

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 33 (1987)

Artikel: Der Canal d'Entreroches in seinem technikgeschichtlichen Umfeld = La place d'Entreroches dans l'histoire de la technologie des voies navigables
Autor: Grewe, Klaus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835421>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Canal d'Entreroches in seinem technikgeschichtlichen Umfeld

La place d'Entreroches dans l'histoire de la technologie des voies navigables

Klaus Grewe

Im Transport auf dem Wasserwege ist auch heute noch die wirtschaftlichste Art des Warenaustausches zwischen zwei Orten gegeben. Das galt natürlich besonders in früheren Zeiten, als die Landwege schlecht ausgebaut und oftmals in desolatem Zustand waren. Für schwere Lasten, beispielsweise für das Baumaterial, das für den Städtebau von der Römerzeit bis in das Mittelalter benötigt wurde, kam ein anderer Transportweg ohnehin gar nicht in Frage. Als Beispiel dafür kann der Steinbruch Rüdenet im Siebengebirge gelten, dessen Vorkommen schon in römischer Zeit abgebaut wurden und dem selbstverständlich ein kleiner Rheinhafen für die Verschiffung des Materials zur Verfügung stand.[1] Derartige Lasten waren in früheren Zeiten nur auf dem Wasserwege zu transportieren und dazu dienten in erster Linie die schiffbaren Flüsse.[2] Waren Wasserwege nicht in unmittelbarer Nähe erreichbar, so schaffte man die Lasten auf dem kürzesten Landwege dorthin – oder man legte einen künstlichen Wasserweg an, um den Transport zu erleichtern.

Die eine Notwendigkeit für den Bau von Kanälen bestand also darin, eine Produktionsstätte oder auch einen Zielort an eine bestehende schiffbare Wasserstraße anzuschließen. Weit wichtiger war es aber, verschiedene Gewässersysteme miteinander zu verbinden, um auf diese Weise auch große Landschaftsräume wenigstens auf dem Wasserwege verkehrstechnisch zu erschließen.

Der Canal d'Entreroches ist ein großartiges Beispiel für diese Kategorie von Wasserstraßen, verbindet er doch letztendlich die Nordsee mit dem Mittelmeer. Darüber hinaus wird an seinem Beispiel besonders deutlich, was denn zu einem zeitweiligen Niedergang der Binnenschifffahrt im 19. Jahrhundert geführt hat. Während andere Kanäle durch den Ausbau ihrer Strecken eine neue Wirtschaftlichkeit erlangen konnten, bedeutete es für den Canal d'Entreroches das Ende. Gemeint ist – neben den Finanzproblemen – der Aufschwung des Schienenverkehrs, der mit dem rasanten Ausbau seines Streckennetzes einen großen Teil des Gütertransportes an sich gezogen hatte. Für den Canal d'Entreroches bedeutete dies, daß der Verkehr auf der ohne-

Même de nos jours, le transport par voie navigable est considéré comme le moyen le plus économique des échanges commerciaux. Ceci était d'autant plus vrai autrefois, quand la voie terrestre était mal praticable et dans un état souvent pitoyable. De l'époque romaine jusqu'au Moyen-Age, il ne pouvait être question d'un autre moyen de transport pour les chargements lourds, tels les matériaux de construction pour une ville. Prenons comme exemple la carrière de Rüdenet dans le Siebengebirge qui était exploitée déjà par les Romains: on y disposait d'un petit port sur le Rhin pour embarquer les matériaux[1].

Tout chargement de ce genre était transporté par voie d'eau et on empruntait à cet effet en premier lieu les rivières navigables[2]. S'il n'y en avait pas à proximité, on était contraint, pour l'atteindre, de transférer les cargaisons par voie de terre, sur le trajet le plus direct, ou bien de creuser un canal afin de faciliter le transport.

Un des motifs pour la construction d'un canal était donc l'établissement d'une liaison entre l'artère fluviale la plus proche et un lieu de production ou de destination. Une autre raison, qui d'ailleurs était bien plus importante, était de relier entre-eux les différents réseaux de voies navigables. Par ce moyen, on a réussi à étendre le transport par voie d'eau à de vastes régions. Un exemple très remarquable de ce type de voie navigable est le canal d'Entreroches, puisqu'il ne fait rien moins que de relier la mer du Nord à la Méditerranée. De plus, cet exemple témoigne particulièrement bien de la crise passagère que subit la navigation fluviale au XIX^{ème} siècle. En effet, la navigation intérieure était alors concurrencée par la construction du réseau ferroviaire, qui prenait rapidement de l'envergure et attirait une grande partie du transport de marchandises. Alors que d'autres canaux étaient agrandis à cette occasion, ce qui leur permit d'acquérir une nouvelle rentabilité, le canal d'Entreroches fit faillite. Le trafic qui s'était développé dans le tracé partiellement réalisé du canal périclita bien avant que l'on ait pu achever le projet.

Notons par ailleurs que le chemin de fer et le canal traversent la barrière rocheuse du Mor-

hin erst streckenweise vollendeten Wasserstraße noch vor seiner Vollendung zum Erliegen kam. Bemerkenswerterweise benutzt die Eisenbahn für den Gebirgsübergang dieselbe Stelle wie der Kanal, im Scheitelpunkt der Wasserscheide kreuzen sich gar ihre Trassen. Um die Bedeutung dieses Kanals mit all den ingenieurtechnischen Leistungen, die in diesem Bauwerk stecken, zu würdigen, aber auch, um ihm einen gerechten Platz in der Technikgeschichte zuzuweisen, soll nachfolgend sein technikgeschichtliches Umfeld beschrieben sein. Die Geschichte des Kanalbaus ist zugleich eine Geschichte großer, doch oftmals namenloser Ingenieure – eine Geschichte, die zudem von tragischen technischen und wirtschaftlichen Fehlschlägen nicht verschont geblieben ist. Der Canal d'Entreroches bildet ein wichtiges Glied in der Kette dieser großen Bauwerke.

Die Geschichte des Baus von Schiffahrtskanälen geht weit zurück, denn ihre Wurzeln liegen schon in den Hochkulturen des Altertums. Die frühesten Kanalbauten finden sich in Ägypten, Mesopotamien und China, und sie können durchaus als wesentliche Zeugnisse für die kulturellen Leistungen dieser Länder gelten: Die Kanalverbindung vom Nil zum Roten Meer, um 600 v. Chr. gebaut, war breit genug, zwei Schiffe passieren zu lassen, und HERODOT hat berichtet, daß man für die Gesamtstrecke vier Tage benötigte. An Euphrat und Tigris bot es sich an, schiffbare Kanalverbindungen zwischen den beiden Flüssen herzustellen, um den lebhaften Warenaustausch im Lande zu erleichtern. Auch in China hat der Kanalbau eine lange Tradition, denn die Ursprünge des Kaiserkanals liegen schon im 5. Jahrhundert v. Chr. Anfang des 15. Jahrhunderts n. Chr. vollendet, erlebt dieser Kanal – nach zwischenzeitlichem Verfall in jüngster Vergangenheit – gerade jetzt eine neue Blütezeit, die sich in seiner Wiederherstellung und Erweiterung zeigt. Dieser längste Kanal der Erde soll in seiner Endstufe eine Strecke von über 1.800 km überwinden.

In Europa wurden die ersten Schiffahrtskanäle in römischer Zeit gebaut. Aber auch schon in jener Zeit kann nicht nur von erfolgreich durchgeführten Kanalprojekten berichtet werden. So wird der bei TACITUS erwähnte Mosel-Saône-Kanal in römischer Zeit nicht fertiggestellt; er sollte vielmehr erst in den Jahren 1881–82 als Canal de l'Est verwirklicht werden. Vermutlich war diese Kanalverbindung in römischer Zeit als ein von der Mosel ausgehender künstlicher Flußarm gedacht, ein Ableitungskanal also, der ohne Schleusen konzipiert war.[3]

mont au même endroit et que les deux tracés se croisent ainsi sur la ligne de partage des eaux. Précisons maintenant le cadre historico-technique de cette réalisation, afin de mettre en valeur l'importance du projet et des performances techniques effectuées, ainsi que pour lui attribuer la place qu'il mérite dans l'histoire de la technologie. L'histoire de la construction des canaux – qui n'est pas exempte d'échecs, économiques ou techniques – est aussi celle de grands ingénieurs, qui sont cependant souvent tombés dans l'oubli. Le canal d'Entreroches constitue un élément important dans la chaîne de ces ouvrages techniques. La construction de voies navigables représente une vieille tradition dont les débuts remontent aux civilisations de l'Antiquité. Les canaux les plus anciens se trouvent en Egypte, en Mésopotamie et en Chine; ces constructions témoignent parfaitement des performances culturelles de ces peuples. Le canal qui reliait le Nil à la mer Rouge date de 600 av. J.-C. et il était assez large pour laisser passer deux navires simultanément. HÉRODOTE rapporta qu'il fallait compter quatre jours de voyage pour passer l'ensemble du canal.

Il semblait indiqué de construire des liaisons entre l'Euphrate et le Tigre, afin de faciliter les échanges commerciaux qui étaient très intenses à l'intérieur du pays. Cette tradition est tout aussi longue en Chine, car les premières ébauches du Canal impérial remontent au Vème siècle avant J.-C. Après son achèvement au début du XVème siècle et après une crise passagère dans un passé récent, ce canal vit à nouveau une florissante activité, qui se manifeste par son agrandissement et son entière remise en état. Ce canal, qui sera le canal le plus long du monde, est censé franchir dans son état définitif la distance considérable de plus de 1.800 km.

En Europe, les premiers canaux navigables furent construits par les Romains. Même à cette époque, tous les projets n'aboutirent pas. La liaison entre la Moselle et la Saône, dont il est déjà question chez TACITE, ne fut rendue effective qu'en 1881–82, par la réalisation du canal de l'Est. Dans le projet romain, on envisageait probablement un bras de rivière artificiel partant de la Moselle; il s'agissait donc d'un projet de canal de dérivation qui était conçu sans écluses[3].

Par ailleurs, aucun vestige n'est visible aujourd'hui d'un canal qui fut construit sous DRUSUS au cours inférieur du Rhin. Il existe en revanche deux passages dans des textes de l'Antiquité qui y font allusion. SUETONE exprime son admiration au sujet de cet ou-

Eine von DRUSUS am Niederrhein gebaute Kanalverbindung ist heute im Gelände nicht einmal mehr in Resten nachzuweisen. Es sind aber gleich zwei antike Schriftstellen, die auf dieses Bauwerk verweisen. Sueton preist das Werk: »Jenseits des Rheins führte er ganz neue Kanalarbeiten aus, ein ungeheures Werk, das noch heutigen Tags seinen Namen führt.«[4] Zwar ist auch der Verlauf dieser Fossa Drusinae heute nicht mehr nachzuvollziehen, da der Kanal aber 'jenseits', also rechts des Rheins, gelegen hat, kann es sich nur um eine Rhein-Ijssel-Verbindung gehandelt haben, um auf diesem Wege durch die ehemalige Zuidersee in die Nordsee zu gelangen. Diese Streckenrekonstruktion macht Sinn, wenn wir einem Feldzug des GERMANICUS in feindliches Bataverland in der Beschreibung TACITUS' folgen: »... dann fuhr er in den sogenannten Drususkanal ein, und nach einem Gebet zu seinem Vater Drusus, er möge ihm für das gleiche Wagnis willig und gnädig durch sein Vorbild und die Erinnerung an seine Pläne und Werke hilfreich sein, gelangte er von dort durch die Seen und den Ozean in glücklicher Fahrt bis zur Ems.«[5] Diese wohl nur drei Kilometer lange Schiffsfahrtsstraße ersparte den Römern die gefährliche Passage der Nordsee vor der Rheinmündung.

Demselben Zweck diene ein zweiter Kanal, der auf der anderen Rheinseite eine Verbindung zwischen dem Strom und der Maas schuf. Bezüglich dieses unter DOMITIUS CORBULO angelegten Kanals können wir aber dem TACITUS-Text entnehmen, daß nicht nur verkehrstechnische Überlegungen zum Bau geführt haben: »Damit jedoch die Soldaten ihr faules Leben aufgäben, ließ er zwischen Maas und Rhein einen 23 Meilen (ca. 35 km) langen Kanal ziehen, durch den man die Wagnisse einer Fahrt auf dem Ozean vermeiden konnte.«[6]

Auch beim Bau der Fossa Mariana zwischen Arles und dem Mittelmeer ist eine gewisse Beschäftigungstherapie für die Truppe als Beweggrund zum Bau nicht zu übersehen. Ein weiterer, wichtiger Grund für den Bau der Fossa Mariana war handfesterer Natur, denn es sollte ein Ersatzschiffahrtsweg für das dauernd versandete Rhône-Delta geschaffen werden. Mit dem Bau des Marius-Kanals, der auf der östlichen Seite der Rhône zum Mittelmeer führte, wurde Arlete/Arles zu einer auf dem Wasserwege gut erreichbaren Hafenstadt. Dieses Mal ist es PLUTARCH, der das Bauwerk und die Begleitumstände, die zum Bau führten, beschreibt: »An der Rhönemündung hatten sich infolge der Brandung große Schlamm-massen abgelagert, und tiefe Sandbänke waren entstanden, so daß die Getreidekähne

vraße: »... et il fit creuser au-delà du Rhin, entreprise délicate et gigantesque, les canaux qui aujourd'hui encore portent son nom«[4]. Il n'est pas possible de reconstituer le tracé exact de cette »fossa Drusina«; étant donné que ce chantier se trouvait »de l'autre côté du Rhin«, à l'Est donc; on peut conclure néanmoins qu'il a dû s'agir d'un canal reliant le Rhin à l'Ijssel. Cette liaison permettait de gagner la mer du Nord en traversant l'ancien Zuyderzee. Cette reconstitution du tracé est confirmée par l'extrait suivant de TACITE, où il est question d'une campagne de GERMANICUS qui pénétrait dans le pays ennemi des Bataves: »... et s'engage dans le canal qui porte le nom de Drusus, en priant son père Drusus de se montrer bienveillant et favorable à un fils qui osait l'imiter et de l'aider par l'exemple et le souvenir de ses plans et de ses travaux; puis, par les lacs et l'Océan, il navigue jusqu'à l'Ems dans une heureuse traversée«[5]. Grâce à cette voie navigable, bien que de 3 km de long seulement, les Romains purent éviter le passage dangereux de l'embouchure du Rhin dans la mer du Nord.

Dans le même but, un deuxième canal fut construit qui permit d'établir, du côté Ouest du Rhin, une liaison entre le Rhin et la Meuse. TACITE donne cependant quelques précisions supplémentaires concernant les motifs de la construction de ce canal qui s'effectuait sous la direction de DOMITIUS CORBULO: »... Toutefois, pour arracher le soldat à l'oisiveté, il fit creuser, entre la Meuse et le Rhin, sur une distance de vingt-trois milles (environ 35 km), un canal qui éviterait les incertitudes de l'Océan«[6].

La construction de la »Fossa Mariana« entre Arles et la Méditerranée laisse entrevoir des arguments semblables. Toujours est-il que le but principal en était bien plus concret: il s'agissait de creuser un chenal navigable qui permettrait de prévenir les difficultés que l'on rencontrait dans le delta du Rhône, qui était fort souvent ensablé. Arles devint une ville portuaire facilement accessible grâce à ce »canal de Marius« qui se dirigeait vers la Méditerranée en longeant le bras oriental du Rhône. Ici, nous nous référons à PLUTARQUE qui décrit cet ouvrage et les circonstances de sa genèse: »... comme les bouches du Rhône, où la mer refoule une grande quantité de limon et de sable que le flot agglomère en une vase épaisse, rendaient l'accès lent, difficile et pénible aux vaisseaux qui apportaient le ravitaillement, Marius amène là son armée inoccupée et lui fit creuser un grand canal, où il dériva une bonne partie des eaux du fleuve et les détourna vers une anse commode, profonde, accessible aux grands vaisseaux et ouverte sur la mer dans

nur ganz langsam und mit großen Schwierigkeiten einfahren konnten. Marius setzte seine Truppen, welche im Augenblick unbeschäftigt waren, zur Abhilfe ein, ließ einen breiten Graben ausheben und die Rhône zum größten Teil in diesen umleiten. Der Kanal führte zu einer günstigen Stelle an der Küste, wo er ruhig und von keiner Brandung gehemmt ins Meer ausströmen konnte, das an der Mündungsstelle tief genug war, um auch großen Schiffen die Einfahrt zu gestatten. Noch heute trägt er den Namen seines Schöpfers.«[7]



Abb. 1 Darstellung des Mittelmeerhafens der Fossa Mariana in der Tabula Peutingeriana.
Fig. 1 Le port méditerranéen de Fossa Mariana figuré sur la table de Peutinger.

Zuvor hatte schon STRABO auf diesen Kanal verwiesen, wobei er auch über die weitere Geschichte des Marius-Kanals zu berichten wußte: »Diesen schenkte er den Massalioten für ihre Hilfe im Kriege gegen die Ambronen und Toygener; sie gewannen dadurch großen Reichtum, indem sie von allen, die den Strom hinauf- und hinabfuhren, Zoll bezahlen ließen.«[8] Die Kanalmündung hat beim Städtischen Fos gelegen, wobei nur noch dessen Name einen eindeutigen Bezug auf seine ehemalige Bedeutung aufweist, denn zwischenzeitlich hat sich die Küstenlinie durch Versandung auch hier erheblich verlagert. Die Vignette des Fossa-Hafens in der Tabula Peutingeriana (Abb. 1), einer in der Spätantike entstandenen und in mittelalterlicher Abschrift erhaltenen Straßenkarte, ist allerdings derart prächtig angelegt, daß man sie mit der Vignette Ostias – immerhin der an der Tiber-mündung gelegene Seehafen Roms – vergleichen kann.[9]

In der Liste der Erbauer von Schiffahrtskanälen taucht auch Kaiser NERO auf, der schon mit

un endroit calme, à l'abri des vagues. Ce canal garde aujourd'hui encore le nom de son auteur«[7].

Dans un texte plus ancien de STRABON, ce canal est mentionné également, avec les détails suivants: »... et en fit don (du canal) aux Massaliotes pour les récompenser de leur bravoure dans la guerre contre les Ambrons et les Toygènes. Ils en retirèrent un grand profit par les taxes perçues sur les transports remontant et descendant le fleuve«[8]. L'embouchure du canal était voisine de la petite ville de Fos. Aujourd'hui il n'y a plus que le nom de cette ville qui nous rappelle son ancien rôle car entretemps, l'ensablement a provoqué un déplacement notable de la ligne côtière. Pourtant, dans la »Tabula Peutingeriana«, une carte routière qui a été établie à la fin de l'Antiquité et qui nous est parvenue sous forme d'une copie médiévale[9], l'emplacement du port de Fos est figuré de manière très caractérisée et avec la même importance que le port d'Ostie, qui n'est rien moins que le port de Rome, à l'embouchure du Tibre (fig. 1).

NERON figure également sur la liste des constructeurs de canaux, sans pour autant avoir terminé ses projets. Il échoua une première fois lorsqu'il voulut faire creuser un canal à travers l'Isthme de Corinthe. Plus tard, il envisagea la construction d'un autre canal qui était supposé relier le port d'Ostie au Lac Averno (près de Naples). Celui-ci était aménagé en port de guerre depuis 37 av. J.-C. (Portus Julius) et communiquait avec la Méditerranée par le Lac Lucrin. SUETONE décrit les dimensions de ce projet: »... le percement d'un canal depuis l'Averne jusqu'à Ostie, permettant de se rendre dans cette ville en bateau, sans naviguer sur mer: sa longueur devait être de cent-soixante milles, sa largeur, telle que deux galères à cinq rangs de rames pussent y naviguer en sens contraire. Pour venir à bout de pareils ouvrages, il avait prescrit de transporter en Italie tous les détenus de l'empire et de ne condamner qu'aux travaux forcés, même pour des crimes manifestes«[10].

PLINE L'ANCIEN, dans son traité sur l'oenologie, évoque déjà les problèmes d'environnement qu'impliquait un projet d'une telle envergure: »Auparavant on louait fort l'excellence du Cécube; il venait dans les peupleraies marécageuses du golfe d'Amynciae, et doit sa disparition à l'incurie des propriétaires, à l'exigüité du vignoble, mais plus encore au canal navigable entrepris par Néron du lac de Baies à Ostie«[11]. Apparemment, la construction de la »fossa Neronis« était déjà bien avancée. TACITE, qui en avait vu les vestiges, évoque les raisons qui avaient finalement conduit à

dem Versuch, bei Korinth einen Kanal durch den Isthmus zu bauen, gescheitert war. Die Fossa Neronis sollte zwischen dem Hafen von Ostia und dem Avernier See (westlich von Neapel), der seit 37 v. Chr. zum Kriegshafen (Portus Iulius) ausgebaut worden war und seinerseits über den Lucriner See mit dem Mittelmeer in Verbindung stand, als Schiffsfahrtsstraße angelegt werden.

SUETON beschreibt die Dimensionen dieses Bauwerks: »... desgleichen die Ausgrabung eines Kanals vom Avernier See bis nach Ostia, mittelst dessen man zu Schiff und doch nicht zur See, dorthin gelangen, und der bei einer Länge von 160 römischen Meilen (rund 240 km) eine Breite haben sollte, daß sich begegnende Fünfruderer einander ausweichen könnten. Um diese Arbeiten auszuführen, hatte er befohlen, sämtliche Gefangenen des ganzen Reiches nach Italien zu bringen, und von jetzt an selbst die überwiesenen schweren Verbrecher nur zur Strafarbeit zu verurteilen.«[10] Daß ein derartiges Großprojekt auch in der Antike schon Umweltprobleme verursachen konnte, beschreibt PLINIUS D. Ä. in seiner Abhandlung über edle Weine: »Vorher wies man die berühmteste Feinheit dem Caecuberwein in den sumpfigen Pappelpflanzungen an der Bucht von Amynciae zu, der jetzt sowohl wegen der mangelnden Sorgfalt der Bebauung als auch wegen der Raumnot eingegangen ist, mehr jedoch durch den Kanal, den Nero vom See von Bajae nach Ostia um der Schiffsfahrt willen zu bauen begonnen hatte.«[11]

Immerhin ist daraus ersichtlich, daß der Bau der Fossa Neronis durchaus schon weit fortgeschritten war, und TACITUS, der Reste des Bauwerks noch gesehen hat, nennt auch die Gründe, die zum Scheitern des ehrgeizigen Vorhabens führen mußten: »Nun trifft man ja dort keine andere Gegend mit feuchtem Grund für die Gewinnung der Wassermengen als die Pontinischen Sümpfe: alles übrige Land ist felsig oder sandig, und wenn man den Durchstich fertiggebracht hätte, so nur mit unsäglichem Mühe und ohne rechten Zweck. Nero jedoch, in seiner Art Außerordentliches zu wünschen, bot alles auf, die dem Avernier See nächstgelegenen Höhen zu durchstechen, und man sieht noch jetzt die Spuren seiner vergeblichen Hoffnung.«[12]

Ein weiteres antikes Kanalbauvorhaben ist für uns weniger wegen seiner technischen Ausführung von außergewöhnlichem Interesse, als vielmehr wegen eines seinerseits geführten Schriftwechsels zwischen PLINIUS D. J. und Kaiser TRAJAN. PLINIUS CAECILIUS SECUNDUS, Neffe und Adoptivsohn von PLINIUS D. Ä., war von 111–112 n. Chr. als Sonderbeauftragter in Nikomedia (Bithynien/Kleinasien),

l'échec de ce projet ambitieux: »En effet, pour alimenter le canal, on ne rencontre, en fait d'eau, que les marais Pontins; le reste est escarpé ou desséché; eût-on pu en venir à bout, le travail était excessif, les motifs insuffisants. Néron, cependant, qui désirait l'incroyable, s'efforça de percer les hauteurs voisines de l'Averne; il reste encore des traces de sa vaine espérance«[12].

Un autre projet de canal est d'un intérêt remarquable; il l'est moins pour sa réalisation technique que pour la correspondance à son sujet entre PLINE LE JEUNE et l'Empereur TRAJAN. PLINIUS CAECILIUS SECUNDUS, neveu et fils adoptif de PLINE L'ANCIEN, était en Nicomédie (Bithynie, Asie Mineure) pendant les années 111–112 en tant que chargé de missions. Il entreprit avec un réel talent de rhéteur de convaincre l'empereur des avantages de la construction d'un canal.

»Pline à l'empereur Trajan

Quand je considère la grandeur de ta fortune et de ton esprit, rien ne me paraît plus convenable que de te proposer des travaux aussi dignes de l'immortalité de ton nom que de ta gloire et qui auront autant de beauté que d'utilité.

Il y a sur le territoire de Nicomédie un lac très étendu; il permet de transporter par eau jusqu'à la route les blocs de marbre, les produits de la terre, le bois de chauffage et de construction sans grands frais et sans grande peine, alors que de là le transport par voitures jusqu'à la mer se fait à grand-peine et coûte bien plus cher.

Ce travail exige une importante main-d'oeuvre, mais celle-ci ne manque d'ailleurs pas. Car il y a beaucoup de monde dans les campagnes et bien plus encore dans la ville et il y a tout lieu d'espérer que tous se mettraient volontiers à un travail dont tous profiteraient. Tu n'as plus qu'à nous envoyer un niveleur ou un architecte, comme tu voudras, qui étudie avec soin si le lac est au-dessus du niveau de la mer; les entrepreneurs de cette région prétendent qu'il est 40 coudées au-dessus.

Quant à moi dans les parages je trouve un canal percé par un roi, mais on ne sait s'il a été fait pour colliger l'eau des terrains qui l'entourent ou pour joindre le lac à un cours d'eau, car il est inachevé. On ne sait pas non plus s'il a été abandonné par suite de la mort du roi, ou parce que celui-ci désespéra du succès. Mais ce fait même – tu permettras que le soin de ta gloire me rende ambitieux – m'incite et m'excite à désirer que tu mènes à terme ce que les rois n'ont pu que commencer.»

»Trajan à Pline

Le lac dont tu me parles pourrait me donner

und er versuchte in außergewöhnlich wohlgesetzten Worten, dem Kaiser einen Kanalbau schmackhaft zu machen:

»C. Plinius an Kaiser Trajan.

Angesichts Deiner Stellung und Deiner hohen Gesinnung erscheint es mir durchaus angemessen, Dir Unternehmungen vorzuschlagen, die Deines Ruhmes und der Unsterblichkeit Deines Namens würdig wären und ebenso schön wie nützlich sein würden. Im Gebiet von Nikomedia befindet sich ein großer See. Über ihn werden Marmorblöcke, Früchte, Bau- und Brennholz ziemlich billig und mühelos zu Schiff an die Landstraße und von dort unter großen Mühen und noch größeren Kosten per Achse ans Meer befördert ...

Dies Werk erfordert vieler Hände Arbeit, doch daran fehlt es gewiß nicht, denn auf dem Lande wohnen viele Menschen und in der Stadt noch mehr, und es besteht begründete Hoffnung, daß sie alle das Werk begeistert angreifen, von dem sie alle profitieren werden. Es wäre dann nur nötig, daß Du, wenn es Dir recht ist, einen *librator* oder Wassertechniker schicktest, der sorgfältig prüfte, ob der See höher liegt als das Meer; wie die hiesigen Fachleute behaupten, liegt er 40 Ellen höher.

In derselben Gegend stoße ich auf einen Kanal, den ein König hat ausheben lassen, aber man weiß nicht, ob, um die Gewässer der umliegenden Felder zu sammeln, oder den See mit dem Flusse zu verbinden; er ist nämlich nicht fertig geworden. Auch das ist fraglich, ob infolge des Todes des Königs, oder weil man an der Ausführbarkeit des Projektes verzweifelte. Aber eben dies erweckt in mir den glühenden Wunsch – Du wirst ja Verständnis dafür haben, daß ich so eifrig um Deinen Ruhm bemüht bin –, von Dir zu Ende geführt zu sehen, was Könige nur begonnen haben.«

»Trajan an Plinius.

Dieser See da könnte mich schon zu dem Wunsche reizen, ihn mit dem Meere zu verbinden, aber jedenfalls wäre sorgfältig zu prüfen, wenigstens wieviel Wasser ihm zuströmt und woher, damit er nicht abfließt, wenn er ins Meer abgeleitet wird. Einen *librator* kannst Du Dir von Calpurnius Macer erbitten, und ich werde Dir von hier einen in derartigen Arbeiten erfahrenen Fachmann schicken.«

»C. Plinius an Kaiser Trajan.

Herr, in weiser Voraussicht befürchtest Du, durch Verbindung mit dem Flusse und somit mit dem Meere könne der See abfließen; ich glaube aber, an Ort und Stelle einen Ausweg gefunden zu haben, wie man dieser Gefahr begegnen könnte.

envie de le joindre à la mer. Mais il faut étudier avec le plus grand soin si, une fois relié à la mer, il ne se déversera pas en entier, et en tous cas combien il reçoit d'eau et d'où. Tu pourras me demander un niveleur à Calpurnius Macer, et moi je t'enverrai d'ici un spécialiste de cette sorte de travaux.«

»Pline à l'empereur Trajan

Maître, dans ta grande prévoyance tu crains que ce lac une fois réuni au cours d'eau et ainsi à la mer ne se vide. Mais je crois avoir trouvé sur place le moyen d'obvier à ce danger.

Le lac peut être conduit par le canal jusqu'au près du cours d'eau sans y être toutefois déversé, mais, en laissant une sorte de digue, il pourrait être contenu dans son bassin et séparé du fleuve. Ainsi nous arriverions à ce que le lac ne paraisse pas se mêler au cours d'eau voisin et fasse comme s'il s'y mêlait. Il sera en effet facile à travers cette digue très étroite qui les séparera de transposer sur le cours d'eau les chargements amenés par le canal. Voilà ce qui sera fait, si l'on y est obligé, mais j'espère qu'on n'y sera pas obligé. Car le lac est assez profond et actuellement il émet dans la direction opposée un cours d'eau que nous fermons de ce côté et détournons dans la direction voulue, et qui sans aucun inconvénient pour le cours d'eau ni pour le lac, apportera autant d'eau qu'il en emporte maintenant. En outre, sur le tracé du canal à creuser aboutissent des ruisseaux; si on les collecte avec soin, ils augmenteront le débit du lac.

Toutefois si l'on préfère conduire le canal plus loin et en le creusant plus profondément le mettre au niveau de la mer et le faire se déverser non dans le cours d'eau, mais dans la mer elle-même, le mouvement du fleuve marin maintiendra et fera remonter le niveau de toute l'eau qui viendra du lac. Si la nature du terrain rendait impossible ces solutions, il resterait cependant la ressource de régler le cours de l'eau au moyen d'écluses.

Mais ces moyens et d'autres seront recherchés et examinés avec beaucoup plus de compétence par le niveleur que tu dois absolument, maître, m'envoyer, comme tu me l'as promis. L'entreprise est un effet digne de ta grandeur et de tes soins. En attendant j'écris au très honorable Calpurnius Macer de ta part de m'envoyer un niveleur aussi capable que possible.«

»Trajan à Pline

Mon bien cher Pline, il est évident que tu as fait preuve d'autant de prévoyance que d'activité à propos de ton lac puisque tu as pris tant de précautions pour l'empêcher de se vider, et

Der See läßt sich nämlich durch einen Kanal bis an den Fluß heranführen, ohne daß er sich in den Fluß ergießt, indem man eine Art Scheidewand (einen Damm) stehen läßt, die ihn gleichermaßen festhält und von dem Flusse trennt. So werden wir erreichen, daß er nicht durch Einmünden in den Fluß leerläuft und sich doch sozusagen mit ihm vereinigt. Unschwer wird man nämlich auf dem Kanal herangeführte Lasten über jenen dazwischen liegenden schmalen Grat an den Fluß bringen können.

So werden wir es aber nur machen, wenn es unbedingt notwendig ist, und hoffentlich wird es das nicht sein. Denn der See ist an und für sich ziemlich tief und entsendet zur Zeit einen Wasserlauf nach der Gegenseite, dämmen wir diesen ab und drängen ihn von dort dahin, wo wir ihn haben wollen, wird er, ohne jemanden zu schädigen, alles Wasser, das er jetzt dem See entzieht, diesem zubringen. Überdies fallen auf der Strecke, über die der Kanal zu graben ist, Bäche ein; sammelt man diese sorgfältig, dann werden sie die Wassermenge, die der See liefert, vermehren.

Entschließt man sich nun aber dazu, den Kanal weiterzuführen, tiefer auszuheben und auf das Niveau des Meeres zu bringen und ihn nicht in den Fluß, sondern unmittelbar ins Meer zu leiten, so wird der Gegendruck des Meeres alles Wasser, das aus dem See kommt, festhalten und zurückdrängen. Verbietet uns die Beschaffenheit des Geländes diese Lösung, so bliebe doch noch die Möglichkeit, den Wasserlauf durch Schleusen zu regulieren.

Aber dies und anderes wird der *librator* viel kompetenter untersuchen und beurteilen können, den Du mir unbedingt schicken mußt, Herr, wie Du es mir versprochen hast; denn es ist ein Deiner Größe und Fürsorglichkeit würdiges Objekt. Ich habe inzwischen auf Deine Veranlassung an den ehrenwerten Calpurnius Macer geschrieben, mir einen besonders fähigen *librator* zu schicken.»

»Trajan an Plinius.

Mein lieber Secundus! Wie ich sehe, hast Du es betreffs dieses Sees nicht an Klugheit und Sorgfalt fehlen lassen, da Du so viele Projekte vorbringst, durch die die Gefahr eines Auslaufens umgangen wird und er uns bessere Dienste leistet. Wähle also den Weg, den Dir die Verhältnisse am ratsamsten erscheinen lassen. Mit einem *librator* wird Calpurnius Macer Dir sicher aushelfen; übrigens fehlt es in den dortigen Provinzen nicht an solchen Technikern.«[13]

Dieser Text gibt detaillierte Einblicke in das Projekt. Darüber hinaus werden aber auch

pour qu'il nous rende à l'avenir plus de services. Choisis donc ce que conseillera avant tout la situation. Je crois que Calpurnius Macer ne manquera de te fournir un niveleur; vos provinces d'ailleurs ne sont pas dépourvues de ces techniciens.«[13]

Ce texte fournit des renseignements détaillés concernant le projet du canal. Il donne des informations sur l'organisation, et va jusqu'à une description des compétences du »librator« (niveleur), c'est à dire de l'ingénieur arpenteur.

L'effondrement de l'empire romain a eu pour effet, dans nos régions tout au moins, le développement progressif des ouvrages d'art. Les routes les plus importantes du réseau impérial restent certes praticables pendant un certain temps, et on a réussi également à maintenir le fonctionnement des remarquables aqueducs romains: mais ces oeuvres n'en étaient pas moins condamnées à la désaffectation. Il n'est donc pas étonnant que seule l'instauration d'un pouvoir nouveau pût ranimer la planification de constructions importantes.

Nombre de conditions fondamentales sont à considérer avant de pouvoir réaliser un projet technique de grande envergure: la nécessité de la construction envisagée, les connaissances indispensables concernant la planification et l'exécution ainsi que le pouvoir de sa réalisation.

Ce n'était guère manque de pouvoir royal que le projet de canal le plus audacieux du haut Moyen-Age échoua en 793[14]. Le roi CHARLES (futur empereur CHARLEMAGNE) s'était parfaitement rendu compte des avantages d'une éventuelle voie navigable entre le bassin du Rhin et celui du Danube: lors de ses campagnes, la mobilité de son armée eût été bien plus grande; les tournées d'inspection qu'il faisait de château en château auraient été plus agréables pour lui et pour son escorte. Le tracé du futur canal qu'avaient déterminé ses ingénieurs reste parfaitement approprié, même si on prend en compte les connaissances géographiques actuelles. Les ingénieurs indispensables venaient très probablement d'Italie parce qu'il était de coutume, à l'époque carolingienne, d'engager des experts provenant du Sud du royaume.

On envisageait de relier le Rhin au Danube en passant par le Main, la Rednitz, la Rezat de Souabe et l'Altmühl. A cet effet, il fallait couper la ligne de partage des eaux entre la Rezat et l'Altmühl afin de rendre navigable le passage du Rhin au Danube. Quelques témoins de cette liaison sont préservés aujourd'hui encore à Weissenburg i.B., près de Graben (fig. 2).

Organisationsformen sichtbar, die bis zur Beschreibung der Kompetenzen eines *librators*, also des Vermessungsfachmannes, gehen.

Mit dem Niedergang der römischen Herrschaft gehen in unseren Breiten auch die technischen Bauwerke der Römer unter. Sicherlich werden die wichtigen Reichsstraßen noch einige Zeit offengehalten, auch gelingt es, einige der großartigen Fernwasserleitungen noch eine gewisse Zeit in Betrieb zu halten – in der Regel waren diese Bauwerke jedoch dem Verfall preisgegeben. So nimmt es nicht wunder, daß erst mit der Festigung einer neuen Staatsgewalt, auch in Hinsicht der Projektierung technischer Großbauten, wieder neues Leben erwacht.

Die Durchführbarkeit großer Ingenieurbauvorhaben war zu allen Zeiten von verschiedenen grundlegenden Voraussetzungen abhängig: Neben der Notwendigkeit für den Bau mußten die technischen Kenntnisse für die Planung und Durchführung vorhanden sein; weiterhin bedurfte es der Macht, das Projekt auch zu verwirklichen.

An mangelnder Macht des Königs lag es aber gewiß nicht, daß das kühnste Kanalbauprojekt des Mittelalters im Jahre 793 n. Chr. scheiterte.[14] König KARL (später Kaiser KARL D. GR.) hatte die Vorteile einer schiffbaren Verbindung zwischen den Einzugsgebieten von Rhein und Donau klar erkannt. Diese bestanden nicht nur in einer größeren Beweglichkeit des Heeres bei seinen Kriegszügen, sondern waren auch bei den Zügen des Königs mit seinem Hofstaat von Pfalz zu Pfalz offensichtlich. Und die Stelle, die Karls Ingenieure für das Projekt auswählten, wäre selbst nach unseren heutigen geographischen Kenntnissen nach wie vor geeignet. Die Fachleute zum Kanalbau werden vermutlich aus Italien gekommen sein, war es doch in karolingischer Zeit durchaus üblich, tüchtige Ingenieure im Süden des Reiches anzuwerben.

Der Rhein sollte über Main, Rednitz, Schwäbische Rezat und Altmühl mit der Donau verbunden werden. Dazu war die Strecke zwischen Schwäbischer Rezat und Altmühl über die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau zu durchstechen und schiffbar zu machen. Reste dieser Verbindung können wir heute noch sehen und zwar bei Weißenburg i.B. nahe der Ortschaft Graben (Abb. 2).

Betrachten wir das Objekt technisch. Bei Anlage eines einteiligen Kanals hätte der Anschluß an die Altmühl bei einem Wasserspiegel von 408 m ü.NN erfolgen können; deshalb hätte der Graben bis zu einer NN-Höhe von 407 m ausgehoben werden müssen. Da die Wassermenge der Rezat aber für den Betrieb eines Kanals nicht ausreichte, wäre dieser mit

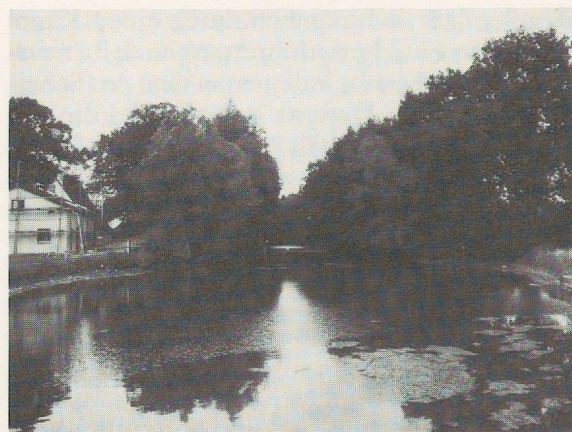


Abb. 2 Der Karlsgraben bei der Ortschaft Graben nahe Weißenburg i.B.

Fig. 2 Le «Fossé de Charlemagne», aux environs de Graben, près de Weissenburg i.B.

Considérons les aspects techniques de ce projet. Un canal simple aurait pu être uni à l'Altmühl à une cote de 408 m; ainsi, le fossé aurait dû atteindre une altitude de 407 m. Comme le débit de la Rezat était insuffisant pour le fonctionnement du canal, on aurait été obligé de l'alimenter avec l'eau de l'Altmühl. Un canal conçu de cette façon aurait cependant exigé une longueur de 5 km afin de permettre une réunion à la Rezat à un niveau identique. Cette solution ne peut être prise en considération lorsqu'on tient compte des précisions fournies par les «Annales de Lorsch» de l'an 793: »On creusa donc un fossé entre ces deux fleuves qui avait deux mille pas de long et trois cents pieds de large«. Ceci correspond à une longueur de 1500 m et par conséquent, une solution à niveau égal – telle qu'elle est décrite ci-dessus – n'a pu être envisagée.

Pour l'époque dont il est question ici, il semble peu probable qu'on ait conçu des canaux munis de barrages ou d'écluses; J. ROEDER en conclut que l'on avait affaire à un système de bassins alignés et sans barrage intermédiaire. Dans ce cas-là, l'eau de la Rezat aurait été suffisante, car aucune perte d'eau n'aurait été causée par un système d'écluses. Le passage des paliers par des barques d'un tonneau qui étaient alors en usage ne devait pas être très aisé, mais cette méthode promettait malgré tout des avantages par rapport au transfert des bateaux par voie de terre, comme on avait été contraint de le faire auparavant.

Les discussions au sujet des caractéristiques réellement prévues pour ce canal sont encore loin de se conclure. Selon une proposition récente faite par ECKOLDT et GOLDMANN, l'eau nécessaire pour la navigation aurait été tirée de l'Altmühl (fig. 3).

De toute évidence, cette oeuvre est restée inachevée, comme l'affirment les «Annales de

dem Wasser der Altmühl zu speisen gewesen. Nach einer solchen Konzeption hätte Karls Graben aber über eine Länge von 5 km gebaut werden müssen, um einen niveaugleichen Übergang zur Rezat zu erreichen. Diese Lösung ist unwahrscheinlich, denn aus den 'Lorscher Annalen' zum Jahre 793 wissen wir auch einiges über die Dimensionen des Kanalprojektes: »Es wurde also zwischen diesen beiden Flüssen ein Graben gezogen, zweitausend Schritte lang und dreihundert Fuß breit«. Das entspricht einer Länge von 1500 m, wonach eine einstufige Lösung – wie oben beschrieben – nicht vorgesehen gewesen sein kann. Da eine Anlage mit Stautoren oder Schleusenkammern in dieser Zeit unwahrscheinlich erscheint, kommt J. RÖDER zu dem Schluß, daß nur die Möglichkeit einer torelosen Weierkette übrigbleibt. Denn dazu hätte die von der Rezat eingebrachte Wassermenge ausgereicht, zumal kein Wasser durch den Betrieb von Schleusen verloren ging. Die Überwindung der Staustufen mit den 1-t-Lastkähnen der damaligen Zeit war zwar immer noch ein aufwendiges Geschäft; aber gegenüber dem bis dahin geübten Landtransport der Schiffe versprach diese Lösung dennoch große Vorteile. Die Diskussionen über den tatsächlich geplanten Ausbau des Karlsgrabens sind allerdings noch im vollen Gange. Neuere Vorschläge zum Betrieb des Kanals haben ECKOLDT und GOLDMANN vorgelegt, danach hätte das für die Schifffahrt erforderliche Wasser aus der Altmühl gewonnen werden müssen (Abb. 3).

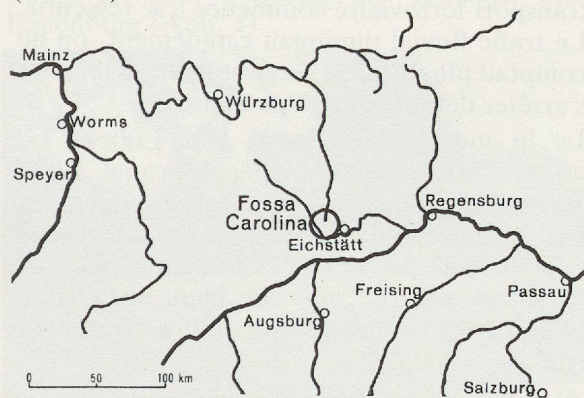


Abb. 3 Über die Nebenflüsse sollte der Karlsgraben den Rhein mit der Donau verbinden.

Fig. 3 Le «Fossé de Charlemagne» devait relier le Rhin au Danube par leurs affluents.

Das Werk wurde augenscheinlich nicht vollendet, und so heißt es in den 'Lorscher Annalen' weiter: »Jedoch umsonst. Denn bei dem anhaltenden Regen und da das sumpfige Erdreich schon von Natur zuviel Nässe hatte, konnte die Arbeit keinen Halt und Bestand gewinnen, sondern wieviel Erde bei Tag von den Graben-

Lorsch«: »Mais tout était en vain; le travail ne pouvait mener à un résultat durable sous la pluie continuelle et dans un terrain marécageux, qui de toute façon était détrempé. Les efforts quotidiens des ouvriers s'anéantissaient régulièrement durant la nuit; la fosse que l'on avait creusée pendant la journée était de nouveau remplie le lendemain.«

Les estimations concernant le volume des mouvements de terre et l'engagement d'ouvriers divergent passablement. ROEDER donne les chiffres suivants: 120.000 m³ de terrassement effectué par 4.000 ouvriers pendant 80 jours de travail. L'entreprise de ce projet était particulièrement hardie dans la mesure où les ingénieurs du roi CHARLES s'y attaquèrent sans avoir éprouvé auparavant une expérience semblable. Depuis la fin de l'époque romaine et pendant les cinq siècles qui suivent le règne de CHARLEMAGNE, personne n'osa ouvrir un chantier de pareille envergure. Il est d'autant plus remarquable que ce projet, tel qu'il était conçu autrefois, semble tout à fait réalisable, même selon les critères de nos jours. Nous dirions aujourd'hui que l'échec de ce projet est un cas de force majeure. Il n'en reste pas moins que la liaison entre le Rhin et le Danube devint réalité: en 1846 fut inauguré le canal Louis-Main-Danube, construit selon un tracé légèrement différent. Ce canal n'avait pourtant plus de rentabilité au début du XX^{ème} siècle et il n'est plus utilisé du tout pour la navigation depuis la Deuxième Guerre Mondiale. Il est remplacé par une grande artère fluviale reliant Rhin, Main et Danube, un projet qui est encore aujourd'hui en cours d'aménagement. Après ces tentatives infructueuses du Roi CHARLES, on n'envisagea plus de tels projets jusqu'à la fin du XIV^{ème} siècle. A ce moment-là, le canal de la Stecknitz près de Mölln fut construit, un projet couronné de succès qui était destiné au transport du sel et de chaux [15].

La ville de Lübeck avait besoin d'une grande quantité de sel pour la mise en conserve des harengs qu'on pêchait devant la Scanie. Aux XII^{ème} et XIII^{ème} siècles, le sel était transporté en voitures à chevaux de Lunebourg à la mer Baltique. Plus tard, la production de sel marin devint meilleur marché et on fut contraint alors de diminuer les frais de transport du sel de Lunebourg afin de sauvegarder sa compétitivité sur le marché. En 1188, l'empereur FRÉDÉRIC BARBEROUSSE octroya aux gens de Lübeck le droit de navigation sur la Stecknitz. Au cours de la première moitié du XIV^{ème} siècle, on rendit ce fleuve navigable par la construction de plusieurs écluses. Il s'agissait dès lors de canaliser la Devenau qui se joint à l'Elbe près de Lauenbourg et de

den herausgeschafft wurde, soviel setzte sich wieder bei Nacht, indem die Erde wieder an ihre alte Stelle einsank».

Die Schätzungen über das Ausmaß der Erdbebewegungen und den Einsatz von Arbeitern sind recht unterschiedlich. RÖDER kommt dabei auf Zahlen von 120.000 m³ Erdreich beim Einsatz von 4.000 Arbeitern in 80 Tagen Bauzeit. Die Kühnheit von KARLS Ingenieuren liegt darin, ohne auf Erfahrungswerte zurückgreifen zu können, ein solches Projekt in Angriff genommen zu haben. Denn seit der römischen Zeit hatte sich niemand mehr an Bauvorhaben dieser Dimensionen herangewagt, und auch danach sollte es noch einmal ein halbes Jahrtausend dauern. Um so bemerkenswerter ist, daß selbst aus heutiger Sicht die damalige Konzeption als durchführbar zu bezeichnen ist. Das Projekt scheiterte damals, so würden wir heute wohl sagen, an höherer Gewalt. Die Verbindung von Rhein und Donau wurde aber Wirklichkeit: 1846 wurde an anderer Stelle der Ludwig-Main-Donau-Kanal eröffnet. Seit dem Zweiten Weltkrieg wird dieser Kanal von der Schifffahrt nicht mehr benutzt. Die auch vorher schon unrentabel gewordene Anlage wird durch die im Bau befindliche Groß-Schiffahrtsstraße Rhein-Main-Donau ersetzt. Nach KARLS Kanalbauversuch wagten sich die Ingenieure in Deutschland erst Ende des 14. Jahrhunderts wieder an ein ähnliches Projekt und bauten für den Transport von Salz und Kalk den Stecknitzkanal bei Mölln, dieses Mal erfolgreich.[15]

Die Lübecker benötigten für die Konservierung der bei Schonen gefangenen Heringe Salz in großen Mengen. Im 12./13. Jahrhundert wurde dieser Rohstoff mit Pferdefuhrwerken von Lüneburg an die Ostsee gebracht. Mit dem Aufkommen einer billigeren Seesalzproduktion konnte das Lüneburger Salz nur durch Herabsetzung der Transportkosten konkurrenzfähig bleiben.

1188 hatten die Lübecker von Kaiser FRIEDRICH BARBAROSSA die Rechte zur Befahrung der Stecknitz erhalten und den Fluß schon in der 1. Hälfte des 14. Jahrhunderts durch den Bau mehrerer Schleusen schiffbar gemacht. Nun galt es, auch die bei Lauenburg in die Elbe mündende Delvenau schiffbar zu machen und beide Flüsse miteinander zu verbinden. Die 1390 diesbezüglich geführten Verhandlungen des Lübecker Rates mit dem Herzog von Sachsen-Lauenburg waren erfolgreich, und schon im Sommer 1391 konnten die Ausbauarbeiten beginnen. Nach sieben Jahren Bauzeit kann im Jahre 1398 der Verkehr auf dem 93 km langen Schifffahrtsweg aufgenommen werden. Die Wasserscheide wurde mittels acht Schleusen auf der Stecknitzseite und neun Schleusen auf

relrier ces deux fleuves. En 1390, le conseil de Lübeck réussit à négocier avec le Duc de Saxe de telle sorte que ce projet fut entrepris en été de l'année suivante.

Après sept ans de travail, en 1398, on inaugura le canal qui avait une longueur de 93 km. La ligne de partage des eaux était franchie après avoir passé 8 écluses du côté de la Stecknitz et 9 écluses du côté de la Delvenau. La voyage de Lübeck à Lauenbourg durait de deux à trois semaines, et les bénéfices du transport affluaient dans les caisses de la confrérie lübeckoise des bateliers de la Stecknitz; cette organisation avait jusqu'à 200 bateaux à sa disposition. Il s'agissait de péniches qui avaient 10 à 20 mètres de long et dont la capacité de charge était de 7,5 à 12,5 tonnes. Le canal qui avait 27,5 mètres de large permettait le passage simultané de deux navires sans aucune difficulté. A son apogée, ce canal était traversé par 1200 cargaisons par an.

Un tel succès incita les affairistes étrangers à financer des projets semblables. En 1528 on construisit le canal Altser-Beste à partir de Hambourg; il n'a été utilisé que pendant quelques dizaines d'années, mais quelques témoins en ont été préservés jusqu'à nos jours. Dès 1572, le lac Schwerin était relié à l'Elbe par une voie navigable; un deuxième canal, reliant le lac Schwerin à la mer Baltique subit un échec en 1577; il s'agissait de la »Viechelsche Fahrt« appelé également »le fossé de Wallenstein«.

L'histoire du canal de la Stecknitz s'achève au XIXème siècle lorsque la concurrence du transport ferroviaire commence à se ressentir. Le trafic fluvial diminuait rapidement, on ne comptait plus que 313 cargaisons en 1848, pour s'arrêter définitivement peu après.

Le lit médiéval du canal Elbe-Lübeck est aujourd'hui recouvert (par le canal Elbe-Trave), mais deux anciennes écluses sont pourtant restées visibles: il s'agit de l'écluse à seuil près de Witzeze et de l'écluse à sas, pourvue de deux portes, qui est baptisée »Palm-schleuse« selon le nom de son constructeur (fig. 4).

Aux XIVème et XVème siècles, la France, la Belgique et les Pays-Bas commencèrent également à améliorer leurs réseaux de communication par la construction de voies fluviales. L'exemple le plus spectaculaire parmi ces ouvrages est le Canal du Midi, dont le projet fut établi au XVIème siècle et qui fut construit par J.-B. COLBERT entre 1666 et 1681, sous le règne de LOUIS XIV. De cette voie navigable, qui avait 241 km de long et qui était pourvue de 65 écluses, il ne subsiste plus aujourd'hui que des tronçons agréables qui sont fréquentés par la navigation de plaisance.

der Delvenauseite überwunden. Die Fahrtzeit von Lübeck bis Lauenburg dauerte 2–3 Wochen, und das einträgliche Geschäft war dabei fest in der Hand der lübischen Stecknitzfahrer-Bruderschaft, die zeitweilig über 200 Schiffe verfügte. Diese 10–20 m langen Schiffe konnten eine Nutzlast von 7,5–12,5 t transportieren. Der Kanal war mit einer Breite von 27,5 m so ausgelegt, daß er von zwei Schiffen ungehindert nebeneinander befahren werden konnte. In seiner Blütezeit kamen jährlich 1.200 Schiffsladungen über den Kanal.

Dieser Erfolg ermunterte auch anderenorts die Geschäftsleute, derartige Bauwerke zu finanzieren. So wurde 1528 der von Hamburg ausgehende Alster-Beste-Kanal gebaut, der zwar nur wenige Jahrzehnte in Betrieb war, dessen Reste aber noch heute im Gelände zu sehen sind. Eine Verbindung des Schweriner Sees, der seit 1572 von der Elbe aus mit Schiffen erreichbar war, mit der Ostsee scheiterte allerdings im Jahre 1577. Bei diesem Bauwerk handelte es sich um die Viechelsche Fahrt, auch Wallensteingraben genannt. Die Geschichte des Stecknitz-Kanals endet im 19. Jahrhundert, denn auch er hatte unter dem Ausbau des Eisenbahnnetzes zu leiden: 1848 kamen nur noch 313 Schiffsladungen über den Kanal, der Verkehr wurde eingestellt.

Heute ist das mittelalterliche Kanalbett vom Elbe-Lübeck-Kanal überlagert, es sind aber noch zwei alte Schleusen zu sehen: die Stauschleuse bei Witzeze und die 1724 in Stein ausgebaute zweiteilige Kammerschleuse, nach ihrem Erbauer Palmschleuse genannt, bei Lauenburg (Abb. 4).

Au cours du siècle précédent, entre 1526 et 1576, d'autres projets de canaux tout aussi remarquables furent construits dans le Midi par Adam DE CRAPONNE. L'histoire d'un canal conçu par lui-même reliant la Durance à Aix-en-Provence nous apprend que fréquemment, les problèmes de financement dépassait largement les problèmes techniques. Pour convaincre les bailleurs de fonds de la faisabilité de son projet, il fit bâtir, dans une première étape, un canal de démonstration d'une largeur de 1,25 m qu'il fallait élargir ensuite. »La ville d'Aix, dit-il, sera tenue de fournir la somme de 3.000 écus, après avoir vu l'eau par ledit modèle aux portes de ladicte ville«[16]. Le projet de canal que nous évoquons maintenant avait des origines politiques plutôt qu'une réelle nécessité commerciale. Au début du XVII^{ème} siècle, sous le règne de PHILIPPE IV, les Espagnols étaient encore en guerre contre les Néerlandais. Les troupes espagnoles occupaient entre autre la partie Sud des Pays-Bas, une position stratégique qui était d'ailleurs très désavantageuse par rapport au Nord du pays. En effet, le trafic commercial par le Rhin assurait continuellement aux hollandais les ressources financières indispensables pour l'effort de guerre. Ce fait ne pouvait laisser les espagnols indifférents.

L'Infante ISABELLA CLARA EUGENIA, en tant que gouverneur d'Espagne à Bruxelles, tenta de faire tarir cette ressource financière par la construction d'un canal entre la Meuse et le Rhin. Par cette opération, elle espérait paralyser le florissant commerce rhénan[17].

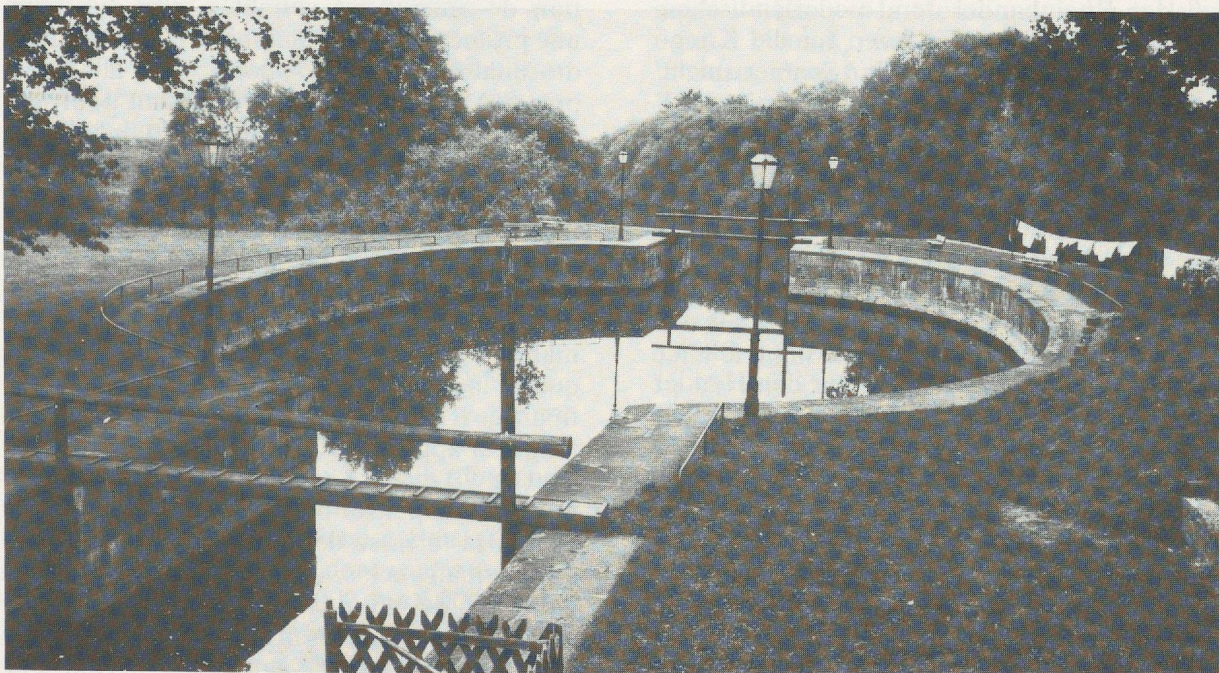


Abb. 4 Palmschleuse im Zuge des Stecknitzkanals bei Lauenburg (Zustand von 1724).

Fig. 4 La »Palmschleuse« (écluse à sas), du canal de la Stecknitz près de Lauenbourg (1724).

Auch in Frankreich, Belgien und den Niederlanden beginnt der Ausbau des Verkehrsnetzes mit Schiffahrtskanälen im 14./15. Jahrhundert. Bedeutendstes Beispiel ist der schon im 16. Jahrhundert geplante und dann zwischen 1666 und 1681 unter LUDWIG XIV. von J.-B. COLBERT gebaute Canal du Midi. Von den ehemals 241 km Kanalstrecke mit ihren 65 Schleusen dienen heute die schönsten Abschnitte nur noch der Freizeitschifffahrt. Zuvor hatte aber schon Adam de CRAPONNE (1526–1576) bemerkenswerte Kanalprojekte im Süden Frankreichs verwirklicht. In der Baugeschichte eines von ihm konzipierten Kanals von der Durance nach Aix-en-Provence wird deutlich, daß manchmal die finanziellen Probleme größer waren als die technischen. Um die Geldgeber von der Durchführbarkeit seiner Kanalbaupläne erst einmal zu überzeugen, plante er, in einer ersten Bauphase einen sog. 'Demonstrationskanal' von nur 1,25 m Breite anzulegen, der anschließend zu vergrößern war. »Die Stadt Aix«, sagt er, »wird die Summe von 3.000 Ecus bereitzustellen haben, wenn sie in dem besagten Modell das Wasser vor den Toren der Stadt gesehen hat.«[16]

Das nächste zu behandelnde Kanalprojekt war eigentlich nur ein Politikum, denn es war verkehrstechnisch gesehen nicht unbedingt erforderlich. Am Anfang des 17. Jahrhunderts lagen die Spanier unter König PHILIPP IV. noch immer mit den Niederländern im Krieg. Sie hielten u.a. Südholland besetzt und hatten dabei gegenüber dem Norden einen großen geographischen Nachteil zu verkraften: Denn, daß der Rheinhandel dem niederländischen Norden immer neue Finanzen für die Kriegführung einbrachte, konnte den Spaniern nicht gleichgültig sein. Die spanische Statthalterin in Brüssel, die Infantin ISABELLA CLARA EUGENIA, versuchte deshalb den holländischen Lebensnerv durch den Bau eines Kanales zwischen Rhein und Maas zu treffen und damit den Handel auf dem Rhein zum Erliegen zu bringen.[17]

Geplant war sogar ein weiterer Ausbau des Kanals bis Antwerpen. Ganz kühne Planer wollten auf diese Weise nicht nur den Handel unterbinden, sondern darüber hinaus den gesamten Rheinstrom umleiten. Die Dimensionen des verwirklichten Kanalbettes aber lassen diesen Plan zweifelhaft erscheinen. Bevor man sich für die später verwirklichte Trasse des Kanales zwischen Rhein und Maas endgültig entschied, waren auch noch Pläne anderer Linienführungen im Gespräch. Da diese Pläne aber den Handelsinteressen nicht anliegender Städte zuwider liefen, wurden sie durch Geldzuwendungen an einflußreiche Per-

On envisagea de prolonger ce canal jusqu'à Anvers et cet audacieux projet visa non seulement à entraver les échanges commerciaux par le Rhin, mais encore à détourner la totalité du cours du fleuve dans le canal. Cette idée paraît peu réaliste lorsqu'on considère le gabarit du canal prévu. Avant le choix du tracé définitif entre le Rhin et la Meuse, on étudia d'autres itinéraires possibles. Etant donné que ces projets étaient parfois contraires aux intérêts commerciaux de certaines villes plus éloignées, les milieux concernés ne tardèrent pas à faire échouer ces plans en versant des pots-de-vin à des personnages influents. Ce que nous savons de ces projets fournit des renseignements précieux concernant le coût d'une telle construction: le devis pour l'établissement d'un canal entre Venlo et Neuss, avec un délai de construction de 8 mois, s'élevait à une somme entre 400.000 et 500.000 guilders. Les coûts d'un canal entre Rheinberg et Anvers étaient estimés à 2.000.000 de »Stuber« d'or. L'Infante ISABELLE, qui était maître d'oeuvre de ce projet, était loin de disposer de telles sommes; on chargea donc du financement les trois villes fortifiées Rheinberg, Geldern et Venlo, qui seraient reliées par le canal, avec la vague promesse qu'elles auraient ensuite le droit de prélever péage des chalands circulant sur le canal. Le trajet le plus direct entre Rheinberg et Venlo ne se prêtait guère à la canalisation, étant donné que deux chaînes de collines entravaient le passage. Comme le canal devait également passer par Geldern, son cours fut fixé tel que l'on peut le voir encore aujourd'hui. Il fut muni de 25 ouvrages de fortification de dimensions variables, afin d'assurer une protection supplémentaire. Le tracé initial du canal était supposé aboutir dans la Meuse près d'Arcen. La ville de Venlo sut pourtant prévenir, grâce à ses ressources financières et à ses relations, tout désavantage commercial que ce projet aurait pu lui causer.

Le 21 septembre 1626, le comte HENRI VAN DEN BERG ouvrit le chantier au nom de L'Infante d'Espagne. Le travail se réalisa sous la direction technique de Giovanni DE MEDICI, marquis de San Angelo, qui avait à ses côtés quatre ingénieurs et deux hommes de la haute finance. Il s'agissait de creuser un canal d'une longueur approximative de 48 km et d'une largeur de 70 pieds. Les différences d'altitude étaient à compenser par des écluses. Pour passer sur la terrasse de la Meuse, il fallait construire quatre écluses à sas, avec une différence d'altitude de 2,5 m chacune, espacées de 120 mètres. L'eau nécessaire au fonctionnement du canal serait fournie par les rivières que son trajet allait recouper (p.ex. la Niers). Les travaux ne progressèrent que très lentement. A

sönlichkeiten zu Fall gebracht. Sie geben uns aber heute noch einen guten Überblick über die finanzielle Größenordnung eines solchen Projektes. So war für den Bau eines Kanales von Venlo nach Neuss eine Bauzeit von acht Monaten bei einer Bausumme von 400.000 bis 500.000 Gulden veranschlagt. Die Kosten eines Kanales von Rheinberg nach Antwerpen wurden auf 2.000.000 goldene Stüber geschätzt. Da solche Summen der Bauherrin gar nicht zur Verfügung standen, wurden die Baukosten den drei vom Kanal berührten Festungsstädten Rheinberg, Geldern und Venlo auferlegt, gegen die vage Zusicherung, die Zollabgaben der später einmal durchfahrenden Schiffe kassieren zu dürfen.

Die kürzeste Verbindung zwischen den Städten Rheinberg und Venlo war für den Ausbau nicht geeignet, da zwei Höhenzüge dieser Linienführung hinderlich waren. Da zudem die Festung Geldern einbezogen werden sollte, erhielt der Kanal seine heute noch sichtbare Trassenführung. Zum zusätzlichen Schutz des Kanals wurden 25 Schanzen unterschiedlicher Stärke gebaut. Ursprünglich sollte der Kanal schon bei Arcen die Maas erreichen; aber Geld und gute Beziehungen der Stadt Venlo sorgten dafür, daß die Stadt auf diese Weise keine wirtschaftlichen Nachteile hinnehmen mußte.

Am 21. September 1626 machte Graf HEINRICH VANDEN BERG im Namen der spanischen Infantin den ersten Spatenstich. Die technische Oberleitung über das Projekt hatte Giovanni DE MEDICI, Marquis von San Angelo, dem vier Ingenieure und zwei hohe Finanzleute zur Seite standen. Zu bewältigen war eine ungefähr 48 km lange Strecke, wobei die Breite des Kanalbettes auf 70 Fuß geplant war. Die Höhenunterschiede sollten durch Schleusen überwunden werden. So waren zur Überwindung der Maasterrasse vier Schleusenkammern mit je 2,5 m Höhenunterschied im Abstand von 120 m zu bauen. Das Wasser für den Kanalbetrieb mußten die zu kreuzenden Gewässer, etwa die Niers, liefern. Die Arbeiten gingen allerdings nur langsam voran. Im Herbst 1626 war zwischen Geldern und Venlo erst eine Schanze gebaut. Die zwölf Schanzen zwischen Geldern und Rheinberg waren zu diesem Zeitpunkt fast fertig, und der Kanal selbst war in diesem Bereich – allerdings nur mit halber Breite – verwirklicht. Die Spekulationen über die Zahl der eingesetzten Arbeiter gehen auch bei diesem Kanal weit auseinander, sie liegen zwischen 3.000 und 8.000, wobei im letzten Fall vom Einsatz von 2.000 Arbeitern aus der Pfalz die Rede ist.

Am 18. Juni 1627 besucht ISABELLA in Begleitung des Kardinals DE LA CUEVA und des

l'automne de l'an 1626, on n'avait terminé qu'une seule fortification entre Geldern et Venlo. Les douze ouvrages fortifiés prévus entre Geldern et Rheinberg étaient en voie d'achèvement. Le tracé du canal reliant ces deux villes était réalisé, mais seulement sur la moitié de sa largeur définitive.

Les estimations concernant le nombre d'ouvriers employés sont très divergentes. Les chiffres varient entre 3000 et 8000; selon cette dernière proposition, 2000 ouvriers provenaient du Palatinat.

Le 18 juin 1627, l'Infante ISABELLE visita personnellement le chantier, escortée par le Cardinal DE LA CUEVA et par le Général SPINOLA. Elle gagna Geldern en passant par Venlo et Walbeck et s'embarqua, le 20 juin, pour faire une course d'essai sur le canal jusqu'à Rheinberg. L'Infante mit ce canal sous la protection de la Sainte Vierge et le baptisa »Fossa Sanctae Mariae« (Mariengrft). Le nom qu'on a retenu aujourd'hui se réfère pourtant à l'Infante elle-même: Fossa Eugeniana. Cette visite lui permit d'observer non seulement l'avancement du projet, mais aussi les dévastations qu'avaient causées les Hollandais, lors de leurs incursions occasionnelles.

Les attaques de l'ennemi devinrent de plus en plus menaçantes, de sorte qu'en 1628, le chantier fut abandonné avant l'achèvement du projet (fig. 5). Notons cependant que des raisons financières ont certainement aussi contribué à la décision d'arrêter ce chantier. Willem Janszoon BLAEU a établi une carte de la »Fossa Eugeniana« qui illustre l'entier de ce projet. Sur le bord inférieur de cette carte sont représentés le Rhin et la Meuse qui essaient de se donner la main, mais en vain (fig. 6–8).

Un autre projet plus récent d'un canal reliant Rhin-Meuse-Escaut n'a pas été entièrement réalisé non plus. En 1806, NAPOLEON I aborda le projet du »Grand Canal du Nord« entre Neuss et Venlo, dans l'intention de restreindre le commerce qui fleurissait entre l'Angleterre et le Continent grâce aux ports rhénans des Pays-Bas[18]. L'évolution politique entraîne une fois de plus l'abandon du projet sans que celui-ci fût achevé.

Le dessein de construire une voie navigable entre le Rhin et la Meuse avait pourtant survécu. Lors du traité de Versailles, qui mit fin à la Première Guerre mondiale, les puissances victorieuses se réservèrent le droit de rouvrir ce dossier dans les 25 ans pour faire construire ce canal par les Belges aux frais de l'Allemagne[19].

L'arrêt du chantier de la »Fossa Eugeniana« en 1628 et le début de la construction du canal d'Enteroches en 1638 apparaissent dès lors comme des événements liés dans le temps.

Generals SPINOLA die Baustelle. Sie reist über Venlo und Walbeck nach Geldern und unternimmt am 20. Juni eine Probefahrt auf dem Kanal nach Rheinberg. Die Infantin hatte den Kanal unter den Schutz Mariens gestellt und ihn Fossa Sanctae Mariae (Mariengrft) genannt. Der heutige Name bezieht sich aber auf Isabella Eugenia selbst: Fossa Eugeniana. Bei ihrer Inspektion sah ISABELLA aber nicht nur das Fortschreiten des Baues, sondern auch die Verwüstungen, die durch gelegentliche Übergriffe der Niederländer verursacht worden waren. Der Druck aus dem Norden wurde schließlich so stark, daß die Arbeiten 1628 aufgegeben wurden, das Werk blieb unvollendet. Es dürfte aber auch finanzielle Gründe für ein Einstellen der Arbeiten gegeben haben (Abb. 5).

Die Karte der Fossa Eugeniana von Willem Janszoon BLAEU gibt heute noch einen guten Überblick über das Gesamtprojekt. Links unten versuchen Rhein und Maas einander die Hände zu geben – vergeblich (Abb. 6–8). Auch die Neuauflage eines Rhein-Maas-Schelde-Kanals wurde nicht vollendet. 1808 begann NAPOLEON I. mit dem Bau des 'Grand

Cette constatation nous ouvre des perspectives totalement nouvelles sur l'histoire de la construction des canaux en Europe. Il n'est donc guère étonnant que des experts provenant de la région du Rhin inférieur aient été engagés pour réaliser le projet du canal d'Entreroches. L'étude qui suit comble une lacune importante dans nos connaissances sur l'histoire de la construction des canaux navigables (fig. 9).

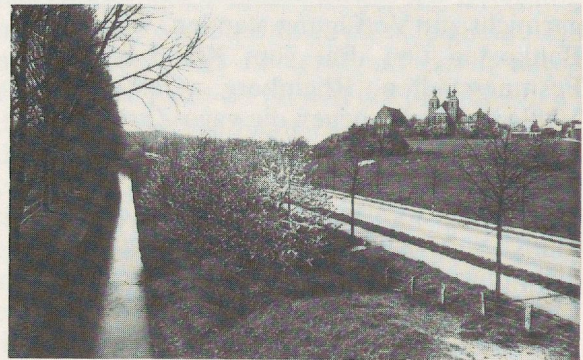


Abb. 5 Fossa Eugeniana bei Kloster Kamp. In diesem Abschnitt ist nur ein verkleinerter Kanalquerschnitt ausgebaut worden.

Fig. 5 La Fossa Eugeniana près de l'abbaye de Kamp. Dans ce secteur, seul le canal à gabarit réduit a été creusé.



Abb. 6 Gesamtverlauf der Fossa Eugeniana in der Karte von W.J. Blaeu.

Fig. 6 Le tracé de la Fossa Eugeniana sur la carte de W.J. Blaeu.

Canal du Nord' zwischen Neuss und Venlo, um Englands Festlandshandel über die holländischen Rheinhäfen einzuschränken.[18] Auch die Notwendigkeit für die Fertigstellung dieses Kanals entfiel durch die politische Entwicklung.

Das bedeutete aber nicht, daß nunmehr das Projekt, zwischen Rhein und Maas einen Kanal zu bauen, für alle Zeiten aufgegeben worden wäre. Noch im Versailler Vertrag behielten sich die Siegermächte des 1. Weltkrieges vor, daß Belgien auf Deutschlands Kosten diesen Plan innerhalb von 25 Jahren noch einmal hätte aufgreifen können.[19]

Durch die Einstellung der Bauarbeiten an der Fossa Eugeniana im Jahre 1628 und den Beginn der Arbeiten am Canal d'Enteroches im Jahre 1638 werden sogar zeitliche Bezüge zwischen beiden Bauwerken sichtbar, durch die völlig neue Erkenntnisse im Kanalbau in Europa sichtbar werden. So nimmt es nicht wunder, daß auch am Canal d'Enteroches im Kanalbau erfahrene Bauleute vom Niederrhein Arbeit fanden.

Die nachfolgende Publikation versucht, eine der Lücken zu schließen, die bisher bei der Betrachtung der Geschichte des Baus von Schiffahrtskanälen noch bestanden haben (Abb. 9).

Abb. 7 Die Fossa Eugeniana in der großen Karte von J. v. d. Heyden um 1636.

Fig. 7 La Fossa Eugeniana sur la grande carte de J. v. d. Heyden, 1636.

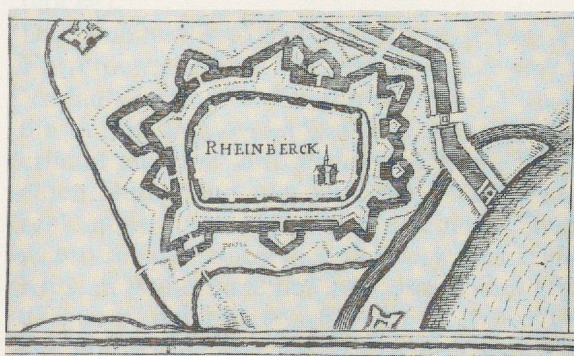
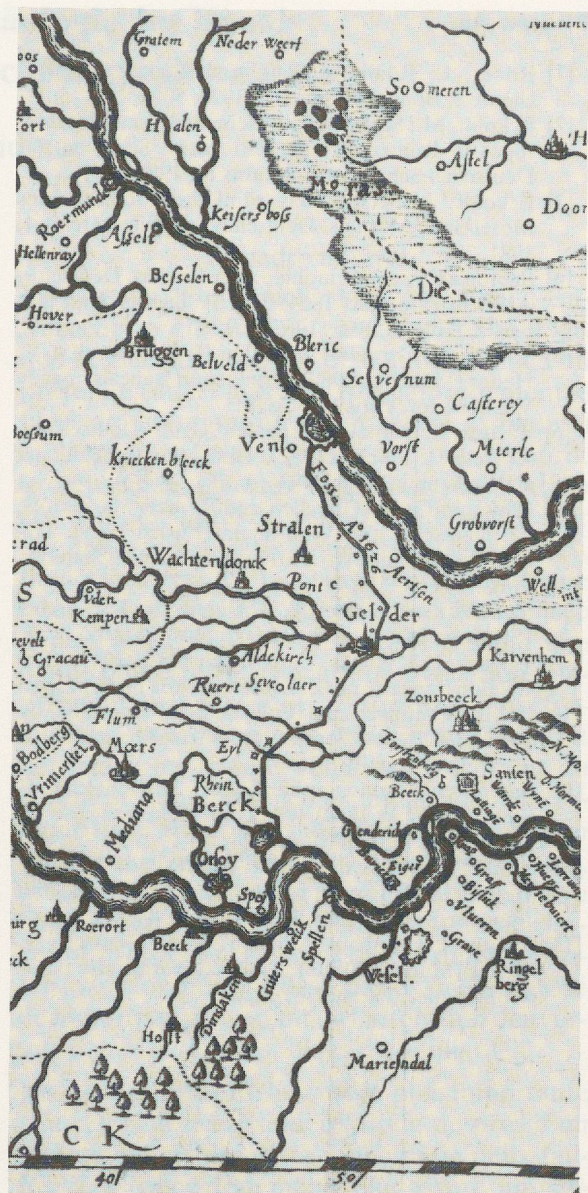


Abb. 8 Die Mündung der Fossa Eugeniana in den Rhein bei Rheinberg (Karte von J. v. d. Heyden um 1636).

Fig. 8 L'embouchure de la Fossa Eugeniana dans le Rhin, près de Rheinberg (Carte de J. v. d. Heyden vers 1636).

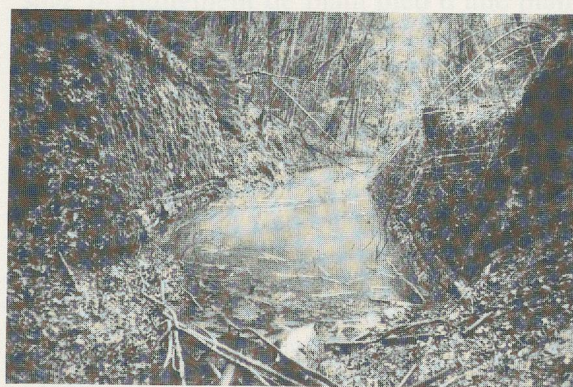


Abb. 9 Canal d'Enteroches. Besterhaltener Streckenabschnitt auf der Höhe der Wasserscheide.

Fig. 9 Le tronçon le mieux conservé du canal d'Enteroches, sur la ligne de partage des eaux.

Bibliographie

- [1] Röder, J.: Römische Steinbruchtätigkeit am Drachenfels. Bonner Jahrb. 174, 1974, 509.
- [2] Eckoldt, M.: Schifffahrt auf kleinen Flüssen Mitteleuropas in Römerzeit und Mittelalter. Schriften des Deutschen Schifffahrtsmuseums 14, 1980, 40.
- [3] Eckoldt, M.: Über das römische Projekt eines Mosel-Saône-Kanals. Deutsches Schifffahrtsarchiv 4, 1981, 29.
- [4] Sueton's Kaiserbiographien, V, Claudius. Deutsch v. A. Stahr (Stuttgart 1864) 325. Traduction française par H. Ailloud, Paris 1967, p. 108.
- [5] Tacitus, P. Cornelius: Annalen II, 8. Deutsch v. E. Heller (München 1982). Traduction française par P. Willeumier, Paris 1974, p. 81.
- [6] Tacitus, P. Cornelius: Annalen XI, 20. Deutsch von E. Heller (München 1982). Traduction française par P. Willeumier, Paris 1976, p. 22.
- [7] Plutarch: Große Griechen und Römer, Marius, VI, 15. Deutsch v. W. Wuhrmann (Zürich 1965). Traduction française par R. Flacelière et E. Chambry, Paris 1971, p. 112.
- [8] Strabo's Geographie IV, 8. Deutsch v. K. Kärcher (Stuttgart 1829). — The Geography of Strabo IV, 8. Engl. v. H.L. Jones (Cambridge, Mass. 1959). Traduction française par F. Lasserre, Paris 1966, p. 134.
- [9] Tabula Peutingeriana. Vollständige Faksimile-Ausgabe im Original-Format mit einem Kommentar v. E. Weber (Graz 1976).
- [10] Sueton's Kaiserbiographien, Nero, 31. Deutsch v. E. Stahr (Stuttgart 1864) 406. Traduction française par H. Ailloud, Paris 1967, p. 176.
- [11] Plinius Secundus d. Ä., C.: Naturkunde XIV, 61. Deutsch v. R. König (München 1981). Traduction française par J. André, Paris 1958, p. 44.
- [12] Tacitus, P. Cornelius: Annalen XV, 42. Deutsch v. E. Heller (München 1982). Traduction française par P. Willeumier, Paris 1978, p. 169.
- [13] Plinius Caecilius Secundus, Gaius: Briefe X, 41; X, 42; X, 61; X, 62. Deutsch von H. Kasten (München 1979). Traduction française par M. Durry, Paris 1972, p. 40–41 et 51–52.
- [14] Schwarz, K.: Der »Main-Donau-Kanal« Karls des Großen. Schriftenreihe z. bayer. Landesgeschichte 62, 1962, 321. — H.H. Hofmann: Kaiser Karls Kanalbau (Sigmaringen u. München 1969). — J. Röder: Sed in cassum — für die Katz' — Der Kanal Karls des Großen. Kölner Römer-Illustrierte 2/1975, 280. — J. Röder: Fossatum magnum, der Kanal Karls des Großen. Jahresber. d. Bayer. Bodendenkmalpflege 15/16, 1974/75, 121. — Goldmann: Das Altmühl-Damm-Projekt, die Fossa Carolina. Acta Praehistorica et Archaeologica 16/17, 1984/85, 215.
- [15] Slotta, R.: Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland. Veröffentl. a. d. Bergbaumuseum 7 (Bochum 1975) 433. — O. Harck: Stecknitzkanal. Führer zu archäolog. Denkmälern in Deutschland 2 (Stuttgart 1983) 40.
- [16] Bertin, J.-B.; V. Audier: Adam de Craponne et son Canal d'après des documents inédits (Salon 1904).
- [17] Obertreis, P.: Erster Versuch zu einem Rhein-Maas-Kanal. Geldrischer Heimatkalender 1963, 72. — W. Hendriks: Die Fossa Eugeniana. Heimatkalender Kreis Moers 1965, 88. — K. Grewe: Fossa Carolina und Fossa Eugeniana — Über zwei vergebliche Versuche, Schifffahrtskanäle zu bauen. Das Rheinische Landesmuseum Bonn 1977, H. 4, 53. — R.-G. Pistor; H. Smeets: Die Fossa Eugeniana, eine unvollendete Kanalverbindung zwischen Rhein und Maas 1626. Landeskonservator Rheinland, Arbeitsheft 32 (Bonn 1979).
- [18] Scheller, H.: Der Nordkanal zwischen Neuss und Venlo. Schriftenreihe d. Stadtarchivs Neuss 7 (Neuss 1980). — J. Huck: Der Nordkanal. Rhein. Heimatpflege 19, 1982, 81.
- [19] Friedensvertrag von Versailles, Teil XII, Häfen, Wasserstraßen und Eisenbahnen, Artikel 361.