

akzent

Wolfgang Günther

Straßen, Brücken, Türme



Wolfgang Günther

Straßen, Brücken, Türme

Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin

Autor: Dr.-Ing. Dr. rer. oec. Wolfgang Günther, Weimar

Illustrationen: Inge Brück

1. Auflage 1981

1.–20. Tausend. Alle Rechte vorbehalten

© Urania-Verlag, Leipzig/Jena/Berlin

Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, Leipzig 1981

VLN 212-475/44/82 LSV 3759 D 218/80

Lektor: Ingelore Naukkarinen

Einbandreihenentwurf: Helmut Selle

Typografie: Julia Strube

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: INTERDRUCK

Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97

Best.-Nr.: 653 749 5

DDR 4,50 M

Inhalt

Hohes Reisetempo genügt nicht 7

Über die Straßen der Erde 10

Wege, Straßen, Autobahnen 10

**Von der hölzernen Schiene
zum Großstadtbahnhof 18**

Die Spur zur BAM 18

Bahnhöfe gestern und heute 20

Bauten des innerstädtischen Schienenverkehrs 29

Berge und Täler keine Hindernisse 33

Brückenbauten 33

Schätze der Technik 48

Durch die Schranken der Natur 56

Motopia 64

Die Stadt – zugeschnitten vom Auto? 64

Bauten des innerstädtischen Straßenverkehrs 73

Die Eroberung des Wassers 77

Vom Landesteg zum Überseehafen 77

Wegweiser der Weltmeere 84

Schiffahrt zu Lande 91

Hoch durch die Lüfte 104

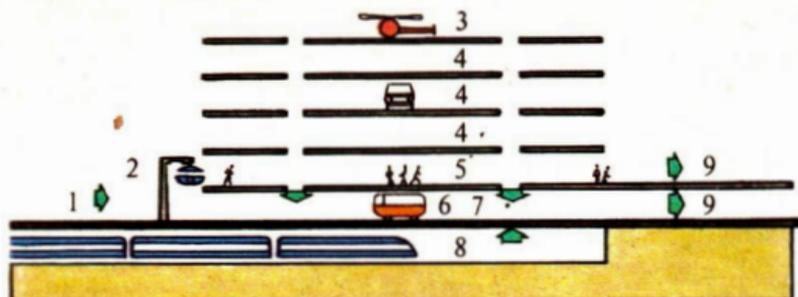
Vom Rasenplatz zum Aerodrom 104

**Sichtbare Bauten –
unsichtbarer Verkehr 114**
Der Transport von Nachrichten 114

»Einmal Kosmos und zurück« 123
Weltraumbahnhöfe 123

Hohes Reisetempo genügt nicht

Noch vor 150 Jahren waren »Schusters Rappen« das am meisten benutzte Verkehrsmittel, das Reisetempo dementsprechend gemächlich, »Verkehrsbau« die Schenke an der Landstraße. Heute brausen wir in einem Massenverkehrsmittel mit 300 km/h über die Schienen von einer Stadt zur anderen, schweben in einem Luftkissenschiff mit 140 km/h dicht über den Wellen von einem Hafen zum anderen, fliegen im Überschallbereich von einem Land zum anderen und erreichen bereits kosmische Geschwindigkeiten. Wir neigen aber auch dazu, jene Dinge als selbstverständlich anzusehen, die solche Geschwindigkeiten erst ermöglichen helfen. Straßen, Brücken, Pisten, Türme als Teile der vielen baulichen Anlagen und Einrichtungen des Verkehrswesens haben einen nicht zu unterschätzenden Anteil an dieser Entwicklung. Sie ermöglichen oder erleichtern die volle Nutzung der Verkehrsmittel. Wo sollten unsere Landfahrzeuge fahren ohne Straßen und Schienen, wo unsere Flugzeuge starten und landen ohne Pisten und wo unsere Ozeanriesen anlegen ohne Häfen? Mit Brücken- und Tunnelbauten werden natürliche Hindernisse überwunden. Beim Anblick eines Fernsehturmes ahnen wir, wie vielen hochkomplizierten technischen Einrichtungen für den »unsichtbaren« Verkehr er Schutz gewährt. Die baulichen Anlagen und Einrichtungen sind sowohl dienendes als auch förderndes Element innerhalb eines modernen Verkehrswesens. Mit Hilfe des Verkehrs und seiner Bauten werden Menschen einander näher gebracht, Kontinente miteinander verbunden, noch unbekannte Gebiete erschlossen, die Wege zu den Schönheiten unserer Heimat für alle erleichtert.



Beispiel für Übergangsmöglichkeiten zu den einzelnen Verkehrsmitteln innerhalb eines Gebäudekomplexes an der Peripherie der Stadt: 1 – Ringstraße o. Stadttangente; 2 – Einschienenbahn; 3 – Hubschrauberlandeplatz; 4 – Parkplätze; 5 – Fußgänger; 6 – Bus; 7 – Taxi; 8 – U-Bahn; 9 – zum Stadtzentrum

Scheinbar gleichförmig vollzog sich die Entwicklung der Verkehrsbauten vom Trampelpfad über das einzigartige Straßensystem des römischen Imperiums bis zu jenem Tag im Jahre 1825, an dem die erste Eisenbahn durch die Lande fauchte, bis zu jenem Tag im Jahre 1885, an dem das erste Auto durch die Straßen tuckerte, und bis zu jenem Tag im Jahre 1903, an dem sich das erste Motorflugzeug in die Lüfte erhob. Mit diesen ersten Fortbewegungsmaschinen haben unsere heutigen Verkehrsmittel fast nichts mehr gemein. Ebenso sind die ersten baulichen Anlagen und Gebäude für den Land-, Luft- und Seeverkehr mit den derzeitigen kaum noch vergleichbar.

Auch der Verkehrsorganisation innerhalb der Städte kommt heute eine ganz andere Bedeutung zu als zu jener Zeit, da die ersten Personenkraftwagen bestaunt wurden und Massenbeförderung durch die Pferdebahn erfolgte. Hohes Reisetempo allein genügt nicht, wenn das innerstädtische Verkehrssystem mit seinen baulichen Anlagen, z. B. Parkplätzen, nicht gelöst ist.

Nicht anders ist es beim einzelnen Verkehrsgebäude. Vor nicht allzu langer Zeit genügte es, auf einem Bahnhof von einem Zug in den anderen umzusteigen. Heute werden Kommunikationssysteme projiziert, innerhalb derer es möglich ist, je nach Bedarf vom Flugzeug nahezu direkt in einen Eisenbahnzug, einen Bus, ein Taxi, eine S- oder U-Bahn umzusteigen. Wir erwarten von den Verkehrsbau-

ten heute, daß sie die Anforderungen, die die einzelnen Verkehrsarten, Verkehrsträger und Verkehrsmittel im Interesse der Benutzer stellen, perfekt erfüllen. Das verlangt nach kurzen Verkehrswegen, Übersichtlichkeit und rascher Orientierung innerhalb eines Gebäudes, nach klarem, dem Zweck entsprechenden Ausdruck in seiner äußeren Gestalt.

Auf die Zukunft gerichtet, müssen Verkehrsbauten hinsichtlich ihrer ständig wachsenden Beanspruchung planerisch und konstruktiv ein Optimum an Anpassungsfähigkeit, Veränderlichkeit und Erweiterungsmöglichkeiten bieten.

Über die Straßen der Erde

Wege, Straßen, Autobahnen

Ausgetrocknete Wasserläufe, Furten von Bächen und Flüssen oder Gewässerufer markierten die Trampelpfade, die die Menschen der Urgesellschaft auf der Suche nach Nahrung anlegten. Solche Wegführungen genügten den nichtseßhaften Menschen. Selbst das Seßhaftwerden und der damit verbundene Austausch von Naturalprodukten führten zwar zur Anlage von Wegen, brachten aber kaum technische Verbesserungen. Erst der Wagen, ältestes Transportmittel, über Jahrtausende hinweg unverändert aus Holz gebaut, machte befestigte Wege erforderlich.

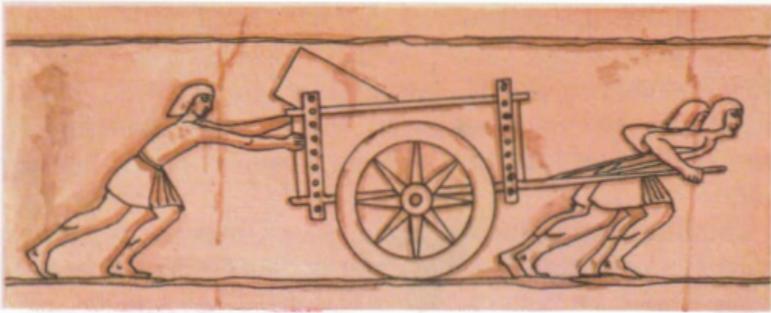
Ausgesprochene Wegebaumeister waren die Kelten. Mit Beginn ihrer Expansion, etwa zwischen 500 bis 400 v. u. Z., legten sie sogar gepflasterte Straßenabschnitte an, die einen Verkehr mit Wagen ermöglichten.

Die ersten uns bekannten planmäßig errichteten Straßen – man bezeichnet sie auch als Kunststraßen – gab es im Orient. Eine davon führte über fast 3400 km von Susa nach Sardes.

Auch im alten China baute man schon feste Straßen. Manche von ihnen sind noch heute über weite Strecken benutzbar.

Die Griechen, namentlich die Athener, legten besonders für die heiligen Züge vortreffliche Straßen an. Dazu gehörte z. B. die heilige Straße nach Delphi oder auch jene bei Kyrene.

Große Bedeutung erlangte der Straßenbau zur Zeit der Römerherrschaft. Als die Via Latina, die Latinische Straße, nicht mehr genügte, ließ der Censor Appius Claudius



Der Trampelpfad genügte nicht mehr – mit dem Aufkommen des Wagens wurden Straßen notwendig.

Caecus (312 v. u. Z.) als erste römische Kunststraße die Via Appia, im Altertum auch Königin der Straßen genannt, bauen. Sie führte zunächst von Rom nach Capua. Später, vermutlich schon im 3. Jahrhundert v. u. Z., erhielt sie eine Fortsetzung bis Beneventum, dann bis Tarentum und Brundisium. Auf einem Unterbau war sie mit sehr harten, ohne verbindenden Stoff ineinandergefügten Polygonsteinen gepflastert. Noch heute kann man an den vielen erhaltenen Strecken ihre vorzügliche Bauart erkennen. Mit etwa 8 m war sie breit genug für sich begegnende Wagen. Zu beiden Seiten hatte sie eine erhöhte Einfassung nach Art unserer Fußwege. Auf der 19 römische Meilen¹ langen Strecke durch die Pontinischen Sümpfe vom Forum Appii nach Tarracina war sie von einem Kanal begleitet.

Die Römerstraßen des Kaiserreiches reichten von der Nordsee bis an den Rand der Sahara, von der Küste des Atlantiks bis nach Mesopotamien. Alle führten nach Rom, wo auf dem Forum Romanum der von Augustus errichtete goldene Meilenstein, *milliarium aureum*, als ihr Zielpunkt stand.

Von wesentlicher Bedeutung für das römische Straßenwesen war die Nutzung der Alpenpässe. 17 Übergänge wurden erkundet und genutzt. Dazu gehörte auch der am

¹ Die Römer gaben die Entfernung in *mille passuum*, 1000 Schritten, an. Eine solche römische Meile maß 1000 geometrische Schritte von je 5000 römischen Fuß. Nach unserem Maßsystem sind das 1472,5 m.

meisten überquerte Brenner und der Große St. Bernhard.

Die Gesamtlänge des römischen Straßennetzes, das auch dem Postverkehr diente, betrug unter Trajan (53–117) etwa 80 000 km. Durch Gasthäuser, Pferderelais, Badehäuser und Posthäuser war für die Bedürfnisse der Reisenden gesorgt.

Die Straßen, die überwiegend einen Unterbau von sechs verschiedenen Schichten und damit eine Gesamtdicke von etwa 1 bis 1,5 m hatten, waren hauptsächlich von den örtlichen Truppenverbänden gebaut worden. Ihre Instandhaltung wurde eigens dafür vorgesehenen Beamten übertragen.

Die von den Römern entwickelte Straßenbautechnik wurde bis in das 19. Jahrhundert hinein an Qualität nicht übertroffen.

Die nächstgrößere Etappe im Straßenbau setzte in ottonisch-salischer Zeit (etwa um 900) ein. Gleichzeitig damit entstand ein regelrechtes gesetzliches Gefüge: Straßenzwang, Zollstätten, Beherbergung der Reisenden, Besteuerung des Handelsgutes, Abgabefreiheit beim Bau

Die Fernstraßen des Römischen Reiches, die zunächst militärischen Zwecken, dann auch dem Handel und dem Reiseverkehr dienten, bildeten ein dichtes Netz und verbanden die Kolonien mit Rom. Rote Punkte: Grenze des Römischen Reiches



und der Unterhaltung von Wegen, Brücken und Dämmen. Die größeren Straßen wurden zu Königsstraßen erhoben und waren Eigentum des Reiches, eine Festlegung, die seit dem 10. Jahrhundert auch für Brücken, Fähren und Wasserstraßen galt. So taucht dann auch nicht zufällig im Jahre 1008 unter Heinrich II. die Bezeichnung Reichsstraße auf. An des Reiches Straße, unter freiem Himmel, an einem Kreuzweg wurde Gericht gehalten. Auf der Reichsstraße herrschte wie auf dem Markt der »Königsfriede«. Wer die sichere Straße verließ, tat es auf eigene Gefahr...

Im frühen Mittelalter stagnierte der Straßenbau erneut. Die Feudalherren hatten weder ein ökonomisches noch ein politisches Interesse am Ausbau guter Landverbindungen. Den Bauern genügten die Feldwege. Diese unbefriedigenden Wegeverhältnisse führten dazu, daß der gesamte Warenverkehr über die vorhandenen Straßen rollte: über die Römerstraßen, die alten Salzstraßen, aber ebenso über Botenwege.

Das hochmittelalterliche Straßensystem ist nur in seinen Grundzügen bekannt. Die Straßen führten zu den großen Sammelplätzen und Ausgangspunkten für die Romzüge der Kaiser – Brüssel, Konstanz, Ulm, Augsburg und Regensburg – vor den Alpen zusammen und dann über die Alpenpässe.

Eine Verbesserung des Straßenzustandes trat erst seit dem 17. Jahrhundert mit der Errichtung von Posten ein. Diese regelmäßigen Postverbindungen brachten den Landesfürsten hohe Einnahmen, ihr Interesse an gut ausgebauten und sicheren Straßen wuchs. Größere Landesfürsten ließen aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aus militärischen Erwägungen Straßen für ihren eigenen Bedarf anlegen. Beeinflußt wurde diese Entwicklung weiterhin durch das Ansteigen der gewerblichen Produktion und den damit zwangsläufig verbundenen Transport von Rohstoffen und Fertigwaren.

Im Zusammenhang mit dieser Entwicklung setzte Mitte des 18. Jahrhunderts der Chausseebau in den deutschen Ländern ein. Die erste dieser Landstraßen mit fester Decke entstand zwischen Nördlingen und Öttingen. Der Straßenbau wurde z. T. nicht mehr im Frondienst, sondern bereits auf Basis der Lohnarbeit durchgeführt.

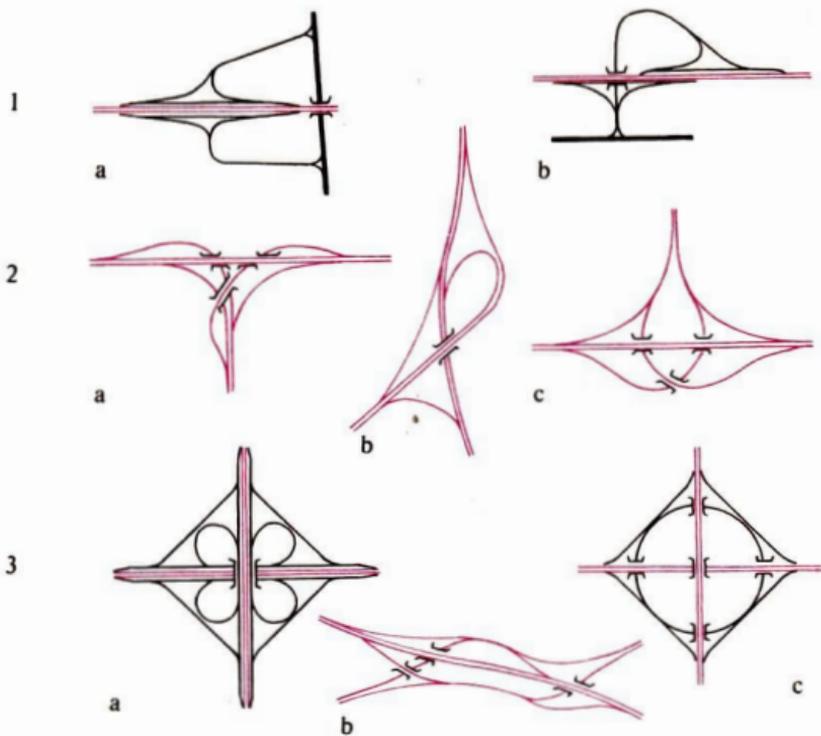
In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war es die industrielle Produktion, die den Güterverkehr auf der Landstraße vor neue Aufgaben stellte. Massengüter für den Bedarf der aufkommenden Industrie mußten befördert werden. Der Umfang war beträchtlich. Allein der Eisen- und Stahlbedarf betrug in der Remscheider Industrie um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert jährlich etwa 6 100 t, die aus dem Siegerland über 200 km mit Wagen von je 0,5 t Tragfähigkeit herangefahren wurden.

Bald machten sich bei all diesen Gütertransporten erhebliche Mängel bemerkbar: lange Transportzeiten und hohe Transportkosten. Die durchschnittliche Tagesleistung eines Fuhrwerkes lag zwischen 25 bis 30 km; schon 200 Jahre früher hatte man 20 bis 25 km pro Tag erreicht. So ist es auch nicht verwunderlich, daß sich nach der raschen Ausweitung des Eisenbahnnetzes die Struktur des Straßenverkehrs für die Beförderung von Gütern und Personen grundlegend ändern mußte. Vor allem die wirtschaftliche Entwicklung drängte nach einer schnellen und umfangreichen Verbesserung der Straßenverhältnisse.

Mit dem bereits im 18. Jahrhundert begonnenen Chausseebau erfolgte eine sichtbare Verbesserung im Straßenverkehr. Das Straßenwesen erfuhr nicht nur eine quantitative, sondern auch eine qualitative Veränderung. Die bisherigen überaus aufwendigen Befestigungsarten der Straßendecken wurden von den beiden englischen Ingenieuren McAdam und Telford verbessert. Die nach ihren Projekten gebauten Straßen bestanden aus einer 25 bis 30 cm starken Schotterschicht. Sie wurde auf einen trockenen Untergrund je nach Straßenbreite aufgebracht und in feuchtem Zustand mit schweren Walzen zusammengedrückt und verfestigt. Diese Straßenbauweise setzte sich sehr schnell durch.

Der Straßenbau im 19. Jahrhundert konzentrierte sich, den wirtschaftlichen Interessen des aufkommenden Kapitalismus entsprechend, auf die industriell entwickelten Gebiete. In Gebieten mit ausgesprochen landwirtschaftlichem Charakter stagnierte die Anlage von Straßen.

Trotz dieser technischen Veränderungen in der Straßenbauweise hat die Menge der Reisenden bis tief in das 19. Jahrhundert hinein die Landstraße zu Fuß bevölkert.



1 – Autobahnanschlußstellen: a – zweiseitiger Anschluß, b – einseitiger Anschluß;
2 – Autobahngabelungen: a – Dreiecksform, b – Trompetenform, c – Birnenform;
3 – Autobahnvereinigungen: a – Kleeblattlösung, b – Linienlösung, c – Verteilerkreis

Nur Wohlhabendere konnten zu Pferde reiten oder in herrschaftlichen Kutschen fahren. Auf den Hauptstrecken war es seit dem 18. Jahrhundert möglich, sich der Personenpost zu bedienen. Als Zugkraft standen Pferd und Ochse, als Last- und Gepäckträger Maultier und Esel zur Verfügung.

Nächst der Dampfmaschine für die Eisenbahn und die Schifffahrt bewirkte die Erfindung des Verbrennungsmotors die größte Umwälzung im Straßenverkehr.

Durch die Motorisierung erhielt die Straße eine ständig wachsende Bedeutung. Die auf uralten Trassen verlaufenden Kunststraßen, im 19. Jahrhundert chaussiert und geschottert, wurden mit Kleinpflaster bedeckt, geteert oder betoniert.

Der Bau reiner Autostraßen erfolgte zögernd. Die 1909 in Berlin gegründete Automobil- Verkehrs- und Übungsstraßen GmbH begann 1913 mit dem Bau der AVUS. Dabei blieb es zunächst in Deutschland. In anderen Staaten gab es bereits Mitte der zwanziger Jahre Beispielplanungen und Ausführungen von Autobahnen.

Eine Grundvoraussetzung bei der Planung von Autobahnen bestand darin, niveaugleiche Kreuzungen auszuschließen. So entstanden die unterschiedlichen Anschlußstellen oder als Form der Kreuzung das »volle Kleeblatt« und die »zweibahnige Kreuzung als Ringlösung«. Daneben kam es bei der Planung der Trassenführung der Autobahn auch darauf an, die Parkplätze an landschaftlich reizvollen Stellen mit Blick in Täler, über Städte und auf Berge anzulegen.

In Deutschland kam man, bis auf einige Ausnahmen, wie z. B. die Autobahn Köln – Bonn, durch fehlende finanzielle Mittel nicht über das Stadium der Projektierung hinaus.

Doch gerade die wenigen Beispiele ausgeführter Autobahnen und vorliegender Projekte waren dem faschistischen Propagandaapparat willkommen, in zahlreichen Veranstaltungen für den Bau der »Reichsautobahn« zu werben. Die Nazis, 1933 gerade an die Macht gekommen, verlangten nicht nur ein leistungsfähiges Straßennetz, sondern auch einen beschleunigten Autobahnbau zur Durchsetzung ihrer strategischen Ziele. Dazu wurde das Unternehmen Reichsautobahn gegründet. Der tatsächliche Auftrag zum Bau der Autobahn wurde aber der Reichsbahngesellschaft übertragen. Alles stellte sie ihrem ärgsten Konkurrenten, dem Kraftverkehr, zur Verfügung, um bei der Anlage eines besseren Verkehrsnetzes »zu helfen«: 600 Mill. Reichsmark, ihre Verwaltung und ihren Dienstguttarif für die Materialtransporte.

Im Vergleich zu den 3,33 Mrd. Reichsmark, die aus Steuergeldern für den Autobahnbau aufzubringen waren, war die von der Reichsbahngesellschaft zur Verfügung gestellte Summe relativ gering. Aber andere Dinge waren gesichert: die Fortdauer der Rüstungskonjunktur und damit die »Beseitigung der Arbeitslosigkeit«.

Vom 23. September 1933 bis Ende 1938 war die »Reichsautobahn« mit einer Streckenlänge von 6 785 km zum Bau

freigegeben, 3 062 km wurden fertiggestellt. Sie waren ebenfalls in die Vorbereitung für einen »Blitzkrieg« einbezogen. Wie dieses imperialistische Abenteuer ausging, ist bekannt. Das Jahr 1945 brachte auch den totalen Zusammenbruch des Straßennetzes mit über 1 500 gesprengten größeren Brücken allein auf dem Gebiet der DDR.

Unter großen Mühen begann nach dem Krieg auch der Wiederaufbau der Verkehrswege. Bis zum Jahre 1968 beschränkte sich der Autobahnbau in unserer Republik auf die Wiedererrichtung zerstörter Brücken und die Instandsetzung vorhandener Fahrbahnen. Danach wurden die Autobahnen Leipzig–Dresden und Berlin–Rostock neu gebaut.

Gegenwärtig verfügt unsere Republik mit mehr als 100 000 km Straßen, davon 1 651 km Autobahn, über eine ausreichende Netzdicke. Der sich immer mehr ausdehnende Handels- und Reiseverkehr verlangt aber zunehmend nach einem Ausbau des Straßenverkehrsnetzes. Das betrifft vor allem Straßen, die durch einen intensiven Transitverkehr belastet werden.

Beim Bau von Autobahnen geht man vor allem in den RGW-Staaten in Zukunft dazu über, die international befahrenen Fernverkehrsstraßen als reine Autobahnen zu erweitern. Dazu liegen bereits Projekte vor. Dieses künftige Autobahnnetz erstreckt sich von Rostock bis Konstanta und von Kishinjow bis Sofia. Der Tag wird nicht mehr fern sein, an dem auf einem Wegweiser auf dem Berliner Alexanderplatz zu lesen steht: Autobahn Warschau–Moskau.

Von der hölzernen Schiene zum Großstadtbahnhof

Die Spur zur BAM

Spurbahnen für Kultwagen gab es schon im alten Griechenland. Die Spurrillen zur Radführung der Wagen wurden im Abstand von 1,60 m etwa 7 cm tief und 15 cm breit in den Kalkfelsboden eingehauen.

Erstmals ökonomischen Zwecken dienten die um 1535 im deutschen Bergbau angelegten hölzernen Spurbahnen. Der Nutzen solcher Bohlenbahnen war offensichtlich: Nunmehr konnte ein Pferd 2 bis 2,5 t ziehen, das Drei- bis Vierfache gegenüber bisherigen Beförderungsmethoden.

Nachdem im Jahre 1820 das Walzen von Stahlschienen gelungen war und in den folgenden Jahren im Lokomotivbau Probleme der Dampfleistung und der Kraftübertragung zu günstigeren Lösungen geführt worden waren, trat die Schienenbahn aus dem innerbetrieblichen Bau heraus. Bereits 1825 zog Stephenson's »Active« die erste öffentliche Dampfeisenbahn, die zunächst nur für den Gütertransport bestimmt war. Der erste Zug »raste« mit einer Geschwindigkeit von 15 bis 17 km/h von Darlington nach Stockton. Mit der Eröffnung der Linie Liverpool—Manchester am 15. September 1830, auf der die erste Personen-Dampfeisenbahn der Erde verkehrte, begann das »Jahrhundert der Eisenbahnen«. Am 7. Dezember 1835 wurde die Bahn von Nürnberg nach Fürth eröffnet, und bald darauf beherrschte die Eisenbahn den Landverkehr in vielen Ländern der Erde. Sie beeinflusste aber auch gleichzeitig alle anderen schienenlosen Verkehrsmittel, erschloß das Hinterland der Seeschifffahrt, übernahm beträchtliche Transportanteile der traditionellen Binnen-

schifferei. Schließlich drang sie mit Erfolg in den städtischen Nahverkehr ein und übernahm auch einen großen Teil der Nachrichtenübermittlung. Der wirtschaftliche Gewinn war so überzeugend, daß alle bisherigen Vorstellungen über günstige Profitmöglichkeiten weit übertroffen wurden. Kein anderes Verkehrsmittel beeinflusste das Wirtschaftsleben im 19. Jahrhundert so universell; politische und militärische Vorteile kamen hinzu.

So begannen sich die Schienenstränge wie ein Netz um die Erde zu spannen. Waren es um 1840 rund 8 000 km, stieg diese Zahl bis zur Jahrhundertwende auf das Hundertfache an, gegenwärtig beträgt das Streckennetz der Eisenbahnen der Welt etwa 1 200 000 km. Für Schlagzeilen sorgten in den »Gründerjahren« der Bau der Pacific-Eisenbahnen in Nord- und Südamerika. Nach vielen technischen Versuchen begann man 1862 mit dem Bau der Union-Pacific-Railway von Osten nach Westen und der Central-Pacific-Railway von Westen nach Osten. Am 10. Mai 1869 wurden beide Schienenstränge in Ogden, in der Nähe der großen Salzseen, miteinander verbunden. Die längste Eisenbahnstrecke der Welt, die Transsibirische Eisenbahn, entstand in der Zeit von 1891 bis 1916 mit einer Gesamtlänge von 9 337 km von Moskau bis Wladiwostok.

Der Eisenbahnbau dieses Jahrhunderts ist die BAM, die Baikal-Amur-Magistrale. Obwohl es schon seit über 70 Jahren Vorstellungen gab, etwa 200 bis 400 km nördlich der Transsibirischen Eisenbahn eine Parallelstrecke zum Stillen Ozean zu legen, war es erst unter der Sowjetregierung möglich, diese Gedanken planerisch zu verwirklichen und baulich auszuführen. Nach 1932 begannen die Bauarbeiten für das Süd-Nord-Anschlußstück in Skoworodino, dem heutigen Bam. Durch den zweiten Weltkrieg wurde der Bau nicht nur unterbrochen, es machte sich auch erforderlich, vorhandene Gleise abzubauen und im Westen des Landes zu verwenden.

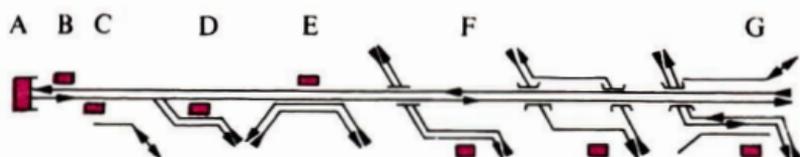
Der Baubeginn der jetzigen Magistrale kann auf den 8. Juli 1974 datiert werden. An diesem Tage beschloss die Partei und Regierung der UdSSR den ersten Spatenstich bei Ust-Kut an der Lena. Mit der Baikal-Amur-Linie können die unermeßlichen Reichtümer der Taiga erschlossen und der Wirtschaft des Landes zugänglich gemacht

werden. 4 275 km Gleise müssen dazu verlegt werden, zwei Drittel davon in gebirgigem Gelände. Außerdem sind der Bau von 136 Brücken mit einer Länge von über 100 m (16 davon länger als 300 m) und die Durchquerung von 7 Gebirgszügen durch 4 Tunnelbauten mit einer Gesamtlänge von 25,3 km erforderlich. Die größten Schwierigkeiten sind beim Gleisbau zu überwinden. 80 % der gesamten Streckenführung liegen auf dem Boden ewigen Frostes. Längs dieser Trasse, deren Bau bis 1982 abgeschlossen sein wird, entstehen 50 neue Städte und mit ihnen die Bahnhöfe als wichtige städtebauliche Verkehrseinrichtungen.

Bahnhöfe gestern und heute

Unter den vielfältigen, für den Eisenbahnbetrieb notwendigen Hochbauten stehen die Bahnhöfe an erster Stelle. Ihre städtebauliche Bedeutung macht diese Einschätzung verständlich. Sie übernehmen weitaus mehr als nur eine Funktion des Verkehrs einer Stadt oder zwischen Städten. Sie sind Kommunikationszentren der Menschen und auch »Visitenkarte« der jeweiligen Stadt.

Nach dem Umfang des Verkehrs werden die Bahnhöfe in Hauptbahnhöfe, mittlere und kleine Bahnhöfe sowie Haltepunkte – Bahnstationen ohne Weichen – unterteilt.



Lagetypen von Bahnhöfen im Eisenbahnnetz

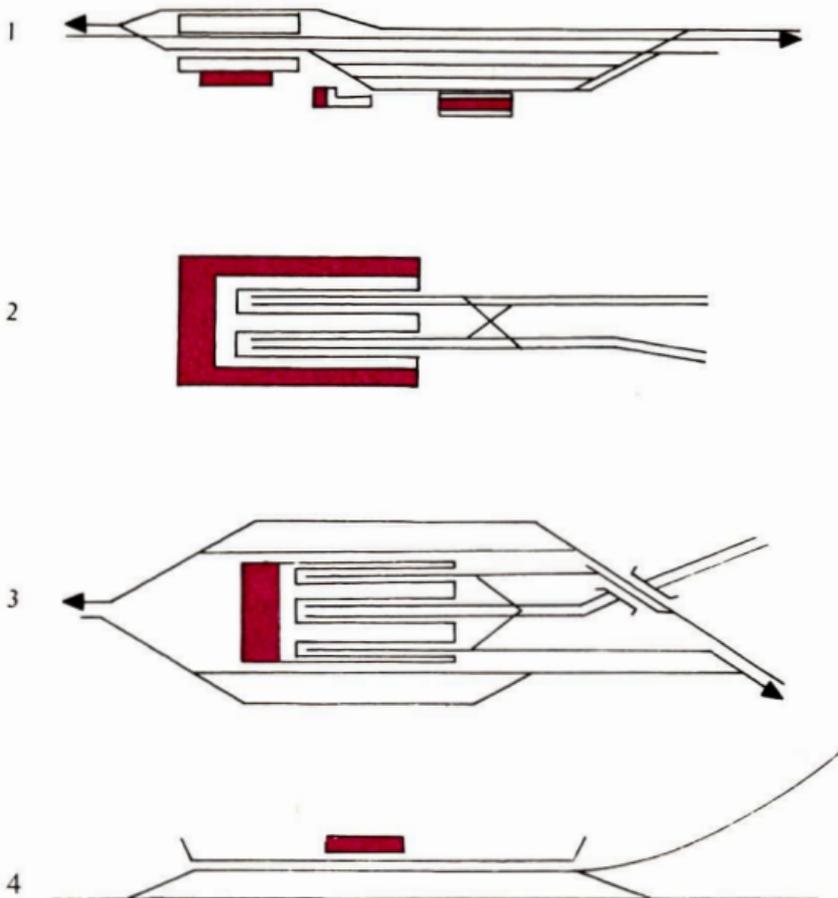
Nach der Lage der Bahnhöfe im Eisenbahnnetz wird unterschieden zwischen Endbahnhöfen (A) als Ausgangs- und Endpunkten des regelmäßigen Zugbetriebes und Zwischenbahnhöfen. Beispiele für diese sind (B) ein einfacher Zwischenbahnhof, (C) ein Anschlußbahnhof, d. h., eine Bahnlinie schließt an eine durchgehende ohne Übergangs-

möglichkeit an, (D) ein Trennungsbahnhof (eine Bahnlinie zweigt aus einer durchgehenden ab oder mündet in sie ein), (E) ein Berührungsbahnhof, hier berühren sich die Bahnlinien, (F) ein Kreuzungsbahnhof, an dem sich Bahnlinien kreuzen, und (G) ein Knotenpunktbahnhof.

Die bauliche Gestaltung der Bahnhöfe ist weitgehend abhängig von der Lage zur Bahnlinie. Daraus ergibt sich die Grundrißform, die mitbestimmend auf die Gesamtgestaltung der Bahnhofsanlage, insbesondere des Empfangsgebäudes, einwirkt.

Die bekannteste Anlage ist der Zwischen- oder Durchgangsbahnhof (1). Hier bleibt die Richtung des ein- und ausfahrenden Zuges dieselbe. Eine besondere Form der Zwischen- oder Durchgangsbahnhöfe bildet der Kopfbahnhof (2), wie z. B. in Leipzig, wo der eingefahrene Zug in entgegengesetzter Richtung ausfährt. Bahnhöfe dieses Typs werden dort gebaut, wo nach Lage der örtlichen Verhältnisse eine Fortsetzung der Betriebsrichtung ausgeschlossen ist; sie gestatten für den Stadtverkehr, besonders beim Einsatz von Triebwagenzügen, eine sehr günstige Einführung der Gleise bis tief in das Stadtinnere. Eine Kombination zwischen Durchgangs- und Kopfbahnhof (3) ist z. B. in Karl-Marx-Stadt und Dresden anzutreffen. Bahnhöfe am Vereinigungspunkt zweier oder mehrerer Bahnlinien bezeichnet man als Anschluß- oder Übergangsbahnhöfe (4). Bei der gewöhnlichen Form liegen Empfangsgebäude und Bahnsteig auf derselben Seite der Bahnlinien. Bei der keilförmigen Anordnung, dem Keilbahnhof (5), befinden sich Empfangsgebäude und Bahnsteig in dem durch die zusammenlaufenden Linien gebildeten, nur an einem Ende durch Gleisverbindungen begrenzten keilförmigen Raum. Werden dagegen Empfangsgebäude und Bahnsteig an beiden Enden durch Schienenverbindungen zwischen den Hauptgleisen umschlossen, so entsteht ein Inselbahnhof (6) wie in Halle/Saale. Dabei erfolgt der Zutritt der Fahrgäste zur Vermeidung von Gleisüberschreitungen durch Tunnel oder über Brücken. Beim Turmbahnhof (7) kreuzen sich zwei Strecken durch Unter- oder Überführung.

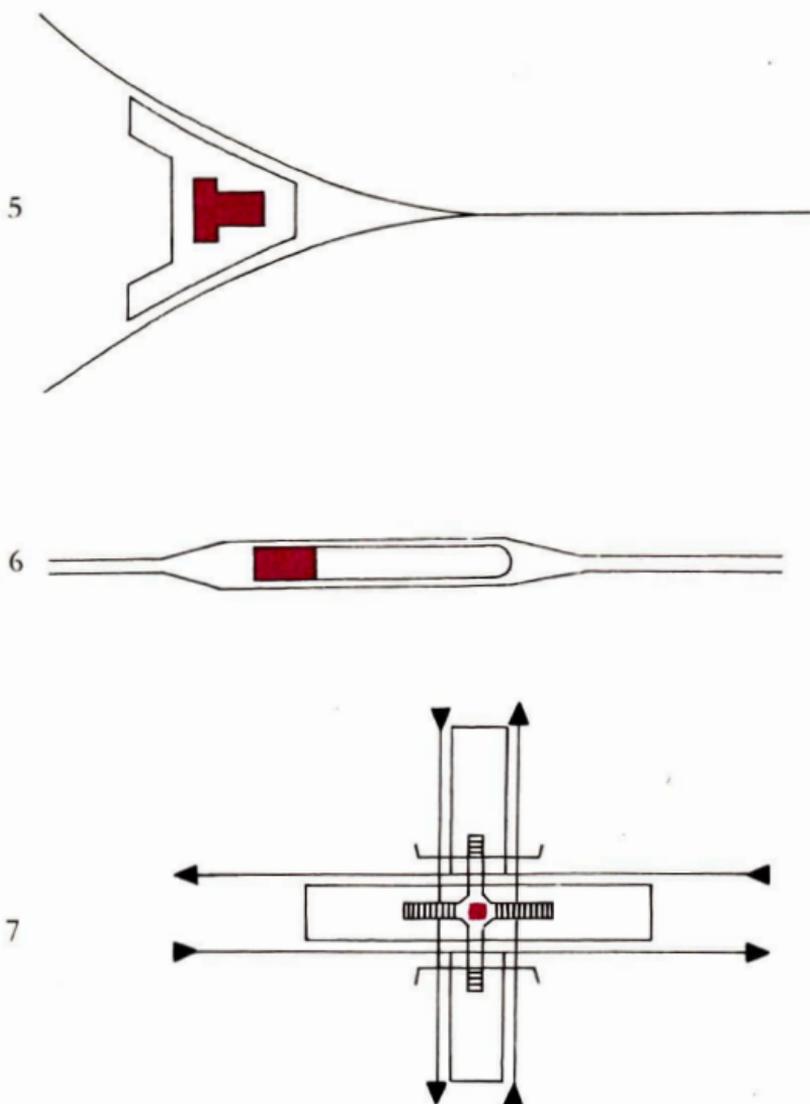
In der Anfangszeit des Eisenbahnbaus entstanden die Bahnhöfe erst, nachdem ein relativ weit ausgebautes



Die bauliche Gestaltung der Bahnhöfe ist weitgehend abhängig von der Lage zur Bahnlinie. 1 – Zwischen- oder Durchgangsbahnhof; 2 – Kopfbahnhof; 3 – Kombination zwischen 1 und 2; 4 – Anschluß- oder Übergangsbahnhof; 5 – Keilbahnhof; 6 – Inselbahnhof; 7 – Turmbahnhof

Streckennetz vorhanden war. Als z. B. am 1. September 1852 der erste Zug von Riesa nach Chemnitz (dem heutigen Karl-Marx-Stadt) fuhr, bestand der Bahnhof lediglich aus einem Güterschuppen mit einem Warteraum für 15 Personen.

In Großbritannien wird derzeit der älteste, noch betriebene »Veteran« der Bahnhöfe der Welt, die North-Road-Station in Darlington, wieder aufgebaut und zum Eisenbahnmuseum umgestaltet.



»Ältestes Bahnhofsgebäude Deutschlands. Es wurde am 15. Mai 1842 zugleich mit der neubauten Straße Meißen–Niederau in Betrieb genommen. Kulturdenkmal.« Diese Inschrift steht auf einer Tafel an dem noch in Betrieb befindlichen Bahnhof Niederau bei Meißen, auf dem täglich immerhin 26 Personenzüge halten. Beim Bau dieses Bahnhofes gab es Streit, ob er – von Meißen aus gesehen – diesseits oder jenseits der Gleise errichtet werden sollte. Man entschied sich für den zweiten Fall, da dann

die Gebäuderückseiten nicht so akkurat ausgeführt zu werden brauchten, weil sich dahinter nur Äcker ausdehnten und somit die Baukosten reduziert werden konnten.

Zu den in der zentralen Denkmalsliste der DDR stehenden Bahnhöfen gehört auch der älteste, noch betriebene Kopfbahnhof, der Bayrische Bahnhof in Leipzig. Er wurde am 19. September 1842 mit der Eröffnung der Teilstrecke Leipzig–Altenburg, der ersten deutschen Nord-Süd-Eisenbahnverbindung, dem Verkehr übergeben. Das in seinen wesentlichen Bestandteilen noch original erhaltene Empfangsgebäude wurde inzwischen als Denkmal der Verkehrsgeschichte von internationaler Bedeutung eingestuft; wahrscheinlich ist der Bayrische Bahnhof sogar das älteste Gebäude seiner Art in der Welt. Seine Anlage soll als Museumsbahnhof neu erschlossen werden.

Zu den technischen Denkmälern unserer Republik zählen außerdem die Bahnhofsempfangsgebäude von Hagenow, Leipzig Hauptbahnhof und Neustadt/Dosse. Letzteres wurde wegen seiner ausgeprägt frühklassizistischen Fassade in die Liste aufgenommen. Hinzu kommen noch der S-Bahnhof Marx-Engels-Platz in der Hauptstadt der DDR, Berlin, und das Bahnbetriebswerk Dresden.

Der Bahnhof Niederau, am Kilometer 24,1 zwischen Dresden und Leipzig gelegen, blieb bis heute im wesentlichen in seiner baulichen Gestalt erhalten.

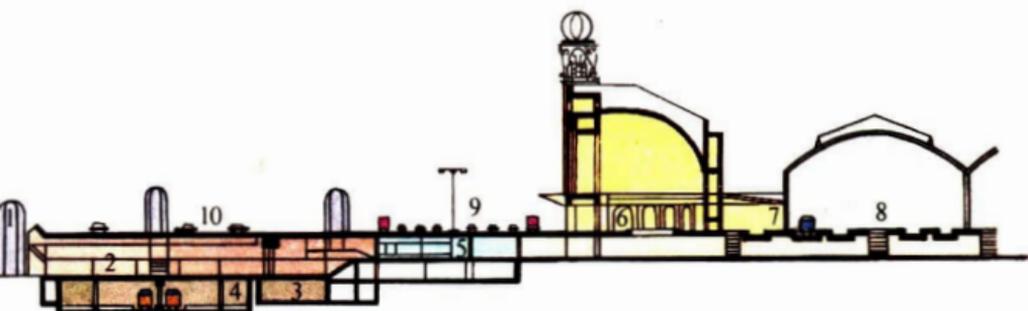


Die überwiegende Mehrzahl der Bahnhofsgebäude unserer Städte, insbesondere die Hauptbahnhöfe, wurde in der Gründerzeit, im letzten Viertel des vergangenen und zu Beginn unseres Jahrhunderts, erbaut. In ihrer Außengestaltung dominieren vor allem historisierende Stilelemente. Romanik, Gotik, Renaissance, Barock und Klassizismus wurden nicht nur modifiziert, sondern auch mit den neuesten Errungenschaften der Technik konfrontiert. Mitunter entstanden Empfangsgebäude, die eher einer Burg oder einer Festung glichen.

Wie sehen nun moderne Bahnhöfe aus?

Besucher, die in jüngster Zeit mit dem »Vindobona« in die Hauptstadt der ČSSR gereist sind, kennen den künftigen Prager Hauptbahnhof. Er erfüllt bereits eine Vielzahl der Anforderungen, die an die Gestaltung künftiger Bahnhöfe gestellt werden. In seinem Einzugsbereich kreuzen sich mehrere Verkehrsströme: Vor dem alten Bahnhofsgebäude, und zwar über der unterirdisch liegenden, mehrgeschossigen neuen Abfertigungshalle (2, 3, 5), fließt auf der Nord-Süd-Magistrale der Autoverkehr (9). Dazu verläuft hier in gleicher Richtung noch die bereits seit Mai 1974 in Betrieb befindliche Metrolinie C (4). Bei den Rekonstruktionsarbeiten des gesamten Bahnhofes kam es auf einen ungehinderten Übergang von der U-Bahn zum Fernzug an.

Die verschiedenen Ebenen der Abfertigungshalle beginnen, von unten nach oben gesehen, mit dem Mehrgeschoß (3), in dessen oberster Etage Dienstleistungseinrichtungen – vom Bad bis zum Friseur – sowie Maschinenräume für die Lufttechnik, Schaltanlagen und Werkstätten untergebracht sind. Die Eingangshalle (2) mit dem Haupteingang (1) ist ein übersichtlicher, sachlich gestalteter, mit Granit- und Keramikplatten ausgelegter und verkleideter weiträumiger Saal. In ihm befinden sich 24 Schalter sowie mehrere Dienststellen, darunter der Post, des Zolls und der Luftverkehrsgesellschaft ČSA. Von hier aus gelangt der Reisende über Rolltreppen in die Abfahrtshalle (5) und weiter durch einen Zugangstunnel (7) zu den Zügen. Das Dach dieser Abfahrtshalle dient darüber hinaus etwa zu zwei Drittel als öffentlicher Parkplatz (10), der durch Treppen mit der Halle verbunden ist.



Mit dem Umbau des Prager Hauptbahnhofes wurde eine unmittelbare Verbindung zwischen Fern- und innerstädtischem Verkehr hergestellt. 1 – Haupteingang; 2 – Eingangshalle; 3 – Metrogeschoß; 4 – seit 1974 in Betrieb befindliche Metrolinie C; 5 – Abfahrtshalle; 6 – altes, im Jugendstil errichtetes Bahnhofsgebäude; 7 – Zugangstunnel; 8 – Erweiterung der Gleisanlagen; – Nord-Süd-Magistrale; 10 – öffentlicher Parkplatz für 140 Pkw

Das alte Bahnhofsgebäude (6), zu Beginn dieses Jahrhunderts im Jugendstil gebaut, bleibt als vierte Ebene des genannten Abfertigungskomplexes inmitten von Stahl und Beton als Blickfang bestehen – eine gelungene Synthese von alter und neuer Architektur.

Die Kapazität des Bahnhofes beträgt etwa 210 000 Reisende in 24 Stunden. Diese Durchlabfähigkeit wird vor allem dann notwendig, wenn die vorgesehenen Umbauten und Erweiterungen der Gleisanlagen sowie der Streckenführung (8) zum und vom Hauptbahnhof abgeschlossen sind. Statt fünf Bahnsteigen und neun Gleisen werden in Zukunft neun Bahnsteige und 15 Gleise den Verkehr aufnehmen. Man rechnet mit etwa 840 Zügen in 24 Stunden und einer Spitzenbelastung von 75 Zügen pro Stunde. Das heißt, alle 47 Sekunden fährt ein Zug. Modernste computergesteuerte Sicherungstechnik, die einen Umkreis von etwa 50 km umfaßt, garantiert dichte Zugfolge bei optimaler Streckenzahl.

Eine komplexe Neugestaltung ist dagegen der Warschauer Zentralbahnhof, der größte Bahnhof der Volksrepublik Polen. Er konnte 1977 dem Verkehr nach 1 100 Tagen Bauzeit übergeben werden. Der überwiegende Teil des neuen Gebäudes befindet sich unter der Erde. Zu diesen unterirdischen Funktionsbereichen führen 26 Roll-

treppen. Der Bahnhof verfügt über 4 Bahnsteige mit je 400 m Länge. Durch bequeme Unterführungen erreichen die Reisenden die Taxi-, Straßenbahn- und Bushaltestellen. Auf ihrem Weg durch die unterirdischen Hallen und Durchgänge können sie in über 100 verschiedenen Läden Einkäufe vornehmen. Die Umgebung des Bahnhofes wurde in 3 Ebenen gestaltet: als Straßen- und Fußgängertunnel, zu ebener Erde mit Grünanlagen und breiten, vorwiegend kreuzungsfreien Straßen sowie einer 500 m langen Nord-Süd-Hochstraße als Fortsetzung der Ulica Marchlewskiego.

Fragt man einen Sofioter nach dem schönsten Bauwerk der letzten Jahre, wird man garantiert auf den neuen Bahnhof verwiesen. Er entstand im Ergebnis eines internationalen Architekturwettbewerbes. Das moderne, flach gehaltene Gebäude des Mitteltraktes hat eine Länge von 400 m und beherbergt alle Funktionsbereiche für den Reiseverkehr. In allen Seitenflügeln sind Restaurants untergebracht. Sie öffnen den Blick über den Bahnbetrieb: täglich immerhin 780 ein- und ausfahrende Züge. Interessant ist die Gestaltung des Bahnhofsvorplatzes. Auf kreisförmigen Unterführungen gelangen die Fußgänger sowohl zu den Einrichtungen im Bahnhofsgebäude als auch zu den Haltestellen der Straßenbahnen und Busse. Ein unterirdischer Parkplatz nimmt bisher 1 200 Pkw auf und wird weiter ausgebaut. Bei der Planung wurde auch an die Zukunft gedacht und Platz gelassen für eine Station der neuen, bereits im Bau befindlichen U-Bahn.

Gemeinsam ist diesen Bahnhöfen, ein Optimum in der Verkehrskommunikation zwischen Fern-, Nah- und innerstädtischem Verkehr zu erreichen oder auch die einzelnen Verkehrsmittel so dicht wie möglich zu verbinden, um dem Reisenden kürzeste Umsteigewege zu ermöglichen – ein wichtiger Schritt zur Gestaltung der Bahnhöfe der Zukunft, dann richten sich die Gedanken bereits auf Aerotrain und Transrapid, auf Luftkissen- und Magnetschienenbahnen und all die Attraktionen, die die Menschen scheinbar wie im Märchen dahinschweben lassen. Ob diese Bahnen zielgerichtet nur zwischen zwei Orten verkehren und dabei mit Kopfbahnhöfen auskommen oder ob auf der Schwebereise unterwegs an mehreren Stationen angehalten wird und da-

mit Durchgangsbahnhöfe erforderlich werden, ist gegenwärtig nicht die wichtigste Frage. In jedem Falle lassen sich solche Bahnen in geeigneter Weise auch in die großen »Bahnhöfe des Systems Rad und Schiene« einfügen. Trotzdem werden die Bahnhöfe der Zukunft anders aussehen als unsere heutigen modernen – und das nicht wegen der Änderungen im fahrtechnischen Bereich. Vielmehr gilt es, der Zusammenballung des Verkehrs in den Stadtzentren entgegenzuwirken.

Dem letztgenannten Problem kann ohne wesentliche bauliche Änderung schon dadurch begegnet werden, daß die Fernzüge nicht nur im Mittelpunkt der Städte, im sogenannten Hauptbahnhof, halten, sondern schon Haltepunkte im äußeren Bereich der Großstädte eingerichtet werden.

Die Verbindung der einzelnen Verkehrssysteme wird um so besser, je kürzer die Wege beim Umsteigen werden. Der Idealfall wäre eine Zusammenfassung der Massenverkehrsmittel wie S- und U-Bahn einschließlich der Unterpflaster-Straßenbahn in einer Ebene unmittelbar unter den Eisenbahngleisen. Durch ein Zwischengeschoß mit Treppen, Aufzügen und Rolltreppen werden kürzeste Umsteigewege und -zeiten erreicht. Das Umsteigen von den Eisenbahnzügen in Omnibusse und Taxis kann ebenfalls mit Hilfe von Aufzügen und Rolltreppen, die hinauf zu den Parkterrassen führen, erfolgen, die sich quer über die Gleise erstrecken und zu denen man auf beiden Seiten des Bahnhofsgebäudes über Auffahrtsrampen gelangen kann.

Die Verlagerung des Verkehrs auf die verschiedenen Verteilerebenen macht das Empfangsgebäude, den bisherigen »Bahnhof«, nicht überflüssig. Alle Besucher einer Stadt und die Menschen, die im Zentrum wohnen und kein Massenverkehrsmittel brauchen, wenn sie mit der Eisenbahn reisen wollen, sind auf die Einrichtungen angewiesen, die bisher schon in und an der Bahnhofshalle lagen. Gelingt es, alle bekannten guten Einzellösungen in einem Objekt zu verwirklichen, haben wir den Bahnhof der Zukunft.

Bauten des innerstädtischen Schienenverkehrs

Eine durchgreifende Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrs, vor allem in den Stadtzentren, ist in erster Linie durch ein vom Individualverkehr völlig unabhängiges Verkehrssystem zu erreichen. Ausgehend von dieser Erkenntnis, haben viele Großstädte bereits um die Jahrhundertwende mit dem Bau von U- und S-Bahnen begonnen.

Die U-Bahnen dienen der Personenbeförderung zur Entlastung des Straßenverkehrs. Durch ihre Lage unter der Erdoberfläche – je nach den örtlichen Bedingungen zwischen 10 bis 70 m Tiefe – können sie unbeeinflusst von anderen Verkehrsmitteln betrieben werden. Sie erreichen gegenwärtig Durchschnittsgeschwindigkeiten zwischen 80 bis 100 km/h.

Bereits 1863 wurde in London, das damals 2,8 Mill. Einwohner zählte, eine unterirdische Dampfeisenbahn eröffnet. Die eigentliche Geschichte der Untergrundbahn begann aber erst mit der elektrischen Untergrundbahn, die 1890 ebenfalls in London in Betrieb genommen wurde. Im Jahre 1902 erfolgte die Eröffnung der Berliner U-Bahn.

Mit einer Länge von 400 km – davon etwa 170 km in Tunneln – und mehr als 30 verschiedenen Linien besitzt die im Jahre 1904 eröffnete New-Yorker U-Bahn das größte Liniennetz.

Mehr als 6 Mill. Fahrgäste benutzen täglich die Moskauer Metro, die 114 Stationen verbindet. Die Metrobahnhöfe sind in ihrer architektonischen Gestaltung mit Marmor, Granit, Keramik und Mosaiks einzigartig. Das insgesamt 184 km lange Streckennetz kann man für 5 Kopeken befahren und dabei beliebig oft umsteigen.

Mit der Vorbereitung auf die Olympischen Sommerspiele des Jahres 1980 begann 1977 eine umfassende Verjüngungskur der Moskauer Metro. Der Bau neuer U-Bahn-Züge, die Modernisierung zahlreicher baulicher Einrichtungen, wie z. B. die Umstellung der Rolltreppengeschwindigkeit von 0,75 m/s auf 0,94 m/s und die Erneuerung des Informationssystems, standen im Mittelpunkt.

Neben Moskau, Leningrad, Kiew, Tbilissi, Baku und

Charkow verfügt Taschkent als siebente Großstadt der UdSSR über eine U-Bahn. Weitere befinden sich in Gorki, Minsk und Nowosibirsk im Bau.

Ungergrundbahnhöfe sind nicht nur die einzigen Verkehrsbauten, sondern die einzigen Bauten, die keiner Außengestaltung bedürfen. Deshalb konzentriert sich die gestalterische Aussagefähigkeit auf den Innenraum.

Ebenso wie die U-Bahn dient die S-Bahn der Entlastung des innerstädtischen Straßenverkehrs und der Verbindung mit den Vororten.

Die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn, bereits damals S-Bahn genannt, wurde 1871 auf der Strecke Tempelhof–Rummelsburg–Moabit (heute Berlin-West) eröffnet. 1903 erfolgte die Inbetriebnahme der elektrischen Versuchsstrecke Potsdamer Vorortbahnhof–Lichterfelde Ost. Heute ist die S-Bahn aus dem Bild der Hauptstadt unserer Republik, Berlin, nicht mehr wegzudenken. Sie verfügt zwar über ihren eigenen Bahnkörper – die Spurweite entspricht der der Eisenbahn mit 1435 mm – mit seitlich unten liegenden Stromschienen, hat aber in jedem Falle unmittelbare Anschlüsse zum innerstädtischen und Fernverkehr.

Der S-Bahnhof Alexanderplatz ist der attraktivste unter den Bahnhöfen. 1881 wurde er auf dem zugeschütteten Königsgraben am Kilometer 0,99 als Bahnhof Königsgraben mit einer Länge von 190 m, einer Breite von 40 m und einer Zugfolge von 6 Zügen pro Stunde erbaut. Er war ein typischer Gründerzeitbau, wie viele andere Bahnhöfe dieser Zeit mit Ornamenten, Figuren bis hin zum Wappentier reich verziert. Wie es um die architektonische Gestaltung damals bestellt war, veranschaulicht am besten eine Anekdote: Als der Rohbau stand, soll ein Maurerpolier den Bauherrn gefragt haben: »Wat soll denn nun für'n Stil dran?«

Mit der Ausbreitung der Stadt bekam auch der Bahnhof Alexanderplatz neue Funktionen. 1913 erhielt er Anschluß an die U-Bahn-Linie A. 1928 wurde die S-Bahn elektrifiziert, 1930 das U-Bahn-Netz erweitert und 2 Jahre später der Bahnhof gründlich umgebaut. Obwohl im zweiten Weltkrieg stark zerstört, wurde er nach Kriegsende bald wieder für den Verkehr freigegeben. Eine völlige Rekon-

struktion erfolgte im Jahre 1964, weitere baulich-gestalterische Eingriffe wurden 1975/76 vorgenommen, als man das Bauwerk unmittelbar in das Boulevardzentrum einbezog.

Zur Bewältigung der wachsenden Nahverkehrsprobleme in unseren Großstädten geht man immer mehr dazu über, im gesamten großstädtischen Einzugsbereich S-Bahnen einzusetzen, um auch die Außenbezirke verkehrsgünstiger miteinander und mit dem Zentrum zu verbinden. Gegenüber den herkömmlichen S-Bahnen werden zu diesem Zweck weitgehend die Bahnanlagen des vorhandenen Eisenbahnnetzes in Kooperation mit der Reichsbahn benutzt, so z. B. in Leipzig, Halle, Rostock, Dresden und Magdeburg. Die baulichen Anlagen an der Übergangszone vom Fußgängerbereich zum Nahverkehrssystem sind dabei übersichtlich gestaltet worden.

Ein weiteres wichtiges schienengebundenes innerstädtisches Verkehrsmittel ist die Straßenbahn. Erstmals fuhr sie 1832 als Pferdebahn in New York. Berlin (1835) und Leipzig (1872) folgten neben anderen Städten diesem Beispiel. Die erste elektrische Straßenbahn der Welt konnte 1881 in Lichterfelde bei Berlin in Betrieb genommen werden.

Die spätere Bedeutung der Straßenbahn im städtischen Verkehr ergab sich aus ihrer Verkehrsleistung bei großer Verkehrsdichte.

Straßenbahnhaltestellen haben keinen Anspruch auf besondere Hochbauten. Lediglich an sich kreuzenden Linien, an Übergangsstationen, finden wir Überdachungen oder dreiseitig verglaste schmale Hallen, die Schutz vor den Unbilden der Witterung bringen sollen. Hochbauten größeren Umfanges für dieses Verkehrsmittel sind Betriebseinrichtungen vom Straßenbahndepot bis zur Verwaltung.

Zum Schluß noch einige Worte zu den frühen Ideen, den Straßenverkehr durch Schwebebahnen zu entlasten.

Erste Versuche zum Bau einer Schwebebahn stellte Eugen Langen am Ausgang des 19. Jahrhunderts in Köln an. Er konstruierte einen Apparat, der einem auf den Kopf gestellten Fahrrad glich – die Räder liefen über dem Kopf des Fahrers auf einem Gerüst. Mit diesem Projekt

sollte auch das Verkehrsproblem in Berlin gelöst werden. Eine Gutachterkommission lehnte es aber mit der Begründung ab, daß das erforderliche Gerüst keineswegs attraktiv für Berlins Straßen sei.

In Wuppertal konnte Langen sein Projekt unterbringen. Mit einem Anfangskapital von 3,5 Mill. Reichsmark wurde vor nunmehr über 75 Jahren mit dem Bau der Stahlkonstruktion für die Schwebebahn entlang der Wupper begonnen. Diese Bahn, zweigleisig angelegt, ist der »Veteran« der Einschienenbahnen in der ganzen Welt. Heute entlastet sie den Straßenverkehr zu etwa 30%.

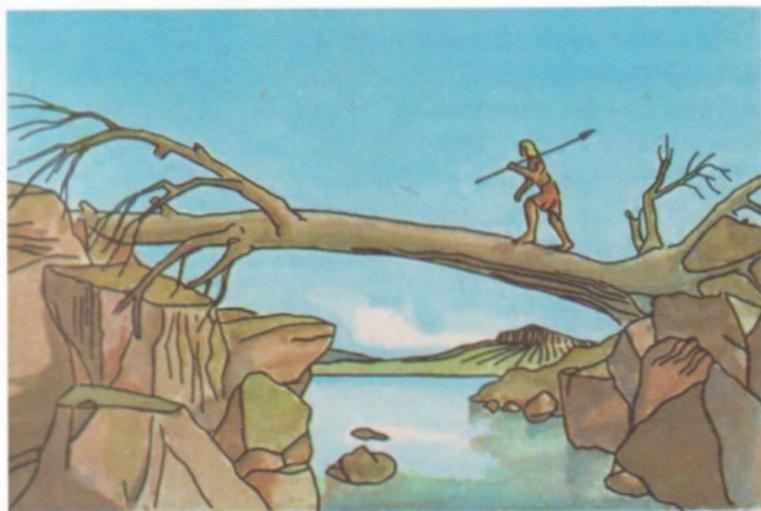
Berge und Täler keine Hindernisse

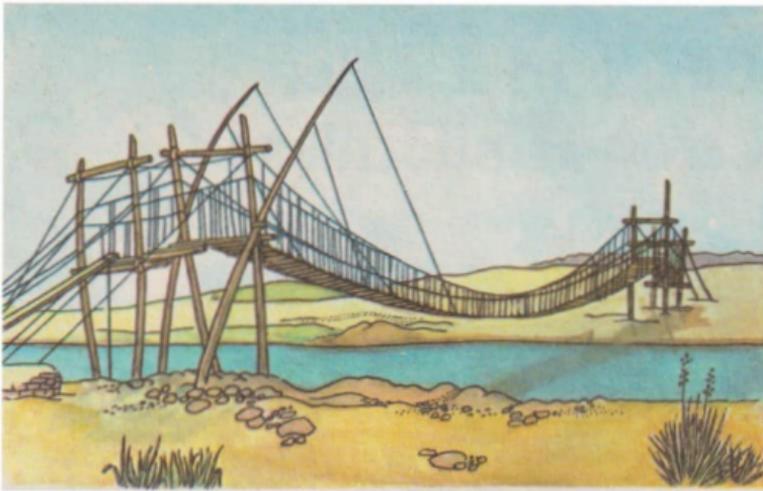
Brückenbauten

Brücken gehören zu den eindrucksvollsten Verkehrsbauten, ganz gleich, ob wir dabei die römischen Brücken, die engbogigen mittelalterlichen Brücken, die monumentalisierenden Brücken des vergangenen Jahrhunderts oder die kühnen und eleganten Brückenbauwerke unserer Zeit betrachten.

Fähren und oft kilometerlange Bohlenwege waren uralte Vorläufer der Stege und Brücken. Naturvölker über-»brückten« Wasserläufe oder Schluchten durch quer dar-

Die »erste Balkenbrücke« der Menschheit – ein umgestürzter Baumstamm





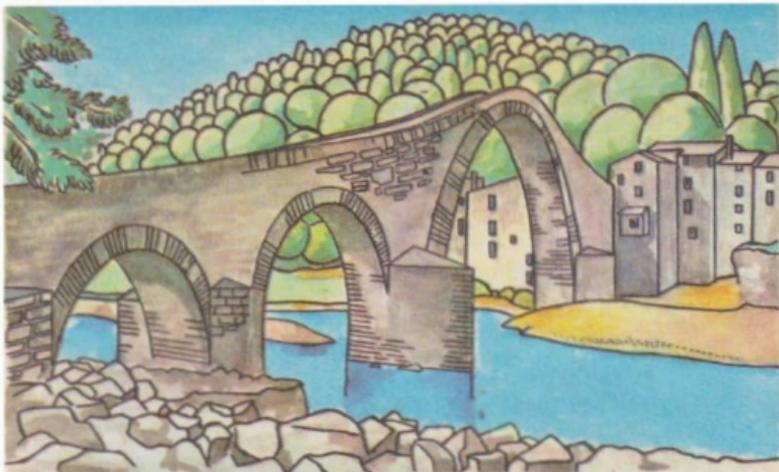
Eine einfache Hängebrücke, aus jungen Bäumen und geflochtenen Lianen hergestellt, überquert den Salween-Fluß im Süden Chinas.

übergelegte Baumstämme. In Abhängigkeit von der Vegetation benutzte man auch flach über die natürlichen Hindernisse gespannte Stricke und Lianen, die meistens als Seilbrücke mit einem Quergeflecht so aufgespannt waren, daß einzelne Stricke den Boden und andere die Wände bildeten.

Der Bau von Pontonbrücken ist in Babylon bis ins 9. Jahrhundert v. u. Z. nachweisbar.

Die ersten steinernen Brücken waren Kragsteinbrücken. Ausgrabungen zeigten, daß schon die Sumerer den gewölbten Bogen verwendeten. Eine der ältesten Brücken dieser Bauweise ist die in Ninive, um 690 v. u. Z. erbaut.

Die Grundform der römischen Brücke bildete der gewölbte Halbkreis. Mit dem Niedergang des Weströmischen Reiches verfiel die Kunst des Steinbrückenbaus, und erst im 12. Jahrhundert unserer Zeit entstanden erneut bemerkenswerte Brücken aus Stein, zu denen die Donaubrücke bei Regensburg (1135–1146 erbaut) und die Themsebrücke in London (1176–1209 erbaut) gehören. Neben den gewölbten Halbkreis im Brückenbau der Römer traten der von den Mauren verwandte Spitzbogen, wie bei der Teufelsbrücke in Barcelona, und in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts der



Die Devil's-Brücke ist eine Bogenbrücke, die den Sevchio in der Nähe der italienischen Stadt Lucca überspannt.

Korb- und Ellipsenbogen, wie bei der Trinitatisbrücke in Florenz, um 1567 erbaut.

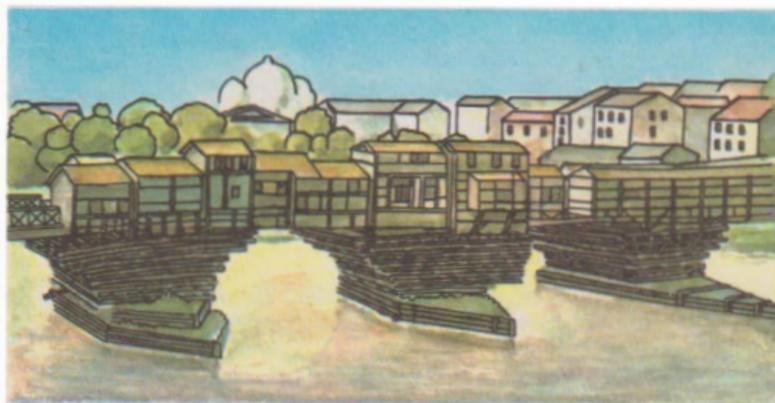
In der Errichtung von Holzbrücken waren die Römer, bedingt durch ihre zahlreichen Feldzüge, ebenfalls führend

Der Bau eiserner und stählerner Brücken ging Hand in Hand mit der Entwicklung der Technologie der Eisen- und Stahlerzeugung. Die erste gußeiserne Bogenbrücke mit einer Spannweite von 32 m entstand 1776 bis 1779 in der Nähe von Coalbrookdale über den Severn in Großbritannien. Das Gußeisen erwies sich jedoch bald als Material für den Brückenbau, besonders für Balkenbrücken, als untauglich. Es hielt vor allem den Stößen und den Zugspannungen, die im Untergurt jedes Balkenträgers auftreten, nicht stand.

Als erste Balkenbrücke aus Schweißeseisen entstand in den Jahren von 1845 bis 1850 in Großbritannien die Britanniabrücke über den Menaikanal.

Mit der Entwicklung des Walzverfahrens für Stahl ergaben sich für den Brückenbau völlig neue Möglichkeiten. Kühne technische Konstruktionen ließen sich mit Formschönheit verbinden. Die erste größere eiserne Fachwerk-

brücke wurde 1851 in Großbritannien errichtet. 1883 bis 1890 wurde in Schottland die 2,5 km lange Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth als Auslegerbrücke mit Hängekonstruktion erbaut. Mit zwei Hauptöffnungen von je 521 m Stützweite galt sie lange Zeit als Pionierleistung im Brückenbau.



Diese einfache Auslegerbrücke führt über den Jhelum in Srinagar, der Sommerhauptstadt des Staates Kaschmir und Dschammu (Nordindien). Entlang der Straße befinden sich Geschäfte.

Nach den Bauwerken des bedeutenden französischen Ingenieurs Gustav Eiffel gefragt, würde wohl jeder auf Anhieb den nach seinen Plänen errichteten Metallriesen in Paris nennen. Eiffel war aber auch Brückenbauer. Zum Beispiel stammen 8 große Brücken über Flußläufe in Portugal von ihm. Eine davon ist die am 4. November 1877 für den Verkehr freigegebene Ponte Maria Pia, eine 354 m lange und 61 m hohe Eisenbahnbrücke über den Douro. Sie ist bis heute ein Hauptkettenglied des Transportweges zwischen Nord- und Südportugal geblieben. Diese über einen metallenen Rundbogen gespannte Dourobrücke beunruhigte in den ersten Jahrzehnten nach ihrem Bau die Eisenbahnreisenden derart, daß es die meisten von ihnen vorzogen, in Gaia ein- oder auszusteigen, als das »Wagnis« einer Fahrt über die »Ponte« auf sich zu nehmen. Der Grund dafür lag vor allem darin, daß die Brücke bei Zugüberfahrten enorm vibrierte.

Eine der ersten Hängebrücken war eine chinesische Kettenbrücke, erbaut im 1. Jahrhundert. Die eigentliche Entwicklung dieser Brückenart wurde um die Wende zum 19. Jahrhundert mit den amerikanischen Hängebrücken, die heute Stützweiten von über 1 000 m aufweisen, eingeleitet. Mit der Erfindung des Versteifungsbalkens in den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts gewann dieser Brückentyp konstruktiv an Bedeutung und wurde häufig eingesetzt.

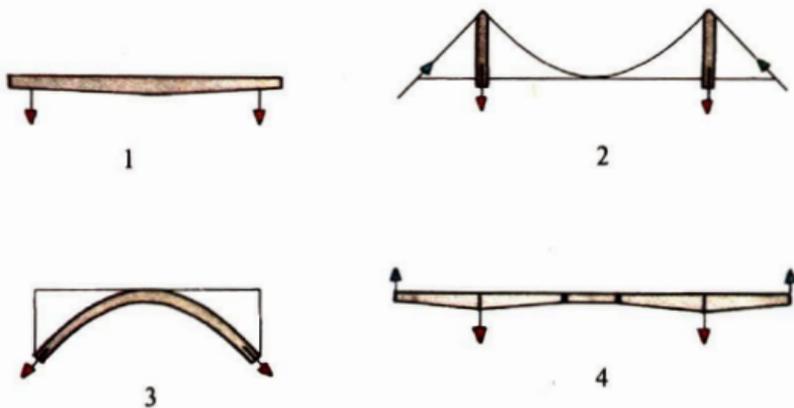
Zu den bekanntesten Hängebrücken der Welt zählt die im Jahre 1937 errichtete Golden-Gate-Brücke in San Francisco, die mit 1 280 m Stützweite über das Golden Gate, die Verbindung zwischen der San-Francisco-Bucht und dem Stillen Ozean, führt.

Etwa um 1875 begann die Verwendung des Stahlbetons im Brückenbau. Die Teufelsbrücke an der Autobahn Jena–Hermsdorfer Kreuz mit 138 m Bogenstützweite ist ein Beispiel dafür.

Brücken unterscheiden sich also, so hat uns der Blick in die Geschichte gezeigt, nicht nur hinsichtlich ihrer Entstehungszeit, sondern auch durch die verwendeten Baustoffe. Weitere Unterscheidungsmerkmale sind die sta-

Die Teufelstalbrücke an der Autobahn Jena–Hermsdorfer Kreuz





Die Haupttypen der Brücken nach dem statischen System. 1 – einfache Balkenbrücke; 2 – Hängebrücke; 3 – Bogenbrücke; 4 – Auslegerbrücke

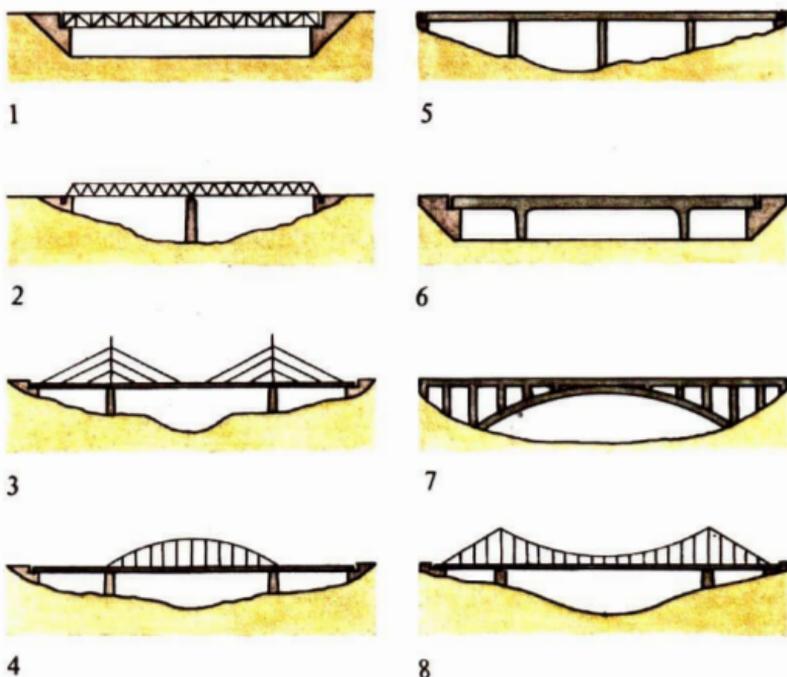
tische Wirkungsweise des Tragwerkes, die Ausführungsform der Hauptträger, die Anordnung der Fahrbahn, der Verwendungszweck, aber auch die geschichtliche Bedeutung im Sinne der Denkmalpflege.

Wie sieht das statische System einer Brücke aus?

Im allgemeinen setzt sich eine Brücke aus dem Über- und dem Unterbau zusammen. Der Überbau besteht aus dem Tragwerk für die Fahr- und Gehbahn. Er überspannt einen Fluß, eine Schlucht, ein weit ausgedehntes Tal oder auch einen Verkehrsweg und überträgt die gesamte Belastung, die aus seiner eigenen Masse, dem Gewicht des Verkehrsmittels und aus dem Angriff des Windes resultiert, über die Auflager auf die Brückenpfeiler und über die Widerlager, die mit dem Fundament den Unterbau bilden, auf den Baugrund.

Alle diese Grundelemente einer Brücke finden wir in der Gestalt der Balkenbrücke, der Bogenbrücke, der Hängebrücke und der Auslegerbrücke, den vier statischen Grundsystemen der Brückenbauwerke, die hinsichtlich ihres gestalterischen Aufbaus variieren können.

Die Balkenbrücke ist als Einfeldbrücke, aber auch als Mehrfeldbalkenbrücke bekannt. Die Einfeldbrücke überspannt jeweils nur eine Öffnung, die Mehrfeldbalken-



Statische Grundtypen in Verbindung mit den Baustoffen und Konstruktionsmöglichkeiten ergeben eine Vielzahl gestalterischer Varianten im Brückenbau. 1 – Fachwerkbalken; 2 – Durchlaufträger mit Strebenausfachung; 3 – seilverspannter Durchlaufträger (Schrägseilbrücke); 4 – Durchlaufträger mit Stabbogen; 5 – durchlaufender Vollwandbalken; 6 – durchlaufender Rahmenträger; 7 – Stahlbetonbogenträger; 8 – erdverankerte Hängebrücke

brücke mit ihrem zusammenhängenden Tragwerk, das als Vollwand-, Fachwerkträger oder Kastenbalken ausgebildet sein kann, mehrere Öffnungen.

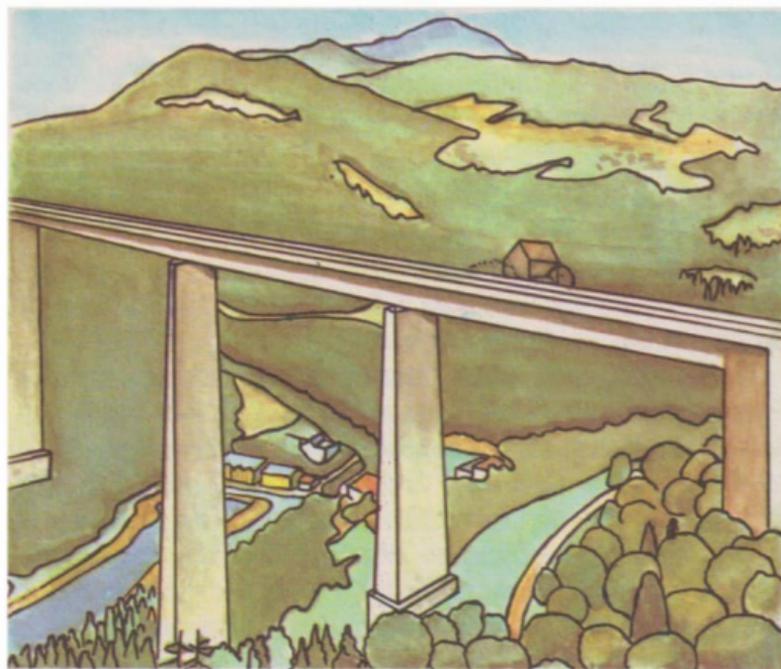
Das Haupttragwerk der Bogenbrücken besteht – wie der Name schon sagt – aus Bogen. Bogenbrücken ohne Gelenke bezeichnet man als eingespannte Brücken. Beim Vorhandensein von zwei oder drei Gelenken spricht man von einer Zwei- oder Dreigelenkbogenbrücke. Die Stabbogenbrücke ist eine Kombination zwischen Balken- und Bogenbrücke. Bei der Schrägseilbrücke wird der Balken durch schräg gespannte Seile gegen Pylonen, das sind Torbogen an Hängebrücken, abgespannt.

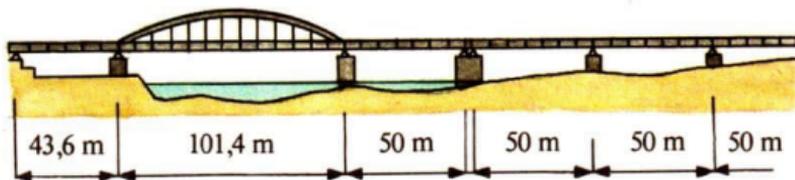
Hängebrücken haben als Haupttragglied einen Hängegurt, der früher als Kette, heute aber nur noch als Kabel ausgeführt wird. Das zwischen den Pylonen durchhängende Kabel nimmt die gesamte Belastung des Brückenbaus auf. Die Träger werden hier wie bei der Balkenbrücke ausgeführt.

Auslegerbrücken sind Balkenbrücken auf mehreren Stützen mit in den Hauptträger eingebauten Gelenken und daran angehängten Tragteilen, ein Beispiel für diese Konstruktion ist die Brücke über den Firth of Forth in Schottland.

Statik und Ausführung der Konstruktion der Brücken sind entscheidend für ihre Sicherheit und Standfestigkeit. Oft schon wurde vergessen, daß sie aber auch ein empfindliches Eigenleben haben und einstürzen können, wenn Wartung und Kontrolle vernachlässigt werden. Das hat sich erst in jüngster Zeit beim Einsturz der Wiener Reichs-

Die Europabrücke bei Innsbruck, 1963 erbaut, ist noch immer die höchste Massivpfeilerbrücke der Welt.





Die Eisenbahnbrücke bei Riesa ist eine Kombination von Stabbogenbrücke mit aufgehängter Fahrbahn über der Stromöffnung und Durchlaufträger über den Flutöffnungen.

brücke gezeigt. Aber auch »gesunde« Brücken bewegen sich, allerdings in einem Rahmen, der für die Benutzer gefahrlos ist. Messungen an der Europabrücke in Tirol haben ergeben, daß die Pfeilerköpfe im Einklang mit den Tageszeiten »wandern«. Ausschlaggebend dafür ist die Sonnenbestrahlung, schon eine kleine Wolke kann die Kurvenbewegungen beeinflussen. Die Dehnungswege der Stahlkonstruktionen sind am Brückengeländer zu erkennen. Die abgescherte Farbe am teleskopförmigen Geländer zeigt an, wie weit sich die Brücke bei Erwärmung dehnt und bei Abkühlung wieder zusammenzieht.

Bei Straßen- und Eisenbahnbrücken bestehen die Fahrbahndecken je nach der Zweckbestimmung aus Holzbohlen, Pflaster, Beton, Stahlbeton bzw. Asphalt.

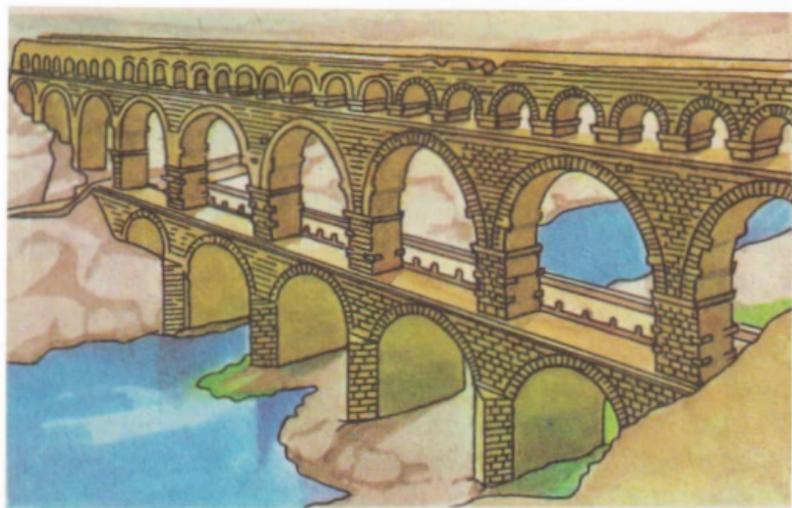
Im Brückenbau werden außerdem feste und bewegliche Brücken unterschieden. Bei festen Brücken bleiben alle Teile während des Gebrauchs in unveränderter, fester Lage, bei beweglichen Brücken ist das Tragwerk ganz oder teilweise beweglich ausgeführt.

Zu den *festen Brücken* gehören Holz-, Stein-, Stahl- und Stahlbetonbrücken. Holzbrücken werden heute nur noch als Behelfs- und Notbrücken gebaut. Bei der reinen Holzbrücke bestehen Überbau (Tragwerk) und Unterbau vorwiegend aus Nadelholz. Selbst wenn der Unterbau massiv ausgeführt wird, spricht man noch von einer Holzbrücke. Bei kleinen Stützweiten gehen die Balken, mit geringem Abstand parallel nebeneinanderliegend, von Auflager zu Auflager nach dem statischen System der Balkenbrücke als Einfeldbrücke durch. Der rechtwinklig zu den tragenden Balken liegende Fahrbahnbelag besteht aus starken

Holzbohlen. Bei Stützweiten von 15 bis 25 m, auch als mittlere Stützweiten bezeichnet, werden Hänge- oder Sprengwerkkonstruktionen, mitunter auch kombiniert, notwendig. Das Hängewerk ist eine Holzkonstruktion, die eine darunter befindliche Last zu tragen hat. Beim Sprengwerk befindet sich die Last darüber. Stützweiten über 50 m machen Fachwerk- oder genagelte Vollwandträger erforderlich.

Bemerkenswerte Holzbrücken sind die 1776 errichtete Newabücke in St. Petersburg (Leningrad) mit 30 m Spannweite und die im März 1946 fertiggestellte Holzbrücke über die Elbe bei Wittenberg. Letztere stellt mit einer zweispurigen Fahrbahn bei einer Spannweite von 45,2 m die bisher größte Fachwerkbrücke mit untenliegender Fahrbahn dar und ist u. a. für Fahrzeuge bis zu 60 t berechnet.

Die massiven Brücken bestehen aus Naturstein- oder Ziegelmauerwerk. Sie werden fast immer als Gewölbe ausgeführt und vertreten die klassische Form des Brückenbaus. Nicht statische Berechnungen, sondern Erfahrungswerte und das bauliche Gefühl ihrer Baumeister waren einst bestimmend, wenn es festzulegen galt, wie dick die Pfeiler und das Gewölbe ausgeführt werden sollten. Die Zimmerleute stellten das Lehrgerüst her. Erst diese negative Form des Bogens ermöglichte es dem Maurer oder Steinmetz, darauf die Steine zu versetzen. Das Lehrgerüst aus Rundholz, Kantholz und Bohlen mußte während der Bauzeit die volle Last des Brückenbogenmauerwerkes sowie die volle Last aller Transportgeräte für das Baumaterial und die Bauarbeiten tragen. Weiterhin war zu bedenken, daß alle Bögen einer Brücke gleichzeitig neu entstehen mußten, da sonst der einzelne Pfeiler durch den Seitenschub, den jedes Gewölbe ausübte, zur Seite gedrückt werden konnte. Während der gesamten Wölbezeit mußte also das Lehrgerüst aller Bögen unverrückbar halten. Erst nach dem Schließen der Gewölbebögen stand die Brücke allein. Das Lehrgerüst war nach Fertigstellung der Maurer- und Steinmetzarbeiten so stark belastet, daß selbst baumstarke Ständer beim Anschlagen fast wie Klanghölzer tön-ten. Eine zuvor eingebaute Hilfe, z. B. Sandtöpfe, ermöglichte schließlich das Absenken des Gerüsts um etwa 10 cm. Danach ließ sich das Holz leicht abbauen.



Die Brücke bei Nîmes, auch Pönt du Gard genannt, gehört zu den ältesten massiven Brücken.

Eine der bemerkenswertesten massiven Brücken ist die bei Nîmes (Frankreich), auch unter dem Namen Pont du Gard bekannt. Dieser ausgesprochen klassische Bau, wahrscheinlich unter dem Feldherrn Agrippa (63–13 v. u. Z.) errichtet, gilt als eines der kühnsten und architektonisch schönsten Brückenbauwerke der Römer. Sie besteht aus 3 Stockwerken mit einer größten Bogenspannweite von 24,4 m und einer Gesamthöhe von 49 m; sie ist gleichzeitig Aquädukt und Viadukt.

Stahlbrücken baut man ebenso für kleinere wie für große Stützweiten. Bei großen Stützweiten wirkt sich ihre wesentlich geringere Eigenmasse gegenüber der der Massivbrücken besonders günstig aus. In der Regel werden sie als Balken- oder Bogenbrücken ausgelegt. Der Überbau besteht aus Form- und Stabstahl, kann aber auch aus Leichtmetall, Blechen und Flachstahl sowie aus Ketten und Kabeln ausgebildet werden. Der Unterbau wird massiv ausgeführt. Das Brückentragwerk setzt sich aus den Hauptträgern, dem Bahntragwerk und den Längs- und Querverbänden zusammen.

Die Hauptträger können als Vollwandbalken-, Blech- oder Fachwerkträger konstruiert und als Einfeld- oder

durchlaufender Balken, Rahmen oder Bogen gestaltet werden. Das Bahntragwerk setzt sich aus Quer- und Längsträgern zusammen sowie aus Längs- und Querverbänden. Sie verbinden die Hauptträger in der Längs- und Querrichtung zu einem Tragsystem.

Bei Eisenbahnbrücken werden zusätzliche Bremsverbände eingebaut, um die Bremskräfte der Schienenfahrzeuge in die Hauptträger überzuleiten.

Mit vollwandigen Hauptträgern, die genietet oder zusammenschweißt werden, sind Stützweiten bis zu 200 m und mehr möglich, wobei die verwendeten Stegbleche Höhen bis über 10 m aufweisen. Mit Fachwerkträgern können bei Balken- oder Bogenbrücken Stützweiten bis zu 500 m und darüber erreicht werden. Bei der Überbrückung großer Spannweiten können auch Schrägseilbrücken zu günstigen konstruktiven und gestalterischen Lösungen führen, das beweist die neue Donaubrücke in Bratislava.

Stahlbrücken werden überwiegend in der Werkstatt vorgefertigt. Länge und Gewicht der zu transportierenden Teile richten sich nach den Beförderungsmöglichkeiten und den Einbaugeräten auf der Baustelle. Der Bau der Brückentragwerke kann im Freivorbau erfolgen, bei dem die Brückenteile frei schwebend, über die Pfeiler herausragend, zusammengebaut werden. Eine weitere Möglichkeit der Montage besteht darin, die vorgefertigten Brücken oder Brückenteile mit Lastkähnen einzuschwimmen und auf die Auflager aufzusetzen.

Bei der Montage von Hängebrücken, die Stützweiten von 1000 m und mehr erlauben, so bei der Verrazano-Narrows-Brücke in New York mit 1300 m Spannweite, wird überwiegend zuerst mit einem dünnen Hilfskabel ein Hilfssteg zwischen den Pylonen gespannt. Dann werden die Kabel, die oft einen Durchmesser von einem Meter und darüber aufweisen, hergestellt. Die Versteifungsträger werden vom Ufer aus frei vorgebaut, wobei jedes neue Teil an die Tragkabel gehängt wird. Andererseits kann man aber auch große Teile der Versteifungsträger einschließlich der Fahrbahnkonstruktion anschwimmen und über die Tragkabel in ihre endgültige Lage versetzen. Die wirtschaftlichen Vorzüge der Hängebrücken bestehen in ihrer relativ einfachen Herstellung.

Die erste zweigeschossige Hängebrücke der Welt, 1977 fertiggestellt, verbindet die japanische Stadt Kobe mit der künstlichen Insel Rokko. Der 400 m lange Brückenträger hängt an zwei 73 m hohen Pylonen.

Große Spannweiten bei geringem baulichem Aufwand ließen in den letzten Jahrzehnten die Stahlbeton- und Spannbetonbrücken immer mehr an Bedeutung gewinnen. Mit ihren Stützweiten um 200 m sind sie aus dem modernen Brückenbau nicht mehr wegzudenken. Sie werden in monolithischer Bauweise oder aus Fertigteilen hergestellt. Die Balken- und Rahmenbrücken aus Stahlbeton haben meist nur mittlere Spannweiten, während Spannweiten bis zu 300 m bei Stahlbetonbrücken in der Gestalt der Bogenbrücke erreicht werden können. Ihre Fahrbahnplatte wird auf den Bogen aufgeständert oder an diesem aufgehängt.

Die verschiedensten Brückenbauwerke können bis zu größten Spannweiten als Vollwand-, aber auch als Fachwerkbrücke mit Spannbeton ausgeführt werden. Eine besonders weit gespannte Brücke aus Spannbeton ist die 1962 erbaute Maracaibobrücke in Venezuela mit Öffnungen von 235 m und einer Gesamtlänge von 8,68 km.

Die Verwendung vorgespannter Fertigteile aus Spannbeton setzt sich immer mehr durch. Häufig wird auch eine Kombination von Fertigteilen für die Träger und von Ortbeton für die Fahrbahnplatte bevorzugt. Wie bereits beim Bau von Stahlbrücken erwähnt, erhält auch beim Bau

Die Brücke über den Maracaibosee (Venezuela) mit den Pfeilern für fünf Schiffahrtsöffnungen ist bis heute die größte Spannbetonauslegerbrücke der Welt.



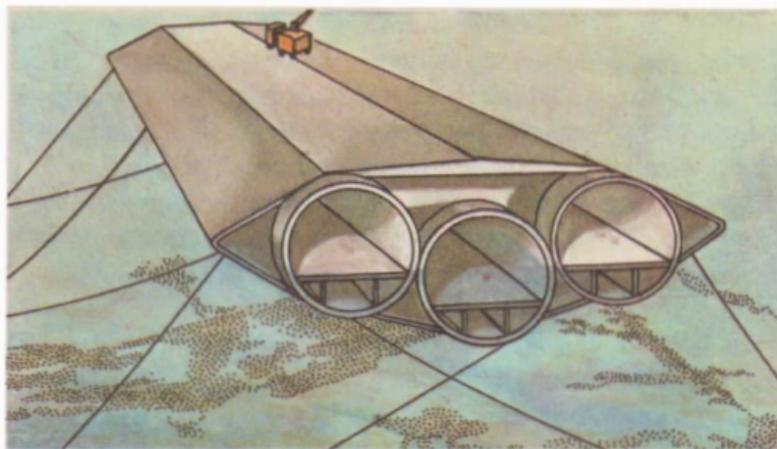
großer Spannbetonbrücken der Freivorbau immer mehr Bedeutung.

Die älteste Form der *beweglichen Brücken* sind die Zugbrücken, bei denen die Fahrbahn um eine am Ende des Tragwerks befindliche horizontale Achse drehbar ist, sie sind uns aus mittelalterlichen Stadtbefestigungen und Burgen bekannt.

Drehbrücken haben einen senkrechten Zapfen, in der Fachsprache als Königsstuhl bezeichnet, um den sich der Überbau dreht. Bei der gleicharmigen Drehbrücke ist der Drehzapfen auf einem Mittelpfeiler befestigt, so daß beim Öffnen der Brücke zwei Durchfahrten freigegeben sind. Bei der ungleicharmigen Drehbrücke ruht der Zapfen auf einem Widerlager. Diese Anordnung ergibt nur eine Durchfahrtöffnung.

Die Stadtteile Punta Pietras und Punta Iguano werden durch die 8,6km lange Maracaibobrücke verbunden; Rot: geplante Straßen.





Projekt einer Unterwasserschwebebrücke, die Sizilien mit dem italienischen Festland verbinden soll

Bei Hubbrücken wird der Überbau an Seilen oder Ketten durch Gegengewichte hochgezogen oder durch hydraulischen Antrieb und Schwimmer unmittelbar emporgehoben.

Die Durchfahrt von Roll- oder Schiebebrücken wird durch horizontale Verschiebung des Überbaus in Richtung der Brückenachse geöffnet.

Die Klappbrücke ist eine weitere Variante der beweglichen Brücken. Bei ihr wird das Tragwerk um eine auf dem Widerlager liegende Drehachse je nach Größe des zu bewegenden Überbaus von Hand oder durch Maschinen hochgeklappt.

Beweglichen Brücken begegnen wir auch dort, wo Schiffe an- oder ablegen. Das sind Landungsbrücken, die auf der Land- oder Uferseite gelenkig gelagert sind und mit dem anderen Ende auf einem Schwimmerkörper ruhen, um sich so dem jeweiligen Wasserstand anzupassen.

Die Schwimm- oder Pontonbrücke ist mit dem Fahr- bahntragwerk auf mit Seilen verspannten Pontons gelagert. Sie dient überwiegend der Landesverteidigung.

Der Gedanke, Inseln mit dem Festland zu verbinden, ist nicht neu. Bereits um die Jahrhundertwende war der Bau einer Brücke über den Ärmelkanal aktuell.

Ein altes Traumprojekt Italiens, eine Brücke über die Straße von Messina zu bauen – an der schmalsten Stelle 3,5 km breit –, wollen die italienischen Konzerne Fiat, Montedison und Pirelli verwirklichen. Entsprechende Pläne wurden inzwischen der Regierung vorgelegt.

Ein Gesetz über den Bau einer Brücke über die Meerenge, die Kalabrien von der Insel Sizilien trennt, wurde bereits 1971 verabschiedet. Die Brücke, die die längste der Welt sein würde, soll sich in einem einzigen Bogen etwa 70 m über dem Meeresspiegel in 3 300 m Länge über die Meerenge spannen. Die zwei Betonpfeiler, die die Brücke tragen, sind 300 m hoch. Auf der Brücke sollen 6 Fahrbahnen für Kraftfahrzeuge und 2 für Eisenbahnzüge entlangführen. Die Kosten des Projekts werden auf 1,2 Billionen Lire veranschlagt, die Bauzeit auf 7 Jahre.

Ein gänzlich anderes Projekt für das gleiche Vorhaben hat ein britisches Ingenieurteam vorgelegt. Es sieht den Bau einer Unterwasserschwebelücke vor, da man der Meinung ist, daß für die Straße von Messina, die im Erdbebengürtel liegt, eine Hängebrücke oder ein Unterwassertunnel nicht zulässig ist. Dazu sollen drei riesige, über 3 km lange Tunnelröhren frei schwebend in 40 m Wassertiefe verankert werden. Zwei Röhren enthalten zweisepurige Einbahnstraßen für Autos, die mittlere Röhre nimmt den Eisenbahnverkehr auf. Zum Schutz vor dem Gezeitenstrom werden die Röhren mit einem strömungsgünstigen Profil verkleidet. Mit Luft gefüllte Hohlräume sorgen für den erforderlichen Auftrieb des genannten Bauwerkes. Exakt berechnete Ankerketten halten die »Unterwasserbrücke« – eine Verbindung zwischen Brücke und Tunnel – in einer stabilen Lage.

Schätze der Technik

Brücken prägen das Bild einer Landschaft mit. Viele von ihnen sind historische Baudenkmale und Zeugen des Erfindergeistes und der Meisterschaft ihrer Konstrukteure und Erbauer.

In unserer Republik stehen 17 solcher Brücken auf der zentralen Denkmalspfeliste. Hinzu kommt noch eine

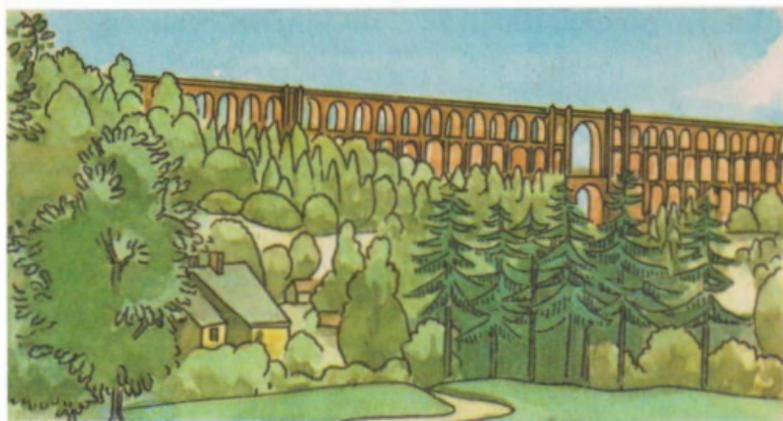
Vielzahl weiterer Brücken, die in den Denkmalspflegelisten der Bezirke und Kreise erfaßt sind.

Einige davon sollen hier genannt werden, gewissermaßen als Anregung zur Erforschung der Vergangenheit der hier nicht beschriebenen Bauwerke dieser Art.

Die drei bei uns noch vorhandenen gedeckten Holzbrücken, auch oft als Hausbrücken bezeichnet, stehen in Buchfahrt bei Weimar, in Wünschendorf und in Hennersdorf. Die Buchfahrter Brücke über die Ilm, in den Jahren 1816 bis 1818 erbaut, besitzt geschlossene Seitenwände und ein mit Ziegeln gedecktes Satteldach. Die Baukosten dieser Brücken, so kann man es heute noch an der Wünschendorfer Brücke lesen, wurden durch Zölle eingetrieben. Für das Passieren dieser 1786 erbauten 60 m langen Wünschendorf

Hausbrücke in Buchfahrt bei Weimar





Die Göltzschtalbrücke

dorfer Brücke wurden im Jahre 1851 je Pferd oder Rind fünf und je Schaf zweieinhalb Silbergroschen verlangt.

Die im Jahre 1789 als Eisen-Holz-Klappbrücke über die Friedrichsgracht erbaute Jungfernbrücke ist die älteste Brücke über die Spree in unserer Hauptstadt. Längst hat sie ihre Funktion als Zugbrücke verloren, doch ihre äußere Gestalt bildet einen reizvollen, ästhetischen Kontrast zu den Neubauten der Umgebung.

Die größte Ziegelbrücke der Welt ist die Göltzschtalbrücke bei Mylau. Hier beginnt das Vogtland, das ehemalige »Armenhaus« Sachsens. Die Brücke wurde in den Jahren von 1846 bis 1851 als wichtigstes Verbindungsstück der Eisenbahnlinie Berlin–München errichtet. Als sie gebaut wurde, bekam ein einfacher Arbeiter für 13 bis 16 Stunden Akkordarbeit zwölf Neugroschen Lohn – das Vierpfundbrot kostete bis zu fünf Neugroschen! Zeitweilig arbeiteten 1 736 Arbeiter gleichzeitig auf der Baustelle. Interessant sind die technischen Daten: Mit vier Stockwerken bei 74 Bogen und 2 Hauptbogen beträgt die Höhe 78 m. Die vermauerten Granit- Ziegel- und Bruchsteine ergeben ein Gesamtvolumen von 135 677 m³ Baumaterial; hinzu kamen 2 323 m³ Bindemittel. Die übereinanderstehenden Hauptbogen entstanden durch Weglassen eines Pfeilers in der Mitte der Brücke, um den weichen Baugrund zu umgehen. Dadurch erhielt der Viadukt gleichzeitig seine typische Gestalt.

Selten wurde ein Bauwerk seinem Namen so gerecht wie die Hängebrücke, die die Dresdener Stadtteile Blasewitz und Loschwitz verbindet: das »Blaue Wunder«. Von einem Dresdener läßt sich viel über die Geschichte der Brücke erfahren: Zunächst erschien es wie ein Wunder, daß die Brücke überhaupt gebaut wurde. Anfang der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts hielt es die Fachwelt für sehr gewagt, eine stählerne Hängebrücke ohne Strompfeiler zu errichten. Die Eigenmasse der Konstruktion beträgt immerhin 3 500 t. Jedoch die Tatsache, daß zu jener Zeit eine Brücke als willkommene Einnahmequelle galt, bewog den königlichen Finanzminister, die Baugenehmigung zu erteilen. Nach zweijähriger Bauzeit wurde sie 1893 dem Verkehr übergeben, und sie brachte allein im Jahre 1903 90 000 Reichsmark Brückengeld ein. Das zweite »Wunder« geschah am 13. Februar 1945, als durch Bomben innerhalb einer knappen Stunde auch zwei Drittel aller historisch wertvollen Baudenkmäler Dresdens in Schutt und Asche gelegt wurden: Das »Blaue Wunder« blieb verschont. Wenige Wochen später kam von der faschistischen Wehrmacht der Befehl zum Sprengen der Brücke. Sie wurde mit Sprengstoff, Minen und 65 250-kg-Bomben gespickt. Die Brücke blieb trotzdem erhalten. Der Arbeiter Paul Zickler, der Klempnermeister Erich Stöckel und Hauptmann Wirth vom Brückensprengkommando hatten, unabhängig voneinander, die Hauptkabel zu den Sprengsätzen durchgeschnitten.

Fachleute geben einer Brücken-Stahlkonstruktion eine Lebensdauer von 70 bis 80 Jahren. Die hat das »Blaue Wunder« inzwischen überdauert, und sie wird auch entsprechend gepflegt. Etwa alle 15 Jahre werden rund 24 t Rostschutzfarbe auf eine Gesamtfläche von 38 000 m² aufgebracht; Kosten: eine halbe Million Mark.

Wenn auch erst im Jahre 1936 erbaut, so zählt auch schon die Rügendambrücke zu den technischen Denkmälern. Achtmal am Tage erhalten die Fahrzeuge und Fußgänger für einige Minuten »rotes Licht«. Dann wird per Knopfdruck durch zwei 32-kW-Elektromotoren in 4 Minuten die 260 t schwere und 28 m lange Zugbrücke – sie heißt Ziegelgrabenbrücke – geöffnet. Für die Schiffe, die sich vorher angemeldet haben, bedeutet das »freie Fahrt«.

Bedeutende Brückenbauwerke

Name und Lage	Verkehr ¹	Vollendet	Größte Spannweite in m	Gesamtlänge in m
<i>Holzbrücken</i>				
Newabrücke Lenin-grad	F	1776	30	—
<i>Stahlbrücken</i>				
<i>Balkenbrücken</i>				
B. über den Firth of Forth (Großbritannien/Schottland)	E	1889	521,2	2 466
B. über den St.-Lorenz-Strom bei Quebec (Kanada)	E	1917	548,7	853
B. über die East Bay, San Francisco (USA)	S	1936	425,0	3 600
B. bei Haura, Kalkutta (Indien)	S	1943	457,0	655
Save-B., Belgrad (Jugoslawien)	S	1956	261,0	311
Mississippi-B. bei New Orleans (USA)	S	1958	480,0	840
Europa-B. bei Innsbruck (Österreich)	S	1963	198,0	785
Panamakanal-B. (Panama)	S	1962	343,0	1 900
Dwina-B., Archangelsk (UdSSR)	E + S	1965	176	
<i>Fachwerkbrücken-Bogenbrücken</i>				
Hafen-B., Sydney (Australien)	E + S	1930	503,0	1 150
Kill-van-Kull-B., New York (USA)	E + S	1930	504,0	1 762
B. bei Port Mann (Brit. Columbia, Kanada)	S	1965	366,0	2 092
<i>Vollwand-Bogenbrücken</i>				
Niagara-B., Queenstone-Lewiston (Kanada—USA)	S	1962	305,0	478

Name und Lage	Verkehr ¹	Vollendet	Größte Spannweite in m	Gesamtlänge in m
Moldau-B. bei Prag (ČSSR)	S	1964	330,0	...
Vollwand-Verbundbrücken				
B. über das Werratal, Hedemünden (BRD)	S	1952	96,0	416
Vollwand-Stabbogenbrücken				
Storstrømsbrücke, Ostsee (Dänemark)	E + S	1937	136,4	3 200
Rhein-B., Duisburg–Rheinhausen (BRD)	S	1950	255,1	409
Schrägseil- und Zügelgurbrücken				
Rhein-B., Krefeld–Uerdingen (BRD)	S	1935	250,0	857
Knie-B., Düsseldorf (BRD)	S	1966	320,0	564
Hängebrücken				
Donau-B., Budapest (Ungarn)	S	1903	290,0	378
B. von San Francisco nach Oakland (USA)	S	1936	705,0	2 800
Golden-Gate-B., San Francisco (USA)	S	1937	1 280,0	2 150
Mackinac-B. (USA)	S	1937	1 158,0	2 185
B. bei Tancarville (Frankreich)	S	1959	608,0	1 360
B. über den Firth of Forth (Großbritannien/Schottland)	S	1964	1 006,0	2 400
Verrazano-Narrows-B., New York (USA)	S	1965	1 300,0	4 170
Severn-B. (Großbritannien)	S	1966	988,0	1 598
Tejo-B., Lissabon (Portugal)	S	1967	1 013,0	...

Name und Lage	Verkehr ¹	Vollendet	Größte Spannweite in m	Gesamtlänge in m
---------------	----------------------	-----------	------------------------	------------------

Stahlbeton- und Spannbetonbrücken

Vollwand-Balkenbrücken, Einfeldträger und Auslegerträger

Straßen-B., Aue bei Zwickau (DDR)	S	1937	69,0	308
Alte V., Villeneuve-St. Georges (Frankreich)	S	1939	78,0	160
B. über den Pontchartrainsee (USA)	S	1956	17,1	38 600
Medway-B., Kent (Großbritannien)	S	1963	155,0	997
Chesapeake-Bay-B. (USA)	S	1963	22,5	19 000
Wolga-B., Jaroslaw (UdSSR)	S	1966	147	...

Bogenbrücken

Tal-B., Langwies (Schweiz)	E	1914	100,0	287
Tranebergsund-B. (Schweden)	E	1934	181,0	538
Teufelstal-B., Gera—Jena (DDR)	S	1938	138,0	253
Rio-Esla-B. (Spanien)	E	1939	209,8	480
Sandöb (Schweden)	S	1940	264,0	813
Parramatta-B., Sydney (Australien)	S	1963	305,0	580
Dnepr-B., Kiew (UdSSR)	E + S	1965	117	...

Vollwand-Balkenbrücken, Durchlaufträger

Seine-B. bei Ivry (Frankreich)	F	1930	134,6	...
Dreirosen-B., Basel (Schweiz)	S	1932	106,0	245
Main-B., Bettingen (BRD)	S	1961	140,0	310
Rio-Caroni-B. (Venezuela)	S	1963	96,0	480
Allnö-Sund-B. (Schweden)	S	1963	134,0	1 152
Oosterschelde-B. (Niederlande)	S	1965	95,0	5 020

Name und Lage	Verkehr ¹	Vollendet	Größte Spannweite in m	Gesamtlänge in m
Amakusa-B. Nr. 3 (Japan)	S	1965	160,0	361
Viaduc d'Oléron (Frankreich)	S	1966	79,0	2862
Rahmenbrücken				
Neue-Kanalhafen- B., Heilbronn (BRD)	S	1950	107,8	174
<i>Bewegliche Brücken aus Stahl</i>				
Hubbrücken				
B. über den Cape Cod Canal, Mass. (USA)	E	1935	166,0	...
Arthur-Kill-B., New York (USA)	E	1959	170,0	...
Drehbrücken				
B. bei Fort Madison, Miss. (USA)	E	1927	160,0	...
B. bei El-Fesdan (Ägypten)	S + E	1965	167,5	...
Klappbrücken				
B. bei Sault Sainte Marie, Mich. (USA)	E	1941	102,0	...
Towerbrücke, London (Groß- britannien)	S	1894	61,0	...
Fährbrücken				
Sky-Ride-B., Chicago (USA)		1933	564,0	...
Schwimmbrücke				
Hood-Canal-B., Seattle, Wash. (USA)		1961		2290

¹ S = Straße, E = Eisenbahn, F = Fußgänger

Durch die Schranken der Natur

Uns bekannte Vorläufer der heutigen Tunnel waren die unterirdischen Be- und Entwässerungskanäle, die bereits in babylonischer und assyrischer Zeit gebaut wurden. Unter den Tunneln, die im alten Griechenland angelegt wurden, ist der Tunnel des Eupalinos von Megara für die Wasserleitung der Stadt Samos durch den Berg Kastro einer der bekanntesten. Zu den berühmtesten Bauten der Römer zählt der 5600 m lange Tunnel zur Ableitung der Wasser des Fucinosees aus der Mitte des 1. Jahrhunderts. Als Straßentunnel der römischen Zeit ist besonders die Grotta di Posilippo bei Neapel bekannt, ein 7 m breiter, teils 7 m, teils bis zu 25 m hoher Tunnel, der unter Kaiser Augustus zur Verbindung von Neapel mit Puteoli und Cumae angelegt wurde. Ähnlich wie im Straßen- und Brückenbau kam es nach dem Untergang des römischen Reiches auch im Tunnelbau zunächst zum Stillstand. Erst mit der Einführung des Schwarzpulvers im 17. Jahrhundert in Europa und damit der Möglichkeit, Stein- und Erdmassen in großem Umfang zu bewegen, lebte er wieder auf. Ausgehend von den zu dieser Zeit vorherrschenden Verkehrswegen, wurden überwiegend Kanaltunnel gebaut. Dazu gehört der 1679 bis 1681 errichtete, 157 m lange Malpastunnel für den Kanal von Languedoc, der den Atlantischen Ozean mit dem Mittelmeer verbindet.

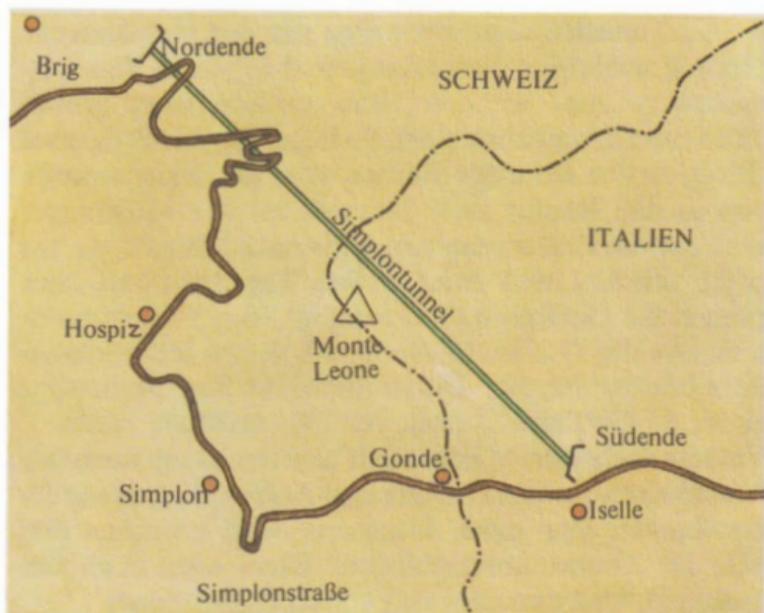
Mit dem Aufkommen der Eisenbahn erhielt der Tunnelbau abermals neue Impulse. Der älteste Eisenbahntunnel wurde in den Jahren von 1826 bis 1830 unter Stephenson mit einer Länge von 360 m zwischen Liverpool und Manchester gebaut.

Auf dem Territorium unserer Republik entstand der erste Eisenbahntunnel von 1837 bis 1839 bei Oberau im Zusammenhang mit dem Bau der Strecke Leipzig—Dresden. Er hatte eine Länge von 512 m und wurde 1933 bis 1934 abgetragen.

Altester und bekanntester Unterwassertunnel ist der im Jahre 1842 eröffnete Themsetunnel in London. Er wurde in 18 Jahren Bauzeit unter größten Schwierigkeiten in 3 km Tiefe unterhalb der London-Bridge mit einer Länge von 396 m angelegt.

Der erste Tunnel, der die Alpen durchquerte, war der 1430 m lange Scheiteltunnel der 1854 eröffneten Semmeringbahn. Drei Jahre später begann man mit dem Bau des 12,3 km langen Mont-Cenis-Tunnels, der durch das Massiv des Mont Cenis zwischen Frankreich und Italien führt. Die Bauzeit war mit 25 Jahren veranschlagt, doch konnte er bereits 1871, also 11 Jahre früher, bedingt durch den technischen Fortschritt im Streckenvortrieb und den Einsatz von Dynamit anstelle des Schwarzpulvers, dem Verkehr übergeben werden. 1872 bis 1881 folgte der Tunnelbau durch das St.-Gotthard-Massiv mit einer Länge von 15 km. Der St.-Gotthard-Tunnel wird heute in der Länge lediglich von drei weiteren übertroffen: dem neuen Apenindurchstich auf der »Direttissima« zwischen Bologna und Florenz als zweispurigem Tunnel, in dessen Innerem sich eine zusätzliche Tunnelstation mit zwei Ausweichgleisen von etwa 450 m Länge befindet, dem 1896 bis 1906 errichteten Simplontunnel 1 sowie dem 1912 bis 1922 erbauten Simplontunnel 2 mit je 19,8 km Länge.

Die Trasse des Siplontunnels. Tunnelbauten verkürzen nicht nur Verkehrswege, sie machen sie auch ganzjährig befahrbar.

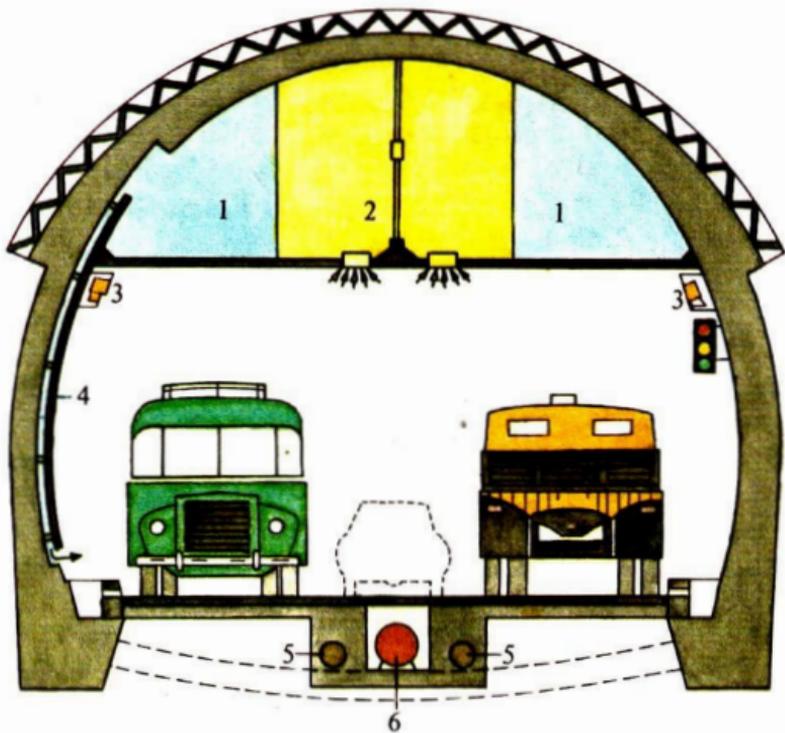


Beim Bau des Simplontunnels 1 waren etwa 2 200 Arbeiter beschäftigt, die bei Temperaturen bis zu 56 °C und häufig einbrechenden Quellen dieses gewaltige Werk vollbrachten. Um die mehr als 1 Mill. m³ Ausbruchmaterial aus dem Bergmassiv zu lösen, mußten sie 340 000 Sprenglöcher bohren, verbrauchten 1 520 t Dynamit, über 3,5 Mill. Sprengkapseln und ungefähr 5 300 m Zündschnur. Der Gebirgsdruck im Zentralabschnitt des Tunnels war derart groß, daß selbst stärkste Grubenhölzer unter dieser Last zerbrachen. Ständig begleiteten die Arbeiter, von denen mehr als 100 tödlich verunglückten, das unheimliche Knistern der Ausbauhölzer und das Aufschlagen herabfallenden Gesteins.

Die genannten Tunnel sind nur einige der vielen, die zur Nord-Süd-Verbindung in Europa beitragen. Als sie angelegt wurden, genügten sie noch voll und ganz den Ansprüchen des damaligen Verkehrswesens. Heute haben die Verkehrsdichte und die Masse der zu transportierenden Güter erheblich zugenommen. Während z. B. die 1883 eröffnete Gotthardbahn zu dieser Zeit 250 000 Reisende beförderte und 3 Mill. t Güter durch das Bergmassiv transportierte, waren es 1960 rund 5 Mill. Touristen und 17,8 Mill. t Güter, davon etwa 100 000 Pkw.

Die ständige Erhöhung der Verkehrsdichte auf den Paß- und Tunnelstraßen sowie ihre von den Unbilden der Witterung abhängige Befahrbarkeit drängen in den »Alpenländern« zum weiteren Bau entsprechend großer Straßen- und Eisenbahntunnel. So liegen gegenwärtig etwa 50 Projekte für derartige Bauten vor. Realisiert wurden davon in den letzten zwei Jahrzehnten der Montblanc-tunnel, der die Entfernung von Paris nach Mailand um ein Fünftel verkürzt und einen vollen Tag Autofahrt über kurvenreiche Gebirgsstraßen einspart, der Tunnel durch das Massiv des Großen St. Bernhard, der zu jeder Jahreszeit befahrbar ist, der Durchbruch am San Bernardin und der St.-Gotthard-Tunnel, der 1981 eröffnet wurde.

Verständlicherweise liegt auch hier die Frage nach den Möglichkeiten zur Ausführung und Aufrechterhaltung der Tunnelbauten sehr nahe. Insgesamt wird zwischen drei Arten der Tunnel unterschieden: Berg- oder auch Gebirgstunnel, Unterwasser- und Unterflastertunnel.



Querschnitt des Großen St.-Bernhard-Tunnels, lichte Durchfahrthöhe 4,66m, lichte Durchfahrtsbreite 9m. 1 – Frischluftkanäle; 2 – Absaugen der verbrauchten Luft; 3 – Tunnelbeleuchtung; 4 – Frischluftzuführung; 5 – Entwässerung; 6 – Gasabzug

Bergtunnel werden, ähnlich dem Tiefbau zur Erschließung von Lagerstätten (Kohle, Kali, Erz usw.), in bergmännischer Bauweise ausgeführt. Diese Tunnel haben immer einen gewölbten Querschnitt, während die Unterwassertunnel überwiegend mit rundem, selten mit rechteckigem Profil vorgetrieben werden. Die Unterpflaster-tunnel, in der Regel für den innerstädtischen Straßen- und Schienenverkehr angelegt, weisen überwiegend einen rechteckigen Querschnitt auf. Sie werden in offener Baugrube, ähnlich der Verlegung von Rohr- oder Kabelleitungen, errichtet.

Der reibungslose Betriebsablauf, insbesondere beim Straßentunnel, erfordert erhebliche zusätzliche technische Einrichtungen. Dazu gehören die Anlagen zur Be- und

Entlüftung, Beleuchtung und Entwässerung sowie zur Überwachung der Betriebsanlagen einschließlich der Signalisation für unvorhergesehene Zwischenfälle.

Werfen wir nun noch einen Blick auf in jüngster Zeit abgeschlossene Bauvorhaben und geplante Projekte.

Der am 1. Dezember 1978 nach einer Bauzeit von rund viereinhalb Jahren übergebene Arlbergtunnel ist 14 km lang und verbindet die beiden österreichischen Bundesländer Tirol und Vorarlberg miteinander. Dadurch ist der 1793 m hohe Arlbergpaß den ganzen Winter über befahrbar. Bisher waren beide Länder nur durch einen Eisenbahntunnel und Hochgebirgsstraßen miteinander verbunden, die im Winter zeitweise wegen Lawinengefahr gesperrt werden mußten. Drei Computer überwachen jetzt mit Hilfe von Fernsehkameras das Tunnelgeschehen und steuern die zahlreichen technischen Einrichtungen. Beim Bau mußten 4,5 Mill. t Gestein ausgesprengt werden, 760 000 m³ Beton wurden verbaut. Entsprechend dem großen Kosten- und Materialaufwand für dieses wichtige Verkehrsobjekt liegen auch die Gebühren für die Autofahrer relativ hoch. Die 15 Minuten dauernde Fahrt durch den Tunnel kostet im Sommer für Hin- und Rückfahrt 120 Schilling (etwa 17 Mark). Im Winter, wenn es praktisch keine Alternative zur Benutzung des Tunnels gibt, ist der gleiche Betrag für eine Strecke zu entrichten.

In Japan befinden sich zwei Unterwassertunnel für den Eisenbahnverkehr im Bau, der 54 km lange, die Inseln Hokkaido und Honschu verbindende Seikantunnel, der 1981 fertiggestellt wurde, und der 62 km lange Saidhautunnel.

Immer noch aktuell ist das Projekt einer Tunnelverbindung zwischen England und Frankreich: ein 37 km langer Tunnel unter dem Ärmelkanal. Weitere Planungsstudien beschäftigen sich mit der Anlage von Tunnelbauwerken unter der Meerenge von Gibraltar sowie für den Nordsee-Ostsee-Übergang durch den Großen Belt.

Bedeutende Tunnelbauten

Name	Lage	Länge in m	Eröffnet
Straßentunnel			
St.-Gothard-T.	Schweiz (Reufltal—Tessintal)	16 284	1981
Arlberg-T.	Tirol—Vorarlberg	14 000	1978
Fréjus-(Mont-Cenis)T.	Frankreich—Italien (Arc—Dora Riparia)	12 720	im Bau
Montblanc-T.	Frankreich—Italien (Chamonix—Entrèves)	11 600	1965
San-Bernardino-T.	Schweiz (Graubünden)	6 596	1967
Tauern-T.	Österreich (Niedere Tauern)	6 400	1974
Großer Sankt-Bernhard-T.	Schweiz—Italien (Rhônetal—Aostatal)	5 885	1964
Felber-Tauern-T.	Österreich (Hohe Tauern)	5 600	1967
Katschberg-T.	Österreich (Niedere Tauern)	5 600	1974
Viella-T.	Spanien (Pyrenäen)	5 430	1929
Kammon-T. ¹	Japan (Honschu—Kiuschu)	3 600	1958
Colle-di-Tenda-T.	Frankreich—Italien (Seealpen)	3 430	1882
Mersey-T. ¹	Großbritannien (Liverpool)	3 400	1934
Transpyrenäen-T.	Frankreich—Spanien	3 010	1971
Neuer Elb-T. ¹	BRD (Hamburg)	2 653	1973
Nord-Ostsee-Kanal-T. ¹	BRD (Rendsburg)	640	1961
Alter Elb-T. ¹	BRD (Hamburg)	448	1911
Schiffahrtstunnel			
Rove-T.	Frankreich (Marseille-Rhône-Kanal)	7 118	1922

Name	Lage	Länge in m	Eröffnet
Eisenbahntunnel			
Seikan-T. ¹⁾	Japan (Honschu—Hokkaido)	53 850	1981
Simplon-T.	Schweiz—Italien (Rhônetal—Domodossola)	19 803	1906
Erste Röhre		19 323	1922
Zweite Röhre			
Apennin-T.	Italien (Futa-Paß zwischen Bologna u. Florenz)	18 519	1934
Rokko-T.	Japan (Honschu)	16 250	1971
St.-Gotthard-T.	Schweiz (Reußtal—Tessintal)	14 998	1882
Lötschberg-T.	Schweiz (Rhônetal—Gasterntal)	14 612	1913
Hokuriku-T.	Japan (Honschu)		
Mont-Cenis-T.	Frankreich—Italien (Arc—Dora Riparia)	13 657	1871
Cascade-T.	USA (Kaskadengebirge)	12 542	1929
Arlberg-T.	Österreich (Langen St. Anton)	10 250	1884
Schimizu-T.	Japan (Honschu)	9 702	1931
Rimutaka-T.	Neuseeland	8 798	1955
Ricken-T.	Schweiz (Kt. St. Gallen)	8 603	1910
Grenchenberg-T.	Schweiz (Kt. Solothurn)	8 578	1915
Tauern-T.	Österreich (Badgastein—Mallnitz)	8 551	1909
Anden-T.	Argentinien—Chile/Cumbre-Paß	8 100	1910
Colle-di-Tenda-T.	Frankreich—Italien (Seealpen)	8 100	1898
Karawanken-T.	Österreich—Jugoslawien (Südl. Kalkalpen)	8 016	1906
Somport-T.	Spanien (Pyrenäen)	7 260	1928

Name	Lage	Länge in m	Eröffnet
Jungfraubahn-T.	Schweiz (Berner Oberland)	7 123	1912
Severn-T. ¹	Großbritannien (Cardiff – Bristol)	7 011	1886
Suramsk-T.	UdSSR (Kaukasus)	3 998	
Kammon-T. ¹	Japan (Honschu – Kiuschu)	3 600	1942
Distelrasen-T.	BRD (Schlüchtern – Flieden)	3 575	1913
Fahrnau-T.	BRD (Schopfheim – Säckingen)	3 169	1890
Krähberg-T.	BRD (Hetzbach – Eberbach)	3 100	1882
Brandleite-T.	DDR (Oberhof)	3 038	1884
Zweiter Semmering-T.	Österreich	1 511	1951
Erster Semmering-T.	(Niederösterreich – Steiermark)	1 470	1853

¹ Unterwassertunnel

Motopia

Die Stadt – zugeschnitten vom Auto?

Großen Einfluß auf die utopischen Entwürfe für die Gestaltung der Stadt hatten immer jene Wunschbilder, die von Sozialentwürfen der Zukunft ausgingen, denen der Gedanke des kollektiven Arbeitens, Wohnens und Lebens der Menschen zugrunde lag. Motopia hat ein anderes Leitbild: das Auto.

Kann das Auto ein Grundmotiv für den Bau einer Stadt sein, ein Ausgangspunkt, der letztlich in einem »Rieserverkehrsbauwerk Stadt« gipfelt? Ist und bleibt Motopia eine Utopie? Wie kam es zur Idee einer »autogerechten« Stadt?

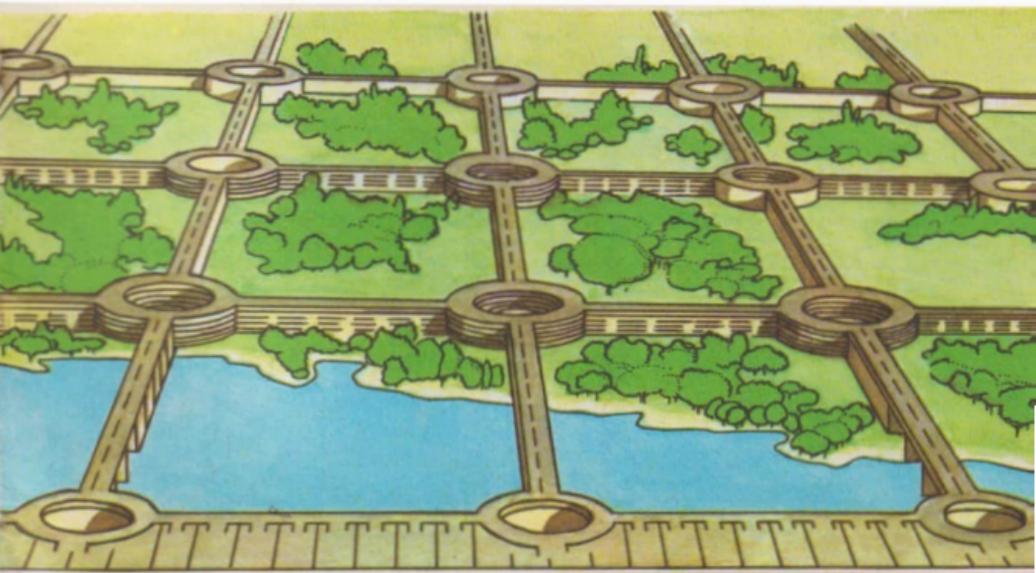
1885 startete Carl-Friedrich Benz (1844–1929) in den Straßen von Mannheim seinen ersten mit Benzinmotor betriebenen Kraftwagen. Unmittelbar darauf folgte Gottlieb Daimler (1834–1900) mit seinem Kraftfahrzeug, das eine Geschwindigkeit von 18 km/h bei einer Leistung von rund 1 100 W (1,5 PS) aufzuweisen hatte.

Noch nicht einmal ein halbes Jahrhundert später – im Jahre 1926 – wurden in Deutschland 31 958 Pkw produziert, in den USA fuhren zur gleichen Zeit bereits 19 237 000 Pkw. Der Weltbestand an Kraftfahrzeugen kann Mitte der zwanziger Jahre mit 25 650 000 angenommen werden.

Die Auswirkungen auf den innerstädtischen Verkehr blieben nicht aus, und sie veranlaßten den bekannten Architekten und Städtebauer Le Corbusier bereits im Jahre 1924, ein kleines Lesestück für Autofahrer zu schreiben: »...Der 1. Oktober kam. Kaum graute der Morgen, früh 6 Uhr in den Champs-Élysées: Es war toll,

alles war da mit einem Schlage. Nach der Leere der rasende Anspannung des Verkehrs. Nun verschärfte sich das erregte Treiben von Tag zu Tag. Man geht früh von zu Hause fort, man tritt aus der Tür, und schon ist man ohne Übergang im Rachen des Todes: Die Autos rasen vorbei. Versetze mich zwanzig Jahre zurück in meine Studentenzeit: Die Straße gehörte uns, man sang, man disputierte auf der Straße..., sanft rollte der Pferdeomnibus daher. Jetzt, am 1. Oktober 1924, auf den Champs-Élysées, wohnt man dem großen Ereignis bei, bei der gigantischen Wiedergeburt dieser neuen Sache, deren Schwung die drei Ferienmonate gebrochen hatten: Den Verkehr. Autos, Autos, schnell, schnell! Man ist erschlagen. Die Begeisterung will uns mitreißen, die Freude. Nicht jene Begeisterung unter den Strahlen der Bogenlampen, die blitzenden Karosserien leuchten zu sehen. Nein, die Freude an der Kraft. Reine und kindliche Freude, im Mittelpunkt der Kraft und der Macht zu weilen. Man hat teil an dieser Macht. Man ist ein Glied dieser Gesellschaft, deren Morgen dämmt... Ihre Kraft gleicht einem Bergstrom, von Wolkenbrüchen geschwellt: Furie der Zerstörung. Die

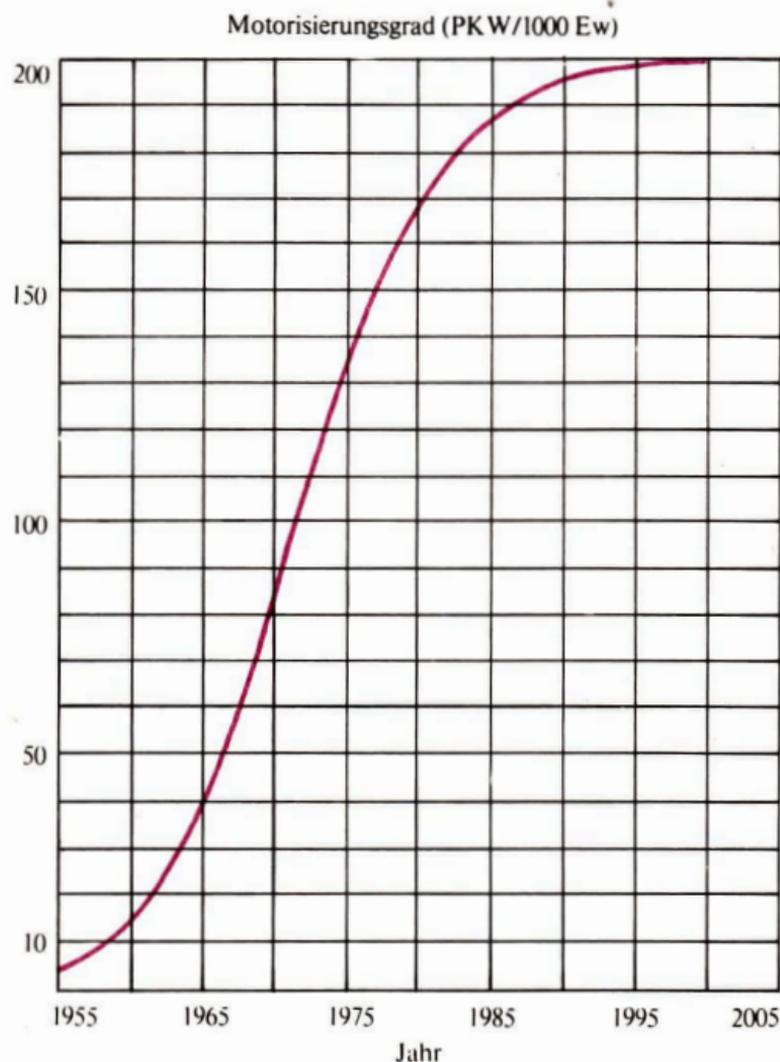
Motopia – der Straßenverkehr verläuft auf den Dächern der Gebäude (nach dem Entwurf von Glass Age Development Committee, Großbritannien).

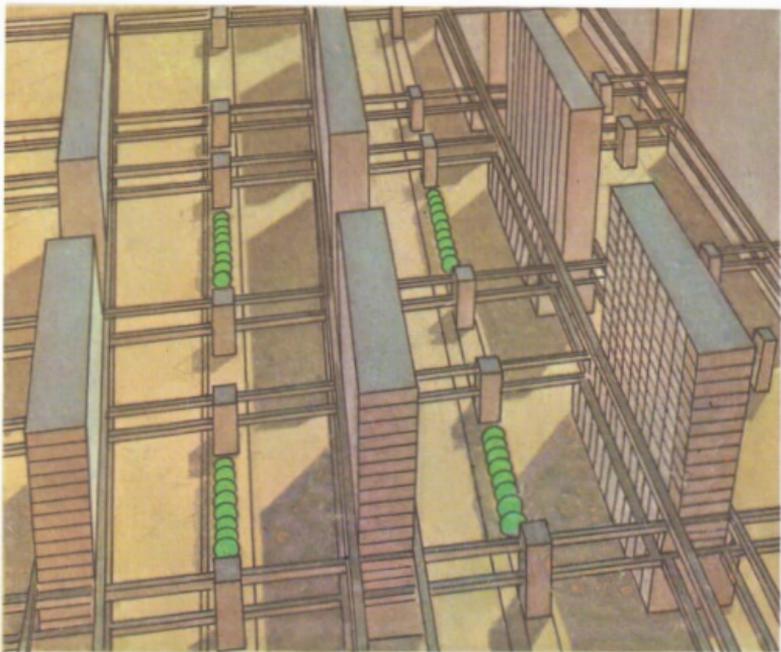


Stadt zerbröckelt, die Stadt kann nicht weiterbestehen, die Stadt ist eine Unmöglichkeit . . .«

Etwa zur gleichen Zeit beschäftigen sich die Architekten Hilberseimer und Neutra damit, neue Modelle einer künftigen Stadtplanung zu entwickeln. Beide gingen in einer völligen Abkehr von historischen Stadtstrukturen davon aus, den gesamten Fahrzeugverkehr innerhalb der Stadt, vor allem unter Berücksichtigung des individuellen Fahrzeuges, aufrechtzuerhalten.

Prognostische Entwicklung des Pkw-Anstieges in der DDR bis zur Jahrtausendwende



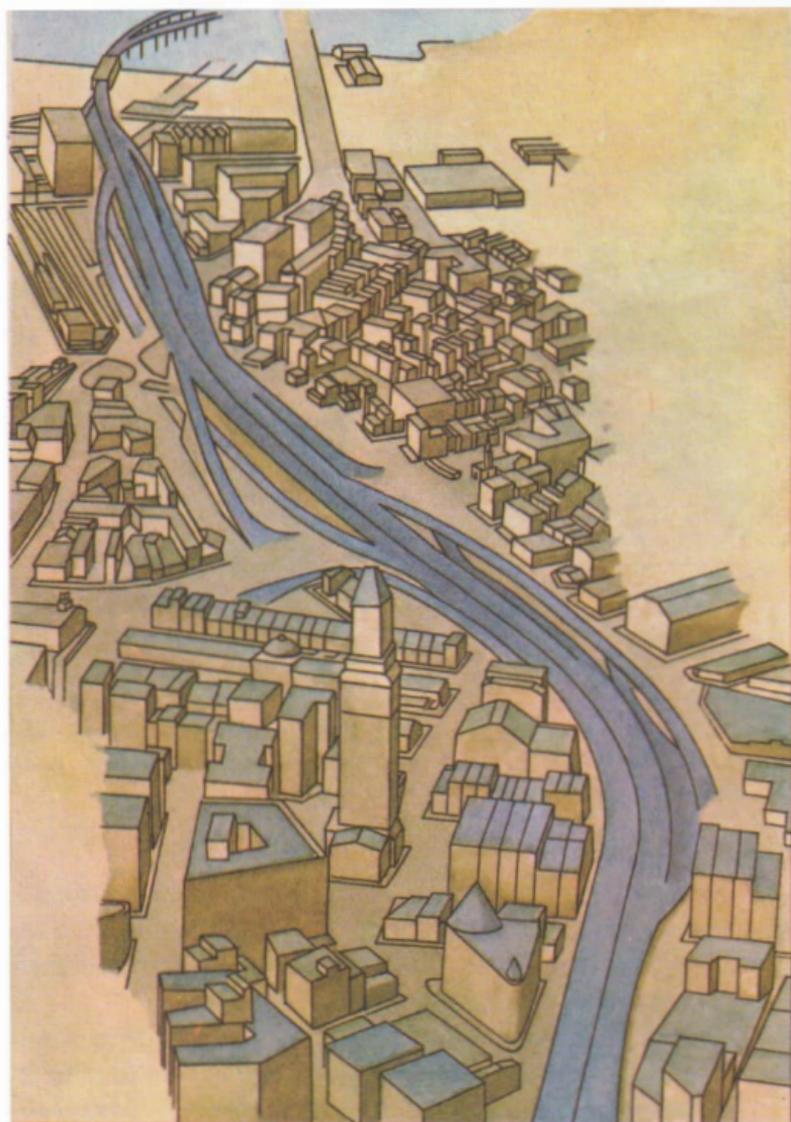


Rush City Reformed, Nutzung der Terrainebene für den Quell- und Zielverkehr, der Fußgängerverkehr wird in sich kreuzende, übereinanderliegende Ebenen über den Fahrverkehr gelegt (nach einem Entwurf von R. Neutra).

Hilberseimers Projekt sah vor, den Geschäftsbereich podiumartig mit darüberstehenden Wohnhochhäusern zu gestalten und mit einem Netz von Fußgängerzonen zwischen breiten Verkehrsbahnen zu verbinden.

Im Jahre 1955 betrug die Weltproduktion an Personenkraftwagen 10960000. Bedenkt man, daß schon damals in Großbritannien für das Jahr 1980 mit 16 bis 17 Mill. fahrender Personenkraftwagen gerechnet wurde, ist es kein Zufall, daß die Idee zu Motopia gerade dort in einer Studie zur künftigen Stadtplanung entwickelt wurde.

Das Schema der Stadtgliederung von Motopia wird durch ein Verkehrsgerüst mit rechteckiger Basis bestimmt. Markante Punkte der Stadtsilhouette wie Hochhaustürme unterschiedlicher Funktion gibt es nicht. Die Autos fahren auf den Dächern der Häuser. Unter der Fahrbahn liegen die Parkebenen, dann folgen die Wohnungen und Läden, ebenerdig sind große Höfe angelegt.



Der Urban Expressway in Boston, Massachusetts (USA) – der Stadtorganismus wird durch die Zubringerstraße zerschnitten.

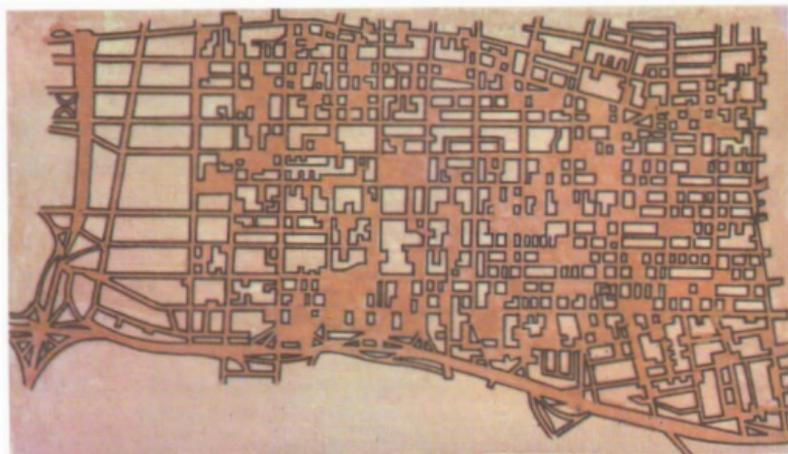
Die Studie zu Motopia scheint zunächst eine konsequente Lösung zu sein. Es wird eindeutig eine absolute Trennung zwischen dem Fahr- und dem Fußgängerverkehr erreicht. Die Frage, wie sich das städtische Leben vollziehen soll, wo die Menschen leben, arbeiten, sich bil-

den, ihren kulturellen Bedürfnissen nachgehen und sich erholen können, wird nicht beantwortet.

Der grundlegende Fehler dieser Studien besteht darin, daß die Verkehrsplanung über die städteplanerische Gesamtkonzeption gestellt wird und nicht umgekehrt als dienendes Element der Stadt und des Städtebaues so angelegt ist, den individuellen Fahrverkehr im Zentrum derart einzuschränken, daß die öffentlichen Verkehrsmittel ungehindert genutzt werden können und die Zentrumsbereiche als Mittelpunkte des gesellschaftlichen Lebens der Stadt dem Fußgänger und nicht dem Auto vorbehalten sind.

Abermals 20 Jahre später, die jährliche Weltproduktion an Personenkraftwagen war auf über 25 Mill. angestiegen, war allein in einer Großstadt wie Los Angeles weit über ein Drittel des innerstädtischen Bereiches in der Hauptsache dem Kraftfahrzeug vorbehalten: Stadtautobahnen, Schnellstraßen, Straßen, Parkplätze, Garagen, Tankstellen... Man hatte hier den Versuch unternommen, den größten Teil der City, auf jeden Fall alle Wohngebiete, mit Privatautos zu erschließen. Außer der Misere im Zentrum war die Folge, daß die Stadt »auseinanderfloß«, die Bevölkerung sich über ein riesiges Territorium verstreute und inzwischen 76 Vororte auf der »Suche« nach einer City sind. Diese Suche wird auch dadurch nicht erleichtert, daß der Fahrzeugstrom von der Verkehrspolizei aus Hubschraubern gesteuert und kontrolliert wird. Auch die Tatsache, daß der Einwohner von Los Angeles sein Auto täglich bis zu 3 Stunden fährt und überall Motels, Drive-in-Kinos und -Restaurants ansteuern kann, täuscht nicht darüber hinweg, daß die Stadt für ihn nicht mehr als eine Straße ist. Daran ändern auch die für Los Angeles geltenden »Vorzüge« nichts – wie der Geschäftsabschluß unmittelbar vom Auto aus in Drive-in-Banken und -Versicherungen sowie der Besuch von Drive-in-Kirchen und -Friedhöfen.

Den Stadtverkehr ausschließlich auf den Gebrauch des Autos aufzubauen führt zu den absurdesten Konsequenzen. Auch in Zukunft wird man für die nur auf das Auto abgestimmte Stadt keine Lösung finden, der ausschließliche Gebrauch des Autos würde ihr Ende bedeuten.

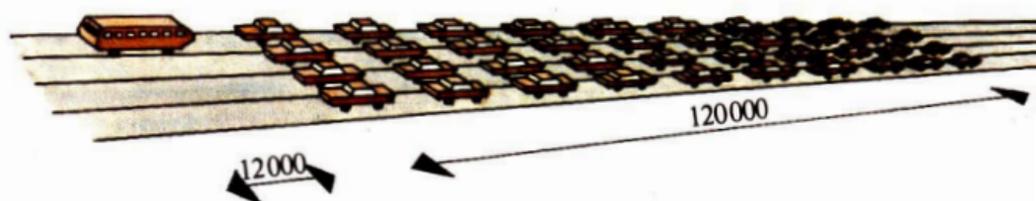


Paralyse des Stadtverkehrs – über ein Drittel der Fläche des Stadtzentrums von Los Angeles, Kalifornien (USA), wird durch Verkehrsanlagen (rot) beansprucht.

Der von dem Engländer Buchanan vorgelegte Bericht über den Stadtverkehr bietet ebenfalls keine echte Alternative. Ausgehend von der Frage »Wie können wir die Gebäude am besten ordnen, um das Auto vorteilhaft zu gebrauchen?«, entwickelte er eine Studie über die Tottenham Court Road Area. Dieses zentral gelegene Gebiet in London hat eine Fläche von 60 ha. Für das Parken der Wagen muß man hier mit 60 000 Einheiten rechnen. Das bedeutet, daß zuerst eine Parkgarage von 180 ha, also in 3 Etagen über das ganze Gebiet, gebaut werden müßte. Für ein Verkehrsaufkommen in Stoßzeiten von 40 000 Einheiten müßten nach Meinung holländischer Fachleute 24 Fahrbahnen, nach Meinung englischer Experten sogar 30 Fahrbahnen vorhanden sein. Im Vergleich des Verhältnisses zwischen Leistung und benötigtem Verkehrsraum wird festgestellt: Für den Transport von 50 000 Personen pro Stunde benötigt man mit dem Auto 30 Fahrbahnen in jeder Richtung mit einer totalen Breite von 210 m, beim Transport mit dem Bus sind es nur noch 50 m, und mit der U-Bahn genügt ein Tunnel mit 9 m Breite. Der Buchanan-Report schließt ab mit einem Kompromiß: Es sollten nur noch 20 % der Autos zugelassen werden, der Rest der Fahrgäste müßte also mit der U-Bahn, dem Bus und ande-

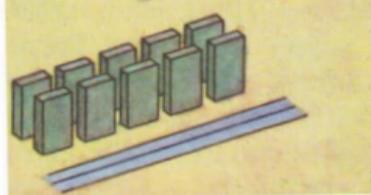
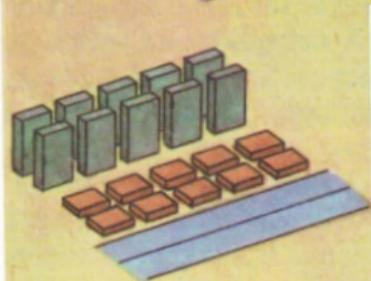
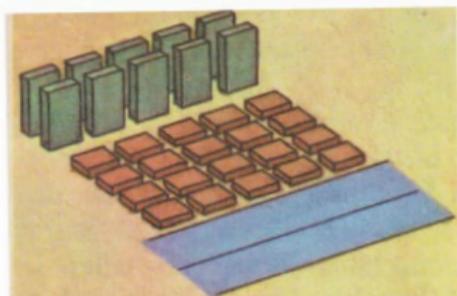
ren Massenverkehrsmitteln befördert werden. Leider wird nicht erwähnt, wie diese Reduzierung der Anzahl der Autos vor sich gehen soll.

Mehr denn je steht heute das Auto, obwohl es nur eines der vielen Verkehrsmittel ist, deutlich im Mittelpunkt vieler Diskussionen. Ganze Zeitungen, Zeitschriften und Bücher beschäftigen sich mit ihm. In den USA ist die Meinung verbreitet, das Auto bilde für viele Familien die Existenzgrundlage. Sicher mag das für die Überwindung großer Entfernungen zwischen Arbeitsplatz und Wohnung zutreffen. Es ist inzwischen aber auch, von seiner eigentlichen Funktion als Transportmittel, entfernt, je nach seinem Komfort oder Kaufpreis zu einer Art »Wohlstandsmesser« geworden. Das Auto ist eines der persönlichsten Dinge unserer Zeit. Stellen wir die Frage nach dem »Besonderen« am Auto, dann bietet es uns nichts mehr als den Transport von Haus zu Haus, ohne umzusteigen. Doch dafür wurden schon sehr hohe Preise bezahlt: In den »hochentwickelten Autoländern« der westlichen Welt hat man in vielen Städten ohne Rücksicht auf organisch Gewachsenes Straßen und Plätze, Gebäude und Alleen, sogar Denkmäler »geopfert« — immer mit dem Ziel, der Vorstellung von einer »autogerechten« Stadt näherzukommen.



Flächenbedarfsvergleich zwischen Bus und Pkw. Ein Bus beansprucht im Stadtverkehr die ausgewiesenen Haltestellen, für die gleiche Personenzahl (Annahme 60) benötigen die Pkw bei 1,5 Personen je Pkw etwa 1 400 m² für den fließenden und etwa 1 050 m² für den ruhenden Verkehr.

In einem im Jahre 1971 in der BRD erschienenen Taschenbuch mit dem Titel »Umwelt aus Beton oder unsere unmenschlichen Städte« heißt es dazu: »Den größ-



Flächenbedarf für den fließenden und ruhenden Verkehr in den Stadtzentren bei unterschiedlichem Anteil des Massenverkehrsmittels und des individuellen Pkw am Ziel- und Durchgangsverkehr. Rot: ruhender Verkehr (Gara­gen); blau: fließender Verkehr (Straßen). 1 – 100 % individuelle Pkw: Straßenbreite in jeder Richtung 116 m, 31 Fahrspuren; 2 – 50 % individuelle Pkw und 50 % Massenverkehrsmittel: Straßenbreite

in jeder Richtung 78 m, 17 Fahrspuren für Pkw, 5 Fahrspuren für Busse, 1 Haltespur für Busse und 3 – 100 % Massenverkehrsmittel: Straßenbreite in jeder Richtung 33,5 m, 10 Fahrspuren, 1 Haltespur

ten Anteil an dieser Katastrophe hat das Lieblingsprodukt unseres Jahrhunderts, das Automobil, das eine neue Phase der Stadtzerstörung eingeleitet hat. Die Zerstörung der Städte durch die Bomben des 2. Weltkrieges war nur ein Anfang. Die Chance der Neuplanung blieb ungenutzt...«

In einer Ausstellung zum Thema »Profitopolis« in den Staatlichen Museen für Angewandte Kunst in München Anfang der siebziger Jahre äußerte sich der Schweizer Schriftsteller Max Frisch bereits sehr deutlich: »Schuld ist vor allem der Bürger. Er versagt als Bauherr seiner Stadt. Er läßt sich beherrschen, wo er zu herrschen hätte.«

Und wie sagte Perikles bereits 430 v. u. Z.? »Wir vereinigen in uns die Sorge um unser Haus und um unsere

Stadt. Wenn wir auch verschiedenartigen Tätigkeiten zugewandt sind, so ist doch in den Dingen der Stadt keiner ohne Urteil. Bei uns heißt einer, der an den Dingen der Stadt keinen Anteil nimmt, nicht ein stiller Bürger, sondern ein schlechter.«

Unsere Gesellschaftsordnung stellt nicht die Frage nach der »autogerechten« Stadt. Sie geht aus von den allseitigen Bedürfnissen der Menschen. Sich möglichst rasch von einem Ort zum anderen zu bewegen ist nur ein Teil davon. Deshalb heißt es, »menschengerechte« Städte zu planen, in denen alle Bedürfnisse der Bürger optimal befriedigt werden können. Wir bereiten auch kein Museum vor für Autos, vor denen wir eines Tages stehen wie vor den Prunkkutschen aus der Zeit Ludwigs XVI., mit Bewunderung, aber ohne Verständnis. Wir konzentrieren uns auf Bauten, die den innerstädtischen Verkehr noch besser erschließen und erleichtern.

Bauten des innerstädtischen Straßenverkehrs

Gegenwärtig sind in unseren Städten rund 40% aller Ortsveränderungen Fußwege, wobei diese im Vor- und Nachlauf der Benutzung von Verkehrsmitteln nicht einbezogen sind.

Der Fußgänger ist das einzige »Allround-Verkehrsmittel«, das überallhin gelangt, wohin es will. Er nimmt sogar einen großen Teil des Warentransportes auf sich. Damit für ihn der Stadtbummel ein Erlebnis, das Einkaufen eine Erleichterung, das Treffen mit Freunden und Bekannten zur Entspannung von der täglichen Arbeit werden, baut man in den Zentren der Städte unserer Republik immer mehr Fußgängerbereiche aus. Es sind Straßen des Fußgängerverkehrs, die nicht von Kilometersteinen, Tankstellen, Kraftfahrzeugwerkstätten, Autohöfen flankiert werden, sondern von Einrichtungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Diese Fußgängerstraßen haben den einstigen Bürgersteig abgelöst, der dem Fußgänger zu beiden Seiten der Straße vorbehalten war, damit der Autoverkehr ungehindert pulsieren konnte.

Damit der Fußgänger ohne Gefahr und schnell die Fußgängerbereiche erreichen kann, wurden für ihn an vielen Verkehrsknotenpunkten Fußgängerbrücken und Fußgängertunnel eingerichtet.

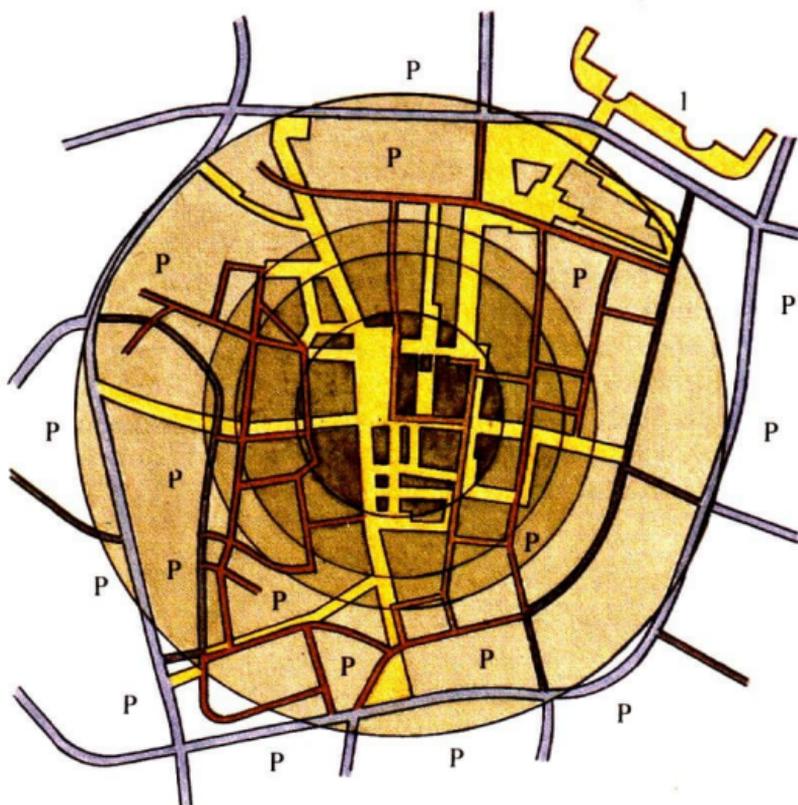
Die längste Fußgängerbrücke unserer Hauptstadt Berlin verbindet die Betriebe und Wohngebiete in der Umgebung der Eldenaer und Proskauer Straße. Sie ist 420 m lang, 4,50 m breit und innen, von der Lauffläche bis zum Dach, 2,50 m hoch. Eine der optisch ansprechendsten Fußgängerbrücken ist die den Friedrich-Engels-Platz in Leipzig überspannende. Sie ist gleichzeitig auch Auftakt in die Einführung des fußläufigen Zentrumsbereiches der Stadt.

Weitverzweigte Fußgängertunnel zur Erschließung des Alexanderplatzes in Berlin wurden angelegt. Sie sind kein »unterirdisches Labyrinth«, sondern entsprechen allen Anforderungen, die man an jeden Verkehrsbau, gleich welcher Art, stellt: kurze Verkehrswege, Übersichtlichkeit und rasche Orientierung.

Ein wichtiges Bindeglied im Verkehr zwischen Stadt und Land sind die Busbahnhöfe. In unserer Republik werden mit über 4000 Linien des Omnibuskraftverkehrs 97 % aller Orte an das Omnibusliniennetz angeschlossen, das sind 33,9 % der Gesamtbeförderung von Personen.

Der Funktionsablauf eines solchen Busbahnhofs, der zweckmäßig in unmittelbarer Nähe des Stadtzentrums, des Fußgängerbereiches oder des Eisenbahnbahnhofs gelegen sein sollte, ist nicht anders, als wir ihn beim Bahnhof bereits kennengelernt haben. Es gibt auch hier den Raum zum Verkauf von Fahrscheinen sowie Imbißstuben, in denen man Wartezeiten überbrücken kann. Weitgespannte Dächer über dem Bahnsteigbereich, zu vergleichen mit der Bahnhofshalle, schützen die Fahrgäste vor Witterungseinflüssen. Abfertigungsgebäude und Überdachung des Fahrbetriebes, oft voneinander getrennt, geben dem Busbahnhof die bauliche Gestalt.

In die Reihe der Bauten des innerstädtischen Verkehrs gehören auch die Groß- und Parkgaragen. Die Großgaragen können sowohl mehrgeschossig in Gestalt einer überirdischen Hochgarage als auch mehrgeschossig unterirdisch als Tiefgarage angelegt werden. Sie dienen zum Parken und Einstellen von Personenkraftwagen.



Geplantes Verkehrsschema der Stadt Leipzig. Das Stadtzentrum wird vom Durchgangsverkehr frei gehalten, Hauptgeschäftsstraßen und Passagen werden zu Fußgängerbereichen zusammengefaßt. Die Parkplätze liegen am Rand des Zentrums, der zu erwartende Parkraum und Garagenbedarf beträgt 16 000 Stellplätze.

- Versorgungstraße
- Fußgängerstraße
- Verkehrsstraße zum Durchgangsverkehr
- Sammelstraße
- Anliegerstraße
- Zentrum (123 ha, 100%)
- ebenerdiger Bedarf an Parkstellflächen für 16 000 Pkw,
- Stellplätze ohne Überlagerung je 27 m²/Pkw (43 ha, 32%)
- Parkstellflächenbedarf – Unterbringung zu 60% in ebenerdigen und 40% in mehrgeschossigen Anlagen des ruhenden Verkehrs (29 ha, 24%)
- Unterbringung zu 40% in ebenerdigen und 60% in mehrgeschossigen Anlagen des ruhenden Verkehrs (12 ha, 10%)
- I – Hauptbahnhof
- P – Großparkanlagen des ruhenden Verkehrs

Zur weiteren Verbesserung des innerstädtischen Verkehrs in unserer Republik haben Verkehrsexperten für 40 Städte zahlreiche Varianten erarbeitet. Bei den Forschungen wurde vor allem berücksichtigt, daß der innerstädtische Straßenverkehr weiter anwächst, die Straßen damit dichter belegt und die Parkflächen rarer werden. In gemeinsamer Arbeit zwischen Stadt- und Verkehrsplanern wurden Verkehrsnetzberechnungen angestellt, die mit zur Grundlage für die Planung und Projektierung neuer Wohngebiete zählen. Sie enthalten u. a. bereits deren künftiges Straßen- und Verkehrsnetz, damit der Anschluß an die »alte Stadt« harmonisch hergestellt werden kann und diese so, wie sie uns ans Herz gewachsen ist, in ihrer historischen Struktur erhalten bleibt.

Die Eroberung des Wassers

Vom Landesteg zum Überseehafen

In der Frühzeit der Schifffahrt zog man die Wasserfahrzeuge, mögen es Einbäume oder Flöße gewesen sein, einfach auf den Strand. Später genügten noch in die Erde gerammte Pfähle, an denen die Boote angebunden wurden, damit sie nicht abtrieben. Die ständig wachsende Schiffgröße erforderte aber geschützte Liegeplätze im Wasser. Dazu boten sich die Meeresbuchten an, ebenso Flußmündungen mit ihren meist günstigen Zugängen zum Hinterland. Schiffsliegeplätze dieser Art können wir als natürliche Häfen bezeichnen.

Wo die Natur keinen geschützten Hafen bot, war man auf den Bau einer künstlichen Hafenanlage angewiesen. Studien an den Resten von Häfen des Altertums zeigen, daß schon vor etwa 3000 Jahren ähnliche Grundsätze beim Hafenbau galten wie heute. Häfen wurden so angelegt, daß die Schiffe, geschützt vor Seegang und Sturm, beladen, gelöscht (d. h. entladen), ausgerüstet, ausgebessert und gebaut werden konnten.

Die ersten zuverlässigen Berichte über den Bau von Hafenanlagen sind uns von den Phönikern überliefert. Dazu gehören die von Tyros, Sidon und der großartige Hafenbau von Karthago.

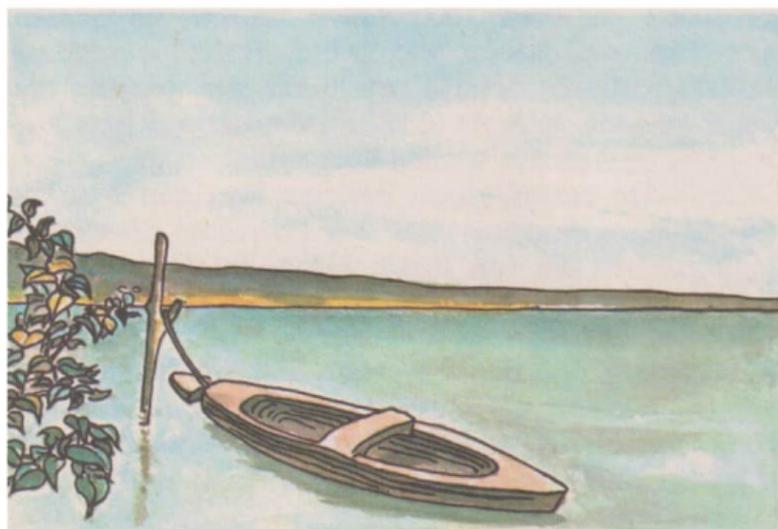
Der Kriegshafen von Karthago hatte Platz für 220 Galeeren und besaß Werften und Werkstätten aller Art. Die Einfahrt war durch zwei steinerne Molen (Leitdämme) geschützt, deren Endpunkte Feuertürme trugen. Mit dem danebenliegenden Handelshafen umfaßte die geschützte Wasserfläche 26 ha.

Bedeutende altgriechische Hafenbauten entstanden in Piräus und Rhodos, während Alexandria nach einer Idee Alexanders des Großen (356–323 v. u. Z.) errichtet wurde. Hier bestand der Hafen zunächst aus einer einfachen Reede im Schutze der Insel Pharos. Unter den Ptolemäern wurde die Insel durch eine Mole, die zwei Durchfahrten für die Schiffe besaß, mit dem Festland verbunden. So entstand auf jeder Seite der Mole ein geschützter Hafen.

Der römische Hafenbau begann erst in der Kaiserzeit mit den Anlagen von Ostia am Ausfluß des linken Tiberarms. Die unter Claudius (10 v. u. Z.–54 u. Z.) begonnene Hafenanlage wurde unter Trajan (53–117 u. Z.) durch den Bau eines großen Binnenhafens und eines neuen Tiberkanals vollendet. Doch der riesige Hafen von Ostia konnte dem Verlanden der Küste an jener Stelle nicht widerstehen. Er versandete total und läge jetzt etwa 4 km landeinwärts.

Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Häfen war gering. Sie dienten vorrangig militärischen Zwecken. Deshalb bildeten die künstlich angelegten Molen und Hafendämme mit den Wehranlagen eine bauliche Einheit.

Der erste »Hafen« – ein eingerammter Pfahl



Im Mittelalter entwickelten sich der Rhein und seine Uferzone zur Verkehrsachse zu Lande und zu Wasser. Der Endpunkt der Flußschifffahrt lag in Dordrecht, später Nimwegen. Die Grenzen zwischen Fluß- und Seeschifffahrt und ebenso zwischen Binnen- und Seehäfen waren bei den damaligen Schiffen mit geringem Tiefgang fließend. So galten als Seehäfen z. B. noch Bardowick, Neuß, Köln, Maastricht und Gent. Die heute am tiefsten landeinwärts gelegenen Häfen für Seeschiffe sind u. a. Manaus am Amazonas (Brasilien), 1400 km, und Igarka (UdSSR), 670 km von der Küste entfernt.

Seit dem 12. Jahrhundert wurden neben den natürlichen Häfen auch künstliche Hafenanlagen aus Pfahl- und Bohlenwerk gebaut, Brücke genannt. Darauf ist der Name der Stadt Brügge zurückzuführen.

Venedig und Genua leiteten einen neuen technischen und wirtschaftlichen Beginn im Bau von Häfen ein: Der entlang dem Ufer verlaufende Holzsteg, die Schlagt oder auch der Landesteg genannt, wurde durch den gemauerten Kai ersetzt.

Als man im 16. Jahrhundert begann, große Kriegsschiffe mit mehreren Batterien von Geschützen übereinander zu bauen, mußten die Hafenanlagen mit dieser Entwicklung Schritt halten. Künstliche Becken, in denen diese Schiffe mit großem Tiefgang zu jeder Zeit flott blieben, wurden angelegt. Zu Ausbesserungsarbeiten wurden die Schiffe früher mit starken Winden auf vorbereitete geneigte Ebenen, die sogenannten Hellinge, gezogen. Da dieses Verfahren vor allem für den Rumpf der großen Schiffe gefährlich war, wurden bereits Ende des 17. Jahrhunderts die bedeutendsten Kriegshäfen mit Trockendocks ausgerüstet. Das sind schleusenähnliche, durch ein Tor gegen den Hafen abgeschlossene Becken, in die die Schiffe bei ausgespiegeltem Wasserstande einfahren und aus denen nach Festlegen der Schiffe und Schließen der Tore das Wasser ausgepumpt wird, so daß die Schiffe trocken fallen.

Einer der ältesten künstlichen Häfen unserer Zeit ist Le Havre. Hier wurden bereits unter Richelieu (1585 bis 1642) Häfen mit Schleusen angelegt.

Ein hervorragendes technisches Unternehmen war der um 1780 begonnene Ausbau des Hafens von Cherbourg

mit dem von 1784 bis 1854 errichteten steinernen Wellenbrecher zum Schutze der Hafenbucht, der mit einer Länge von 3 638 m, bei 9 m Kronenstärke und 9,38 m Höhe über Tiefwasser auf der bis zu 60 m breiten Plattform eine starke Seemauer trägt.

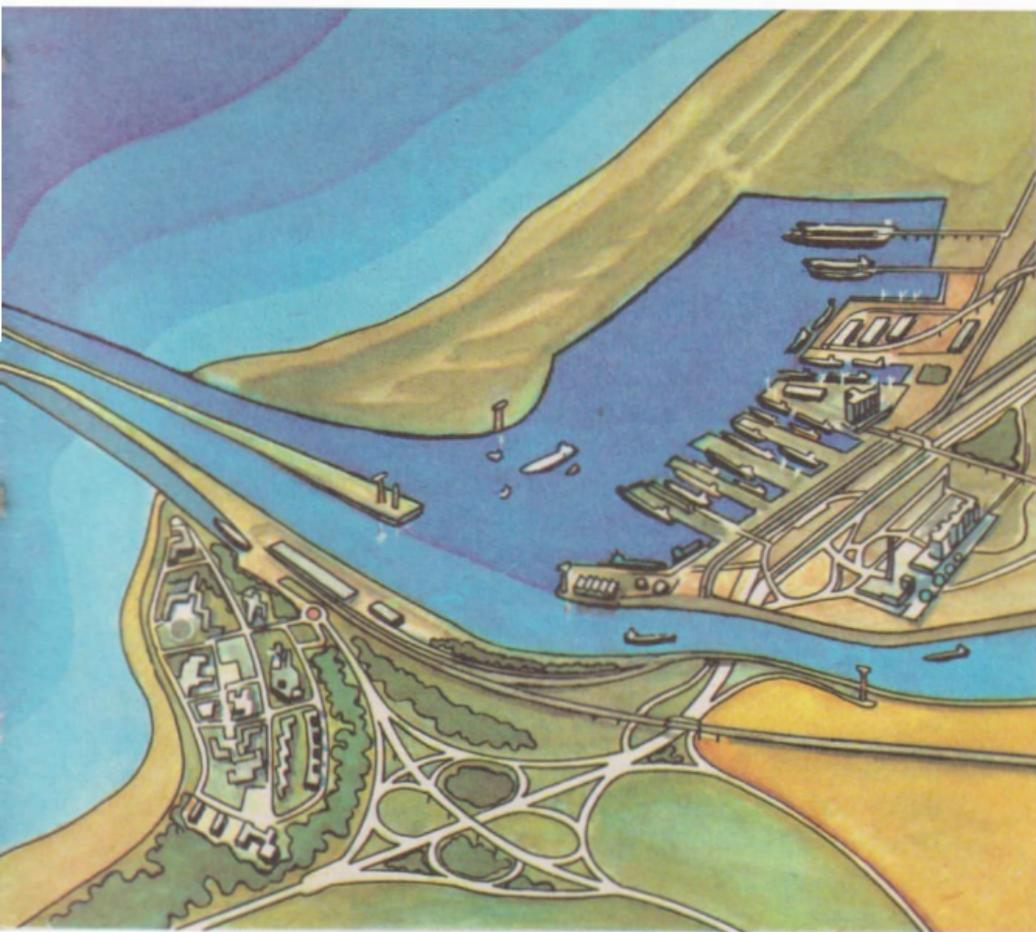
Die Expansion auf dem Gebiet des Transportwesens und der damit verbundene Handelsaufschwung stützte sich im 19. Jahrhundert auch auf die Seeschifffahrt. Revolutionierend wirkte sich die Nutzung der Dampfkraft als neue Energiequelle aus. Innerhalb weniger Jahrzehnte wurden die Segelschiffe durch Dampfschiffe nicht nur verdrängt, sondern auch tonnagemäßig weit übertroffen. Die Fortschritte der Dampfschifffahrt erforderten den Bau und die Anlage neuer Häfen. Bemerkenswert war in diesem Zusammenhang die Zeit, in der diese technischen Verbesserungen realisiert wurden: Neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse setzten sich in der Praxis immer schneller durch. Erstmals arbeiteten größere Gruppen von Ingenieuren zusammen, die sich ausschließlich mit der Projektierung von Bauten der verschiedenen Verkehrsträger befaßten. Auf diese Weise entstanden wichtige Grundlagen für die quantitative Ausdehnung der Bauten des Verkehrswesens in ihrer Gesamtheit. Die kapitalistische Industrie war darauf angewiesen, sie brauchte zu ihrer Existenz bis hin zur Erzielung eines Maximalprofits schnelle und billige Beförderungsmittel für Güter, Personen und Nachrichten.

Im wesentlichen entwickelten sich im Hafenaufbau drei Grundtypen.

Offene Seehäfen, die mit dem Meer in freier Verbindung stehen, werden dort gebaut, wo der Flutwechsel unbedeutend und das Hafenbecken genügend tief ist, um die Einfahrt bei jedem Wasserstand zu ermöglichen.

Fluthäfen gewähren die Ein- und Ausfahrt nur bei Flut. Dazu müssen die Schiffe den Zeitpunkt der Einfahrt auf einer geschützt liegenden Reede (Vorhafen ohne Kai) abwarten.

Dockhäfen oder auch geschlossene Häfen, gegen das Außenwasser durch eine Schleuse abgeschlossen, werden dort angelegt, wo der Hafenverkehr den Einflüssen starker Flutwechsel entzogen werden muß.



Projekt für einen Hafen – nahtloser Übergang von See- und Landverkehr

Häfen mit einem natürlichen Wasserbecken wurden für die Seeschifffahrt immer seltener. Wenn man vom offenen Meer kommt, fallen Hafenanlagen auf, deren Einfahrt durch Wellenbrecher geschützt ist. Hier ist meist schon eine Hafenucht vorhanden, wie z. B. in Cherbourg. Ebenso charakteristisch sind Häfen, deren Einfahrt durch zwei Molen gebildet wird. Oft findet man sowohl Leitdämme als auch Wellenbrecher, wie z. B. in der ursprünglichen Hafeneinfahrt von Odessa. Die Mehrzahl der künstlichen Häfen ist lediglich durch zwei eine meist lange und

schmale Einfahrtrinne bildende steinerne und hölzerne Dämme geschützt, so z. B. in Rostock-Warnemünde.

Durch die Hafeneinfahrt kommt man in den eigentlichen Hafen, der durch unterschiedliche Gestaltung des Wasserbeckens und seiner Bauten verschiedenen Zwecksetzungen dient: als Personen-, Fischerei-, Zufluchts-, Marine- und Güterumschlaghafen.

Überseepassagierhäfen erfordern Kaianlagen von großer Länge und Höhe mit genügend tiefem Wasser sowie Straßen- und Bahnanschluß, wobei die Gleise bis auf den Kai zu verlegen sind. Die Abfertigungsgebäude sind mitunter zwei- bis dreigeschossig, so daß die Fahrgäste das Schiff bequem besteigen oder verlassen können, während gleichzeitig ihr Gepäck, ihr Auto und andere Fracht geladen oder gelöscht werden können.

Zu den Seehäfen zählen auch die Fischereihäfen. Sie liegen nahe an der See oder auch im Hafenbereich mit eigenem Becken und unmittelbarem Anschluß an das Bahn- und Straßennetz. Gebäude der fischverarbeitenden Industrie, Packhallen, Kühlhäuser, Verloaderampen, Nebenindustrieanlagen und Fischversandbahnhöfe prägen die bauliche Gestalt dieses Hafentyps. Hinzu kommt der Ausrüstungskai mit Reparaturwerkstätten und Ausrüstungsbetrieben, in denen die Fischdampfer vom Eis bis zum Kork alles erhalten, was sie auf See brauchen.

Güterumschlaghäfen sind durch die unterschiedlichen Umschlagtechniken geprägt. Deutlich unterscheidet sich der Massengut- vom Ölhafen und der Container- vom Stückguthafen. Das Bild dieser Hafenbereiche wird bestimmt durch große Lösch- und Liegeplätze mit den dazu gehörenden Lagerhallen, durch Ölleitungen und riesige Öltanks, durch Schwimmkräne, fahrbare Becherwerke und Saugluftanlagen bis hin zum Silo.

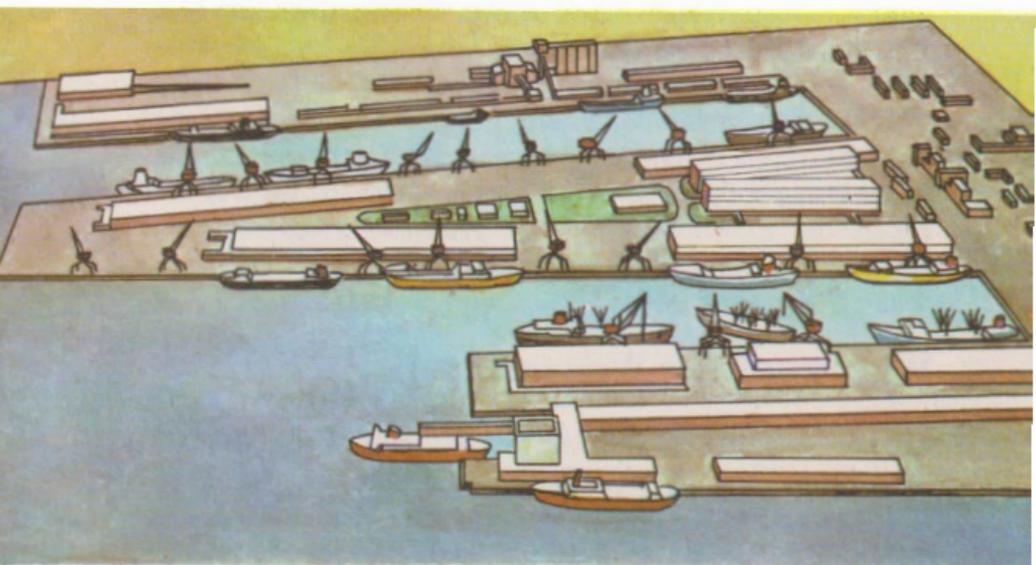
Mit der Vergrößerung der Schiffseinheiten, besonders seit 1950, wuchs vor allem für Öltanker die Bedeutung der Häfen am offenen Meer, der sogenannten Vorhäfen. Die hohen Kosten für die Vertiefung der Zufahrtrinnen und die Unmöglichkeit der Vergrößerung der Schiffs-tonnage über ein bestimmtes Maß hinaus zwangen die tiefer landeinwärts gelegenen Häfen, wie z. B. Rotterdam, den Ausbau solcher Vorhäfen zu fördern.

Die wichtigsten Seehäfen unserer Republik sind Rostock, Wismar und Stralsund. Zu allen drei Häfen gehören auch Werften. Im Zusammenhang mit dem Trend zum Bau spezialisierter Schiffe profilierte sich der Rostocker Hafen zum Übersee- und Stadthafen, der von Wismar besonders für den Kaliexport sowie den Import von Getreide und Erdölzeugnissen und schließlich der von Stralsund für den Schüttgut- und Ostseeverkehr. Dementsprechend entwickelt sich auch die Güterumschlagtechnik.

Mit über 7,8 Mill. t Güterumschlag erreichte der Rostocker Überseehafen im ersten Halbjahr 1980 die in seiner zwanzigjährigen Geschichte erfolgreichste Bilanz.

Nicht unerwähnt in der langen Geschichte des Baus von Überseehäfen soll der Fährhafen von Saßnitz bleiben. Bereits seit 1683 verkehrten schnelle Segler zwischen Saßnitz und Trelleborg. Bei gutem Wetter schafften sie diese Route in einem Tag. 1824 wurden die Segeljachten

Der Überseehafen Rostock an der Warnow-Mündung. Der Kai für Personenschiffahrt (vorn) mit Hafenbahnhof, die zwei Hafenbecken für den Frachtverkehr, ein gesondert ausgewiesener Ölhafen, Lagerhäuser und Verwaltungsbauten genügen modernsten Anforderungen.



durch Dampfer abgelöst, die Reisezeit verringerte sich auf etwa 7 Stunden. Um die Jahrhundertwende drängte Schweden auf einen weiteren Ausbau dieser Fährverbindung. Preußen zögerte lange, bis es seine Zustimmung gab. Ausschlaggebend dafür waren schließlich strategische Erwägungen des deutschen Imperialismus, so der Gedanke an einen sicheren Bezug schwedischer Rohstoffe. Im April 1909 wurde der neue Fährhafen eröffnet. Heute sind es das rasche wirtschaftliche Wachstum unserer Republik und ihre zunehmende Bedeutung als Transitland, die den planmäßigen Ausbau dieser Schifffahrtslinie zur am dichtesten befahrenen Fährverbindung in Europa gefördert haben.

Zum Überseeverkehr gehören außer Häfen auch Seekanäle. Sie sollen nur kurz erwähnt werden; interessierte Leser können sich im Band 26 der akzent-Reihe, »Schlagadern des Seeverkehrs« von Winde und Knoll, ausführlich darüber informieren. Sie bilden den Zugang zu landeinwärts gelegenen Seehäfen, wie beim Amsterdamer Seekanal, oder verbinden zwei Meere oder Meeresteile. Man unterscheidet offene Seekanäle bei einer Verbindung zweier Meere ohne wesentlichen Spiegelunterschied (Suezkanal mit 161 km Länge); spiegelgleiche Seekanäle mit einer oder zwei Endschleusen bei verhältnismäßig geringen, durch Windstau oder Gezeiten bedingten Spiegelunterschieden (Nord-Ostsee-Kanal, 99 km Länge) und eine Wasserscheide überschreitende Seekanäle mit Scheitelhaltung und ein- oder beidseitigem Schleusenauf- oder -abstieg (Panamakanal, 82 km Länge). Die Entwicklung des Schiffbaus zu immer größeren Einheiten hat heute die Abmessung nahezu aller Seekanäle überholt. Es werden erhebliche Erweiterungen oder Neubauten erforderlich, wenn man nicht große Umwege in Kauf nehmen will.

Wegweiser der Weltmeere

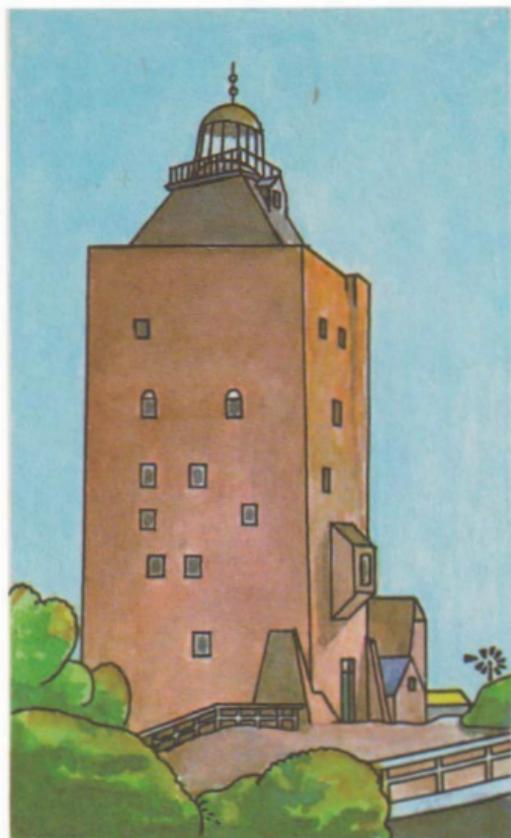
Man bezeichnete sie auch als Feuertürme, diese hohen, an markanten Punkten der Küste, auf Inseln, an Hafeneinfahrten und Flußmündungen oder im Bereich von Untiefen errichteten Bauten, in deren oberem Teil in der Nacht



Der Leuchtturm von Pharos bei Alexandria (heute Al-Iskandarija, Ägypten), eines der »sieben Weltwunder« (Versuch einer Rekonstruktion)

ständig ein Feuer unterhalten wird, um die Schiffe vor gefährlichen Stellen im Fahrwasser zu warnen und ihnen längs der Küste den Weg zu weisen.

Der bekannteste unter den Leuchttürmen des Altertums war der zu Alexandria, der nach seinem Standort auf der gleichnamigen Insel Pharos hieß – ein Name, der später mit Leuchtturm gleichbedeutend wurde. Der Pharos von Alexandria ist eines der Sieben Weltwunder der Antike und wurde von Sostratos aus Knidos erbaut. Seine Vollendung fällt in das Jahr 283 v. u. Z., die Höhe betrug wahrscheinlich 170 m. Eine umfangreiche Rekonstruktion seiner baulichen Gestalt ist bis heute nicht gelungen. Vermutlich erhob sich über einem 60 m hohen, quadratischen



Der Leuchtturm von Neuwerk an der Elbmündung wurde als Wachturm im 14. Jahrhundert erbaut.

Unterbau ein etwa 30m hohes, achteckiges Stockwerk, das wiederum durch einen zylindrischen Bau gekrönt wurde. Aus Beschreibungen geht hervor, daß das Leuchfeuer des Turmes etwa 30 bis 50 km von der Küste entfernt unverwechselbar zu erkennen war. Das läßt auf einen hochentwickelten Beleuchtungsmechanismus schließen. Wahrscheinlich wurde das Licht des offenen Feuers durch einen Hohlspiegel, den man durch entsprechende Schutzvorrichtungen der Einwirkung von Wind und Regen entzogen hatte, auf das offene Meer ausgestrahlt. Aus weiteren Darstellungen kann man schließen, daß dieser Beleuchtungsmechanismus erst später, etwa im 1. Jahrhundert, also etwa 200 Jahre nach der Fertig-

stellung des Turmes, wirksam wurde. Ungefähr 1 500 Jahre diente der Leuchtturm zu Alexandria als weithin sichtbarer Wegweiser für die Seefahrt, ehe er um 1200 bei einem Erdbeben einstürzte.

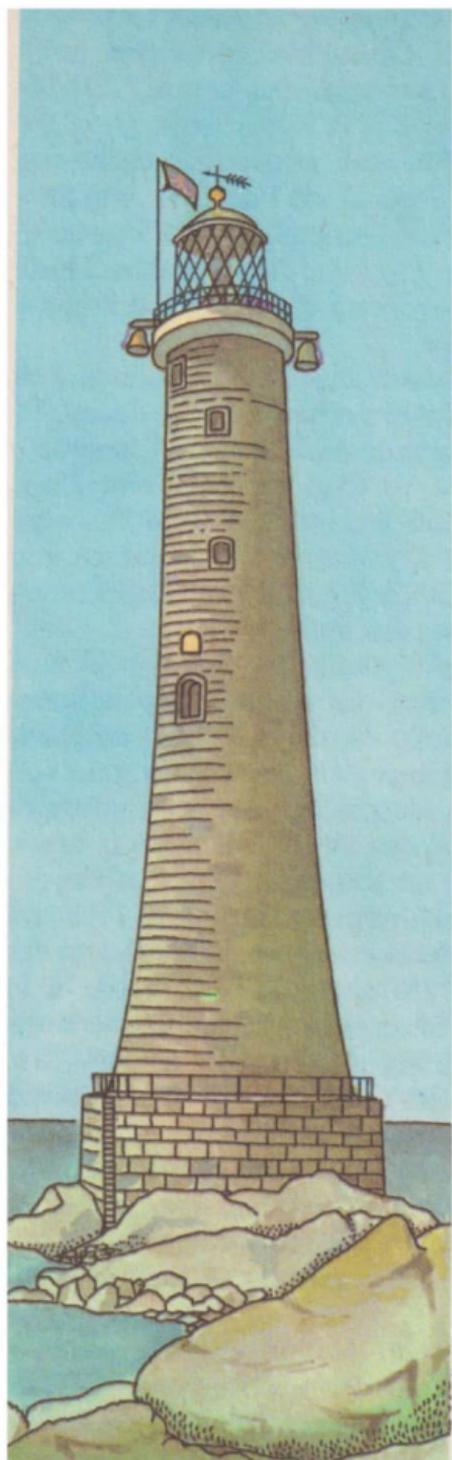
Der einzige aus dem Altertum erhaltene Leuchtturm ist der am Hafen von La Coruna, wo Philipp II. von Spanien im Jahre 1588 seine »unüberwindliche« Flotte sammelte. Zehn Jahre später erschien die englische Flotte unter Drake und Morris, eroberte die Stadt und brannte sie zum größten Teil nieder.

Zu den berühmtesten Leuchttürmen der jüngeren Zeit gehört der vor etwa 400 Jahren erbaute zu Cordouan. Er steht auf einer stark umbrandeten Felseninsel innerhalb der Mündung der Gironde, ist 65 m hoch, hat eine Basis von 40 m Durchmesser und leuchtet bis zu 50 km weit. Interessant ist, daß dieser Leuchtturm in den Jahren von 1584 bis 1610 wegen der jährlich bis zu 3 cm absinkenden Küste mehrmals erhöht werden mußte.

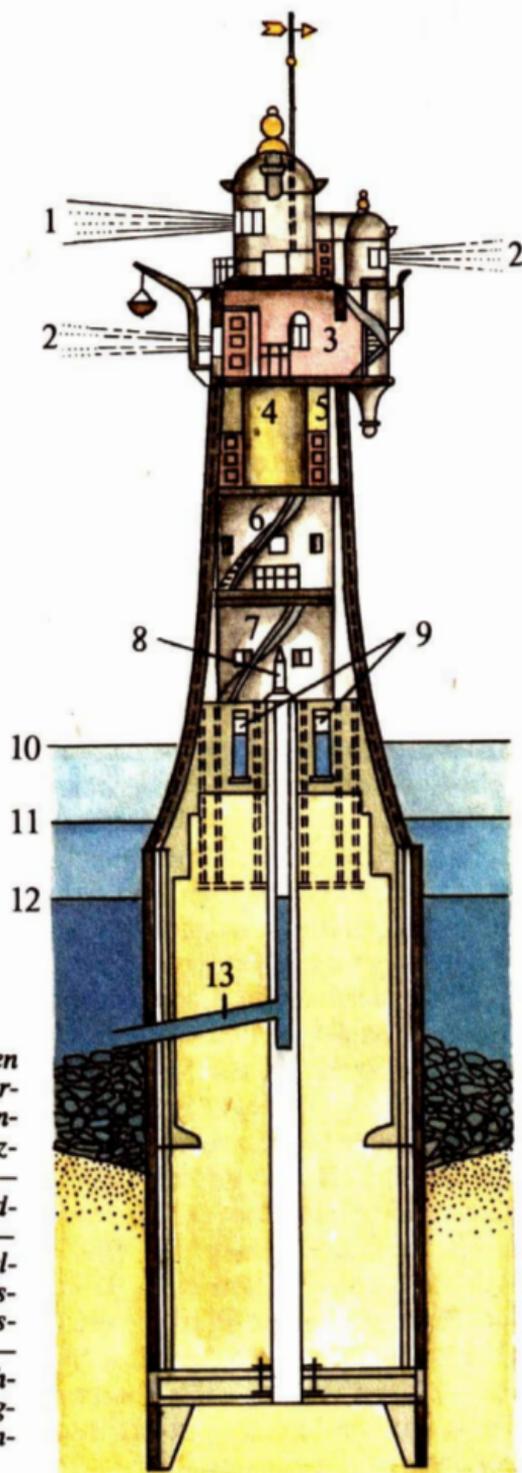
Auf der Insel Helgoland wurde im Jahre 1630 eine »Blüse«, ein massiver Turm mit einem offenen Steinkohlenfeuer, als Leuchtsignal für die Schifffahrt errichtet.

Die Reise in die Vergangenheit der Feuertürme soll beendet werden mit der Geschichte des Leuchtturmes auf den Eddystone Rocks, den Felsen der Wirbelstürme, etwa 14 km vor Cornwall im Kanal gelegen. Der hier im Jahre 1697 errichtete Leuchtturm wurde bereits 1703 von den Naturgewalten des Meeres zerstört. 1706 erfolgte der Neubau, und als dieser 1755 niederbrannte, wurde er in den Jahren von 1756 bis 1759 erneut aufgebaut. Bemerkenswert bei diesem Vorhaben war, daß erstmals unter Wasser abbindender Zement beim Leuchtturmbau eingesetzt wurde. Mit 30 m Höhe genügte jedoch dieser Turm nicht den Anforderungen, und als schließlich sein Fundament durch die Brandung unterspült worden war, montierte man seinen oberen Teil im Jahre 1882 auf einen inzwischen vorbereiteten, 41 m hohen Leuchtturm in unmittelbarer Nähe von Plymouth.

Heute säumt eine dichte, aufeinander abgestimmte Kette von Leuchttürmen, in der Fachsprache als feste Seezeichen bezeichnet, die Küsten der Weltmeere. Sie werden überwiegend aus Stahlgerüst, Mauerwerk und



*Der Leuchtturm
von Eddystone
(Höhe 41 m)*



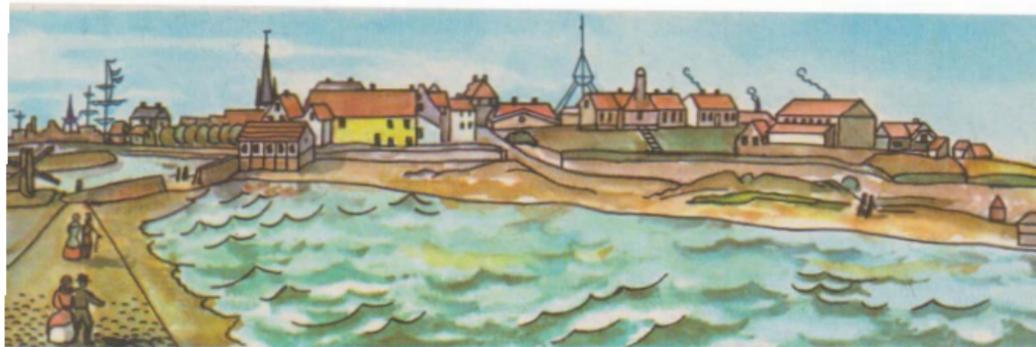
Schnitt durch den Leuchtturm auf Roter sand in der Wesermündung (BRD). 1 – Blitzfeuer; 2 – Festfeuer; 3 – Wohnraum; 4 – Windfang; 5 – Küche; 6 – Vorratsraum; 7 – Keller; 8 – Wasserstandsmesser; 9 – Trinkwasserbehälter; 10 – Springflut; 11 – Hochwasser; 12 – Niedrigwasser; 13 – Kabeleinführung

Stahlbeton oder aus Leichtmetallkonstruktionen in meist runder Bauform errichtet. Die neuen Leuchttürme müssen mindestens 60 m hoch sein und 20 sm Sichtweite haben.

Das Innere der Leuchttürme ist in Stockwerke mit Räumen für die Energieversorgung, einer Wohnung für den Wärter und einen Raum für den Betriebsdienst unterteilt. In der obersten Etage, die häufig von einer Plattform umgeben ist, befindet sich das Leuchtfeuer, die »Laterne«. Oft gibt es noch zusätzliche Ausrüstungen, von der Funkmeßanlage über Einrichtungen für Nebel- und Sturmwarn-dienst sowie für den Schiffsmelde-, Wetter- und Seenot-dienst bis hin zur Hubschrauber-Landeplattform.

Die Leuchttürme der Zukunft werden als Turmbauwerke erhalten bleiben. Der von so viel »Seefahrtromantik« umwobene Leuchtturmwärter hat vielerorts bereits Abschied nehmen müssen. An seine Stelle tritt der ferngesteuerte und fernüberwachte Betrieb. So liegt auch der Gedanke nahe, daß sich künftige Leuchttürme in der Formgebung ihrer baulichen Hülle immer ähnlicher werden. Sie dient dem Zweck, den hochkomplizierten technischen Einrichtungen baulichen Schutz zu gewähren. Die Leuchttürme von einst unterschieden sich dagegen nicht nur in ihren baulichen Details und im Material, sondern auch durch ihre Gestaltung. Sie waren untereinander nahezu unverwechselbar und gaben mit Mitteln der baulichen Gestaltung in gleichzeitiger Anpassung an ihre Umgebung vielen Hafeneinfahrten das eigene Antlitz.

Unter den sieben Leuchttürmen entlang unserer Ostseeküste ist der im Jahre 1898 in Warnemünde eingeweihte der bekannteste, da sein Standort an einem wichtigen Punkt des Seeverkehrs liegt. Er ist weder der älteste noch der höchste oder berühmteste. Älter als er sind die Türme am Darßer Ort (1848), auf der Greifswalder Oie (1855), von Timmendorf auf Poel (1872), von Buk bei Kühlungsborn (1878) und auf Hiddensee (1888). Der Turm von Kap Arkona wurde 1902 errichtet. Dort befindet sich aber auch die Ruine des nach Plänen von Karl Friedrich Schinkel (1781–1841) erbauten Leuchtturms, der als berühmtester unter diesen Türmen angesehen werden kann. Der höchste Turm mit 38,6 m steht auf der Insel Oie; sein Licht strahlt mit 26 sm am weitesten.



Warnemünde mit Leuchte (nach einem Bild aus dem Jahre 1851)

Die eigentliche Geschichte des Leuchtturms von Warnemünde beginnt bereits 1349. Zumindest fand ein Leuchtfeuer zu diesem Zeitpunkt seine früheste Erwähnung. 1757 bestand die Leuchte, bis dahin äußerlich eine Flamme, mit Tran oder Öl, Torf oder Kohle genährt, bereits aus einem Gitterwerk mit Kuppeldach, an dessen Unterseite eine blanke Metallplatte angebracht war, die das in einem Behälter brennende Feuer verstärkt reflektierte.

Im Jahre 1870 verfügte Rostock mit 378 Schiffen über die größte Flotte im Ostseeraum, und 1886 begann gleichzeitig mit der Eröffnung der Eisenbahn der regelmäßige Postdampferbetrieb zwischen Warnemünde und Gedser. Das Leuchtfeuer aus dem Jahre 1757 genügte den gewachsenen Anforderungen nicht mehr. Nach langen Beratungen wurde 1897 mit einem Neubau begonnen. Seit dem Spätherbst 1898 schickt der 34,3 m ü. NN hohe Turm Nacht für Nacht, aber auch an nebelreichen Tagen sein bekanntes Signal – dreimal kurz, einmal lang – über 16,7 sm (etwa 30 km) auf das Meer hinaus.

Schifffahrt zu Lande

Der Verkehr zu Wasser bestimmte die räumliche Verteilung der Wirtschaft ursprünglich mehr als die Landwege. Zwar kamen anfangs von der Seeschifffahrt die stärkeren Impulse, jedoch hatte auch die Binnenschifffahrt frühzeitig Bedeutung erlangt.

Bereits in den Hochkulturen des Altertums gab es Kanalbauten, die der Bewässerung und der Schifffahrt gleichzeitig dienten. Früheste Kanalbauten sind aus Mesopotamien und China bekannt. Unter den ägyptischen Herrschern der 12. Dynastie soll ein Parallelkanal zum Nil, der Kanal von Sohag, mit einem guten Schleusensystem entstanden sein. Einige Jahrhunderte später wurde unter Ramses II. der Nil mit dem Timsahsee verbunden, um einen Schifffahrtsweg zum Toten Meer herzustellen. Obwohl schon die Sumerer Kanäle zum Transport von Waren benutzten, ist der Verkehr auf künstlichen Wasserstraßen in Mesopotamien erst durch die Babylonier etwa um 2000 v. u. Z. nachweisbar.

Förderer des Kanalbaus im Bereich des Euphrat und Tigris war Nebukadnezar II. Er ließ mehrere Verbindungen zwischen beiden Flüssen und als neuen Mündungsarm des Euphrat einen 600 km langen Kanal anlegen, der seinen Ausgang in Babylon hatte.

Das größte Kanalbauwerk Chinas ist der Kaiserkanal, chinesisch Jün-ho oder Jün-liang-ho, d. h. Kornverschiffungsfluß, der Peking mit Hang-tschou verbindende Wasserweg. Der Baubeginn lag im 5. Jahrhundert v. u. Z.; mit 1 600 km längster Kanal der Erde, wird er auch heute noch genutzt.

In Europa begannen die Römer mit dem Kanalbau. Einer der ersten römischen Kanäle, um 630 v. u. Z. erbaut, verband, wie bereits erwähnt, den Hafen von Ostia mit dem Tiber. Claudius Drusus (12 v. u. Z.) ließ am unteren Rhein eine künstliche Wasserstraße zur Yssel und eine Verbindung des Rheins mit der Nordsee anlegen.

793 versuchte Karl der Große (768–814) einen künstlichen Wasserweg zwischen Rhein und Donau zu schaffen (Fossa Carolina), aber das Projekt scheiterte. Gegenwärtig geht der Rhein-Main-Donau-Schifffahrtsweg seiner Vollendung entgegen.

Die Erfindung der Kammerschleuse im 15. Jahrhundert gab neue Impulse für große Kanalbauten in Europa, vor allem in Frankreich, Belgien und den Niederlanden.

In Rußland wurde im 18. Jahrhundert unter Peter dem Großen mit der Anlage großer künstlicher Wasserstraßen begonnen.

Der Bau von Eisenbahnen im 19. Jahrhundert hatte zur Folge, daß der Kanalbau fast überall in der Welt eine gewisse Zeit stagnierte. Die dann später erbauten Kanäle unterschieden sich in ihren Dimensionen wesentlich von den früheren, denn dem Wettbewerb mit der Eisenbahn waren nur größere Schiffseinheiten gewachsen.

Es wird zwischen Binnenkanälen, kanalisierten Strömen und Flüssen unterschieden. Die Binnenkanäle dienen der Verbindung verschiedener Stromgebiete und dem Anschluß abseits liegender Industrie- und Wirtschaftsgebiete an das Wasserstraßennetz. Kanalisierte Ströme und Flüsse ermöglichen durch Stauregelung ein von der Wasserführung unabhängiges Befahren.

Gespeist werden die Kanäle mit Grundwasser, mit Wasser aus Seen oder natürlichen Wasserläufen oder auch aus Talsperren durch freien Zufluß oder Heraufpumpen.

Die größten Kanalprojekte dieses Jahrhunderts sind der Wolga-Don-Kanal und der Wolga-Ostsee-Schiffahrtsweg. Drei Jahre nach dem Großen Vaterländischen Krieg begann in der Sowjetunion im Jahre 1948 der Bau des 101 km langen Kanals zwischen Wolga und Don. 45 km davon führen durch Flüsse und Stauseen. Er beginnt im südlichen Wolgograd und mündet bei Kalatsch in den Don. Neun Schiffsschleusen dienen der Überwindung des 88 m hohen Unterschiedes zwischen der Wasserscheide und dem Wolgaspiegel, 4 Schleusen der Beseitigung des Niveau-Unterschiedes von 44 m zwischen Wolga- und Donspiegel. Der Kanal wird vom Don gespeist und ist für Schiffe bis zu 5 000 tdw (engl., tdw, ton deadweight = Tonne Totlast; Maßeinheit zur Angabe der Tragfähigkeit von Schiffen) passierbar.

Der Wolga-Don-Kanal ist ein wichtiges Teilstück des Wolga-Ostsee-Schiffahrtsweges, des früheren Marienkanalsystems. Hauptteil dieser Wasserstraße ist der 1964 in Betrieb genommene, 368 km lange Abschnitt zwischen dem Onegasee und Tscherepowez. Er beginnt an der oberen Wolga, folgt der Scheksna bis zum Beloje Osero und folgt der Kowsha bis zur Wytegra in einem 40 km langen Kanal. Von hier aus überwinden 4 Staustufen entlang der Wytegra den Höhenunterschied der Wasserscheide von 80 m zwischen Ostsee und Wolga. Der vierte Abschnitt

Name (Fertigstellung)	Verbindet	km	Gefällstufen a) Schleusen b) Hebe- werke	Trägt Schiffe bis ... t
ASIEN				
Kaiser-K. (486 v. u. Z. bis 1290)	Peking—Hangtshou	1 600	—	—
BELGIEN				
Albert-K. (1938)	Antwerpen—Lüttich	122	a) 7	2 000
BRD				
Binnenschiffahrtskanäle				
Wesel-Datteln-K. (1929)	Wesel—Datteln	60	a) 6	1 350
Dortmund-Ems-K. (1899)	Dortmund—Emden	269	a) 15 + b) 1	1 000
Elbe-Lübeck-K. (1900)	Lauenburg—Lübeck	62	a) 7	1 200
Nord-Süd-K.	Artlenburg (Elbe)—Sülfeld (Mittelland- kanal)	rd. 113	b) 2	1 350
Main-Donau-K. (im Bau)	Bamberg—Kelheim (Donau)	168	a) 16	1 350
Kanalisierte Flüsse				
Mittelweser (1960)	Minden—Bremen	160	a) 7	1 350
Neckar (1968)	Plochingen—Mündung	203	a) 27	1 350
Main (1961)	Bamberg—Mündung	388	a) 37	1 350
Mosel (1964)	Diedenhofen—Mündung	270	a) 14	1 500

Name (Fertigstellung)	Verbindet	km	Gefällstufen a) Schleusen b) Hebe- werke	Trägt Schiffe bis ... t
DDR				
Binnenschiffahrtskanäle				
Elbe-Havel-K.	Niegripp-Plaue (Havel)	56	a) 3	1 000
Oder-Spreew-K. (1891)	Fürstenberg (Oder)—Eisenhüttenstadt— Berlin	84	a) 5	750
Oder-Havel-K. (1914)	Hohensaaten (Oder)—Berlin	85	a) 2	1 000
Kanalisierte Flüsse				
Saale	Halle bis zur Mündung	103	a) 7	1 000
BRD/DDR				
Binnenschiffahrtskanal				
Mittellandkanal (1938)	Dortmund-Ems-K. bei Bergeshövede—Elbe bei Magdeburg (Rothensee). Von Rothensee bis Niegripp fehlt die Kanalverbindung noch, der Verkehr geht über die 13 km lange Elb- strecke	325	a) 2 + b) 1	1 000
FRANKREICH				
Kanäle und kanalisierte Flüsse				
Rhein-Rhône-K. (1834)	Strasbourg—St. Symphorien	320	a) 164	300

Name (Fertigstellung)	Verbindet	km	Gefällstufen a) Schleusen b) Hebe- werke	Trägt Schiffe bis ... t
durch den Ausbau des Els. Rhein-Seiten-K. (seit 1964) verkürzt auf die Strecke Rhein-Marne-K. (1853) Marne-Saône-K. (1907) Ost-K. (1892)	(Saône)			
1) Nordteil, kanalisierte Maas, 2) Südteil Nord-K. (1958)	Niffer—Mühlhausen Strasbourg—Vitry-le-Francois Vitry-le-Francois—Maxilly-sur-Saône Givet (Maas)—Troussey (Maas)	233 315 224 272	a) 115 a) 156 + b) 1 a) 114 a) 59	300 300 300 300
	Toul—Port-sur-Saône Arleux (Sensée, Nebenfluß der Schelde)— Noyon (Oise)	147 85	a) 99 a) 19	300 700 im Ausbau auf 900 t
Kanalisierte Saône	Port-sur-Saône—Lyon (Rhône)	376	a) 30	300
NIEDERLANDE				
Binnenschiffahrtskanäle und kanalisierte Flüsse				
Amsterdam-Rhein-K. (1952)	Amsterdam—Wijk bij Duurstede (Lek)— Tiel (Waal)	72,4	a) 4	4 300
Maas-Waal-K. und kanalisierte Maas (—)	Nimwegen—Maasbracht	112	a) 6	2 000

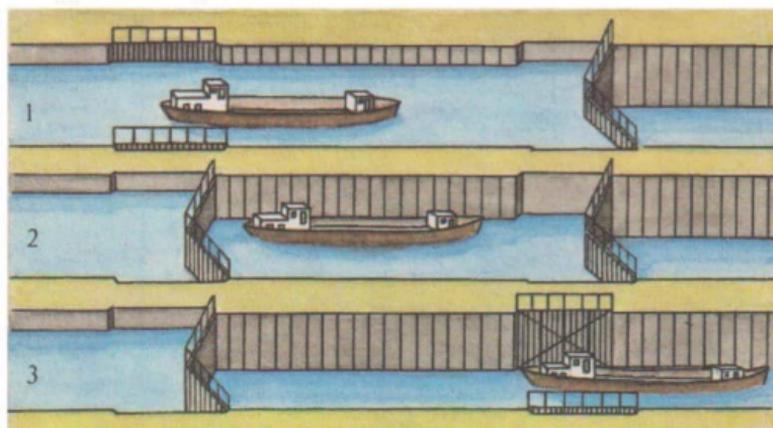
Name (Fertigstellung)	Verbindet	km	Gefällstufen a) Schleusen b) Hebe- werke	Trägt Schiffe bis ...t
NORD- UND MITTELAMERIKA				
Binnenschiffahrtskanäle				
New-York-State-Barge-K.	New York—Große Seen	544	a) 35	3 000
SOWJETUNION				
Binnenschiffahrtskanäle				
Ostsee-Wolga (Marienkanal- system; neu seit 1960)		1 045		5 000
Ostsee-Weißmeer-K.; (1933)	Wolga—Finn. Meerbusen			
Soroka-Bucht	Powenez (Onega-See)—Soroka-Bucht	227.	a) 19	3 000
Moskau-K. (1937)	Moskau—Wolga	128	a) 11	18 000
Wolga-Don-K. (1952)	Sarep—Kalatsch (Don)	101	a) 13	10 000
Dnepr-Bug-K. (1948)	Muchawiec—Pina	92,8	a) 10	200

führt bis zum Onegasee. Vom Onegakanal aus erfolgt der Anschluß über den Swir, den Ladogasee, den Ladogakanal und die Newa zur Ostsee. Dieser Wasserweg ersetzt das 1810 übergebene, inzwischen technisch längst überalterte Marienkanalsystem, das nur für Schiffe bis zu 700 t passierbar war. Die neue Schifffahrtsstraße ermöglicht die Passage von Schiffen bis zu 5 000 t dw. Dazu mußten im vierten Bauabschnitt 5 Staustufen und 7 Schleusen von je 225 m Länge gebaut werden.

Schleusen sind zusätzliche Bauwerke in Schifffahrtskanälen und kanalisiertem Flüssen zur Überleitung von Schiffen zwischen Gewässerabschnitten unterschiedlicher Wasserspiegelhöhe.

Zum Ausgleich solcher Niveau-Unterschiede soll nach Herodot bereits der zweite Kanal zwischen dem Nil und dem Roten Meer um 500 v. u. Z. mit Stauschleusen ausgestattet gewesen sein. Der erste sichere Hinweis auf eine Kammerschleuse stammt aus dem Jahre 1523, in dem Wilhelm von Holland ihren Bau bei Spaarndam genehmigte. Aber erst durch die Konstruktionspläne von L. B. Alberti in »De re aedificatoris« aus dem Jahre 1452 fand sie Verbreitung über ganz Europa.

So wird ein Schiff geschleust: 1 – Kammer gefüllt, oberes Tor offen, Schiff kann einfahren; 2 – beide Tore geschlossen, Schützen des unteren Tores geöffnet, Schleusung; 3 – unteres Tor geöffnet, Schiff kann ausfahren



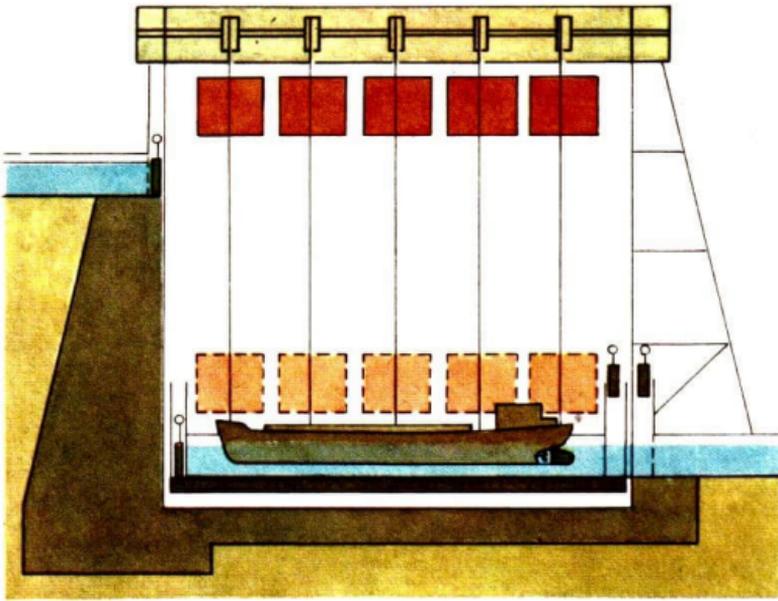
Ursprünglich waren die Schleusen nicht mehr als ein Schiffsdurchlaß in einer Stauanlage (daher die Bezeichnung Stauschleuse), kurzfristig für das Durchlassen tal-fahrender Flöße oder Schiffe geöffnet, die dann auf der ablaufenden Welle zu Tal trieben. Das Durchziehen der Schiffe in umgekehrter Richtung oder auch zu Berg war nur in seltenen Fällen mit Hilfe von Muskelkraft möglich.

Die größten Schleusen der Welt

Name	Länge in m	Breite in m
Schleuse Ijmúiden bei Amsterdam (größte Seeschleuse der Welt)	400	50
Nordschleuse Bremerhaven	372	46
Endschleusen des Nord-Ostsee-Kanals bei Kiel und Brunsbüttelkoog	330	45
Gladstone-Schleuse bei Liverpool	329	40
Gatunschleuse im Panamakanal	305	33,5
10 Schleusen des Moskau-Wolga-Kanals	je 290	je 30
Doppelschleuse Magdeburg	325	25
Doppelschachtschleusen am Mittelland- kanal, Anderten	je 225	je 12

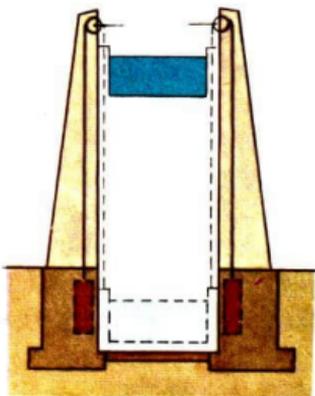
Erst mit der Entwicklung der Kammerschleuse konnten die Schiffe in Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser gehoben oder gesenkt werden. Bei einer Schleusung zu Tal fährt das Schiff durch das offene Obertor in die Kammer ein; nach dem Schließen dieses Tores wird die Kammer in das Unterwasser entleert, so daß das Schiff nach dem Öffnen des Untertores seine Fahrt fortsetzen kann. Eine Schleusung zu Berg verläuft in umgekehrter Reihenfolge. Als größte Steig- und Sinkgeschwindigkeit erreicht man heute etwa 4 cm/s. Die Schleusenammern werden massiv als Trog oder als Mauern auf Pfahlrost gegründet oder als Spundwand gebaut. Zu ihrer weiteren Ausrüstung gehören Entwässerungsanlagen, Seezeichen, Poller, Spille und Beleuchtung.

Besonders tiefe Kammerschleusen bezeichnet man auch als Schachtschleusen. Die Doppel- oder Zwillingschleuse hat zwei nebeneinanderliegende Kammern. Bei der Kuppelschleuse dagegen liegen mehrere Kammer-

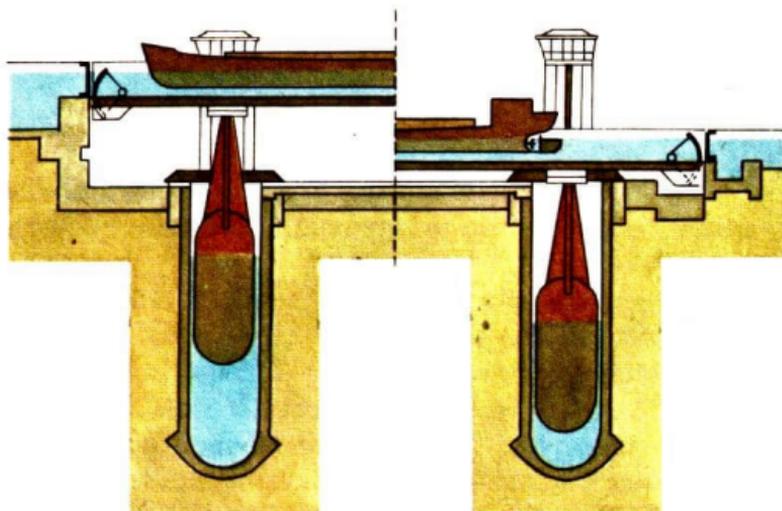


Systemdarstellung eines Gegengewichtshebewerkes

Schnitt durch ein Gegengewichtshebewerk

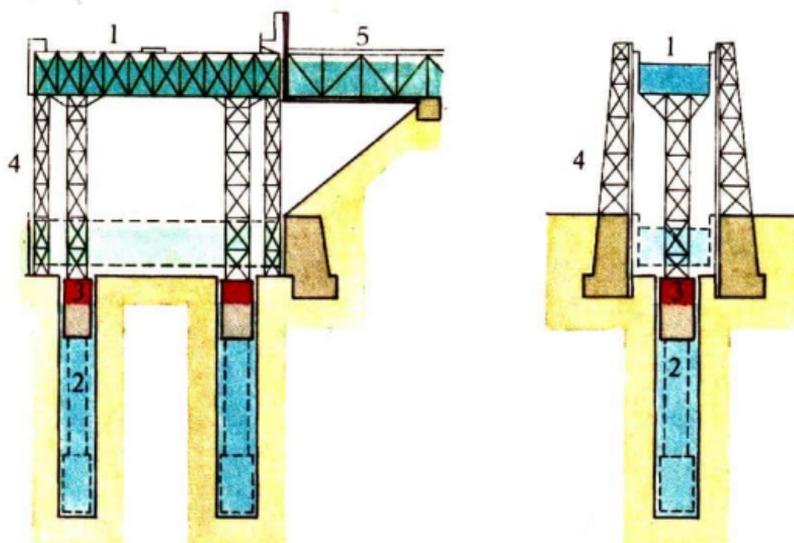


-  Trog
-  Trog- und Führungstürme
-  Gegengewichte
- I* – Umlenkrollen



Systemdarstellung eines Schwimmhebewerkes

Schnitt durch ein Schwimmhebewerk, links Vorderansicht, rechts Seitenansicht. 1 – Trog; 2 – Schwimmerschächte; 3 – Schwimmer; 4 – Führungen; 5 – Kanalbrücke



schleusen zur Überwindung eines größeren Höhenunterschieds hintereinander. Andere Sonderformen von Schleusen sind die sogenannten Zugschleusen mit drei Häuptern hintereinander, wodurch eine Schleppschiffahrt ermöglicht wird. Schleusentreppe nennt man mehrere hintereinander angeordnete Kammerschleusen zur Überwindung größerer Höhenunterschiede. Dazu gehört die Schleuse von Niederfinow, die 1935 durch das Schiffshebewerk ersetzt wurde und nur noch für Notfälle betriebsfähig gehalten wird.

Verglichen mit den Schleusen, sind die Schiffshebewerke neueren Datums. Eines der ersten wurde 1838 als Gegengewichtshebewerk zwischen Themse und Severn in Großbritannien gebaut. Es handelt sich dabei um Anlagen, mit deren Hilfe Schiffe in einem Trog gehoben oder gesenkt werden, um in Binnenwasserstraßen größere Höhenunterschiede überwinden zu können. Das Schiffshebewerk Rothensee (Magdeburg) ist als Schwimmhebewerk konstruiert. Hier wird der Trog, in den das Schiff einfährt, von senkrechten, zylinderförmigen Schwimmern getragen, die sich in Schächten in Abhängigkeit von der Füllung mit Wasser auf- oder abbewegen. Beim Gegengewichtshebewerk ist der Trog durch über Seilscheiben laufende Drahtseile mit Gegengewichten verbunden.

Außer diesen Senkrechtbewerken werden auch noch »schiefe Ebenen« zum Heben und Senken von Schiffen verwendet. Das Prinzip besteht in einer schiefen Ebene, auf der Gleise verlegt sind; das Schiff läuft in einen Trog ein und wird mit ihm auf- und abwärts bewegt, daher auch der Name Schiffseisenbahn.

Schiffshebewerke

Inbetriebnahme	Ort	Land	Wasserstraße	Hubhöhe in m	Trogabmessungen in m		Wassertiefe
					Länge	Breite	
Druckwasserhebewerk							
1875	Anderton	Großbritannien	Weaver-Trent-Mersey-Kanal	13,50	23,00	4,70	1,50
1888	Les Fontinettes (südlich von St. Omer)	Frankreich	Neuffossè-Kanal	13,30	38,00	5,60	2,00
Gegengewichtshebewerke							
1838	zwischen Themse und Severn	Großbritannien	Grand-Western-Kanal	14,02	8,85	2,14	0,90
1934 (im Bau)	Niederfinow Scharnebeck	DDR BRD	Oder-Havel-Kanal Elbe-Seitenkanal	36,00 38,00	85,10 100,00	11,40 12,00	2,50 3,50
Schwimmhebewerke							
1893	Henrichenburg	BRD	Dortmund-Ems-Kanal	14,50	68,00	8,60	2,50
1938	Rothensee (Magdeburg)	DDR	Elbastieg des Mittel-landkanals	18,70	85,00	12,00	2,50
1962	Waltrop	BRD	Dortmund-Ems-Kanal	14,50	90,00	12,00	3,00
Geneigte Ebenen							
1968	Ronquières	Belgien	Kanal Brüssel-Charleroi	68,00	91,00	12,00	3,00
1968	Arzweiler	Frankreich	Rhein-Marne-Kanal	44,55	42,50	5,50	3,20

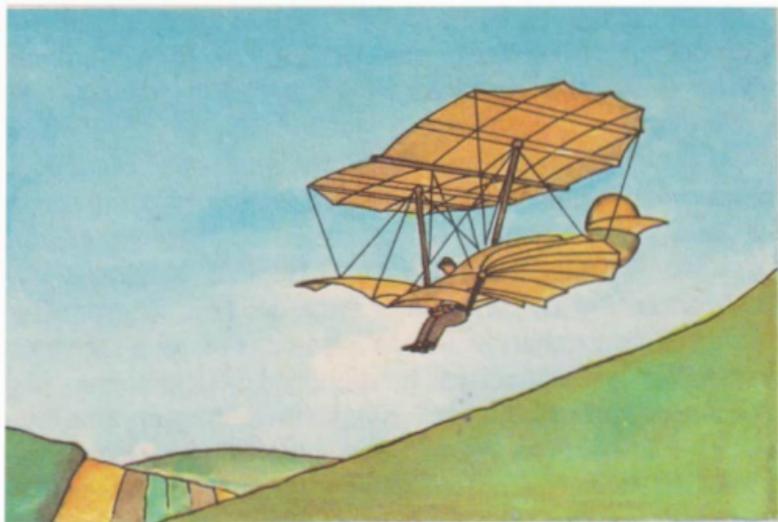
Hoch durch die Lüfte

Vom Rasenplatz zum Aerodrom

Der Bau von Flughäfen folgte zunächst zwangsläufig der Entwicklung der Flugzeuge und des Luftverkehrs. Es wäre auch vermessen, gleich zu Beginn von »Flughäfen« zu sprechen, denn die ersten Start- und Landeflächen waren Rasenplätze. Sie erforderten wenig Kosten für Anlagen und Unterhaltung. Start- und Landebahnen waren ebenfalls nicht notwendig, da der Rasen dem Druck der Startmasse der damaligen Maschinen standhielt. Der Landebereich wurde durch Landetücher markiert, die man entsprechend der Windrichtung für den Piloten weit sichtbar verlegte.

Als die zivile Luftfahrt noch in den Kinderschuhen steckte, genügten derartige Anlagen sogar noch zur Aufnahme internationaler Luftverkehrsverbindungen. Das erste Verkehrsflugzeug, eine Junkers F 13, startete 1913. Im gleichen Jahr etablierte sich die erste internationale Luftverkehrsgesellschaft, die niederländische KLM, und im Jahre 1920 konnte die erste internationale Flugroute Amsterdam–London eröffnet werden.

Bereits im Jahre 1921 hatte Lenin die Errichtung einer ständigen Luftverkehrsverbindung zwischen Berlin und Moskau vorgeschlagen. Der entsprechende Beschluß des Rates der Volkskommissare vom 8. September 1921 wurde zur Geburtsstunde der Deutsch-Russischen-Luftverkehrs-AG Deruluft. Sie beflog mit fünf deutschen und fünf sowjetischen Besatzungen ab 1922 die Linie Königsberg (heute Kaliningrad) – Moskau wöchentlich zweimal, ab 1923 dreimal und ab 1924 sogar täglich. 1925 erfolgte die



Als »Flugplatz« für seine ersten Gleitflüge brauchte Otto Lilienthal lediglich einen Grashang.

Erweiterung dieser Route bis Berlin. Zur damaligen Zeit dauerte die Reise Berlin–Moskau mit der Eisenbahn noch 70 Stunden, mit dem Flugzeug waren es nur 14 Stunden. Während 1922 lediglich 388 Fluggäste befördert wurden, stieg ihre Zahl im Jahre 1931 auf 3 660 an. 1937 wurde die Deruluft auf Betreiben der Faschisten liquidiert.

Achtzehn Jahre später erhielt die Flugstrecke Berlin–Moskau für den DDR-Luftverkehr historische Bedeutung: Auf ihr erfolgte am 16. September 1955 mit einer IL-14 der erste offizielle Start des zivilen Luftverkehrs der DDR.

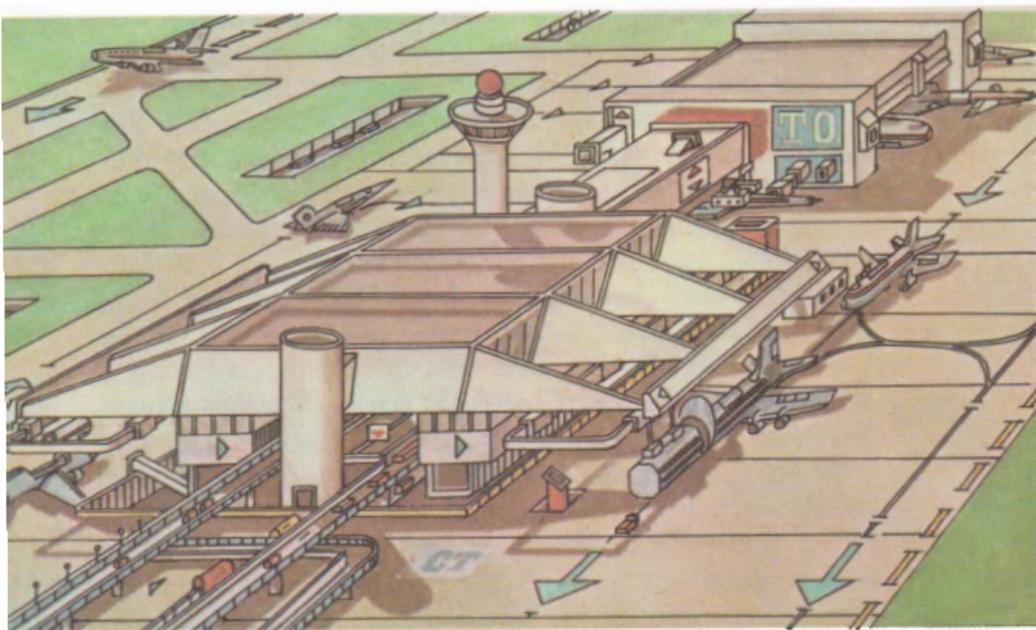
In den zwei Jahrzehnten ihres Bestehens hat keine andere Linie der INTERFLUG und AEROFLOT im internationalen Flugverkehr eine so stürmische Entwicklung genommen wie die Route Berlin–Moskau–Berlin. Im Jahre 1957 wurden etwa 20 000 Passagiere befördert, 1967 waren es 150 000 und 1977 über 320 000. Die Flugzeit verkürzte sich auf 2 Stunden.

Der Luftverkehr nimmt in der ganzen Welt in allen seinen Bereichen – im Fluggast-, Luftfracht- und Luftpostverkehr ebenso wie bei Wirtschaftsflügen – ständig

zu. Flughäfen verteilen sich inzwischen über den ganzen Erdball, vom höchstgelegenen in La Paz (Brasilien) mit 4080 m ü. NN bis zu den mit 4,2 m u. NN gelegenen in Amsterdam.

Welchen Anforderungen muß ein moderner Flughafen entsprechen? Eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Bau von Flughäfen ist zunächst die Sicherung eines ausgedehnten Geländes. Seine Größe ist abhängig von den weiträumig zu führenden, auch bei Instrumentenflug gefahrlos benutzbaren Landebahnen, von den erweiterungsfähig anzulegenden baulichen Einrichtungen und von den durch steigenden Fluglärm bedingten umfangreichen Lärmschutzzonen. Betrug die Fläche eines Flughafens im Jahre 1927 noch etwa 90 ha und im Jahre 1939 rund 400 ha, so wuchs sie bis heute auf das Mehrfache an, so z. B. auf 2 000 ha beim Idlewild-Flughafen in New York.

Rekonstruktionsprogramm der Aeroflot; Beispiel-Planung für einen neu auszulegenden Flughafen im gegenwärtigen Fünfjahrplan der UdSSR



Die Vergrößerung der Flugzeuge und ihrer Startmasse, bei der Junkers Ju 52 waren es z. B. 10 t, erforderte nach und nach nicht nur eine Verlängerung der Start- und Landebahnen, sondern gleichzeitig auch deren Befestigung.

Flughafenklassifizierung (RGW-Standards und -Empfehlungen)

Klassifizierung	Grundlänge der Hauptstart- und Landebahn in m	Mindestbreite in m	Zulässige Einzelradbelastung in Mp
Sonderklasse	mind. 3 250	60	mind. 35
1. Klasse	2 600—3 249	60	mind. 25
2. Klasse	1 800—2 599	45	mind. 17
3. Klasse	1 300—1 799	45	mind. 12

Mit zunehmendem Luftverkehr wurde der Bau von befestigten Start- und Landebahnen notwendig, es erfolgte eine funktionelle Trennung von der Rollbahn. Besonders nach dem zweiten Weltkrieg ging man dazu über, die Start- und Landebahnen nach den vorherrschenden Windrichtungen so anzulegen, daß sie wenigstens zu 95 % der Betriebszeit und unabhängig von der Jahreszeit genutzt werden konnten.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Strahlverkehrsflugzeugen wurden neue Anforderungen an den Bau der Start- und Landebahnen gestellt. Die Abflugmasse vergrößerte sich abermals, der Weg für Start und Landung wurde immer länger. Dementsprechend mußten die Start- und Landebahnen rekonstruiert oder neu angelegt werden, denn eine IL-62 benötigt z. B. eine Startbahn von 1 600 m Länge. Häufig sind schon zwei oft in Längsrichtung versetzte Parallelbahnen zu finden, von denen wechselweise eine zum Starten und eine zum Landen benutzt wird. Flughäfen mit sehr starkem Verkehr und starkem Wind aus wechselnden Richtungen weisen bis zu vier Bahnen und mehr in L-, T- oder Mehreckenanordnung auf. Die für jeden Flugzeugtyp vorgeschriebene Mindestbahnlänge setzt sich zusammen aus der Strecke bis zum Erreichen der Flugzeugabhebeschwindigkeit und der sich hieran anschließenden Bremsstrecke, die bei

Startabbruch notfalls erforderlich ist. Für die bauliche Erweiterung und Neuanlage von Flughäfen gelten innerhalb der RGW-Staaten die in der nebenstehenden Tabelle aufgeführten Standards und Empfehlungen für die Hauptstart- und Landebahnen.

Die Rollbahnen verbinden die Start- und Landebahnen mit dem Vorfeld vor den Abfertigungsanlagen und den dort befindlichen Flugzeugstand- und Abstellplätzen.

Die Abfertigungsgebäude erfüllen zwar in jeder Flughafenanlage ähnliche Grundfunktionen, unterliegen aber durch differenzierte Größenordnungen der einzelnen Bereiche mehr oder weniger starken Abwandlungen, die zumindest gegenwärtig ein Einheitsschema für derartige Anlagen ausschließen. Ausgang für die Größe eines Abfertigungsgebäudes ist eine alle Faktoren berücksichtigende Analyse des gegenwärtigen und des zu erwartenden Verkehrsaufkommens. Das schließt die Untersuchungen der Verkehrskommunikationen zwischen Luft-, Straßen- und Schienenverkehr vor allem im Zusammenhang mit der Verbindung zum Stadtzentrum ein. Insgesamt sollten die Abfertigungsgebäude zentral im Startbahnsystem liegen sowie ausreichende Möglichkeiten ihrer baulichen Erweiterung und umfangreiche Parkmöglichkeiten bieten.

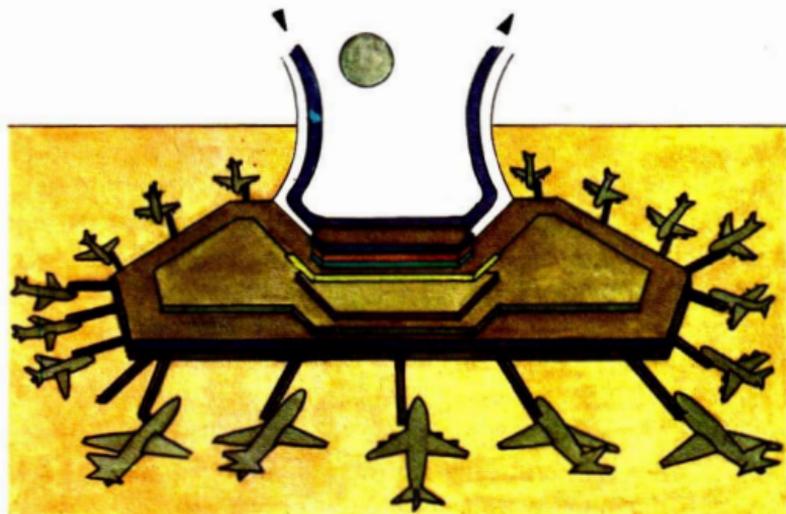
Zur Grundausstattung der Abfertigungsgebäude gehören in jedem Falle Schalter für Auskunft und Flugscheinverkauf, Warteräume, Zollabfertigung für grenzüberschreitenden Verkehr, Paß- und Devisenkontrolle, Gepäckräume, Restaurants, Sanitäts- und Sozialräume. Bei größeren Flughäfen von internationaler Bedeutung kommt die Gestaltung repräsentativer Empfangshallen hinzu. Weitere notwendige Einrichtungen sind Büro- und Frachtguträume der jeweiligen Fluggesellschaften, Kioske, Läden, Friseur-salons, Räume für Polizei, Post und Bank, ferner Transitrestaurant und Transitgepäckräume, Zuschauerrestaurant und Zuschauerterrasse. Die zentrale Halle im Abfertigungsgebäude sollte so angeordnet sein, daß alle Fluggast- und Besuchsräume auf möglichst kurzen und kreuzungsfreien Wegen zu erreichen sind.

Zwischen der Start- und Landebahn und dem Abfertigungsgebäude liegt das Abfertigungsvorfeld, eine Betonfläche, auf der das Zu- und Aussteigen der Passagiere, die

Gepäckübernahme, das Betanken der Flugzeuge und die letzten Startkontrollen vor sich gehen. Auf neueren Flughäfen sind direkte Zugänge vom Abfertigungsgebäude zum Flugzeug geschaffen worden. Sie bestehen aus fächer- oder fingerartigen Flugsteigen mit unmittelbar daran angeordneten Standplätzen. Die Verbindung selbst wird mit gedeckten Teleskopbrücken hergestellt.

Die Wartungsanlagen umfassen die Hallen für die Reparatur und die technische Überprüfung, den sogenannten Hangar, sowie die Gebäude für die Säuberung der Maschinen und die Einrichtungen für Borddienstleistungen zur Bereitstellung von Bordverpflegung, Wäsche, Lektüre und anderen Bedarf der Fluggäste. Die Kontrolltürme, mit den Leuchttürmen an den Meeresküsten vergleichbar, sind die bauliche Hülle zur Aufnahme des größten Teiles der Flugsicherungsanlagen. Dazu gehören die elektronischen Einrichtungen für die Nachrichtenübermittlung und die Radarbildschirme sowie die Anlagen zur Nacht- und Nebelbefeuerung der Start-, Lande- und Rollbahnen. Hinzu kommt eine hochgradig technisierte Instrumentenanlage zur Überwachung des Luftraumes im Flughafenbereich und Startbahnsystem.

Modell des Flughafenempfangsgebäudes Scheremetjowo, 26 km nordwestlich von Moskau



Während es bei der Gestaltung des Funktionsablaufes innerhalb eines Flughafens kaum voneinander abweichende Meinungen gibt, gehen die baugestalterischen Vorstellungen weit auseinander. Einerseits ist man der Auffassung, die Gebäude des Luftverkehrs sind nicht mehr als eine zweckmäßige Halle eines komplizierten Mechanismus. Andererseits hat man versucht, für den Luftverkehr symbolhafte Bauformen zu finden. Ein Beispiel dafür ist die architektonische Gestaltung des TWA-Terminals auf dem Kennedy-Flughafen in New York. Der Versuch hat zwar bis jetzt keine Nachfolge gefunden, trotzdem soll er hier erwähnt werden, weil er einen interessanten und eigenwilligen Beitrag zur Entwicklung eines jungen Gebäudetyps darstellt. In einer Betrachtung zum Entwurf heißt es: »Saarinen (dem finnischen Architekten, d. A.) schwebte ein TWA-Bauwerk vor, das in Anlage und Form dem Erlebnis der Luftreise angemessen sein und die Passagiere mit einem Gefühl beschwingter Erwartungen erfüllen sollte. Er fand die Lösung in einem Bauwerk dynamischer Spannung, dessen innen und außen aufschwingende Kurven als Monument der Schwerlosigkeit, der Überwindung der Erdgebundenheit empfunden sein sollten.«

Das TWA-Terminal ist im Grunde eine Plastik riesigen Ausmaßes. Bei den vier durch Lichtbänder getrennten Schalen, die schirmartig das Empfangsgebäude überspannen, hat die Vorstellung von Vogelschwingen eine Rolle gespielt – gedankliche Assoziation, die bei einem schon zur Skulptur tendierenden Bauwerk verständlich erscheint. Das Empfangsgebäude ist durch einen röhrenförmigen Gang von über 100 m Länge mit den »flight wings« verbunden, Flugsteigen, die sich von einer zentralen Halle aus fingerartig auf das Rollfeld erstrecken. An ihren mit Wartepätzen versehenen Enden sind vierzehn hydraulisch bewegliche, gangartig geschlossene Brücken angeordnet, die den Fluggast bei jedem Wetter trockenen Fußes unmittelbar in das Flugzeug führen. Das Gepäck wird über die Förderbänder vom und zum Abfertigungsgebäude transportiert, der ankommende Fluggast findet sein Gepäck im Empfangsbereich bereits auf einem sich langsam drehenden »Karussell« vor, von dem er es ohne

Zeitverlust an jeder Stelle entnehmen und zu dem nur wenige Schritte entfernten Wagen-, Taxi- und Omnibusparkplatz bringen kann. Überall wahrnehmbare, optische und akustische Information der Passagiere, schnellste Abfertigung durch Gepäckwagen mit automatischer Übergewichtsberechnung, bequeme Wartehallen, Restaurants und Bars vervollständigen das TWA-Terminal, ein auf den ersten Blick perfekt erscheinendes Projekt.

Die unbestreitbaren Vorzüge des Luftverkehrs lassen ihn immer beliebter werden. Trotzdem stellen wir fest: Die Flugplätze sind überfüllt, die Linien überlastet. Hier können nur entscheidende Veränderungen Hilfe bringen.

Eine davon besteht im Einsatz von Großraumflugzeugen, die zwei bis drei gegenwärtig »normale« Maschinen ersetzen können. Eine zweite Veränderung besteht in der Erweiterung der vorhandenen Aeroterminale und im Bau neuer Flughäfen. So sieht das Rekonstruktionsprogramm der AEROFLOT im laufenden Fünfjahrplan vor, mehr als vierzig Flughäfen neu anzulegen oder völlig umzubauen. Vorrangig geht es dabei um den Anschluß mittlerer und kleinerer Städte in schwer zugänglichen Gebieten Sibiriens und des Fernen Ostens an das Flugnetz der UdSSR. Bereits im vergangenen Fünfjahrplan entstanden in der Sowjetunion 70 neue Flugplätze für 40 Mill. Personen im Jahr. Diese Bauvorhaben entsprechen dem rasch gestiegenen Bedarf nach dem schnellsten Verkehrsmittel vor allem im Hinblick auf die großen Entfernungen des Landes.

Ein ernstes Problem für die Entwicklung der Zivilluftfahrt besteht darin, daß der Flug selbst über Tausende von Kilometern zwar nur einige Stunden dauert, viel mehr Zeit aber auf dem Weg zum Flugplatz, bei der Abfertigung, der Gepäckaufgabe oder bei wetterbedingten Verzögerungen verlorengelht. Dadurch wird die Effektivität des Lufttransports beträchtlich gemindert. Offensichtlich liegen die Zeitreserven nicht allein »in der Luft«. Sie lassen sich stimulieren durch den Ausbau eines leistungsfähigen Zubringerdienstes zwischen den Zentren der Städte und den immer weiter außerhalb ihrer Grenzen liegenden Flughäfen. Dieser Pendelverkehr könnte durch die Untergrundbahn bis zum Lufttaxi realisiert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Erschließung von Zeitreserven besteht in der Nutzung der ökonomischen Vorzüge der Spezialisierung im Verkehrswesen. Beispielgebend dafür sind die gegenwärtig vier Flughäfen von Moskau, die ebenfalls einer weitgehenden Rekonstruktion unterzogen werden.

Bykowo, im Süden Moskaus gelegen, dient künftig vor allem dem Verkehr mit den Urlauberzentren am Schwarzen Meer und an der Ostsee. Wnukowo ist einer der ältesten Flughäfen für die Zivilluftfahrt im Inlandverkehr. Er verbindet Moskau mit Wolgograd, Uljanowsk, Krasnodar, Rostow, Astrachan, Sotschi und weiteren Städten der Ukraine, Belorußlands, der Baltischen Republiken und des Hohen Nordens. Scheremetjewo-1 ist der internationale Hauptflughafen der UdSSR, 26 km nordwestlich von Moskau gelegen. Domodedowo, im Süden Moskaus, ist der jüngste Flughafen der sowjetischen Metropole. Er wurde in den sechziger Jahren gebaut und ist zugleich einer der größten Europas. Hier werden täglich über 30 000 Passagiere abgefertigt. Mehr als hundert Busse und über tausend Taxis verkehren zwischen dem Airport und dem Zentrum der Stadt.

Ein neues Aerodrom für den internationalen Flugverkehr ist ebenfalls in der Nähe Moskaus entstanden.

Scheremetjewo-2 vermag in einer Stunde mehr als 2 000 Fluggäste abzufertigen, rund 6 Mill. im Jahr. Der Vorzug des neuen Flughafens besteht darin, daß sich die Ströme der ankommenden und abfliegenden Passagiere nicht berühren. Die Abfertigung der Abfliegenden erfolgt im ersten Stock, während das Erdgeschoß den Ankommenden vorbehalten ist. Der neue internationale Flughafen der sowjetischen Hauptstadt kann nicht nur sämtliche heute fliegenden in- und ausländischen Verkehrsmaschinen abfertigen, sondern ist schon für kommende Flugzeugtypen konzipiert.

Der Tallinner Flughafen, im Hinblick auf die Olympischen Sommerspiele 1980 errichtet, stellt eine architektonisch und funktionell gelungene Lösung dar. Über eine spezielle Hochstraße gelangen die Flugreisenden bis in den zweiten Stock des Gebäudes, in dem sich die Wartesäle befinden. Stündlich können 700 Passagiere abge-

fertigt werden, Start- und Landebahnen sind für nahezu alle Flugzeuge geeignet.

Nach Meinung von Experten wird es Ende des Jahrhunderts Flugzeuge für tausend oder gar zweitausend Passagiere geben. Sie werden ein für unsere derzeitigen Vorstellungen ungewöhnliches Aussehen haben.

Die »Messe der dritten Dimension«, der Luftfahrtsalon Paris, die größte, seit 1909 im zweijährigen Rhythmus stattfindende internationale Luft- und Raumfahrtschau, hat von der »Kitty Hawk« der Gebrüder Wright bis zu den Überschallflugzeugen TU-144 und »Concorde« die laufende Entwicklung der Luft- und Raumfahrt zur Schau gestellt. Sie wird in Zukunft einer dringenden Erweiterung um jene Projekte bedürfen, die die Beförderung Tausender Passagiere vorsehen. Ein fließendes »bauliches Nachhinein« wie beim Übergang vom Rasenplatz zum Aerodrom ist bei diesen Dimensionen nicht noch einmal möglich.

Sichtbare Bauten – unsichtbarer Verkehr

Der Transport von Nachrichten

Zu einem modernen Verkehrswesen gehört auch die Fortbewegung von Nachrichten. Das mag etwas eigenartig erscheinen, weil sich dieser Transport nicht so augenfällig vollzieht wie die Beförderung von Personen und Gütern zu Lande, zu Wasser und in der Luft. Andererseits sind Fernsehen, Rundfunk und Telefon in vielen unserer Haushalte zur Selbstverständlichkeit geworden, denn die Nachrichtenkommunikation ist heute die schnellste Verkehrsart. Sie hat die Entfernungen auf unserer Erde scheinbar mühelos überwunden.

Botensysteme zur organisierten Nachrichtenübermittlung gab es in China schon zur Zeit der Han-Dynastie (206 v. u. Z.–220 u. Z.).

Im Römischen Reich waren derartige Einrichtungen in der Zivilverwaltung und im Militärwesen üblich. Sie setzten sich bis ins frühe Mittelalter bei Höfen und Herrschaften, Klöstern und Universitäten sowie bei Städten und Ständen fort und bestanden sogar noch neben der Taxischen Postorganisation, die im Jahre 1516 die erste Postverbindung von Wien nach Brüssel einrichtete.

Diese Methoden der Nachrichtenübermittlung erforderten keine besonderen Bauten für das Nachrichtenwesen, abgesehen von den ersten Poststellen, die aber mehr als Umspannstationen für die Pferde der Postkutschen dienten.

Letzte uns bekannte Vertreter persönlicher Nachrichtenübermittlung sind heute die Brief- und Zeitungsträger sowie diplomatische Kuriere.

Die Übermittlung von Nachrichten durch Telegrafen führte bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts in Europa und 1848 in den USA zur Gründung von Nachrichtenunternehmen. Mechanische Fernschreiber wurden schon vor dem ersten Weltkrieg ebenfalls in den Vereinigten Staaten gebaut.

Die Geschichte der Rundfunktechnik begann im Jahre 1896 mit der Einführung der drahtlosen Telegrafie. Am 22. Dezember 1920 veranstaltete die Hauptfunkstelle Deutschlands, Königs-Wusterhausen, das erste drahtlose Instrumentalkonzert auf Langwelle. Im Jahre 1843 entdeckte A. Bain für elektrisch zu übertragende Bilder als Vorläufer der Fernsehtechnik das Prinzip der zeilenweisen Abtastung. 1884 erfand der Ingenieur P. Nipkow den ersten praktisch brauchbaren mechanischen Bildzerleger, eine Spirallochscheibe (Nipkowscheibe), die zur Filmabtastung noch bis 1943 Verwendung fand. Fernsehprogramme gab es in Deutschland und England seit 1936, in Frankreich seit 1938, in der Sowjetunion seit 1939 und in den USA seit 1941.

Diese Entwicklung des Post- und Nachrichtenwesens sowie der Rundfunk- und Fernsehtechnik erforderte aber auch die Anlage entsprechender baulicher Einrichtungen.

Die ersten postalischen Gebäude entstanden nahezu gleich mit dem Ausbau des Eisenbahnnetzes als willkommenem Verkehrsmittel zum Transport der Postsendungen, aber auch mit der zunehmenden Überseeschiffahrt und dem Bau von Postdampfern.

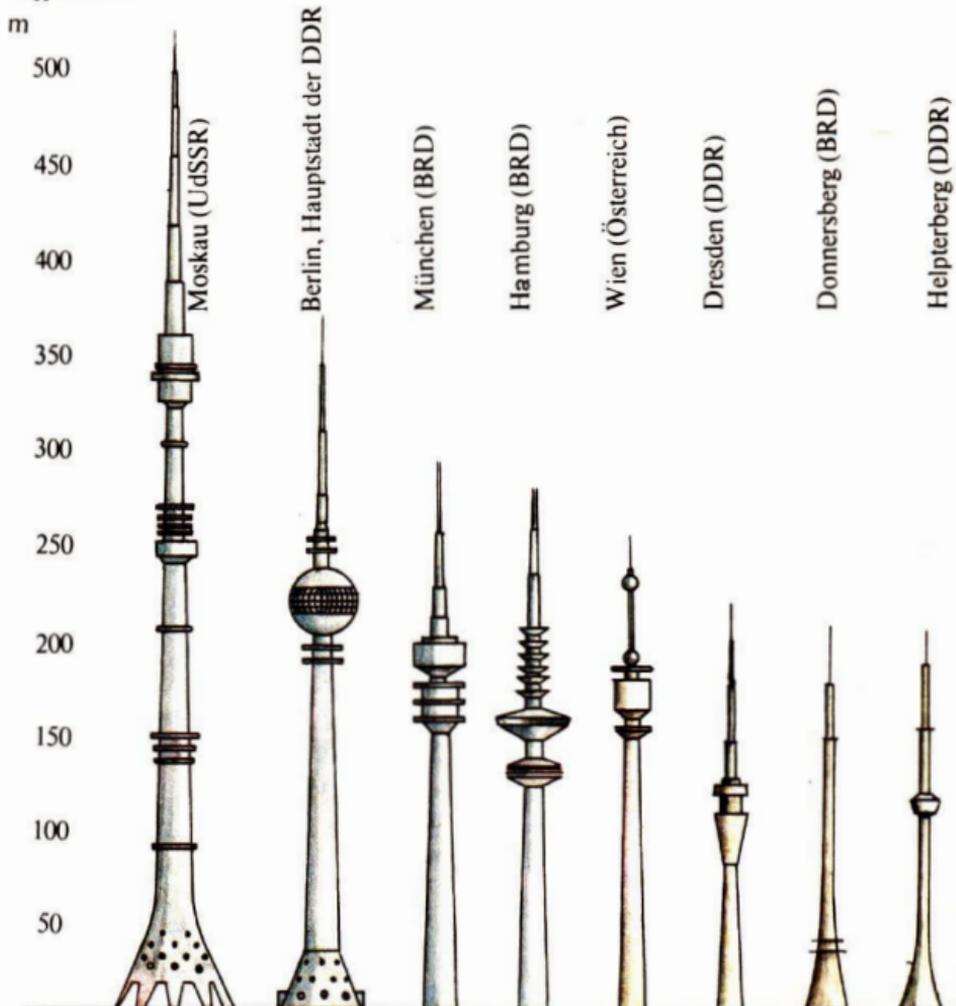
Allein aus betriebstechnischen Gründen sind die postalischen Einrichtungen meist an vorgegebene Standorte, denen sie angepaßt werden müssen, gebunden. Dazu gehören vor allem die Postbetriebsgebäude, die man in Verbindung mit Postgleisanlagen überall auf unseren größeren Bahnhöfen findet. Ihre funktionelle Betriebsebene oder Arbeitsfläche entspricht zweckmäßig der Höhe des Bahnsteiges. Das Hauptgeschoß ist so gestaltet, daß es den Einbau automatisierter Förder- und Verteileranlagen ermöglicht.

Die Mehrzahl der Post- und Hauptpostämter innerhalb unserer Städte wurde in der Gründerzeit am Ausgang des vergangenen Jahrhunderts und um die Jahrhundertwende

errichtet. Auch hier dominieren wie bei den zu gleicher Zeit entstandenen Bahnhöfen vor allem historisierende Stilelemente in der Außengestaltung.

Bedingt durch den Funktionsablauf innerhalb der einzelnen Postgebäude, wiesen sie nahezu alle übereinstimmende Grundrißmerkmale auf: Haupteingang mit Windfang, daran anschließend die Schalterhalle, seitlich des Windfanges oder der Vorhalle bereits separat die Räume für Postschließfächer, Telegrammschalter und Telefon-

Größenvergleich ausgewählter Fernsehtürme mit dem Pariser Eiffelturm



zellen. Im oberen Geschöß waren die Diensträume, mitunter auch Dienstwohnungen untergebracht.

Viele dieser Postämter erlebten ein gleiches Schicksal wie die Hauptbahnhöfe – sie wurden im zweiten Weltkrieg zerstört.

Nach der Etappe des Wiederaufbaus werden gegenwärtig viele Postämter modernisiert. Diese Arbeiten erstrecken sich überwiegend auf die Verbesserung des Funktionsablaufes und die Innengestaltung der Schalter-

Belgrad (SFR Jugoslawien)

Dequede (DDR)

Seattle (USA)

Kairo (AR Ägypten)

London (Großbritannien)

Niagara-Falls (USA)

Kobe (Japan)

Eiffelturm Paris (Frankreich)



hallen. Die Fassaden dagegen bleiben erhalten, sie prägen seit einigen Generationen das Bild der Stadt mit.

Im Gegensatz zu den postalischen Gebäuden ist für Rundfunk- und Fernsehzentren durch die sprunghafte Entwicklung der Technik auf diesem Gebiet ein ausgedehntes, nicht störanfälliges Baugrundstück erforderlich, auf dem geplante und konstruktiv möglichst vorkonzipierte bauliche Erweiterungen ohne Betriebsunterbrechung durchgeführt werden können. Ausgang der Gesamtplanung kann nur ein Grundkonzept sein, das für Varianten so offen wie möglich bleibt. Die Einrichtungen dieser Sendestationen sind derart umfangreich und kompliziert, daß Standardlösungen zumindest heute noch völlig ausgeschlossen sind.

Zunächst betritt man wie bei jedem öffentlichen Gebäude die Eingangshalle, die oft mit kleineren Ausstellungsräumen in Verbindung steht. Sie ist nicht nur repräsentativ gestaltet, sondern übernimmt gleichzeitig die Verteilerfunktion zu den verschiedenen komplexen Einrichtungen. Dazu gehören die Produktions- und Probestudios, die, um jede Beeinträchtigung durch Außengeräusche auszuschließen, konsequent zweischalig – als »Haus im Hause« – gebaut werden. Die Studios stehen in direkter Verbindung mit dem Regietrakt. Es folgen die zentrale Fernseh- und Meßtechnik mit den Endeinrichtungen für alle Studios einschließlich der Synchron- und Ansagestudios, mit den Räumen für Magnetbild- und Filmaufzeichnungen sowie mit Räumen für weitere technische Anlagen. Einen größeren Platzbedarf erfordern die Werkstatthalle und das Kulissenmagazin. Beide Einrichtungen werden möglichst stützenfrei und für Lastkraftwagen befahrbar ausgeführt. Verwaltungsräume, Künstlergarderoben und soziale Einrichtungen gehören ebenso zu den Fernseh- und Rundfunkstationen wie ein entsprechender Informationsbereich.

Sendemasten und Fernsehtürme, weithin sichtbar, vervollständigen die baulichen Anforderungen, die an Rundfunk- und Fernsehanlagen gestellt werden. Die Höhe dieser Turmbauwerke wird mit der Grundlage von Berechnungen über die Ausbreitung von ultrakurzen Funk- und Fernsehwellen bestimmt.

Vom Turm zu Babel – im Altertum galt er mit seiner vermutlichen Höhe von 90 m als ein Non-plus-ultra der Bautechnik – über die Kirch- und Rathaustürme des Mittelalters bis zu den kühnen Hochbauten der Industrie sind im Laufe der Jahrhunderte die unterschiedlichsten Turmbauten für vielfältigste Nutzungszwecke entstanden.

Mit dem Bau des Eiffelturmes in Paris im Jahre 1889 wurden völlig neue, bis dahin unvorstellbare Bauhöhen erreicht. Die »Große Dame« – wie der Pariser zu sagen pflegt – muß alle 7 Jahre mit etwa 35 t Farbe zur Erhaltung ihrer 7000 t Stahl neu »geschminkt« werden. Erst kurz vor Beginn des ersten Weltkrieges wurden auf ihm eine Funkstation und Jahre danach einer der ersten französischen Rundfunksender installiert. So hat er nachträglich einen praktischen Wert erhalten. Höher als der Eiffelturm reckt sich inzwischen eine Anzahl von Sendemasten, unter anderen auch sein Zwilling Bruder in Tokio, für den allerdings trotz seiner größeren Höhe nur etwa die Hälfte des Stahls gebraucht wurde, die Eiffel für seine Konstruktion benötigte.

Den derzeit höchsten Fernsehturm der Welt mit 553 m Höhe besitzt die kanadische Stadt Toronto. Der Moskauer Fernsehturm mißt einschließlich Antennenspitze 537 m. Auch seine Höhe wurde auf der Grundlage von Berechnungen über die Ausbreitung von ultrakurzen Funk- und Fernsehwellen im Flach- und Hügelland des Moskauer Beckens ermittelt. Er steht auf einem zehneckigen Fundament von 74 m Durchmesser, in das die 10 Füße des Stahlbetonriesen bis 4,65 m Tiefe eingelassen sind. Der Basisdurchmesser beträgt 60,6 m. Er verjüngt sich in 63 m Höhe auf 18,3 m, sein Schaft läuft in einer Höhe von 385 m mit 8,1 m Durchmesser aus. Die Wandung ist bis 279 m Höhe 40 cm und bis 385 m Höhe 30 cm dick. Innerhalb des Turmes steht in seiner Mitte auf eigenem Fundament ein 63 m hoher Turm, quasi ein Turm im Turm, mit 7,5 m Durchmesser, auf den sich die Zwischengeschoßdecken der unteren Zone abstützen. Hier sind auch die Haupträume der Sendestation untergebracht.

In unmittelbarer Nähe des Turmes liegt das größte Fernsehzentrum der Welt. Rund um ihn gruppieren sich auf

einer Fläche von 110 000 m² 15 Fernsehstudios. In den modernen Gebäuden aus Stahlbeton, Glas und Aluminium bestehen beste Arbeitsbedingungen für 4 000 Journalisten, Künstler, Fernsehtechniker und Verwaltungspersonal.

Zwölf Fernsehtürme, 9 Hilfssender, 1 Richtfunknetz und 20 Richtfunkstellen sorgen in unserer Republik für einen guten Empfang der Rundfunk- und Fernsehsendungen.

Dritthöchster Fernsehturm der Welt zu sein, kann der 1969 in Betrieb genommene Fernseh- und UKW-Turm der Deutschen Post Berlin für sich in Anspruch nehmen. Gegenüber den bisher in der DDR gebauten Stahlbetontürmen zeichnet sich der in 50 Monaten errichtete Turm nicht allein durch seine Höhe, sondern vor allem durch seine architektonische Gestalt aus. Bereits in der Aufgabenstellung wurde gefordert, für das Zentrum der Hauptstadt der DDR, Berlin, ein in seiner Gestalt einmaliges und dem Besucher einen bleibenden Eindruck hinterlassendes Turmbauwerk zu schaffen. Durch seinen Standort im Zentrum zwischen Alexanderplatz und Marx-Engels-Platz ist er ein weithin sichtbarer baulicher Höhepunkt der Stadt, die absolute Höhendominante des Stadtzentrums und zentraler Blickpunkt der für Berlin typischen Radialstraßen. Schaft, Turmkopf und Antennenträger sind seine gestalterischen Grundelemente. Besonders die Wirkung des Turmkopfes macht ihn, verglichen mit anderen Bauwerken seiner Art, unverwechselbar. Seine Ansicht ist aus allen Richtungen gleichbleibend. Die Basis des frei stehenden Turmes wird von einem plastisch gegliederten Gebäudeensemble umgeben, das gleichzeitig eine Verbindung zur umliegenden Bebauung herstellt.

Stahlbetontürme wie der Berliner, der Moskauer und viele andere Fernsehtürme sind außerordentlich stabil konstruiert. Sie werden mit sogenannten Kletterschalungen hergestellt, das sind runde Schalungen, die sich auf dem bereits erhärteten Betonteil des Turmschaftes in die Höhe schieben und so einen kontinuierlichen Betonierungsprozeß nach oben ermöglichen.

Trotz aller stabiler Konstruktion bleiben Schwankungen des Turmes nicht aus, aber sie wurden bereits bei der statischen Berechnung mit einkalkuliert. Der Berliner

Fernsehturm pendelt beispielsweise bei den vorherrschenden normalen Windstärken an seiner Antennenspitze um rund 60 cm und in Höhe des Turmcafés um etwa 15 cm. Als Cafébesucher spürt man diese Schwankungen nicht. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit kommt allerdings ein solcher Turm mehr und mehr ins Pendeln. Wenn z. B. die Geschwindigkeit des Windes an der Basis eines Stahlbetonturmes 25 m/s erreicht, schwankt dieser an seiner Spitze in 540 m Höhe mit einer Amplitude (Ausschlag nach einer Seite von der Turmachse) um 5 bis 6 m. Die Standfestigkeit des Turmes wird dabei nicht erschüttert.

Die Spürbarkeit solcher Schwankungen hängt allerdings weniger von den Zentimetern oder Metern ab, sondern vielmehr von der Schwingzeit des Pendelns. Sie liegt beim Berliner Fernsehturm etwa um 7 s.

Zur »Beruhigung« der Fernsehtürme gibt es den sogenannten Tilgerpendel. Das ist ein an der Turmspitze aufgehängtes schweres Stahlgewicht, das den Turm durch Gegenschwingungen »beruhigt«. Es formt die vom Wind im Bauwerk erzeugte Schwingungsenergie in die Bewegungsenergie der Pendelmasse um und »tilgt« damit einen Teil der Turmschwingungen.

Um auch in naher Zukunft die Fernsehzuschauer mit technisch einwandfreien Bildern versorgen zu können, bleibt der Bau von Fernsehtürmen unentbehrlich. Heute sind auf den Zeichentischen der Konstrukteure und in den Windkanälen wissenschaftlicher Institute zahlreiche Modelle von Türmen in Arbeit, deren Höhe mehrere tausend Meter betragen wird.

Warum braucht man eigentlich solche Höhen? Ultrakurze elektromagnetische Wellen, wie sie auch beim Fernsehfunk gebräuchlich sind, verhalten sich bei ihrer Ausstrahlung ähnlich dem Licht eines Scheinwerfers. Vom Lichtstrahl erfaßte Hindernisse wie Häuser oder Berge unterbrechen den Wellenstrahl nicht nur, sondern sie reflektieren ihn oft auch in nicht vorgesehene Richtungen. Auf dem Bildschirm wird das durch sogenannte »Geisterbilder« sichtbar. Die Antennen müssen also alle Hindernisse dieser Art überragen, damit die UKW-Wellen nicht gestört werden.

Ein weiteres Argument für hohe Masten hängt mit der

Kugelform der Erde zusammen. Die ultrakurzen Wellen passen sich der Erdkrümmung nicht an und werden auch nicht wie die Mittel- und Kurzwellen von höheren Schichten der Atmosphäre wieder zur Erde reflektiert. Ihr Verlauf geht geradlinig über den Horizont hinweg. Sende- und Empfangsantennen müssen deshalb gewissermaßen auf »Sichtweite« angeordnet werden, und große Höhen ermöglichen folglich größere Entfernungen vom Sender zum Empfänger.

Mit dem Start des Nachrichtensatelliten »Molnija 1« und seiner erfolgreichen Erprobung hat das sowjetische Fernsehen eine bedeutungsvolle Leistung auf dem Gebiet der Fernsehtechnik vollbracht. Über diesen Satelliten war es möglich, täglich für mehrere Stunden Fernsehverbindungen über den Kosmos zwischen weit entfernten Städten und Dörfern auf dem Territorium der Sowjetunion herzustellen. Die gegenwärtige und künftige Bedeutung aktiver Fernsehsatelliten liegt darin, daß mit ihrer Hilfe Fernsehsendungen über ganze Kontinente hinweg ausgestrahlt werden können. Das verlangt den Bau von bemannten Raumstationen mit leistungsfähigen Sendern, die das »Weltfernsehen« ermöglichen. Bis zu diesem Zeitpunkt bleibt der Bau von Fernsehtürmen jedoch noch gefragt.

»Einmal Kosmos und zurück«

Weltraumbahnhöfe

Der Grundstein zum »Verkehr« zwischen Himmel und Erde wurde vor etwas mehr als 2 Jahrzehnten mitten in der Kasachischen Steppe gelegt. Damals war dort nichts als endloses, von der Sonne verbranntes Land. Man hätte Hunderte von Kilometern fahren können, ohne einem Menschen, geschweige einer Siedlung zu begegnen. Aber gerade ein solches Areal paßte den Schöpfern des ersten Kosmodroms genau ins Konzept: genügend Platz für eine großzügige Planung, wenig Schwierigkeiten bei der Suche nach abgeworfenen, ausgebrannten Raketenstufen, menschenleeres Gebiet und damit keine Gefahr beim Mißlingen eines Raketenstarts sowie mehr als 300 Sonnentage im Jahr, die eine ausgezeichnete Beobachtung des Flugverhaltens von Raketen garantieren.

Wie auf jeder anderen Großbaustelle begann auch hier alles mit Bauwagen, Zelten und vorgefertigten Bauarbeiterunterkünften. Aus den verschiedensten Gegenden der Sowjetunion kamen Wissenschaftler, Spezialisten, Ingenieure, Techniker und Facharbeiter, ausgerüstet mit modernster Technik, den ersten Weltraumbahnhof zu erbauen.

Doch wer hatte schon Erfahrungen mit dem Bau eines solchen Kosmodroms? Trotz alledem, bereits nach wenigen Monaten schickte man von Baikonur aus – heute längst in aller Welt als Geburtsstätte der Weltraumfahrt bekannt – die ersten Raketen ins All. Im Oktober 1957 umkreiste »Sputnik 1« die Erde. Hier startete mit dem schon legendären »Wostok«-Raumschiff der erste Mensch

ins All. Von Baikonur nehmen inzwischen die Trassen zum Mond, zur Venus und zum Mars ihren Anfang. Von hier aus startete auch die Besatzung des »Sojus«-Raumschiffes, die sowjetischen Kosmonauten Alexei Leonow und Valeri Kubassow, die sich mit dem vom Weltraumbahnhof der USA, Cape Canaveral, gestarteten »Apollo«-Raumschiff, besetzt mit den US-amerikanischen Astronauten Thomas Stafford, Vance Brand und Donald Slayton im All zum Unternehmen »Sojus-Apollo 1975« traf.

Nun ist der Start eines Raumschiffes noch nicht so selbstverständlich wie der Start eines Flugzeuges oder gar das Anfahren eines Autos oder Zuges. Es sind viele komplizierte Arbeiten im Kosmodrom zu erledigen, bis ein Raumschiff von der Erde abheben kann.

Im wesentlichen umfaßt ein solcher Weltraumbahnhof drei Hauptkomplexe. Im technischen Komplex, seinem Kernstück, befindet sich die Montage- und Prüfhalle, werden die kosmischen Apparate zusammengesetzt, mit der Trägerrakete gekoppelt und mit einer aerodynamischen Verkleidung versehen. Dieses montierte System gelangt nun mit Hilfe eines eigens dazu gefertigten Transport- und Aufstellungsaggregats auf dem Schienenwege zum Startkomplex.

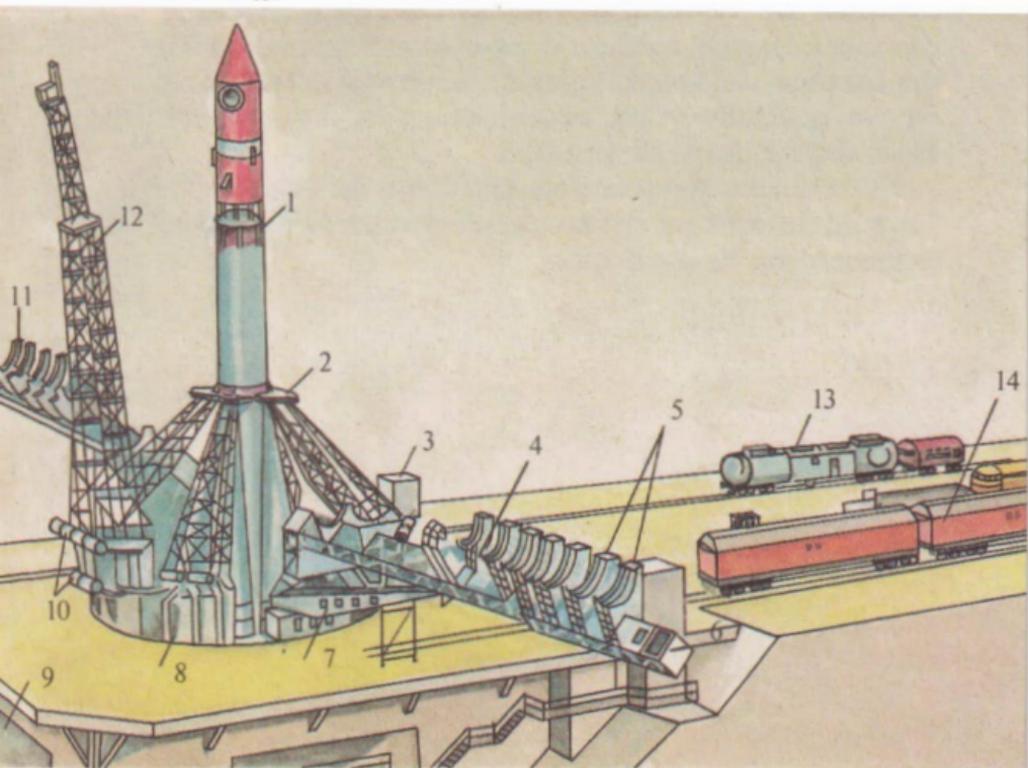
Dieser zweite Komplex enthält die allgemeintechnischen Ausrüstungen und technologischen Spezialanlagen.

Zu den technologischen Spezialausrüstungen des Startkomplexes für größere Trägerraketen zählen die Transport- und Montageaggregate, die Transportwagen, die Geräte zur Wartung des Raumflugkörpers auf der Startrampe, die Lagerräume für Treibstoffkomponenten, die Auftankvorrichtungen, die Stationen für die Gasversorgung, die Systeme zur Versorgung der Raumflugkörper sowie die Pneumatikanlagen für sämtliche technologische Ausrüstungen dieses Bereiches. Sein Hauptteil ist die Startrampe, auf der die Trägerrakete in Startstellung gehalten wird.

Die Startvorrichtung in Baikonur ist außergewöhnlich – sie hat keinen Starttisch. Die Rakete wird etwa bis zu einem Viertel ihrer Höhe in die Öffnung der Startvorrichtung eingelassen und an die vier sie haltenden Stützen

gehängt. Im unbelasteten Zustand klappen diese Stützen durch den Zug der Gegengewichte auseinander. Das Gewicht der nicht aufgetankten Rakete reicht aus, die Stützen zu schließen. Sie geben die Rakete erst dann frei, wenn der Schub der Triebwerke der startenden Rakete ihr eigenes Gewicht erreicht. Vor dem Start erfolgt ein letzter Test, bis die Automatik die weitere Regie übernimmt und das Kommando: »Zündung!« ertönt. Es erfolgt vom Kommando-Meßkomplex.

In der Kasachischen Steppe entstand der erste »Weltraumbahnhof« (nach »Nauka i Shisn«) 1 – Trägerrakete; 2 – Haltearme des Startsystems; 3 – Zugang zu den unterirdischen Kommandoräumen; 4 – Kontroll- und Wartungsturm; 5 – Arbeitsplattformen; 6 – Fahrstuhl; 7 – hydraulische Hebevorrichtung für den Kontroll- und Wartungsturm; 8 – Drehring für das Startsystem; 9 – Gasableitungskanal; 10 – Gegengewichte; 11 – Kontroll- und Wartungsturm; 12 – Kabel- und Betankungsmast; 13 – Tankwagen für Brennstoff; 14 – Tankwagen für Oxydator (flüssiger Sauerstoff)



Der dritte größere Komplex des Kosmodroms ist das örtliche Flugleitzentrum, das nach dem Start der Rakete mit dem Raumflugkörper die Bahnverfolgung übernimmt und den gesamten Flug überwacht.

Inzwischen ist Baikonur gewachsen. Modernste technische Anlagen, komfortable Wohnhäuser und großzügige Grünanlagen kontrastieren mit der Eintönigkeit der Steppe. Mehrere Kilometer von Baikonur entfernt entstand am Ufer des Syr-Darja die Stadt Leninsk, die Wohnstadt der Kosmonauten und ihrer Familien. Sie zählt bereits über 50 000 Einwohner und wird sich mit der Weiterentwicklung der Raumfahrt zunehmend vergrößern.

Der gegenwärtige Stand der Entwicklung von Raumtransportern läßt erkennen, daß die Zeit ihrer ersten Flüge nicht mehr fern ist. Der erste Testflug fand vom 12. bis 14. April 1981 von Cape Canaveral aus mit der Weltraumfähre »Columbia« statt. Der sogenannte Raumpendler (Space Shuttle) startet wie eine Rakete, landet wie ein Flugzeug und soll somit mehrfach zu nützen sein. Das bedeutet für die Kosmodrome, daß sie nicht allein nur Startplatz bleiben, sondern wie bei Aerodromen auch für die Landung der neuen Projektile bereit sein müssen. Das ist ein qualitativ völlig neuer Sprung in der weiteren Erschließung des Weltraumes.

Nachdem die Menschheit in den Weltraum vorgestoßen ist, wird sie nicht auf dieser Schwelle halt machen, sondern beginnen, ihn zu erschließen.

»akzent« – die Taschenbuchreihe
mit vielseitiger Thematik:
Mensch und Gesellschaft,
Leben und Umwelt, Naturwissenschaft
und Technik. – Lebendiges Wissen
für jedermann, anregend und aktuell,
konkret und bildhaft.

Weitere Bände:

Petrik, Kurioses aus der Technik
Knoll/Winde, Windjammer
Farkas, Veränderliche Tierwelt
Herrmann, Besiedelt die Menschheit
das Weltall?
Rehbein, Oldtimer auf Schienen
Marquart, Raumstationen