk van spoorweg en stoomlokomotief wordt in het regionaal museum van "De Mijlpaal" uitgebeeld, uiteraard enigszins "in vogelvlucht".

Voor belangstellenden in deze "voorgeschiedenis" werd onderhavige bijdrage opgesteld.

De auteur,

# OORSPRONG VAN STOOMMACHINES EN STOOMLOKOMOTIEVEN.

## I. VAN STOOMKRACHT NAAR STOOMMACHINE.

### 1. Gebruik van stoomkracht in de oudheid.

Reeds vóór onze tijdrekening had men ervaren, dat, wanneer water in een gesloten vat werd verhit, in de ontstane stoom een enorme krachtbron verscholen lag, waarmee allerlei prestaties konden worden uitgevoerd.

Aldus maakte Hieron van Alexandrië nog voor onze tijdrekening in zijn geschriften reeds gewag van een toestel, waarbij een rad werd aangedreven door stoom die uit straalpijpen ontsnapte in de zin van onze huidige draaiende watersproeiers.

Anthene van Tralles zou stoomkracht reeds hebben gebruikt om een oude woning te doen instorten.

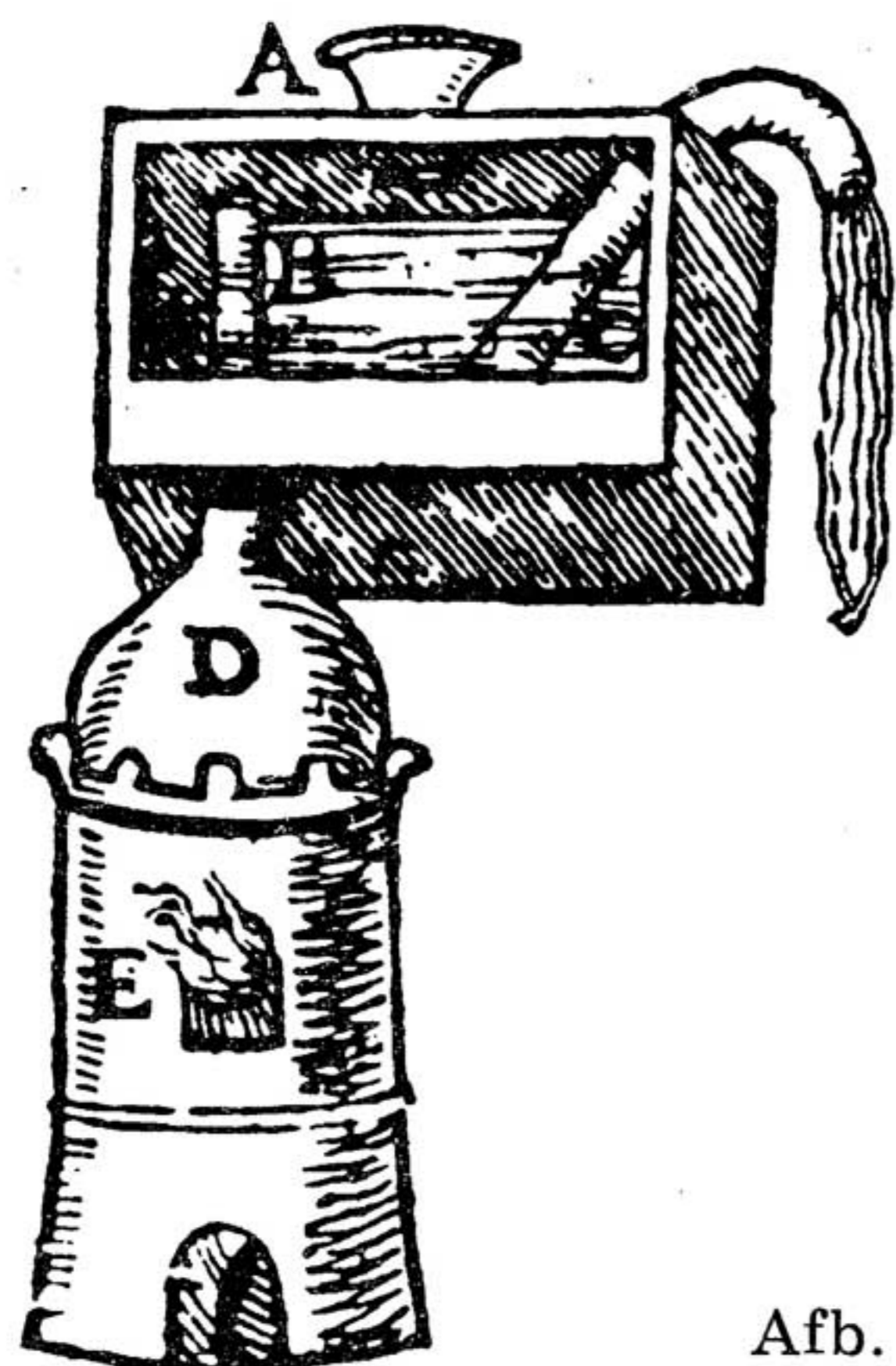
Dichter bij ons, aan de oever van de Wezer in Duitsland werd het afgodsbeeld van Teuton Büsterich gevuld met water, dat tot koken werd gebracht: de ontstane stoomdruk deed stoppen uit oog- en neusholten met kracht wegslingeren.

Inboorlingen van Nieuw-Guinea zouden stoomkracht hebben gebruikt om werptuigen weg te slingeren en in het oude China, in Indië en in Perzië zou stoomkracht reeds in sommige mechanische systemen zijn benut geweest.

### 2. De voorlopers van de stoommachines in Europa.

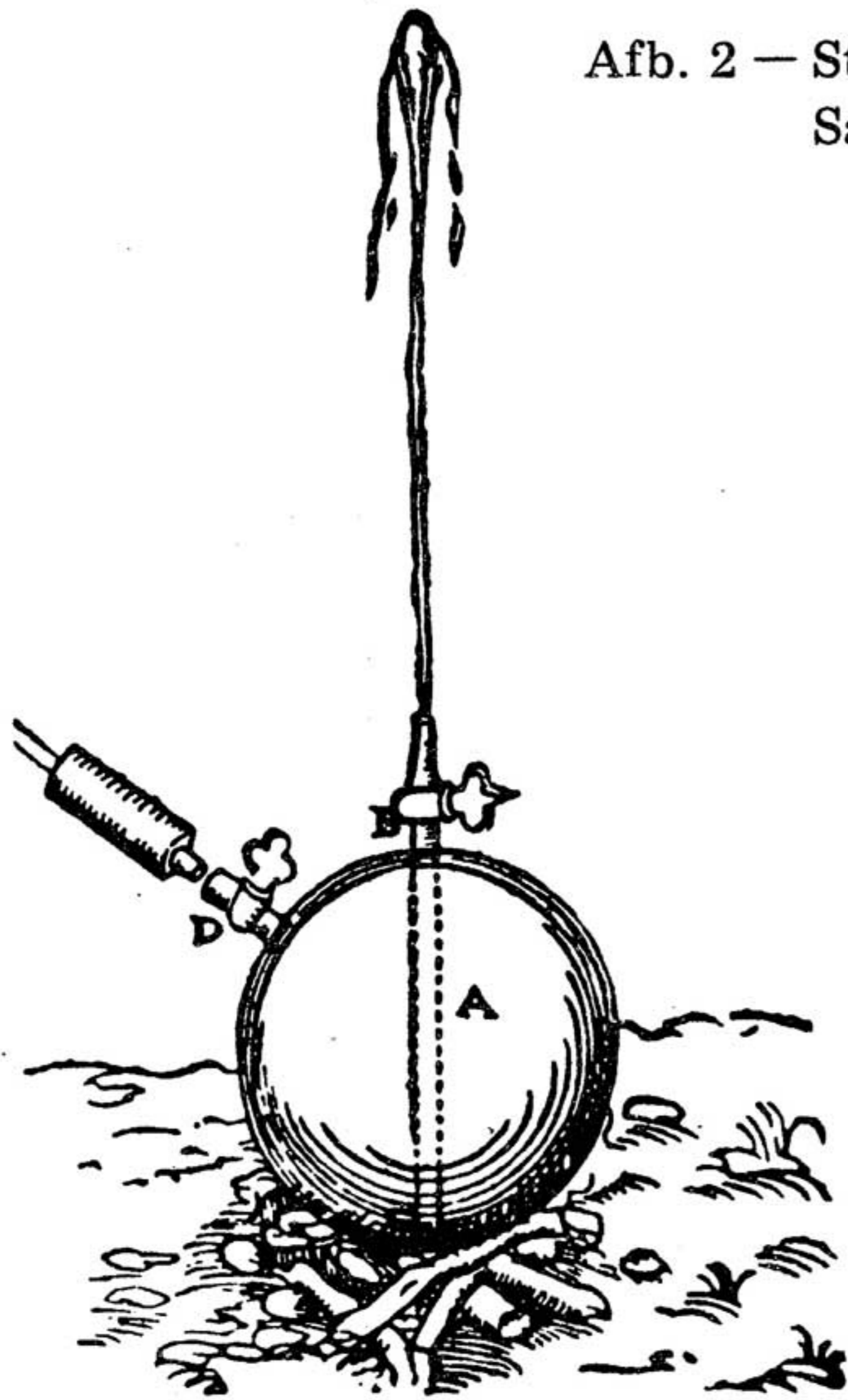
De eigenlijke voorlopers tot de stoommachines ontstonden echter eerst in Europa in de 16<sup>e</sup> en 17<sup>e</sup> eeuw. In enkele schuchtere pogingen werd getracht, stoomkracht te benutten om water naar een hoger niveau te brengen, voor bevoeiingen, voor waterbevoorrading van burchten en kastelen, of eenvoudigweg om fonteinen te laten spuiten.

Aldus ontwierp de Italiaanse natuurkundige Giambattista della Porta een stoompomp waarbij de druk van de stoom, gevormd in ketel D (afb. 1) het water uit vat B doorheen de pijp C omhoog duwde.

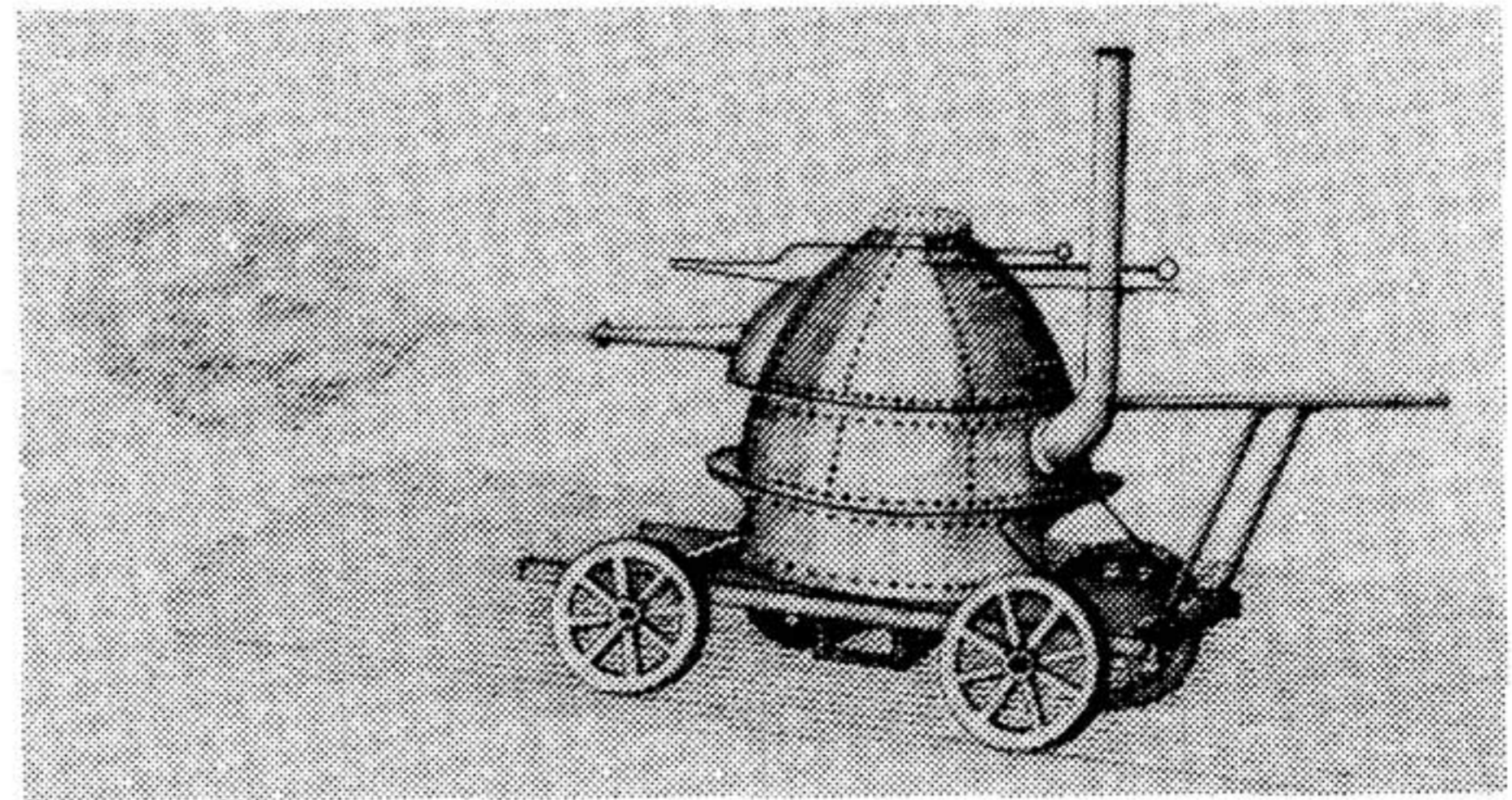


Afb. 1 — Stoomtoestel van Giambattista della Porta.

Een andere fontein van Salomon de Caus werkte volgens hetzelfde principe: door de druk van de ontstane stoom werd het water uit een koperen sfeer omhoog gespoten (afb. 2).

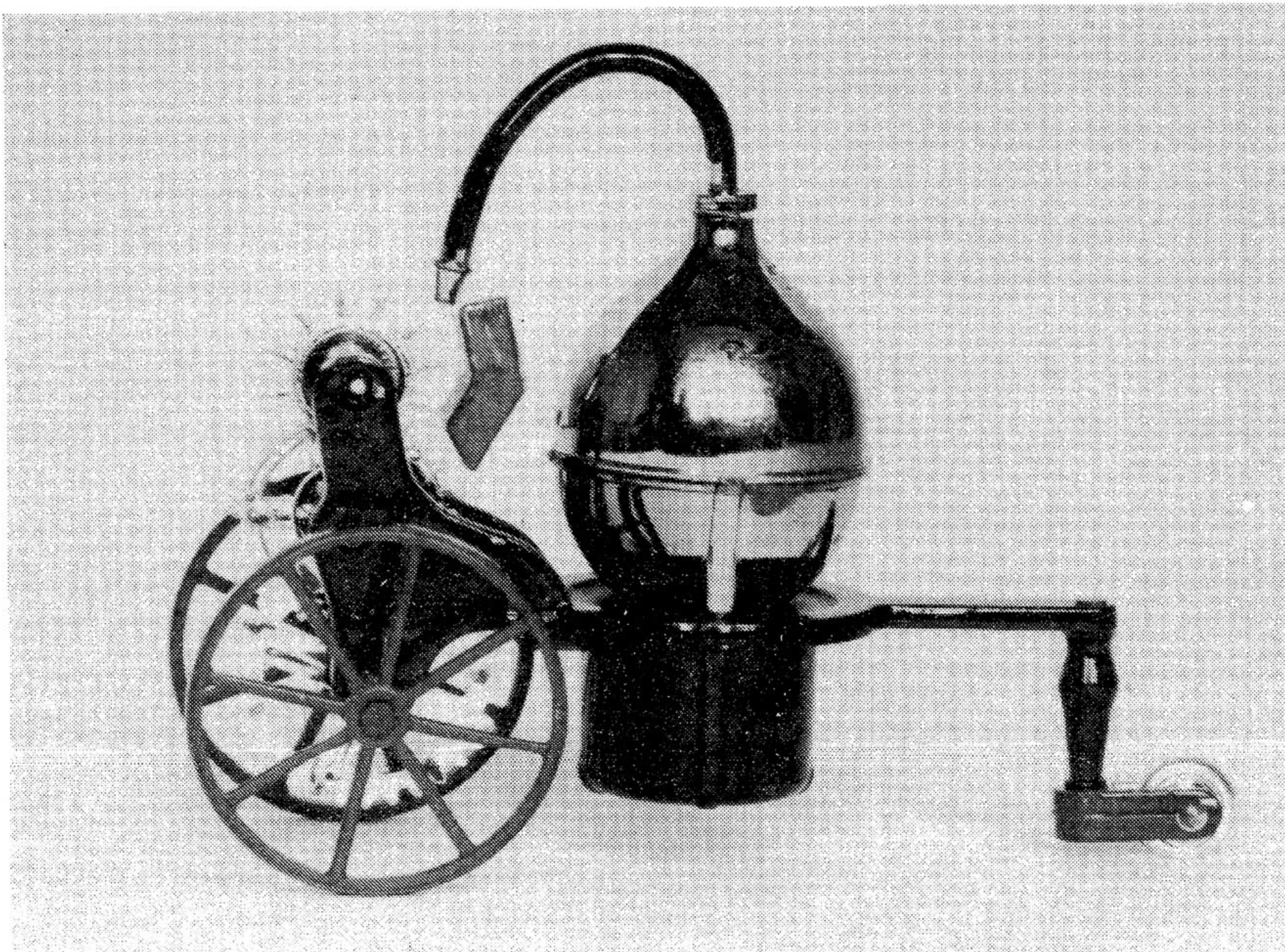


Afb. 2 — Stoomfontein van Salomon de Caus.



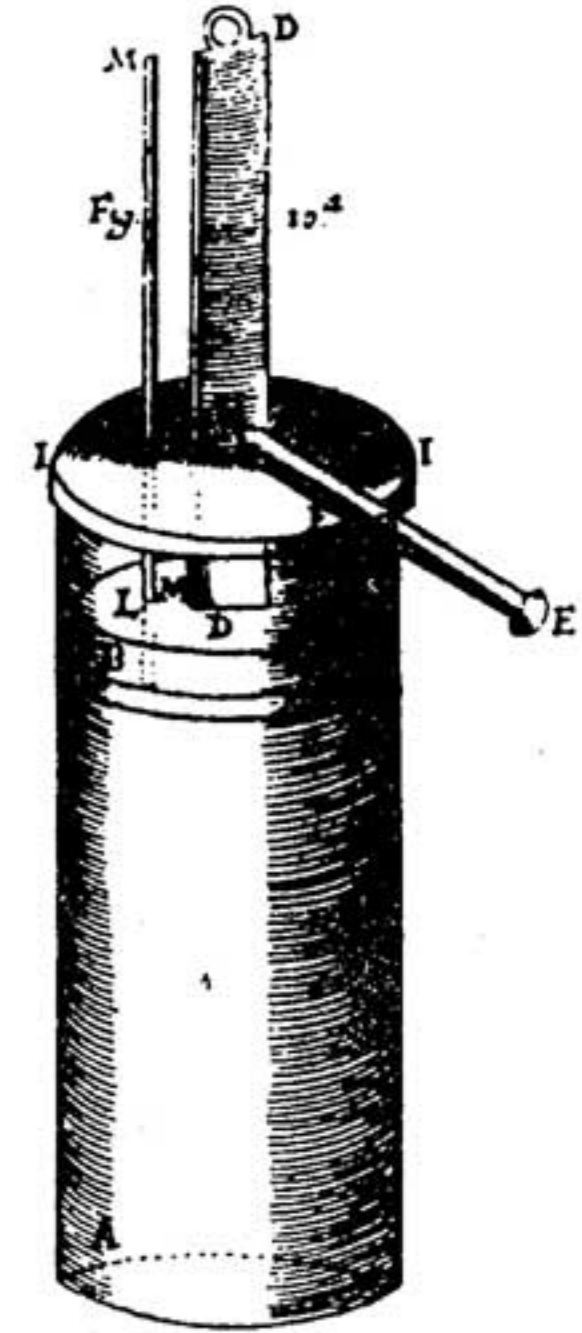
Afb. 3 — Stoomreactievoertuig van Newton.

Andere toepassingen van stoomkracht vinden wij in een stoom-reaktievoertuig dat Newton in 1680 ontwierp (afb. 3), en in een stoom-turbinevoertuig, dat door onze landgenoot Verbiest in 1681 werd gebouwd (afb. 4). Op deze experimenten komen wij nog wel even terug bij de behandeling van het ontstaan van de stoomlokomotieven zelf.



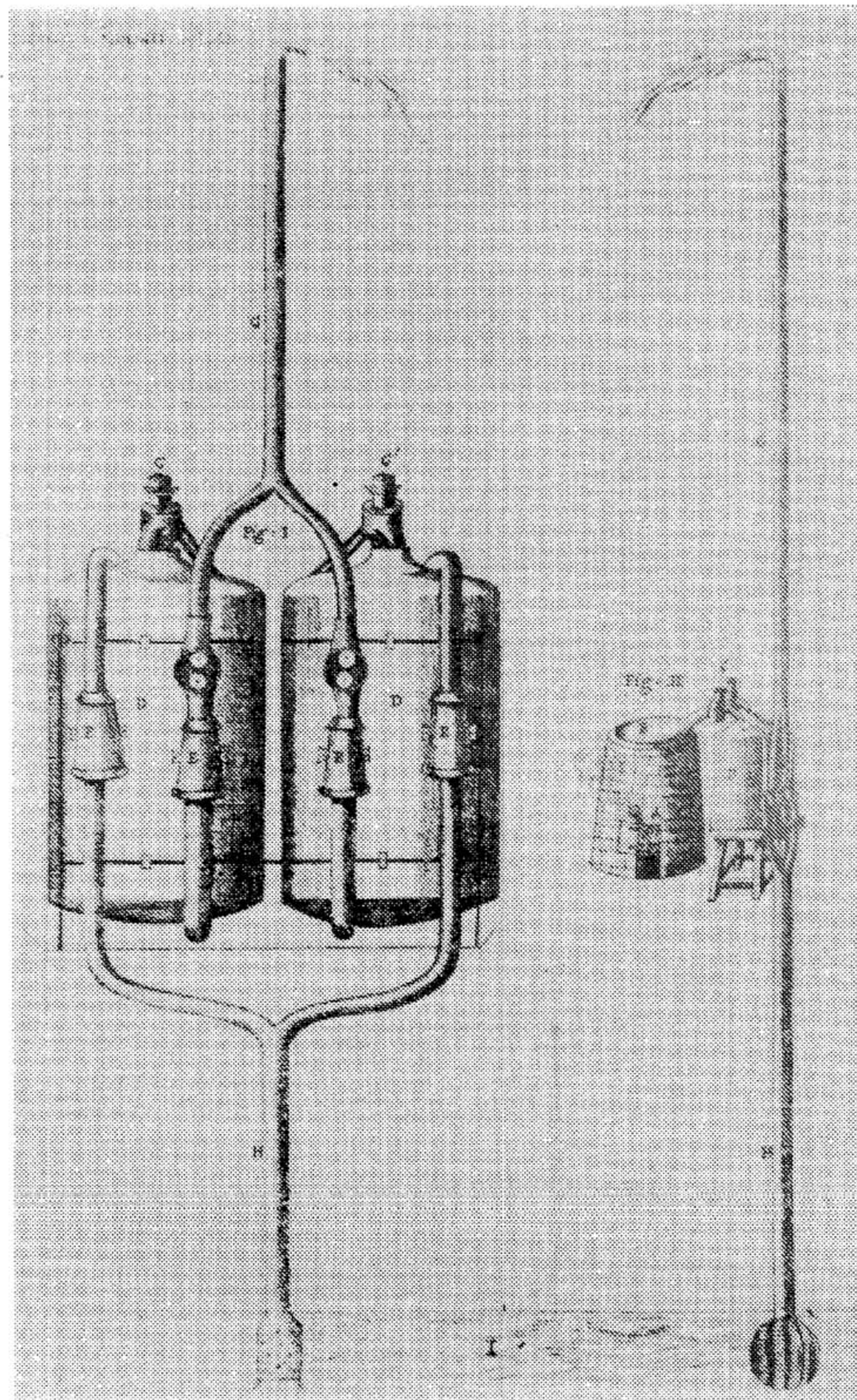
Afb. 4  
Turbinevoertuig  
van Verbiest.

Enkele andere experimenten, daterende uit het begin der 17<sup>e</sup> eeuw, berustten niet op stoomdruk, maar op stoomvacuüm. Wanneer een bepaald volume stoom door afkoeling tot water kondenseert, neemt dat condenswater natuurlijk een veel kleiner volume in. Wanneer de condensatie gebeurt in een gesloten vat, ontstaat aldus een onderdruk, een vacuüm. Bij de vacuümpomp van de Franse natuurkundige Denis Papin werd stoom onder een zuiger in een cilinder toegelaten en door afkoeling gekondenseerd. Door deze condensatie werd de zuiger naar onder gezogen, hetgeen boven de zuiger een vacuüm deed ontstaan (afb. 5).



Afb. 5 — Vacuümpomp van Denis Papin.

Op het einde van de 17<sup>e</sup> en het begin van de 18<sup>e</sup> eeuw zou een gans nieuwe behoefte de ontwikkeling van de stoommachine bespoedigen: in Engeland ondervonden de mijnexploitanten steeds grotere moeilijkheden, omdat de bestaande betrekkelijk primitieve pompinstallaties er niet meer in slaagden het water uit de steeds dieper wordende mijnschachten weg te pompen.



Afb. 6 — Stoompomp van Thomas Savery.

Thomas Savery, Engelsman van aanzien, bouwde daarom in 1698 zijn stoompomp zoals door afbeelding 6 is voorgesteld. Door condensatie van stoom in de cilinder werd water uit het onderste reservoir gezogen. Door nadien opnieuw stoom in de cilinder toe te laten werd het water naar het hoger liggende reservoir gestuwd. De stoompomp van Savery maakte dus gebruik zowel van de stoomdruk als van het stoomvacuüm.

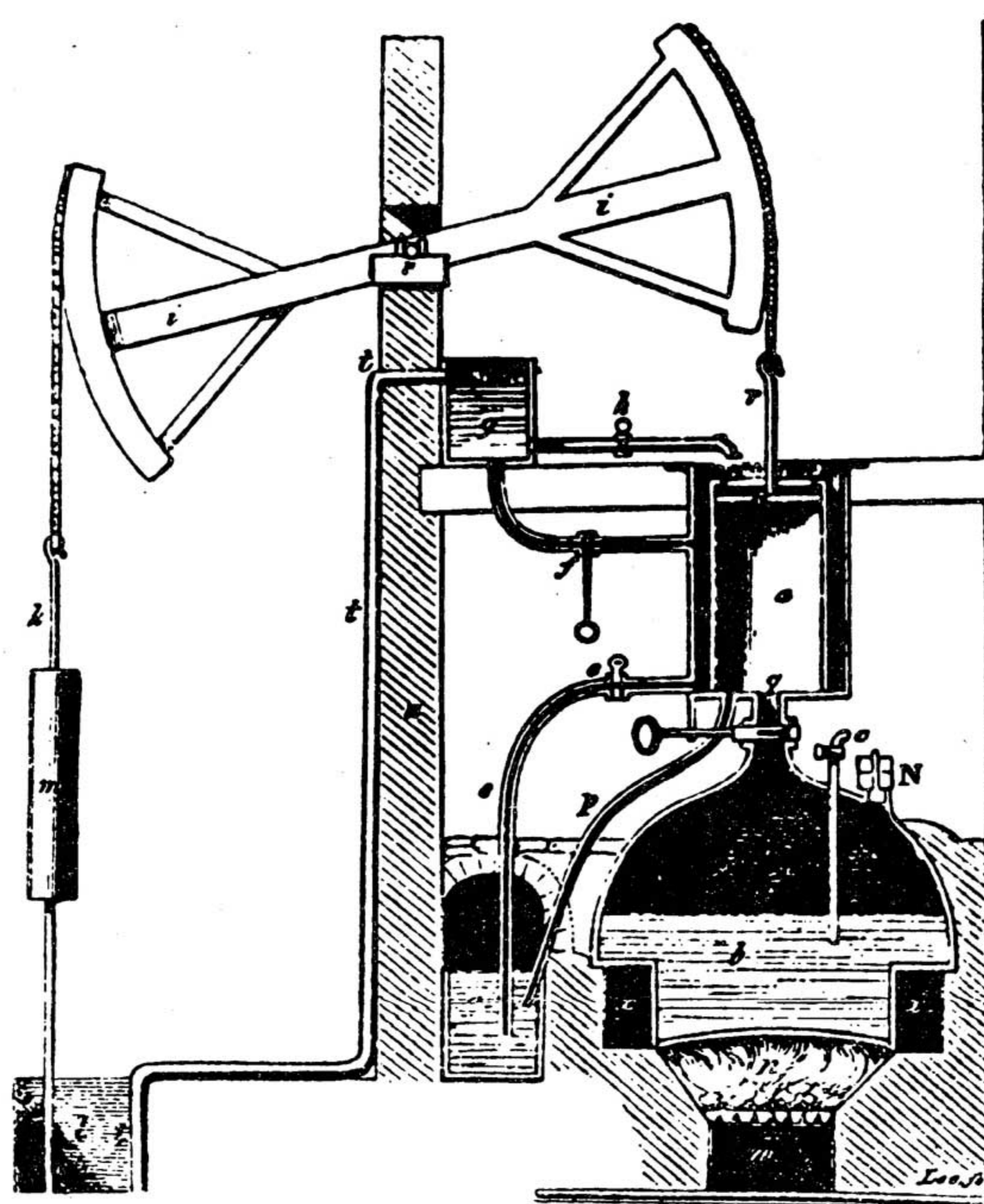
Aangezien echter toen nog geen ketels konden worden gebouwd, die tegen voldoende hoge druk bestand waren, slaagde de stoompomp van Savery er slechts in een hoogteverschil van een tiental meter te overwinnen, hetgeen uiteraard onvoldoende was om de mijnen droog te houden.

Niettemin waren Savery-machines nog tot omstreeks 1830 in gebruik.

Met een Savery-machine werd trouwens omstreeks 1750 een installatie gebouwd, om mechanische arbeid te leveren: water werd opgepompt tot een 6 tal meter hoog, van waaruit het een waterrad aandreef.

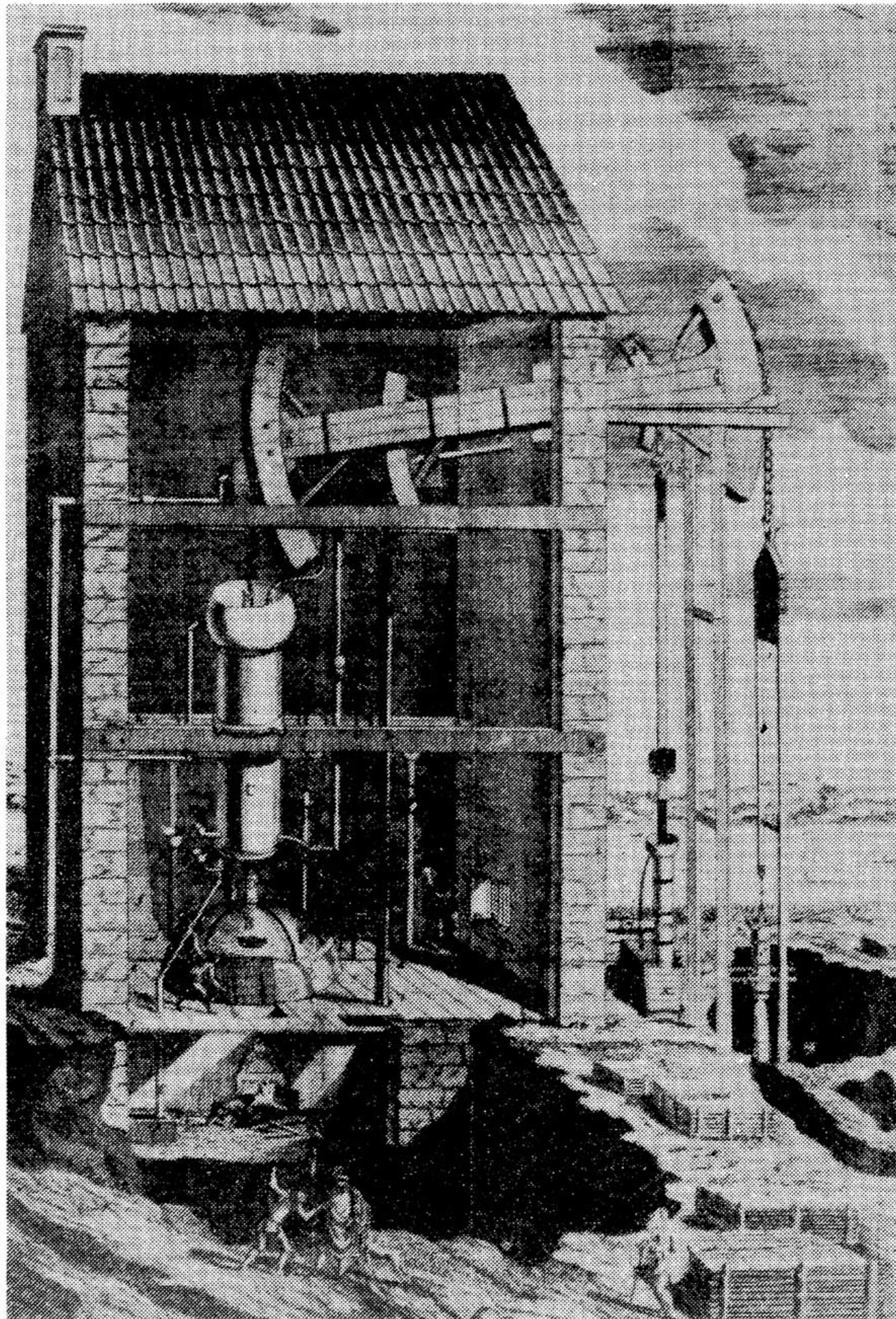
### 3. De zuigerstoommachines van Thomas Newcomen.

Over het leven van Thomas Newcomen is slechts weinig gekend: vermoedelijk was hij een ambachtelijke fabrikant van metaalprodukten. Hij werd geboren in Dartmouth (Devonshire) in 1663 en overleed in Londen in 1729. Na een tiental jaren experimenteren in zijn kleine werkplaats in Cornwall bouwde hij in 1712 in Birmingham met de hulp van John Cawley (kopersmid) een zuigerstoommachine om het water uit de mijnen te pompen (afb. 7).



Afb. 7 — Eerste stoommachine van Newcomen.

Afb. 8 — Stoompomphuis van Newcomen.



Aangezien nog steeds geen ketels voor voldoende stoomdruk konden gebouwd worden, werkte ook de machine van Newcomen nog op onderdruk.

Door een tegengewicht werd in een stoomcilinder een zuiger omhoog getrokken, terwijl stoom vanuit de ketel in de stoomcilinder werd toegelaten. Door afkoeling van de stoom ontstond een onderdruk waardoor de zuiger in de stoomcilinder daalde en de bedieningsstang van de pomp door middel van een schommel werd opgetrokken.

Om de stoomtoevoer naar de cilinder op het gepaste ogenblik toe te laten of af te sluiten, moesten de kranen op het ritme van de zuigerslag uit de hand worden bediend. De afkoeling van de stoom in de cilinder gebeurde door een watermantel en om een goede afdichting van de zuiger te bekomen liet Newcomen erop voortdurend een dun laagje water druppen.

Geleidelijk werd de machine verbeterd om in 1717 haar definitieve vorm te bereiken. Om de condensatie te versnellen werd water in de cilinder geïnjecteerd. De handbediening van de kranen werd vervangen door een mechanische bediening, waarvoor Newcomen vermoedelijk inspiratie had gezocht in de middeleeuwse klokkenspelen.

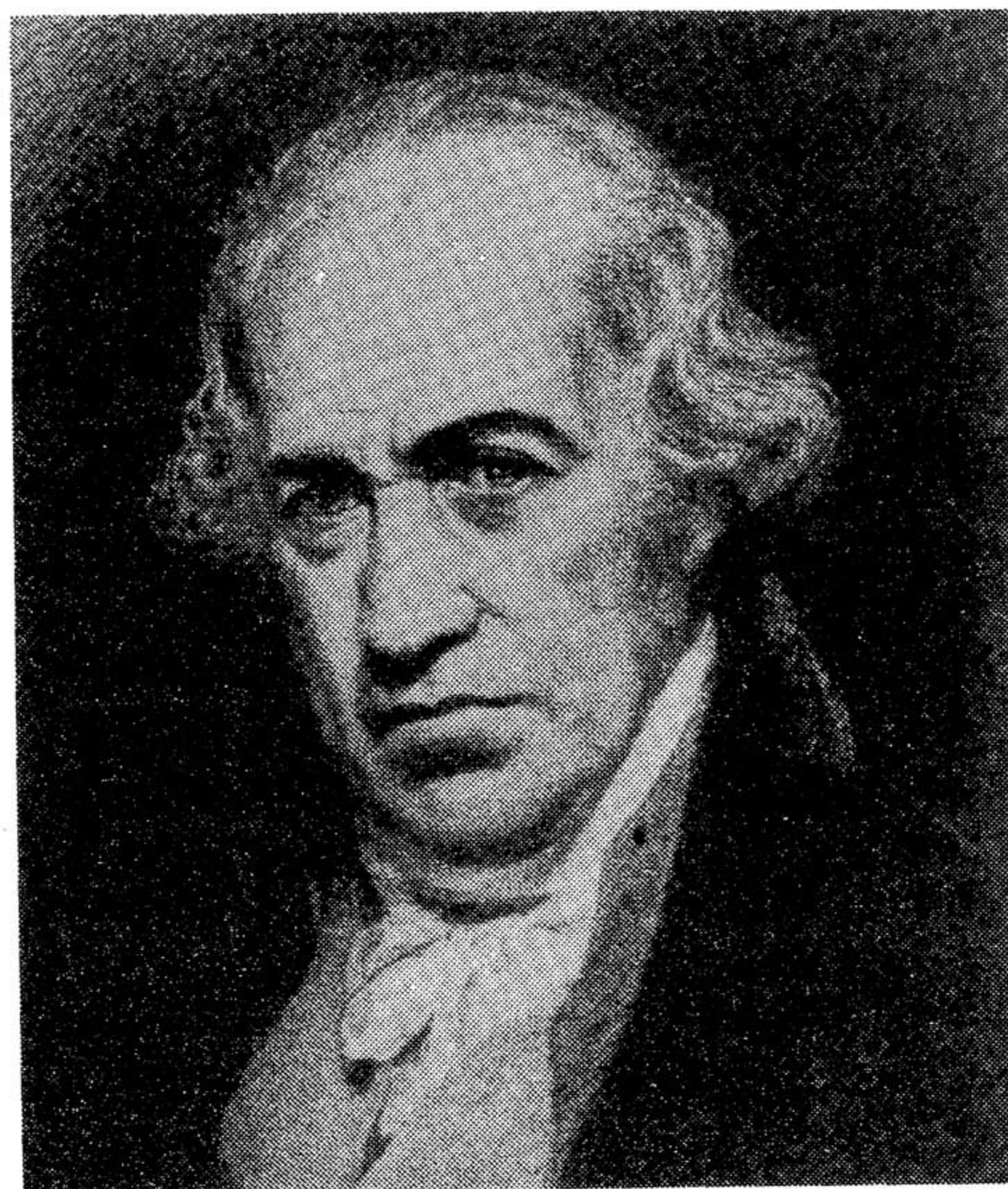
Met een cilinderdoormeter van 21 duim en een slaglengte van ruim 6 voet kon de eerste machine van Newcomen met 14 slagen per minuut ongeveer 1250 kg water oppompen, aldus een vermogen van ongeveer 6 pk ontwikkelend (afb. 8).

Newcomen-machines bleven in gebruik tot in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw.

#### 4. De zuigerstoommachines van JAMES WATT.

Ongeveer een halve eeuw na de uitvinding van Newcomen, zal James Watt stap na stap de stoommachine vervolmaken en aldus door het nageslacht als de vader van de stoommachine worden beschouwd.

Geboren op 19/1/1736 te Greenock, als zoon van een zakenman, toonde James Watt (afb. 9) reeds zeer jong veel belangstelling voor techniek. Op zesentwintigjarige leeftijd was hij verantwoordelijk voor de instrumentenverzameling van de universiteit van Glasgow en kreeg aldus in 1764 opdracht een stoommachine te bouwen naar het model van deze van Newcomen.



Afb. 9 — JAMES WATT ° 19/1/1736 † 18/8/1819.

De Newcomen-machine verbruikte enorme hoeveelheden brandstof, omdat door afkoeling en condensatie in de cilinder veel energie verloren ging. Watt voorzag daarom een afzonderlijke condensatieruimte, waarin door een luchtpomp en door waterinjectie een onderdruk werd bekomen, die zich in de cilinderruimte voortplante (afb. 10).

De stoomcilinder zelf zou worden warm gehouden door een stoommantel waarvan de stoom ook aan de bovenzijde van de zuiger, deze hielp naar onder drukken.

De Watt-machine bleef principieel een ONDERDRUK-STOOMMACHINE.

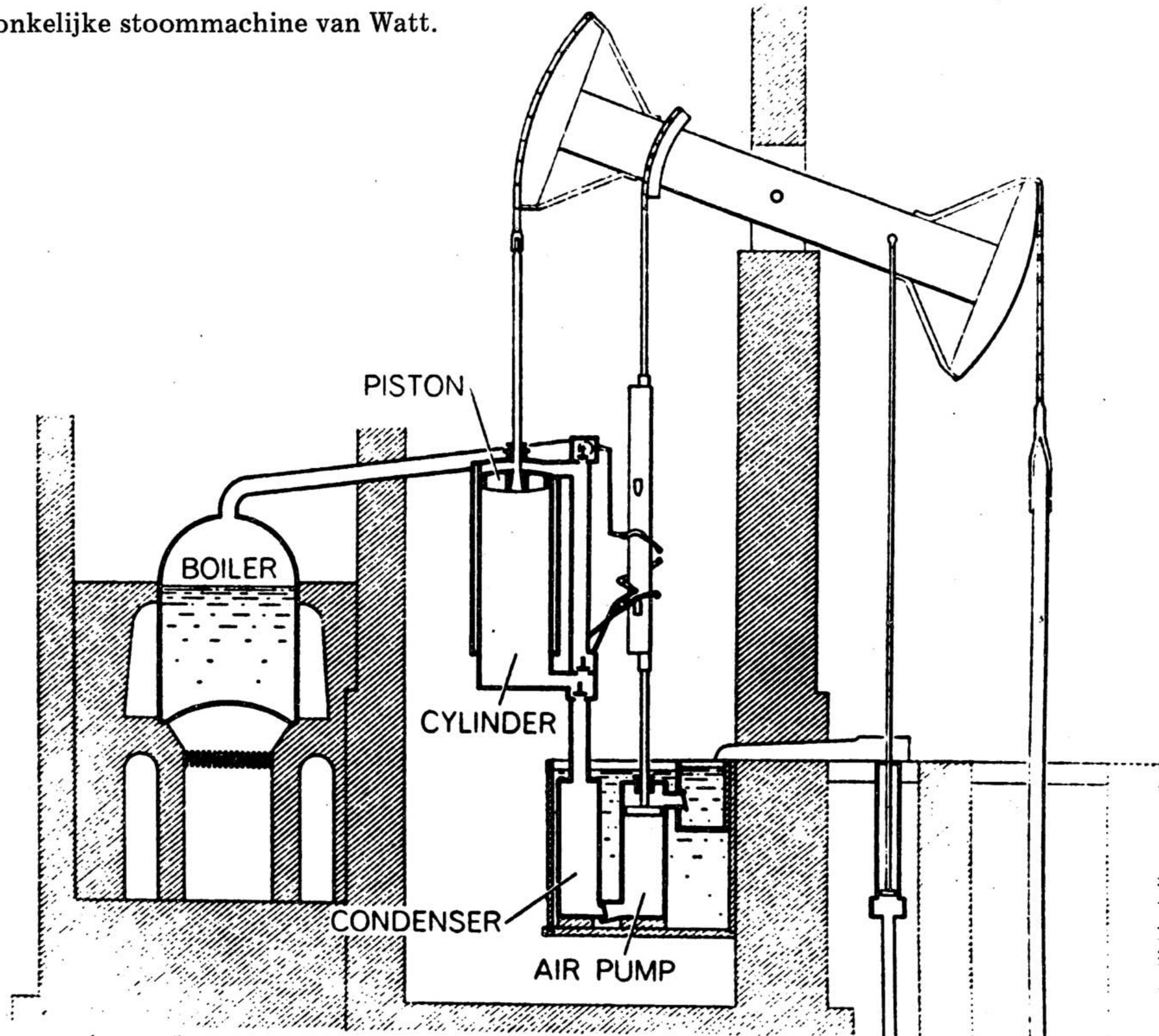
Na veel experimenteren en evenveel geldzorgen verwierf Watt op 5/1/1769 met financiële steun van Dr. Roebuck, bezitter van grote ijzerfabrieken en kolenmijnen, het gedenkwaardig patent n<sup>o</sup> 913 voor zijn nieuwsoortige stoommachine.

De eerste experimenten gaven echter wegens onvoldoende afwerking geen bevrediging.

In 1774 kreeg hij steun van Matthew Boulton, een der belangrijkste Engelse industriëlen, die in zijn uitgebreide metaalwarenfabrieken in Soho (nabij Birmingham) last ondervond wegens onvoldoende energievoortbrengst van de twee grote waterraderen.



Afb. 10 — Oorspronkelijke stoommachine van Watt.



In 1775 was een eerste volwaardige machine klaar.

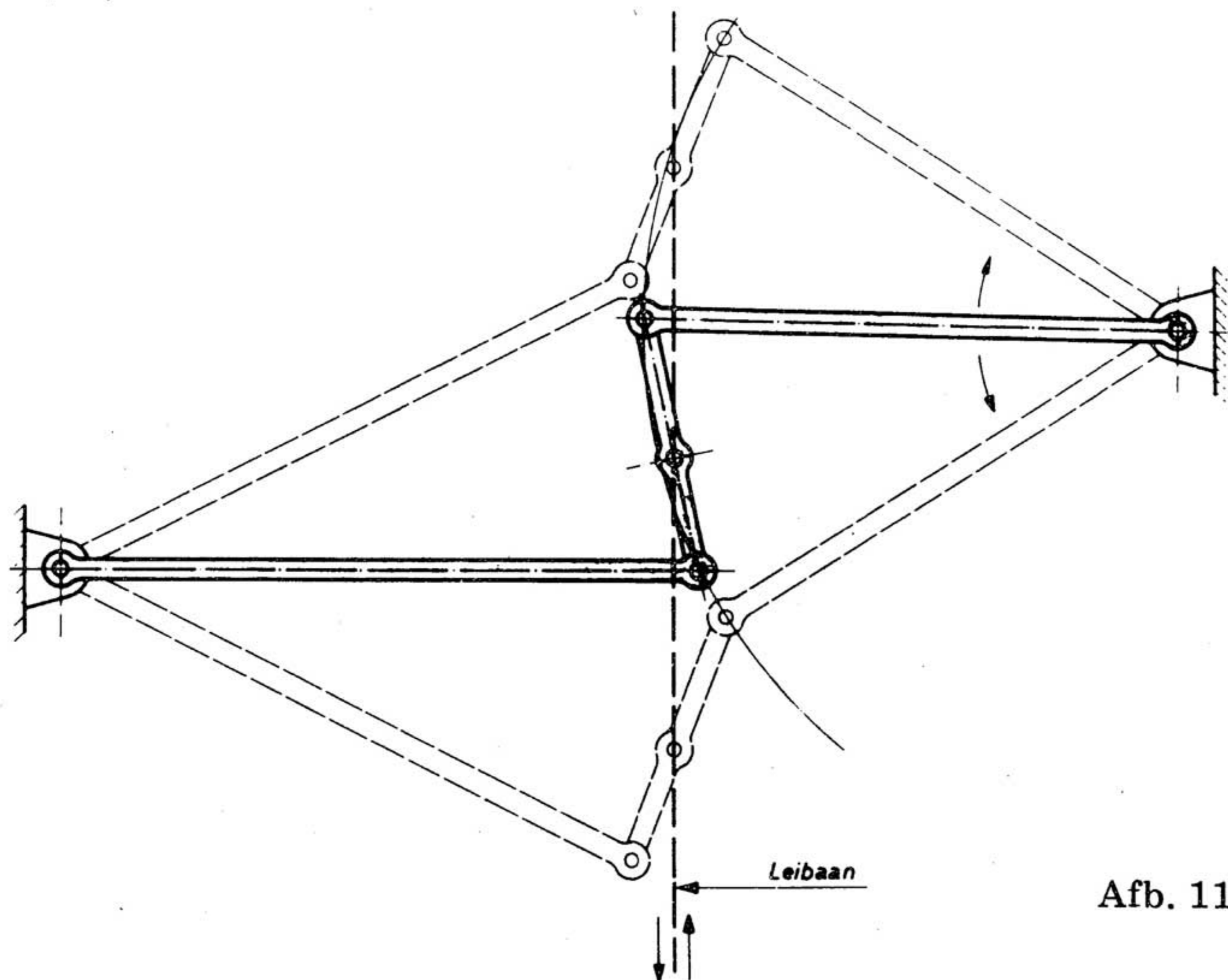
In 1781 nam Watt patent, voor het omzetten van de op- en neergaande beweging in een ronddraaiende beweging. Aangezien op het reeds veel vroeger gekende kruk- en drijfstaangmechanisme ondertussen door Pichard patent was genomen verzon Watt hiervoor zijn zogenaamde "planeetrad-tandwiel".

In 1782 volgde het patent voor een dubbelwerkende machine, waarin alternatief stoom aan de onderzijde en aan de bovenzijde van de zuiger arbeid leverde. Aangezien de schommel met kettingoverbrenging hierbij niet meer kon worden gebruikt ontwierp Watt zijn zogenaamde "parallelogramtransmissie" (afb. 11). Om tenslotte de snelheid van zijn machine beter te beheersen, voorzag Watt haar in 1788 van een centrifugaal regulator, zoals vroeger gebruikt op graanmolens om de afstand van de molenstenen aan hun draaisnelheid aan te passen.

De stoommachinefabriek Boulton-Watt in Soho draaide van dan af op volle toeren. De latere lokomotiefbouwer Mürdoch was er bedrijfsleider.

De stoommachine van Watt, tezamen met de spinmachine, uitgevonden in 1767 door dominee Arkwright, gaf een enorme impuls aan de Engelse industrie van de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw. Ook had de noodzaak van precieze afwerking van de machineonderdelen een uiterst stimulerende invloed op het bouwen van betere werktuigmachines.

Watt overleed op 18/8/1819 in Heathfield nabij Birmingham. Zijn stoffelijk overschot werd bijgezet in de Westminster Abbey te Londen, naast dat van koningen, staatslieden en andere beroemdheden.

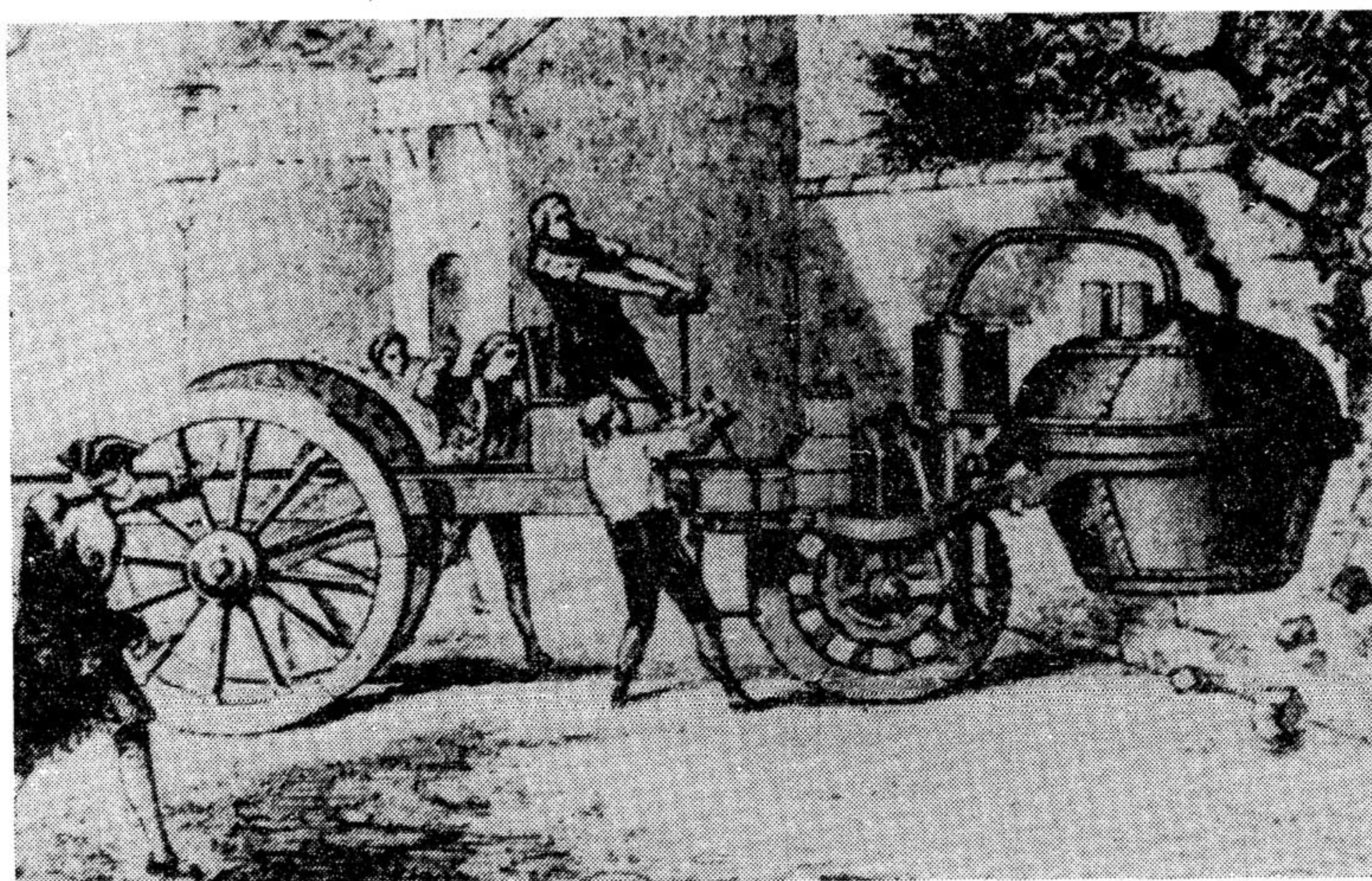


Afb. 11 — Parallelogram-overbrenging van Watt.

### 5. Verdere ontwikkeling van de stoommachine. De hoge-druk stoommachine.

Wegens de onmogelijkheid, ketels voor enigszins hoge druk te bouwen, waren de stoommachines van Newcomen en Watt nog onderdruk-machines, ook al leverde de ketel stoom met een zeer lichte overdruk (ongeveer 0,5 atm.). Met stoomdruk machines kon nochtans een hoger vermogen en een beter rendement bekomen worden. Hierop zou reeds in 1727 de Duitser Jacob Leupold gewezen hebben. Trouwens had Denis Papin reeds vroeger in zijn "warme-luchtmachine" van de expansiekracht van stoom gebruik gemaakt.

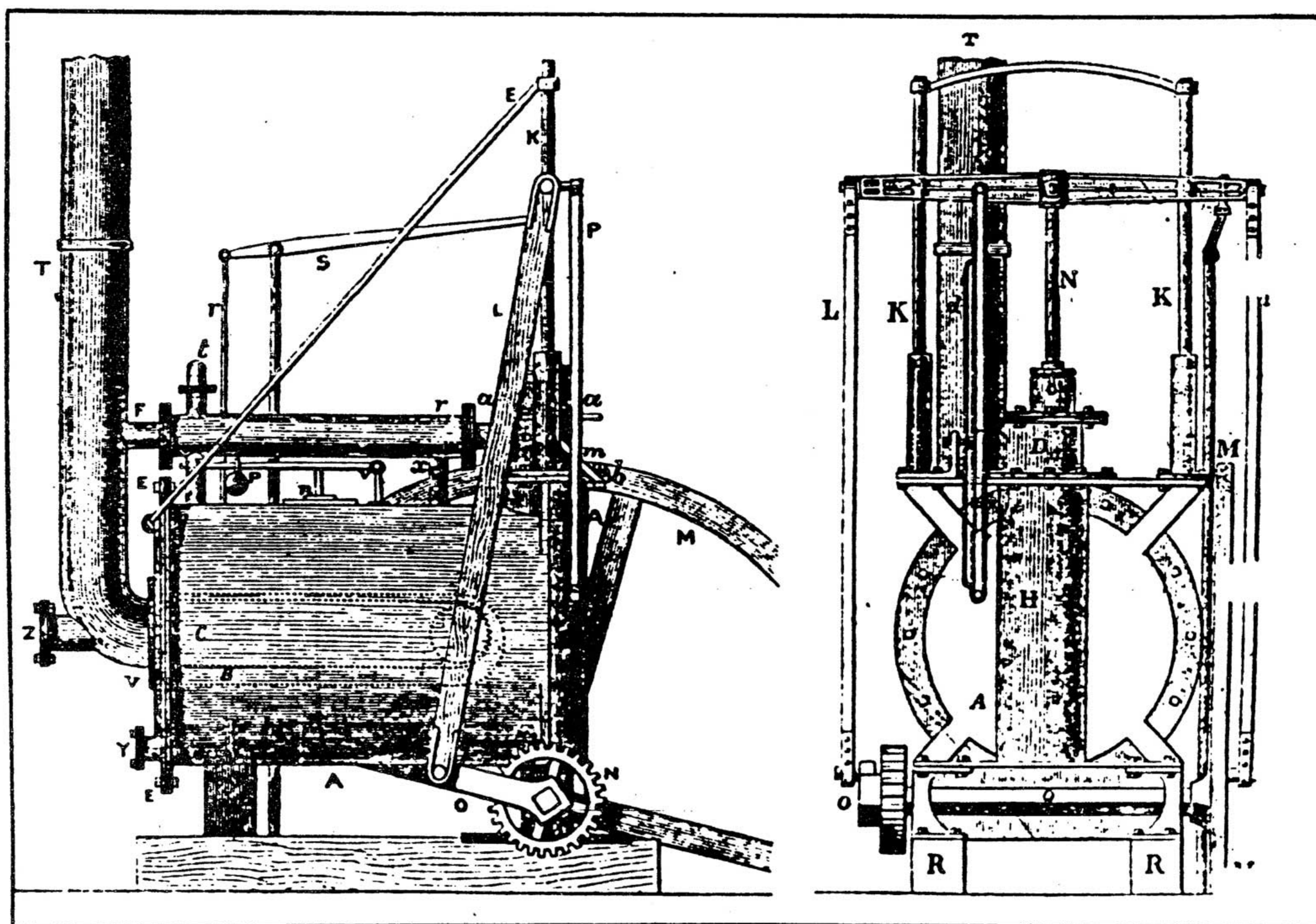
In 1759 stelde ook Robinson, student aan de universiteit van Glasgow voor, de expansiekracht van stoom te gebruiken om een voertuig voort te bewegen. Hetzelfde idee werd in 1769 door de Fransman Nicolas-Joseph Cugnot in zijn bekende "stoomlorrie" in toepassing gebracht (afb. 12).



Afb. 12 — Stoomlorrie van Cugnot.

Alhoewel Watt het voorstel onuitvoerbaar en uiterst onveilig vond, vermeldde hij toch in een patent van 1784 het idee van een stoomvoertuig met een ketel voor zeer lage druk.

Het was Richard Trevithick die, na meerdere jaren ervaring met stoommachines van Watt in de mijnen van Cornwall en na een vergelijkende studie tussen de machines van Watt en deze van Hornblower, in 1797 geleidelijk de stoomdruk begon op te voeren, eerst tot een 2 tal  $\text{kg/cm}^2$ , kort nadien reeds tot  $10 \text{ kg/cm}^2$  (afb. 13).



Afb. 13 — Hoge-druk stoommachine van Trevithick.

In de hoge-drukmachine kon de kondensor worden weggelaten.

In den beginne werd de afgewerkte stoom rechtstreeks afgevoerd naar de buitenlucht. Om lawaaihinder te voorkomen liet Trevithick spoedig nadien de afgewerkte stoom door de schoorsteen ontsnappen: meteen stelde hij vast dat hierdoor een betere trek op de vuurhaard werd bekomen.

De stoomketel was van een volledig nieuw type: cilindervormig (tot 13 m lang en ongeveer 1 m doormeter), van homogene konstruktie, met een minimum aan verbindingen, met inwendige buisvormige vuurhaard met terugkerende vlam en reeds voorzien van steunbouten en trekankers.

Reeds enkele jaren voordien (1772 ... 1776) zou ook de Amerikaan Olivier Evans een gelijkaardige bouwwijze hebben ontworpen, maar niet gerealiseerd. In 1802 bouwde ook de Fransman Desblancs, horlogemaker te Trevaux, een soortgelijke stoomketel, maar dan op lage druk en bestemd voor een stoomboot.

In 1803 voorzag Trevithick zijn stoommachine voor het eerst van een watervoorverwarmer opgesteld op de stoomuitlaat.

Nadat op 8 september 1803 een ketel was ontploft, doordat de bedienaar de veiligheidsklep had geblokkeerd, voorzag Trevithick zijn stoomketels eveneens van kwikmanometers en van smeltpluggen.

Barlow had reeds in 1793 het idee geformuleerd, om het verwarmingsoppervlak nog verder te verhogen door een groter aantal kleinere vlampijpen te voorzien. Dit idee zou slechts veel later door meerdere technici haast gelijktijdig worden toegepast: door de Fransen François Gengembre (1821), Seguin (1827) en Legris (1827) en door de Engelsen Neville (1826), Stephenson (1828), Ericsson (1829) en Hackworth (1830).

In 1840 tenslotte bouwde Hackworth de eerste oververhitter, idee dat reeds door Trevithick in 1832, kort voor zijn dood, was voorgesteld.

Door de jaren heen werd de stoommachine voortdurend geperfectioneerd:

- Edwards ontwierp een zuiger, samengesteld uit meerdere koperen segmenten, die door spiraalveren tegen de cilinderwand werden gedrukt;
- de Vezzy vond de rechtstreekse-rotatiemachine uit;
- Gilain (van Tienen) verbeterde de draaiende stoomklep, evenals andere organen;
- Cockerill, Cochaux, Tassin, Poncellet, Favechamps en andere Belgische mecaniciens onderscheidden zich in de bouw van steeds rationelere stoommachines.

## II. DE EERSTE STOOMLOKOMOTIEVEN.

### 1. Voorgeschiedenis van de stoomlokomotief: van NEWTON tot TREVITHICK.

Verhoging van de snelheid van vervoermiddelen is steeds een menselijke verzuchting geweest. Toen in de oudheid ossen door paarden werden vervangen, leek de snelheid van deze laatsten verbijsterend. Toen later, in de 17<sup>e</sup> eeuw de mogelijkheden van stoomkracht geleidelijk tot de ingewijden begon door te dringen, lag het voor de hand, dat de toepassing ervan voor het aandrijven van voertuigen, een uitdaging voor vele vorsers betekende.

Reeds in 1680, bouwde Newton (1642-1727) een stoom-reaktievoertuig (zie afb. 3): op een ijzeren raam rustte een koperen ketel, waarvan de uitlaat uitmondde in een stoomstraal, waarvan de reaktiekracht de aandrijving van het voertuig moest verzekeren. Met uit de hand bediende ketelkleppen kon de stoomuitlaat en dus de aandrijvingskracht gekontrolleerd worden. Bovendien kon de voerder door middel van een handel de stoomstraal richten en aldus de rijrichting regelen. Het voertuig rustte op vier ijzeren wielen die draaiden op vaste assen zonder aandrijfmechanisme. Volgens bepaalde informatiebronnen zou het toestel onvoldoende kracht hebben ontwikkeld om zichzelf voort te bewegen.

Ook onze landgenoot Ferdinand Verbiest bouwde reeds in 1681 een stoomvoertuig (zie afb. 4). F. Verbiest werd geboren te Pittem in West-Vlaanderen op 9/10/1623. In 1659 vertrok hij als jezuiet naar China, waar hij op 27/1/1688 overleed. Hij bouwde er onder meer een stoomvoertuig, dat als de voorloper van onze huidige turbotreinen kan worden beschouwd. Achteraan het voertuig waren twee grote drijfwielen gebouwd die over een tandwieloverbrenging door een elementaire stoomturbine werden aangedreven. De stoomketel was boven de cilindervormige vuurhaard, in een ring in het midden van het ijzeren raam opgesteld. Vooraan was het voertuig voorzien van een klein richtwiel. Over de resultaten die met dit voertuig zouden bekomen zijn is weinig of niets bekend.

Zoals reeds hoger aangestipt, stelde Robinson, student aan de universiteit van Glasgow in 1759 voor, de expansiekracht van stoom te gebruiken om een voertuig voort te bewegen.

In 1769 bouwde Nicolas Joseph Cugnot zijn bekende stoomlorrie (zie afb. 12).

Nicolas Joseph Cugnot, van nederige afkomst, werd geboren op 26/2/1725 nabij Commercy (Frankrijk). Op twintigjarige leeftijd was hij ingenieur bij de Oostenrijkse genietroepen en in 1763 keerde hij terug naar Parijs, waar hij bedrijvig bleef op gebied van militaire uitrustingen.

Tijdens een verblijf te BRUSSEL, ontwierp hij zijn "stoomlorrie", die moest dienen om zwaar artilleriesmaterieel te slepen.

De proeven met een eerste model gebeurden op 23/10/1769.

Een Zwitserse officier Planta, die zelf ook een stoomvoertuig had ontworpen, erkende de superioriteit van de lorrie van Cugnot. In de werkplaatsen van de artillerie werd op de kosten van de koning, een model gebouwd, dat in 1770 onder grote belangstelling werd gedemonstreerd, maar wegens onvoldoende bestuurbaarheid een muur omverreed. Met 4 personen aan boord zou het voertuig 3,5 tot 4 km/uur hebben gehaald, maar de capaciteit van de ketel, liet slechts een rit van enkele honderden meter toe.

Door het Arsenal van de Artillerie te Parijs, werd een tweede model gebouwd, groter en beter geproportioneerd. Het tuig rustte op 3 houten spaakwielen. Twee zware wielen draaiden rond een vaste achteras. Het derde wiel vooraan was het drijf wiel en was, om een betere adhesie te bekomen door een ijzeren band met dikke strippen omkleed.

Het kon in beide richtingen over 90° worden gedraaid. De kuipvormige bronzen stoomketel met uitwendige vuurhaard hing aan het raam vóór het eerste wiel. In twee verticale bronzen cilinders (diam. 32 cm) dreef de stoomdruk een zuiger aan, waarvan de alternatieve beweging op het drijf wiel werd overgebracht door middel van een pal- en palradmechanisme.

Het voertuig droeg geen waterreserve met zich mee.

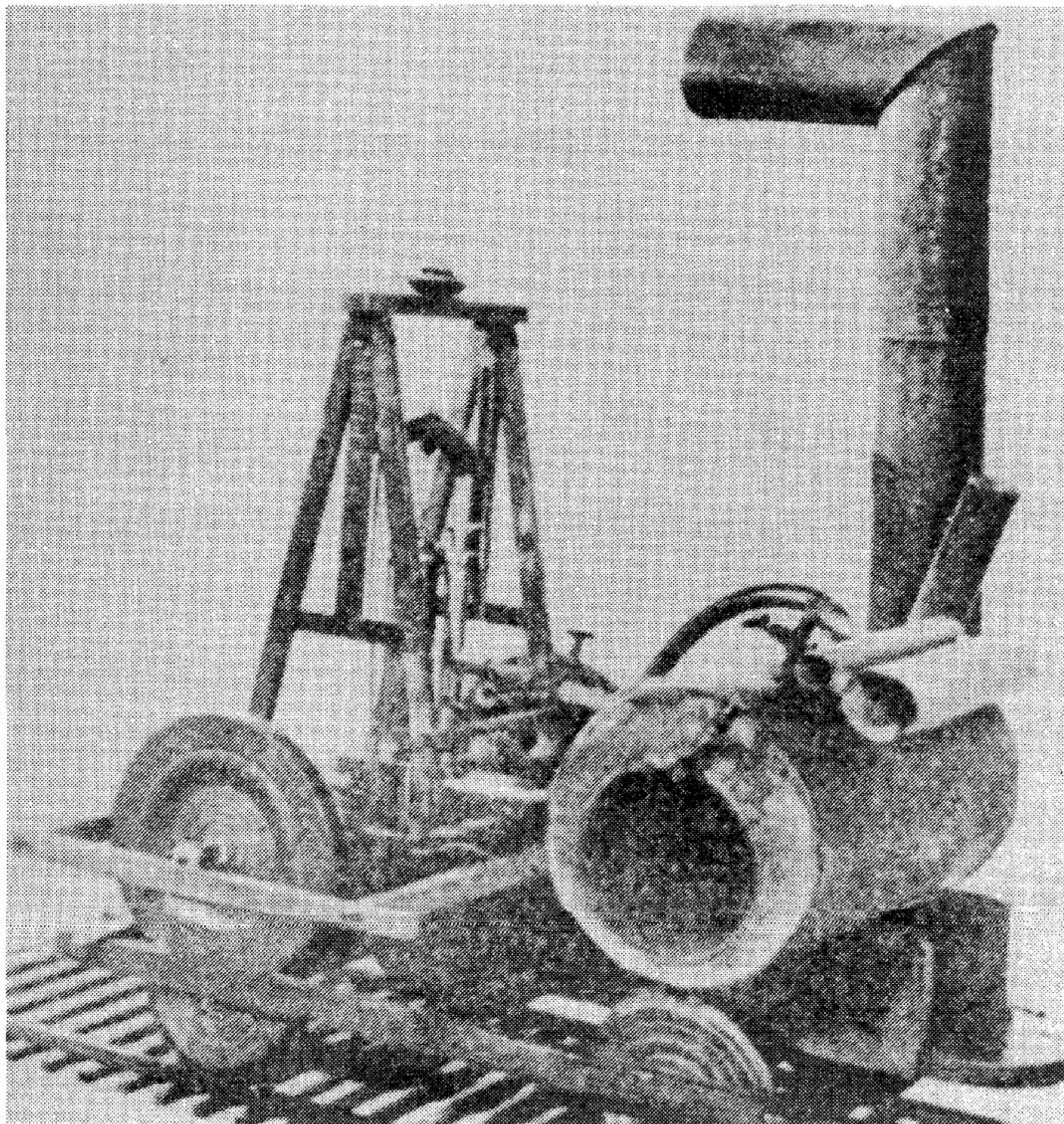
Toen het prototype klaar was werd beslist het te beproeven in het park van Meudon, maar wegens gebrek aan voldoende belangstelling vanwege de overheid en wegens allerlei onvoorziene omstandigheden ging de proef nooit door. Het tuig bleef in het Arsenal te Parijs, waar het tijdens de Franse revolutie door citoyen Rolland op het nippertje van vernietiging werd gered.

Napoleon Bonaparte stelde later een kommissie in, om een nieuwe proef met de stoomlorrie te organiseren, maar zijn inscheping naar Egypte in 1798 was er oorzaak van dat ook deze test nooit zou worden doorgevoerd.

In 1801 werd de lorrie overgebracht naar het "Conservatoire des Arts en Metiers", tegen de zin van de artillerieofficieren, die oordeelden dat de mogelijkheden ervan verder moesten worden uitgetest.

Cugnot overleed in tamelijk armoedige omstandigheden in Parijs op 10 oktober 1804.

Ook in de Verenigde Staten waren ondertussen de mogelijkheden van stoomtractie niet onopgemerkt voorbijgegaan. Rond 1772 werd door Olivier Evans een stoomrijtuig voor gewone wegen vervaardigd, waarop hij later monopolie kreeg, maar dat evenmin tot praktische uitvoerbaarheid leidde.



Afb. 14 — Stoomvoertuig van Fitch.

Zoals reeds hoger vermeld, maakte ook James Watt in een patent van 1784, terloops melding van een stoomvoertuig voor 2 personen, voorzien van een houten, met ijzeren banden omklede stoomketel op zeer lage druk. De cilinderdiameter zou 7 duim bedragen, de zuigerslag 1 voet en de snelheid 60 toeren per minuut. Wegens de enorme massa van de Watt-machines werd het voertuig echter nooit gebouwd.

W. Mürdoch, bedrijfsleider in de fabrieken Boulton-Watt, evenals de Schot W. Symington, vervaardigden in 1786, elk afzonderlijk, een schaalmodel van een stoomvoertuig, zonder dat echter één van beiden het tot de konstruktie van een volwaardig voertuig bracht.

In 1797 tenslotte zou ook de Amerikaanse horlogemaker John Fitch, die reeds meerdere stoomboten had gebouwd en uitgebaat, een model van een stoomvoertuig hebben vervaardigd, dat door sommigen als de voorloper van de stoomlokomotief op rails wordt beschouwd en thans nog bewaard wordt in het staatsmuseum van Ohio. Het koperen model was ongeveer 1 m lang, had een dubbelwerkende cilinder die de wielas aandreef door middel van een riemschijf (één voor elke richting) en de wielen hadden reeds een krans (afb. 14).

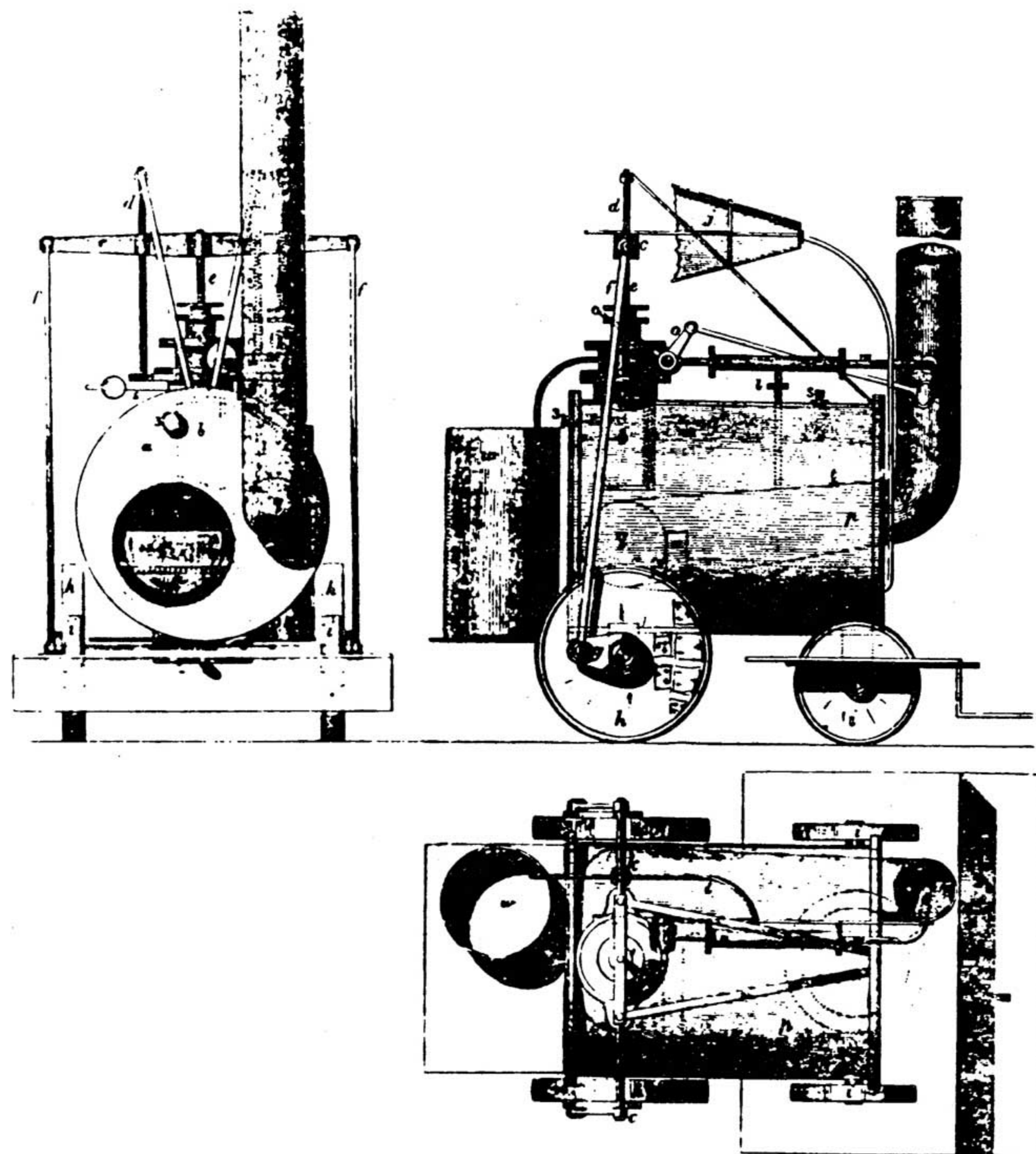
## 2. De stoomlokomotieven van TREVITHICK.

Richard Trevithick (afb. 15), geboren te Illogan bij Camborne in Cornwall op 13/4/1771 als oudste zoon van een mijndirekteur interesseerde zich van jongsaf voor mechaniek. Zeer snel deed hij ervaring op in de mijnen van zijn geboortestreek, waar hij reeds op achttienjarige leeftijd een vooraanstaande rol vervulde. In 1798 ontwierp hij een nieuw type van stoommachine, namelijk deze met hoge stoomdruk. Hiermee bouwde hij omstreeks dezelfde tijd zijn eerste schaalmodel van stoomlokomotief, dat zich thans nog in het Science Museum te Londen bevindt (volgens sommige bronnen zou hij tussen 1797 en 1799 zelfs drie modellen van wegvoertuigen hebben gebouwd).



Afb. 15 — Richard Trevithick op 45-jarige leeftijd, kort vóór zijn vertrek naar Amerika.

Na dit schaalmodel bouwde Trevithick in een door hem opgerichte fabriek een stoomvoertuig op ware grootte, dat bij de eerste proefrit in de straten van Camborne op Kerstdag 1801 een ontijdig einde zou hebben gekend en waarop hij in 1802 tezamen met zijn neef Andrew Vivian patent verwierf (afb. 16).



Afb. 16 — Eerste weg-stoomlokomotief van Trevithick.

Overtuigd dat stoomvoertuigen te zwaar zijn om met voldoende succes op gewone wegen te worden gebruikt, bouwde Trevithick in 1803, bij de Dale Company te Coalbrookdale, zijn eerste stoomlokomotief op rails (afb. 17), (van het midden van de 18<sup>e</sup> eeuw af waren inderdaad reeds op vele plaatsen spoorwegen met paardetractie in gebruik, meestal voor het vervoer van ijzer en steenkolen in de mijnstrakten).

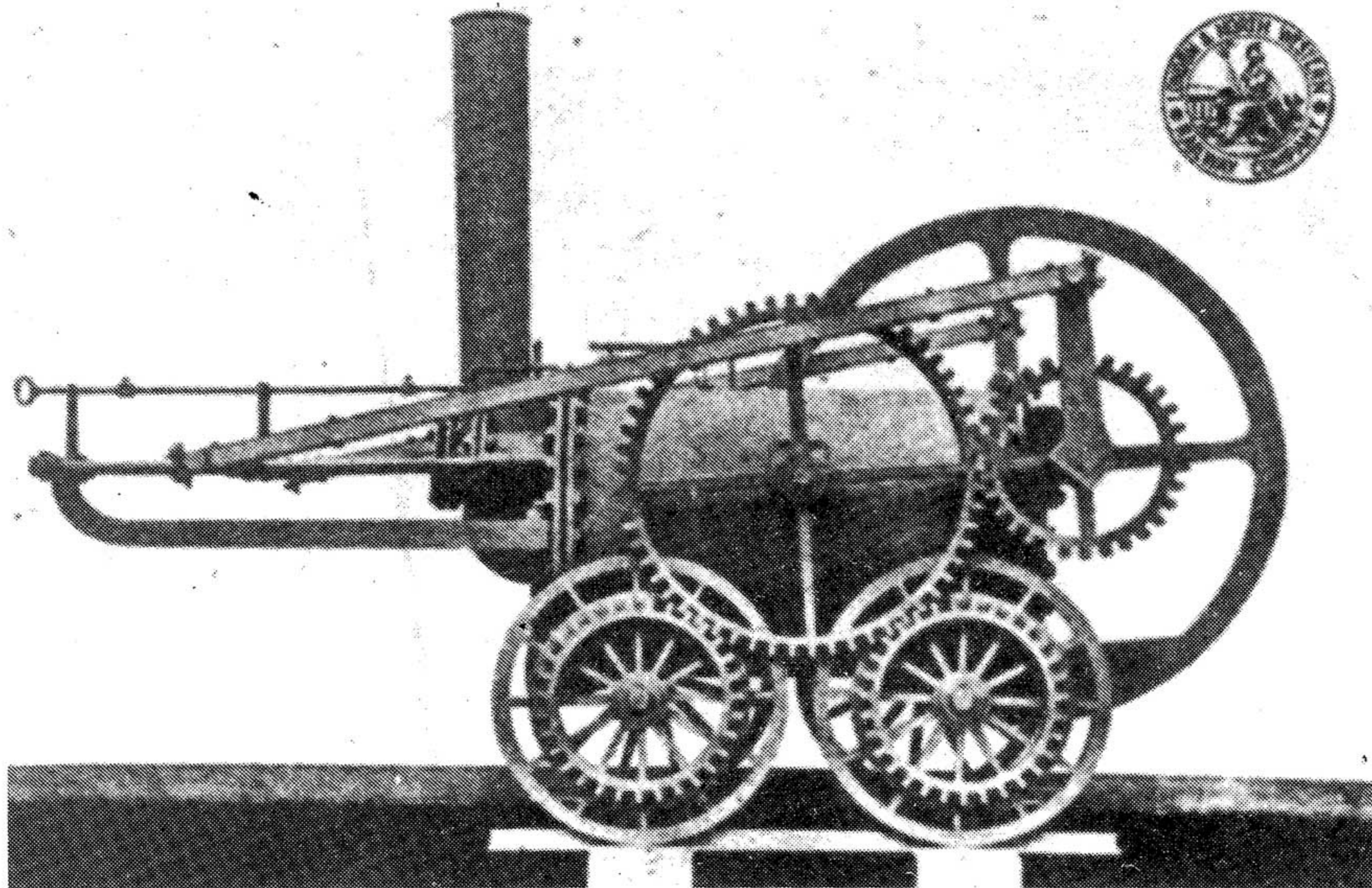
Eveneens in 1803 bouwde hij een kleine stoomcarrosse, waarmee hij (zonder veel publieke belangstelling) doorheen de straten van Londen reed (afb. 18).

Nog steeds in 1803 vond Trevithick geldelijke steun bij Samuel Homfray, eigenaar van smederijen in Penydarren, nabij Merthyr Tydfil in het zuiden van het land van Galles. Homfray had een blind vertrouwen in Trevithick's techniek. Met zijn kollega Richard Crawshay van Cyfarthfa ging hij een weddenschap van 500 guines aan, dat een lokomotief van Trevithick een last van 10 ton zou slepen over een ijzeren spoor tussen zijn eigen smederijen en Abercynon, 15 km verderop, en nadien nog ledig zou kunnen terugkeren.

Trevithick liet een machine bouwen, gelijkaardig aan deze van Coalbrookdale, maar met enigszins gewijzigde afmetingen en aangepast aan het spoor van Penydarren.

Na een vóórproef op 11/2/1804 ging de krachtproef onder algemene belangstelling door op 21/2/1804. Met een last van 15 ton en bovendien een 70 tal reizigers (de eerste reizigers per spoor!) reed de trein aan 8 km/uur en keerde ledig terug aan 20 km/uur.



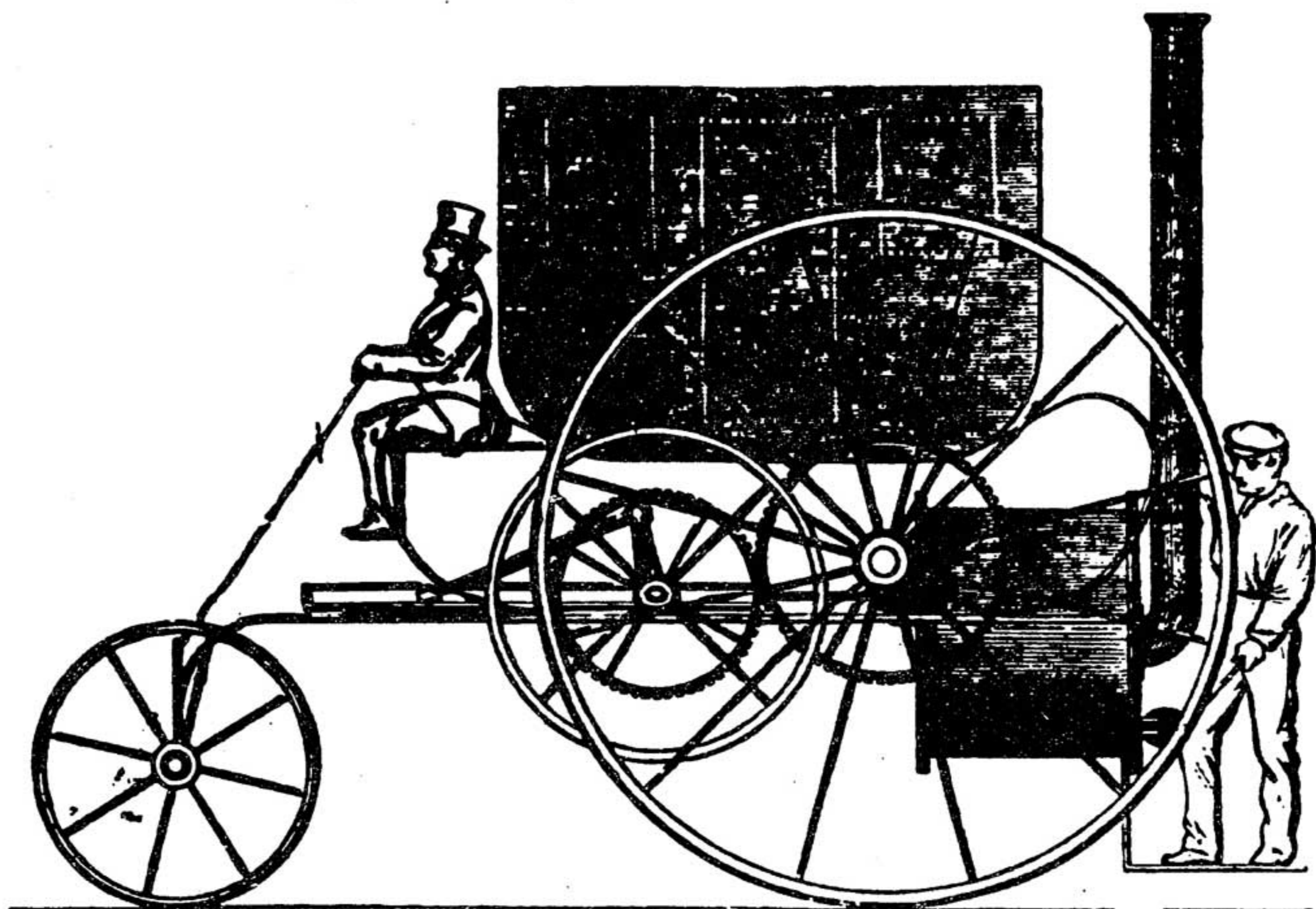


Afb. 17 — Lokomotief van "Coalbrookdale".

De verwezenlijkbaarheid van stoomtraktie op rails was bewezen. Wegens de ongeveerde ophanging van de zware ketels, braken echter de rails zo veelvuldig dat de lokomotief kort nadien nog slechts als stationaire machine werd gebruikt voor het leveren van stoom. Paardekracht bleek voorlopig nog het meest economische te zijn.

Niettemin bouwde Trevithick in 1804/1805 toch nog in Gateshead in opdracht van Christopher Blanckett, voor zijn lijn van Wylam, zijn zogenaamde lokomotief van Newcastle, naar het model van zijn inmiddels steeds talrijker wordende vaste stoommachines. Deze lokomotief werd echter nooit aanvaard, omdat gevreesd werd voor de veiligheid van het houten spoor. Dit spoor werd trouwens in 1808 vervangen door ijzeren rails, waarop in 1813 de "Puffing Bill" werd gebruikt (zie verder).

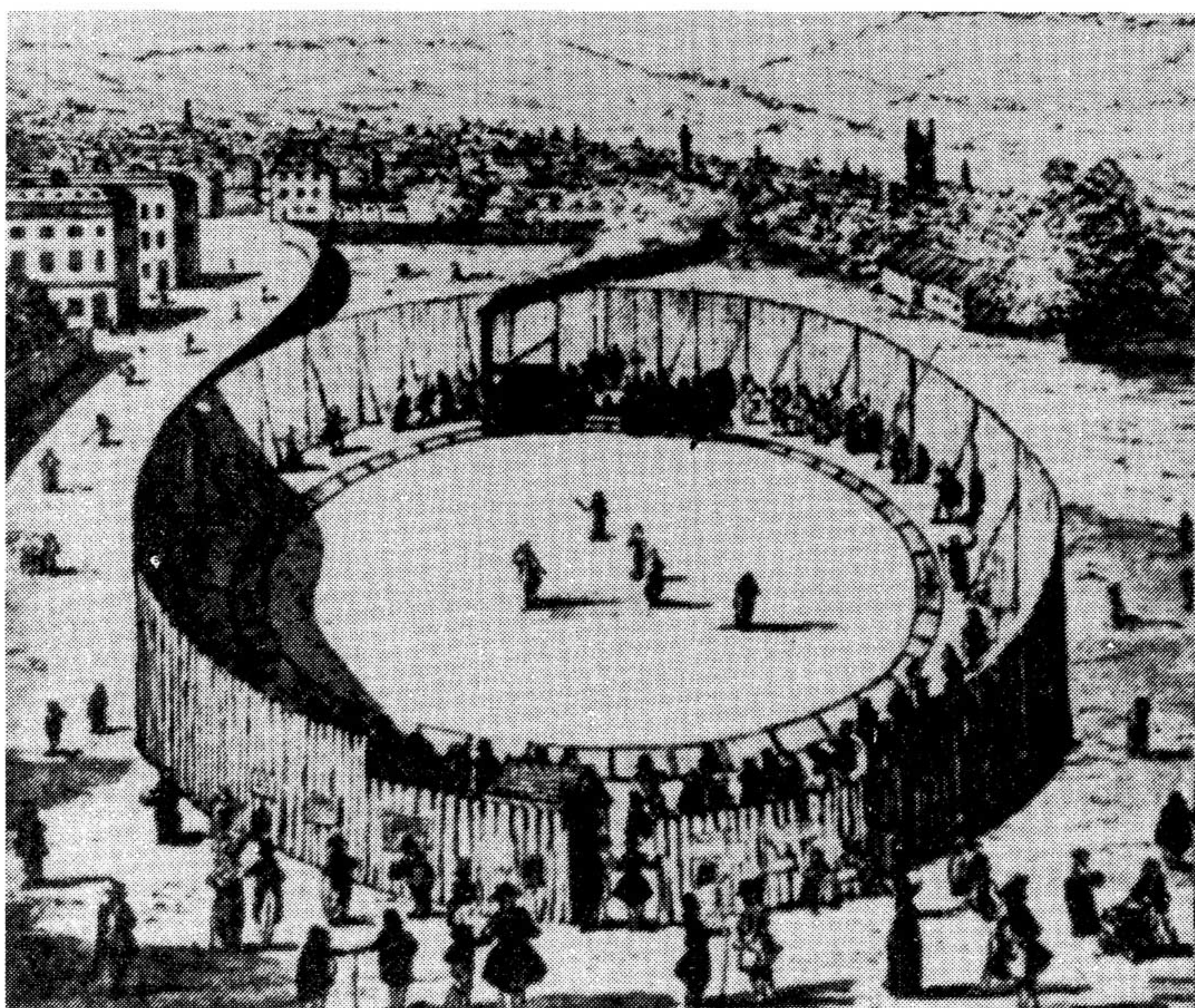
Wegens de voordelen van de stoommachines van Trevithick ten overstaan van deze van Watt, werden ze ook te Manchester, Liverpool, Bridgworth en Newcastle gebouwd, en de talrijke problemen die ermee gepaard gingen lieten Trevithick minder tijd voor de lokomotievenbouw.



Afb. 18 — Stoomcarrosse van Trevithick.

In 1807 begon de veelzijdige (en wispelturige) Trevithick met het graven van een tunnel onder de Theems. Hierbij had hij af te rekenen met twee overstromingen, hij liet er gans zijn vermogen bij, en stopte ermee, bij gebrek aan de nodige financies, na 9/10 van de piloottunnel te hebben voltooid.

Ondertussen waren door de Napoleontische oorlogen de paarden dusdanig zeldzaam en duur geworden, dat stoomtraktie op rails een nieuwe kans kreeg. In 1808 bouwde Trevithick in de New Road nabij de "Bedford Nursery" in Londen zijn "Locomotive Circus", een cirkelvormige spoorbaan, binnen een afsluiting, waar het publiek voor 6 shilling een rit kon maken met een stoomtreintje, gesleept door een lokomotief van 9 ton (zie afb. 19). Na een versteviging van dwarsliggers en rails en het leggen van een ballast van een 30 tal cm dik, kon de trein een snelheid behalen van 20 km/uur. De sleet aan de cirkelvormige baan was echter derwijze groot dat de opbrengst onvoldoende was, om in het onderhoud te voorzien, zodat reeds na een maand het experiment werd stopgezet.



Afb. 19 — Locomotion Circus.

Enigszins ontmoedigd door zijn mislukkingen met stoomlokomotieven, maakte Trevithick zich nadien op andere terreinen verdienstelijk: toepassing van stoomkracht in de scheepvaart, uitvinding van de scheepsschroef, landbouwmachines ...

In 1815 kombineerde hij zijn eigen hoge-drukmachine met de onderdrukmachine van Watt en halveerde hiermee het brandstofverbruik.

In 1816 vertrok Trevithick naar Zuid-Amerika voor de inbedrijfstelling van het groeiend aantal van zijn vaste stoommachines die er werden geleverd, onder meer in Peru, Colombia en Costa Rica.

Bij zijn terugkeer in Groot-Brittannië in 1827 werd hij nog steeds miskend, hetgeen hem niet belette uitvindingen voort te brengen op de meest verscheidene gebieden.

Bij zijn overlijden in april 1833 liet hij een schuldenlast na van 60 Pond Sterling en werden de begrafenis-kosten betaald door een kollekte tussen zijn eigen werklieden.

### **Beschrijving van de lokomotief van Coalbrookdale, eerste lokomotief op rails van Trevithick.**

De eerste stoomlokomotief op rails was in feite niets anders dan een vaste stoom-machine, zoals Trevithick er sedert 1797 reeds had gebouwd, en waaronder wielen waren geplaatst, zonder krans, met een spoorbreedte van 3 voet. Zij was bestemd om te rijden op gietijzeren gordingen met verticale geleidingsstrip op houten liggers bevestigd.

De gietijzeren ketel was 4 voet lang (flenzen inbegrepen), had een inwendige diameter van 30 duim, een vuurgang en vlampijp van respectievelijk 15 en 7 duim, onderling verbonden over de afzonderlijke rookkast aan het achtereinde van de ketel. Aan de voorzijde mondde de vlampijp uit in de schoorsteen van 8 duim breed en 8 voet 7 duim hoog (gemeten vanaf de rails).

De cilinder was met een koncentriscne flens aan de ketel bevestigd en had een diameter van 7 duim (volgens sommige bronnen 4 3/4 duim). De zuigerslag bedroeg 3 voet evenals de diameter der wielen. Deze laatste waren 1 duim breed, draaiden los op de astappen en waren aan één zijde van de lokomotief onderling gekoppeld door middel van een tandradoverbrenging die door de krukas aangedreven werd.

Eveneens aan de voorzijde was de glijbaan van de kruiskop, met daaronder de vuurdeur opgesteld, zodat het verzorgen van het vuur tijdens de rit praktisch onmogelijk was.

Het aandrijfmechanisme was nog van een vliegwiel voorzien en als stoomverdeling gold een kraan, waarvan de bedieningsstang bij iedere slag heen en weer werd geduwd door een aanslag op de kruiskop. Een handgreep op deze stang, liet toe bij stilstand de rijrichting te kiezen, nadat desgevallend door draaien aan het vliegwiel de krukas in een gunstige stand was gebracht.

Een andere kraan liet de regeling van de stoomtoevoer toe.

Met een stoomdruk van 10 kg/cm<sup>2</sup> kon de machine 40 slagen per minuut bereiken.

Het voertuig was 2,62 m hoog.

\*  
\* \*

De lokomotief van Penydarren was gelijkaardig aan deze van Coalbrookdale.

De karakteristieken waren echter enigszins verschillend:

- stoomketel: 1,83 m lang; diameter: 1,30 m;
- cilinderdoormeter: 210 mm; zuigerslag: 370 mm;
- snelheid: 40 slagen/min.

De lokomotief woog 8 ton, was 2,44 m hoog en 2,56 m breed.

Het spoor van gietijzeren riggels had een spoorbreedte van 1270 mm.

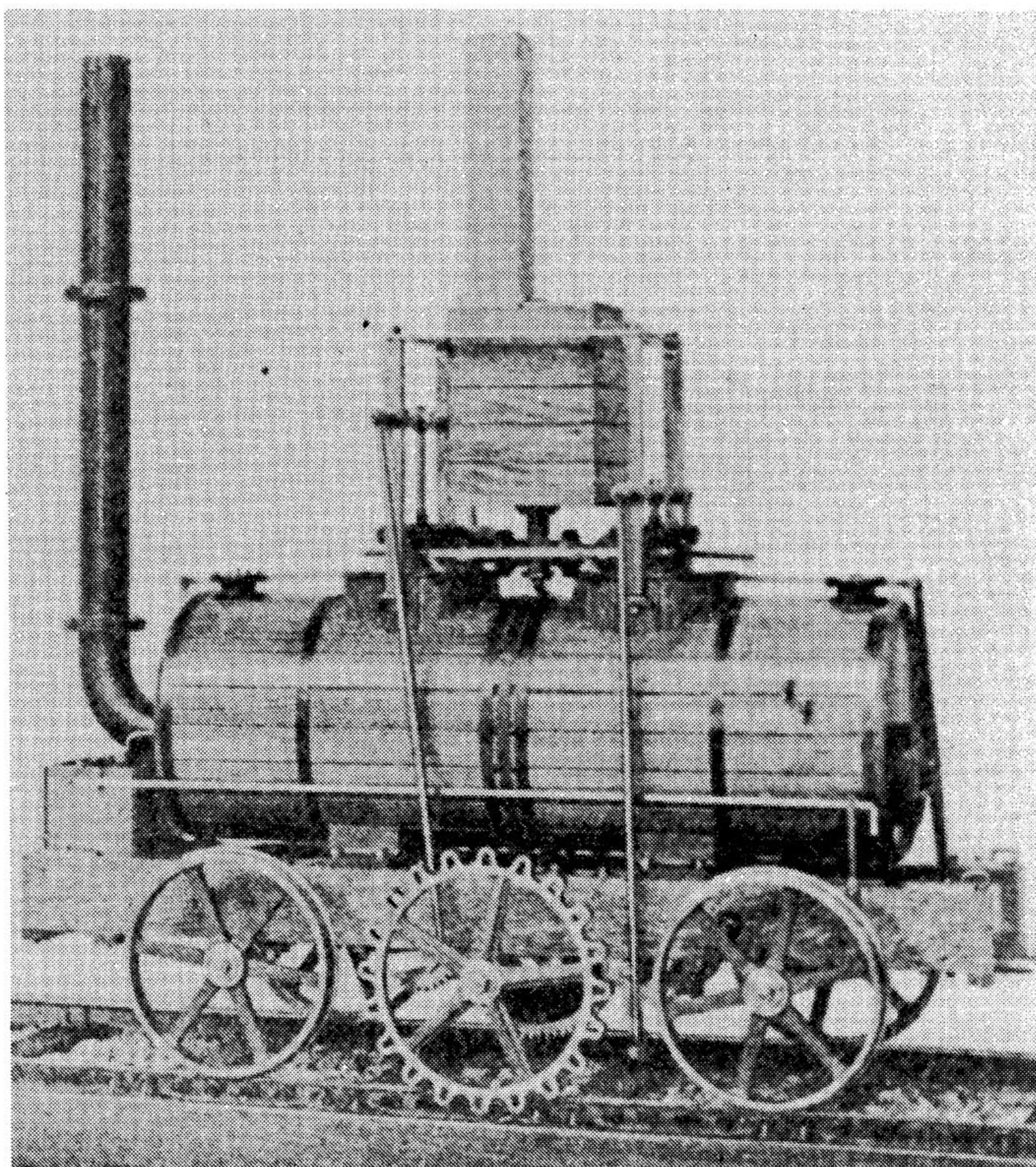
### 3. Van Trevithick tot Stephenson.

De experimenten van Trevithick hadden bewezen dat de adhesie van gewone wielen op effen spoorbanen voldoende was om treinen te slepen. Zijn mislukkingen waren telkens aan andere oorzaken, vooral dan het breken van de rails, te wijten geweest.

Niettemin was men na Trevithick de mening toegedaan dat gladde wielen op gladde rails ter plaatse zouden slippen en op hol slaan, zodat men hieraan trachtte te verhelpen door allerlei ingewikkelde mechanismen met alle nadelige gevolgen vandien. De ontwikkeling van de stoomlokomotief werd erdoor een tijd lang op verkeerde banen geleid.

\*  
\* \*

In 1811/12 liet Blenkinsop, eigenaar van een kolenmijn in Middleton (bij Leeds) volgens zijn eigen ontwerp door Matthew Murray een lokomotief bouwen voor een 3,5 mijl lange tandradbaan tussen zijn mijn en de stad (afb. 20).



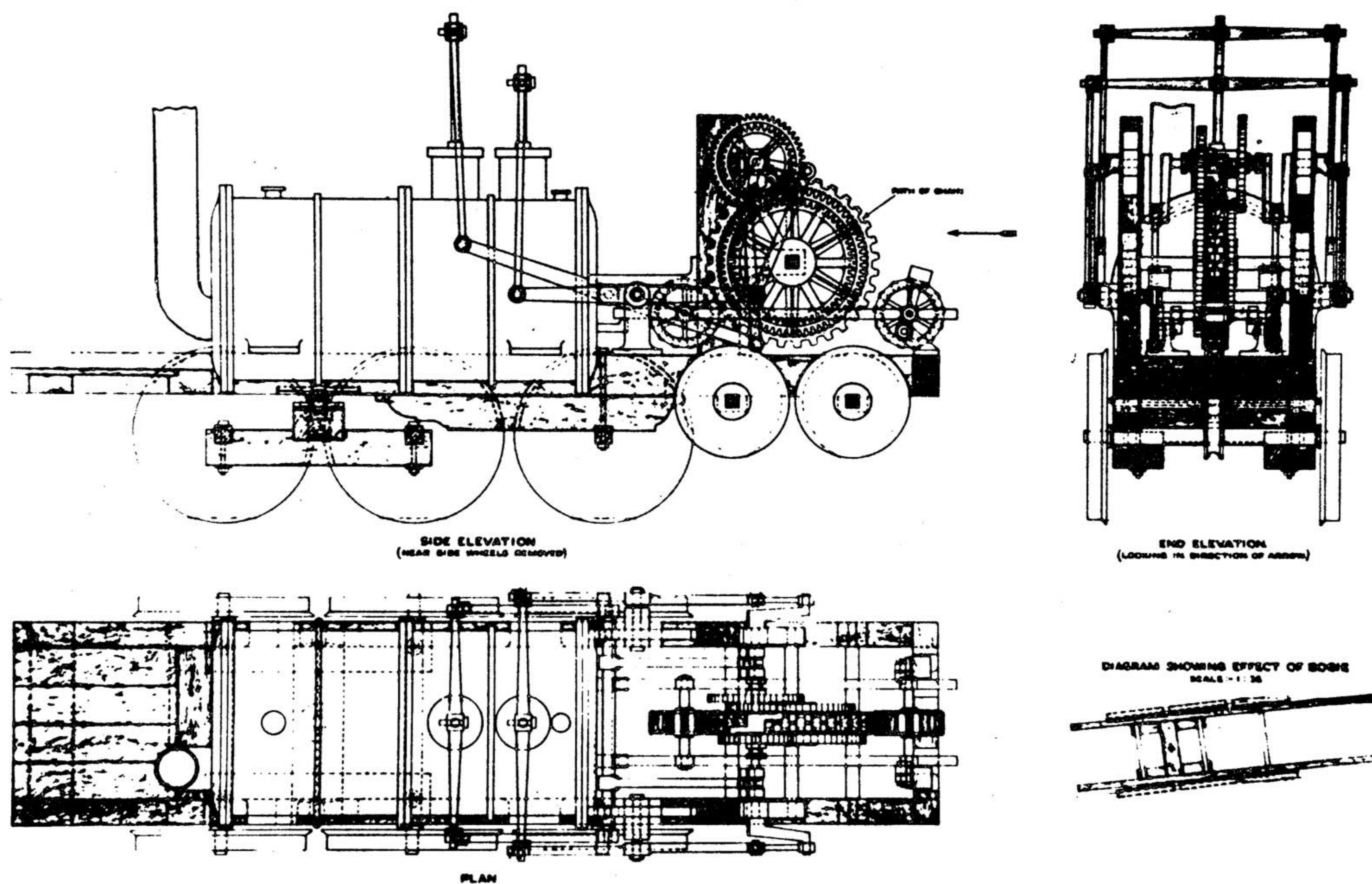
Afb. 20 — Lokomotief van Blenkinsop.

De lokomotief had 4 wielen, woog 5 ton en de zuiger dreef door een kruk- en drijf-stangmechanisme en een tandwieloverbrenging de middenas aan. Hierop was zijdelings een tandrad aangebracht, dat ingreep met een tandstang, opgesteld langsheen het spoor.

De gietijzeren ketel voor een druk van 2,8 tot 3,5 kg/cm<sup>2</sup> had een elliptische doorsnede en een rechte vuurgang. De twee dubbelwerkende stoomcilinders (diam. : 20 cm en slag : 50 cm) waren naast mekaar op de ketel gebouwd.

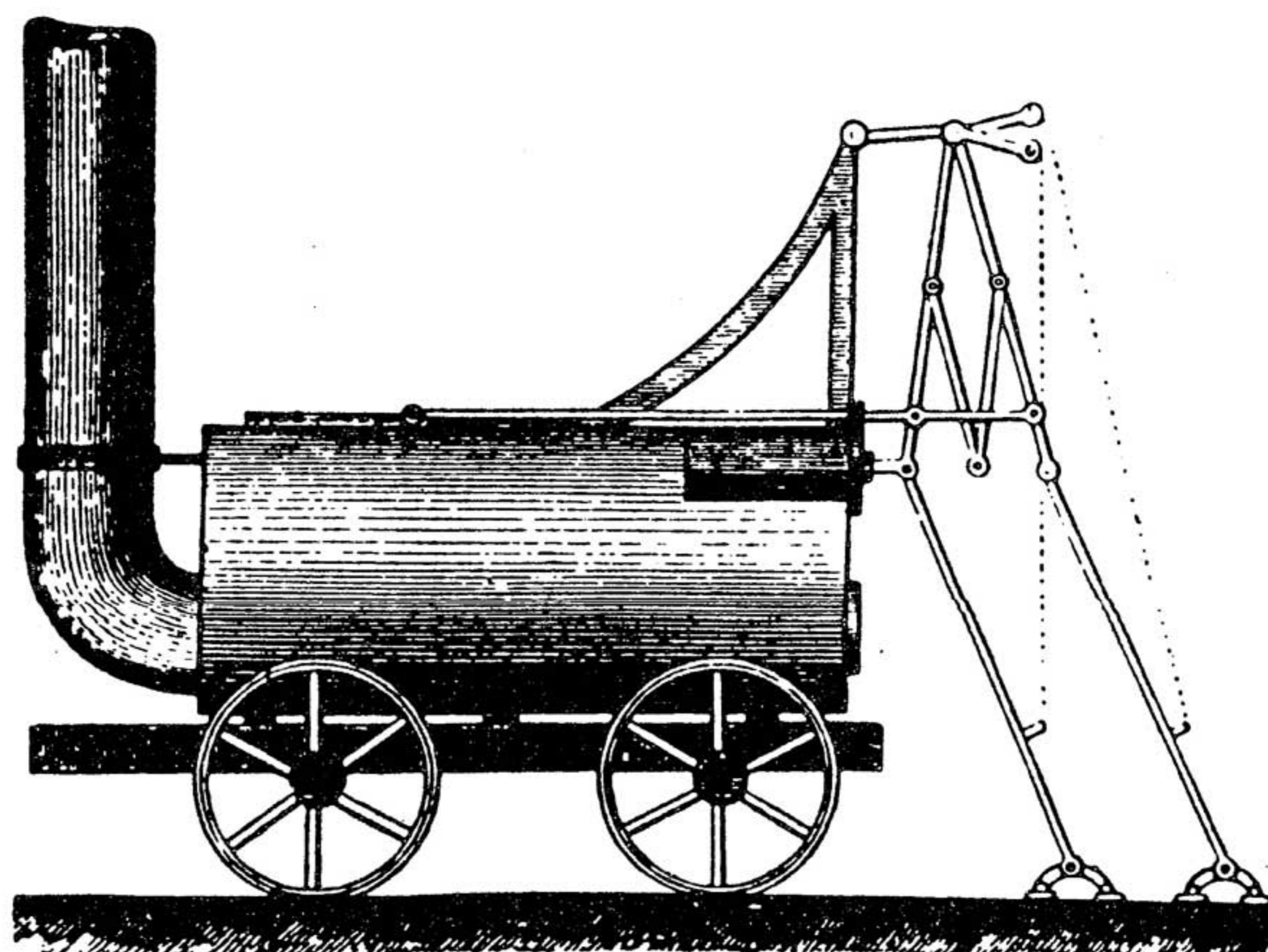
Op de spoorlijn van Heaton bij Newcastle probeerde L. Chapman in 1812 de nodige trekkraft te bekomen, door tussen beide uiteinden van de lijn een ketting te spannen, die een wielschijf omspande, die op de lokomotief was aangebracht en door de stoommachine werd aangedreven (afb. 21).

Het experiment werd vrijwel onmiddellijk stopgezet.



Afb. 21 — Lokomotief van Chapman.

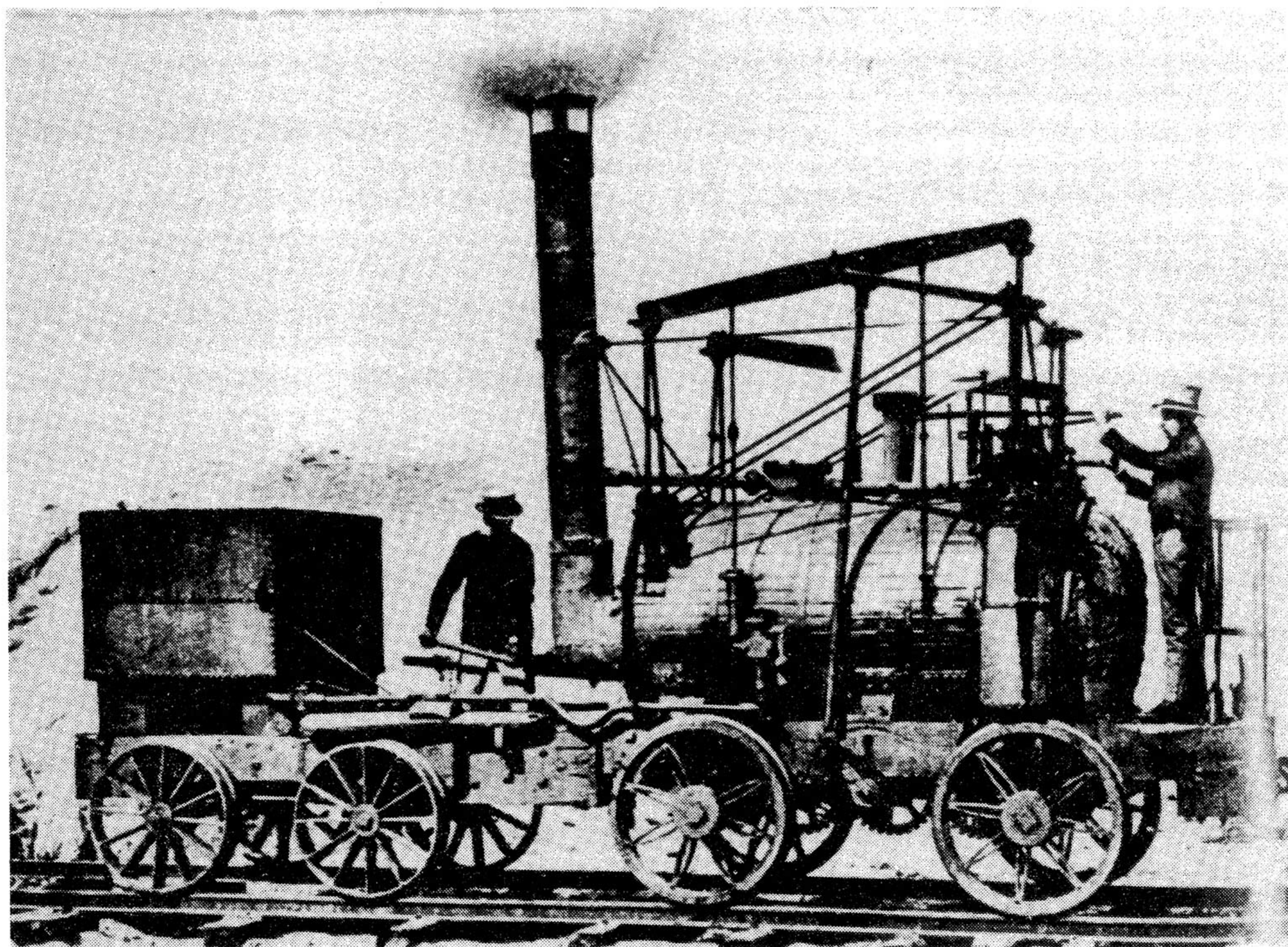
De machine die Brunton in 1813 bouwde, droeg aan de achterzijde twee lange geartikuleerde driehoeken, die op de grond drukten en de machine stapsgewijze voortduwden. Dit experiment bleek wel enige voldoening te geven, maar kende uiteraard geen verder gevolg (afb. 22).



Afb. 22 — Lokomotief van Brunton.

Na in 1808 zijn houten spoorlijn van Wylam-on-Tyne door ijzeren riggels te hebben vervangen, liet Christopher Blanckett ze in 1813 eveneens uitrusten met een tandstang. Bij Hedley te Kenton bestelde hij de gekende "Puffing Billy" (afb. 23) waarvan de smeedijzeren ketel een roosteroppervlak van 0,65 m<sup>2</sup> en een verwarmingsoppervlak van 7,15 m<sup>2</sup> had.

Schoorsteen en vuurhaard lagen aan dezelfde zijde. De twee zijdelings opgestelde stoomcilinders (diam.: 22,9 cm en slag: 91 cm), vervaardigd uit geklonken smeedijzeren platen, grepen in op een balans van het type Evans. De stoomverdeling geschiedde door middel van kleine schuiven die door een speciale mechaniek bewogen werden.



Afb. 23 — De "Puffing Billy" (na afbraak van tandwieloverbrenging).

Wegens allerlei moeilijkheden besloot Blanckett na te gaan, in hoeverre het mogelijk was, ook zonder tandstang met zijn lokomotief, wagens te laten slepen. Verschillende proeven met gunstig resultaat bewezen, dat het inderdaad mogelijk was met gewone wielen over een spoorbaan met geringe stijging lasten te vervoeren, iets, wat dan toch reeds 10 jaar voordien uit de experimenten van Trevithick duidelijk gebleken was.

De tijd was rijp voor de grote doorbraak van de stoomlokomotief. De overtuiging en het doorzettingsvermogen van Stephenson deden de rest.

### III. GEORGE STEPHENSON, DE GROTE LOKOMOTIEFBOUWER.

#### 1. Jeugdijaren en mijnwerkersperiode van G. Stephenson.

George Stephenson (afb. 24) werd geboren op 9/6/1781 als tweede zoon van Robert Stephenson, bijgenaamd "Old Bob", die stoker was van de Newcomen-machine in de mijn van het dorpje Wylam aan de Tyne. In armoedige omstandigheden bracht hij zijn eerste acht levensjaren door tussen schachttoren, ijzersmelterij, hopen as, kolengruis en slakken en langsheen het houten railspoor, dat pal naast hun schamele woning lag, en diende voor het vervoer van de steenkolen tussen mijn en ijzersmelterij (afb. 25).



Afb. 24 — GEORGE STEPHENSON enkele jaren voor zijn dood.



Afb. 25 — Geboortehuis van G. Stephenson.

In 1789 werd de mijnexploitatie te Wylam stopgezet (men groef toen niet dieper dan een 30 tal meter). Het gezin verhuisde naar Dewley-Burn, waar "Old Bob" stoker in de groeven werd en de achtjarige George reeds uit werken moest, eerst met het hoeden van vee langsheen een houten wagenweg, het jaar nadien, met zijn oudere broer James in de Black Callerton-mijn, als paardenjongen.

Weldra was de mijn weer leeg en verhuisde het gezin naar Jolly's Close, waar James en George hulpstoker werden in de mijn en waar het hele achtkoppige gezin moest samen-hokken in één vertrek.

Van 1794 tot 1799 werkte George 12 uur per dag als stoker in de Mid Mill Winnen-mijn. Nadien werd hij er belast met de bediening van de machine die de lift aandreef, waarmee zowel de korven met steenkool als de mijnwerkers in en uit de mijn werden gevoerd. Omdat het ouderlijk huis te ver van de mijn verwijderd was, woonde hij in een kosthuis in Black Callerton.

Door een onhandig manoeuvre met de mijnlift, waardoor deze nogal brutaal stopte, raakte de jonge Stephenson er slaags met een zekere Nelson, woesteling van het dorp, maar zijn krachtig gestel liet hem niet in de steek, zodat Nelson voor het eerst zijn man-netje vond en kansloos geslagen werd.

Op 28/11/1802 trad George in het huwelijk met een dienstmeid uit het kosthuis. Op 16/10/1803 zag zijn zoon Robert het levenslicht, maar het jaar nadien werd Stephen-son zwaar getroffen door het overlijden van zijn vrouw.



Te voet trok hij toen naar Montrose in Schotland, 200 km ver, om er als machinist van Watt-machines te werken. Reeds het jaar nadien keerde hij — opnieuw te voet — naar Killingworth terug, waar zijn vader door een werkongeval met blindheid was geslagen, wat in die dagen broodloosheid, kommer en ellende betekende.

Op 26 jarige leeftijd werd hij opgeroepen als dienstplichtige in de strijd tegen Napoleon, maar wist hij zich met zijn laatste spaargeld vrij te kopen zodat hij voor zijn kind en zijn blinde vader kon blijven zorgen.

Ondertussen had Stephenson heel wat ervaring opgedaan met stoommachines die hij iedere week-uit elkaar haalde en zo nodig herstelde.

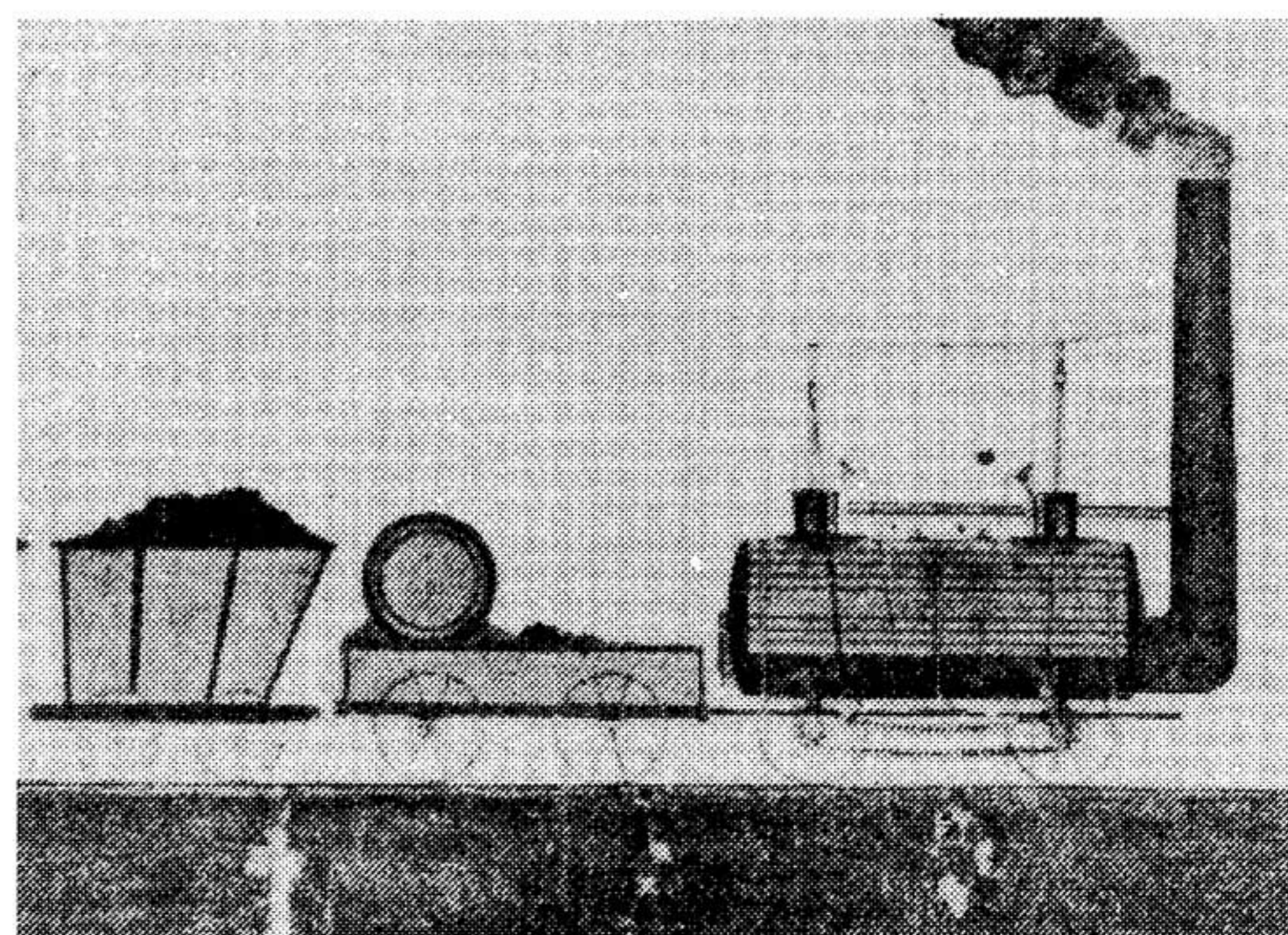
In 1809 werd op hem beroep gedaan door de Killingworth-mijn, in verband met een nieuwe grote Newcomen-Sweaton installatie, die spijs de inspanningen van alle technici slechts zeer gebrekkig werkte. Op 4 dagen tijd bracht Stephenson, met de hulp van enkele ervaren kameraden er tal van belangrijke verbeteringen op aan en nadien werkte de machine voorbeeldig.

Stephenson werd in de Killington-mijn aangesteld, eerst als machinist en van 1812 af als opzichter. In deze functie bracht hij heel wat verbeteringen aan de stoom- en werktuiginstallatie van de mijn aan.

Om bij te blijven in zijn vak, ging Stephenson vaak op stap en kwam aldus in 1813 in aanraking met de Blenkinsop-lokomotieven te Middleton en met de Hedley-lokomotieven te Kenton.

## 2. De eerste lokomotieven van Stephenson.

Overtuigd van de mogelijkheden van de stoomlokomotief, kreeg Stephenson van de Killingworth-mijn toestemming om in de werkplaats van de West-Moormijn, met de hulp van zijn eerste werkman Tirlwall een lokomotief te bouwen naar het model van deze van Blenkinsop.



Afb. 26 — Eerste lokomotief van G. Stephenson.

Op 25 juli 1814 was zij klaar (afb. 26). Het resultaat was niet ongunstig, maar door gebrek aan voldoende verwarmingsoppervlakte was de stoomvorming onvoldoende. Verder was ook de slijtage te aanzienlijk. Stephenson verhoogde toen de trek in de vuurhaard, door de stoom in de schoorsteen te laten uitmonden, idee, dat trouwens reeds vroeger door Trevithick was toegepast geworden.

Nog hetzelfde jaar bouwde Stephenson een tweede lokomotief, die van de eerste principieel slechts verschilde door een kettingkoppeling tussen de drijfwielen.

Tezamen met zijn ijzergieter Losh bouwde hij in 1817 nog een derde lokomotief, die tot in 1848 in dienst zou blijven en van de tweede slechts verschilde door het toevoegen van een niet aangedreven tussenwielas en de afvering door middel van kleine stoomveertjes.

### 3. De perikelen rond de "Geordie"-veiligheidslamp.

In 1815 ontwierp Stephenson praktisch gelijktijdig met Sir Humphry Davy, een veilige mijnlamp. De uitvinding werd officieel aan Sir Davy toegekend, hetgeen vanwege de talrijke vrienden en bewonderaars van Stephenson tot heel wat beroering aanleiding gaf.

Alhoewel deze episode enigszins los staat van het pionierswerk, dat Stephenson op gebied van lokomotievenbouw heeft verricht, is zij kenschetsend voor de sociale verhoudingen van de 19<sup>e</sup> eeuw en tevens van de vindingrijkheid en de wilskracht die George Stephenson kenmerkten.

Het hiernavolgend verkort uittreksel uit een artikelenreeks, die werktuigkundige H. Bruyn van de Nederlandse spoorwegen in het tijdschrift "Spoor- en Tramwegen" in 1948 publiceerde geeft deze episode prachtig weer.

"In de jaren 1815-17 speelde zich de geschiedenis der mijnlamp af. Telkenjare waren in de uitgestrekte mijngangen, mensenlevens te betreuren als gevolg van mijn-gasexplosies. Een kommissie van enkele mijndirekteurs nodigde de natuurkundige Sir Humphry Davy uit om een veilige lamp te konstrueren.

Op 9 november 1815 maakte Davy op de vergadering van het Koninklijk Natuurkundig Genootschap te Londen, zijn oplossing bekend: een stukje koper-gaas, dat over de vlam wordt geplaatst laat de verbrandingslucht naar de vlam door maar omgekeerd kan de vlam niet door het gaas naar buiten slaan en het mijngas doen ontploffen.

In augustus 1815 had Stephenson echter eveneens een eerste ontwerp klaar van een lamp die bij aanraking met mijngas geen explosies veroorzaakte. De verbrandingslucht werd door een smalle buis naar de brander geleid en met een schuifje kon de hoeveelheid toegelaten lucht geregeld worden.

Op 21 oktober 1815 was de lamp klaar en nog dezelfde avond werd ze beproefd in een der gevaarlijkste plaatsen van de mijn van Newcastle. Toen men in een der diepste mijngangen, een plek naderde, waar het geluid van het vrijkomende mijngas duidelijk te horen was, liep Stephenson met de aangestoken lamp opgeheven naar de gevaarlijke plek voorop. Na eerst wat helderder gebrand te hebben, flikkerde de lamp en ging toen uit. Stephenson liep in het donker naar de groep terug en na een tweede proef, durfden ook de anderen het aan, de lamp te proberen. Voldaan was Stephenson echter niet en op 4 november volgde een tweede proef met een nieuw ontwerp met 3 luchtinlaatbuizen, hetgeen hem nog niet bevredigde.

In het derde en definitief ontwerp werd de lampbrander omgeven door een groot aantal haarfijne buisjes. Bij de beproeving op 30 november bewees de lamp goed bruikbaar en veilig te zijn. Op herhaald aandringen van mijnwerkerszijde werd de uitvinding van Stephenson, op 5/12/1815 voorgesteld op een vergadering van het letterkundig, wijsgerig genootschap van Newcastle, waaraan een 100-tal geleerden deelnamen.

Aangezien echter Sir Davy reeds op 9 november te Londen zijn ontwerp had bekend gemaakt, werd hij officieel als de uitvinder van de veiligheidslamp erkend en werd besloten hem een beloning aan te bieden. De reactie in de mijnwerkerskringen op dit besluit is merkwaardig: een aktiekomitee werd opgericht om Stephenson als uitvinder van de mijnlamp te doen erkennen; een motie werd naar regering en pers gestuurd en een inschrijving werd geopend, waarop spontaan door de mijnwerkers uit het distrikt Newcastle werd gestort.

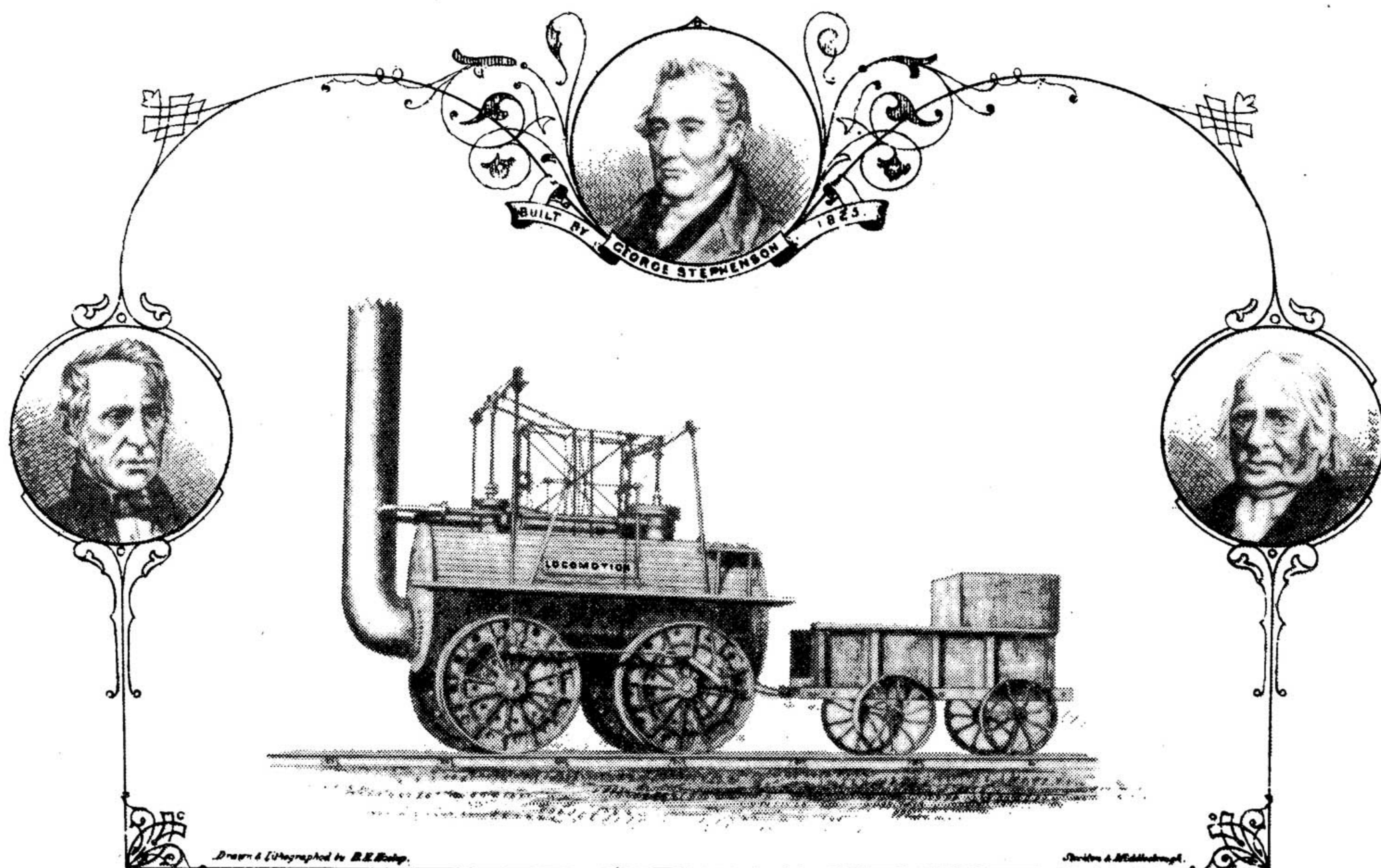
Toen de intekeningssom opgelopen was tot £ 1000, werd dit bedrag Stephenson ter hand gesteld op een feestdiner, waarbij hem tevens een fraaie zilveren beker met inskriptie werd overhandigd”.

#### 4. Stephenson rust de Hetton-lijn voor stoomtraktie uit.

Ontmoedigd door de geringe belangstelling voor zijn lokomotieven, die nochtans op de Killingworth-mijnen voldeden, en zich veronachtzaamd voelend, omdat hij geen officiële titels of opleiding had gehad, overwoog Stephenson uit te wijken naar Amerika. Hiervan zag hij af, toen hij van de Hetton-mijnen ten zuiden van Houghton le Spring, in Durham, de opdracht kreeg hun 15 km lange spoorlijn, die over twee heuvels liep van stoomtraktie te voorzien.

Stephenson leverde hiervoor 5 lokomotieven, gelijkaardig aan deze van Losh-Stephenson en stelde op de heuvels 2 stoomlieren van 60 pk op.

Op 12/11/1822 vond de opening plaats.



Afb. 27 — Lokomotief "Locomotion" van G. Stephenson, aangewend voor de Stockton-Darlington-spoorlijn en gebouwd in opdracht van de Heren Joseph (zoon) en Edward (vader) Pease (links en rechts op bijgaande afbeelding).

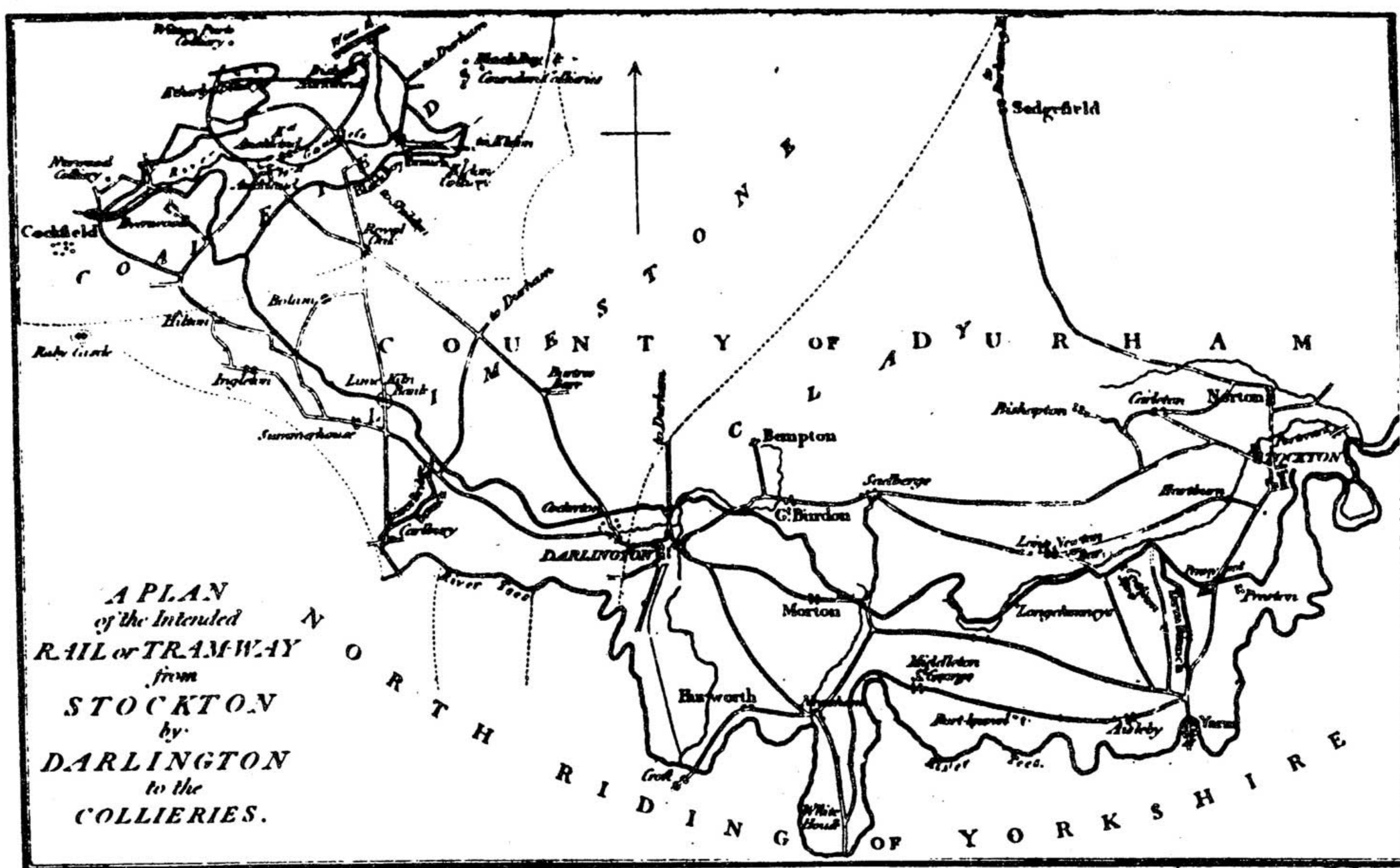
## 5. Bouw van de Stockton-Darlington-lijn — Stephenson richt zijn eigen lokomotieffabriek op.

In 1820 verkreeg de kapitaalkrachtige Eduard Pease van het Parlement vergunning voor de bouw van een 14 km lang, enkelsporig baanvak tussen Stockton en Darlington, voor het vervoer tegen betaling van personen en goederen. Op verzoek van Stephenson bezocht Pease in 1822 de Killingsworth-mijn, om er de Stephenson-lokomotieven te zien werken. Het gevolg hiervan was dat Stephenson werd aangesteld als bouwingenieur voor de Stockton-Darlington-lijn en door Pease financieel geholpen werd om in 1824 in Newcastle een bescheiden lokomotieffabriek met ijzersmelterij op te richten.

De spoorlijn, oorspronkelijk voorzien in hout, door Stephenson gewild in smeedijzer werd uiteindelijk uitgevoerd voor de helft uit smeedijzeren, en voor de helft uit gietijzeren railtjes van 1,50 m lang en met een spoorbreedte van 4 voet 8 1/2 duim.

Voor de helling die zich op het traject bevond, werd door zijn zoon Robert een stoomlier ontworpen. De fabriek van Stephenson kreeg drie lokomotieven, type "Locomotion" besteld, waarvan de eerste thans vóór het station van Darlington is opgesteld (afb. 27).

Bij de opening van de lijn op 27/09/1825 legde de "Locomotion" met Stephenson als machinist en met 450 passagiers in 38 aanhangwagens (waarvan slechts één personenrijtuig voor de eregasten) het traject af in 1 uur 15 min., en bereikte een maximale snelheid van 20 km/h (afb. 28).



Afb. 28 — Spoorlijn Stockton-Darlington.

De uitbating van de lijn Stockton-Darlington bleek echter niet zonder moeilijkheden. De Locomotion leed aan allerlei kwalen, zodat zij regelmatig door paarden moest vervangen worden. Het reizigersvervoer werd slechts vanaf 1834 met stoomlokomotieven verzekerd en paardentrekkracht werd eerst in 1843 volledig afgeschaft.

In 1828 explodeerde de "Locomotion" maar bleef na herstelling nog in dienst tot in 1840. Nadien reed zij nog slechts sporadisch en na 1850 werd ze als stationaire stoomopwekker gebruikt.

## Kenmerken van de eerste lokomotieven van Stephenson.

### *Eerste lokomotief voor de Killingworth-mijn (1814)*

- 2 assige lokomotief; wieldiameter: 91 cm;
- smeedijzeren stoomketel, 245 cm lang en 85 cm diameter met rechte vuurgang van 50 cm diameter;
- 2 cilinders (diameter: 20 cm; slag: 61 cm), vertikaal achter elkaar, boven op en half in de ketel ingebouwd (om aldus warmteverliezen te verminderen);
- transmissie tussen zuiger en wielen door middel van een "balancier" zoals bij "Puffing Billy".

### *Tweede lokomotief voor de Killingworth-mijn (1814)*

- verschilt principieel slechts van de eerste door een kettingkoppeling tussen de drijfwielen.

### *Lokomotief Losh-Stephenson (1817)*

- verschilt van tweede door toevoegen van een niet-aangedreven tussenwielas en door afvering door middel van kleine stoomveertjes.

### *Vijf lokomotieven voor de Hetton-mijn (1822)*

- waren gelijkaardig aan de Losh-Stephenson-lokomotief.

### *Drie lokomotieven "Locomotion" voor de Stockton-Darlington-lijn (1825)*

- 2 assige lokomotief met radafstand: 1,58 m;
- stoomketel: 305 cm lang en 122 cm diameter; vuurgang met 60 cm diameter; verwarmingsoppervlak: 5,6 m<sup>2</sup>; ketelvoeding door voedingspomp;
- stoomcilinders vertikaal achter elkaar geplaatst; stoomschuiven door stangenmechanisme bewogen en blaaspijp uitmondend in de schoorsteen;
- transmissie met balans; de krukken van elke wielas waren gelijk gericht, deze van de voorste en achterste as onderling over 90° verschoven;
- bij stoomdruk van 3,5 kg/cm<sup>2</sup> en een snelheid van 12 km/h was het vermogen ongeveer 10 pk;
- gewicht dienstvaardig 6,5 ton; gewicht tender: 3,25 ton.

#### IV. DE LIVERPOOL-MANCHESTER-LIJN.

##### 1. Ontwerp en vergunning voor de Liverpool-Manchester-lijn.

Door de industriële ontwikkeling van Manchester als textielcentrum, was het zeilbootvervoer op de waterweg tussen Liverpool en Manchester in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw onvoldoende geworden en bleven de goederen, vooral bij vorstweder in de haven van Liverpool opgestapeld.

Groot-kapitalist en koopman Sandars bepleitte daarom op openbare bijeenkomsten de aanleg van een spoorbaan tussen beide steden en verzocht William James hiervoor een ontwerp op te stellen. In 1821 bezocht James de Killingworth-mijn om er de Stephenson-lokomotieven te zien werken. Meerdere proefritten met Stephenson-lokomotieven op andere baanvakken werden gepland maar nooit doorgevoerd. In 1823 was James met zijn definitief ontwerp nog niet klaar en werd zijn relatie met Sandars afgebroken.

Aangezien ondertussen Bradshaw, eigenaar van het kanaal, weigerde modernisatiewerken te laten uitvoeren, werd in 1824 op initiatief van Sandars en op aandringen van 150 vooraanstaande kooplieden, een werkkommissie opgericht. Na een bezoek aan de Stockton-Darlington-lijn en aan de Killingworth-mijn werd op 29/10/1824 een maatschappij opgericht voor de aanleg van een dubbelsporige spoorlijn Liverpool-Manchester, die zou toelaten de vervoertijd van 37 uur tot 5 uur te verminderen. Na advies te hebben gehoord van ingenieur Sylvester, werd Stephenson in januari 1825 aangezocht het nodige ontwerp op te stellen.

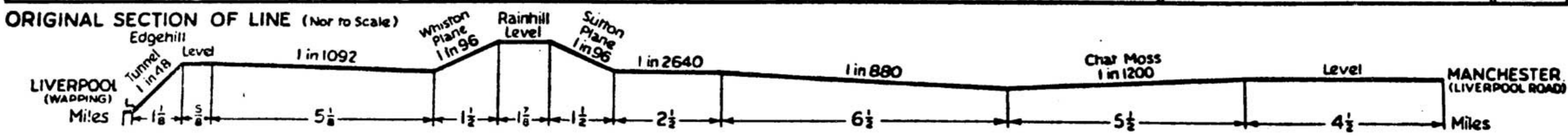
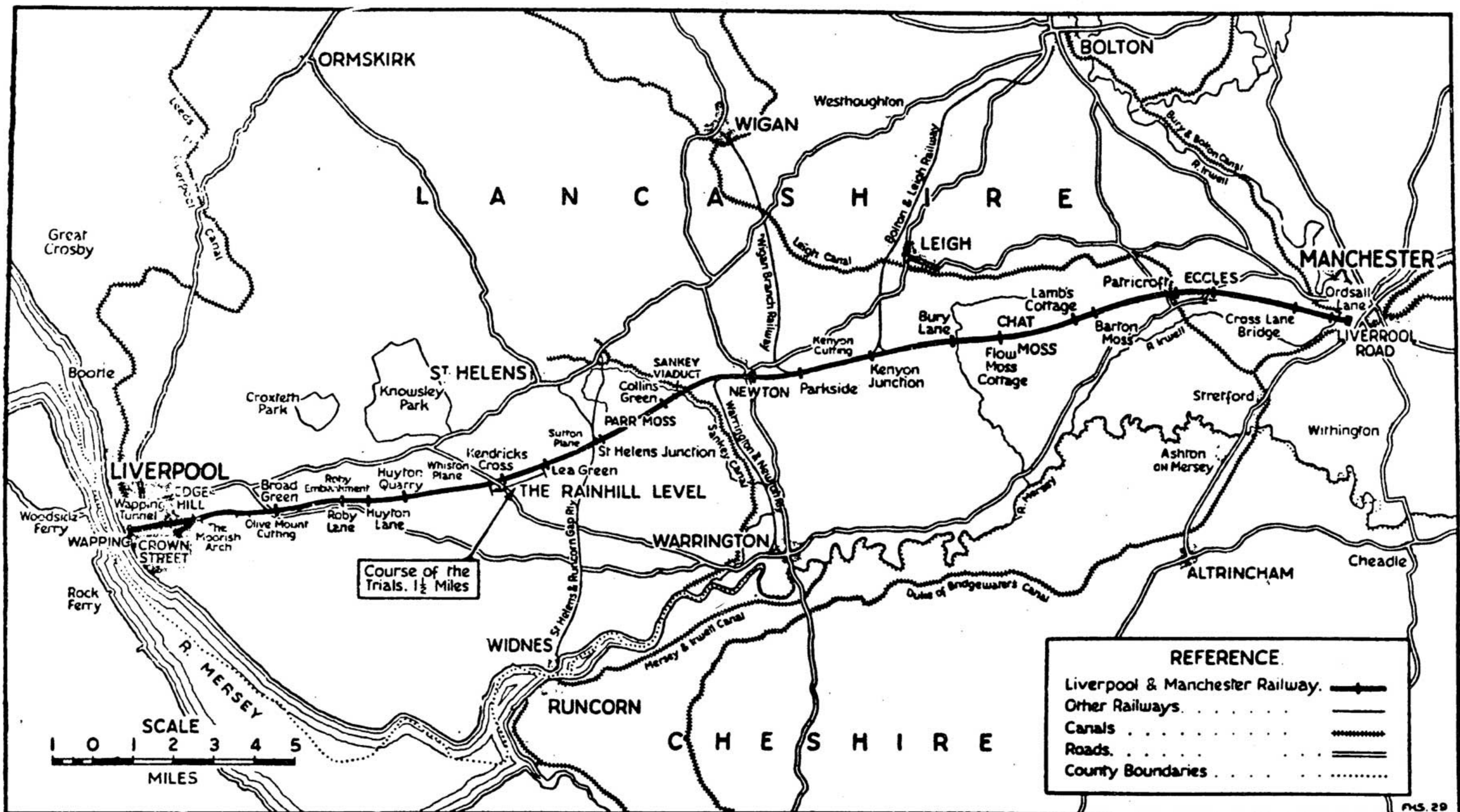
Alhoewel Bradshaw toen wel bereid was stoomboten in te zetten en enkele bochten in het kanaal in te korten, wanneer van de aanleg van een spoorweg zou worden afgezien, zette Sandars door. Reeds enkele maanden nadien werd de koncessie voor de bouw van een spoorlijn volgens het plan van Stephenson aangevraagd.

Bij de parlamentsbesprekingen van zijn ontwerp, vanaf 21 maart 1825, werd Stephenson als getuige gehoord. Tegenover de welbespraaktheid, de hoon en het sarkasme van de 8 advocaten van de tegenpartij kon Stephenson met zijn ruwe tongval, enkel zijn technische ervaring stellen. Vooral het door hem voorgestelde tracé dwars doorheen het Chat-Moss moeras werd sterk aangevochten. Na de begeesterende slotrede, die Adams, advocaat van Sandars, op het einde van de 2 maanden durende debatten hield, werd de noodzaak van een wegverbinding erkend, maar werd het ontwerp zelf van Stephenson verworpen.

In opdracht van Sandars ontwierpen toen George en John Rennie en Charles Vignolles een nieuw tracé dat iets zuidelijker lag. De landerijen en jachtvelden van invloedrijke grootgrondbezitters werden vermeden, maar een bergrug nabij Liverpool moest worden doorsneden. Het ontwerp viel dan ook veel duurder uit dan dat van Stephenson (afb. 29).

In de koncessie-aanvraag van dit nieuwe ontwerp werd de traktievorm angstvallig in het midden gelaten.

Op 5 mei 1826 werd de koncessie met grote meerderheid van stemmen goedgekeurd: voor het verkrijgen ervan was nagenoeg 30.000 Pond besteed.



Tracé Liverpool—Manchester zoals dit in 1826, na de debâcle met het Stephenson-plan, door de gebroeders Rennie was ontworpen. De westelijke helft loopt iets zuidelijker en hierdoor waren verschillende kostbare tunnels en doorsnijdingen, die Stephenson juist had willen vermijden, noodzakelijk.

Afb. 29.

De parlementaire debatten, waar over de aanleg van de Liverpool-Manchester-lijn werd beslist zijn van historisch belang in de ontwikkeling van de spoorwegen. Hieronder geven wij in een enigszins verkorte vorm, het uitvoerig relaas dat H. BRUYN hierover geeft, in zijn reeds vermelde artikelenreeks "George Stephenson" in Spoor- en Tramwegen 1948.

**Parlementaire debatten over de concessie-aanvragen van de Liverpool-Manchester-lijn.**

Voor de parlementaire debatten over de concessie voor een Liverpool-Manchester-lijn hadden de kanaalmaatschappijen een 8-tal bekwame advocaten ingezet om de concessieaanvraag te verijdelen. De Liverpool-Manchester maatschappij deed het met 4 advocaten, aangevoerd door Adams.

Een maand lang werd eerst de vraag behandeld, of een nieuwe vervoerweg inderdaad nodig was.

In april werd de voorgestelde traktievorm besproken. Adams stelde hierbij de spoorlijn van de Killingworth-mijn als voorbeeld en betoogde dat er volstrekt geen ernstige gevaren aan verbonden waren: "de koeien graasden door in het land, de vogels vielen niet dood uit de lucht, paarden sloegen niet op hol, enz... Zelfs de vrouwen vielen niet flauw als ze de lokomotieven met een snelheid van 8 km/uur zagen passeren".

Over zijn eigen getuigenis, vanaf 25 april zei Stephenson later: "Ik was er nog niet lang, toen ik wenste, dat er een opening in de vloer was, om er door weg te kruipen. Ik was het mikpunt van 8 of 10 advokaten, die hun best deden mij in de war te brengen. Eén vroeg of ik gek was, een ander wanneer ik weer naar de hel terugging, enz..."

Nadat de eerste stormloop was geluwd, onderstreepte Stephenson dat reeds 55 machines en 16 stoomlokomotieven naar zijn ontwerp waren gebouwd en dat de lokomotieven van de spoorweg te Killingworth reeds 11 jaar zonder narigheid werkten.

Bij het getuigenverhoor van Stephenson over de baankonstruktie, dat vanaf 26 april, drie dagen duurde, verdedigde hij dapper zijn plannen en ramingen maar was de aanval van de oppositie des te scherper. Harrington verweet de spoorwegmaatschappij, een uitvinder van een stoomsleper te hebben aangesteld om opmetingen en waterpassingen te laten uitvoeren in de beruchte veenmoerassen van Knowsley-Moss en Chat-Moss, waar geen grond in te krijgen was.

"Alles trilt daar onder de voeten. De venen zijn één massa pap. Bij regen gaat het veen omhoog en bij droog weer krimpt het als een spons weer in. Dat Stephenson hier doorheen een spoorbaan wil aanleggen, getuigt van een onbegrijpelijke onwetendheid. Elk onderdeel van het plan getuigt, dat deze man zich bemoeid heeft, met een zaak, waar hij absoluut geen verstand van heeft".

Ook waterbouwkundig ingenieur Gilles, die door de oppositie opgeroepen was bevestigde: "Geen ingenieur, die bij zijn verstand is, zal door Chat-Moss gaan als hij een spoorbaan moet leggen van Liverpool naar Manchester".

Tijdens zijn twee dagen durend betoog noemde Alderson, het plan Stephenson "de grootste ongerijmdheid, die ooit in de hersenen van een mens was uitbroed". Schamper ging hij verder "Het komt mij voor, dat deze man niet in staat is om een behoorlijk spoorwegplan te maken ...".

In de slotrede, die Adams, advocaat van de spoorwegmaatschappij hield, onderstreepte hij de uitgebreide spoorwegervaring van Stephenson, in tegenstelling met ingenieur Gilles, die wel een goed civiel-ingenieur was, maar geen spoorwegervaring had.

Met stemverheffing vervolgde Adams: "Al wat ik U vraag, is, om dit nieuwe vervoersysteem niet in zijn wording te doden. Wat wij hier in Engeland zouden verwerpen, zal zeker door andere vooruitstrevende volken worden aanvaard. Mijn geachte tegenstander Alderson beroept zich bij het Parlement op de rechten van enkele personen, die bij dit spoorwegplan, iets van hun eigendom en grond moeten afstaan. Ik beroep mij op U, in naam van de 300 000 inwoners van Liverpool en Manchester. Ik beroep mij op U, in naam van het gehele vaderland en ik vraag U, dit spoorwegplan, met deze lokomotieftraktie een kans te geven".

Met 37 tegen 36 stemmen werden de voorlopige bepalingen van de akte goedgekeurd. De bijlagen waarin vergunning voor het bouwen van een spoorweg en machtiging tot grondonteigening werd gevraagd, werden echter met 9 stemmen tegen 13 verworpen.

Hierop trok Adams op last van Sandars de akte in, maar op 4 juni 1825 besloot Sandars door George en John Rennie en Charles Vignolles een nieuw ontwerp te laten maken.



Dit nieuwe ontwerp ontweek de landerijen en jachtvelden der grootgrondbezitters maar viel aanzienlijk duurder uit dan het plan Stephenson.

Van 6 tot 18 maart 1826 werden de voorlopige bepalingen der concessieaanvraag behandeld en met 43 tegen 18 stemmen aangenomen.

Na een krachtig betoog van Huskisson werden vervolgens ook de grondonteigeningsbijlagen aanvaard.

De goedkeuring in het Hogerhuis werd met nagenoeg algemene stemmen verkregen.

Zo werd op 5 mei 1826 tenslotte de concessie toegewezen.

## 2. Bouw van de Liverpool-Manchester-lijn.

George Rennie, die het goedgekeurde plan voor de Liverpool-Manchester-lijn had ontworpen wilde de leiding en de verantwoordelijkheid voor de bouw ervan slechts op zich nemen, mits zich voor dit werk niet volledig vrij te moeten maken en slechts 6 maal per jaar de werkzaamheden te controleren.

Daarom werd Stephenson in juli 1826 door het direktiekomitee aangesteld als chef van het bouwbureau van de 50 km lange, dubbelsporige Liverpool-Manchester-lijn, waarvan hij trouwens ook na de voltooiing (in 1830) tot in 1833 technisch bedrijfsleider zou blijven.

Na zorgvuldige keuze stelde Stephenson een staf van vier jonge universitaire technici aan, die hem reeds bij de bouw van de Stockton-Darlington-lijn hadden geassisteerd.

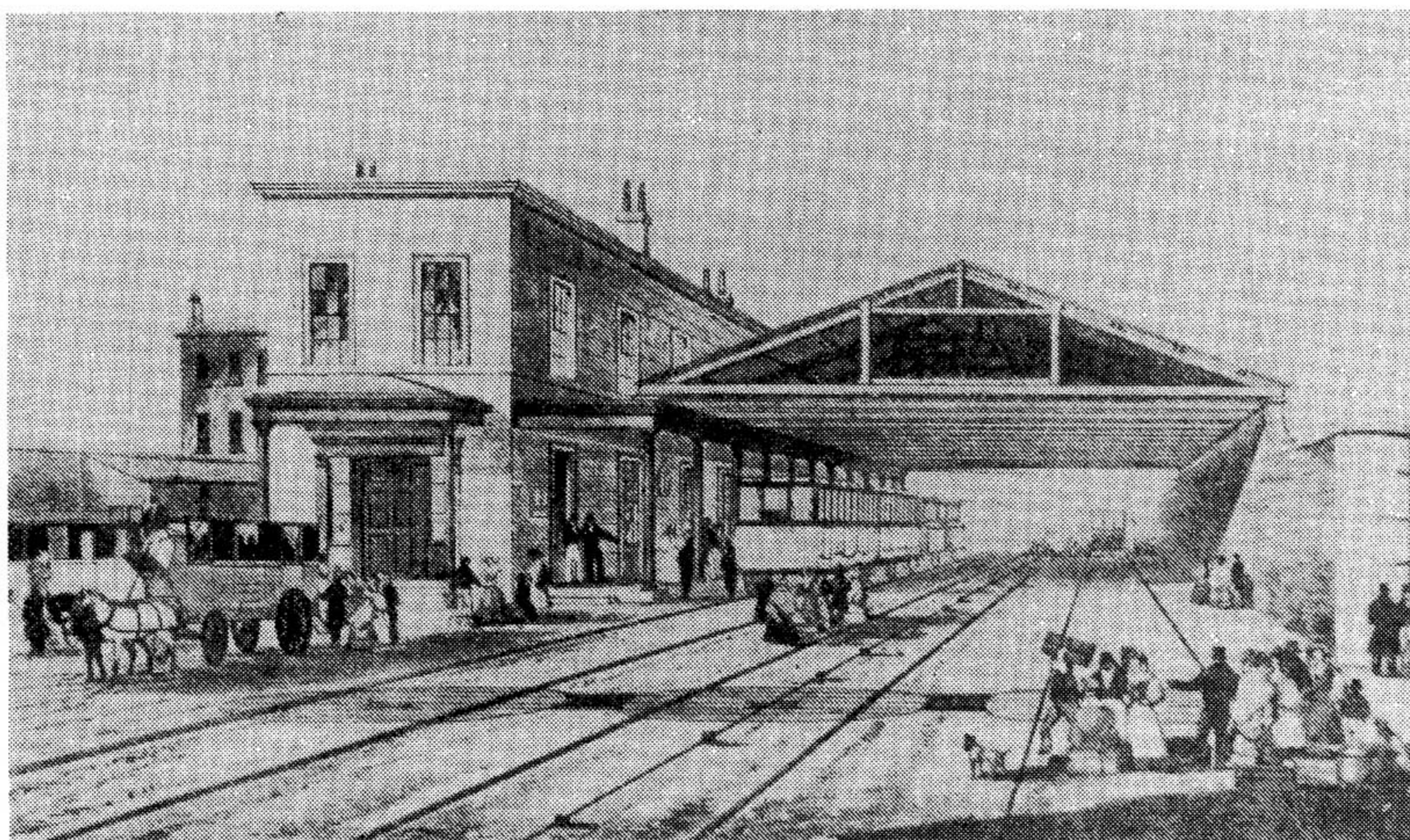
Onmiddellijk werd begonnen met het moeilijkste deel van het bouwwerk, het baanvak door het "Chat-Moss" moeras, waar ook volgens het Rennie-ontwerp de spoorweg overheen moest. Reeds bij de eerste verkenningen op het terrein ontsnapte Dixon, een der 4 assistenten van Stephenson, ternauwernood aan het verraderlijke veen.

Met lege teervaten werden damwanden gemaakt waartussen massa's zand werden gestort.

Na ruim 3 jaar arbeid was het Chat-Moss gedeelte, begin 1830 klaar, ongeveer gelijktijdig met de overige konstrukties van de spoorlijn.

De bouw volgens het Rennie-ontwerp vereiste trouwens nog andere ontzaglijke kunstwerken:

- even vóór Liverpool splitste de baan zich in 3 ondergrondse gedeelten: een korte tunnel voor kolenvervoer, een 2 km lange tunnel naar de havendokken en een 0,5 km lange tunnel naar het Liverpool station in Crownstreet (waar wegens de helling van 1/48 de traktie geschiedde met behulp van een 50 pk stoomlier) (afb. 30);
- nabij Liverpool moesten tot 25 m hoge rotsachtige heuvelruggen worden doorsneden: in totaal moest een half miljoen m<sup>3</sup> steengrond worden weggegraven;
- 63 bruggen voor rivieren en wegen boven of onder de spoorbaan moesten worden aangelegd; hieronder de 150 m lange brug over de Sankey rivier.



Afb. 30 — Het station van Liverpool (Crownstreet) in 1830. Op de voorgrond merkt men de draaischijven en in het middelste spoor de kabel voor de stoomliertrektie.

### 3. De keuze van het traktiesysteem voor de Liverpool-Manchester-lijn.

In 1829, toen de baanconstructie al flink gevorderd was, was over de traktievorm die zou gebezigd worden nog steeds niets beslist; oorspronkelijk werden alleen stoomlieren en paardentraktie in overweging genomen.

Van paardekracht was echter in 1828 reeds afgezien. In het voorjaar 1829 adviseerden de ingenieurs Walter van Limehouse en Restrick van Steurbridge na een bezoek aan de Stockton-Darlington-lijn en de Hetton- en Killingworth-mijn dat stoomliertrektie, de voorkeur verdiende boven de nog onvolmaakte stoomlokomotieven.

Stephenson had uiteraard steeds lokomotieftraktie sterk aanbevolen en had op 27 maart 1828 toestemming gekregen om een proeflokomotief te bouwen. Deze werd in 1829 ingezet voor het vervoer van materialen van en naar de bouwerven.

De meerderheid der direktieleden bleef ondertussen het systeem met stoomlieren voorstaan, aanvoerende dat de lokomotieven nog lang niet volmaakt waren, maar Stephenson hield niet op de lokomotieftraktie te verdedigen.

Op aanbeveling van kommissarissen Sandars en Rathborn besloot directeur Harrison de stoomlokomotief een eerlijke kans te geven. In het najaar 1829 zou een vergelijkende proef voor stoomlokomotieven worden ingericht, waaraan een premie van 500 Pond Sterling voor de beste lokomotief zou verbonden zijn.

Op 28 april 1829 werden de voorwaarden van deelname aan deze prestatieproeven, die te Rainhill zouden gehouden worden, veropenbaard door een bekendmaking, waarvan hier een verkorte vertaling volgt:

*Bepalingen en voorwaarden, waaronder de direktie van de Liverpool-Manchester-spoorlijn een premie van 500 Pond voor de beste lokomotief toekent.*

- 1) De lokomotief moet de brandstof op effectieve wijze verbruiken zonder rook.
- 2) Met een eigen gewicht van 6 ton, moet de lokomotief in staat zijn, dag na dag, op een goed gebouwde waterpasse spoorbaan, een wagenkonvooi van 20 ton, met inbegrip van tender en watertank, te slepen aan een snelheid van 10 mijl/uur. De stoomdruk mag  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  niet overschrijden.
- 3) De machine moet met 2 veiligheidskleppen zijn uitgerust, waarvan één volledig buiten het bereik van de machinist.
- 4) Ketel en machine moeten afgeveerd zijn en rusten op 6 wielen. De maximumhoogte tot de top van de schoorsteen mag hoogstens 15 voet bedragen.
- 5) Met het water in de ketel mag de machine niet meer dan 6 ton wegen. De voorkeur wordt gegeven aan lichtere machines, voor zover zij een evenredige last kunnen slepen: een lokomotief van 5 ton moet slechts 15 ton slepen, op voorwaarde dat zij eveneens op 6 wielen rust; vanaf 4,5 ton mag de lokomotief op 4 wielen rusten. De Maatschappij heeft het recht, ketel, vlampijpen, cilinder, enz. te beproeven op waterlast tot maximaal  $10,5 \text{ kg/cm}^2$ , zonder verantwoordelijk te zijn voor beschadigingen die er zouden kunnen uit voortvloeien.
- 6) Een kwikmanometer moet aangebracht zijn, waarop de stoomdruk tussen 3 en  $4,5 \text{ kg/cm}^2$  afleesbaar is.
- 7) De proefklare lokomotief moet ten laatste op 1 oktober worden afgeleverd.
- 8) De prijs van de aangenomen lokomotief mag 550 pond niet overschrijden.

#### 4. De Rainhill-wedren.

Een tiental deelnemers hadden zich aangemeld, maar slechts 5 kwamen tijdig klaar. Op 5 oktober 1829 werd onderstaande lijst van deze deelnemers uitgegeven:

- 1) "The Novelty" van Braithwaite en Ericsson uit Londen;
- 2) "The Sans Pareil" van Hackworth uit Darlington;
- 3) "The Rocket" van Robert Stephenson uit Newcastle-upon-Tyne;
- 4) "The Cycloped" van Brandreth uit Liverpool;
- 5) "The Persévérance" van Burstall uit Edinburg.

Een korte beschrijving van deze aangeboden vijf lokomotieven volgt hierna.

*"The Novelty" van Braithwaite en Ericsson (afb. 35).*

- Twee-assige lichte stoom-autobus aangepast voor spoorweggebruik.
- Kleur: koper en blauw.
- Gewicht: ledig 2,6 ton; met voorraad: 4 ton.
- Wieldiameter: 1,30 m.

- Ketel: bestaande uit horizontaal cilindrisch gedeelte (diam. 38 cm; lengte: 366 cm) met drie in serie geplaatste vlampijpen, en aansluitend op een verticale, cilindrische, met water omspoelde vuurkist; verwarmingsopp.: vuurkist 0,88 m<sup>2</sup>; vlampijpen 1 m<sup>2</sup>.  
Cokes werd van boven door cilindrische pijp op vuur geworpen. Het vuur werd aangewakkerd door een ventilator, aangedreven door één der wielassen.
- Twee stoomcilinders (diam.: 152 mm; slag: 305 mm) vertikaal naast elkaar boven drijf-as opgesteld.

John Ericsson, geboren op 31/7/1803 in Zweden, nam in 1826 ontslag bij het Zweedse leger. Na een kort verblijf in Engeland, kwam hij naar België, om er in de machinefabrieken van Cockerill in Seraing te werken. Terug in Engeland zocht hij contact met machinekonstrukteur Braithwaite en was vooral actief op het gebied van de stoomwegvoertuigen.

Zijn Novelty was in grote haast gebouwd, hetgeen zich bij de prestatieproef wreekte, al had ze bewezen, heel wat kwaliteiten te bezitten. Na herstelling deed ze trouwens nog dienst op een zijlijn van de Liverpool-Manchester-lijn en werden er nog enkele exemplaren van nabesteld.

In 1829 ontwierp Ericsson de eerste stoombrandspuit en in 1836 volgde een scheepsschroef. In 1839 week hij uit naar Amerika en verwierf er roem met zijn marinestoomschip "Princetown" (1843).

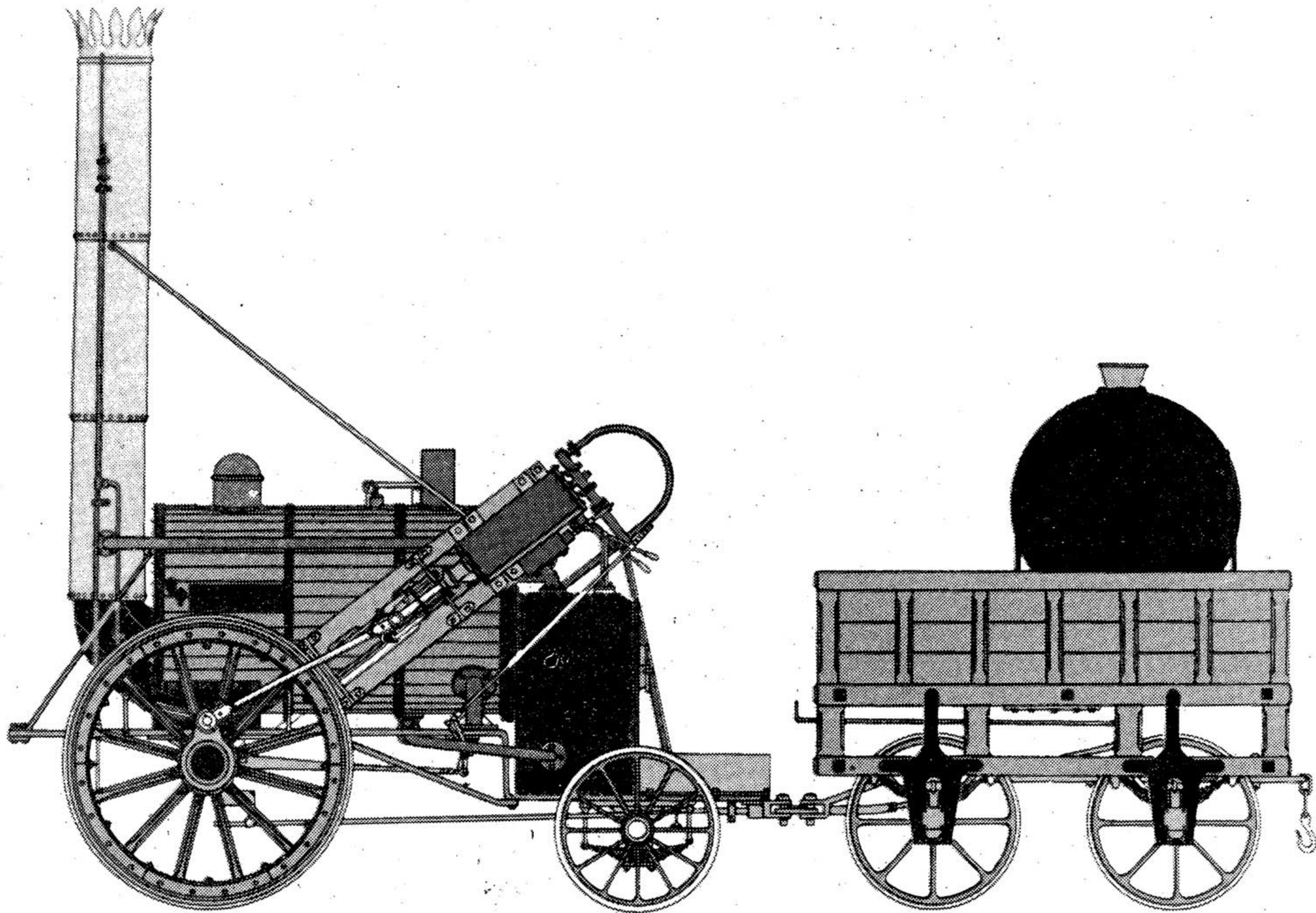
*"The Sans Pareil" van Hackworth* (superintendant van de Stockton-Darlington-lijn) (afb. 36).

- Kleur: groen, geel en zwart.
- Gewicht: 4826 kg ritvaardig.
- Wieldiameter: 1,8 m.
- Ketel: (diam. 1,27 m; lengte 180 cm) met U-vormige vlampijp.
- Vertikale cilinders (diam. 178 mm; slag 457 mm) opgesteld boven de achteras.
- Aandrijving door kruk- en drijf-stangmechanisme; wielen verbonden door koppelingen.

*"The Rocket" van Robert Stephenson* (afb. 31).

- Twee-assige lokomotief; kleur: geel en zwart; ketel omkleed met planken.
- Drijfwielen: (diam.: 1420 mm) vooraan; loopwielen (diam.: 762 mm) achteraan.
- Houten spaakwielen: houten velg met ijzeren band omklemd, waarrond tweede smeedijzeren wielband met loopvlak en krans.
- Gewicht lokomotief: 4,3 ton (adhesiegewicht: 3 t) — Gewicht tender: 3,25 ton.
- Lokomotief, noch tender hadden rem.
- Stoomketel: lengte: 1,8 m; diam.: 1 m; stoomdruk: 3,5 kg
  - horizontale cilindrische ketel met 25 ingekraalde vlampijpen (diam.: 76 mm);
  - om voldoende trek te behouden, automatisch aangepast aan het benodigd vermogen, mondden de twee stoomuitlaten uit, aan weerszijden in de schoorsteen;
  - afzonderlijke, wateromspoelde vuurkist met bouten aan ketel bevestigd;
  - onderkant van schoorsteen was klokvormig over vlampijpuiteinden gestulpt; hierin mondden de stoomuitlaatpijpen uit;
  - roosteropp.: 0,56 m<sup>2</sup>;
  - verwarmingsopp.: vuurkist 1,86 m<sup>2</sup>; vlampijpen 10,94 m<sup>2</sup>.
- Cilinders: (diam.: 203 mm; slag: 419 mm) met 2 staven en enkele bouten zeer wankelbaar in hellende stand (35°) bevestigd aan de zwakke ketelsteunen.

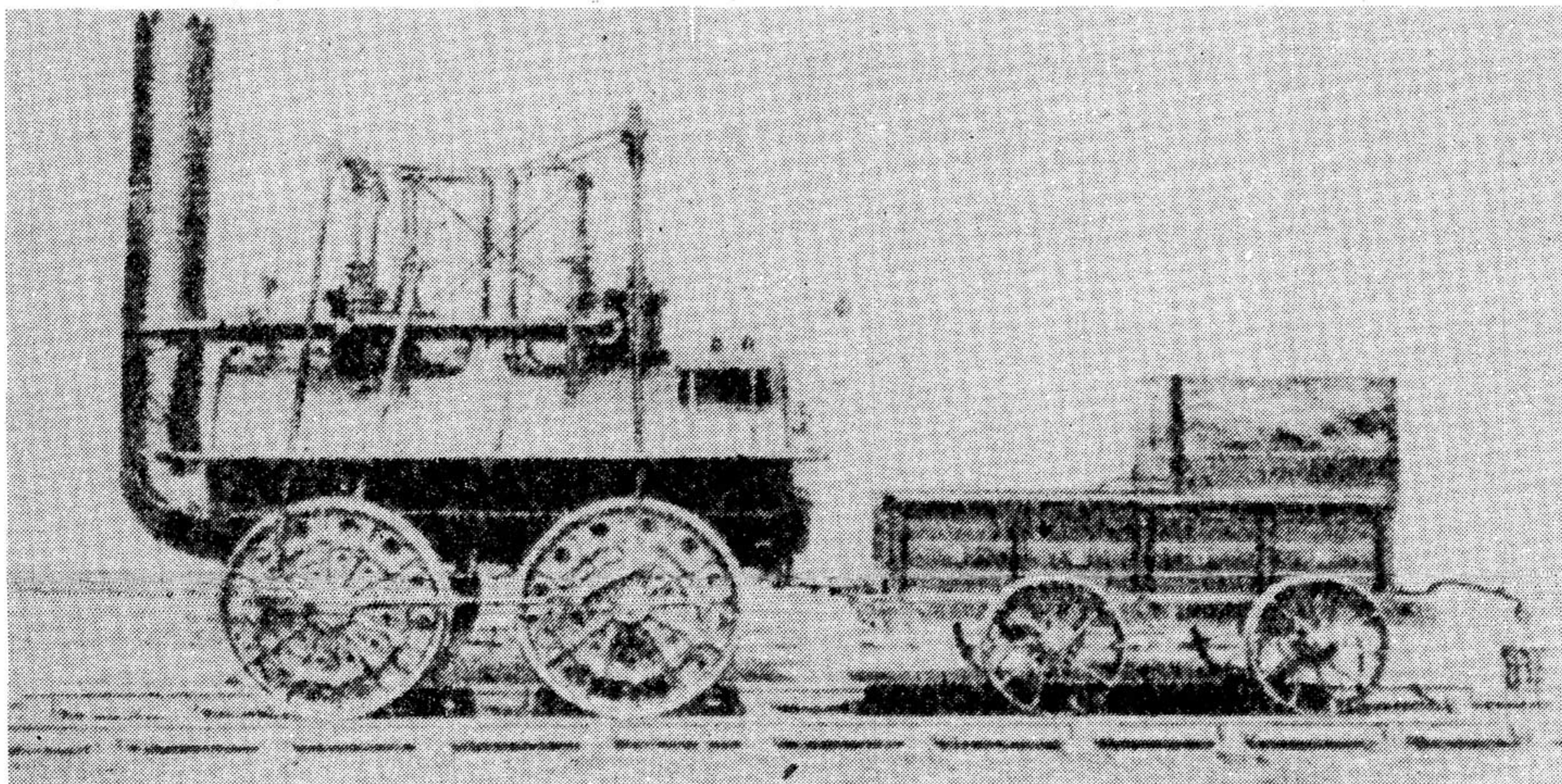
- Keuze van rijrichting: per cilinder waren 2 excentrieken voorzien (één per rijrichting), op de drijfas in de juiste stand bevestigd. Aan iedere kant van deze excentrieken was een koppeling, bediend door een pedaal. Na ontkoppeling lieten hefboomen toe de excentrieken korrekt in te stellen, waarna opnieuw gekoppeld werd (afb. 31).



Afb. 31 — "ROCKET".

*"The Persévérance" van Burstall (afb. 32).*

Stoomautobus aangepast voor spoorweggebruik (van de "Persévérance" van Burstall is slechts weinig gekend, tenzij dan dat hare prestaties op de Rainhill-wedstrijd onbeduidend waren).



Afb. 32 — "PERSÉVÉRANCE".

*"The Cycloped" van Brandreth (afb. 33).*

Op een wagen werd een rol aangedreven door een band zonder einde, die door het trappelen van een paard werd voortbewogen. De draaiende beweging van de rol werd overgebracht op een wielas. Uiteraard werd deze mededinger, van bij het begin, door de jury uitgeschakeld.

### De Rainhill-wedren.

Reeds de dag na de officiële bekendmaking van de deelnemers ving de wedstrijd aan.

Iedere lokomotief moest aan een gemiddelde snelheid van minstens 16 km/uur, 20 maal met een aantal wagens heen en weer rijden op het 3 km lange baanvak (40 x 3 km stemde nagenoeg overeen met de afstand Liverpool-Manchester heen en terug).

Jurylid Rastrick noteerde minutieus op de sekonde na alle bijzonderheden van deze historische wedren, zodat het verloop van deze gebeurtenis tot in detail, voor ons nauwkeurig is bewaard gebleven.

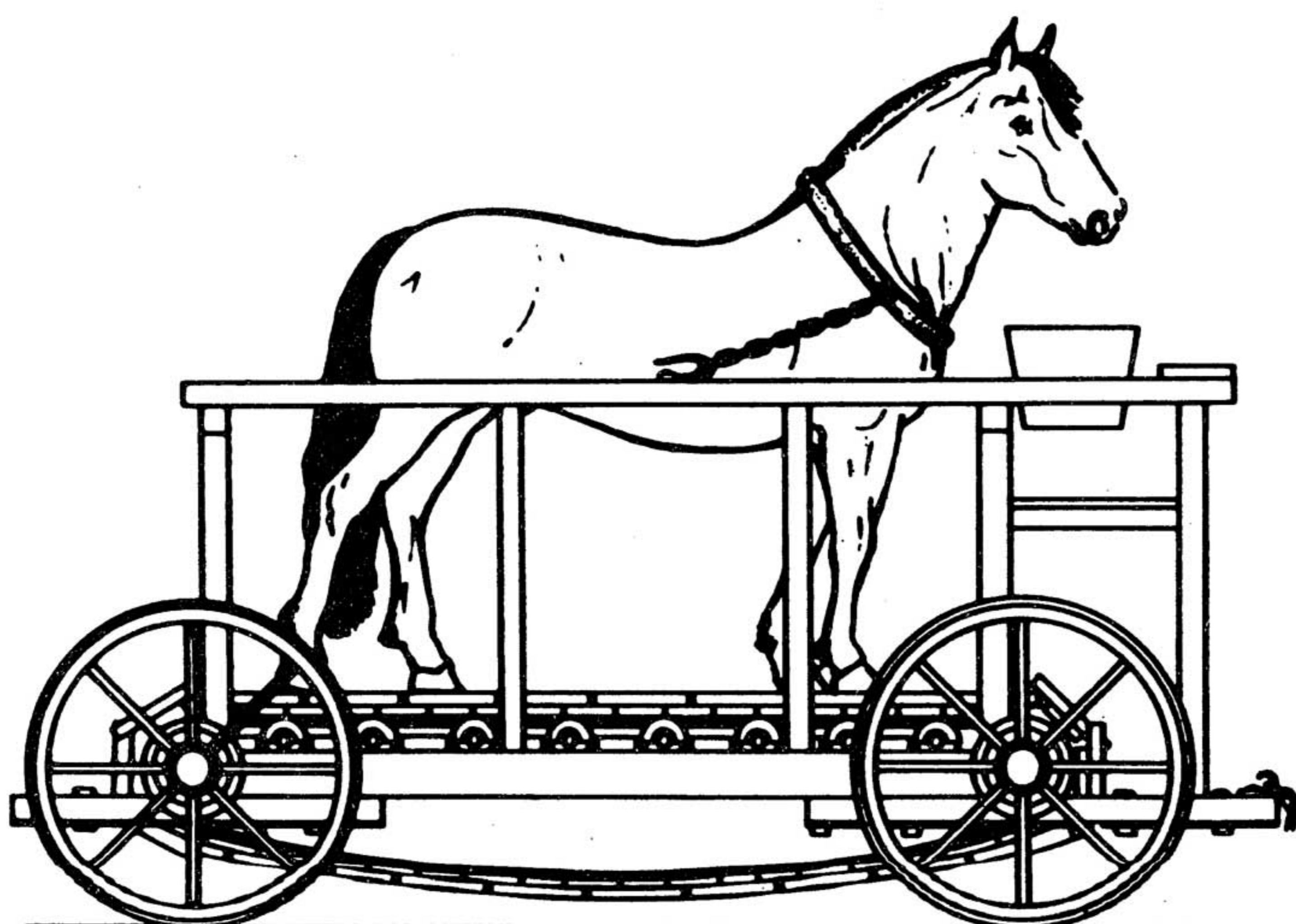
### Dinsdag, 6 oktober (1<sup>e</sup> kennismakingsdag).

Op de Rainhill-heuvel begon de wedstrijd, die het tijdperk van de stoomlokomotief definitief zou inluiden. Ongeveer 15.000 toeschouwers sloten het 3 km lange parcours af. Op de tribune aan de startpost zaten hoogwaardigheidsbekleders en het beoordelingskomitee.

Stephenson reed met de "Rocket", tweemaal heen en weer, eerst met 3 wagens aan 20 km/uur, nadien ledig aan 30 km/uur. (Bij gebrek aan wissels op het uiteinde van het parcours, moesten de wagens bij de terugreis worden opgeduwd).

Hierna volgde Timoth Hackworth met zijn "Sans Pareil" zonder wagens.

Algemene hilariteit verwekte vervolgens "The Cycloped" (paardentredmolenmachine) van Brandreth die met voetgangerssnelheid het parcours afsukkelde en uiteraard met zijn paardegedoe door de jury prompt werd uitgeschakeld (afb. 33).



Afb. 33 — De tredmolen  
"CYCLOPED".

De jonge Zweed John Ericsson verwekte tenslotte sensatie en werd algemeen favoriet door met zijn lichte Novelty-lokomotief, vlag in top, een snelheid van bijna 50 km/uur te bereiken.

Als attractie buiten mededinging werd de dag besloten door een "mamotive", twee-assig rijtuigje met 6 passagiers, voortbewogen aan voetgangerssnelheid door een propeller die door 2 man werd aangedreven.

Woensdag, 7 oktober (2<sup>e</sup> kennismakingsdag).

Wegens averijen aan de blaasbalg van de "Novelty" en aan de stoomketel van de "Sans Pareil" waren beide machines buiten bedrijf. Alleen Stephenson maakte, ondanks de najaarsregenbuien, enkele trips met zijn "Rocket" en enkele aanhangwagens waarbij hij een gemiddelde snelheid van 25 km/uur bereikte.

Donderdag, 8 oktober ("Rocket"-dag) (afb. 34).

8 Oct. 1829.		Stopped at end of 1 <sup>o</sup> experiment 13.48.38" Started again 14.3.12"						Observations.
Observations	n <sup>o</sup> of trip	a	b	c	d	e	f	Observations.
Started 14.3.12"	1	14.5		6'15"		14.11		as at the 50 lbs/sq. inch greasing wagqons
	2	14.21	7'32"			14.13		
	3	14.23	5'37"			14.29		
	4	14.39	7'20"			14.31		
	5	14.41	5'17"			14.47		
	6	14.56	6'12"			14.50		
	7	14.59	7'6"			15.5		
took in 1.0.2 of cokes	8	15.3	6'47"			15.9		
	9	15.19	6'5"			15.25		
	10	15.34	6'33"			15.27		
	11	15.36	5'51"			15.42		
	12	15.52	7'18"			15.45		
	13	15.54	6'9"			16.0		
	14	16.11	7'16"			16.3		
	15	16.13	5'23"			16.18		
	16	16.30	8'19"			16.22		
	17	16.32	5'25"			16.38		
	18	16.47	6'32"			16.40		
	19	16.48	3'44"			16.52		
Stopped 17.0.21	20	17.00	5'18"			16.54		
2.57.9" total time occupied in this experiment		0.24.4"	1.9.37"	0.57.12"		0.26.16"		
			2.6.49"		H.Br.		water re- maining in cask 6.5 gallons	

Nagetekend en iets vereenvoudigd schema zoals het jurylid Rastrick dit Donderdagmiddag 8 October 1829 van de 10 middagtrips der „Rocket" maakte. In kolom a werden de rijtijden genoteerd van post 5 naar post 1 door Rastrick. In kolom f hetzelfde voor de afstand van post 2 naar post 3 door Wood. Verder noteerde Rastrick in kolom b de vertrek- resp. aankomsttijd van de ritten over het 2400 meter gedeelte. Hetzelfde deed Wood in kolom e. In kolom c en d staan de rijtijden genoteerd. Het schema waarin alles op de seconde nauwkeurig stond opgetekend spreekt verder voor zichzelf.

Afb. 34.

Om 9 h 15 begon Stephenson, met zijn zoon Robert en sekretaris Booth het vuur op de "Rocket" aan te maken; om 10 h 30 meldde hij zich bedrijfsklaar aan de start en op 10 h 36 vertrok hij met 3 wagens voor zijn eerste 10 heen- en terugtrips aan een gemiddelde snelheid van 25 km/uur (maximaal: 40 km/uur): twee maal werd water bijgevuld (2 x 6 emmers).

Na een middagpauze van 15 minuten ving het namiddagprogramma aan, eveneens met 10 heen- en weerritten: hierbij werd éénmaal cokes en nog éénmaal water bijgevuld.

Om 21 sekonden over 5 eindigde de "Rocket" zijn laatste trip; de stoomdruk was nog steeds normaal.

Moe, vuil en bezweet werden de pioniers door het uitbundige publiek met gelukwensen overstelpt.

#### Vrijdag, 9 oktober.

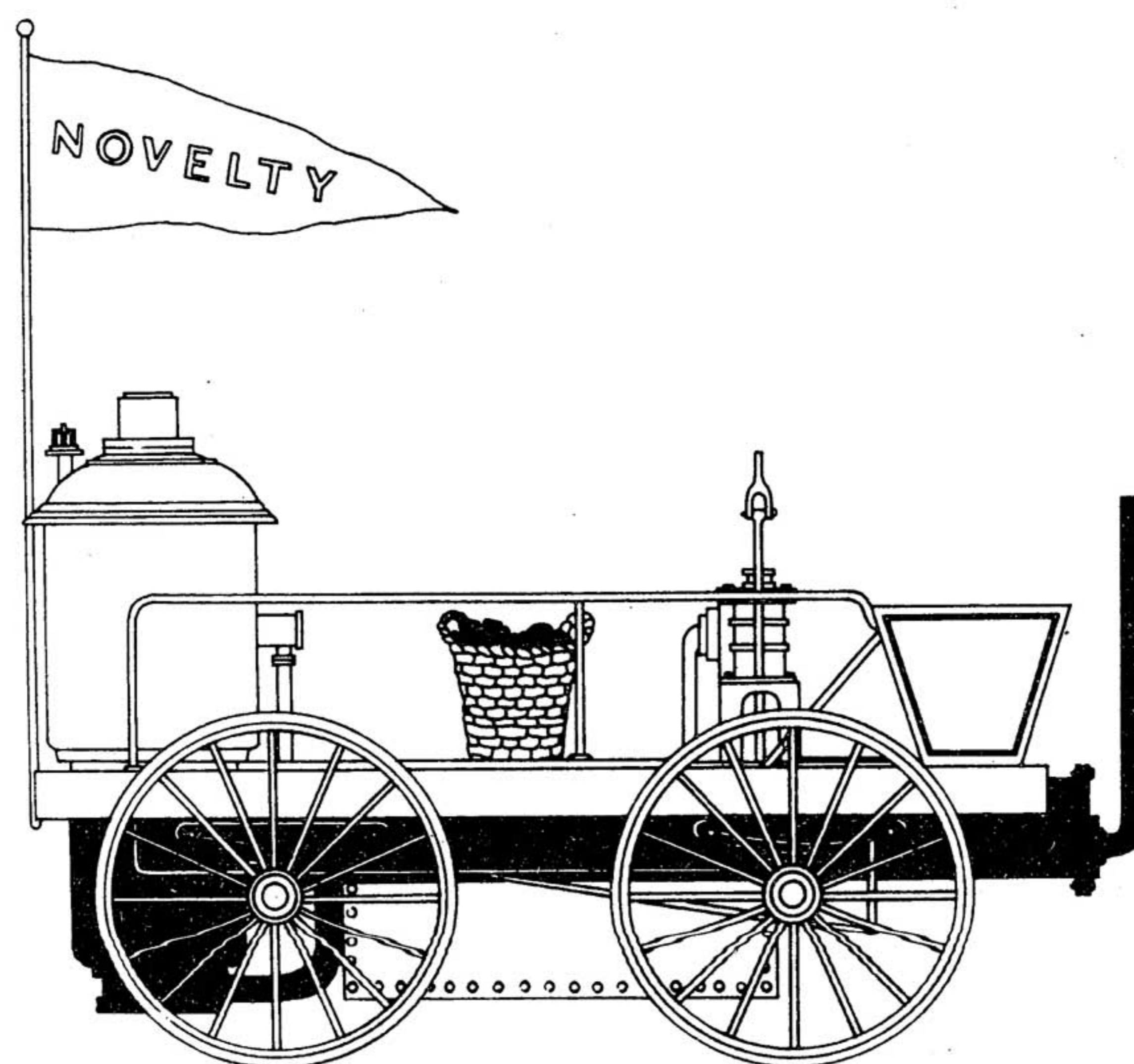
De ganse dag ging verloren aan diskussies tussen de direktie en Ericsson over de te slepen last.

#### Zaterdag, 10 oktober, de "Novelty"-dag.

Reeds bij de eerste trip scheurde een aanvoerstoempijp. Tijdens de herstelling maakte Stephenson voor het ongeduldig publiek, met de "Rocket" een paar ritten zonder tender, waarbij een snelheid van 50 km/uur werd bereikt.

Eens de reparatie voltooid, deed de "Novelty" enkele demonstratieritten met 45 passagiers aan 50 km/uur, maar voor de vereiste volledige prestatie was het te laat.

Op zaterdagavond werden deelnemers, juryleden en hoofdambtenaren op een diner vergast.

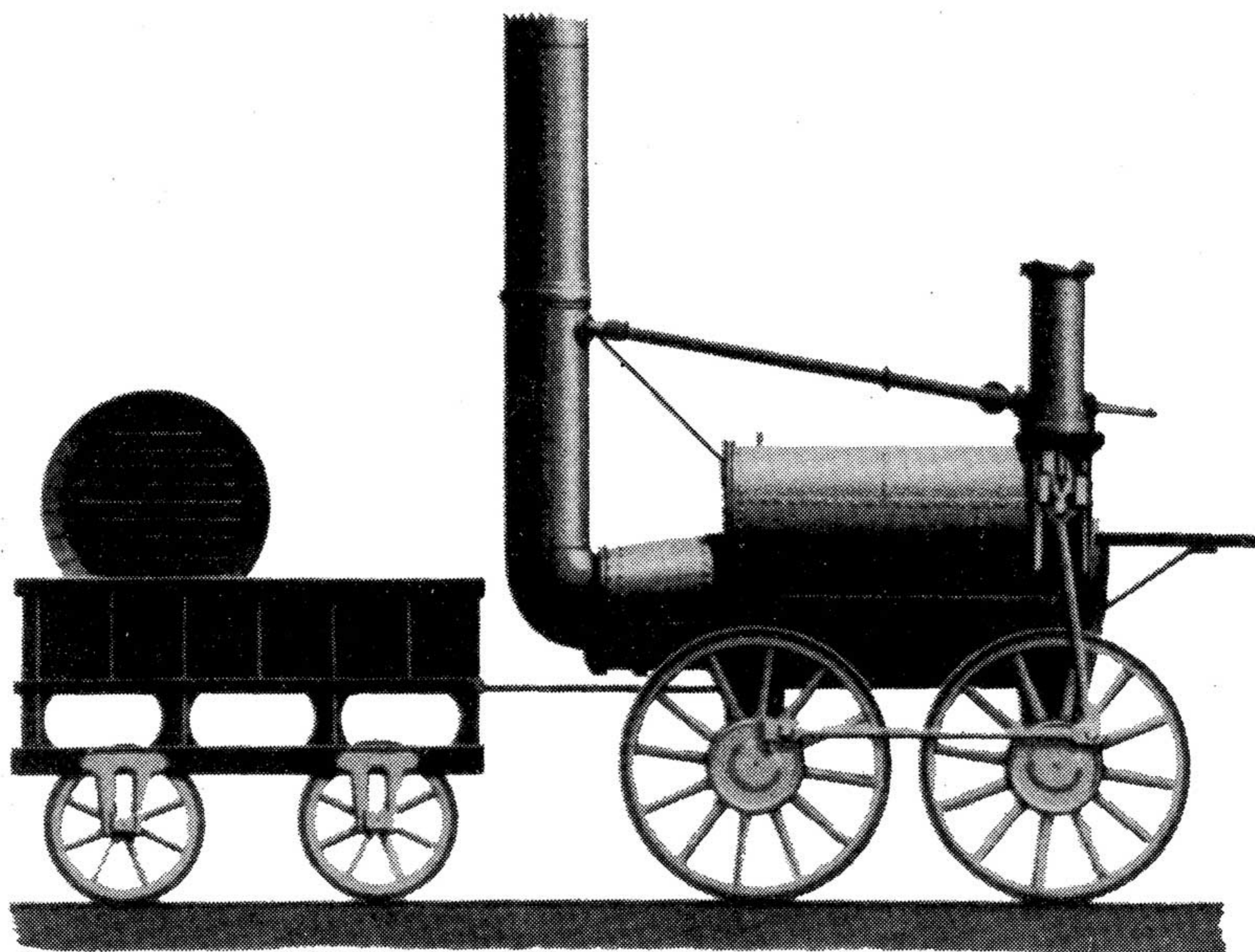


Afb. 35 — "NOVELTY".



Dinsdag, 13 oktober, de "Sans Pareil"-dag.

Na een betrekkelijk goed begin (gemiddelde snelheid: 20 km/uur; maximaal: 26 km/uur) maar abnormaal hoog verbruik (per uur 350 kg cokes en 1,5 m<sup>3</sup> water) raakte bij de 8<sup>e</sup> trip de voedingspomp defekt en smolt de veiligheidsprop door te hoge waterstand (afb. 36).



Afb. 36 — "SANS PAREIL".

Ook voor de "Sans Pareil" was de strijd gestreden.

(De "Persévérance" was reeds vroeger door de jury buiten wedstrijd gesteld, aangezien ze praktisch geen enkele trip behoorlijk had volbracht).

**DE "ROCKET" HAD NIET ALLEEN IN EEN WEDSTRIJD GEZEGEVIERD.**

**VOORTAAN ZOU DE STOOMLOKOMOTIEF DE MOTOR ZIJN VAN DE TECHNISCHE REVOLUTIE VAN DE 19<sup>e</sup> EEUW.**

Na de Rainhill-wedstrijd werden voor de inhuldiging van de Liverpool-Manchester-lijn nog 8 stuks, gelijkaardig aan "Rocket" nabesteld, waarbij echter de cilinders lager waren opgesteld.

Bij de inhuldiging van de Liverpool-Manchester-lijn op 15/9/1830 sleepte de "Rocket" trein n<sup>o</sup> 4. Nog voordien had zij reeds op 21 en 28 augustus reizigers-treinen verzekerd tussen Liverpool en de viadukten van Sankey en Irwell. Ook nadien reed ze nog enkele excursietreinen; bij één ervan brak, op het viadukt van Chat-Moss, de tenderas, waarbij het waterreservoir kantelde en een man werd gedood.

Op 5/2/1831 zou de "Rocket" in de uitgraving van de Olijfberg gekanteld zijn waarna zij niettemin toch nog, met verwrongen as, reizigerstreinen zou hebben gesleept.

In april 1837 werd zij voor 300 Pond Sterling verkocht aan Mark Thompson voor de "Brampton"-spoorweg van de Cumberland-mijn. Hier zou zij onder meer op 10/8/1837 aan 85 km/uur (?) de stembiljetten van de parlementsverkiezing van het stembureau naar het telbureau hebben gebracht.

In 1840 werd zij wegens haar geringe adhesie en de noodzaak tot belangrijke herstellingswerken uitgeweken in Kirkhause. In 1850 werd zij in de Stephenson-fabrieken terug in staat gesteld voor de Grote Expositie van 1851. Zij werd er echter niet tentoon gesteld en keerde terug naar Kirkhause, om in 1862 te worden overgedragen aan het "Science Museum" te Londen waar zij tot 1886 in een rommelmagazijn zou zijn ondergedoken, om tenslotte te belanden in de Centrale Hal van Machine-Gallery.

Bij gelegenheid van de eeuwfeest-herdenking der L.-M.-spoorweg liet de Amerikaanse autokoning Henry Ford I, voor zijn museum te Detroit, door de Stephenson-fabrieken te Darlington een volmaakt getrouwe nabootsing maken van de "Rocket", zoals zij er in 1829 had uitgezien (doordat de "Rocket" in de loop der jaren talrijke wijzigingen had ondergaan, waren de opzoekingen naar de oorspronkelijke vorm bijzonder moeilijk).

## 5. Inhuldiging van de Liverpool-Manchester-lijn.

Begin januari 1830 was het baanvak enkelsporig klaar. Een half jaar nadien waren beide sporen voltooid, en op 14 juli 1830 had met de "Rocket" een eerste proefrit tussen Liverpool en Manchester plaats, waarbij naast Stephenson, de poolreiziger Scoresby had plaatsgenomen. De proefrit gaf volledige bevrediging (heenreis: 2 uur; terugreis: 1 1/2 uur).

Op 15 september 1830 had de officiële inhuldiging plaats.

Boven op de Olijfberg, op de Hutton-heuvel en bij het Sankey-viadukt waren de mensen met duizenden van wijd en zijd samengedruimd.

Acht feesttreinen waren ingelegd:

- Eretrein: lok. "Northumberland", machinist George Stephenson;
- Trein 2: lok. "Phoenix", machinist Robert Stephenson;
- Trein 3: lok. "North Star", machinist Robert Stephenson Senior;
- Trein 4: lok. "Rocket", machinist Locke;
- Trein 5: lok. "Dart", machinist Gook;
- Trein 6: lok. "Comet", machinist Allcard;
- Trein 7: lok. "Arrow", machinist Swanwick;
- Trein 8: lok. "Meteor", machinist Harding.

Om 10 h 50 gaf een kanon het startschot en zetten de 8 treinen zich in beweging.

In Parkside werd Huskisson, die tijdens het waternemen met staatssecretaris Sir Robert Peel in het spoor stond te praten, aangereden door de "Rocket"; 's avonds zou hij aan de opgelopen verwondingen overlijden. Sir Peel overwoog de ceremonie stop te zetten, maar na bespreking werd tenslotte besloten het programma normaal af te werken.

Bij aankomst te Manchester werden de treinen door een menigte van tienduizende uitbundige toeschouwers met begeestering verwelkomd.

Nota: Op 3 mei 1830 was ook reeds tussen Canterbury en Whitstable een kleine spoorweg geopend, die echter slechts werkte met één lokomotief en enkele stoomlieren.

Op 22 mei 1830 werd in Amerika de Baltimore en Ohio-spoorweg (25 km) geopend, echter oorspronkelijk alleen met paarden- en muilezeltraktie.

Bij de inhuldiging van de lijn Liverpool-Manchester bevond zich onder de eregasten, prins Leopold van Saksen-Coburg, die voor de onderneming vol bewondering was. Wellicht kon prins Leopold toen nog niet vermoeden dat hij enkele maanden nadien zou worden gekroond tot koning van het onafhankelijk geworden België. Trouwens is het dank zij zijn persoonlijke overtuiging en inzet dat tussen Brussel en Mechelen, de eerste openbare spoorlijn van het Europese vasteland zou worden aangelegd, spoorlijn die tevens de aanloop was tot het allereerste spoorweg*net* ter wereld.

## **6. Eerste exploitatiejaren van de Liverpool-Manchester-lijn.**

Vrij snel werd de reisduur tot 1 uur ingekort. De treinen bestonden uit 6 rijtuigen, elk voor 3 x 6 personen. Onderweg werd eenmaal gestopt om water bij te vullen, en om de mijl stond een wachter om de rails vrij van stenen te houden.

Aan de tunnel van Liverpool werd de lokomotief losgekoppeld en de trein door een stoomlier langzaam de helling opgetrokken.

## V. NABESCHOUWINGEN.

### 1. De laatste levensjaren van George Stephenson.

Van 1834 tot 1837 hield Stephenson te Londen een adviesbureau voor spoorweg-aangelegenheden en legde hij met zijn uitgebreide staf een ongekennde bedrijvigheid aan de dag. (Spoorwegen rezen toen inderdaad als het ware uit de grond). Hijzelf nam de Noordelijke projekten in Engeland voor zich, zijn zoon Robert de Zuidelijke. Op de inhuldiging van de eerste Belgische spoorlijn Brussel-Mechelen op 5 mei 1835 was George Stephenson trouwens te gast.

In 1838 staakte hij zijn aktiviteiten als spoorwegadviseur om zich uitsluitend te wijden aan het mijnbedrijf te Clay Cross, waar hij, zijn eigen afkomst niet vergetend, heel wat sociale maatregelen trof.

In 1841 trok hij zich terug in zijn landhuis "Taptonhouse" maar in 1847 aanvaardde hij toch nog een adviserende opdracht bij een spoorwegaanleg in Spanje, en deed er een pleuris op, waarvan hij niet volledig genas.

Op 12 augustus 1848 overleed hij in zijn "Taptonhouse".

### 2. Robert Stephenson 16/12/1803 — 12/10/1859.

Aangezien George Stephenson heel zijn leven de gevolgen van een gebrekkige opleiding had ondervonden, had hij reeds in zijn mijnwerkersperiode, extra werkjes opgeknapt, om zijn zoon Robert (afb. 37) een behoorlijke opvoeding te geven.



Afb. 37 — Robert Stephenson.

Nicolaas Wood, hoofdopzichter te Killingworth en vriend van Stephenson gaf Robert een driejarige opleiding als mijnopzichter.

Aan de universiteit van Edinburg blonk hij uit door zijn intelligentie. Om de zware financiële last voor vader Stephenson te verlichten, stelde hij de teksten van de colleges op, die hij aan zijn medestudenten verkocht.

Na zijn universitaire opleiding ging Robert naar Columbia als mijnbouwadviseur.

Aangezien de fabriek, door vader Stephenson in 1824 opgericht, bij gebrek aan voldoende orders de eerste jaren met verlies werkte, kwam Robert in 1827, op verzoek van vader, terug naar Newcastle en nam er de leiding van de fabriek.

In 1828 bouwde hij er een nieuw lokomotieftype, de "Lancashire Witch" (met schuin opgerichte cilinders), waarvan er verscheidene werden gebouwd.

Voor de Liverpool-Manchester-lijn ontwierp hij de stoomlieren.

In feite was hij ook de ontwerper van de "Rocket"; de idee van de vlampijpketel, die het succes van de "Rocket" mede verzekerde, kwam van Henry Booth, sekretaris aan de Liverpool-Manchester direktie.

Robert Stephenson ontwierp ook talrijke bruggen, waaronder de 3 km lange Victoria-brug te Montreal.

Hij overleed te Londen op 12/10/1859.

### **3. Evolutie van de stoomlokomotief de eerste jaren na Stephenson.**

Na de lokomotieven-wedren van Rainhill zouden de Stephensons nog vele jaren de hoofdfiguren van heel het spoorweggebeuren blijven. In hun fabrieken zouden door zoon Robert, door Henry Booth en door andere medewerkers, hun stoomlokomotieven voortdurend verbeterd worden, waardoor de verwezenlijkingen van andere lokomotiefbouwers enigszins in de schaduw werden gesteld.

Sommigen van de lokomotieven van deze concurrenten betekenden trouwens een stap achteruit:

- bij de lokomotief "Caledonian" (1832) van de Gallawayfabriek werden de cilinders opnieuw bovenop de ketel geplaatst en was opnieuw een stangenoverbrenging vereist om de twee gekoppelde assen aan te drijven;
- bij de "Experiment" (1833) van de "Sharp Roberts"-fabriek hingen de stoomcilinders vertikaal in het midden onder de stoomketels.

Ook in andere landen, waar de spoorweg geleidelijk ingang vond, zou praktisch steeds worden uitgegaan van de verwezenlijkingen van Stephenson. Verdere technische verbeteringen zouden slechts van omstreeks 1840 af, uit noodzaak van hogere vermogens en hogere snelheden ontstaan.

In Amerika waar in 1830 de Baltimore en Ohio-lijn met paarden- en muilezeltraktie was in dienst gesteld, was datzelfde jaar door Peter Cooper (lijmfabrikant) met de hulp van Ross Winans (paardenkoopman) een kleine experimentele lokomotief gebouwd, die het echter in een wedren tegen een paardengespan moest afleggen. Toch was directeur Thomas voldoende door de proeven overtuigd, om later zijn spoorlijn op stoomtraktie over te schakelen.

Nog in Amerika vervaardigde in 1832 Matthias Baldwin in Philadelphia zijn eerste lokomotief "Old Ironsides" naar Engels model. Wegens de vele bochten en de zwakke bovenbouw van de Amerikaanse spoorlijnen en teneinde hogere lasten te kunnen slepen, bouwde hij in 1842 de eerste lokomotief met drie gekoppelde assen, waarvan alleen de drijf-as vast gelagerd was en de twee koppelassen zijdelings konden bewegen: zulks was mogelijk dank zij de "Baldwin Flexible Beam Truck".

In Frankrijk, waar reeds in 1826, Marc Seguin en Edward Biot vergunning hadden verkregen voor de bouw van een goederenspoorlijn Saint-Etienne-Lyon en in 1827 een eerste lokomotief in Engeland was besteld, was deze lijn in 1832 nog steeds niet voltooid.

In 1834 werd ook de bouw van de lijn Parijs-Saint-Germain vergund en in 1842 ontwierp Clapeyron, directeur bij deze lijn, een gewijzigd stoomverdelingsmechanisme, die stoomexpansie gedurende een deel van de zuigerslag zou toelaten.

Ook in België zouden vele technici in de verdere ontwikkeling van de stoomlokomotief een belangrijke rol vervullen: het nieuwe stoomverdelingsmechanisme, dat de jonge Mechelse mecaniciens WALSCHAERTS ontwierp en over de hele wereld werd verspreid, was er één van de eerste en belangrijkste van.

#### 4. Wedijver tussen weg en spoor bij de eerste spoorvoertuigen.

De spoorweglokomotief in haar definitieve vorm is ontstaan door de combinatie van twee nieuwe technieken: het stoomvoertuig enerzijds en het geleide ijzeren spoor anderzijds.

De eerste stoomvoertuigen waren nochtans bestemd om te rijden op gewone wegen: het stoomreactie-voertuig van Newton; het stoomturbine-voertuig van Verbiest; de stoomlorrie van Cugnot; het stoom-rijtuig van Murdoch en dat van Symington.

Bijna gelijktijdig met het amfibie-rijtuig van Oliver Evans, bouwde ook Trevithick zijn eerste voertuig voor de gewone weg. Ook nadat hij overtuigd was, dat wegens de logge massa van de stoommachine deze voertuigen veeleer voor het vervoer op spoorbanen waren aangewezen, zou hij toch nog zijn stoomcarrosse door de straten van Londen laten rijden.

De wedijver tussen weglokomotieven en spoorlokomotieven was hiermee echter niet van de baan. De ontwikkeling van "steamroad-locomotives" werd trouwens in Engeland van staatswege door toelagen gesteund terwijl de spoorlokomotieven oorspronkelijk heel wat wantrouwen verwekten. Twee revolutionaire technieken tegelijkertijd vond men wellicht wat al te veel.

In Engeland waren derhalve tussen 1820 en 1830 meerdere konstruktoren van stoomwegvoertuigen actief: Griffith; Galsworthy; Gurney; Walter Hancock; Ogle; Summers; James; Fraser; Gordon; Burstall; Ericsson en Braithwaite.

Ook nadat Stephenson de superioriteit van de spoorlokomotieven bewezen had bleef men nog stoomwegvoertuigen bouwen.

In Parijs deed Dietz in 1835 met betrekkelijk sukses proeven met een dergelijk voertuig en ook in België, toen de bouw van het baanvak Brussel-Mechelen reeds volop aan gang was, wilden hardnekkige tegenstanders nog bewijzen dat het ook langs de weg kon. Een stoomwegrijtuig van vader Dietz werd de baan opgestuurd, vanzelfsprekend ook tussen Brussel en Antwerpen.

In Italië werd het eerste primitieve stoomvoertuig in 1830 in Bologna beproefd: in 1854 ontwierp Bordino nog een stoomkoets, die thans in het museum van Torino is ondergebracht.

Opnieuw in Frankrijk tenslotte zou (als een plezierige noot?) op 1 mei 1872, dag op dag, 100 jaar na de eerste proefrit van Cugnot, een baanlokomotief, ontworpen door Aveling-Porter, in tegenwoordigheid van de minister van oorlog, bij een proefrit op een aanrijding zijn uitgelopen (Sic).

Tegenover de spoorlokomotief moest het stoom-wegvoertuig uiteindelijk toch de duimen leggen, in afwachting dat door de ontwikkeling van de verbrandingsmotor en de luchtband de auto definitief zijn plaats zou innemen in het vervoer van personen en goederen.

## 5. Slotwoord.

Zo was dan de stand van zaken:

- toen het grootse Belgische avontuur begon;
- toen de pioniers van de jonge, onafhankelijk geworden natie werden gekonfronteerd, met de uitbouw van een vervoersysteem, dat de economische ontwikkeling moest waarborgen;
- toen aan Stephenson door de Belgische Staat, de eerste lokomotieven werden besteld, die het treinverkeer moesten verzekeren, dat zich op dat eerste baanvak tussen Brussel en Mechelen, als een explosie zou ontwikkelen;
- toen in de Cockerill-fabrieken te Seraing, de eerste Belgische lokomotief "Le Belge" naar Engels model ging worden gebouwd.

#### GERAADPLEEGDE INFORMATIEBRONNEN.

- "Description des Locomotives Stephenson" uitgegeven door J.B. Champon, Brussel 1835.
- "James Watt Erfinder der Dampfmachinen" door dr Heinz Heike — uit "Die Eisenbahner" 1/6/1960.
- "The Origins of the Steam Engine" door Eugene S. Ferguson — uit "Scientific American" — januari 1964.
- "George Stephenson — 1781 - 1848" door H. Bruyn — uit "Spoor- en Tramwegen" — 1948.
- "Het door het Nederlandse Spoorwegmuseum verworven model van een door Trevithick ontworpen stoomlokomotief" door prof. dr. ir. De Pater — uit "Spoor- en Tramwegen" — 18/2/1965.
- "Le fardier de Cugnot" door Robert Chaussois — uit "Historama" — november 1969.
- "Trevithick, un de ces rêveurs, qui font avancer le monde" door Y. Machefert-Tassin — uit "La Vie du Rail" — 7/9/1975.
- "Richard Trevithick, the Engineer, and the Man" door H.W. Dickinson en A. Titley.
- "Die Entwicklung der Dampfmaschine" door Matschoss.
- "Stoom en electriciteit als sociale krachten" door Schut.
- "Transaction of the Newcomen Society".
- "Current Standard History of the Steam Engine" door H. Dickinson.
- "The lore of the train" door C. Hamilton Ellis — uitgegeven door AB Nordbok, Zweden.
- "The pictorial encyclopedie of railways".
- "Richard Trevithick, de bouwer van de eerste stoomlokomotief" uit "Spoor- en Tramwegen" — 7/9/1961.
- "Uit de beginperiode van de stoomlokomotief" door J.H. Hessels, uit "Spoor- en Tramwegen" — 26/5/1955.
- "Qui a inventé la locomotive à vapeur? Trevithick ou Fitch" door Arthur L. Stead — uit "La Vie du Rail" (Notre Metier) — n<sup>o</sup> 614 van 1957.
- "Het 150-jarig bestaan van de spoorweg Stockton-Darlington" uit "Openbaar Vervoer" n<sup>o</sup> 1 van 1976.
- "Devant 15.000 spectateurs des locomotives s'affrontent" uit "Notre Metier" n<sup>o</sup> 220 van 24/10/1949.
- "La carrière de la Fusée" door Maurice Maillet — uit "La Vie du Rail" n<sup>o</sup> 828 van 1962.
- "Emile Clapeyron" door Ch. Lecomte — uit "La Vie du Rail" n<sup>o</sup> 813 van 1961.
- "150 years of the B & O" door John F. Stover — uit "Railway Age" van 25/4/1977.
- "Life of Stephenson" door Smiles.
- "Centenary History Liverpool Manchester Railway" door Marchal.
- "Histoire de la locomotive terrestre" door Dolfuss.
- "Isaac Newton — 1642 - 1727" door dr. D. Burger.
- "Isaac Newton à l'échelle de l'univers" door Pierre Arvier — uit "Science et Vie" — 1966.
- "The Steam Engine" door R.J. Law — 1965.
- "Mandarijn en Astronoom, Ferdinand Verbiest, s.j. (1623 - 1688)" door R.A. Blondeau — Desclée-De Brouwer, Brugge.
- "The Stockton and Darlington Railway 1825" door S.C. Dean en R.M. Gard — uit "University of Newcastle-upon-Tyne — map 11".
- "George Stephenson und die Vorgeschichte der Eisenbahnen" door Georg Biedenkapp — Stuttgart.



