

L u n t u n t e r Druck

Dreizehn

G e s c h i c h t e n
zur Zukunft der
P n e u m a t i k

Florian Bettel

[transcript]

H i s t o i r e

Luft unter Druck

Florian Bettel

Histoire | 241

Florian Bettel

ist Kulturwissenschaftler und forscht und lehrt an der Universität für angewandte Kunst Wien. In seinen Publikationen, Ausstellungen und Forschungsprojekten interessiert er sich für das Gewordensein technischer Kulturen, das sich unter anderem in Zukunftsentwürfen, Fragen der Zugehörigkeit und der Emotion in Kunst, Popularkultur und Technik ausdrückt. Florian Bettels vollständige Biografie und bisherige Publikationen auf base.uni-ak.ac.at/showroom/florian-bettel-HzrU

[transcript]

L u f t

u n t e r

Druck

D r e i z e h n

Geschichten

zur

Z u k u n f t

der

P n e u m a t i k

F l o r i a n B e t t e l

- 7 **Eine radikale Idee
aus Wien**
KAPITEL I
- 19 **Eine pneumatische
Bahn für den Süden
Englands**
KAPITEL II
- 29 **Die Äolische
Maschine**
KAPITEL III
- 37 **Ein mathematisches
Modell für Luft**
KAPITEL IV
- 43 **Über die Alpen**
KAPITEL V
- 63 **Grand Vacuum Tube
Company**
KAPITEL VI
- 79 **Eroberung
des Untergrundes**
KAPITEL VII
- 93 **Under Broadway
Reception**
KAPITEL VIII

107 **Die Wiener Rohrpost
eröffnet**

KAPITEL IX

119 **Residenz-Casino
Berlin**

KAPITEL X

135 **Eine
transatlantische
Bahn**

KAPITEL XI

147 **Twelve O’Clock High**

KAPITEL XII

161 **Nach der
Rohrpostblockade**

KAPITEL XIII

179 **Postskriptum**

182 ANMERKUNGEN

189 LITERATUR

196 EDITORISCHE HINWEISE

197 DANK

198 IMPRESSUM

Eine

r a d i k a l e

Idee

a u s

Wien

K A P I T E L I

I n g e n i e u r
R. v. Felbinger und Architekt Josef Hudetz haben
dem Gemeinderathe ein Project überreicht zur An-
lage von Begräbnißhallen, zu welchen die Leichen-
beförderung gänzlich ungesehen von der Außenwelt
in unterirdischen Tunnels mittelst Luftdrucks ge-
schehen soll.

Deutsche Zeitung, Morgenblatt, 30. Dezember 1873

Wann genau die Schrift, die die Bestattungskultur in Wien radikal verändern wollte, den zuständigen Gemeinderat erreichte, lässt sich nicht mehr rekonstruieren. Die Öffentlichkeit konnte jedenfalls bereits Ende Dezember 1873 in der Zeitung von dem Vorhaben des Maschinenbauingenieurs Franz Felbinger (1844–1906) und des Architekten Josef Hudetz (1842–1909) lesen, ein neuartiges System für den Transport von Leichen zum Wiener Zentralfriedhof zu errichten. In der Stadt hatte eben erst die Weltausstellung ihre Tore geschlossen, mit der die Monarchie die Technik und nicht zuletzt die großen infrastrukturellen Maßnahmen in der Reichshaupt- und Residenzstadt der vergangenen Jahre gefeiert hatte, zu denen etwa die Donauregulierung, die Erste Hochquellenleitung und die Ringstraßenbauten zu zählen sind – und weitere Maßnahmen der sogenannten Stadthygiene wie der Zielort der geplanten Bahn, der Zentralfriedhof, der im November 1874 eröffnen sollte.

Das städtebauliche Projekt von Felbinger und Hudetz, eine „Begräbnishalle mit pneumatischer Förderung“, sah eine Aufbahrungshalle „in unmittelbarer Nähe“¹ zur Stadt Wien vor, die durch eine viereinhalb Kilometer

l a n g e
Tunnelbahn mit dem Zentralfriedhof verbunden ist. Die Aufbahrungshalle, eigentlich ein Komplex aus mehreren Gebäuden, soll unterschiedlich gestaltete Kapellen für Angehörige der drei großen Konfessionen (Katholik:innen, Protestant:innen, Israelit:innen) zur Verfügung stellen; jede dieser Kapellen ist durch einen hydraulischen Aufzug mit dem pneumatischen Transportsystem verbunden, das im Kellergeschoß unterhalb der Hallen das logistische Rückgrat des angestrebten Gesamtsystems bildet. (→ Abb. 1)

Den Ablauf der Bestattung beschrieben Felbinger und Hudetz in einer Publikation aus dem Jahr 1874 folgendermaßen: Je nach konfessioneller Zugehörigkeit – ein nicht-konfessioneller Rahmen war nicht vorgesehen – endet der Trauerzug, der die Hinterbliebenen vom Ort der Aufbahrung zur neuen Begräbnishalle gebracht hat, in einer der Kapellen. Nach den „üblichen Ceremonien und Sängerschöre[n]“ wird die Leiche durch den „Versenkungsarskophag“,² auf dem der betreffende Sarg während der Zeremonie steht, in das Souterrain transportiert. Da die „entstandene offene Stelle des Bodens [...] sofort vor den Augen der Anwesenden“³ verschlossen wird, stellt dieser Moment den Höhepunkt der Feierlichkeiten dar. Die weiteren Schritte der Bestattung, insbesondere der Transport und die Beerdigung, werden von da an „unter behördlicher Aufsicht“ durch „beeidete Beamte“⁴ verrichtet. „Die ganze Arbeit [ist] eine höchst reinliche und systematisch eingetheilte“,⁵ wie es Felbinger und Hudetz formulierten.

Das eigentliche Versenden erfolgt durch das Umladen der Särge auf Züge. Diese setzen sich aus mehreren

Waggons zusammen, die jeweils bis zu vier Särge aufnehmen können. Die Räder der Züge laufen auf Schienen, die in einen Tunnel führen, durch den die Fahrt von der Begräbnishalle zum Zentralfriedhof unterirdisch und damit auf kürzestem Weg erfolgt. Die Tunnelröhre, die die Begräbnishalle in der Stadt mit der Station am Zentralfriedhof verbindet, hat einen Durchmesser von eineinhalb Meter. Die Waggons sind so konstruiert, dass sie den Querschnitt der Röhre vollständig ausfüllen, wodurch sie den Druck der Luftsäule optimal aufnehmen können und von ihm vorwärtsgedrückt werden. (→ Abb. 2)

Nachdem der fertigbeladene Zug in den Tunnel eingebracht worden ist, werden die Türen, sowohl der Versende- als auch der Empfangsstation, verschlossen. Das Öffnen der für den Betrieb vorgesehenen Ventile bringt die in großen Stahlzylindern zwischengespeicherte komprimierte Luft in den Hohlraum vor den Waggons ein. Der Luftüberdruck treibt die Waggons bis zum Zentralfriedhof voran. Mit der Annäherung an den Zielort baut sich ein Luftpolster vor den Waggons auf, der die Geschwindigkeit des Zugs beim Eintreffen sukzessive verringert, um ihn kollisionsfrei zum Stillstand zu bringen. Nach Eintreffen der Waggons entladen die Beamten die Särge und bringen sie an die Oberfläche, wonach sie in den vorgesehenen Gräbern beerdigt werden.

So skurril der Entwurf von Felbinger und Hudetz auch anmutet: Er sprach ein ungelöstes Problem an. Ab der bevorstehenden Eröffnung des peripher gelegenen Zentralfriedhofs waren alle Verstorbenen Wiens auf den neuen Friedhof zu transportieren. Wie die Leichen überstellt werden sollten, war aber unklar. Die 1861 eingerichtete

Friedhofskommission des Wiener Gemeinderates hatte auf diese Frage auch Ende 1973 noch keine Antwort gefunden. Die Kommission umfasste neben einigen Abgeordneten auch Beamte der Sanitäts- und Polizeisektion des Magistrats, hinzu kam die Expertise des Stadtbauamtes und weiterer geladener Gäste. Die Kommission war interdisziplinär aufgestellt, dominiert von Juristen und Ärzten.

Die Friedhofskommission rechnete mit rund fünfzig Leichen pro Tag, die sie bevorzugt über die damalige Preßburger Reichsstraße, die heutige Simmeringer Hauptstraße, transportieren wollte. Aber entlang der vorgesehenen Strecke formierte sich Widerstand der lokalen Bevölkerung, der in den Zeitungsberichten der liberalen, der nationalen und der konservativen Medien durchweg tendenziös diskutiert wurde. Zeitgenössische Medien, wie beispielsweise die *Neue Freie Presse*, fanden bald mit dem „Central-Schlachtfeld“ ein passendes Bild für die Auseinandersetzung, bei der die Interessen und Ideologien des liberalen Wiens, der Monarchie und der Kirche aufeinanderprallten.

Die liberale Stadtverwaltung hatte unterschiedliche Handlungsfelder abgesteckt, in denen sie tätig werden wollte, um so das wenige politische Kapital, das ihr seit der gescheiterten Revolution 1848 zur Verfügung stand, innerhalb der absolutistischen Monarchie für ihre bürgerlichen, emanzipatorischen Bemühungen einzusetzen. Die Stadthygiene war eines dieser Felder und der neue Friedhof ein Baustein, mit dem eine neue, antiklerikale, bürgerliche Bestattungskultur durchgesetzt werden sollte.

Ihre technische Vision einer durchrationalisierten Begräbnisweise überantworteten Felbinger und Hudetz dem

Verwaltungsapparat der Gemeinde Wien, den der damalige Bürgermeister Cajetan Felder (1814–1894) als „eine aus so vielen und verschiedenartigen Elementen zusammengesetzte Maschine“⁶ beschrieb. Zeitungen in der Habsburgermonarchie berichteten über den ungewöhnlichen Vorschlag und den Fortschritt bei den Verhandlungen zwischen Gemeinde und den beiden Unternehmern, aber auch außerhalb Österreichs, etwa in Frankreich, verfolgte man das Projekt mit großem Interesse:

Wien ist sicherlich eine ebenso katholische Stadt wie unsere gute Stadt Paris. Nun, zwei angesehene Ingenieure, die Herren von Felbinger und Hudetz, haben dem Gemeinderat gerade einen Plan zum Transport von Leichen vorgelegt, der an Kühnheit alles übertrifft, was sich unsere eigenen Stadträte vorstellen könnten. [...] Die Wiener Ingenieure schlugen vor, die religiöse Zeremonie radikal von der Bestattung zu trennen. [...] Sobald die Zeremonie beendet war, würde eine Falltür geöffnet [...] und alles verschwände in einer Rohrpost [tube pneumatique].⁷

Der anonyme Autor des ausführlichen Berichts in der französischen Tageszeitung *Le Temps* zeigte sich durchaus angetan von dem Vorschlag, den Transport der Verstorbenen mit einer Technik zu erledigen, die er der Leser:innenschaft mit dem Verweis auf die städtische Rohrpost zu erklären versuchte.

Der Wiener Gemeinderat lehnte die pneumatische Leichenbeförderung in seiner öffentlichen Plenarsitzung

am 12. November 1875 ab – annähernd zwei Jahre nach der ersten öffentlichen Erwähnung des Vorhabens. Der grundsätzlich positiven Einstellung des Gemeinderates, des Magistrates und des Stadtphysikus zur vorgeschlagenen Lösung von Felbinger und Hudetz standen vor allem finanzielle Überlegungen gegenüber. Die Stadt war überschuldet, die Großprojekte der vergangenen Jahre, die über Anleihen finanziert worden waren, verschärften die Finanzkrise des Jahres 1873 noch zusätzlich. Die Stadt konnte den Antragstellern folglich keine Zinsgarantien gewähren. Auch das politische Kapital war weitgehend aufgebraucht, man kämpfte an vielen Fronten mit den politischen Gegner:innen, der liberale Gemeinderat konnte sich nicht noch zusätzlich für eine neue Art der Bestattung mit gänzlich unerprobter Technik stark machen.

Wenngleich das Projekt einer luftbetriebenen Leichenbeförderung letztlich nicht umgesetzt wurde, erfolgte die Ablehnung des Vorschlages keinesfalls wegen dessen vermeintlicher Skurrilität. Schließlich folgte die Friedhofs-kommission aus der intensiven Prüfung des Konzeptes von Felbinger und Hudetz, dass eine Umsetzung dem Stand der Technik entspräche und zweckmäßig wäre. Die begeisterte Berichterstattung in den Zeitungen und die vertiefende Auseinandersetzung in technischen Fachzeitschriften untermauerten diese Einschätzung. Tatsächlich war der Entwurf einer Begräbnishalle mit pneumatischer Beförderung eingebettet in eine transnationale Erzählung von den Vorzügen und schier unendlichen Möglichkeiten der Anwendung von Luft zum Zwecke des Personen- wie Gütertransportes. Bereits im ausgehenden 18. Jahrhundert hatten Ingenieure im Vereinigten Königreich fantastische

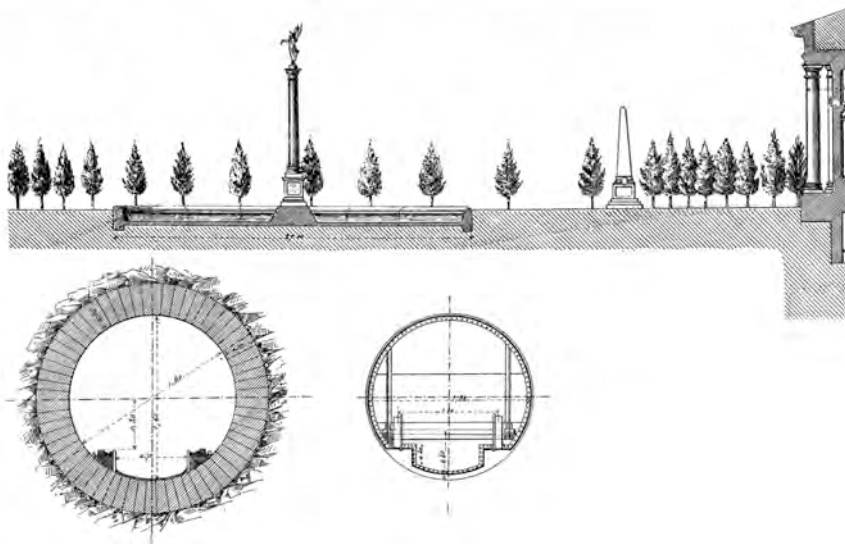
Maschinen entworfen, die Luft speichern und Waggons vorwärtstreiben sollten. Felbingers Vision fügte sich nahtlos in diese Erzählung ein.

Auch wenn das neue Beerdigungssystem abgelehnt wurde, erwies es sich für den Wiener Maschinenbauer als lukrativ: 1874 beauftragte das k. k. Handelsministerium Franz Felbinger, der nun als Fachmann für Pneumatik galt, mit der Errichtung der Wiener Stadtrohrpost als Teil des staatlichen Telegrafen. Im März 1875 eröffnete die Rohrpostanlage mit insgesamt zehn Stationen.



Abb. 1

**Felbinger und Hudetz sahen für ihren Entwurf einer Begräbnishalle mit pneumatischer Förderung eine prunkvolle Innengestaltung vor.
Quelle: Hudetz 1886, Tafel 58 (Foto: FB)**



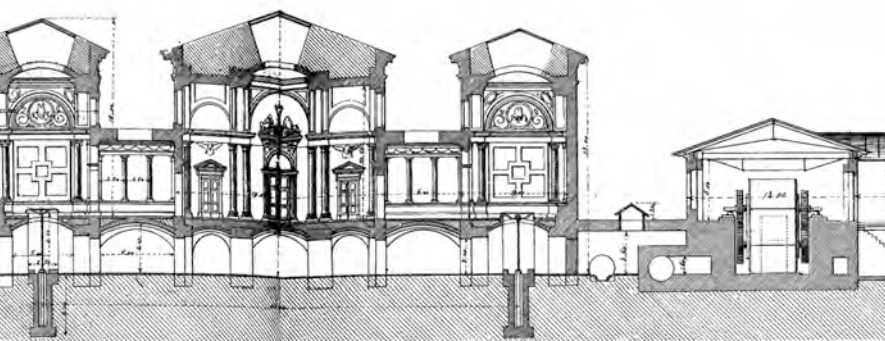
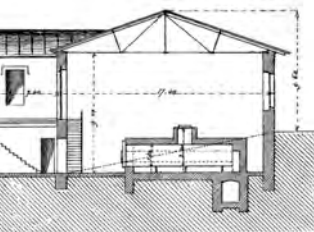


Abb. 2

**Querschnitt der Begräbnishalle inkl. der technischen Einbauten und das
projektierte Tunnelprofil. Quelle: *Annales industrielles*, 5.7.1874, Tafel 53**



E i n e

p n e u m a t i s c h e

Bahn

f ü r

den

S ü d e n

Englands

K A P I T E L

I I

A m o n g
the many imaginary projects by which the inventive talents of Mr. Vallance have acquired a certain degree of celebrity, the subject of the present patent must be considered as the most extraordinary.

The London Journal of Arts and Sciences, 1826, S. 113

[...] because the experience we have as to conveying both water and gas through pipes, proves that we certainly may send common air through a tube or tunnel extending from Brighton to Shoreham Harbour.

John Vallance, *A Letter to M. Ricardo, Esq.*, 1827, S. 11f.

Als Felbinger 1874 mit der Errichtung der Wiener Rohrpost durch das Handelsministerium beauftragt wurde, galt er für das Ministerium als Experte für die technische Anwendung von Luft. Felbingers Kenntnisse im Bereich der pneumatischen Beförderung lassen sich auf Spezialisten zurückführen, die lange vor ihm an technischen Anwendungen geforscht hatten, um gewöhnliche Luft auch im kommerziellen Sinne zu verwerten, und die die landläufige Annahme widerlegt hatten, dass lediglich kleine Dinge durch Luft bewegt werden könnten.

Der englische Bierbrauer John Vallance erhielt 1823 ein Patent für ein Transportsystem, mit dem in Röhren „persons may be conveyed, goods transported, or intelligence communicated from one place to another“.⁸ Damit legte Vallance, der laut dem Periodikum *The London Journal of Arts and Sciences* mit seinem Erfindergeist sowie seinem Hang zu fantastischen Projekten eine gewisse Berühmtheit erlangt hatte, ein Vorhaben vor,

d a s
nichts weniger als die größte pneumatische Maschine der Welt⁹ werden sollte.

Vallance plante den Bau eines Tunnels aus Gusseisen, der zwischen Brighton und „the Metropolis“,¹⁰ womit der Autor im Selbstverständnis des British Empire London meinte, Güter und Passagiere befördern sollte. In den 1820er Jahren war im Vereinigten Königreich bereits absehbar, dass neue Verkehrstechnik zu Umwälzungen auf der Insel führen würde. 1822 begann man mit dem Bau der Stockton and Darlington Railway, mit der die im Norden Englands gelegene Handels- und Industriestadt Darlington mit dem Hafen Stockton-on-Tees verbunden werden sollte. Vorgesehen war sie überwiegend für den Transport des Energieträgers, der die Industrielle Revolution befeuerte: Kohle, die im Hinterland von County Durham abgebaut und über den Landweg Richtung Hafen transportiert wurde. Da der Bedarf an Kohle und damit die Menge des Materials enorm waren, konnte sich die neue Eisenbahntechnik gegenüber den etablierten Verkehrsmitteln Straße und Kanal durchsetzen. Und praktischerweise konnte man Kohle auch gleich für den Betrieb der Eisenbahn einsetzen, wenngleich Lokomotiven anfangs nur für den Gütertransport vorgesehen waren, die Wagons mit Passagieren zogen nach wie vor Pferde.

Vallance beobachtete das rasche Bevölkerungswachstum im Süden Englands und wollte Brighton mit dem nahe gelegenen Hafen Shoreham sowie eben mit London verbinden. Sein dafür konzipierter Stollen („trunk“) sollte sich aus standardisierten und im industriellen Maßstab herstellbaren Elementen zusammensetzen, jedes Teilstück

rund 360 Zentimeter lang und 180 Zentimeter im Durchmesser.¹¹ Die Enden der Rohre waren so konzipiert, dass sie ineinander zu stecken und mittels Dichtungsmasse so isoliert waren, dass innerhalb des Zylinders ein Teilvakuum herstellbar war. Die Luft sollte den Rohren über dampfbetriebene Luftpumpen, jeweils 16 bis 32 Kilometer voneinander entfernt, entzogen werden. Mit dem von Vallance vorgeschlagenen Verfahren konnte man die kalorische Energie, die bei der Verbrennung der Kohle entstand, in mechanische umformen und durch den Luftunterdruck über weite Strecken an die Waggons übertragen – oder in der Formulierung eines zeitgenössischen Kommentars: „[D]ie Kutschen, die nach der Figur und nach den Dimensionen des Cylinders gebaut sind, sollen darin durch den Druk der in den leeren Raum mit Gewalt einströmenden Luft getrieben werden [...]“.¹² (→ **Abb. 3**) Eine bewegbare Dampfmaschine, die wie bei der Lokomotive für zusätzliche Komplexität gesorgt hätte, war nicht notwendig.

Zwischen den Luftpumpenstationen wollte Vallance ein Kommunikationssystem einrichten. Dafür schwebte dem Erfinder etwas Ähnliches wie sein pneumatisches Rohrsystem vor, nur in verkleinerter Version, und die Rohrleitungen wären mit Wasser anstelle von Luft zu füllen. Mit diesem hydraulischen System wäre es möglich, so Vallance, Information, in Form von Codes übermittelt, in Schallgeschwindigkeit zwischen den Stationen zu tauschen. Auch den Betrieb, die Abläufe in den Stationen und die Wartung hatte Vallance bereits mitgedacht.

Die Waggons laufen auf Rädern in einer Einkerbung des gusseisernen Tunnels. Die Achse, auf der die Räder

montiert sind, ist pneumatisch gefedert, um sowohl Unebenheiten auf der Innenseite der Rohre auszugleichen als auch die Laufruhe zu verbessern. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Waggonn innerhalb des Röhrensystems bewegen, gab der Erfinder mit rund 320 Kilometer pro Stunde an. Diese Geschwindigkeit ließe sich bis auf annähernd 1.600 Kilometer pro Stunde steigern – jedoch, wie der Erfinder errechnet hatte, nicht darüber hinaus.

„Dieses Patent ist gewiß eines der bizarrsten, das jemals bezahlt wurde“, urteilte das *Polytechnische Journal* 1826, als es seinen Leser:innen das englische Patent in deutscher Übersetzung vorstellte. „Es muß manchen Deutschen an das berühmte Werk des unsterblichen Baron von Münchhausen erinnern“, kommentierte der Übersetzer in einer Fußnote, wo er in Anspielung auf den Ritt auf der Kanonenkugel ergänzte, es lasse „sich nicht absehen, warum Hr. Vallance nicht lieber seinen Stollen hinter dem Wagen mit Pulver laden und den Wagen fortschießen läßt“. (→ Abb. 4)

Die Macher des Journals waren erst sechs Jahre zuvor mit dem selbstgesteckten Ziel angetreten, das „ganze Gebiet der Polytechnik, also, die allgemeine Naturgeschichte, die Naturwissenschaft, die Chemie, die Mineralogie, die Pflanzenkunde, die Land- und Hauswirthschaft, die Maschinenlehre und Gewerbskunde, die Handels- und Waarenkunde“ zu behandeln und „durch Verbreitung polytechnischer Kenntnisse vielfachen Nutzen zu stiften“. Für sich selbst sah die neue Zeitschrift die Chance, „die Idee eines dem Landmanne wie dem Fabrikanten, dem Handelsmanne wie dem Handwerker, dem Künstler wie jedem wissenschaftlich gebildeten Manne gleich

angenehmen und nützlichen Repertoriums zu verwirklichen“ und damit „allgemeine Aufmerksamkeit und Würdigung [zu] finden“.¹³

1826 setzte also diese Zeitschrift mit der Selbstverpflichtung, Wissen der Polytechnik einem allgemeinen Publikum zu vermitteln und damit am bürgerlichen Projekt der Herstellung einer Öffentlichkeit mitzuwirken, das technische Projekt einer pneumatischen Bahn mit den Geschichten des Baron von Münchhausen gleich. Den ironischen Grundton des Berichts über Vallance' Patent übernahm die deutsche Zeitschrift zwar von dem englischen Aufsatz, der den Erfinder bereits als eher genialisch denn genial beschrieb, die englische Redaktion ging jedoch nicht so weit, Vallance als Aufschneider, gar als Schwindler darzustellen.

Vallance war der englischen sowie der deutschen Redaktion nicht unbekannt: Schon vor der umfangreichen Patentschrift¹⁴ für sein pneumatisches Transportsystem war er mit vielen weiteren Patenteinreichungen an die Öffentlichkeit getreten. Er beschäftigte sich schon länger mit der Dynamik von Luft und erhielt 1821 ein Patent auf die Klimatisierung von Räumen. 1824 folgte ein weiteres auf eine neue Herstellungsmethode von Eis, bei der Vallance mit Luft experimentierte, die er über Wasser streichen ließ, um so die Temperatur des Wassers zu senken.¹⁵

Vallance' bevorzugtes Medium für Transport, Kommunikation und das Abführen von Wärme war etwas so Allgegenwärtiges wie normale Luft, wie er selbst schrieb. Die technische Anwendung des Mediums war nicht unumstritten. Große Anstrengungen wurden Anfang des 19. Jahrhunderts unternommen, um den viel effizienteren Wasser-

dampf nutzbar zu machen. Und auch wenn Vallance und viele weitere Ingenieure seiner Zeit die vermeintliche Simplizität und die Verfügbarkeit von Luft priesen, stießen ihre Vorschläge auf Kritik und die Ingenieure auf Probleme bei der Umsetzung. Die von Vallance adressierte Fachöffentlichkeit setzte die Umsetzbarkeit wesentlicher Elemente seines Entwurfs in Zweifel. Sie störten sich an der vorgeschlagenen Dimension der Luftpumpen, deren Kapazität sie als zu gering errechneten, an den Reibungsverlusten, die innerhalb der Röhren auftreten würden, an der Gefährlichkeit des Vakuums, das von Vallance eigentlich nur als eher geringer Luftunterdruck vorgesehen war, sowie an den zu erwartenden Problemen mit der Dichtigkeit der Röhren, die aufgrund des Herstellungsprozesses kaum zu erreichen sei.

„Der Redacteur des Repertory findet eine solche Unternehmung zu colossalisch“, las man dazu im *Polytechnischen Journal* 1825. Anscheinend hatte der besagte Redakteur Vallance beim Wort genommen und war seine Kalkulation nochmals durchgegangen. Die ernüchternde Rechnung ergab, dass mit den vorgeschlagenen Luftpumpen nur rund zehn Kilometer pro Stunde bei annähernd 370 Tonnen Last zurückzulegen wären. Dennoch nahm der „Redacteur des Repertory [...] diese bizarre Idee des Hr. Vallance in Schutz gegen diejenigen, die sie eine ‚Reise im luftleeren Raume‘ nennen, und bezweifelt die Möglichkeit der Ausführung derselben nicht, woran wir, bei aller Bewunderung der Neuheit dieser Idee, doch immer noch manche Bedenklichkeit finden“.¹⁶

Um sich mitsamt seiner Erfindung sozusagen am eigenen Schopf aus dem Schlamassel zu ziehen, verfolgte

Vallance zwei Strategien. Zum einen sah er sich in den Jahren 1827 und 1833 zu umfassenden Entgegnungen veranlasst, in denen er wortreich und öffentlichkeitswirksam auf die Kritik einging und, wo dies weder mit technischen noch mit wirtschaftlichen Argumenten gelang, an die Möglichkeit einer ökonomisch einträglichen Investition appellierte.¹⁷ Zum anderen wagte sich der Techniker an die Umsetzung seiner Vision und errichtete eine Teststrecke.

Die Redaktion des *Polytechnischen Journals* in Stuttgart meldete 1826, man werde auf die Berichterstattung über die Teststrecke warten, denn der Besuch der Maschine durch die Londoner Redaktion stehe kurz bevor. Und tatsächlich berichtete *The London Journal of Arts and Sciences* im Oktober über die in Brighton errichtete Anlage. In der Reportage mischte sich die Euphorie darüber, tatsächlich die Vorrichtung vorgefunden zu haben und in dem Waggon gefahren zu sein, mit der Enttäuschung darüber, dass keine Testfahrt in der Röhre möglich war. Der Erfinder sei vom unangekündigten Besuch der Redaktion überrascht worden und habe bereits zuvor einige Teile der Maschinerie demontiert, um sie durch geeignetere zu ersetzen. Das englische Blatt schloss den Bericht mit der Bemerkung, sich der Gerechtigkeit halber verpflichtet zu fühlen, keine Details zum Vorhaben zu verbreiten, bis die Redaktion die neuartige Maschine in einer Form gesehen habe, die der Erfinder für vollkommener hielt.¹⁸ Über eine weitere Fahrt in der Vallance'schen Röhre ist nichts überliefert.

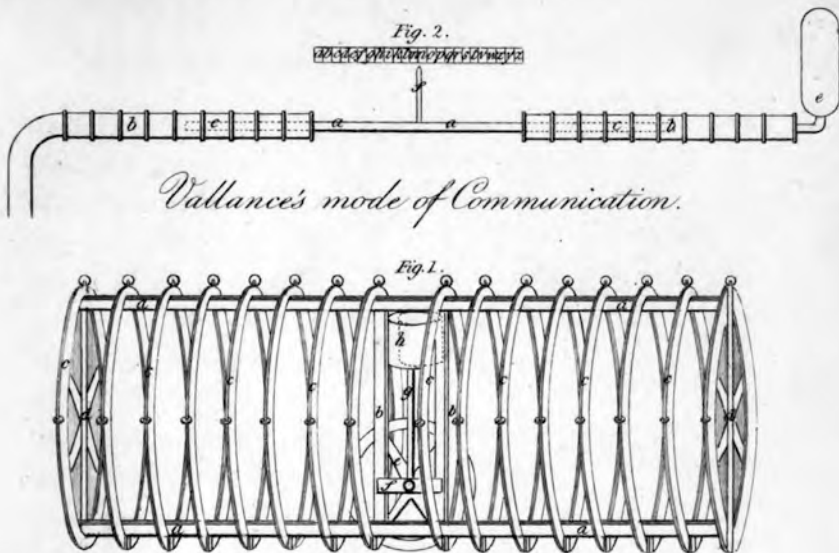


Abb. 3

Pneumatische Bahn von Vallance. Quelle: *The London Journal of Arts and Sciences*, 10. Bd. (1825), Tafel V



Abb. 4

**„Wie Freiherr von Münchhausen auf Kanonenkugeln durch die Luft reitet“,
illustriert von August von Wille. Quelle: Bürger 1856, o.S.**

D i e

Äolische

M a s c h i n e

K A P I T E L

I I I

Franz Felbingers Entwurf einer pneumatischen Leichenbahn von 1873 wurde der Luftdruck durch den Einsatz von Dampfmaschinen, die kontinuierlich Kompressoren antrieben, gewonnen – die dafür benötigte Technik funktionierte in den 1870er Jahren bereits zuverlässig. Dennoch nahmen Ingenieur:innen bei vergleichbaren großen Infrastrukturprojekten immer auch Druckluft-Zwischenspeicher in ihre Konzepte auf. Die Lufttanks garantierten eine durchgängige Versorgung mit komprimierter bzw. verdünnter Luft, auch wenn eine Maschine einmal ausfallen sollte. Den Betrieb von Wärmekraftmaschinen hinterfragte um 1870 kaum jemand, selbst wenn die Verfeuerung von Kohle im dichtbesiedelten Stadtgebiet erfolgte. Rund hundert Jahre früher, im ausgehenden 18. Jahrhundert, war hingegen der Einsatz eotechnischer Energieträger, wie Lewis Mumford den Komplex Wasser, Holz und Wind gegenüber der industriellen Paleotechnik abgrenzte, die Norm. Wärmekraftmaschinen fanden um 1800 überwiegend im Bergbau Anwendung, und erste Experimente mit dampfbetriebenen Booten überraschten das Publikum vor allem damit, dass sie bislang kaum herzustellende Bewegungen zeigten: Die Schiffe kreuzten nicht mehr gegen den Wind, sondern durchschnitten die Wasserfläche regelrecht in einer geraden Linie.¹⁹ Nicht wenige aber standen dem Einsatz von Kohle bei der Verrichtung mechanischer Arbeit skeptisch gegenüber: Das Versprechen einer beliebig skalierbaren, scheinbar unerschöpflichen und vor allem kontinuierlich wirkenden Kraft hatte sich noch nicht überall gegen die etablierten Formen der Energiegewinnung, sei es durch

W i n d
oder Wasser, durchgesetzt. Wind als Energieträger ist flüchtig. Die natürlich bewegte Luft zu bändigen und zu beherrschen gehört zu den Phantasmen der Kulturgeschichte. Im Zehnten Gesang der *Odyssee* händigt Äolos dem titelgebenden Helden des Epos ein besonderes Geschenk aus. Er ist Odysseus und seiner Mannschaft wohlgesonnen, hat die Schilderung der erlebten Abenteuer interessiert aufgenommen und will den Seefahrern ein Mittel mitgeben, das für eine sichere und schnelle Heimkehr sorgen soll. Äolos ist der von Zeus eingesetzte Walter der Winde, er kann sie erregen oder stillen, und so befüllt er lederne Schläuche mit einem heulenden Wind, verschließt die Gefäße mit einer Kordel und schenkt sie Odysseus. Zwar nimmt die Episode kein gutes Ende und verlängert die Irrfahrt letztlich erst recht, doch der Mythos des kontrollierten Windes hatte Bestand.

Der gelernte Uhrmacher George Medhurst (1759–1827) war fasziniert von dieser Idee: Wind als Energieträger nutzbar zu machen, und zwar auch dann, wenn er nicht wehte, war sein erklärtes Ziel. Nach zehnjähriger Beschäftigung mit dem Thema erwarb der Engländer 1799 ein Patent für die sogenannte Wind-Engine.²⁰ (→ **Abb. 5**) Zweck dieser Maschine war es, die Kraft der bewegten Luft einzufangen und in verdichtete Luft umzuwandeln. Dafür übertrug ein rotierendes Flügelrad die mechanische Kraft des Windes auf eine Welle, um sie ins Innere des als Windmühle konzipierten Gebäudes zu bringen. Luftpumpen, die für die Erzeugung von Druckluft notwendig waren, setzen eine oszillierende Bewegung voraus. Um die über die rotierende Welle übertragene Kraft entsprechend

umzuwandeln, schlug Medhurst zwei Lösungen vor: Zum einen sei für den Zweck das von den Watt'schen Dampfmaschinen her bekannte Räderkoppelgetriebe geeignet; zum anderen könne auch, „wenn es die Situation und die Umstände zulassen“, ²¹ eine Kurbelwelle zum Einsatz kommen. Letztere wäre die technisch weniger komplexe Lösung, aber aufgrund eines Patents aus dem Jahr 1780 rechtlich schwieriger. ²²

In beiden Fällen wirkt die durch den Wind gewonnene Kraft auf Luftpumpen im Inneren von Medhursts Maschine. Deren Funktionsweise, heutigen Fahrradpumpen nicht unähnlich, basiert auf einem Kolben, der sich in einem Zylinder bewegt und die im Zylinder befindliche Luft auf einer Seite des Kolbens komprimiert. Über ein Ventil gelangt die verdichtete Luft in einen Speicher, wo sie für weitere Verwendung zwischengelagert wird. Die Windmaschine als Ganzes wird durch diesen Speicher in konstanter Bewegung gehalten, was angesichts der Unregelmäßigkeit der Windkraft notwendig ist, so der Erfinder in seiner Patentschrift.

Die technischen und ökonomischen Grundzüge seiner Innovation vertiefte Medhurst in der Schrift *On the Properties, Power, & Application of the Aeolian Engine*, die er ein Jahr nach seinem Patent veröffentlichte. Am hohen Stellenwert seiner Erfindung ließ er keine Zweifel gelten: Medhurst leitete die Darstellung der Maschine und ihrer Eigenschaften mit den Worten ein, es handle sich hierbei um „the most comprehensive and important invention of the present age“. Die „Aeolian Engine“, wie Medhurst seine Vision eines Windspeichers nun nannte, war als eine universell einsetzbare, fortwährend und gleichmäßig

wirkende Apparatur konzipiert, die in der Lage sei, ihre Kraft weit über die Grenzen jeder bisher bekannten Maschine zu steigern, in allen Situationen, in der Stadt oder auf dem Land, sozusagen als Pionierin für Maschinen aller Art, ob nun stationär oder bewegt („loco-motion“).

Der Erfinder hatte nicht die Absicht tiefzustapeln. Nichts weniger schwebte ihm vor, als die Energiegewinnung und -speicherung zu revolutionieren, den Wind „manageable“ zu machen. Bewegte Luft war für Medhurst das mächtigste und universellste mechanische Mittel, das der Menschheit zur Verfügung stand, in der Natur vorhanden und in allen Ländern der Erde ständig und zu geringsten Kosten nutzbar. Mit seiner Konstruktion trat der Ingenieur an, eine perfekte und vollständige Alternative zur Dampfmaschine zu erschaffen. Die Aeolian Engine sei in der Lage, mechanische Kraft für alle denkbaren Anwendungen bereitzustellen: auf der Straße zum Transport von Gütern und Passagieren oder auf dem Feld zum Zwecke der Landwirtschaft; dies alles mit einer Schnelligkeit, die mit Pferden unerreichbar sei, wie Medhurst das Potenzial seiner Erfindung darlegte.

Der Transport der von den windbetriebenen Pumpen erzeugten und pneumatisch gespeicherten Energie an den Anwendungsort sollte über Bleirohre erfolgen. Medhurst war sich bewusst, dass seine Erfindung ein großes Infrastrukturprojekt bedeutete, das nicht von einem einzelnen Unternehmer umgesetzt werden konnte. Er verglich sein Vorhaben mit den in den vergangenen fünfzig Jahren realisierten Bauten von Kanälen, Straßen und Pferdeeisenbahnen und hob den hohen Stellenwert dieser Infrastrukturen hervor:

Der Gemeinsinn der Einzelnen sowie die Talente und die Beharrlichkeit erfinderischer Männer waren in diesem Sinne der Verbesserung grenzenlos, was den klarsten Beweis für die enorme Bedeutung einer billigen und einfachen Beförderung für den Handel und die Manufakturen des Königreichs liefert.²³

Worin lag der Vorteil der Aeolian Engine gegenüber der Dampfmaschine? Medhurst sah im geringen Gewicht seiner Erfindung den wesentlichen Erfolgsfaktor. Luft sei ja bekanntlich leicht, so Medhurst, und seine Maschine benötige auch keine schweren Gerätschaften wie Kessel, Wasser und Brennstoff. Die komprimierte Luft wollte der Ingenieur in Tanks auf Wagen montieren, in regelmäßigen Abständen stünden den Wagen Stationen zur Verfügung, an denen sie ihre Luftvorräte auftanken konnten. Die Infrastruktur sollte entlang von bestehenden Straßen errichtet werden, wodurch aufwendige Bauten wie bei Kanälen oder der Eisenbahn hinfällig wären. Mit seinen pneumatisch angetriebenen Wagen wollte Medhurst das Pferd als Zugtier ersetzen.

Medhurst arbeitete im ausgehenden 18. Jahrhundert an einem Problem, das sich auch zwei Jahrhunderte später noch beim Einsatz von eotechnischen Energieträgern stellt. Wind- und Wasserkraft, Solarenergie und die Verbrennung nachwachsender Rohstoffe sind abhängig von klimatischen Bedingungen, vom Wetter und der Verfügbarkeit der eingesetzten Mittel. Die Zwischenspeicherung der gewonnenen Energie soll Abhilfe schaffen und die Versorgung mit Licht, Wärme und mechanischer Kraft sicherstellen. Über eine tatsächliche Anwendung der Aeolian Engine ist nichts

überliefert, für deren Erfinder bot sich jedoch bald ein weiteres Betätigungsfeld, um sein Wissen über Pneumatik dort einzusetzen, wo sich Leerstellen in Technik und Wissenschaft auftaten.

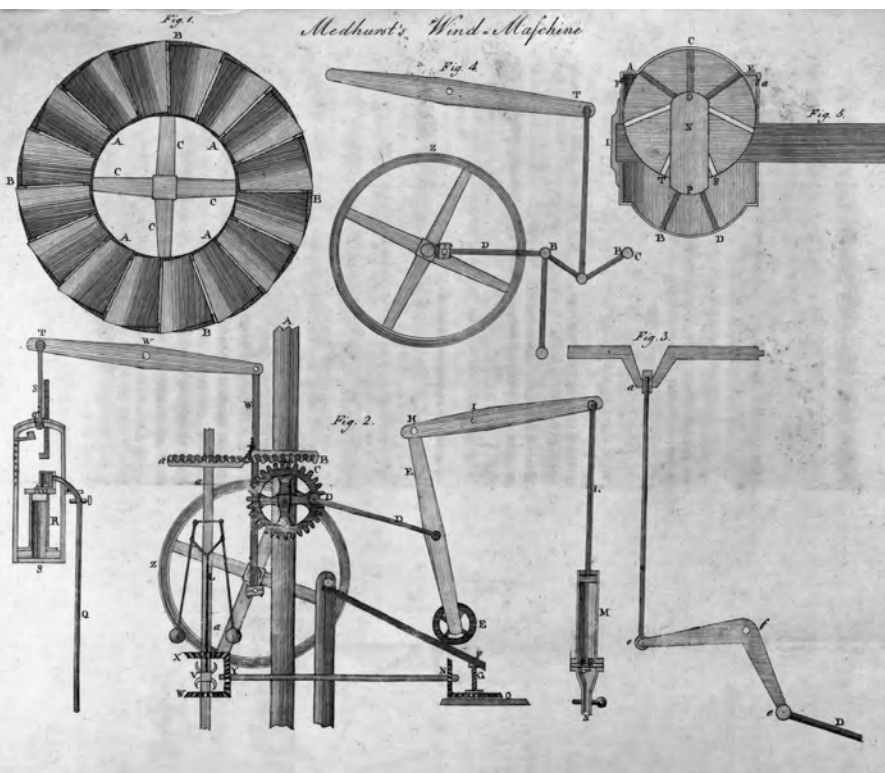


Abb. 5

„Wind-Maschine“ von George Medhurst. Quelle: *Magazin aller neuen Erfindungen*, 5. Bd. (1805), 2. Stück, Tafel 1

Ein

m a t h e m a t i s c h e s

M o d e l l

für

L u f t

K A P I T E L

I V

„Das neunzehnte Jahrhundert ist wirklich das verwöhnte Kind der Wissenschaft“, formulierte ein französischer Journalist 1865, als er sich retrospektiv mit Medhursts pneumatischen Apparaturen befasste.²⁴ Die Wissenschaft war gerade in Bezug auf die Dampfmaschine ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gefordert, Modelle zu entwickeln, die die beobachteten Phänomene im Inneren der Maschinen erklären konnten. Die zuvor vom deutschen Chemiker Georg Ernst Stahl (1659–1734) eingeführte Phlogiston-Theorie war bis in die 1770er Jahre allgemein anerkannt und besagte, dass die hypothetische Substanz „Phlogiston“ allen Körpern bei der Verbrennung entweicht. Den Zusammenhang zwischen Wärme und Bewegung konnte das Modell nicht erklären. Erst in den 1780er Jahren gab es mit der Oxidationstheorie des französischen Chemikers Antoine Lavoisier (1743–1794) eine alternative Theorie, die zwar Sauerstoff erstmalig beschrieb, den sonderbaren Stoff Phlogiston im Prinzip aber nur durch die hypothetische „kalorische Substanz“ ersetzte.²⁵

Die Kalorische Theorie sah das anwendbare Kraftpotenzial der Watt'schen Dampfmaschine lediglich im Temperaturunterschied zwischen dem Dampfkessel und dem separaten Kondensator, in dem der Wasserdampf gekühlt wurde. In dieser Gleichung spielte der Dampfdruck keine Rolle – und so blieb die Niederdruckdampfmaschine, trotz ihres niedrigen Wirkungsgrades, State of the Art und hinderte nicht zuletzt die Entwicklung dampfbetriebener Eisenbahnen, da sie unter Niederdruck kaum in der Lage waren, ihr eigenes Gewicht zu bewegen. Lediglich auf dem Wasser kam es zu ersten Experimenten mit

Die neuen Wärmekraftmaschinen forderten sowohl in der Technik als auch in der Wissenschaft die gängigen Theorien und Paradigmen konstant heraus. Dass ihr Einsatz nicht auch den Verkehr beschleunigen und von der Bedingtheit durch das natürlich Gegebene, wie eben Wind und Wasser, entkoppeln sollte, wollten viele nicht hinnehmen. Medhurst und Vallance, die beide Druckluft als Mittel des mechanisierten Antriebes einsetzen wollten, waren nur zwei Vertreter dieser internationalen Anstrengung, andere forschten an Lokomotiven, Seilbahnen, Zahnradbahnen und der dampfmaschinengestützten Fahrt auf Kanälen. Aber erst die Hochdruckdampfmaschine machte den Durchbruch bei den Lokomotiven möglich, begleitet von vielen weiteren Erfindungen, neuen philosophischen und naturwissenschaftlichen Modellen, die Welt zu denken, und veränderten politischen Bedingungen, die, wie der Historiker William Rosen argumentierte, in ihrer Gesamtheit die Industrielle Revolution ausmachten.²⁶

1804 experimentierte Richard Trevithick (1771–1833) mit einer Lokomotive mit Hochdruckdampfmaschine für die Penydarren-Eisenhütte in Wales. Das Vorhaben war keineswegs banal, und Trevithick musste den vielen technischen Problemen, die der Einsatz einer bewegten Wärmekraftmaschine mit sich brachte, mit innovativen Lösungen begegnen. Trevithick entwickelte neue Sicherungsventile, er erweiterte die Oberfläche der Brennkammer, um möglichst viel Wärme zum Verdampfen des Wassers bereitzustellen, und setzte einen Rauchfang ein, der die Luftzufuhr verstärkte und damit die Hitze

in der Brennkammer erhöhte. So konnte der Ingenieur die Lokomotive schließlich in Gang setzen. Dennoch blieben viele Probleme vorerst unlösbar, was eine weitere Verbreitung der Maschine verhinderte; das größte davon: das Gewicht, das die Schienen arg beanspruchte.²⁷

In der zweiten Hälfte der 1820er Jahre machten es zwei Errungenschaften möglich, die Probleme in Technik und Wissenschaft so weit zu lösen, dass Lokomotiven endgültig auf Schiene gebracht werden konnten. 1824 veröffentlichte der französische Physiker Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796–1832) seine Schrift *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, in der er mit einem Gedankenexperiment den später so genannten Carnot-Kreisprozess beschrieb. Dies war das erste belastbare wissenschaftliche Modell einer Wärmekraftmaschine. Der Franzose begründete mit seinem Modell die Thermodynamik mit ihrem – 1865 vom deutschen Physiker Rudolf Clausius (1822–1888) eingeführten – zentralen Begriff der Entropie.²⁸ Carnot sah sein wissenschaftliches Modell immer schon für technische Anwendungen vor. Fünf Jahre später sollte sich sein Wunsch tatsächlich realisieren.

Im Oktober 1829 kam es auf einem Abschnitt der in Fertigstellung begriffenen Liverpool and Manchester Railway zu einem Wettrennen zwischen fünf Lokomotiven, die nach einer strengen Auslese aufgrund der Wettkampfgeln antreten durften. Um den ausgeschriebenen Preis von £ 500,- zu erringen, mussten insgesamt neun Bedingungen erfüllt werden, unter anderem eine Geschwindigkeit von mindestens 16 Stundenkilometer, ein Eigengewicht von nicht mehr als sechs Tonnen und eine Belastbarkeit von mindestens dem Dreifachen des eigenen

Gewichts. Die Idee für den Wettkampf, mit dem auch die Eignung einer Lokomotive für die neue Eisenbahnstrecke getestet werden sollte, stammte von dem englischen Maschinenbauer George Stephenson (1781–1848), der 1826 von der Liverpool and Manchester Railway mit der Durchführung der Arbeiten an den Gleisanlagen betraut worden war, die unter anderem den ersten urbanen Eisenbahntunnel, die Trockenlegung eines Torfmoorgebietes bei Manchester und die Überbrückung des Irwell umfassten.²⁹ An dem Wettbewerb beteiligte er sich selbst mit der von ihm konstruierten Lokomotive „The Rocket“. Stephenson, ursprünglich aus armen Verhältnissen kommend, war beim „Rennen von Rainhill“ kein Unbekannter mehr. Schon früh hatte er sich mit Erfindungen im Bergbau, wo er als Kind arbeitete, hervorgetan, und bereits um 1814 hatte er seine erste Lokomotive entworfen.

Am 14. Oktober befanden sich nur noch zwei Lokomotiven im Wettstreit. Die „Novelty“ der beiden Ingenieure John Ericsson (1803–1889) und John Braithwaite (1797–1870) vereinte mehr noch als Stephensons Maschine technische Neuerungen in einem Entwurf, der rasch die Zuschauer:innen und die Presse für sich begeistern konnte. So berichtete auch das *Mechanic's Magazine* nicht unvoreingenommen über die Versuche auf der Eisenbahnstrecke. Doch letztlich mussten Ericsson und Braithwaite ihre Lokomotive wegen technischer Probleme zurückziehen, womit nur noch „The Rocket“ im Rennen verblieb und den Wettbewerb für sich entscheiden konnte. Ein Journalist, der für den *Liverpool Mercury* vom Rennen berichtete und dabei ebenfalls seine Sympathie für Ericsson und Braithwaite offen zeigte, richtete in aller Fairness, wie

das *Mechanic's Magazine* anerkennend anmerkte, seine Glückwünsche an Stephenson aus. Stephenson gebühre der Preis, so hieß es etwas süffisant im *Liverpool Mercury* weiter, „denn er hat die altmodische Lokomotive zur Perfektion gebracht“.³⁰ Stephenson gewann nicht nur das Preisgeld, er erhielt zudem den Auftrag, acht Lokomotiven vom Typ „The Rocket“ für die Liverpool and Manchester Railway zu bauen.

Das Rennen von Rainhill und Carnots Arbeit an der Thermodynamik markierten das Ende einer Ära, in der pneumatische Röhrenbahnen und windbetriebene Luftdruckspeicher zumindest denkbare Alternativen zur Lokomotive waren. Im Zeitraum der Experimente von 1800 bis 1829 schienen luftbetriebene Antriebe theoretisch erstrebenswert, erfuhren jedoch kaum praktische Umsetzung. Seit Beginn der 1830er Jahre war die Lokomotive das Betriebsmittel der Wahl, wenn es um den Transport von Gütern und Menschen ging. Ein Problem war beim Transport auf Schienen jedoch noch ungelöst, und dies hatte mit der Traktion der Lokomotiven zu tun, denen man nicht zutraute, größere Steigungen entlang der Strecke zu überwinden. Für Medhurst bedeutete das Rennen von Rainhill die Widerlegung seines Arguments, dass Dampfmaschinen aufgrund ihres Gewichts niemals auf Schienen fahren würden, aber im gleichen Moment tat sich für die Expert:innen der Pneumatik die Möglichkeit auf, sich im Feld der Gebirgsbahnen zu betätigen.

Über

d

i

e

Alpen

K A P I T E L

V

Habsburgerreich feierte man 1854 die Fertigstellung der ersten alpenquerenden Eisenbahnlinie. Kaiser Franz Joseph I. ließ sich die neue Semmeringbahn bei Probefahrten im April und Mai noch vor der Freigabe für den Personenverkehr im Juli des Jahres vorführen. Bei diesen vielbeachteten Fahrten mit dabei war der leitende Ingenieur des Bauvorhabens, der gebürtige Venezianer Carl von Ghega (1802–1860). Der Ingenieur resümierte: „Der Kaiser bezeugte sein Interesse und seine Theilnahme, indem er sich gegen den Verfasser mit Befriedigung und Wohlwollen aussprach. Seitdem benutzt der Kaiser [in Begleitung der Kaiserin Elisabeth] die Bahn öfter [...]“. ³¹ Der Bau der Bahn war ein waghalsiges Unterfangen, retrospektiv musste Ghega eingestehen, dass in einigen Arbeitsschritten beim Bau der Bahntrasse schlichtweg die technischen Mittel gefehlt hatten, um die versprochene Fertigstellung auch wirklich zu gewährleisten. ³² Mit dem tatsächlichen Zustandekommen der Verbindung über den Semmering sicherte sich Ghega die Anerkennung durch das Staatsoberhaupt, später wurde er Teil des habsburgischen Heldenmythos. Weniger bekannt jedoch ist, dass Ghega die Alpenquerung auch unter Zuhilfenahme einer luftbetriebenen Eisenbahnstrecke plante.

1841 beauftragte die Generaldirektion der österreichischen Staatsbahnen Ghega mit einem Vorhaben, das seit den 1820er Jahren öffentlich verhandelt wurde. Der Bau einer neuen Bahnstrecke sollte Wien mit dem Mittelmeerenhafen Triest und mit Mailand, dem wirtschaftlichen Zentrum der Lombardei, beide damals zum Kaisertum Österreich gehörend, verbinden. Dabei stellte die

Ü b e r w i n d u n g
der Alpen enorme technische Anforderungen an
Streckenführung, Viadukt- und Tunnelbautechnik sowie
die Konstruktion von Gebirgslokomotiven. Vor allem
der letztgenannte Bereich weckte große Zweifel bei
den kommentierenden Ingenieuren, die sich in großer
Zahl für Zahnrad- oder Standseiltechnik aussprachen.
Lange blieb das Vorhaben bloße Vision, aber 1841 waren
sowohl die wirtschaftlichen als auch die militärischen
Gründe für eine Überwindung des Passes drängender
geworden. Die Entscheidung, die Semmeringstrecke zu
errichten, war verbunden mit dem politischen Beschluss,
den Bau mit staatlichen Mitteln anstelle der sonst übli-
chen Vergabe an Privateisenbahnen auszuführen, was die
Bedeutung der Bahnlinie für das Habsburgerreich unter-
strich.³³ (→ Abb. 6)

Der Ingenieur Ghenga wusste, wie skeptisch viele seiner
Fachkollegen der Adhäsionsbahn bei der Überwindung von
Gebirgen gegenüberstanden. Im ingenieurwissenschaft-
lichen Verständnis widersprachen Gebirgsbahnen dem
eigentlichen Zweck von Lokomotiven, der darin bestand,
die maximale Menge von Personen und Gütern auf
kürzestem Weg, schnell und zuverlässig sowie kosten-
effizient zwischen zwei Orten zu transportieren. Die Bahn-
linie sollte dabei dem Ideal einer geraden Linie folgen und
sich in das Gelände einschneiden, anstelle es zu umfahren
oder zu überwinden. Diese Prämissen fasste der Engländer
Nicholas Wood (1795–1865) in seiner 1825 erstmalig
veröffentlichten und zum Standardwerk avancierten
Publikation *A Practical Treatise on Rail-Roads* zu-
sammen. Die Beschreibung der notwendigen baulichen

Maßnahmen zur Herstellung einer idealen, das heißt kurven- wie steigungslosen, Bahnlinie nahm in seiner Publikation eine zentrale Stellung ein.³⁴ (→ **Abb. 7**)

Wood belegte mit vielen Tabellen von Messergebnissen und Gegenüberstellungen von straßen- oder wassergebundenen Verkehrsmitteln die Effizienz der Lokomotive unter den angenommenen optimalen Bedingungen im flachen Gelände. Umso mehr wurde in den Tabellen die große Schwäche der Lokomotive deutlich, wenn die Eisenbahnlinie vom Ideal der geradlinigen Streckenführung abwich. Bei zunehmender Steigung verringerten sich Nutzlast und Geschwindigkeit. Bei einem Gefälle von nur zehn Promille, das entspricht zehn Höhenmetern auf einen Kilometer Distanz, verlor die Lokomotive beinahe ihren ganzen Nutzen. Die gezogene Gesamtlast verringerte sich auf weniger als ein Drittel, sobald die Steigung von einem auf zehn Promille zunahm. Woods nüchterne Analysen der Eisenbahntechnik von 1825 zeigten nicht nur das Potenzial der Lokomotive, sondern auch die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit.

Ghega hing der Überzeugung an, dass die Strecke über den Semmering mit einer Lokomotive zu bewältigen sei. Er kam dennoch nicht umhin, sich nach Alternativen zum Betrieb mit der Lokomotive umzusehen, wie etwa die neuesten Errungenschaften in der pneumatischen Technik. Ghega notierte später: „Die hohe Staatsverwaltung beschloß [...] den Erfolg des neu erfundenen atmosphärischen Systems abzuwarten, welches nach der bei einem Theile des Publikums herrschenden Meinung, eine leichtere Ueberwindung der Schwierigkeiten auf der Semmeringbahn zu versprechen schien.“ Der Ingenieur

ergänzte lapidar: „Es wurden auch hierfür Studien gemacht und ein Entwurf zusammengestellt.“³⁵ So kam es, dass Ghega das Konzept einer luftbetriebenen Bahn, das George Medhurst 1827 in seinem Traktat *A New System of Inland Conveyance* beschrieb, sehr genau prüfte. In den Jahren 1841 bis 1854, als Ghega an der Planung und Durchführung der Semmeringbahn arbeitete, war Luft als Konkurrentin zum Wasserdampf noch denkbar.

Der Luftspezialist Medhurst hatte nach seinem Entwurf der Aeolian Engine noch weiter am Einsatz von Pneumatik für den mechanisierten Verkehr geforscht. Am Konzept der pneumatischen Bahn, das Vallance in Brighton umsetzen wollte, also von Waggons, die innerhalb eines Tunnels mittels Luft vorwärts gedrückt werden, hatte Medhurst bereits um 1810 gearbeitet. Ebenso wie Vallance gelang es ihm jedoch nicht, eine technisch machbare sowie ökonomisch sinnvolle Lösung für die Herstellung des benötigten Tunnelsystems zu entwickeln. Medhurst erkannte, dass die pneumatische Bahn an der schieren Größe der herzustellenden Röhre und dem damit verbundenen Aufwand scheiterte. 1827 schlug er vor, das pneumatische Rohr zu verkleinern und Waggons und Tunnel voneinander zu trennen. In der nunmehr verkleinerten Röhre wirkte der Luftdruck auf einen Kolben und somit nur noch indirekt auf die Waggons, die oberhalb der Rohrleitung auf Schienen fuhren. Eine Kupplung verband Kolben und Waggons und übertrug die Kraft auf den Zug. (→ Abb. 8)

Diese neue Methode der Kraftübertragung war zugleich die größte Schwachstelle der „atmosphärischen Eisenbahn“, wie Medhurst sein Konzept nannte. Das Rohr, das den Luftstrom führte, musste an der Oberseite geschlitzt

werden, um die Waggonen an den innerhalb des Rohres befindlichen Kolben koppeln zu können. Zur Abdichtung des Schlitzes wurden Klappen bzw. später Leder- und Stahlbänder eingesetzt. Eine komplizierte Konstruktion war für das Öffnen vor bzw. das Schließen der Klappen hinter der Kupplung verantwortlich. Diese Technik machte den Einsatz von Luftüberdruck unmöglich, der die Klappen bzw. Bänder nach außen gepresst hätte. Medhurst und weitere Ingenieure, die sein Konzept später aufgriffen, setzten also Luftunterdruck, sogenannte „verdünnte Luft“, ein, der zwar Schwierigkeiten bei der Herstellung bereitete und weniger effizient als komprimierte Luft war, dafür aber die Klappen und Bänder, die den Schlitz abdichten sollten, an das Rohr zogen. (→ Abb. 9)

Dieses technisch und infrastrukturell aufwendige pneumatische System hätte laut Medhurst gegenüber der Lokomotive mehrere Vorteile: Zum einen war da das geringere Gewicht, wenn die krafterzeugende Dampfmaschine inklusive Kohlen- und Wasservorrat nicht mitgeführt werden musste. Die atmosphärische Eisenbahn sollte aufgrund der Gewichtsreduktion höhere Nutzlast transportieren und steilere Steigungen überwinden können. Nebenbei priesen Medhurst und der englische Ingenieur Samuel Clegg (1781–1861), der seine Variante der atmosphärischen Eisenbahn 1840 veröffentlichte, diese als sicherere Alternative zur Lokomotive an. In den 1830er Jahren gehörten Eisenbahnunfälle bereits zu den spektakulärsten medialen Ereignissen. Für Clegg lagen die Ursachen für derartige Katastrophen in der „Zersprungung der Maschine“, dem „Zusammenstoß von zwei

Wagen“³⁶ und den vielen Entgleisungen. Der Moment des Unfalls legte die gewaltige Kraft der Lokomotive und die durch sie bedingte latente Gefahr offen. Eisenbahnunfälle erreichten eine neue Dimension des materiellen wie menschlichen Schadens. Die atmosphärische Eisenbahn hingegen führte keine Dampfmaschine mit, die explodieren hätte können, technisch bedingt konnten sich auch zwei Züge nicht auf demselben Gleis begegnen, und Entgleisungen waren aufgrund der Kupplung ebenfalls unwahrscheinlicher.³⁷ (→ Abb. 10)

All diese Argumente gegen den Einsatz der Lokomotive auf Gebirgsbahnen kannte Ghega, als er 1853 seine Studie *Uebersicht der Hauptfortschritte des Eisenbahnwesens in dem Jahrzehende 1840–1850* vorlegte. Darin widmete er sich ausführlich der pneumatischen Bahn, insbesondere der atmosphärischen, und fasste die internationalen Geschehnisse zusammen. Im Unterschied zu Medhurst konnte Ghega jedoch auch Realisierungen des luftbetriebenen Verkehrssystems studieren, die der englische Ingenieur nicht mehr erlebte.

1835 sorgte der US-amerikanische Ingenieur Henry Pinkus mit seinem Vorhaben einer „National Pneumatic Railway Association“ in London für Aufsehen. Pinkus hatte Medhursts Idee der stationären dampfbetriebenen Luftpumpen aufgegriffen, die ein Rohrsystem mit Luftunterdruck versorgen sollten, um die an das Piston gekoppelten Waggon zu ziehen. Wenngleich auch Pinkus nicht über einen Entwurf hinaus kam, spiegelten sich die sowohl von Medhurst als auch von Clegg behaupteten Vorzüge der atmosphärischen Bahn in der populären Berichterstattung wider. So hob die Presse die technische

Unmöglichkeit einer Kollision ebenso hervor wie den optimierten Transport der Waggons über steile Anstiege und die Möglichkeit, Geschwindigkeiten ins bislang Unbekannte zu steigern.³⁸ (→ **Abb. 11**)

Erst 1839 gelang die erste tatsächliche Umsetzung der von Medhurst beschriebenen Idee. Eine Teststrecke, errichtet von den beiden englischen Ingenieuren Jacob (1811–1844) und Joseph Samuda (1813–1885) auf ihrem Fabrikgelände in Southwark, einem Teil des heutigen London, bewies die grundsätzliche Durchführbarkeit des pneumatischen Antriebs. Im darauffolgenden Jahr statteten die Samudas gemeinsam mit Samuel Clegg eine Teilstrecke der Thames Junction Railway (1840–1843) mit ihrem System aus. Das Projekt finanzierte die Betreiber-gesellschaft der Eisenbahnlinie.³⁹

Die 1840er Jahre sahen dann noch weitere atmosphärische Anlagen, wovon eine in Irland (Dalkey Atmospheric Railway, ab 1844) und zwei weitere in England (London and Croydon Railway, ab 1844; South Devon Railway, ab 1847) den Betrieb aufnahmen.

Nur eine Linie wurde außerhalb der britischen Inseln, nämlich in Frankreich, errichtet. Nachdem französische Ingenieure die Arbeiten an den atmosphärischen Eisenbahnen verfolgt hatten und sich auch staatliche Stellen über deren Umsetzung informieren ließen, wurde 1847 auf einer Teilstrecke der Eisenbahnlinie zwischen Nanterre und Saint-Germain-en-Laye bei Paris das lokomotivlose System auch am europäischen Festland in Betrieb gesetzt. Die atmosphärische Eisenbahn überwand die letzte Anhöhe auf dem Weg nach Saint-Germain, was Lokomotiven zuvor nicht leisten konnten. Dazu übernahmen die französischen

Ingenieure im Wesentlichen die Konstruktion von Clegg und Samuda und führten nur geringe Änderungen durch. Diese atmosphärische Eisenbahn blieb dreizehn Jahre, von 1847 bis 1860, in Verwendung.⁴⁰

Ghega konnte 1853 zusammenfassen, dass der Lokomotivbetrieb „dem atmosphärischen Bahnsystem zu Hilfe [kam], bis er es endlich zu verdrängen mochte“.⁴¹ Beweisen konnte Ghega seine Behauptung bereits im März 1850, als die Staatsbahnen einen Ingenieurswettbewerb für die Entwicklung einer Lokomotive ausriefen, die den Anforderungen der steilen Trassenführung gewachsen war. Dieser Wettbewerb führte im Winter 1851/1852 zu Probefahrten auf der Teilstrecke von Gloggnitz nach Payerbach, bei der die vier ausgewählten Lokomotiven gegeneinander antraten. Schlussendlich führte der Maschinenbauer Wilhelm von Engerth (1814–1884) die Vorteile aller vier Typen so in einer neuen Lokomotive zusammen, dass seine Stütztenderlokomotive zur ersten praxistauglichen Gebirgslokomotive wurde. Der mit der Semmeringbahn 1850 ausgerufene Wettbewerb wurde in seiner Bedeutung für Gebirgslokomotiven auf dieselbe Stufe wie das Rennen von Rainhill im Jahr 1829 gestellt.⁴² Das mag eine Übertreibung gewesen sein, dienicht zuletzt auch nationalistisch-propagandistische Züge hatte. Die erfolgreiche Inbetriebnahme der Semmeringbahn trug aber wesentlich dazu bei, dass auch die letzte Hürde für Lokomotiven im Überlandverkehr, das Überwinden großer Steigungen, genommen wurde. Die atmosphärische Eisenbahn, die zuvor noch als potenzielle Alternative gehandelt wurde, verlor damit ihren wesentlichen Anwendungsbereich.



Die Semmeringbahn.

Blick über den Semmering.

Klosterneuburg.

Blick über Wien.

Blick über Wien.

Blick über Wien.

bei, nicht eine der letzten Nachbarn der österreichischen
Gefährlichkeit hat. Dieser Bergkette, die von Wien
aus in vielen Thälern verläuft, unter der letzten liegt
das Riesenthal, das von Innsbruck aus nach Osten, nach
Südwesten u. am linken Schenkel, nach dem Rhein
nach zu Wien, nach Westen aus Ostern; für den nach Osten
von Wien in Richtung des Riesenthal nach Wien verläuft.

Die in den Thal verlaufenden Bergkette bilden in die
Gegenden und nach der letzten Semmeringformation, auf
den man nach der Richtung von Wien aus gesehen
Trümmern der letzten Thäler der Semmering erkennen kann.

Truppen haben die Thäler seit Jahrhunderten aus der
Ferne aus der Thäler, welche mit Bergkette durch ist. Die
ersten Bergkette wurden unter dem Namen der ersten
Bergkette, die von Wien aus, der letzten Thäler
über den Semmering die Thäler haben der Semmering
Bergkette, welche in Wien verläuft nach Wien zu
den letzten Thäler führt. Die in den Thäler verläuft
in, auf welchen die Thäler gehen. Die Thäler haben
in Wien die Semmering verläuft in Wien die Semmering
Bergkette.

Die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,

in Wien man der letzten Thäler, nach Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,

in Wien man der letzten Thäler, nach Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,

den Semmering. Die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,

den Semmering. Die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,
nach Wien die Thäler haben Wien, in Wien man der letzten Thäler,



Blick über den Semmering.

Die Semmeringbahn.

Blick über Wien.

Blick über Wien.

Blick über Wien.

Abb. 6

Die in Leipzig erscheinende *Illustrierte Zeitung* berichtete 1855 über die Semmeringbahn. Quelle: *Illustrierte Zeitung*, 20.1.1855, S. 56–57

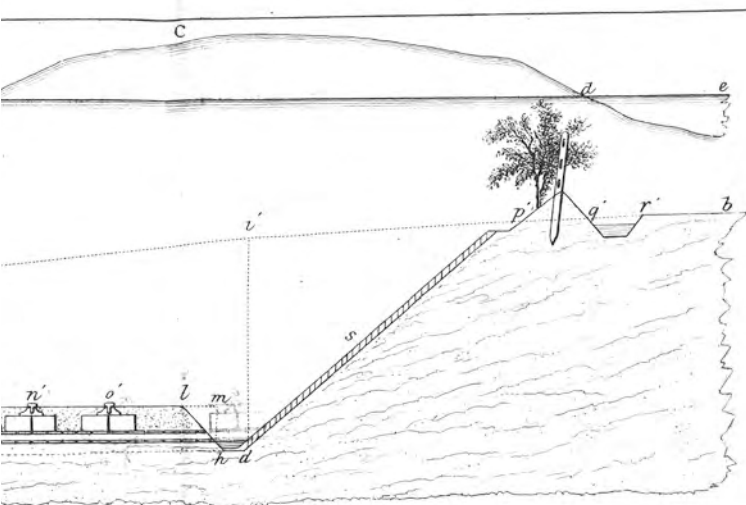


Abb. 7

Das Standardwerk des Eisenbahnwesens der 1820/30er Jahre, *A Practical Treatise on Rail-Roads*, illustrierte die Einschnitte in die Landschaft, die für die Errichtung der idealerweise gerade verlaufenden Gleise notwendig waren. Quelle: Wood 1838, Tafel V

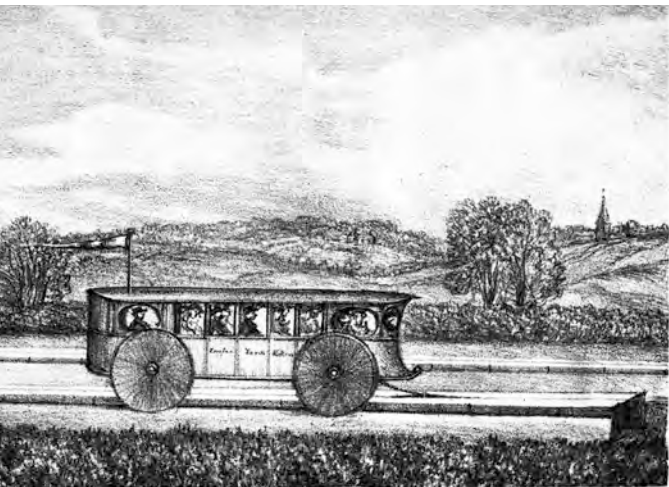
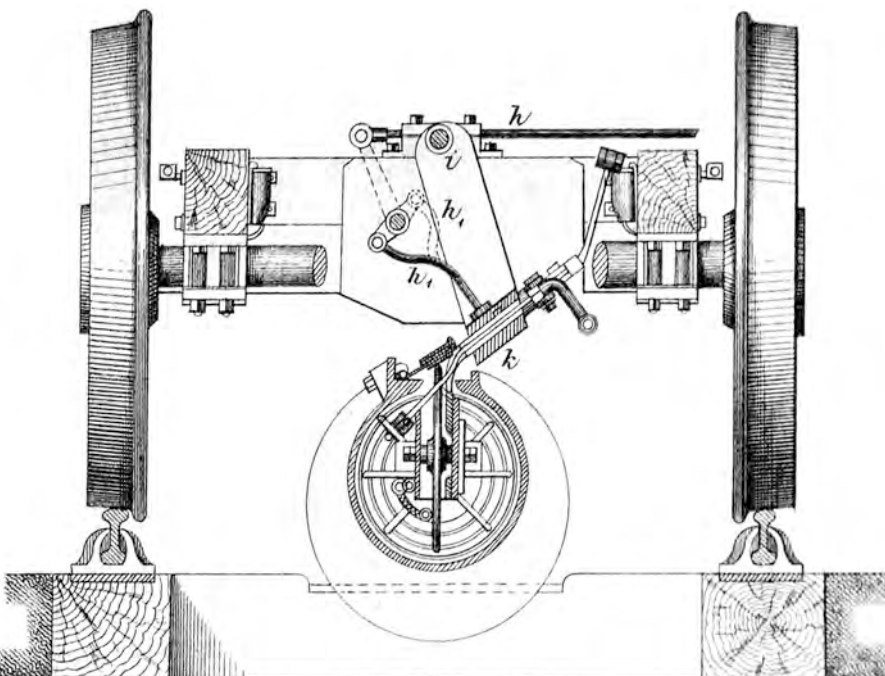


Abb. 8

Atmosphärische Eisenbahn. Quelle: Medhurst 1827, o.S.



Querschnitt des Leitwagens des Kolbens und der Triebbröhre

Abb. 9

Das deutschsprachige Standardwerk für Eisenbahnen der 1870er Jahre zeigte die Funktionsweise der atmosphärischen Eisenbahn. Quelle: Heusinger von Waldegg 1870, Tafel 49 (Foto: FB)



ACCIDENT ON THE

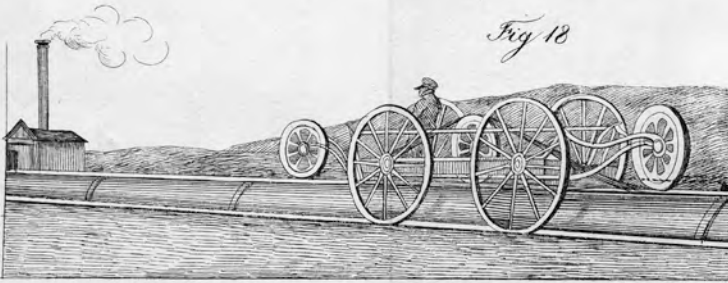


Abb. 10

Eisenbahnkatastrophe auf der East Indian Railway im Jahr 1863.
Quelle: *The Illustrated London News*, 28.2.1863, S. 229 (Foto: FB)

Pinkus's pneumatische &

Fig 18



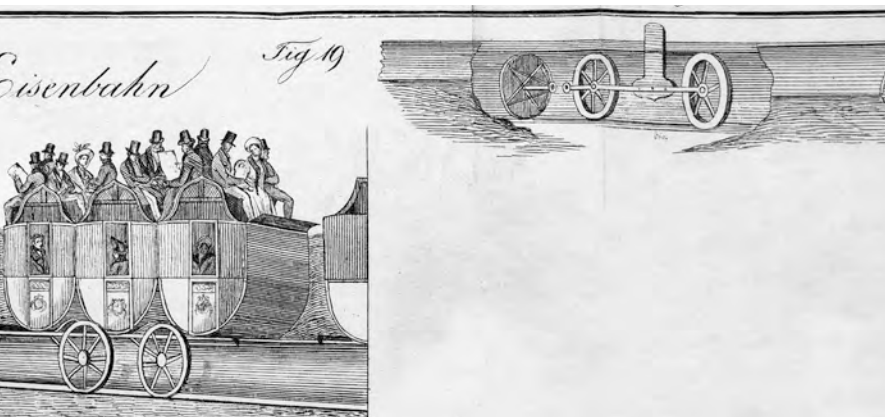


Abb. 11

Konzept einer atmosphärischen Eisenbahn von Henry Pinkus, 1835.
 Quelle: *Polytechnisches Journal*, 57. Bd. (1835), Tafel 1



G r a n d

Vacuum

T u b e

Company

K A P I T E L

V I

Aufschrift „Grand Vacuum Tube Company“ ist nicht zu überlesen, gesetzt in die Bildmitte der Illustration, die den Transport einer illustren Gruppe von Reisenden von Greenwich Hill ohne Zwischenstopp nach Bengalen imaginiert. (→ **Abb. 12**) Die pneumatische Bahn ist auf einem Blatt mit dem Titel „Lord, how this world improves as we grow older“ abgebildet, Teil der Serie *March of Intellect*, die der englische Zeichner William Heath (1795–1840) zwischen 1825 und 1829 veröffentlichte. Heaths panoramatischer Blick auf die Welt ist irrwitzig. „Now, who’s for Bengal?“, fragt der Zugführer und deutet den Reisenden den Weg zu den Waggons. Im transkontinentalen pneumatischen Rohr ist bereits ein Zug in Richtung der von der East India Company verwalteten Kolonie unterwegs. Dort angekommen, können sich die vornehm gekleideten Reisenden an der Kolonialarchitektur erfreuen oder gleich über die Hängebrücke nach Cape Town weiterpromenieren.

Über den Köpfen der Menschen in Heaths Vision fliegt eine Frau in einem mit Schaufelrädern ausgestatteten Einsitzer, angetrieben durch Muskelkraft. Das Fluggerät hat sich hoch in die Luft erhoben, die an der breiten Hutkrempe der Frau befestigten Bänder wehen im Fahrtwind; ein vorgespannter Fesseldrachen unterstützt ihre Fahrt. Auch sonst schwirren aberwitzige technische Neuerungen durch die Luft. Ein weiteres Fluggerät, diesmal in Fledermausform, ist auf dem Weg nach New South Wales in Australien, im Rumpf die dorthin zu überstellenden Verurteilten. Ebenso zu finden: eine Armeeeinheit auf einer ebenen Fläche, in der Luft gehalten von vier

F e s s e l b a l l o n s ,
und eine Kohorte irischer Emigrant:innen, die soeben
mit einer Kanone in ihre Heimat zurückbefördert werden.
Letztlich findet sich ganz links oben in Heaths Karikatur
auch ein Vorschlag, wie die nationalen Schulden zu be-
gleichen wären: Dort sind Arbeiter:innen zu sehen, die
gerade damit beschäftigt sind, ein Luftschloss zu errichten.

Die Vermutung liegt nahe, dass weder die pneumatische
Bahn noch die atmosphärische Eisenbahn, die beide einer
sehr fachspezifischen Diskussion über Lokomotivtechnik
entstammen, einer allgemeinen Öffentlichkeit bekannt
waren. Und doch setzt Heath die pneumatische Bahn rund
fünfzehn Jahre nach ihrer Erfindung ins Zentrum seines
March of Intellect-Blattes, ohne Zweck oder Funktions-
weise der Technik näher zu erläutern: Offenbar konnte er
auf eine bereits etablierte Ikonografie der Pneumatik
zurückgreifen. Das Konzept der pneumatischen Bahn
war Ende der 1820er Jahre so weit bekannt, dass sie ohne
weitere Erklärung darstellbar war. Medhursts Idee war
Teil der kollektiven Erzählung von Zukunft geworden, ob
sie nun wie in diesem Beispiel innerhalb eines Orkans irr-
witziger Entwürfe erzählt wurde oder aber Basis für unter-
nehmerische Vorhaben wie im Falle John Vallance war.

1856 meldeten die Münchner *Fliegenden Blätter*, das
„Telegraphiren von Personen“ sei „keine Fabel mehr“.⁴³
„[D]as Prinzip der atmosphärischen Eisenbahn“, mut-
maßte der anonyme Autor des Satireblattes, „ist bekannt.“
Entsprechend führt er das Konzept nur kurz aus, nämlich
„daß durch eine stehende Dampfmaschine die Luft in
einer längs der ganzen Bahn laufenden Röhre ausgepumpt,
und durch den Luftdruck der an einem hermetisch

schließenden Kolben befindliche Eisenbahnwagen sammt dem daranhängenden Train fortgetrieben wird“. Daran knüpft der Autor mit einer neuen Idee an: Um Gewicht zu sparen, schlägt er vor, die Passagiere in Kapseln verpackt in die Röhre zu verfrachten, wodurch man auf die Waggons verzichten könne. (→ **Abb. 13**) Mit einer abenteuerlichen mathematischen Gleichung errechnet der Autor, „daß z. B. ein Reisender auf diese Art die Reise von Wien nach Paris in 1 Minute 8 Sekunden zurücklegt“, und schließt mit der augenzwinkernden Bemerkung: „Wie wichtig diese Erfindung für die schnelle Beförderung von Courieren etc. ist, braucht nicht erwähnt zu werden.“

Pneumatische Bahnen blieben in populären Medien des 19. Jahrhunderts präsent. Die fortwährenden Experimente mit der Transporttechnik fanden sich als Nachrichten in illustrierten Journalen oder als visionäre Vorhaben in populärwissenschaftlichen Zeitschriften, wie beispielsweise in der *Gartenlaube* oder im *Scientific American*. Die Erzählung der durch Luft angetriebenen Bahnen und das damit verbundene Fortschrittsnarrativ entwickelten zudem eine gewisse Eigendynamik, wie bereits Heath die vielfältige und widersprüchliche Bedeutung der Pneumatik in seiner satirischen Zuspitzung weiterentwickelt hatte.

Noch im ausgehenden 19. Jahrhundert war die pneumatische Bahn populär. Der französische Karikaturist und Schriftsteller Albert Robida (1848–1926) gab ihr in seiner 1883 erschienenen Satire *Le Vingtième Siècle* viel Raum. „Monsieur Ponto fand einen Brief [...] in der Rohrpost. Ein Brief! Das war selten; schließlich schreibt man nicht mehr, jetzt telefoniert man. Das große Ponto-Haus erhielt

kaum zwei oder drei Briefe pro Woche, geschrieben von kleinlichen alten Kunden.“⁴⁴ Der alte Herr Ponto ist besorgt, seit drei Tagen hat man von seinem Sohn Philipp nichts gehört. Für den medienaffinen Bankier Ponto inakzeptabel, schließlich ist er mit den vorhandenen Mitteln, ob Telefon oder das bild- und tonübertragende „téléphonoscope“, quasi in Echtzeit überall auf dem Planeten zugegen. Für Reisen nimmt er die pneumatische Bahn, die ihn von Paris aus rasend schnell in alle Erdteile befördert. Monsieur Ponto kann, ja als erfolgreicher Geschäftsmann muss er sich diese Geschwindigkeit leisten, und die aufwendig ausgestalteten Waggonen bieten höchsten Komfort. (→ Abb. 14)

Im Gänsepiel *Jeu Fin de Siècle*, 1890 ebenfalls in Frankreich erschienen, verweist das finale Feld in die Zukunft. Zu sehen ist die am Horizont eines Ozeans strahlend aufgehende Sonne. (→ Abb. 15) Sie kündigt das 20. Jahrhundert an, nachdem das vorletzte Feld das vorausgegangene Jahrhundert beerdigt hat. Das Spiel, das den naturwissenschaftlichen und technischen Neuerungen seit Beginn des 19. Jahrhunderts gewidmet ist, gibt im letzten Feld einen Ausblick auf kommende Innovationen: ein Turm, um ein Vielfaches höher als der Eiffelturm, der die Szenerie beleuchtet,⁴⁵ fantastische Flugmaschinen, die wie Schiffe durch die Lüfte rudern, Brücken mit riesigen Spannweiten sowie – im Bildvordergrund – eine pneumatische Bahn: „Paris–Marseille in fünf Minuten. Landungsplatz“ steht auf einem Schild geschrieben.

In Robidas Satire reisen die Bewohner:innen des fiktiven 20. Jahrhunderts ganz selbstverständlich mit der

pneumatischen Bahn zwischen den Kontinenten. (→ **Abb. 16**) Damit entzündete der Karikaturist und Autor knapp sechzig Jahre nach Heaths Vision erneut das utopische Potenzial der pneumatischen Technik für den transkontinentalen Hochgeschwindigkeitsverkehr; eine populäre Erzählung, auch außerhalb der technischen Literatur.

Abb. 12 (→ S. 70–71)

March of Intellect von William Heath, ca. 1828. Quelle: V0041098, Wellcome Library, London (CC BY 4.0)

"Lord how this world improves as we grow older."



MARCH of INTELLIGENCE

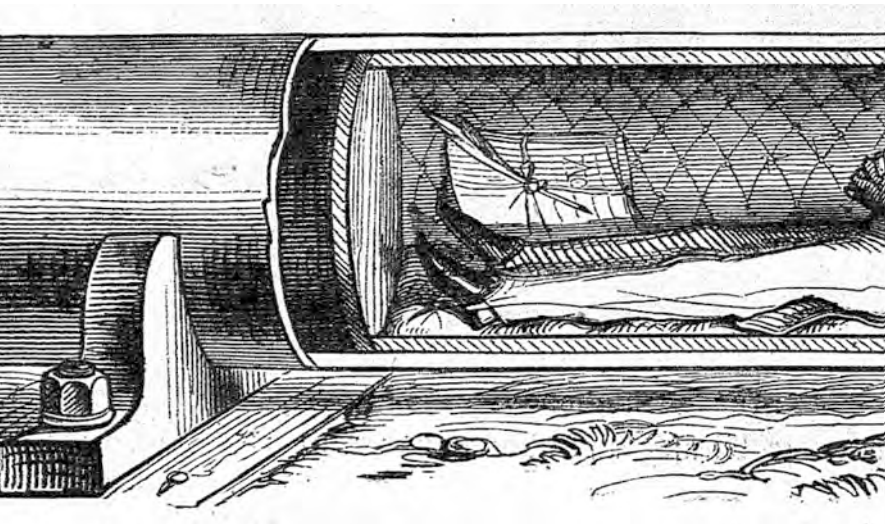


CT

Pub by J. McLean 26 Fleetmarket London

GRAND VACUUM TUBE COMPANY

71



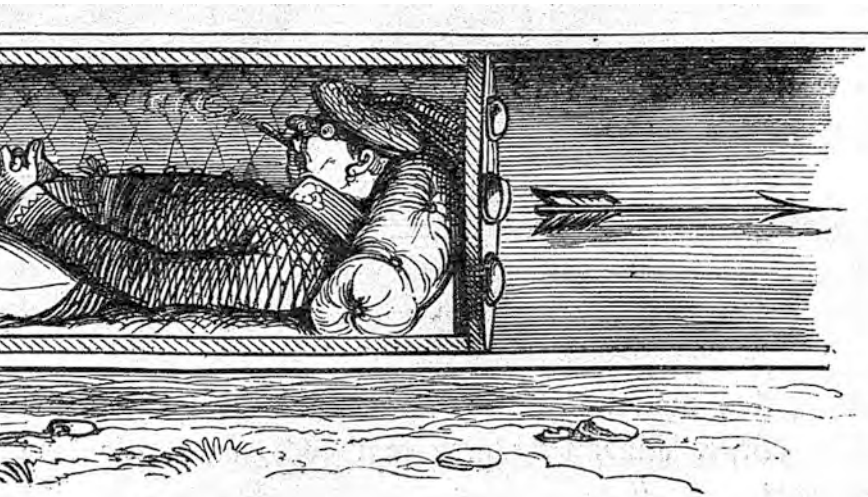


Abb. 13

„Das Telegraphiren von Personen keine Fabel mehr!“ Quelle: *Fliegende Blätter*, 24. Bd. (1856), S. 128



UN WAGON DE TUBE.

Abb. 14

Pneumatischer Waggon in *Le Vingtième Siècle* von Albert Robida.
Quelle: Robida 1883, S. 8



Abb. 15 (→ s. 76–77)

Pneumatische Bahn im *Jeu Fin de Siècle*, ca. 1890. Quelle: Sammlung Adrian Seville, 439, www.giochidelloca.it/scheda.php?id=439 (23.4.2025)







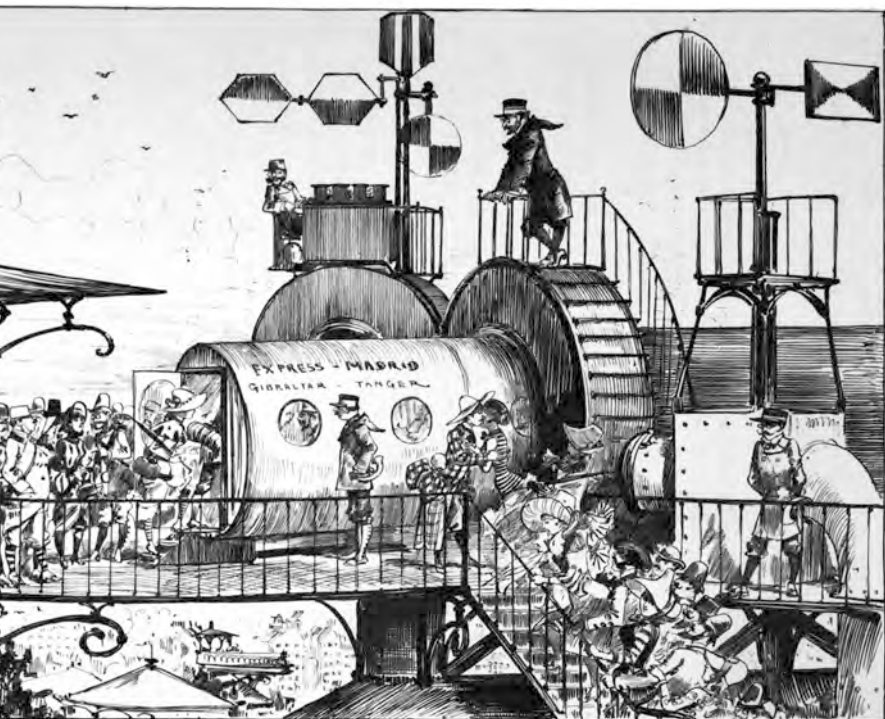


Abb. 16

Pariser Station der transkontinentalen pneumatischen Südbahn in Robidas Vision des 20. Jahrhunderts. Quelle: Robida 1883, o.S.

E r o b e r u n g

des

U n t e r g r u n d e s

K A P I T E L

V I I

F e l b i n g e r s
visionäre Leichenbahn sollte die Strecke zum Zentralfriedhof unterirdisch zurücklegen. Den mechanisierten Überlandverkehr erledigte in den 1870er Jahren die Lokomotive bereits sehr zuverlässig, weder die pneumatische Bahn noch die atmosphärische Eisenbahn wurden noch als ernstzunehmende Konkurrenz debattiert. Den urbanen Raum aber sahen viele Ingenieure wie eben Franz Felbinger weiterhin als potenziellen Anwendungsort für pneumatische Technik. Da das Weichbild der dichtverbauten europäischen Städte kaum Raum für Eisenbahntrassen bot, sollte die pneumatische Bahn im Untergrund rollen. Anfang des 19. Jahrhunderts war das Vordringen in den Raum unterhalb der Städte aber noch alles andere als selbstverständlich.

Das *Polytechnische Journal* urteilte 1825 über die englischen Versuche mit der pneumatischen Bahn, „die Idee des Unterirdischen quält die Britten jetzt so, wie die Franzosen und Deutschen die des Überirdischen. Nicht zufrieden mit Brücken unter den Flüssen durch, wollen sie jetzt auch Straßen unter den Bergen und Thälern hin.“⁴⁶ Der Autor der technischen Zeitschrift bemühte eine weithin bekannte Stelle in Vergils *Aeneis*: „Wenn ich die himmlischen Götter nicht erweichen kann, so werde ich die Hölle in Bewegung setzen“, ruft Juno wütend aus. Die Analogie war nicht zufällig gewählt. Der Untergrund galt vielen als unheimlich, als infernal. Trotz all der Erfahrung, die die Menschheit im Bergbau über Jahrtausende gewinnen konnte, blieben viele Fragen weiter ungelöst, der wissenschaftliche Blick auf beobachtete Phänomene war unscharf. In Paris stellte eine eigens eingerichtete

F r i e d h o f s e n q u ê t e
1737 einen Zusammenhang zwischen vermehrten Todesfällen unter Anrainer:innen des Cimetière des Innocents, des damals größten innerstädtischen Friedhofs der französischen Hauptstadt, und den vermuteten Ausdünstungen, den sogenannten Miasmen, aus dem Untergrund des Bestattungsplatzes her. Man glaubte, die Krankheiten, an denen die auf dem Friedhof Beerdigten gelitten hatten, würden durch Luft übertragen. Diese Miasmen, so die These, bewegten sich in der näheren Umgebung des Friedhofs je nach Luftzirkulation und Windrichtung, eine Infektion der angrenzenden Bevölkerung sei die Konsequenz. Eine weitere Enquête, die in der Öffentlichkeit heftig diskutiert wurde, führte 1763 dazu, dass das Stadtparlament die Bestattung auf den Pariser Friedhöfen aussetzte. Der städtische Untergrund galt den Studienautoren als ungesund, die Schließung der Friedhöfe sollte die hygienische Situation verbessern. 1776 bewirkte schließlich ein königlicher Erlass die Verlagerung der Friedhöfe aus den französischen Städten, die Miasmentheorie hatte sich zu diesem Zeitpunkt bereits international etabliert, und eine ausreichende Luftzirkulation galt Stadthygienikern fortan als neue Prämisse für eine gesunde Umwelt.⁴⁷

1805 stellte sich die Frage nach der Beschaffenheit des urbanen Untergrundes erneut, diesmal in London unter anderen Voraussetzungen. Der Grund für das Interesse an dem, was unterhalb der sichtbaren Struktur der Stadt lag, ergab sich aus der Notwendigkeit, neue Verkehrswege im rasch wachsenden Ballungszentrum zu schaffen. Die Thames Archway Company gründete sich mit dem Ziel,

einen unterirdischen Durchgang zwischen den wirtschaftlich wichtigen Docks nahe der Isle of Dogs in Ost-London herzustellen. Das Projekt galt von Beginn an als schwierig, schließlich sollte der erste Tunnel unterhalb eines Flusses gegraben werden. Die Thames Archway Company beauftragte Richard Trevithick und damit einen angesehenen Ingenieur 1807 mit der Durchführung.

Im Frühjahr 1808 sollte sich jedoch herausstellen, dass die von Trevithick gewählte Methode unzulänglich war, um den sandigen Boden so zu durchdringen, dass ein stabiler Tunnel herstellbar wäre. Der Ingenieur nutzte sein Wissen aus dem Bergbau, wo sich die Bergleute üblicherweise in felsiges Gestein vorarbeiteten; auf Sand und hierdurch eintretendes Wasser waren sie kaum vorbereitet. Das Unternehmen ging bankrott, die Fachwelt urteilte, dass derartige Tunnel generell nicht realisierbar seien, und so gab man den Themsetunnel vorläufig auf.

Fünfzehn Jahre nach Trevithicks Scheitern machte sich mit Marc Isambard Brunel (1769–1849) ein weiterer umtriebiger Ingenieur und Unternehmer an die Realisierung des Tunnels. Brunel wollte die geltende Expertenmeinung, der von der Thames Archway Company angestrebte unterirdische Bau sei generell undurchführbar, nicht hinnehmen und hatte bereits 1818 ein Patent für einen hydraulischen Schildvortrieb erworben, den er bei dem Tunnelbau einsetzen wollte. Trotz dieser technischen Innovation sollte die Fertigstellung des Themsetunnels noch bis 1843 dauern.

Die Themen, die in der Berichterstattung über Fort- und Rückschritte beim Bau behandelt wurden, waren für Felbingers späteren Entwurf einer pneumatischen Bahn

ebenso relevant, wie sie für die Vision eines luftbetriebenen Transportmittels generell bezeichnend sind.

„Die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit wurde“, schrieb 1825 das *Repertory of Patent Inventions*, „durch den tatsächlichen Beginn dieses wichtigen Unternehmens stark angeregt.“⁴⁸ Auch der Redaktion schien der Baubeginn, offiziell bewilligt mit einem eigenen Gesetz des Parlaments, bedeutsam. Brunel, „der für seine zahlreichen genialen und höchst nützlichen Erfindungen so bekannt ist“, genoss offenbar das Vertrauen der Autoren. (→ Abb. 17)

Brunel, 1769 in der Normandie geboren und in der französischen Marine ausgebildet, kam 1799 von den USA nach England und war zu dieser Zeit bereits US-amerikanischer Staatsbürger. Alexander Hamilton, sogenannter Founding Father, hochrangiger Offizier und ehemaliger Secretary of the Treasury, hatte Brunel ein Empfehlungsschreiben für die englische Admiralität mitgegeben – nach dem Unabhängigkeitskrieg kannte und schätzte man einander. Brunel reüssierte in England mit einer für die britische Marine errichteten Fabrik und bezog aus dem erfolgreichen Projekt jährliche Tantiemen, die es ihm – wenn sie auch nicht so reibungslos ausbezahlt wurden, wie Brunel erhofft hatte – erleichterten, seine späteren Unternehmungen, wie eben den Themsetunnel, zu finanzieren.⁴⁹

Als Brunel im Februar 1825 in London mit den Bauarbeiten zur Unterquerung der Themse begann, rückte die populäre Berichterstattung bald Geschichten in den Mittelpunkt, die von Angst und Schrecken im Untergrund zeugten, was nicht zuletzt durch viele Todesfälle im Zuge des unterirdischen Vortriebs befeuert wurde. Die Presse wusste von plötzlichen Wassereinbrüchen mit vielen

Opfern zu berichten sowie von einer unerklärbaren Krankheit, der sogenannten *tunnel disease*. Ganz den hygienischen Vorstellungen der Zeit entsprechend wähnte man sich in „gefährlichem Terrain“, wo man Verwesungsresten und Miasmen ausgesetzt war, die, so die Annahme, dort seit Jahrtausenden lagerten. In den Zeitungen war von einem Kampf zu lesen, der nicht nur gegen die natürliche Welt, sondern auch gegen den Tod ausgefochten werden musste. Doch Brunel und sein Sohn Isambard Kingdom (1806–1859) ließen sich nicht beirren und führten den Bau bis zu seiner Vollendung 1843 fort.⁵⁰ Das Ergebnis, ein Fußgängertunnel, rief allerdings keine allgemeine Euphorie ob der technischen Leistung hervor. Zeitgenössische Kommentare beschrieben die Passage unterhalb der Themse als Gefängnis, in dem sogar die Mauern in kaltem Schweiß stünden.⁵¹

Der Tunnel jedenfalls blieb bestehen, gegen eine Gebühr konnte er durchwandert werden. Wirklich relevant für den Verkehr war er nie, da die auf Fußgänger:innen beschränkte Nutzung die benötigten Transportkapazitäten nicht leisten konnte. 1865 erwarb die East London Railway Company das Bauwerk, und vier Jahre später fuhr die erste Eisenbahn durch den nunmehrigen Eisenbahntunnel; als Teil der Londoner U-Bahn nutzt die East London Line diesen noch heute.⁵²

Auch der von Marc Brunel eingeführte hydraulische Tunnelbohrschild sollte Bestand haben. (→ **Abb. 18**) Fünfzehn Jahre später adaptierte Joseph Bazalgette (1819–1891) Brunels Methode des Tunnelbaus für die Errichtung des Londoner Kanals – unter Bazalgettes technischer Leitung nahm man 1858 die Planung und Errichtung des

135 Kilometer langen Abwassersystems aus gemauerten Ziegeln in Angriff.⁵³ Zu diesem Zeitpunkt hatte sich die Rezeption des unterirdischen Raumes bereits grundlegend geändert, die furchterregenden Berichte über übersinnliche Phänomene im Erdreich waren verstummt. Die Durchführung von Bazalgettes Vorhaben ging zügig voran und konnte 1865 abgeschlossen werden.

Auch abseits der Städte gruben sich die Mineure über lange Strecken in den Untergrund. 1857 wurde mit den Arbeiten für den zwölfteinhalb Kilometer langen Mont-Cenis-Tunnel begonnen.⁵⁴ (→ **Abb. 19**) Er sollte eine neue Verbindung zwischen Frankreich und Italien durch die Alpen schaffen und dabei 140 Meter Höhenunterschied überwinden. Drei Jahre nach Beginn der Vortriebsarbeiten ermöglichte der Bauleiter Germain Sommeiller (1815–1871) mit der Einführung des pneumatischen Bohrers eine Halbierung der ursprünglich mit fünfundzwanzig Jahren angesetzten Bauzeit. Sommeillers Innovation beschleunigte die zuvor händisch ausgeführten Bohrungen und erleichterte die Arbeit der Mineure. Die Fertigstellung des Tunnels erfolgte daher bereits 1871.⁵⁵

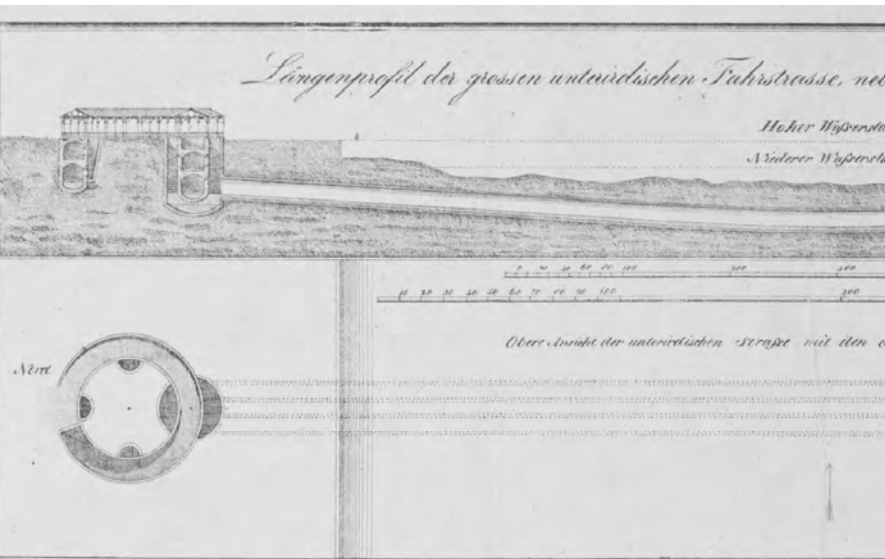
Ein Jahr nach Abschluss der Arbeiten am Mont-Cenis-Tunnel begann man mit den Bohrungen für das nächste Großprojekt. Der sogenannte Gotthardtunnel sollte nach seiner Fertigstellung im Jahr 1882 mit den fünfzehn Kilometern, die er in das Schweizer Gebirgsmassiv eindrang, der längste Tunnel seiner Zeit werden. Für die Baudurchführung wurden neu entwickelte pneumatische Lokomotiven, bei denen in einem Kessel komprimierte Luft die Kolben des Motors antrieb, anstelle von Pferden zum Abtransport des Aushubmaterials verwendet.⁵⁶ Neben

diesen technischen Innovationen bewies der Bau des Gotthardtunnels letztlich die grundsätzliche Möglichkeit, längere Distanzen unterirdisch zurückzulegen. Ein Zeitgenosse resümierte, dass man mit dem pneumatischen Bohrer und der luftbetriebenen Lokomotive nun über Systeme verfüge, die „das Problem der Durchschienung der Alpen“⁵⁷ praktisch lösten. (→ Abb. 20)

Mit der fortschreitenden Untertunnelung des urbanen wie alpinen Raumes verlor der Untergrund an Schrecken. Die parallel verlaufende stadthygienische Diskussion, eine gemeinsame Anstrengung von Expert:innen aus Architektur, Politik, Medizin, Geologie usw., hatte den urbanen Untergrund ebenfalls als wichtiges Betätigungsfeld im Fokus. Anscheinend spielte das Zusammenwirken von Schrecken und Faszination des Untergrundes eine wesentliche Rolle bei dessen Erfolg in der Populärkultur. Hatte sich der Autor des *Polytechnischen Journals* 1825 noch in Sarkasmus geflüchtet, als er über die englischen Anstrengungen berichtete, die pneumatische Bahn über- und unterirdisch zu einer lukrativen Form des Güter- und Personenverkehrs weiterzuentwickeln, so hatte sich zu Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Tonfall der Kommentare, die die Tunnelbauten begleiteten, bereits gewandelt.

Das massive Bevölkerungswachstum in Europa und der Ausbau der Eisenbahnlinien brachten es ab der Mitte des 19. Jahrhunderts mit sich, dass nicht nur in England, sondern auch am Kontinent kaum noch jemand das Vordringen neuer Verkehrswege in ehemals abgelegene Regionen in Zweifel stellte. Der neue Gotthardtunnel schloss das Tessin und die Semmeringbahn das Wechsel-

gebiet an den Verkehr des europäischen Festlandes an und öffnete die alpinen Regionen inklusive ihrer Gipfel für Reiselustige. Für diejenigen, die sich dem Bergsteigen lieber entziehen oder sich davon erholen wollten, hatte der Luxustourismus viel zu bieten. Auf einer Fahrt mit einem Dampfschiff über einen der wunderbar gelegenen Seen ließ sich das Alpenpanorama bestaunen, in den Billardcafés konnten sich die Spieler:innen, wenn auch nicht wie bei einer Bergtour schwitzend, im Wettstreit messen, und in den Salons der edlen Hotels wurde musiziert und gelesen.⁵⁸ Die Fahrt mit der Eisenbahn brachte ganz neue Erfahrungen für den Menschen des 19. Jahrhunderts, wie der Historiker Wolfgang Schivelbusch (1941–2023) in seiner Studie über die Eisenbahnreise herausarbeitete, und diese Erfahrungen schlossen auch die Landschaft mit ein.



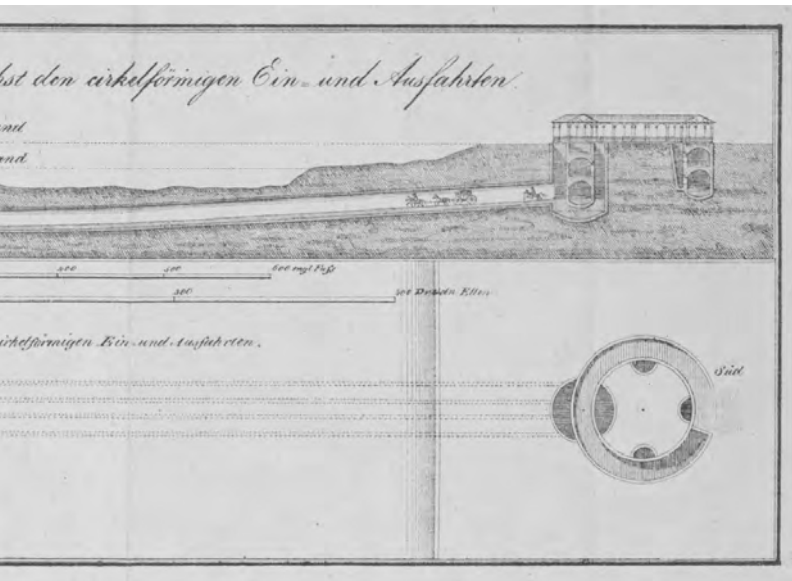


Abb. 17

Entwurf des Themsetunnels von Marc Isambard Brunel. Quelle: Löhmann 1826, o.S.

Mechanic's Magazine, Museum, Register, Journal, & Gazette.

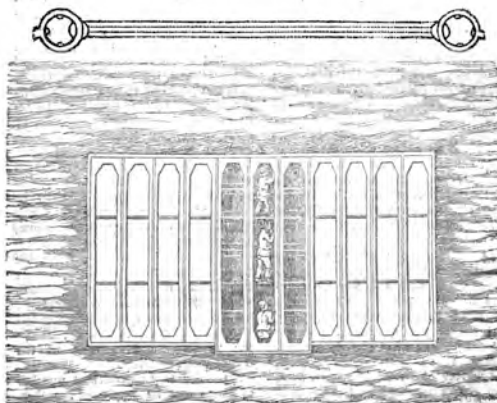
O mortal man, who livest here by toil,
Do not complain of this thy hard estate;
That, like an eunuch, thou must ever mope,
Is a sad sentence of an ancient date,
And certes there is for it reason great;
For tho' sometimes it makes thee weep and wail,
And curse thy star, and early drudge and late,
Withouten that would cease an heavier bale,
Loose life, unruly passions, and diseases pale.

Thomson's Castle of Indolence.

No. 5.]

SATURDAY, SEPTEMBER 27, 1822.

[Price 3d]



DESCRIPTION OF A NEW PLAN OF TUNNELLING, CALCULATED FOR
OPENING A ROADWAY UNDER THE THAMES.

(By M. J. Brunel, Esq. C. E. F.R.S.)

To discover convenient and efficacious means for opening a spacious subterraneous communication between the shores of a great river, without occasioning any obstruction to the navigation, has long been a

F

Abb. 18

Brunels Tunnelbohrschild. Quelle: *Mechanic's Magazine*, 27.9.1823, S. 65



Abb. 19

**Portal des Mont-Cenis-Tunnels als Nachbau auf der Weltausstellung 1873.
Quelle: Wiener Photographen-Association (Stereofotografie, Detail), Wien
Museum Inv.-Nr. 173700/12 (CC0)**

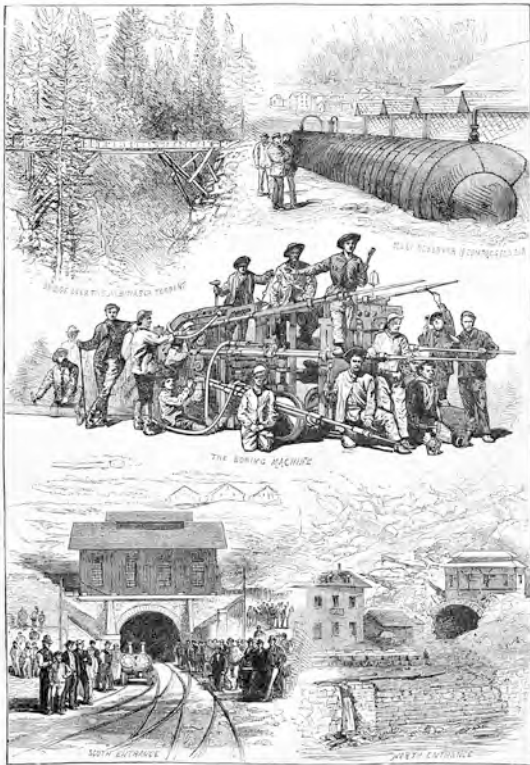
THE ST. GOTTHARD TUNNEL.

In the very center of this stupendous horde of mountain ranges, called the Alps, which shut off Italy from Switzer land, and from hence and the Austrian Tyrol on each hand, stretching to the Gulf of Genoa and to the Adriatic, a plan for engineering work is about to be commenced. The one direction of the St. Gotthard railway tunnel is not less its purpose, we consider, than that of the Mona Cava Tunnel, connecting France and Prussia with Plombon and the western and central portions of the Italian kingdom. It will afford more direct and independent communication, not only between Germany and Italy, but also between England and Italy, while Switzerland, Belgium, and the whole of Central and Northern Europe will obtain immediate access to the

Mediterranean and to its ports for trade with the Levant. We observe, therefore, with satisfaction, that an International Conference, lately held at Berne upon the means of making conflict ended, by giving Switzerland no more armed resistance intended in the project, has agreed upon a full division of the cost. One thousand of the works that have already undergone a temporary suspension, in consideration of a necessary kind, were prepared some time ago from a series of photographs which its official architect had sent, accompanied by his own description of the subject. The following is a translation of his account of it.

Between the Simplon, in the west, and the Leman and Rhodan, in the east, in the east of it, there lies the

St. Gotthard, in the center of which is the St. Gotthard Tunnel, which is about nine miles and one-half in length. The north entrance is situated near the village of Grosse Pointe, in the Canton of Uri, which was only, during a few summer weeks, visited by the clubs of foreign tourists, on their way to see the Felschen Glacier or taking the St. Gotthard Pass for their route to Italy. Before the construction of the tunnel works, the



THE ST. GOTTHARD RAILWAY TUNNEL WORKS.

Abb. 20

Beim Bau des Gotthardtunnels eingesetzte pneumatische Geräte, 1877.

Quelle: *Scientific American Supplement*, 4. Bd., 8.9.1877, S. 1392

Under

B r o a d w a y

R e c e p t i o n

K A P I T E L

V I I I

T h e
distinguishing characteristic of the pneumatic system
is, that *the car is propelled by the wind*.

Alfred Ely Beach: *The Pneumatic Dispatch*, New York 1868, S. 38

Felbinger scheute sich 1874 nicht, die Quelle seiner Inspiration für die pneumatische Leichenbahn offenzulegen:

Gestützt auf die, durch die thatsächliche Theilnahme des gezeichneten Ingenieurs an der Ausführung des pneumatischen Tunnels in New-York und später gesammelten Erfahrungen über den Betrieb der pneumatischen Paquet-Post in London, glaubt derselbe die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass die vorliegende Anlage alle beanspruchten (praktischen) Vortheile bieten würde.⁵⁹

Der von Felbinger erwähnte pneumatische Tunnel in New York war das genialische Projekt von Alfred Ely Beach (1826–1896), Unternehmer und Herausgeber des *Scientific American*, einer bis heute verlegten populärwissenschaftlichen Zeitschrift.

Beach hatte in den 1860er Jahren die unterschiedlichen Experimente englischer und französischer Ingenieure zu mit Luftdruck angetriebenen Eisenbahnzügen genau verfolgt. Er sammelte die aus den Tests und aus dem Betrieb der Pneumatik gewonnenen Erfahrungen sowie die Methoden und das Wissen aus dem Bau des Themsetunnels und fasste den Stand der Technik 1868 in der Publikation *The Pneumatic Dispatch with Illustrations* zusammen. Im Jahr zuvor hatte Beach bereits auf der Erfindermesse

American Institute einen funktionierenden Prototyp der pneumatischen Bahn präsentiert, die ihm für New York City vorschwebte.⁶⁰ (→ **Abb. 21**) Interessierte konnten in außerordentlich feinen Salonwagen Platz nehmen und die geplante Bahn im Betrieb erleben. Die kurze Strecke simulierte die aus Holz gefertigte Röhre mit einem Durchmesser von rund zweieinhalb Meter, in der die Waggons auf Schienen fuhren. Durch ein Fensterband auf der Oberseite der Röhre fiel Licht ein. Eine Dampfmaschine setzte eine riesige Luftpumpe in Gang. Die vom Wind angetriebenen Waggons verloren automatisch an Fahrt, wenn sie die Station erreichten und sich damit außerhalb des in der Röhre herrschenden Luftdrucks befanden. Das machte das System sicher, der Bremsvorgang war technisch determiniert und erfolgte sanft. Brachte man die Waggons wieder in den Luftstrom, wirkte die Kraft erneut auf die Querschnittsfläche, und die Waggons nehmen erneut Fahrt auf.

Beachs Plan sah naturgemäß längere Fahrten vor: Die projektierte Bahn sollte die Passagiere von der New Yorker City Hall zum Madison Square in fünf Minuten, zum Central Park in acht Minuten, nach Harlem und Manhattanville in vierzehn Minuten, Washington Heights in zwanzig Minuten, Jersey City oder Hoboken in fünf Minuten, zur City Hall in Brooklyn in drei Minuten befördern. In seiner Schrift *The Pneumatic Dispatch with Illustrations* erklärte Beach, mit welchen technischen Lösungen er diese Vision realisieren wollte: Die Klimatisierung der Waggons erledigte der Luftstrom in der Röhre, je nach Bedarf erwärmt oder gekühlt, Wasserstoffleuchten

sorgten für die Beleuchtung in den Waggonen. Das Rohrsystem konnte sowohl unterhalb als auch oberhalb der vorhandenen Straßen und Flüsse verlegt werden, und Beach versicherte, dass die Fahrt innerhalb des Rohrsystems sehr ruhig und weitgehend frei von Stößen und Rütteln verlaufen würde. (→ **Abb. 22**)

Beach konstruierte seinen Prototyp entlang der europäischen Entwürfe, die wiederum auf Medhursts Konzepte der pneumatischen Bahn bzw. der atmosphärischen Eisenbahn zurückgingen. Mitte der 1860er Jahre hatten sich aber die von Lokomotiven gezogenen Eisenbahnen bereits so weit durchgesetzt, dass kaum noch jemand an die Verwendung der luftgetriebenen Versionen im Überlandverkehr glaubte. Beach hatte erkannt, dass nur ein Anwendungsbereich verblieb, und zwar im städtischen Transport von Gütern und Menschen; und das hatte auch mit den Realitäten der Stadtentwicklung und der Technik zu tun.

Um 1860 endeten europäische Eisenbahnlinien üblicherweise in den großen Kopfbahnhöfen vor den Städten. Bahnhöfe waren kein integraler Bestandteil der Stadt, wie der Historiker Schivelbusch betont.⁶¹ Aufgrund der „Belästigung durch Rauch, Funken, Asche u. dergl.“⁶² durch die Lokomotiven und wegen der Explosionsgefahr der Kessel bzw. eines möglichen Brandes durch Funkenflug nahm man Abstand davon, die Eisenbahn durch die ohnehin viel zu engen Häuserschluchten fahren zu lassen.

Die großen europäischen Metropolen wuchsen allerdings um die Jahrhundertmitte in bislang unbekanntem Ausmaß. Die Industrialisierung und Konzentration der Arbeit in großen Manufakturen bzw. in Fabriken führten auch dazu, dass Wohn- und Arbeitsraum immer weiter aus-

einanderlagen und größere Strecken zurückgelegt werden mussten. Es gab also großen Bedarf an Massentransportmitteln, wie eben die Eisenbahn.

In den 1860er Jahren nahmen Ingenieure diverse Experimente mit unterschiedlichen Lokomotiven für den städtischen Raum vor, die unter anderem mit Federwerken und extern produziertem Wasserdampf angetrieben wurden. Als einzig zuverlässiger Motor sollte sich auch hier die Dampfmaschine erweisen. Sie wurde vor die Waggonen in Form einer verkleinerten und leichteren Lokomotive gespannt oder in den Wagen selbst eingebaut. Bis Ende der 1870er Jahre befand man sich bei Stadtbahnen allerdings noch im „Stadium des Experimentirens“,⁶³ wie ein zeitgenössischer Eisenbahnexperte resümierte. Ein endgültiges Urteil, welche Antriebstechnik sich durchsetzen würde, konnte noch nicht gefällt werden. Als eines der Hauptargumente gegen die Einführung von Dampftrams im innerstädtischen Verkehr wurde die – nach wie vor bestehende – Effizienz des Pferdebahnbetriebs gegenüber den hohen Infrastruktur- und Betriebskosten der Lokomotive angeführt.

Konsequenterweise hielten Ingenieure daher in den 1860er und 1870er Jahren die Einsatzbarkeit der Lokomotive in Städten für begrenzt, was wiederum Raum für alternative Antriebstechnik und viel Spekulation bot. Vor allem der Betrieb von Untergrundbahnen stellte technisches Neuland dar. Bei sensiblen Anwendungen, wie zum Beispiel im Bergbau oder eben in geschlossenen Tunnelsystemen, war die Lokomotive zu riskant. Die Pneumatik wurde gemeinhin als „saubere“ Alternative gehandelt, folglich riefen Pläne zu mit ihr angetriebenen

Untergrundbahnen während dieser zwei Jahrzehnte viel Aufmerksamkeit hervor – wieder einmal.

1864 sorgte eine pneumatische Bahn in Sydenham, heute ein Teil Londons, für weltweites Aufsehen. Nahe dem Crystal Palace präsentierte Thomas Webster Rammell (1814–1879) eine 550 Meter lange Versuchsanlage. Besucher:innen konnten sich in einem modifizierten Eisenbahnwaggon durch den eigens errichteten Tunnel von annähernd drei Meter Durchmesser transportieren lassen.⁶⁴ (→ **Abb. 23**) Der Ort der Präsentation der neuen pneumatischen Bahn war nicht zufällig gewählt. Crystal Palace war das Ausstellungsgebäude, auf das sich die internationale Aufmerksamkeit des (Fach-)Publikums richtete und in dem 1851 die erste Weltausstellung ausgerichtet worden war.

Der Luftdruck, der für die Beschleunigung von Rammells Waggon auf 40 Kilometer pro Stunde notwendig war, nahm sich verhältnismäßig gering aus. Die Querschnittsfläche der Waggons, die sich an die Innenseite des Tunnels anschmiegte, konnte mehr Kraft aufnehmen als die Kolben, die bei der atmosphärischen Eisenbahn bis Ende der 1850er Jahre zum Einsatz gekommen waren. Rammells Konstruktion benötigte zwar große Mengen bewegter Luft, sie musste aber keinen hohen Druck aufweisen und war technisch einfacher herzustellen als die stark komprimierte Luft, die bei atmosphärischen Eisenbahnen notwendig war.

Die pneumatische Bahn in Sydenham gelangte nicht über das Versuchsstadium hinaus, Rammells Vision einer pneumatischen Untergrundbahn für London fand letztlich nicht die notwendige Finanzierung und stand in den

1860er Jahren mit der Errichtung unterirdischer Eisenbahnabschnitte in etablierter Technik in Konkurrenz. Rammell widmete sich daher in den folgenden Jahren einem anderen Teilgebiet der pneumatischen Förderung. Seine technische Ausführung überlebte aber im Prototyp, den Beach 1867 auf der New Yorker Messe präsentierte.

1869 ging Beach an die tatsächliche Umsetzung seiner Vision und ließ einen rund einhundert Meter langen Tunnel unterhalb des Broadway graben. Am 26. Februar 1870 präsentierte Beach den fertiggestellten pneumatischen Tunnel und die dazugehörige Wartestation der Öffentlichkeit. Im Zuge der „Under Broadway Reception“,⁶⁵ wie Beach die Eröffnungsfeier nannte, durften die geladenen Gäste, unter ihnen Personen aus Journalismus, Politik und Technik, die Versuchsstrecke und den Betrieb der pneumatischen Untergrundbahn im Maßstab 1:1 erleben. Die Bahn konnte bis zu zwanzig Personen in einem Waggon befördern. (→ **Abb. 24**) Die Presse feierte die pneumatische Untergrundbahn als Sensation: Beachs mediale Strategie war aufgegangen.⁶⁶

Beachs Versuch, die Popularität der Erfindung Ende der 1860er Jahre in ein erfolgreiches Unternehmen zu überführen, war der wohl prominenteste Mediencoup dieser Zeit. Nur wenige Jahre später griff Franz Felbinger in Wien Beachs mediale Taktik auf, und auch ihm gelang es, aus der Aufmerksamkeit, die seine pneumatische Leichenbahn erregte, letztlich Kapital zu schlagen. Viele Elemente der Broadway-Bahn finden sich im Entwurf von Felbinger und Hudetz wieder: die grundlegende pneumatische Technik, das Tunnelprofil, die Tunnelbauweise und auch die luxuriöse Ausstattung. Beach wollte mit

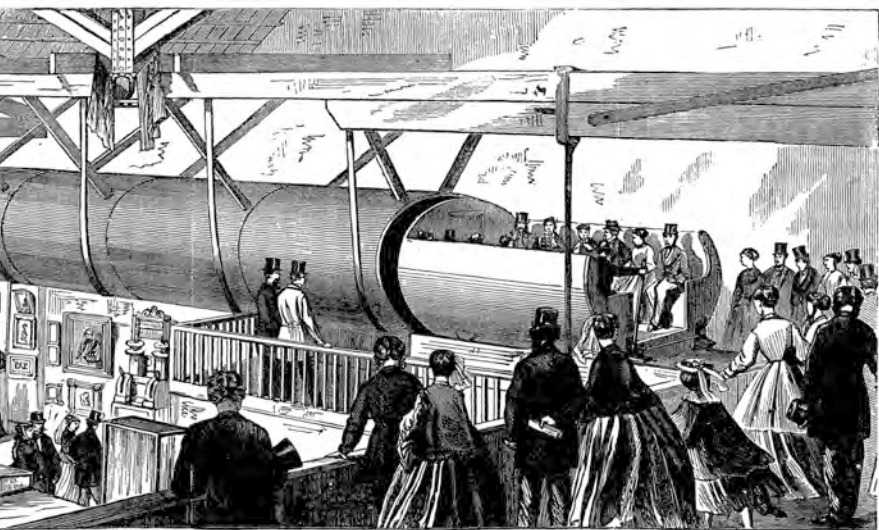
seinen hochwertig ausgestatteten Waggons den Beklemmungen, die die Bahn im städtischen Untergrund verursachte, entgegenwirken, Ängste nehmen und den Komfort des luftbetriebenen Reisens herausstreichen. Der Architekt Hudetz übernahm diese gestalterische Opulenz. Die Abschied nehmenden Angehörigen sollten, so der Anspruch, in der Begräbnishalle ein ehrerbietiges Ambiente vorfinden; das technische Spektakel des sogenannten Versenkungsarkophages, auf dem die Särge aufgebahrt und im Anschluss an die Zeremonie in das Souterrain der Begräbnishallen abgesenkt wurden, verstanden Felbinger und Hudetz als ästhetische Rahmung ihres Projekts und Teil der gesamten Inszenierung – bürgerlicher Totenkult und technische Moderne ergänzten einander, auch in der medialen Vermittlung.⁶⁷ (→ **Abb. 25**)

Drei Jahre lang konnte Beach seine Versuchsstrecke unterhalb des Broadway betreiben. Sein Geschäftsmodell sah vor, den Betrieb der pneumatischen Bahn auf ganz Manhattan auszudehnen. Gegen das politisch gestützte Omnibusmonopol in New York konnte sich Beach aber nicht durchsetzen, und so musste er den Betrieb einstellen. Auch sonst konnte sich die pneumatische Bahn nirgendwo dauerhaft durchsetzen. Der Traum, die pneumatische Bahn würde große Distanzen in kürzester Zeit überwinden, blieb jedoch weiterhin präsent und durfte in populären Medien weitergeträumt werden.



Abb. 21 (→ S. 102)

Prototyp des *Beach Pneumatic Transit* auf der Messe des American Institute, 1867. Quelle: Beach 1868, S. 41



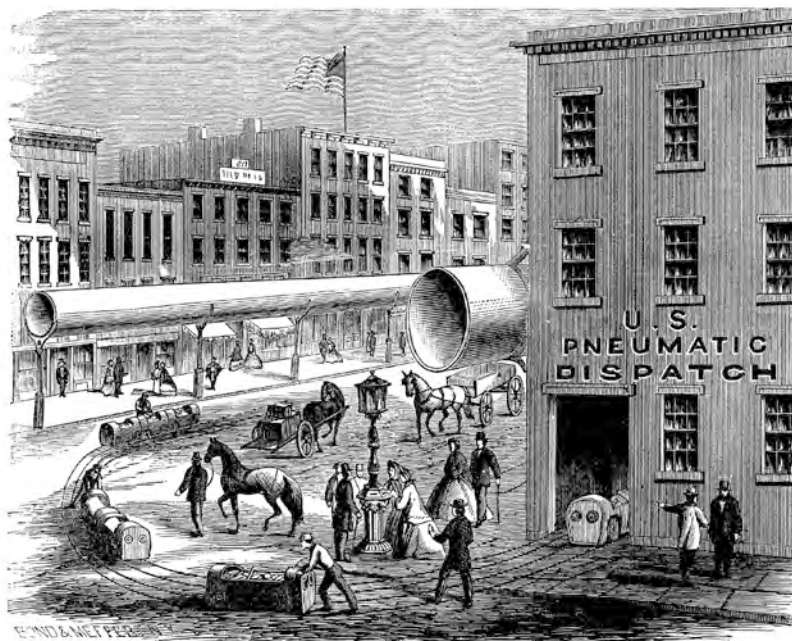


Fig. 10.—The Pneumatic Elevated Railway. (Designed by A. E. Beach.)

Abb. 22

„The Pneumatic Elevated Railway“ von Alfred Ely Beach. Quelle: Beach 1868, S. 51

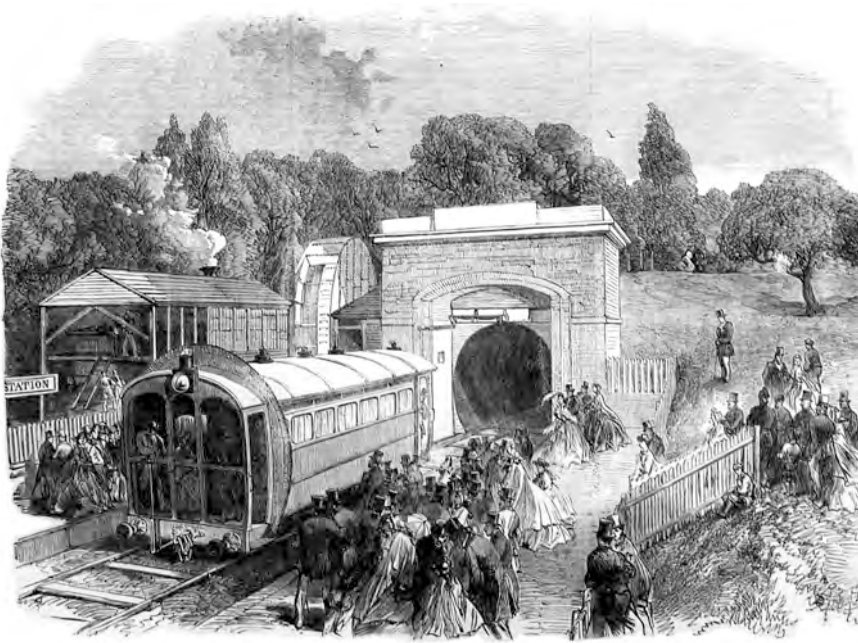


Abb. 23

Thomas Webster Rammells Prototyp einer pneumatischen Bahn, 1864.

Quelle: *The Illustrated London News*, 45. Bd., Nr. 1277 (10.9.1864), S. 276

(Foto: FB)



Abb. 24

Alfred Ely Beachs „Under Broadway Reception“, 1870. Quelle: *Scientific American*, 5.3.1870, S. 154 (Foto: FB)

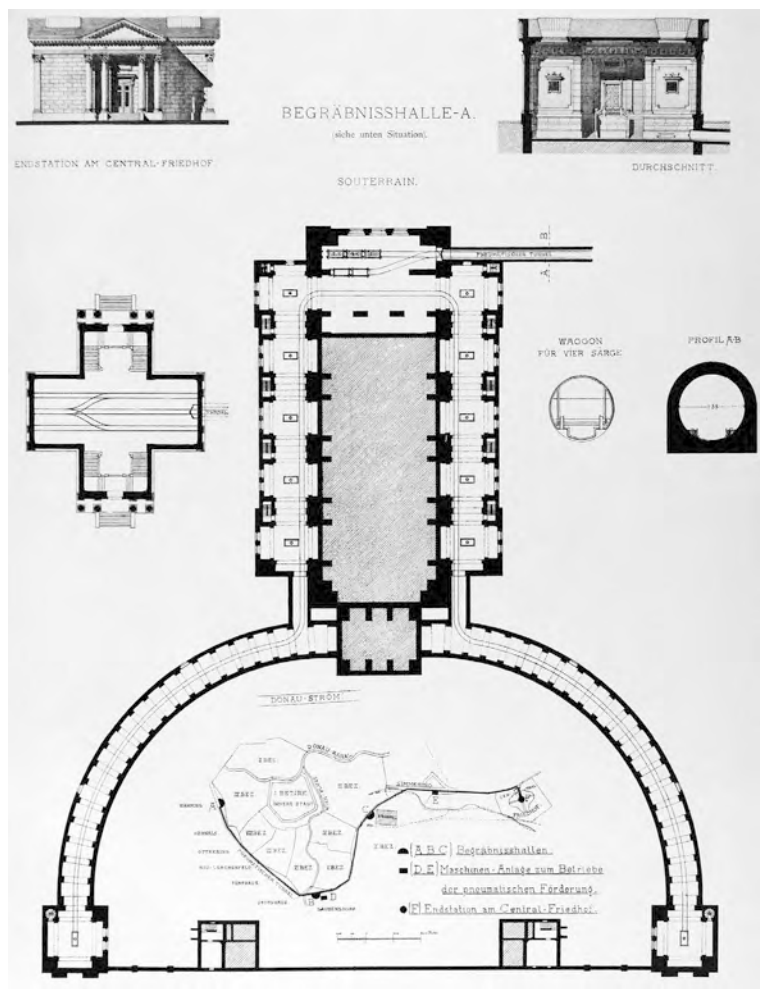


Abb. 25

Felbinger und Hudetz verstanden ihre Begräbnishalle als ein stadtplanerisches Ensemble. Quelle: Hudetz 1886, Tafel 55 (Foto: FB)

Die

W i e n e r

Rohrpost

e r ö f f n e t

K A P I T E L

I X

bereiste der Zivilingenieur Felbinger im Auftrag des k. k. Handelsministeriums Europa, um den Stand der Rohrposttechnik zu prüfen.⁶⁸ Das Ministerium hatte Ende 1873 die Absicht verlautbart, eine Rohrpost errichten zu lassen, um „dem Publikum“ mit den „pneumatische[n] Localdepeschen ein neues Verkehrsmittel“⁶⁹ bieten zu können. Dieses neue Transportmittel sollte die bestehende Infrastruktur des Telegrafennetzes insofern ergänzen, als die lokale Zustellung zwischen den unterschiedlichen Telegrafestationen innerhalb Wiens nur sehr langsam vonstatten ging. Mit der Rohrpost sollten in Zukunft die transkribierten Telegramme physisch von einer Station zur nächsten bewegt werden, also nicht mehr durch erneutes Kodieren und Dekodieren über die Telegrafенleitung.

1874 gab es zwei durchwegs unterschiedliche Ansätze, die Luft für die Kommunikation einzusetzen. In London unterstützte die private London Pneumatic Despatch Company seit 1863 das staatliche General Post Office beim Transport von Briefen, Paketen und leichter Fracht innerhalb des Stadtgebietes. In Paris hingegen beförderte die Rohrpost bereits Telegramme zwischen den öffentlichen Telegrafenamtern, die Errichtung war staatlich finanziert und organisiert und deckte sich sowohl in der technischen Ausführung als auch im politischen Selbstverständnis mit den vom k. k. Handelsministerium formulierten Zielen.

In London war die alte Idee der pneumatischen Bahn in den Reportagen über den Betrieb und die Funktionsweise der Pneumatic Despatch Company noch präsent. Gerne berichteten die Blätter von unterirdischen Fahrten einzelner Personen zwischen den Poststellen in den

W a g g o n s ,
die durch ihre Größe nicht nur Fracht, sondern gelegentlich auch Passagiere aufnehmen konnten. Die Faszination für die Technik hatte nicht zuletzt mit den handelnden Personen zu tun, schließlich war Thomas Webster Rammell, der 1864 die bereits erwähnte pneumatische Bahn beim Crystal Palace präsentierte, einer der Gesellschafter der Pneumatic Despatch Company. Gemeinsam mit Latimer Clark (1822–1898) hatte er 1859 das Unternehmen gegründet. Er wusste, das öffentliche Interesse an der Technik für sein Geschäftsmodell einzusetzen. (→ Abb. 26)

Die französischen Ingenieure, die die technische Umsetzung der Londoner Rohrpost begutachtet hatten und das System für den elektrischen Telegrafen nutzbar machen wollten, resümierten, dass sich der Erfolg der Implementierung des pneumatischen Transportes vor allem an einem Punkt entschied: Die Technik müsse auf eine einzige Anwendung limitiert werden, ein zu komplexes System wäre hingegen hinderlich.⁷⁰ In Paris entledigte man sich folglich aller weiteren Ansprüche, die der Transport von Gütern und Menschen mit sich brachte, sowie all der Versprechungen von Beschleunigung, Überwindung von Hindernissen, seien dies Gebirge oder Meere, und emanzipatorischen Potenzialen – in Paris wurde aus der Rohrpost der pneumatische Telegraf. Zum Transport vorgesehen war letztlich nur noch Information in Form von Depeschen, keine Briefe, keine Pakete, keine Passagiere.

Im Unterschied zur Rohrpost in London war der pneumatische Telegraf in Paris nicht auf privates Kapital angewiesen. Er war Teil des Staatsapparates, hatte wesentliche

militärische Aufgaben zu erfüllen und schlichtweg zu funktionieren. Eben dazu waren die Ingenieure an der École polytechnique seit 1794/1795 ausgebildet worden. Parallel zur französischen Ingenieursausbildung entstand das englische Berufsmodell des Zivilingenieurs, das ganz allgemein die Tätigkeit in Technik und Konstruktion meinte. Zivilingenieure durchliefen keine einheitliche Ausbildung, Hochschulen waren keine Voraussetzung, und so zeichnete sich dieses heterogene Bild auch in den Berufsverbänden ab. Das „Heroenzeitalter der Ingenieure,“⁷¹ wie der Historiker Eric J. Hobsbawm es nannte, war – je nach technischem Umfeld – vor allem von Männern getragen, die ihre Ausbildung überwiegend in der Praxis erlangt und keine technische Hochschule besucht hatten. Einigen dieser Männer sind wir bereits begegnet, darunter George Medhurst, Marc Isambard Brunel und Alfred Ely Beach.

Felbinger besuchte von 1861 bis 1866 das 1815 gegründete k. k. Polytechnische Institut in Wien und genoss eine spezifische Ausbildung als Maschinenbauer. Die Kurse, die Felbinger besuchte, umfassten natur- und technikwissenschaftliche Ausbildung in Mathematik, Physik, darstellende Geometrie, Mechanik, Maschinenzeichnen, Feldmesskunst und Höhenmessen, Situationszeichnen, Landbau, mechanische Technologie, Straßen- und Wasserbau. Darüber hinaus erhielt er Unterricht in kommerziellen Belangen wie Baubuchhaltung, Bank- und Amtsm Manipulation, Handelswissenschaften und Nationalökonomie. Nach Abschluss der Schule – zur Hochschule wurde das Institut erst 1875 – begann der noch berufsunerfahrene Felbinger in den Fabriken von Georg Sigl (1811–1887) als Ingenieur zu arbeiten. Sigl seinerseits

hatte seine Tätigkeit als Maschinenbauer ursprünglich mit der Produktion von Druckpressen in den 1840er Jahren aufgenommen, im Laufe der Jahre brachte er es zu einem großen Unternehmen mit Standorten in Wien, Wiener Neustadt und Berlin, das Lokomotiven und bewegliche Dampfmaschinen, sogenannte Lokomobile, Seilbahnen und komplexe Dachstühle baute und in vielen weiteren Bereichen des Maschinenbaus tätig war. Bereits 1866, als Felbinger in das Unternehmen eintrat, wurden in den drei Standorten unterschiedliche Maschinentypen produziert. In den folgenden Jahren bis 1873 lernte Felbinger Sigls Unternehmergeist und die technische Anwendung von theoretischem Wissen in der Produktion von komplexen Maschinen kennen. Von einer Studienreise durch die USA 1870 bis 1872 nahm Felbinger zudem das geschickte Spiel mit der Öffentlichkeit mit, das er beim Studium von Beachs Untergrundbahn in New York erlernte.

Im Jahr 1874 gelang dem dreißigjährigen Felbinger der große Coup. Mit der Veröffentlichung des Projektes eines pneumatischen Leichentransportes präsentierte er sich als *der* Experte für Pneumatik im Habsburgerreich.⁷² Damit zog er die Aufmerksamkeit des k. k. Handelsministeriums auf sich, das ihn als externen Gutachter einsetzte. Seinen Mitautor Hudetz hatte er im Rahmen seiner ersten Tätigkeit nach seiner Rückkehr aus den USA als Zivilingenieur kennengelernt: Felbinger war 1872 bis 1873 für die Errichtung einer Seilbahn auf den Leopoldsberg verantwortlich gewesen, eine der Attraktionen, die dem Publikum der Weltausstellung 1873 geboten wurden. Im Projekt koordinierte Felbinger die Konstruktion und Fertigung technischer Apparaturen sowie die Durchführung eines

großen Bauvorhabens. Sein Mentor Sigl lieferte die Maschinen, die Arbeiten im Gelände und die Errichtung der Berg- und Talstation führte die Union-Baugesellschaft durch. Hudetz war von 1872 bis 1875 „Chef-Architekt“ dieser Gesellschaft.

Die bereits gewonnene Erfahrung als Maschinenbauer und Zivilingenieur, als angehender Unternehmer, als Autor und Vortragender scheinen das Ministerium davon überzeugt zu haben, Felbinger mit der wichtigen Aufgabe zu betrauen, die Wiener Stadtrohrpost zu realisieren.⁷³ Was genau im Jahr 1874 dazu führte, dass Felbinger vom Gutachter zum Rohrpostunternehmer wurde, lässt sich anhand der überlieferten Quellen kaum rekonstruieren. Felbinger empfahl jedenfalls dem Ministerium das Pariser System zur Umsetzung und sprach sich damit gegen das englische System, das auch Pakete und sogar Menschen transportieren konnte, aus. Mit dem französischen Ingenieur Arthur Crespin (1839–?) konnte er einen erfahrenen Maschinenbauer als Kompagnon gewinnen. Crespin belieferte den pneumatischen Telegrafen in Paris mit Send- und Empfangsapparaten und hatte sich auch theoretisch mit dem Transportsystem auseinandergesetzt.⁷⁴ Im August 1874 scheinen Crespin und Felbinger erstmalig mit ihrem gemeinsamen Unternehmen auf.⁷⁵ Die tatsächliche Errichtung des pneumatischen Telegrafen in Wien erfolgte sehr rasch. Bereits am 1. März 1875 nahm die Stadtrohrpost ihren Betrieb auf.

Zwei Jahre nach der Eröffnung der Wiener Rohrpost berichtete die Pariser *Publication industrielle* ausführlich über die eingesetzten Maschinen und die Organisation der einzelnen Stationen sowie über die Netzwerke, die sie mit-

einander verbanden.⁷⁶ (→ **Abb. 27**) Die zehn Stationen waren 1. die k. k. Telegrafen Centrale am Börseplatz, 2. das Hauptpostgebäude am Fleischmarkt, 3. Kärntnerring, 4. Wieden; 5. Gumpendorfer / Magdalenstraße, 6. Neubau, 7. Josefstadt, 8. Börse, 9. Leopoldstadt und 10. Landstraße. Nur die Stationen 1, 2 und 5 waren mit Dampfmaschinen ausgestattet, die die Pumpen antrieben, um die Luftbehälter zu füllen (Luftüberdruck) bzw. zu leeren (Luftunterdruck).

Die Gesamtlänge der Ringbahn betrug rund neun Kilometer und verband alle Stationen miteinander – mit Ausnahme der Stationen 8 bis 10. Das Wiener Netz wurde, ähnlich dem Pariser Vorbild, aus miteinander verschweißten Eisenrohren mit einer Länge von fünf Metern und einem Innendurchmesser von 65 Millimetern gefertigt. Diese Rohre wurden unterirdisch in etwa einem Meter tiefen Gräben verlegt, um sie vor Witterungseinflüssen zu schützen. Zwei benachbarte Stationen waren jeweils durch eine Telegrafenleitung verbunden. Die Kommunikation zwischen den Rohrpostbeamten beschränkte sich auf Abfahrts- und Ankunftssignale der Sendungen sowie auf die Anforderung von Luft, sofern die jeweilige Station nicht über eine eigene pneumatische Anlage verfügte.

Die schnelle Umsetzung der Rohrpost, die mit ihren zehn Stationen die Innere Stadt mit sechs Bezirken, den in den zweieinhalb Jahrzehnten zuvor eingemeindeten Vorstädten, verband, war letztlich nur möglich, da die benötigte Technik bereits entwickelt war und ohne große Wartezeit zugekauft werden konnte.

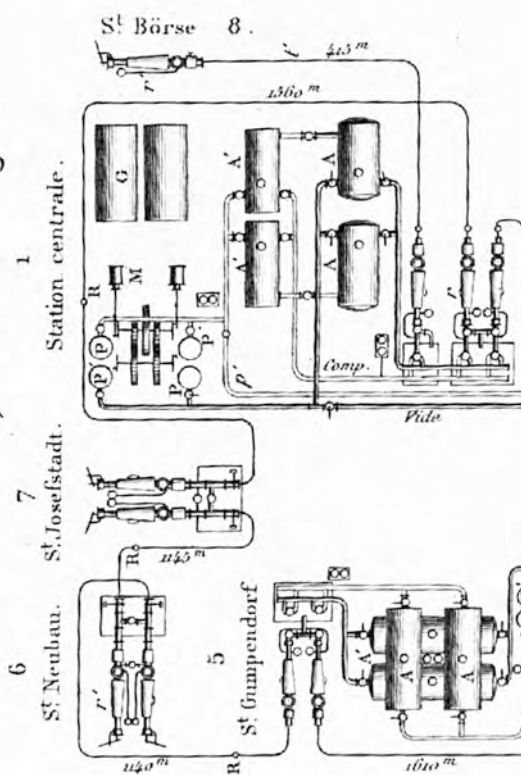




Abb. 26

1863 eröffnete die Pneumatic Despatch Company den ersten Abschnitt ihrer Rohrpost zwischen dem Bahnhof Euston und dem Postamt Eversholt Street. Quelle: *The Illustrated London News*, 42. Bd., 28.2.1863, S. 213 (Foto: FB)

Installation des postes. Fig. 2.



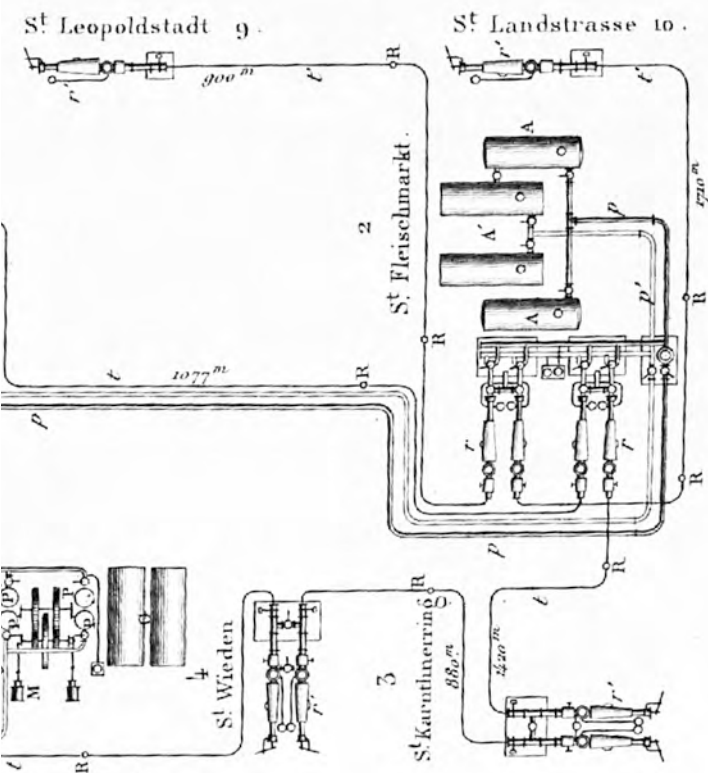


Fig. 1.

Abb. 27

Schematische Darstellung des Wiener Rohrpostsystems einschließlich der technischen Ausstattung der Stationen. Quelle: *Publication industrielle*, 23. Bd. (1877), Tafel 39



R e s i d e n z - C a s i n o

B e r l i n

K A P I T E L

X

U n t e r d e s s e n
waren zwei Rohrpostsendungen im Netz gelandet
[...]. Nachdem er sich im Telefonverzeichnis über
den Tischplatz des Absenders vergewissert hatte,
führte er zuerst endlose Ferngespräche und erledigte
dann gleich eine umfangreiche Korrespondenz, die
er per Rohrpost beförderte. Solange er schrieb, glich
der gedeckte Tisch einem Schreibtisch mit zahllosen
Auszügen und Gefächern.

Siegfried Kracauer: „Spuk im Vergnügungslokal“, in: *Frankfurter
Zeitung*, 29. Oktober 1930

1930 widmete sich Siegfried Kracauer (1889–1966) in
einem Artikel für die *Frankfurter Zeitung* einem jungen
Mann, der einer besonderen Form des Amusements in
einem Berliner Vergnügungslokal nachging. In dem Lokal
konnten die Gäste über eine Rohrpostanlage miteinander
kommunizieren, sich Nachrichten zukommen lassen und
dabei in die Rolle des viel beschäftigten Angestellten
schlüpfen. Der persönliche Anschluss an die Telefon- und
Rohrpostleitung war in der Bürohierarchie ein Status-
symbol. In der von Kracauer geschilderten Episode hielten
die technischen Artefakte des Arbeitsalltags Einzug in
die Freizeit und dienten dem ludischen Vergnügen der
Mimikry. (→ **Abb. 28**)

Als das Vergnügungslokal Residenz-Casino Berlin sein
Unterhaltungsangebot mit der neu installierten Rohrpost
ergänzte, befand sich der Ausbau der Stadtrohrpost
an ihrem Höhepunkt. Bedingt durch den wachsenden
Stellenwert der elektrischen Telegrafie und damit der
Rohrpost in wirtschaftlichen, politischen, militärischen

u n d
sozialen Belangen in den Jahren nach 1900 legte die Zahl der Telegramme drastisch zu. Sendeten tausend Einwohner:innen der Habsburgermonarchie im Jahr 1903 durchschnittlich 393 kostenpflichtige Telegramme (absolut: 16,5 Millionen), steigerte sich die Zahl innerhalb von zehn Jahren auf 515 Telegramme (absolut: 23,3 Millionen). Dieses Wachstum war nicht zuletzt auch der politischen Entscheidung geschuldet, das neue Kommunikationsmittel für weitere Teile der Bevölkerung zugänglich zu machen.⁷⁷

In der von Kracauer beschriebenen Szene wird deutlich, wie normal der Umgang mit der Rohrpost bereits geworden war. Die Person, die in dem Vergnügungslokal saß und sich mit Abläufen die Zeit vertrieb, die sie aus dem Büroalltag kannte, war mit der Technik ebenso vertraut wie die Zeitungsleser:innen, die Kracauers Schilderung folgten.

Von dem utopischen Potenzial, über das die Rohrpost 1876 noch verfügt hatte, als ein Zeitgenosse an die Eröffnung der Wiener Stadtrohrpost die euphorische Hoffnung geknüpft hatte: „Hat erst Jedermann sein Brief-Leitungsrohr [...] dann sind wir der ‚vollkommenen‘ Welt um einen großen Schritt näher“, ⁷⁸ war hingegen nichts mehr zu lesen. Vielmehr diente sie als Metapher für Büroarbeit, für einen Status, den man sich in einem Betrieb zulegen konnte. Dieser Status zählte umso mehr in den Jahren nach der Weltwirtschaftskrise von 1929, als schon allein das Vorhandensein eines Arbeitsplatzes alles andere als selbstverständlich war. 1930 war die Rohrpost Teil transnationaler Kommunikationsnetzwerke und fester Bestandteil privater wie staatlicher Infrastruktur.

Die Geschichte der Rohrpost ist auf technischer Ebene eng mit der Entwicklung der elektrischen Telegrafie verbunden, auf kultureller Ebene ist sie nicht vom „maschinellen Ensemble“⁷⁹ Eisenbahn zu trennen. Die im Betrieb der Rohrpost verwendete Nomenklatur (*train, piston, station* etc.) und die auf Fahrplänen basierende Organisation der Rohrpostzüge verwiesen noch viele Jahrzehnte lang auf die ursprünglichen Anleihen an das Eisenbahnwesen. Der Erfolg der Leittechnik des 19. Jahrhunderts begründete sich in einer engen transnationalen Verzahnung von Akteur:innen in Bürokratie, Militär, Politik und Technik auf Basis einer kapitalistischen Verwertungslogik, die Normierung sowie Disziplin hochhielt und in immer neue Lebensbereiche vordrang.⁸⁰ Das maschinelle Ensemble stützte sich auf eine präzise Taktung des Betriebs, eine Verwaltung von Raum und Zeit. Der Lokführer, der *engineer*, hatte sich dem Regime der Signale und Fahrpläne zu unterwerfen. (→ **Abb. 29**) Und dieses Regime verlangte nach einer Signalübertragung, die schneller als die Eisenbahn war und die es zu verwalten galt. Nur die Telegrafie war im 19. Jahrhundert in der Lage, Informationen mit Lichtgeschwindigkeit zu übertragen und so die Abfahrt eines Zuges der nachfolgenden Station rechtzeitig zu avisieren. Die Vernetzung der Transportwege auf der Schiene bedingte den parallel verlaufenden Ausbau der Telegrafenleitungen national wie transnational.

In den 1850er Jahren war die Technik der Telegrafie bereits so weit entwickelt, dass sie sich von der alleinigen Anwendung als Teil des maschinellen Ensembles emanzipiert hatte. Unternehmer wie Cyrus W. Field (1819–1892) träumten bereits von einem weltumspannenden Netzwerk,

das der Datenübertragung in bislang ungekannter Geschwindigkeit dienen sollte. Der US-Amerikaner Field war beispielhaft für die transatlantische Verflechtung von Politik, Journalismus, Rechts- und Ingenieurwissenschaften, Wirtschaft und Bankenwesen. Fields soziales Kapital in Form von Bekannt- und Freundschaften sowie Familienbeziehungen spielte eine bedeutende Rolle, um die Unternehmung, das erste Unterseekabel zwischen Amerika und Europa zu verlegen, Realität werden zu lassen.⁸¹ Zudem beherrschte Field das Spiel mit der Öffentlichkeit und wusste die Begeisterung für den Ausbau der Nachrichtentechnik sowie den allgemeinen Fortschrittsoptimismus für sein Unternehmen einzusetzen.

Erzählungen von den Großtaten der Ingenieure dominierten die Berichterstattung und verstellten den Blick auf das weite Netzwerk, das die Ingenieur:innen und Unternehmer:innen zu bedienen wussten. Field und seine Mitstreiter erbrachten 1866 mit der ersten erfolgreichen Verlegung eines transatlantischen Telegrafenkabels, des Great Atlantic Cable, nicht nur den Beweis für die Machbarkeit der Technik, sie sicherten sich vor allem die Herrschaft über die Technik und richteten es sich mit ihrem Erfolg in einer globalen Elite ein. Fortan definierten monopolisierte Strukturen, eine Professionalisierung und eine eurozentristische sowie streng gegenderte Weltsicht, wer Teil der Welttelegrafie sein durfte.⁸²

Der Geschichte der Rohrpost, als Teil der Telegrafie, sind diese Aspekte ebenso eingeschrieben, wie sie über die Entwicklung des urbanen Raums im 19. Jahrhundert Aufschluss gibt. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ließen die stetig wachsenden Beförderungszahlen in den

städtischen Telegrafeneleitungen die vorhandenen Telegrafiesysteme an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stoßen. Die Rohrpost als Nachrichtentechnik eignete sich vor allem für Großstädte. Sie war keine Technik, die große Distanzen, beispielsweise zwischen urbanen Zentren, überwinden konnte, daher konkurrierte sie hier nicht mit der elektrischen Telegrafie. Sie ermöglichte aber die Übermittlung von Eilbriefen ohne Medienbruch und war dabei auf kurzen Strecken schneller und effizienter – ein Umstand, der in der damaligen technischen Literatur breit diskutiert wurde.⁸³ Zeitgenössische Kommentare ordneten die Stadtrohrpost jedenfalls nicht als Konkurrenz zur elektrischen Telegrafie ein, vielmehr war sie Teil des weltumspannenden Netzwerkes: Die Rohrpost übernahm den Transport von Depeschen, die in Nebenämtern aufgegeben wurden, zu den Stationen, die an die internationalen Leitungen der Telegrafie angeschlossen waren.

Bereits 1873 eröffnete die k. k. Telegrafene Centrale in Wien, das Herzstück des neuen staatlichen Telegrafennetzes, das die Kommunikation im Habsburgerreich grundlegend verbessern sollte. Die Telegrafenzentrale am Börseplatz bildete zugleich die Zentrale des Rohrpostnetzes. Das Bauwerk hatte enorme Ausmaße und sollte der Telegrafendirektion, dem administrativen Personal, der Prüf- und Forschungsstelle und vor allem den vielen unterschiedlichen Gerätschaften Raum bieten. Errichtet auf dem Areal des ehemaligen kaiserlichen Zeughauses, umgeben von den Banken am Schottenring, der Börse, Hotels und dem neuen Ringtheater, war die Zentrale der staatlichen Telegrafie an einer neu geschaffenen Zufahrt in die Innenstadt platziert.

Die Wahl des Ortes hatte viele Gründe: die Nähe zum Donaukanal, entlang dessen die Telegrafenleitungen bereits gelegt waren, sowie zur ehemaligen Telegrafenzentrale, die Dringlichkeit der Errichtung eines größeren und auf die Funktion abgestimmten Gebäudes und wohl auch der prestigeträchtige Ort der – zumindest bis zum Börsenkrach im Mai 1873 – boomenden Wirtschaft. (→ Abb. 30)

Längst war man nämlich dazu übergegangen, den Fortschritt von Nationen anhand technischer Infrastruktur zu bemessen, beispielsweise der Länge des Eisenbahnnetzes oder eben der Zahl der übermittelten Briefsendungen und Telegramme. Vor diesem Hintergrund wollte die Monarchie entscheidende Kennzahlen durch direkte oder indirekte staatliche Interventionen verbessern. Die regelmäßig herausgegebenen Statistiken des Handelsministeriums zeugten davon, und auch dessen *Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr* berichteten über den fortschreitenden Ausbau der Wiener Rohrpost und die Menge der Depeschen, die sie übermittelt hatte.⁸⁴

Das Dienstverhältnis zwischen den Personen, die die Rohrpostapparate bedienten, und dem staatlichen Dienstgeber unterlag einem strengen Reglement. Die sogenannten Diurnisten trugen Uniform, Disziplin war hochzuhalten und wurde entsprechend in den Ausbildungsstätten vermittelt. Die Stadtrohrpost im Speziellen und die Telegrafie im Allgemeinen bildeten keinesfalls eine Ausnahme, wenn es um die Übernahme militärischer Organisationsformen und -methoden in Betrieben ging. Auch die industrielle Wirtschaft erkannte deren Vorzüge und führte militärische Organisationsformen im Laufe des 19. Jahrhunderts gemeinsam mit den für die Planung und Ausführung

ausgebildeten Ingenieuren ein. Die Arbeit an den Rohrpostgeräten war also weit weniger glamourös, als es ihre Inszenierung im Residenz-Casino Berlin vermuten ließ. (→ Abb. 31)

Die Arbeit der Diurnisten war physisch anstrengend. Sie entnahmen die Büchsen und die darin enthaltenen Telegramme, die in den Apparaten, die Arthur Crespin aus Paris importiert hatte, aufgefangen wurden, sortierten sie je nach Adressat:in, legten neue ein und führten die wieder verschlossenen Büchsen in das Rohr ein. Die Sendungen leiteten die Beamten in dem ringförmig organisierten Rohrpostnetz so lange weiter, bis sie die korrekte Station erreichten. Eine Automatisierung der Weiterleitung mit programmierbaren Weichen und ohne menschliches Zutun erfolgte erst in den 1920er Jahren in Berlin.⁸⁵

Crespin hatte seine Apparate sehr stabil konstruiert, die massive Messingklappe, die vor der Manipulation der Büchsen zu öffnen war, ließ sich schwer bewegen, die Verriegelung erfolgte über das Bedienen eines Hebels an der Seite, der die Klappe an vier Punkten verriegelte und damit luftdicht abschloss. Nach dem telegrafischen Verständigen der nachfolgenden Station, dass die Sendung losgeschickt wurde, betätigten die Diurnisten einige Ventile, um die Büchsen in die gewünschten Fahrröhren zu bringen und den Luftdruck anzulegen. Frauen waren für den Dienst an den Geräten nicht vorgesehen; wohl aber an den elektrischen Telegrafengeräten, die aufgrund der Lautstärke und der Belastung durch die hochfrequente Arbeit nicht minder fordernd waren. Für die privaten wie die staatlichen Betriebe waren die Telegrafistinnen jedenfalls eine Möglichkeit, die Lohnkosten

zu senken, schließlich bezahlten sie die Frauen schlecht und hielten sie nur wenige Jahre im Betrieb.⁸⁶

Um die Effizienz der Abläufe innerhalb der Zentralsstation am Börseplatz zu steigern, setzte das Handelsministerium eine Hausrohrpost ein, die der „direkte[n] Übermittlung der Telegramme zwischen dieser Behörde [k. k. Telegraphenkorrespondenzbureau, Anm.] und den vier Apparatsälen“⁸⁷ diene. Auch in anderen großen Telegrafestationen, unter anderem in Prag und Berlin, wurden Hausrohrpostanlagen installiert.

Darüber hinaus fand das System in den folgenden Jahren auch vermehrt bei privaten Unternehmen Anwendung. Die Rohrpost fügte sich in ein System der bürokratisierten Verwaltung in Betrieben ein, das ab den 1870er Jahren verstärkt auf Bürotechnik beruhte. Aufgrund neuer Produktionsverfahren, zentralisierter Standorte sowie neuer Methoden des Vertriebs (Versandhäuser) mussten immer mehr Prozesse in den Unternehmen von der Verwaltung erfasst und geleitet werden. Damit wuchs der Bedarf an Maschinen, die eine effiziente Dokumentation, Vervielfältigung, Kommunikation und Administration von Informationen ermöglichten. Schreib- und Rechenmaschine, Hektografie, Telefon und später auch Lochkartensysteme konnten diese Anforderungen erfüllen. Die Jahrzehnte nach 1870 sind geprägt vom überproportionalen Anwachsen der Anzahl der Angestellten im Verwaltungsapparat im Verhältnis zur Anzahl der Arbeiter:innen in den Betrieben und der gleichzeitigen Rationalisierung und Mechanisierung.

Der Alltag in den Büros änderte sich mit der neuen Technik, ihre Handhabung wollte und musste gelernt sein. Die

Ausbildung an den Geräten erfolgte bereits in den Schulen und musste mit dem Aufkommen immer fortschrittlicherer Maschinen Schritt halten. Die Hausrohrpost übernahm den Transport schriftlicher Dokumente innerhalb der immer größer werdenden Bürogebäude. Ihre Sende- und Empfangsgeräte verbanden die einzelnen Abteilungen mit den Vorzimmern der Dienstvorgesetzten. Sie beförderten maschinell erstellte und vervielfältigte Schriftstücke und Telegramme, ohne sie an einen Aktenträger delegieren zu müssen.⁸⁸

Die erfolgreiche Umsetzung der Stadtrohrpostanlagen in Paris, Wien und Berlin verhalf dem pneumatischen Telegrafen zu einer raschen Verbreitung und einem weiteren Ausbau der bestehenden Strecken. Die Londoner Pneumatic Despatch Company hingegen musste 1874 ihren Betrieb einstellen, da das aufwendige System der pneumatischen Paketbeförderung keinen betriebswirtschaftlichen Gewinn einbrachte. Das französische Modell des pneumatischen Telegrafen setzte sich schlussendlich auch in England durch. In den USA wurde eine etwas abgewandelte Version der Stadtrohrpost ab den 1890er Jahren eingesetzt, für die amerikanischen Ingenieure Büchsen mit einem Durchmesser von bis zu zwanzig Zentimeter konstruiert hatten.⁸⁹

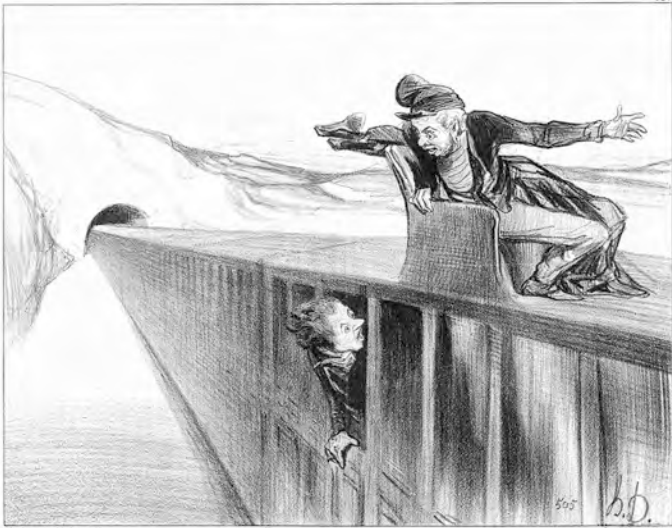
In den Jahren 1875 und 1876 feierte man in Wien und Berlin die Eröffnung der großen Stadtrohrpostanlagen für den allgemeinen Betrieb, die von diesem Zeitpunkt an eine wichtige Komponente der Stadttechnik waren. Die verantwortlichen Behörden wollten die Rohrpost nicht nur für die Beförderung von Depeschen nutzen, sondern als neues Kommunikationsmittel etablieren und führten so ge-

nannte pneumatische Briefe für ein allgemeines Publikum ein. Für die Eröffnung der Rohrpost interessierte sich nicht nur das Fachpublikum, sondern auch die Öffentlichkeit. Sie war in den Augen einiger Kommentatoren ein Stück realisierte Utopie einer demokratisierten Kommunikationstechnik, die Technik des pneumatischen Antriebs State of the Art und damit Teil des Fortschrittsdenkens.



Abb. 28

Residenz-Casino Berlin 1925–1930. Quelle: Unbekannter Künstler:in: *Resi-Casino*, 1927 (Lithografie, Papier), Sammlung Stiftung Stadtmuseum Berlin Inv.-Nr. SM 2015-0288 (Reproduktion: Oliver Ziebe, Berlin)



— Conducteur ! Conducteur ! arrêter, au nom du ciel !... j'ai la colique !
 — Impossible... l'administration le défend !... mais dans deux heures un quart nous serons à Orléans !

Abb. 29

„Schaffner! Schaffner! Um Himmels willen, halten Sie an! Ich habe Koliken!
 – Unmöglich ... Die Verwaltung verbietet es! ... Aber in zweieinviertel
 Stunden sind wir in Orléans!“ Quelle: Honoré Daumier (1808–1879) in:
Le Charivari, 30.10.1843, o.S.



Abb. 30

**K. K. Telegraf Central, nach 1873. Quelle: Michael Frankenstein & Comp.
(Fotoatelier), Wien Museum Inv.-Nr. 78079/928 (CC0)**



Abb. 31

**Rohrpoststation in der k. k. Telegrafencentrale, um 1910.
Quelle: Österreichische Nationalbibliothek, Bildarchiv**



Eine

t r a n s a t l a n t i s c h e

Bahn

K A P I T E L

X I

Sommer 1887 stellte der Unternehmer John H. Pierce sein futuristisches Transportsystem in der US-amerikanischen Zeitung *Boston Daily Globe* vor. Der damals knapp vierzigjährige Pierce präsentierte sich und sein Vorhaben dem Journalisten, der für das Interview in den kleinen Ort Plantsville, Connecticut, gereist war, sehr eindrücklich und hinterließ einen sehr positiven Eindruck, wie der Reporter notierte. Mehr noch, er ließ sich von Pierce' Enthusiasmus mitreißen und betonte, welch guter Interviewpartner ihm gegenüberstehe: „He lost no time. He has been a newspaper man himself. Models, patents, scientific papers and drawings were scattered about his apartments.“⁹⁰

Was der Unternehmer dem Reporter unterbreitete, war schier unglaublich. Pierce plante eine pneumatische Bahnverbindung zwischen Boston und Liverpool in einem Röhrensystem am Grunde des Atlantiks. Er legte dem Journalisten viele Details dar, die beweisen sollten, dass alle technischen Fragen, die eine Tunnelverbindung zwischen den Kontinenten mit sich brächte, gelöst seien. Pierce berief sich vor allem auf die Erfahrungen und das Wissen, die vorangegangene Ingenieure bei der Verlegung der ersten telegrafischen Unterseekabel sammeln konnten, um die Machbarkeit seines Plans zu unterstreichen. Angelehnt an das Verfahren, das für die Telegrafenkabel entwickelt wurde, sah Pierce' Konzept vor, die aus Eisen vorgefertigten und mit riesigen Hochseedampfern herbeigebrachten Röhrenelemente im Meer zu versenken, am Meeresboden zu verschweißen und auf diese Weise eine durchgängige Verbindung zwischen Boston und Liverpool herzustellen. Gelegt werden die Röhren immer paarweise,

die Luft in den parallel verlaufenden pneumatischen Tunneln kontinuierlich im Kreis strömt, führte Pierce weiter aus, ein kontinuierlicher Verkehr zwischen den beiden Städten wäre damit gewährleistet. (→ Abb. 32)

Auch den transatlantischen Telegrafenkabeln sei die öffentliche Meinung sehr skeptisch gegenübergestanden, meinte Pierce angesichts der ohnehin sehr vorsichtig vorgebrachten Bedenken des Journalisten des *Boston Daily Globe*, daher müsse man die Öffentlichkeit über die Nützlichkeit seiner Erfindung aufklären – und diese liege in der ungeheuren Zeitersparnis. Die Fahrzeit sei dank der – Pierce’ Darstellung nach – nahezu unbegrenzt steigerungsfähigen Geschwindigkeit beliebig verkürzbar. Das Reiseerlebnis selbst wäre, wie dies bereits Beach und Felbinger betonten, sanft, sicher und leise und für die Passagiere somit kaum merkbar. Lediglich die Finanzierung sei noch offen, er müsse daher noch potente Investor:innen für seine Pläne interessieren, um zumindest eine kurze Teststrecke zu errichten.

Die Reportage im *Boston Daily Globe* zeichnete Pierce nicht bloß als idealtypische Figur eines Erfinders, der die langgehegte Idee seines Lebens verwirklicht sehen wollte, sondern auch als einen fähigen Unternehmer, der von den Lizenzgebühren seiner vorangegangenen Entwicklungen gut leben konnte, als draufgängerischen Veteranen, der sich bereits im Alter von vierzehn Jahren freiwillig zur Union Army im Amerikanischen Bürgerkrieg gemeldet hatte, und als einen medienerfahrenen Journalisten und Herausgeber.⁹¹ Der Journalist, der Pierce 1887 besuchte, wies seine Leser:innen bereits in seiner Einleitung darauf

hin, wie eng verwoben literarische Fiktion und Unternehmertum der Ingenieure seien – die Geschichte des Erfinders hätte ebenso gut Produkt der Vorstellungskraft Jules Vernes sein können. Und tatsächlich nahm dessen Sohn Michel Verne (1861–1925) den vielschichtigen Colonel Pierce als Protagonisten in eine Erzählung auf, die er unter dem Titel *Ein Schnellzug der Zukunft* ein Jahr später in *Le Figaro* veröffentlichte.⁹² Verne gab der Figur in der Geschichte viel Raum, um dessen Vision den Leser:innen begreifbar zu machen. (→ **Abb. 33**)

Der Pierce'sche Ingenieurtypus war 1887 bereits wirtschaftlich erfolgreich – verkörpert beispielsweise in Alfred E. Beach und Franz Felbinger – und wurde nicht zuletzt auch zur Romanfigur: In seinem Bestseller *Der Tunnel* (1913) erzählt Bernhard Kellermann (1879–1951) von Aufstieg und Untergang des Ingenieurs Mac Allan und seinem Kampf um die Umsetzung eines Atlantiktunnels.⁹³ Die unternehmerischen Ingenieure hatten mit der Zukunft einen Rohstoff entdeckt, den sie für sich zu nutzen wussten. Schien die Zukunft im 18. Jahrhundert dank neuer statistischer Methoden berechenbar geworden zu sein, so diente sie im Laufe des darauffolgenden Jahrhunderts vermehrt umtriebigen Ingenieur:innen als Terrain für Pläne, Fantasien und Visionen.⁹⁴ Bei der kommerziellen Verwertung ihrer Ideen konnten die Ingenieur:innen auf populäre Darstellungen zurückgreifen, die bereits seit vielen Jahren in unterschiedlichen Medien kursierten. In den fantastischen Bildwelten der Populärkultur bildete sich ab, wohin die Zeitreise gehen sollte: reich illustriert auf Brettspielen, in populärwissenschaftlichen Abhandlungen, in der Science-Fiction-Literatur

sowie in der Karikatur. Die solcherart transnational diskutierten Visionen bildeten eine „emotionale Basis“⁹⁵ für die großen Vorhaben der Ingenieur:innen und den Fortschrittsglauben, wie man ihn auf Weltausstellungen feierte. Einige der Erfinder:innen entwickelten ein ausgeprägtes Gespür dafür, sich dieser weithin verbreiteten Visionen für ihre Unternehmungen kommerziell zu bedienen. Sie beherrschten das Spiel mit der Öffentlichkeit, um politische Akteur:innen für ihre Zwecke zu gewinnen und Investor:innen zu finden.

Pierce entwarf seine transatlantische Unterseebahn 1887 und war damit eine von vielen Stimmen in einer regen Debatte, wie man Pneumatik gewinnbringend im Transportwesen anwenden könnte. Zwischenzeitlich hatte sich gezeigt, dass die urbane pneumatische Bahn wohl Konzept bleiben würde, lediglich in verkleinerter Form als Rohrpost galt sie als Kommunikationstechnik der Zukunft. Pierce jedoch knüpfte mit seinem Entwurf an die Überlegungen an, die Medhurst 1810 publiziert hatte und die ihm nachfolgenden Ingenieure wie Vallance und Felbinger realisieren wollten: die pneumatische Bahn als futuristisches überregionales Verkehrsmittel.

Den Journalisten des *Boston Daily Globe* brauchte Pierce nicht weiter mit ingenieurswissenschaftlichen Darstellungen zu überzeugen, er musste nur an die weithin bekannte populärkulturelle Vision einer interkontinentalen Röhrenbahn anknüpfen, um die Begeisterung sowohl des Reporters als auch seines Publikums zu wecken. Pierce hatte die Bekanntmachung seiner Erfindung sorgsam vorbereitet. In kleinen Dosen gab er bereits vor der Reportage im *Boston Daily Globe* Informationen an die Öffentlichkeit

weiter und erzeugte so Aufmerksamkeit.⁹⁶ Den Bericht über die Pierce'sche Röhrenbahn vom 5. August 1887 griffen weitere Blätter auf und trugen die Erzählung weiter. „Ein regelrechtes Jules Verne'sches Vorhaben“ titelte etwa *The Atlanta Constitution* am 8. August. Der Bericht ordnete das Projekt durchwegs kritisch ein, und der Autor merkte an, dass es sich um nichts Neues handle und die Kapazität des Systems für den Transport von Menschen und Gütern viel zu gering sei, um damit ein profitables Unternehmen zu begründen.⁹⁷

Nichtsdestoweniger blieb die Idee der pneumatischen Bahn in den folgenden Jahrzehnten populär. Noch im August 1965 veröffentlichte ein Mitarbeiter der amerikanischen Lockheed Missiles and Space Company einen weiteren Entwurf einer durch Luft angetriebenen Röhrenbahn.⁹⁸ Ein gewisser L. K. Edwards wollte mit seinem Projekt die Metropolen der US-amerikanischen Ostküste besser anbinden. Die Tunnelstrecke sollte von Washington bis nach Boston verlaufen, die darin verkehrenden Kapseln sollten mit einer Geschwindigkeit von rund 800 Kilometer pro Stunde unterwegs sein. Edwards hob als Vorzüge seines Systems neben der hohen Geschwindigkeit vor allem die Laufruhe, die Sicherheit und die für die Passagiere fast unmerkliche Beschleunigung und Verzögerung hervor – allesamt Punkte, die Michel Verne bereits ausführlich im *Schnellzug der Zukunft* beschrieben hatte. Dieselben Vorzüge werden auch heute in der Medienberichterstattung zum Hyperloop bemüht.⁹⁹

Ingenieur:innen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts konnten auf der kollektiven Erzählung aufbauen, dass Utopien nicht nur topografisch, sondern auch zeitlich

entrückt sind. In der Zeit nach 1848 galt Utopie als politischer Kampfbegriff und wurde eher abwertend verwendet, was dazu führte, dass Akteur:innen in Politik, Wirtschaft und Technik auf die Eigenbezeichnung „Utopie“ für ihre Vorhaben weitgehend verzichteten; viel lieber bemühte man den Begriff „Zukunft“, zum Beispiel als „Zukunftsbild“.¹⁰⁰ Der technische Fortschritt machte viel von dem realisierbar, was zuvor noch als utopisch abgetan worden war. So gab es neben der negativen Verwendung des Begriffs auch noch eine, die auf die schrittweise Annäherung an das Ideal hindeutete. „Die Zukunftsutopie ist eine spezifische Leistung des Geistes, der sich auf die Zukunft hin so entwirft, daß die Realisation nachfolgen kann.“¹⁰¹ Mit ihren Visionen eigneten sich Ingenieur:innen das an, was noch kommen sollte; sie wurden zu Produzent:innen der Zukunft.¹⁰²

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts organisierten sich die Ingenieure zunehmend in Berufsverbänden¹⁰³ wie dem 1848 gegründeten Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein (ÖIAV) oder dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) ab 1856.¹⁰⁴ Eine Recherche im Bibliothekskatalog des ÖIAV zeigt die inhaltlichen Zielsetzungen des Vereins: Zentral waren Überlegungen zur Verkehrstechnik, insbesondere die Beschleunigung internationaler Verkehrswege, beispielsweise in Form der Untertunnelung des Ärmelkanals, und zur Stadt der Zukunft.¹⁰⁵ Galt einem Kommentator der Vorschlag eines Ingenieurs als gelungen, hob er die gute Konzeption und den Stellenwert für den jeweiligen Kontext hervor – es finden sich Formulierungen wie, es sei „eine grössere Zukunft zu erwarten“,¹⁰⁶ oder der Erfindung wird „eine grosse Zukunft prognosticiert“.¹⁰⁷

Generell richtete man sich und dem Stand der Ingenieure aus: „Möge es unseren Vereins-Genossen gelingen, in fernen Landen, jeder in seinem ihm zugewiesenen Wirkungskreise, seinem Vaterlande und sich eine schöne Zukunft zu sichern.“¹⁰⁸

Zukunft galt – und gilt – den Ingenieur:innen als Rohmaterial, das zu bearbeiten ist, und zugleich als Maßstab, an dem sie sich im Wettlauf der Ideen zu messen haben.¹⁰⁹ Der vorherrschenden Erzählung, der Fortschritt trage die Gesellschaft von der Vergangenheit¹¹⁰ in die Zukunft, begegnete die breite Öffentlichkeit in Zeitungen, in der Literatur und nicht zuletzt auch im Spiel. Brettspiele wie *British Sovereigns*,¹¹¹ erschienen zwischen 1840 und 1847, und *The Pyramid of History*,¹¹² um 1860, zeichneten in üppigen Illustrationen die Menschheitsgeschichte aus britischer Perspektive nach. Die Spielfelder mit Darstellungen unterschiedlicher historischer Ereignisse ließen die Spieler:innen auf eine Reise gehen, die in der historischen Gegenwart im Zeitalter Königin Victorias (1819–1901) endete.¹¹³ Der Würfel, der die Reise in Gang setzte, brachte die Spielerin aber keineswegs geradlinig vom Start ins Ziel, sondern unterwarf sie der ludischen Passivität – und so entschieden im Brettspiel *Round the World with Nellie Bly*¹¹⁴ (1890) weder Geschick noch Ausdauer oder Intellekt darüber, ob man es wie die amerikanische Journalistin Nellie Bly (1864–1922) mit den 1889 gegebenen Verkehrsmitteln in 72 Tagen um den Globus schaffte oder aber die Technik versagte und man an Ort und Stelle verharren musste.

John H. Pierce geriet als realer Unternehmer und Ingenieur bald in Vergessenheit; als Figur in Michel Vernes

Erzählung blieb er aber noch Jahrzehnte populär: In den mondänen Schweizer Bade- und Luftkurorten konnte sich das Publikum noch 1906 mit Pierce und Verne auf die literarische Reise im *Schnellzug der Zukunft* machen. Das für den Tourismus eigens produzierte Blatt *Schweizer Hotel-Revue* druckte die Erzählung aus dem Jahr 1888 in deutscher Übersetzung ab. Die *Schweizer Hotel-Revue* war 1892 mit dem Ziel angetreten, mit dem „stets reger werdenden Fortschrittssinn in kultureller und industrieller Beziehung Schritt [zu] halten“.¹¹⁵ Pierce' Vision und Vernes literarische Fassung waren mit diesem Vorhaben offenbar auch noch rund zwanzig Jahre nach ihrer erstmaligen Veröffentlichung kompatibel. (→ Abb. 34)



FROM THE FRENCH OF JULES VERNE.

Abb. 32

An Express of the Future von Jules (eigtl. Michel) Verne.

Quelle: *The Strand Magazine*, 10. Bd. (1895), S. 638

ZIGZAGS

A TRAVERS LA SCIENCE

UN EXPRESS DE L'AVENIR

— Attention ! prononça mon guide. Il y a un pas.

Descendant heureusement la marche ainsi signalée, j'entrai dans une vaste salle, illuminée par d'aveuglants réflecteurs électriques, et dont nos pas, seuls, troublaient la silencieuse solitude.

Où étais-je ? Que venais-je faire là ? Quel était ce guide mystérieux ?

Questions sans réponse.

Une longue marche dans la nuit, des portes de fer ouvertes et bruyamment refermées, des escaliers descendus s'enfonçant, il me semblait, dans le sol, voilà tout ce que retrouvait mon souvenir.

Je n'eus pas d'ailleurs le loisir d'y penser.

— Vous vous demandez sans doute qui je suis ? reprit mon guide. Le colonel Pierce, votre serviteur. Où vous êtes ? En Amérique, à Boston, dans une gare.

— Une gare ?

— Oui, la gare de *Boston to Liverpool pneumatic Tubes Company*.

Et, d'un geste explicatif, le colonel me montra deux longs cylindres de fer, d'un mètre cinquante environ de diamètre, gisant sur le sol à quelques pas.

Je regardai ces deux cylindres, disparaissant à droite dans un massif de maçonnerie, et terminés sur la gauche par d'énormes obturateurs métalliques d'où un faisceau de tuyaux montait se perdre dans le plafond, et, tout à coup, je compris.

Peu auparavant, n'avais-je pas lu, en effet, dans un journal américain, un article racontant ce projet extraordinaire : relier l'Europe au Nouveau-Monde par deux gigantesques tubes sous-marins ? Un inventeur s'était trouvé qui prétendait le faire. Et cet inventeur, le colonel Pierce, je l'avais à cette heure devant moi.

Abb. 33

Un express de l'avenir erschien als Serie erstmalig 1888. Quelle: *Le Figaro, Supplément littéraire du dimanche*, 1.9.1888, S. 138



Abb. 34

Das Innere des Waggons der pneumatischen Bahn. Quelle: *The Strand Magazine*, 10. Bd. (1895), S. 640

T w e l v e

O’Clock

H i g h

K A P I T E L

X I I

Beginn des 1949 erschienenen Films *Twelve O'Clock High*¹¹⁶ besucht Major Harvey Stovall, mittlerweile wieder in seinen zivilen Beruf als Rechtsanwalt zurückgekehrt, das ehemalige Flugfeld in den englischen Midlands, an dem er als Soldat der United States Army Air Forces während des Zweiten Weltkrieges stationiert war. Stovall streift über das brachliegende Areal, nunmehr landwirtschaftlich genutzt, und macht bei seinen Erkundungen einzelne Überreste der militärischen Infrastruktur aus: Landebahnen, verfallende Baracken, ein Kontrollturm sowie den mit Steinen gelegten Namen des Flugfeldes, „Archbury“. Just als Stovall sich zurück nach London begeben will, frischt der Wind auf, die Kamera zieht über eine Wiese und zeigt die vom Wind bewegten Gräser. Auf den Schnitt folgt ein zeitlicher Sprung zurück in die Kriegsgeschehnisse, das Gras wird nun vom künstlichen Wind der landenden Flugzeuge bewegt – Stovall erinnert sich.

Der US-amerikanische Kriegsfilm behandelt die Zeit nach dem Einstieg der USA in den Weltkrieg im Dezember 1941 und die Schlacht um die Lufthoheit über die von den Nationalsozialisten kontrollierten Gebiete. Er erzählt von den Angriffen der alliierten Truppen mit B-17 Flying Fortress Bombern.¹¹⁷ Im Jahr des Erscheinens von *Twelve O'Clock High* war die Welt noch damit beschäftigt, die Trümmer des Krieges aufzuräumen und die Kriegswirtschaft wieder auf zivile Anwendungen umzustellen.

In der Eingangsszene von *Twelve O'Clock High* ist der Wind Metapher sowohl für das Erinnern an die Vergangenheit als auch für den massiven Einsatz von Flugzeugen während des Krieges. Wind kann immer nur

m i t t e l b a r
dargestellt werden. Der im Film wehende Wind benötigt ein indexikalisches Zeichen, wie in der geschilderten Szene das Gras, das vom Wind bewegt wird. Dabei wird der Wind selbst zum Signifikanten für etwas, das nicht mehr nur Naturphänomen ist, sondern künstlich hergestellt werden kann. (→ Abb. 35) Die Luftfahrt steht für eine Technik, die Ende des 19. Jahrhunderts bloß für die Zukunft erträumt werden konnte.

In *Twelve O'Clock High* bleibt jedoch kaum Raum für Zukunftsträume. Die Moral der alliierten Truppen ist am Tiefpunkt, als die Bombenangriffe auf Nazideutschland zu hohen Verlusten bei den Soldaten und dem eingesetzten Kriegsgerät führen. Der erfahrene Brigadegeneral Frank Savage soll die angeschlagene Truppe der 918. Bomb Group in Archbury übernehmen, was er bis zur Erschöpfung der ihm untergebenen Soldaten und seiner selbst betreibt. Für die letzte Mission fehlt Savage letztlich die Kraft, sich erneut in die Flying Fortress zu hieven, er bleibt am Boden und verbringt die Zeit bis zur Rückkehr des Verbandes in einem katatonischen Zustand. Sein betreuender Arzt spekuliert: „He is somewhere up there, with the mission. When they get back, maybe, he'll let go, I hope.“

Als Motorenlärm hörbar wird und die Rückkehr der ersten Maschinen ankündigt, beginnt Savage zu zählen. Nur langsam erhöht sich die Anzahl der Zurückgekehrten, ein qualvoller Prozess des Addierens für den Offizier. Neunzehn Flugzeuge erreichen schlussendlich das Flugfeld nach ihrer Mission. Diese Zahl reicht Savage, um „loslassen“ zu können, er legt sich mit den Worten nieder: „I think, I go to sleep for a little while.“ Der ebenfalls

anwesende Stovall verlässt das Quartier und blickt den erneut aufsteigenden Bombern nach. Sie haben ihren Platz am Himmel verteidigt.

Auch wenn, wie die Rahmenhandlung des Films zeigt, der Flugplatz 1949 bereits verwaist ist: Die Luftfahrt-technik war gekommen, um zu bleiben. Ost und West entwickelten die Kriegstechnik in den kommenden Jahren weiter, die Luft ansaugenden Turbinen-Strahltriebwerke, die Ausströmtriebwerke der Raketen, Bodeneffektfahrzeuge, die den bodennahen Auftrieb nutzten, oder neue Flugzeugformen mit instabilem aerodynamischem Verhalten waren bereits während des Zweiten Weltkrieges in Entwicklung und sollten im sich anbahnenden Kalten Krieg die Grundlage militärischer Überlegenheit werden.

Die Flugzeuge vom Typ B-17 Flying Fortress, von denen einige gebrauchte Exemplare für die Dreharbeiten von *Twelve O'Clock High* wesentlich waren, galten mit Kriegsende bereits als obsolet. Die in den 1940er Jahren entwickelte B-29 Superfortress, die während des Krieges ausschließlich in den Bombenkampagnen gegen Japan eingesetzt wurde, war technisch überlegen. Die United States Army löste ihre Bestände an B-17-Bombern mit Kriegsende auf, behielt aber einige Exemplare zu Testzwecken in ihren Beständen, die dem Filmteam zur Verfügung standen. Gedreht wurde auf einem Flugfeld in Florida, wo die dort stationierten und erhalten gebliebenen Flugzeuge für die Aufnahmen eingesetzt werden konnten.

Für das Kinopublikum ergab sich daraus das Erleben einer Technik, die auf vielen Ebenen überholt und zugleich ambivalent war. Die Flying Fortress war wie wenige andere Flugzeuge mit dem Zweiten Weltkrieg und dessen

Schrecken verbunden. Diejenigen, die mit den Bombern Einsätze flogen, wussten um die großen Risiken, die Wahrscheinlichkeit, die anstehende Mission nicht zu überleben, in Kriegsgefangenschaft zu geraten oder schwere Verletzungen davonzutragen. Am Boden stand der Anblick des Flugzeuges für die nächste Welle an Angriffen, die Verheerungen und großen Leiden der Zivilbevölkerung; jedoch auch für ein Ende des Krieges, für den Sturz der Achsenmächte, ihrer menschenverachtenden Regime und ihrer Vernichtungsmaschinerie.

Als *Twelve O’Clock High* in den Kinos anlief, war die Herausbildung der großen Blöcke, die den weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts bestimmen sollten, nicht mehr zu übersehen. Die Volksrepublik China, die NATO, die Bundesrepublik Deutschland und die Deutsche Demokratische Republik, die Republik Indien sowie die Volksrepublik Ungarn formierten sich. Israel konnte sich im Krieg gegen die arabischen Nachbarländer behaupten und den ersten Ministerpräsidenten wählen. Der Erste Indochinakrieg sollte noch bis 1954 toben und zur Unabhängigkeit Laos und Kambodschas sowie zur Teilung Vietnams führen. Für die neuen wie für die alten Allianzen bedeuteten die geänderten geopolitischen Konstellationen, dass Aufbau von Wirtschaft, Infrastruktur und Militär auf Nachschub über die großen Ozeane angewiesen war. Technisch war bereits vor Ausbruch des Zweiten Weltkrieges absehbar, dass die Luftfahrt nach Ende des Krieges ein wesentlicher Teil des Transportwesens werden würde. Die Notwendigkeiten der Kriegsführung beschleunigten den Bau der für die Luftfahrt notwendigen Infrastruktur. Mit Ende der Kriegswirtschaft fand der neu entstehende zivile Sektor

Zugang zu dieser Infrastruktur, was den weiteren Ausbau beschleunigte. Um beispielsweise die Versorgung der alliierten Truppen während des Krieges zu gewährleisten, waren transatlantische Flüge notwendig geworden, die über den Ausbau von Flughäfen auf den Azoren, den Kanarischen Inseln, Island und weiteren geeigneten Orten im Atlantik erfolgten. Auch waren neue Ansätze wie Flugzeuge mit Druckkabinen bereits unmittelbar vor Ausbruch des Krieges in der Diskussion, so wie die untrennbar mit dem genialischen Unternehmer Howard Hughes verbundene Lockheed-Constellation-Familie. Die Veröffentlichung von *Twelve O’Clock High* von Henry King im Dezember 1949 fiel also in eine Zeit, in der die im Film abgebildete und die Handlung tragende Technik bereits Vergangenheit war; für die Pneumatik hingegen dämmerte eine neue Ära – und für diese wollten die USA gerüstet sein.¹¹⁸

Im Dezember 1949, als *Twelve O’Clock High* in den Kinos anlief, berichtete die populärwissenschaftliche Zeitschrift *Popular Science Monthly* unter der Überschrift „Daily Physicals Keep Jets in Fighting Trim“ über das brandneue Kampfflugzeug Republic F-84 Thunderjet. Der Autor Herbert Johansen sparte in seinem Bericht über die notwendigen Wartungsarbeiten am neuen Flugzeug nicht mit überschwänglichen Allegorien – Johansen selbst bezeichnete seine Formulierungen als „jet lingo“: „Wenn die Firecan-Jockeys ihre Schneidbrenner circa 100.000 Meilen weit geflogen haben, übernehmen die Doktoren für den medizinischen Check am Boden.“¹¹⁹ Dem Autor war die Dramatik der Inszenierung der Technik bewusst. Das mit dem Beitrag abgedruckte Foto zeigt eine

nächtliche Inspektion des neuartigen Turbinen-Strahltriebwerks, das verbrannte Gase mit Temperaturen über 700 Grad Celsius ausstieß und annähernd zweifache Schallgeschwindigkeit ermöglichte. Die Leser:innen werden auf den komplexen Prozess der Kontrollen mit einer Vielzahl an Arbeitsschritten hingewiesen. Gewartet werden musste auch jener Teil der Maschine, der für den Komfort der Piloten im neuen Kampfflugzeug sorgte: „[...] ein Crew-Chief kontrolliert die Turbine der Klimaanlage, die das druckdichte Cockpit des Piloten mit kühler Luft versorgt.“¹²⁰ Die derart technisch aufbereitete Luft sorgte im Cockpit für eine konstante Temperatur von rund 21 Grad Celsius, auch dann, wie Johansen betonte, wenn das Flugzeug in sechs Kilometer Flughöhe bei Minusgraden im Einsatz war.

Über 7500 Stück der F-84 gelangten in die Arsenale der Armeen der USA, aber auch einiger Länder Westeuropas sowie in den Iran, nach Jugoslawien, Thailand, Taiwan und in die Türkei. *Popular Science Monthly* wollte den Leser:innen die Bedeutung vermitteln, die dieses Flugzeug für die kommenden Jahre haben würde, berichtete aber auch über große Rückschläge in der Entwicklung des Flugzeugs. Druckkabine, Jet-Engine, Raketen und Atombomben markierten die neuen Möglichkeiten der Kriegsführung, die in der Konfrontation der Systeme Kommunismus und Kapitalismus sowie im militärisch-industriellen Komplex untrennbar von Politik und ihrem strategischen Denken waren.¹²¹

Teil der Systemkonfrontation war das Herstellen von kollektiven Träumen, die im sogenannten *social imaginary* aufgehen sollten und technische Innovationen mit sozialen,

politischen und wirtschaftlichen Neuerungen verwoben. Der Bericht über die Wartungsarbeiten an der F-84 ist nicht der einzige Beitrag in der *Popular Science*-Dezemberausgabe, der sich der Luftfahrt widmet. Dass die Aeronautik schon bald die Landwirtschaft revolutionieren werde, wusste man in „Flying Windmill Sprays DDT“ (S. 118) zu berichten. „Chute Box Drops Heavy Load“ (S. 119) erzählt von einem neuen Containersystem, entwickelt von der RAF, das über aufblasbare, stoßdämpfende Luftkissen verfügt, um schwere Lasten mittels Fallschirm abwerfen zu können. Der Beitrag „Model Missiles Shot Through Giant Tube“ (S. 145) geht auf Untersuchungen zur Aerodynamik von Raketen ein, die im Modell innerhalb eines besonderen Windkanals, also im Überdruck, getestet wurden. (→ **Abb. 36**) Ab Seite 168 erfährt man: „Lightest Model Planes Fly on Wings of Film“, und ein paar Seiten davor findet sich Neues rund um die Entwicklung des Kampfflugzeuges Lockheed XF-90 unter dem Titel „Jet Slugger Tries Its Wings“ (S. 142ff.). Dass die Lockheed XF-90 kaum Verbesserungen gegenüber der F-84 aufwies, war 1949 noch nicht absehbar bzw. sollte in der Euphorie der Berichterstattung nicht sein.

Selbstverständlich durfte im Imaginarium der Zeitschrift *Popular Science* ein Thema nicht fehlen, das wie kaum ein anderes die Fantasie der kommenden Jahre beflügelte – die Raumfahrt. Neben dem bereits erwähnten Bericht über die Aerodynamik von Raketen skizziert „Rocket to Drop Sky Eye“ (S. 127) die Vision, die Strahlenbelastung in den oberen Atmosphärenschichten mit einer mittels Rakete in die Erdumlaufbahn gebrachten Sonde zu messen. Die Aufzeichnungen sollten auf einem 16-mm-

Film gespeichert werden, der nach Fertigstellung der Messung in einer Kapsel wieder auf der Erde landen sollte.

Der Autor Volta Torrey¹²² hatte dabei die Aufgabe zu lösen, einen eigentlich trockenen Werkstattbericht aus der Grundlagenforschung des Illinois Institute of Technology in eine Sprache zu übersetzen, die die Leser:innen des populärwissenschaftlichen Magazins auf die Reise in den damals unerforschten Weltraum mitnahm. „Bald wird eine Rakete aufsteigen, wahrscheinlich von White Sands aus, und eine Kanonenkugel mit 14 Augen in den dunklen, heißen Raum über der Atmosphäre hinausrollen lassen. Die Augen werden Thermoelemente sein, die auf die Strahlung von Sonne, Himmel und Erde reagieren.“¹²³ Der Sensation der Technik spürte Torrey mit seinem Versuch nach, ihre Sinnlichkeit zu betonen. Augen, Hitze, das Spüren von Strahlung, die Dunkelheit lassen uns die Reise der Sonde förmlich miterleben; eine schriftstellerische Strategie, die 1969/1970 in Norman Mailers Artikelserie „Of a Fire on the Moon“ für das *Life*-Magazin über die Apollo-Missionen kulminierte.

Im Versuchsgelände White Sands in New Mexico, von wo die Rakete starten sollte, um die „Kanonenkugel“ in den Weltraum zu befördern, wie Torrey 1949 schrieb, hatte die United States Army 1946 begonnen, sogenannte V2-Raketen zu testen, die nach der Kapitulation Nazi-deutschlands in die USA gebracht wurden. Bis 1951 sollten es insgesamt 67 Startversuche mit den Raketen werden, begleitet von den im Zuge der Operation Overcast rekrutierten ehemaligen Nazi-Ingenieuren und -Wissenschaftlern. Ebenfalls in White Sands hatte das US-Militär bereits im Juli 1945 mit dem erfolgreichen Trinity-Test Geschichte

geschrieben und die erste Atombombe der Geschichte gezündet.

Schließlich, auf Seite 139 der *Popular Science*-Dezemberausgabe, bildete das Magazin doch noch eine veraltete B-17 ab – allerdings in einem ganz anderen, unerwarteten Zusammenhang: Die Abbildung ist Teil eines Beitrags mit dem Titel „Tailoring Soap to Fit the Dirt“ (S. 135ff.), der von den großen Vorteilen neuer, synthetischer Reinigungsmittel berichtet. Das Flugzeug, technischer Nukleus des eben erschienenen Films *Twelve O’Clock High*, war 1949 zur Drohne umgebaut worden, um die radioaktive Wolke während der Atombombentests auf Eniwetok, einer Marshallinsel, zu durchfliegen und Messungen der Strahlung vorzunehmen. Die Bildunterschrift zur Abbildung der B-17 lautet: „Science, as well as the home, uses detergents. Photo above shows drone plane, contaminated with radioactive dust during Eniwetok atom-bomb tests, being washed with synthetics.“

Die ausrangierten und zu fliegenden Geigenzählern umfunktionierten B-17-Bomber wurden von der 3205th Drone Group der United States Air Force verwaltet, die auf dem Eglin-Stützpunkt in Florida stationiert war.¹²⁴ Nicht nur fanden große Teile der Dreharbeiten von *Twelve O’Clock High* auf dem Gelände in Eglin statt, die Filmproduktion konnte sich zudem einiger der dort verfügbaren Drohnenflugzeuge für die Aufnahmen bedienen; mit dabei waren sechs bereits bei Atombombentests eingesetzte und so weit wie technisch möglich gereinigte Flugzeuge – so fanden sie Einzug in den Artikel über die Wunderkräfte der neuen Reinigungsmittel.¹²⁵

„Das ideale Reinigungsmittel würde sogar noch mehr leisten. [...] Neben der Erfindung einer Methode, die verhindert, dass Dinge überhaupt schmutzig werden, wäre das wahrscheinlich der größte Beitrag der Wissenschaft zu einer sauberen Welt“,¹²⁶ steht in *Popular Science* gleich unterhalb der Abbildung der verstrahlten B-17 (S. 139). Und wenn es schon nicht möglich war, radioaktive Strahlung zu verhindern, so fand die geneigte Leserin zumindest auf Seite 59 das passende Produkt dazu: „Geigerzähler zum Aufspüren wertvoller radioaktiver Mineralien. Es gibt ein Modell, das genau IHREN Anforderungen entspricht ...“¹²⁷





Abb. 35

Harvey Stovall (dargestellt von Dean Jagger) erinnert sich. Der Wind, der über das Feld weht, ist künstlichen Ursprungs. Quelle: *Twelve O'Clock High*, Regie: Henry King, Twentieth Century-Fox 1949 (Foto: FB)



Pressurized spark range is a steel tube, 3 feet in diameter, 313 feet long. A 20-mm. gun at one end fires models into sand butt at other. Spark stations in between photograph the flight.

Model Missiles Shot Through Giant Tube

Abb. 36

„Modellraketen durch riesiges Rohr geschossen“. Quelle: *Popular Science*, Dezember 1949, S. 145

N a c h

der

R o h r p o s t b l o c k a d e

K A P I T E L

X I I I

N a c h
dem Ende des Zweiten Weltkrieges war Berlin, die vor-
malige Hauptstadt Nazideutschlands, in vier Besatzungs-
zonen aufgeteilt, die die im Krieg verbündeten Staaten
Frankreich, USA, Vereinigtes Königreich und die Sowjet-
union verwalteten. Wenngleich diese Konstellation auch
in Wien angewandt wurde, stellte der Berliner Fall eine
Besonderheit dar, denn die Stadt war komplett in die
sowjetische Besatzungszone eingebettet, die spätere
Deutsche Demokratische Republik. Wege in die Stadt bzw.
aus Berlin erfolgten immer über Gebiete, die die Sowjet-
union kontrollierte. Spätestens ab Januar 1948 war allen
politischen Akteur:innen bewusst, dass diese Konstellation
ein Machtfaktor im aufkommenden Kalten Krieg war.
Und so schränkte die sowjetische Militäradministration
in Deutschland den Verkehr nach Berlin seit Anfang 1948
sukzessive ein. Dieses Vorgehen eskalierte im Juni in der
sogenannten Berlin-Blockade, die bis Mitte Mai 1949 auf-
recht blieb. Die Versorgung der drei Westsektoren Berlins
erfolgte ab Ende Juni 1948 nahezu ausschließlich über die
Berliner Luftbrücke.

Anfang 1949 spitzte die sogenannte „Rohrpost-Blockade“
die Krise in der deutschen Metropole weiter zu: Die sowje-
tische Besatzungsmacht hatte die Rohrpoststränge im
sowjetischen Sektor durchtrennt, das pneumatische Netz
erstreckte sich nun nicht mehr durchgängig über das
Stadtgebiet. Seit dem Ende der Kampfhandlungen hatte
man in Berlin daran gearbeitet, die durch den Krieg
schwer beschädigte Stadtrohrpost wieder in Gang zu
setzen, schließlich war sie seit 1865 eine wesentliche
Komponente im Telegrafennetz gewesen. Als im Januar

die Rohrleitungen gekappt wurden, fiel auch die historische Telegrafenzentrale in Berlin-Mitte unter alleinige sowjetische Verwaltung, das Netz der West-Sektoren musste umstrukturiert werden.¹²⁸

Die Berliner Rohrpost hatte 1949 in ihrer über achtzigjährigen Geschichte bereits viele Veränderungen hinter sich, von den ersten Experimenten mit der neuen Technik in den 1860er Jahren über den Ausbau des unterirdischen Röhrennetzes durch die preußischen Behörden und den Boom der pneumatischen Telegrafie ab 1900 bis zum sukzessiven Niedergang ab den 1930er Jahren, als das neue Medium Telefonie viel von der telegrafischen Kommunikation übernahm. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war es noch zu großen Erweiterungen der Stadtrohrpostanlagen in Berlin, Paris, Prag, Wien und anderen Städten gekommen, auf technischer Ebene gab es jedoch bis auf die Automatisierung der Weichen in den Netzwerken und die Elektrifizierung der Kompressoren kaum mehr technische Neuerungen. Die Rohrpost blieb aber eine bewährte Komponente innerhalb der Telegrafie, was dazu führte, dass die städtischen Rohrpostanlagen nach Ende des Zweiten Weltkrieges wieder instand gesetzt wurden. Eine besondere Qualität der Rohrpost verhalf ihr nach der Teilung des Berliner Netzes im Februar 1949 zu neuer Bedeutung: Die Technik galt als abhörsicher, was in Ost-Berlin, der Hauptstadt der im Oktober desselben Jahres gegründeten DDR, wesentliche Vorteile bot.

1976 stellte das DDR-Ministerium für Post- und Fernmeldewesen den Betrieb der Rohrpost in Ost-Berlin gänzlich ein. In West-Berlin war das Netz schon 1963 für den

öffentlichen Postverkehr stillgelegt worden, in Boston und New York bereits 1953. Die österreichische Post- und Telegraphenverwaltung schloss die Wiener Rohrpost 1956. 1984 führte die französische Post die letzte Sendung mit der *petit pneu* in Paris durch. Die größte und älteste Rohrpostanlage ihrer Art war auch eine der letzten, die ihren öffentlichen Betrieb einstellte. In den meisten Städten erfolgte die Einstellung des pneumatischen Dienstes ohne großen medialen Widerhall. Offenbar war die Rohrpost schon zuvor aus dem Alltag und der Wahrnehmung des Publikums verschwunden, die Zahl der beförderten Telegramme brach bereits in den 1950er Jahren massiv ein.¹²⁹

Annähernd 120 Jahre lang bestand der pneumatische Telegraf in Paris. Innerhalb dieser Zeitspanne erfuhr sowohl die innerstädtische als auch die regionale bis internationale Kommunikation einen massiven Wandel. Dieser Wandel hatte zunächst die Installierung der pneumatischen Telegrafie als Ergänzung zur elektrischen Telegrafie bedingt; die kontinuierliche Weiterentwicklung der elektrischen Kommunikationstechnik – etwa im Bereich der Telefonie – führte dann dazu, dass die Rohrpost wieder verschwand. Haus- und Stadtrohrpostanlagen, die „zischenden Fossilien der Bürowelt“, wie das Nachrichtenmagazin *Der Spiegel* die pneumatische Technik 1999 nannte, wurden sowohl im Stadtbild als auch nach und nach in den Arbeitsstätten weniger.¹³⁰ Nur in spezialisierten Bereichen konnte sich die hausinterne pneumatische Beförderung halten, beispielsweise in Krankenhäusern, wo sie bis heute Blutproben transportiert, oder in Banken und Kaufhäusern, um Bargeld sicher von den Kassen und Schaltern zu den Tresoren zu bewegen.¹³¹

Heute gelten die Rohrpost im Speziellen und die Pneumatik insgesamt als eine überholte Technik. Vor 1900 war ihre öffentliche Wahrnehmung noch gänzlich anders, da waren pneumatische Anwendungen noch Teil der populärkulturellen Fortschrittserzählungen.¹³²

So feierte etwa die französische Wochenzeitschrift *Le Panthéon de l'Industrie* 1988 den Wiener Ingenieur und Uhrmacher Victor Popp (1846–1912) auf einer ihrer Titelseiten. Popp hatte gemeinsam mit seinem ebenfalls aus Wien stammenden Kompagnon Ernst Resch 1880 in Paris ein pneumatisches Stadtuhrsystem eingerichtet, bei dem die Kraftübertragung und die Synchronisierung der Uhrzeit über unterirdisch verlegte Druckluftleitungen erfolgten.¹³³ (→ **Abb. 37**) Geradezu euphorisch schilderte die Zeitschrift den unternehmerischen Erfolg des Systems, wobei der Autor des Berichts mehrfach betonte, wie wesentlich die pneumatische Technik für die Stadt und ihre Bewohner:innen sei. „Seitdem haben sie [die Uhren] nicht mehr aufgehört, die Zeit von Minute zu Minute mit absoluter Genauigkeit anzuzeigen. Sie werden auch in Zukunft nicht stehen bleiben. [...] Die pneumatischen Uhren gehören uns für immer und ihr Erfinder auch.“¹³⁴

Das Versprechen des Autors wurde nicht eingelöst; zumindest nicht ganz. 1927, nach über 40 Jahren, beendete das Unternehmen Compagnie des Horloges Pneumatiques den Betrieb der pneumatischen Uhren in Paris. Die Infrastruktur der Druckluftleitungen, die in den Kanalrohren und den Tunneln der Stadt- und U-Bahn verlegt waren, überlebte in Form der neu gegründeten Compagnie Parisienne de l’Air Comprimé. Die Firma stellte kleinen und mittleren Unternehmen Druckluft zur Verfügung, was

auf rege Nachfrage stieß und zu einem weiteren Ausbau des Netzes und der drei Pressluft-Fabriken führte. 1959 wuchsen die Rohrstränge auf insgesamt 900 Kilometer Länge in Paris und seinen Vororten an. Der Niedergang des städtischen Druckluftrohrnetzes der seit 1949 in Société Urbaine de Distribution d’Air Comprimé (SUDAC) umbenannten Gesellschaft ist eng mit der Abwanderung der Industrie aus Paris und seiner Umgebung verbunden. Ende der 1960er Jahre war das weitläufige Netz kaum noch rentabel. 1973 ging die Société daran, dezentrale Druckluftsysteme direkt bei den Kund:innen zu installieren. Als Hersteller von Kompressoren und pneumatischer Infrastruktur für Spezialanwendungen ist SUDAC bis heute erfolgreich.

Im Jahr 1800 ersann George Medhurst seine Aeolian Engine als Energiespeicher für Windenergie und damit eine Welt ohne Dampfkraft. Im Laufe des 19. Jahrhunderts setzte sich aber fossile Energie in weiten Teilen des wirtschaftlichen, militärischen wie privaten Lebens durch. Mit Elektrizität, Diesel- und Ottomotoren gab es im ausgehenden 19. Jahrhundert technische Alternativen, die wiederum die Ablöse der Dampfkraft versprachen. Im Verlauf dieser Übergänge und Bruchlinien der Technikgeschichte hielt sich die Pneumatik als technische Möglichkeit, die Räume für utopische Entwürfe öffnete.

Technisch hatte sie sich hundert Jahre nach Medhursts Entwurf bereits etabliert und weiterentwickelt. Um 1900 verfügten Ingenieur:innen über pneumatische Komponenten und Apparaturen, hergestellt im industriellen Maßstab. Die Lavaldüse und die Strahlpumpe, Dampfturbinen und die ersten funktionalen Tragflächen waren Ergebnis

der wissenschaftlichen und technischen Forschung und gründeten auf den sowohl empirisch wie theoretisch neu erschlossenen Feldern der Thermo- und Aerodynamik sowie der Viskosität.¹³⁵

Den Techniker:innen gelang es mit dem neuen Wissen, externe Verbrennungsmotoren, wie eben die Dampfmaschine, in Form von Otto- und Dieselmotor erfolgreich zu miniaturisieren, das 1895 entwickelte Linde-Verfahren zerlegte und verflüssigte die Atemluft im industriellen Maßstab in die atmosphärischen Gase Sauerstoff, Stickstoff und Argon und stellte sie für die chemische Weiterverarbeitung oder für Raketentreibstoff zur Verfügung, leistungsfähige Kältemaschinen, wie sie der Bierbrauer John Vallance 1824 erträumt hatte, entstanden, Fahrradluftreifen milderten Stöße ab, und experimentelle Fluggeräte legten die ersten Distanzen zurück. (→ Abb. 38)

1955 sah Roland Barthes im neu vorgestellten Citroën DS „eine große epochale Schöpfung, die mit Leidenschaft von unbekannten Künstlern entworfen wurde“.¹³⁶ Mit dem Auto führte der französische Hersteller die Hydro-pneumatik, also ein neues Druckluftfederungssystem, im teuersten Segment ihrer Fahrzeuge ein. Die *déesse* galt nicht nur ob ihrer stromlinienförmigen, frei von Schweißnähten hergestellten Karosserie als herausragendes Automobil ihrer Zeit, auch das Fahrerlebnis war aufgrund der neuen Federung spektakulär. Luftfederungen waren jedoch 1955 keineswegs neu, die kurzlebige und in Chicago ansässige Cowles-MacDowell Pneumobile Company baute bereits 1914 an Automobilen mit luftgefüllten Zylindern zur Dämpfung der Räder. Viele Automobilhersteller setzten Luftfederungen nach wie vor ein, und ihr hoher

Fahrkomfort markiert in vielen Fällen das Erleben der Luxusklasse.

Wenngleich sich die Idee des pneumatischen Motors im Auto nie durchzusetzen vermochte, so begleitete das Konzept des Luftdruckantriebs dennoch die Automobilgeschichte durch das lange 20. Jahrhundert. Hochkonjunktur und Tiefphasen im öffentlichen Diskurs dieses Konzepts koinzidieren mit Umbrüchen bei der dominierenden Antriebstechnik der Diesel- und Ottomotoren. Mangel an Treibstoff im Zweiten Weltkrieg, während der Ölkrise Anfang und Ende der 1970er Jahre sowie während der Golfkriege machten, zumindest für einen kurzen Zeitraum, alternative Antriebe attraktiv. Ab den 1990er Jahren führte zudem ein gestiegenes Umweltbewusstsein, das den Ausstoß von Kohlendioxid, Schwermetallen und Feinstaub durch Verbrennungsmotoren zunehmend als Problem erkannte, dazu, dass technische Alternativen zur Verbrennung von Kraftstoff gesucht wurden.

Der französische Ingenieur Guy Nègre sah Anfang der 1990er Jahre im pneumatischen Motor eine Lösung nicht nur für das Problem der Umweltbelastung, sondern auch dafür, ein möglichst günstiges Auto auf den Markt zu bringen. (→ **Abb. 39**) Er entwickelte ein Fahrzeugmodell mit Druckluftflaschen im Fahrzeugboden, mit denen der Motor angetrieben wird. Druckluftmotoren, wie beispielsweise Radialkolbenmotoren, produzieren im Betrieb kaum Abwärme. Weder aufwendige Kühlung noch eine besonders robuste Ausführung, um den bei der Verbrennung entstehenden hohen Druck aufnehmen zu können, sind notwendig, das Gewicht des Autos kann entsprechend stark reduziert werden, was Kosten spart. Für den Tankvorgang

benötigt es simple Kompressoren, die entweder zu Hause aufgestellt werden können oder an Tankstellen verfügbar sind. Noch in den 1990er Jahren stieg der indische Konzern Tata bei Nègre ein, 2008 ging aus der Kooperation der Prototyp „Tata OneCAT“ hervor. Auf der Website von Guy Nègres neuester Unternehmung MDI werden die beiden jüngsten Entwicklungen „AirPod 2.0“ und „Air’Volution“ beworben. Zu kaufen ist allerdings bis heute keines dieser Automobile:¹³⁷ Die physikalischen Gesetze der Thermodynamik durchkreuzten Nègres vollmundige Versprechungen, die er mit seinem pneumatischen Auto erfüllen wollte. Um genügend Energie für eine ungefähre Reichweite von hundert Kilometer in den Tanks unterzubringen, ist das System auf stark komprimierte Luft angewiesen. Mit handelsüblichen Kompressoren ist die Verdichtung kaum herstellbar, sie benötigt Spezialmaschinen. Durch den Joule-Thomson-Effekt kühlt sich im Betrieb die expandierende Luft ab und muss vor Verwendung gewärmt werden, andernfalls vereisen Ventile und lassen sich nicht mehr schließen. Komplexität und Fehleranfälligkeit des Motors steigern sich entsprechend. Umgekehrt bedeutet der Prozess des Verdichtens der Luft, dass viel der investierten Energie in Form von Wärme verloren geht, was den Wirkungsgrad des pneumatischen Autos senkt. Alles Faktoren, die Grundlage der Ausbildung von Taucher:innen sind; sie wissen auch von einer weiteren Gesetzmäßigkeit zu berichten, die sich negativ auf Nègres Konstruktion auswirkt, der sogenannten thermischen Zustandsgleichung idealer Gase: Sinkt die Umgebungstemperatur des Druckluftbehälters, zum Beispiel im kalten Wasser, kühlt auch der Inhalt des Gefäßes ab, und damit

reduziert sich der Luftdruck. Die Reichweite des Autos ist also immer auch beeinflusst von Temperaturschwankungen. Die Serienreife hat Nègres Konstruktion letztlich nie erreicht.

Damit endet die Geschichte der pneumatischen Autos aber keineswegs. 2013 bewarb PSA, der Mutterkonzern von Peugeot und Citroën, der heute unter dem Namen Stellantis firmiert, ein neues Antriebssystem, das Verbrennungsmotoren mit pneumatischer Rekuperation, also der Rückgewinnung von Bremsenergie, kombiniert. „HybridAir“ hieß das System. Ab dem Jahr 2016 wollte PSA Kleinwagen mit Druckluft-Hybridantrieben in Serie produzieren. Das System wurde vom französischen Konzern gemeinsam mit Bosch und Faurecia entwickelt. Viele Zeitungen und Magazine im deutschsprachigen Raum übernahmen die Ankündigung des Konzerns und berichteten euphorisch über die Hybridtechnik. Über das weitere Geschehen hingegen gaben sie kaum Auskunft – eine *NZZ*-Reportage ein Jahr nach der Pressemitteilung ist eines der wenigen Zeugnisse, die von Problemen bei der Einführung von „HybridAir“ berichteten.¹³⁸

Der Mechatroniker Jonathan Sauder wiederum entwickelt autonome Systeme für die wohl denkbar unwirtlichste Umgebung: Lufttemperaturen von über 450 Grad Celsius, ein Anteil von rund 96 Prozent Kohlendioxid, 3,5 Prozent Stickstoff und ein Luftdruck 90-mal höher, als ihn unser Barometer üblicherweise registriert. Die konstante Wolkenschicht und die Zusammensetzung der Atmosphäre bedingen einen starken Treibhauseffekt. Regen fällt in Form von Schwefelsäure bis unweit der Unterseite der Wolkendecke, die hohen Temperaturen

verdampfen und zersetzen die Säure anschließend in Schwefeldioxid, Wasserdampf und etwas Sauerstoff. Schlechte Bedingungen für sensible Technik.

Sauder stieß 2015 mit dem „Innovative Advanced Concepts“-Programm der NASA auf das technische Problem, einen Rover für die Venus zu konzipieren, der über einen längeren Zeitraum hinweg die Planetenoberfläche untersuchen kann, die aufgrund der Wolkendecke von der Erde und vom Orbit aus nicht einsehbar ist. Wenngleich die Sowjetunion schon ein halbes Jahrhundert zuvor, im Juni 1967, erfolgreich die Sonde Venera 4 auf unserem Nachbarplaneten landete, gab es auch noch Mitte der 2010er Jahre kaum belastbare technische Entwürfe, ein autonomes Gefährt länger als eine Stunde unter den gegebenen atmosphärischen Bedingungen zu betreiben.

2017 legte Sauder, nunmehr am NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) zuständiger Ingenieur, den Abschlussbericht der ersten Phase der Studie *Automaton Rover for Extreme Environments* (AREE) vor. Gemeinsam mit seinen Mitautor:innen fasste er den Stand der Technik zusammen, die sie im Zuge der Studie überprüft hatten, und beschrieb die Grundzüge einer Sonde, die den extremen Bedingungen auf der Venus standhalten sollte. Geleitet von einer offenkundigen Faszination vom Mechanismus von Antikythera, der trotz widrigster Bedingungen die Jahrtausende überdauert hat, empfahl das Team um Sauder, AREE als überwiegend bis vollständig mechanischen Automaten zu konzipieren. Angetrieben durch ein Windrad sollte AREE das Messen, Auswerten und Speichern der wahrgenommenen Umwelt unter weitgehendem Verzicht auf Elektronik leisten. Dafür stünden

genügend mechanische wie pneumatische Konzepte zur Verfügung, so die Autor:innen.¹³⁹ 2020 schrieb die NASA den sogenannten „Exploring Hell“-Wettbewerb aus, um den Entwurf AREE in der Frage, wie die autonome Einheit Hindernisse im Terrain wahrnehmen und diesen ausweichen könne, zu präzisieren. Die Siegereinreichung „Venus Feelers“ von Youssef Ghali beschreibt eine rein maschinenbautechnische Lösung und visualisiert den Betrieb von AREE auf der Oberfläche der Venus. (→ Abb. 40)

Wenngleich die Venera-Sonden am Boden der Venus nur geringe Windgeschwindigkeiten von rund einem halben bis zwei Meter pro Sekunde gemessen hatten, stehe, so argumentiert der Abschlussbericht, aufgrund der hohen Dichte der bewegten Luft ausreichend Energie zur Verfügung, um AREE mit Windenergie zu betreiben. Als Zwischenspeicher käme – wie bei George Medhursts Äolischer Maschine – ein pneumatischer Druckbehälter zum Einsatz, der für die benötigte mechanische Kraft auch bei Windstille sorgen würde. Pneumatik sollte zudem für die Informationsweitergabe zwischen den einzelnen Elementen, ob Sensoren oder Motoren, eingesetzt werden. Die zentrale Aufgabe der Verarbeitung der Messdaten, der Berechnung des weiteren Kurses und des Abarbeitens der einprogrammierten Aufgaben würde ein pneumatischer 12-Bit-Prozessor leisten; ein Prozessorentypus, der zuvor schon im Feld der Soft Robotics getestet wurde, wo ebenfalls pneumatische Lösungen für Extrembedingungen entwickelt werden.

Der *ou tópos* für Maschinen, die mit Luft unter Druck denken, fühlen und sich fortbewegen, scheint aktuell an

sehr menschenleeren Orten zu liegen, an denen die Apparaturen fürs Erste alleine bleiben werden. Und selbst wenn Menschen dereinst die Besiedlung der Venus in Angriff nehmen, werden sie die AREE-Maschinen am Boden durch die Wolkendecke nicht erspähen können.¹⁴⁰ Ähnlich wie auf der Insel Laputa in Jonathan Swifts satirischem Reiseroman werden die Siedler:innen auf der Venus ihren Tätigkeiten in Wolkenstädten nachgehen. Schon der Auftrieb der menschlichen Atemluft innerhalb dieser pneumatischen Architekturen würde die Habitate in den höheren Schichten der schweren Kohlendioxidatmosphäre aerostatisch halten und die Gebilde über das venerische Balnibarbi hinwegsweben lassen. Aber das ist eine andere Geschichte.

Von alter oder gar simpler Technik also keine Rede. Als mit der Rohrpost die sichtbarste Anwendung der Pneumatik Mitte des 20. Jahrhunderts aus dem Alltag verschwand, war die Technik selbst schon mannigfaltig andernorts eingesetzt: Druckluftbremsen in Eisenbahnen und LKWs, pneumatisch unterstützte Türöffner, Druckluft am Arbeitsplatz zum Reinigen von gefrästen Werkstücken, Kompressoren in unterschiedlichsten Ausführungen und Größen oder die Turbine, mit der die Zahnärztin auch heute noch bohrt und schleift. Um pneumatische Anwendungen im Alltag aufzuspüren, empfiehlt es sich daher, weniger nach Druckluftsystemen Ausschau zu halten, sondern vielmehr auf das Zischen, Pfauchen und Pfeifen zu achten, die so typisch für die Geräte sind.

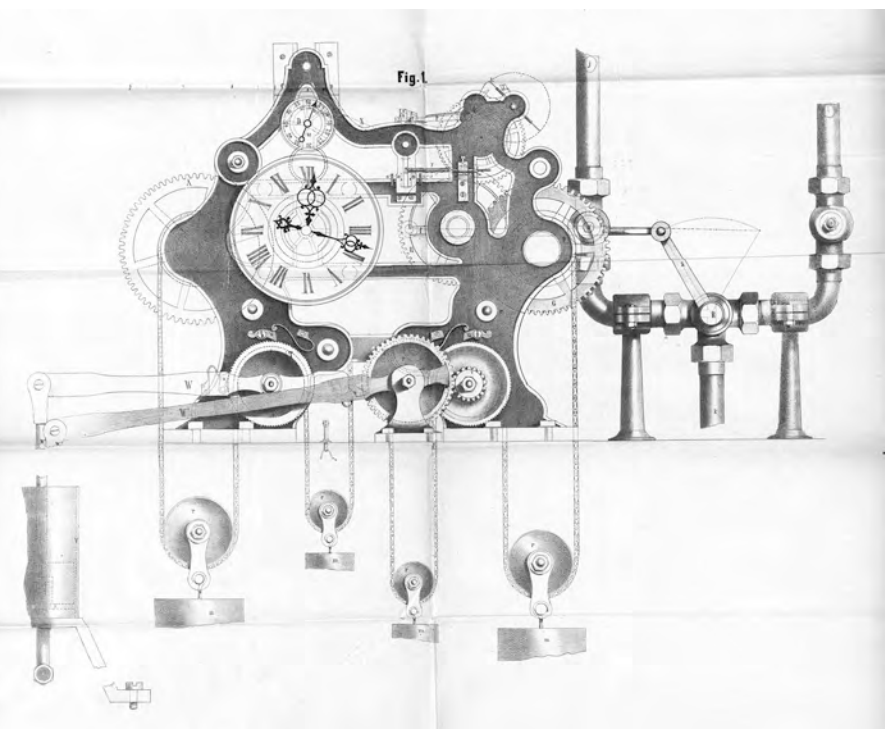


Abb. 37

Patent von Viktor Popp, Ernst Resch und Carl Albert Mayrhofer in Wien auf pneumatische Uhren. Quelle: Landesarchiv Baden-Württemberg, Abt. Staatsarchiv Ludwigsburg, Patentkommission der Zentralstelle für Gewerbe und Handel, E 170 a Bü 2320

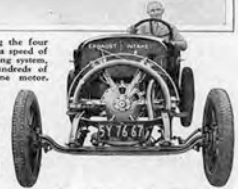
Compressed AIR MOTOR Runs Car



A side view of the compressed air car, showing the four fuel tanks which will drive the car 500 miles at a speed of 35 miles an hour. The engine requires no cooling system, no ignition system, no carburetor, nor the hundreds of moving parts included in a standard gasoline motor.

EITHER the era of "free air" is about to come to an end, or the cost of motor-ing is about to be reduced to practically nothing. In an amazing demonstration conducted recently in Los Angeles a standard automobile chassis, powered with a newly-developed compressed air motor, whizzed around the city streets at not one cent of cost to the driver for fuel.

The engine, which is the result of six years of research by Roy J. Meyers, resembles in general appearance a radial airplane motor. It is mounted in an upright position in the same space occupied by a gasoline motor in standard cars.



A front view, showing how the compressed air engine is mounted. An electric heater, operated by a battery and generator, heats the air until it attains a pressure of 200 lbs. As the warm air goes through the engine and is cooled, it is recovered and drawn into a compressing chamber, where it is heated again and returned to the tank.

A Three-Wheeled Car for 60c

WITH a total cash outlay of only sixty cents, plus several hours of labor and a large amount of mechanical ingenuity, J. M. Custer of Piggott, Arkansas, has built for himself a most unusual three-wheeled flier.

Made entirely of parts picked up from the junk pile, the car contains parts of seven different makes of autos. Steering is done with the front wheel, which is mounted like a wheelbarrow wheel, considerably ahead of the motor.



This unusual vehicle, built by J. M. Custer of Piggott, Ark., resembles a cross between a flier and wheelbarrow. It was assembled from junk.

Inventions for January

47

Abb. 38

„Druckluftmotor treibt Auto an“. Quelle: *Modern Mechanix*, 7. Bd, Nr. 3 (Januar 1932), S. 47





Abb. 39

Guy Nègre, Geschäftsführer von Motor Development International, bei der Präsentation seines „AirPod One“ in Nizza 2008. Quelle: Valéry Hache (Fotografie), AFP, Par2205038, 9.10.2008



Abb. 40

Die Siegereinreichung *Venus Feelers* von Youssef Ghali beim „Exploring Hell“-Wettbewerb des Jet Propulsion Laboratory der NASA, 2020.

Quelle: NASA/HeroX/Youssef Ghali 2020

Postskriptum

Nach Wien und Berlin wurde Franz Felbinger mit der Realisierung mehrerer weiterer Rohrpostanlagen in anderen europäischen Städten beauftragt. Im Jahr 1875 heiratete er Aloisia Werner, die Tochter des Brünner Baumeisters Josef Werner. Um 1880 zog Felbinger in die Heimat seiner Frau und ließ sich in Želešice (Schöllschitz) bei Brno (Brünn) nieder. Die Kleinstadt war bekannt für ihre Victoria-Baumschule. Der Wiener Unternehmer wollte in diesem Bereich tätig werden und gründete eine Gartenbaufirma unter eigenem Namen. In den folgenden Jahren baute Felbinger sein Unternehmen aus und führte neue Verarbeitungsmethoden ein, darunter 1897 die Errichtung einer Fabrik für Dörrgemüse. Im folgenden Jahr beauftragte die k.u.k. Armee Felbinger mit der Belieferung seiner Produkte. Sein Sohn Karl (1877–1936), der als Marineoffizier diente, nutzte diese Beziehung einige Jahre später, als die Armee während des Ersten Weltkrieges sein wichtigster Kunde für Trockengemüse wurde.

Parallel dazu begann Franz Felbinger ein Studium der Malerei. Sein erster Lehrer war Emil Pirchan der Ältere (1844–1928) in Brno. In den Jahren 1883 und 1884 hielt er sich in München auf, um an der Akademie der bildenden Künste bei Nikolaus Gysis (1842–1901) und Fritz von Uhde (1848–1911) zu studieren. München war zu dieser Zeit das Zentrum der naturalistischen Malerei im deutschsprachigen Raum. Felbinger war einer der Ersten, die diesen Malstil im Habsburgerreich anwendeten, zu einer Zeit, als das Atelier von Hans Makart die Wiener Szene dominierte. Dreizehn Gemälde von Felbinger (unter

anderem *Der Bettler*, 1884, *Der Drahtbinder*, undatiert) sind in der Sammlung der Moravská galerie in Brno überliefert.

Sein letztes Gemälde war ein Selbstporträt. (→ **Abb. 41**) Das undatierte Werk zeigt ihn in seinem Atelier. Felbinger posiert aufrecht sitzend auf der Lehne eines Sessels. Die Accessoires im Hintergrund (eine Tube Farbe, ein Pinsel, Leinöl und eine Palette) weisen auf seine neue Rolle hin – Felbinger gab keinen Hinweis mehr auf sein Leben als Ingenieur. Das Gemälde enthält ein Memento mori: Ein Totenkopf blickt dem Betrachter aus einem Spiegel im Hintergrund entgegen. Felbinger, der damals knapp über sechzig Jahre alt war, hatte seinen eigenen Tod vor Augen, als er dieses Selbstporträt malte. Er starb am 15. Juli 1906 in Třebíč (Trebitsch). Die Beisetzung erfolgte auf traditionelle Weise auf dem Friedhof von Želešice.



Abb. 41

Selbstporträt von Franz Felbinger, um 1906. Quelle: Moravská galerie, Brno (Foto: FB)

Anmerkungen

- 1 Felbinger und Hudetz 1874, S. 8.
- 2 Ebd., S. 9.
- 3 Ebd.
- 4 Ebd., S. 13.
- 5 Ebd.
- 6 Felder 1878, S. iv.
- 7 Le Temps, 14.7.1874, o. S. (eigene Übersetzung).
- 8 Pritchard 1847, S. 174.
- 9 Vallance 1833, S. 20.
- 10 Ebd., S. 18.
- 11 *The London Journal of Arts and Sciences*, 10. Bd. (1826), S. 113–119.
- 12 *Polytechnisches Journal*, 19. Bd. (1826), S. 362.
- 13 *Polytechnisches Journal*, 1. Bd. (1820), S. IVf.
- 14 *The London Journal of Arts and Sciences*, 10. Bd. (1826), S. 119, schloss mit der satirischen Bemerkung: „[...] we therefore refer those of our readers who are not fully satisfied with the above sketch of the invention, to the elaborate specification itself, which occupies sixteen and a half closely written skins of parchment.“
- 15 Ausführliche Beschreibungen dieser Erfindungen finden sich in *Polytechnisches Journal*, 5. Bd. (1821), S. 379; *The London Journal of Arts and Sciences*, 11. Bd. (1826), S. 302; Pritchard 1847, S. 150. Britische Patente waren teuer, und das Einreichverfahren war kompliziert, es benötigte großen finanziellen wie administrativen Aufwand, ein Patent zugesprochen zu bekommen. Der Wert eines Patents bemaß sich an der Bevölkerungszahl, die dessen Geltungsbereich umfasste, vgl. Rosen 2010, S. 280–282.
- 16 *Polytechnisches Journal*, 18. Bd. (1825), S. 267–268.
- 17 Vallance 1827 und Vallance 1833.
- 18 *The London Journal of Arts and Sciences*, 12. Bd. (1826), S. 151.
- 19 Schivelbusch 2000, S. 15.
- 20 *The Repertory of Patent Inventions*, 9. Bd. (1799), S. 406–411.
- 21 Ebd., S. 409.
- 22 Rosen 2010, S. 178f.
- 23 Medhurst 1800, S. 10f. (eigene Übersetzung).
- 24 „Le XIXe siècle est réellement l'enfant gâté de la science.“, Aymar-Bression 1865, hier S. 3.
- 25 Rosen 2010, S. 271–310.
- 26 Der Autor unterstrich die Bedeutung der Dampfmaschine bereits im Titel seines 2010 erschienen Bandes *The Most Powerful Idea in the World*, vgl. Rosen 2010.
- 27 Rosen 2010, S. 294f.
- 28 Veritasium 2023.
- 29 Ghega 1853, S. 13–15.
- 30 Zitiert in: *Mechanics' Magazine*, 24.10.1829, S. 146.
- 31 *Illustrierte Zeitung*, 20.1.1855, S. 55.
- 32 Dinohobl 2003, S. 12f.
- 33 Kos 2021, S. 73.
- 34 Wood 1825 und 1838.
- 35 *Illustrierte Zeitung*, 20.1.1855, S. 55.
- 36 Clegg 1840, S. 4.
- 37 Schivelbusch 2000, S. 119, 144f.
- 38 *Mechanics' Magazine*, 2.5.1835, S. 65–72; *Polytechnisches Journal*, 57. Bd. (1835), S. 1–17.

- 39 Becker 1844, S. 11.
- 40 Becker 1844, S. 2, 10–15; Heusinger von Waldegg 1870, S. 684ff.
- 41 Ghega 1853, S. 45, 97ff.
- 42 Ržiha 1876, S. 74–78.
- 43 *Fliegende Blätter*, 24. Bd. (1856), S. 128.
- 44 Robida 1883, S. 311f.
- 45 Zum Konkurrenzvorschlag zu Gustave Eiffels Turm für die Weltausstellung 1889, der die Errichtung des gigantischen Beleuchtungsturms „Colonne-Soleil“ vorsah, vgl. Schivelbusch 1983, S. 125–130.
- 46 *Polytechnisches Journal*, 18. Bd. (1825), S. 267f.
- 47 Ariès 1982, S. 608–646.
- 48 *The Repertory of Patent Inventions*, 1825, S. 156 (eigene Übersetzung).
- 49 Rosen 2010, S. 202–206.
- 50 Brunel tat sich in den folgenden Jahren noch als Erbauer einer Eisenbahnlinie entlang der Themse hervor und konstruierte drei Hochseedampfschiffe; vgl. Ackroyd 2008, S. 191ff., 266ff.
- 51 Zit. nach Ackroyd 2002, S. 569.
- 52 Vgl. Heusinger von Waldegg 1878, S. 627f.
- 53 Ackroyd 2002, S. 353, 568f.; Ackroyd 2008, S. 268ff.; 3sat, 2009 bzw. die Dokumentation *The Sewer King* von Edward Bazalgette, 2003.
- 54 Eine Simulation des Tunnels war auf der Wiener Weltausstellung 1873 zu sehen, vgl. *Die Gartenlaube*, 21. Jg. (1873), Nr. 30, S. 488.
- 55 Kreuter 1884; Hobsbawm 1980, S. 74.
- 56 Die Pneumatik konnte ihre Leistungsfähigkeit im Tunnelbau beweisen und wird bis heute als eine Technik eingesetzt, die keinen Funkenflug verursacht, was für den Untertagebau unerlässlich ist. Darüber hinaus verwendeten die Mineure beim Gotthardtunnel erstmalig Dynamit anstelle von Sprengpulver, vgl. *Scientific American Supplement*, 8.9.1877, S. 1392f.; *Technische Blätter*, 1877, S. 89–95; Kreuter 1884, S. 230f.
- 57 Kreuter 1884, S. 236.
- 58 Couzy, Donzel u. a. 2015, S. 10, 93.
- 59 Felbinger und Hudetz 1874, S. 14.
- 60 Der an der Columbia University tätige Joseph Brennan sammelt bereits seit vielen Jahren Informationen zur Geschichte der U-Bahn in New York City. Beachs pneumatische Bahn sowie deren Vorgängerinnen finden sich sowohl auf Brennans privater Website als auch auf einer von ihm mitgestalteten Online-Publikation; vgl. nycsubway.org (1995ff.).
- 61 Schivelbusch 2000, S. 152.
- 62 Heusinger von Waldegg 1878, S. 603.
- 63 Ebd.
- 64 *The Living Age*, 77. Bd. (1863), S. 89–91; *The Illustrated London News*, 10.9.1864, S. 275; Beach 1868, S. 22f.; Heusinger von Waldegg 1870, S. 669f.
- 65 „Opening of the Broadway Tunnel to the Public“, in: *Scientific American*, Bd. 22, Nr. 10 (5.3.1870), S. 154f.
- 66 *New York Times*, 27.3.1870, S. 5.
- 67 Bettel 2012.
- 68 „Ritter v. Felbinger, Civil Ingenieur. Anzeige von den begonnenen Studien der pneumatischen Apparate in Paris“; Österreichisches Staatsarchiv,

- Allgemeines Verwaltungsarchiv, Handelsministerium Telegraf Index 1874, 1008. Bd.
- 69 Das gesamte Vorhaben führte das Handelsministerium in einem sogenannten Motivenbericht aus, zit. nach *Oesterreichisch-Ungarische Post*, 4. Jg., Nr. 7 (18.2.1874), S. 38.
- 70 Vgl. dazu den retrospektiven Bericht in *Publication industrielle des machines, outils et appareils [...]*, 23. Bd. (1877), S. 355–382.
- 71 Hobsbawm 1980, S. 74.
- 72 Felbinger war nicht der Einzige, der in Wien pneumatische Anwendungen verkaufen wollte. Auch der Unternehmer Carl Albert Mayrhofer trat an das Handelsministerium mit dem Plan heran, ein privates Rohrpostsystem zu errichten. Letztlich erwies sich Mayrhofers Entwurf einer Rohrpost als ungenügend für die Bedürfnisse des Ministeriums, sein Antrag wurde abgelehnt, vgl. Mayrhofer 1873. Mayrhofer arbeitete darüber hinaus an pneumatischen Uhren in der Stadt, fertigte Telegrafienapparate und forschte an der Telefonie. 1867 stellte er ein System für die militärische Aufklärung mit Luftballonen vor; vgl. Mayrhofer 1867.
- 73 Vgl. u. a. Franz Felbinger: „Illinois- und St. Louis-Brücke über den Mississippi“, in: *Zeitschrift des ÖIAV* 1874, 5. Heft, S. 75–79.
- 74 Crespin o. J. und 1875.
- 75 Dabei handelte es sich um ein Patent auf einen luftdichten Kolben mit proportionalem und automatischem Druck, vgl. *Annales industrielles*, 16.8.1874, Sp. 224.
- 76 *Publication industrielle*, 23. Bd. (1877), S. 471–480.
- 77 Vgl. k. k. Handelsministerium (Hg.): *Statistik des österreichischen Post- und Telegraphenwesens im Jahre 1904*, Wien 1905, S. 6f., 72; *Statistik des österreichischen Post- und Telegraphenwesens im Jahre 1914*, Wien 1916, S. 6f., 57.
- 78 *Über Land und Meer*, 36. Bd. (1876), S. 774.
- 79 Schivelbusch 2000, S. 31.
- 80 Hobsbawm 1980, S. 103, 268f.
- 81 Fields weitläufiges wie engmaschiges Netzwerk als Diagramm in Müller 2016, S. 25.
- 82 Ebd.
- 83 *Publication industrielle*, 23. Bd. (1877), S. 356.
- 84 Handelsministerium 1873–1914. Zur Geschichte des Staatenvergleichs entlang quantifizierender Größen vgl. auch Steinmetz 2021.
- 85 Arnold 2016, S. 162–167.
- 86 Herzog und Pensold 2010. Die Historikerin Katie Hindmarch-Watson ist den Arbeitsbedingungen und geschlechtsspezifischen Ausdifferenzierungen im Bereich der Telekommunikation am Beispiel London zwischen 1870 und 1916/1917 nachgegangen. Da sowohl bei Telegrafie wie bei Telefonie Telegrafist:innen Nachrichten entgegennahmen und weiterleiteten bzw. Gespräche vermittelten und sie dabei mitlesen und mithören konnten, sahen sich die bürgerlichen Nutzer:innen der Telekommuni-

- kation mit einem Bruch des Privaten konfrontiert. Hindmarch-Watson nimmt die disziplinären Strukturen in den Blick, die eine größtmögliche Privatheit garantieren sollten. Weiters geht die Historikerin auf die Versuche der Telekommunikationsarbeiter:innen ein, diese strengen Regime zu unterwandern, und berichtet über die ambivalente zeitgenössische Rezeption der Beschäftigten; vgl. Hindmarch-Watson 2020.
- 87 Jokisch 1906, S. 32.
- 88 *Polytechnisches Journal*, 227. Bd. (1878), S. 39ff.
- 89 Arnold 2000, S. 26ff., 50f.
- 90 Anonym: „1000 Miles an Hour. From Boston to Liverpool in an Afternoon“, in: *Boston Daily Globe*, 5.8.1887, S. 4.
- 91 Ebd.
- 92 Verne 1888. Michel Verne, der nach dem Tod Jules Vernes 1905 dessen Erbe verwaltete, verkaufte die Kurzgeschichte in weiterer Folge auch unter dem verkaufsträchtigen Namen seines Vaters und ließ sie in mehrere Sprachen übersetzen, vgl. beispielsweise Verne 1906.
- 93 Kellermann 2015. Zur Konjunktur der Ingenieursfigur in der deutschsprachigen Literatur zu Beginn des 20. Jahrhunderts vgl. Leucht 2016, S. 259–262.
- 94 Haigermoser 2006, S. 261.
- 95 Radkau 2017, S. 58.
- 96 Vgl. u. a. Anonym: „A Plantsville Inventor“, in: *The Hartford Courant*, 9.7.1887, o.S.; Anonym: „A Pneumatic Tube to Europe“, in: *The New York Times*, 16.7.1887, o.S.
- 97 Anonym: „A Regular Jules Verne Scheme“, in: *The Atlanta Constitution*, 8.8.1887, S. 4.
- 98 *Scientific American*, 213. Bd. (1965), S. 30–40.
- 99 Vgl. u. a. den Videobericht des Computermagazins *Wired* 2017.
- 100 Leucht 2016, S. 8f. Reinhart Koselleck merkte an, dass der deutsche Übersetzer von Louis-Sébastien Merciers (1740–1814) Erzählung *Das Jahr 2440. Ein Traum aller Träume* (1771) ebenfalls nicht von Utopie sprach, vgl. Koselleck 2006, S. 261.
- 101 Koselleck 2006, S. 261.
- 102 Haigermoser 2006.
- 103 Tatsächlich bedeutete die Institutionalisierung des Berufes in Form von Schulen, Hochschulen, Berufsverbänden usw. eine weitere Marginalisierung der Ingenieurinnen. In dem zuvor eher experimentellen Hands-on-Umfeld war es für Frauen oft einfacher, mit ihren Erfindungen zu reüssieren.
- 104 Schweitzer 2004.
- 105 Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein 1900. Die historische Bibliothek des ÖIAV ist leider verloren gegangen, nur der Katalog hat sich erhalten.
- 106 *Wochenschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines*, 22.4.1876, S. 162.
- 107 Ebd., 15.1.1876, S. 24.
- 108 Ebd., 1.1.1876, S. 8.
- 109 Zum agonalen Element, den Abgrenzungsprozessen innerhalb der

- Gattung Utopie, vgl. Leucht 2016, S. 4–7, 161–163.
- 110 Koselleck verwies auf die sukzessive Aufbereitung spezifischer Qualitäten von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft als Voraussetzung der Verzeitlichung der Utopie. Koselleck 2006, S. 261.
- 111 Victoria & Albert London, CIRC.401-1964, collections.vam.ac.uk/item/O26325/british-sovereigns-board-game-wallis-edward (23.4.2025).
- 112 Collection Ville de Rambouillet, HIS XIX46.
- 113 Zur Beziehung zwischen Spiel und Propaganda vgl. Strouhal 2016.
- 114 emuseum.nyhistory.org/objects/2365/round-the-world-with-nellie-bly (23.4.2025).
- 115 Die Redaktion: „Unser Antrittsprogramm“, in: *Schweizer Hotel-Revue*, 12.3.1892, S. 1f., hier: S. 1.
- 116 Henry King (Regie): *Twelve O’Clock High* (im Verleih von Twentieth Century-Fox), USA 1949. In den Worten des ehem. Chefredakteurs des *Air Force Magazine* John T. Correll, „the best movie ever made about the Air Force“, vgl. Correll 2011. Das Magazin und dessen übergeordnete Organisation stehen der United States Air Force sehr nahe, sie rekrutieren sich fast ausschließlich aus dem militärischen Verband und lobbyieren für diesen.
- 117 Jablonski 1965.
- 118 Kaiser 1997, S. 441–454.
- 119 „When the firecan jockeys have flown their blowtorches some 100.000 miles, the doctors take over for the ground physical.“
- 120 „[...] a crew chief checks the air-conditioning turbine that supplies cool air to the pilot’s pressurized cockpit.“
- 121 Zeitzeuge Günther Anders reflektierte diese Verwobenheit von Technik und Politik am Beispiel der Atombombe und entwickelte daraus seine Technikphilosophie, die sich durchwegs pessimistisch liest; Anders betonte aber auch das emanzipatorische Potenzial von Technik, denn, so Anders: „Künstlichkeit ist die Natur des Menschen“, vgl. Anders 2002, S. 309.
- 122 Torrey legte 1967 eine umfassende Studie zur Geschichte der Windränder in den USA vor, vgl. Torrey 1967.
- 123 „Before long a rocket will rise, probably from White Sands, and let a cannon ball with 14 eyes roll out into the dark, hot space above the atmosphere. Its eyes will be thermocouples, sensitive to radiation from the sun, sky, and earth.“
- 124 Jablonski 1965, S. 308f.
- 125 Correll 2011.
- 126 „The ideal detergent would do even more. [...] Next to inventing a way to prevent things from getting dirty in the first place, that would probably be science’s greatest contribution toward a clean world.“ Zur Idee der sauberen Atombombe vgl. Nikolas Dörr: „Die ‚saubere‘ Atombombe. Die Bedeutung der Neutronenwaffe als Projektionsfläche im Kalten Krieg“, in: *Technikgeschichte*, 86. Jg. (2019), Heft 4, S. 297–332.

- 127 „Geiger counters for locating valuable radioactive minerals. There is a model to exactly fit YOUR requirements.“
- 128 Arnold 2000, S. 106–114.
- 129 Vgl. Turner 1978, S. 88–93.
- 130 Pascal Morché, „Ssst und plopp. Die Rohrpost – eine fast vergessene Kommunikationsform“, in: *Der Spiegel Wissen*, Bd. 3 (1999), S. 47.
- 131 Rohrposthersteller, wie beispielsweise Aerocom in Schwäbisch Gmünd und Sumetzberger in Wien, bieten entsprechende Produkte für die genannten Einsatzbereiche: www.aerocom.de (23.4.2025); www.sumetzberger.at (23.4.2025).
- 132 Der Historiker David Edgerton hat darauf hingewiesen, dass es wenig produktiv für ein gesellschaftliches wie globalgeschichtliches Verständnis von Technik sei, sie als Abfolge immer neuer Innovationen, die eine vermeintlich alte Technik ablösen, zu erzählen, und empfahl stattdessen, sich der Technik in Verwendung zuzuwenden, vgl. Edgerton 2008.
- 133 *Le Panthéon de l'Industrie*, Nr. 264 (25. April 1888), S. 137f. Die französische Zeitschrift genoss keinen sonderlich guten Ruf, der Abdruck der jeweiligen Biografie galt eher als erkaufte denn durch die technische Leistung begründet. Der Wiener Carl Albert Mayrhofer errichtete pneumatische Stadtuhren in Wien, vgl. Payer 2015, S. 34–37.
- 134 „Elles ne se sont pas arrêtées depuis, marquant l'heure, de minute en minute, avec la plus entière précision. Elles ne s'arrêteront plus. [...] les horloges pneumatiques nous appartiennent pour toujours et leur inventeur aussi.“ *Le Panthéon de l'Industrie*, Nr. 264 (25.4.1888), S. 138.
- 135 Bewegung von Luft mit mathematischen bzw. physikalischen Modellen erklären zu können und daraus Prognosen abzuleiten ist in der Meteorologie fundamental. Versuche, atmosphärische Phänomene mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen zu beschreiben und zu verstehen, gab es bereits um 1800. Die experimentelle Verzahnung zwischen technischen Innovationen und neuen physikalischen Modellen als Methode kam im ausgehenden 18. Jahrhundert auf und entwickelte sich im Verlauf des nachfolgenden Jahrhunderts weiter, vgl. Fleming 2016; Moore 2015; Strouhal 2022. Kulturhistorische und philosophische Betrachtungen zu Wind als Metapher, zu dessen Ikonografie und zu bewegter Luft als Mittel der Erzählung sind Nukleus der Untersuchungen von Busch 2003; Cartier 2014; Connor 2010; Filmstellen VSETH/VSU 1993; Guldin 2023; Nova und Michalsky 2009.
- 136 Barthes 2010.
- 137 Tyler Hamilton: „Fahren mit Luft“, in: *MIT Technology Review*, 14.3.2008, www.heise.de/-274998 (23.4.2025). Zur Website des Unternehmens vgl. www.mdi.lu (23.4.2025).
- 138 Vgl. die Pressemitteilung des Konzerns aus dem Jahr 2014:

www.media.stellantis.com/at-de/peugeot/press/peugeot-technologien-peugeot-208-hybrid-air-2l-roll-out-effizienter-eu-6-motoren-und-technologietrager (23.4.2025), sowie Martin Schatzmann: „Wir haben die Technologie im Griff“, in: *NZZ*, 7.5.2015, www.nzz.ch/wir-haben-die-technologie-im-griff-ld.86295 (23.4.2025).

- 139** Für die komplette Studie vgl. Jonathan Sauder: *Automaton Rover for Extreme Environments. NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC) Phase I. Final Report*. Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology 2017, www.nasa.gov/wp-content/uploads/2016/04/niac_2016_phasei_sauder_aree_tagged.pdf (23.4.2025). Neben pneumatischen Prozessoren finden auch Speichersysteme Einsatz im Bereich der Soft Robotics, vgl. u. a. Shane Hoang, Konstantinos Karydis, Philip Brisk, William Grover: „A Pneumatic Random-Access Memory for Controlling Soft Robots“, in: *PLOS ONE*, 16.7.2021, doi.org/10.1371/journal.pone.0254524.

- 140** Der vierte Band der im Springer-Verlag erschienenen Reihe über die Material- und Energieressourcen in unserem Sonnensystem widmete sich 2015 den beiden sonnennächsten Planeten Merkur und Venus. Der Band fasste den Stand der Forschung und der Technik zusammen, ging auf die Möglichkeiten der Raumfahrt ein, die Venus zu erreichen,

stellte die Rohstoffe dar, die ausgebeutet werden können, und präsentierte pneumatische Bohrer für geologische Untersuchungen. James W. Head III., Geologe an der Brown University in Rhode Island, schrieb ein äußerst enthusiastisches Vorwort, vielleicht um zu begründen, warum Menschen überhaupt diesen lebensfeindlichen Ort besiedeln sollten. Den Grund sah er in einer Menschheitsgeschichte, in der, so Head, die Menschen in einer geradlinigen Bewegung durch Raum und Zeit die Erde besiedelten, dabei Technik für ihre Zwecke nutzbar machten und nun für den nächsten Schritt zu anderen Planeten bereitstünden. Von den Leiden, der Armut, den Toten und Verheerungen weiß Heads Heldenepos nichts zu berichten, vgl. Badescu u. a. 2015.

Literatur

- Peter Ackroyd:** *London. Die Biographie*. Knaus, München 2002.
 — *Die Themse. Biographie eines Flusses*. Knaus, München 2008.
- Günther Anders:** *Die Antiquiertheit des Menschen 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution*. C. H. Beck, München 2002.
- Philippe Ariès:** *Geschichte des Todes*, DTV, München 1982.
- Ingmar Arnold:** *Luft-Züge. Die Geschichte der Rohrpost in Berlin und anderswo*. Gesellschaft für Verkehrspolitik und Eisenbahnwesen, Berlin 2000.
 — *Luft-Züge. Die Geschichte der Rohrpost*. Ch. Links, Berlin 2016.
- Pierre Aymar-Bression:** „Le Chemin de fer pneumatique“ in: Société Industrielle, Agricole, Horticole et des Arts industriel (Hg.): *L'Exposition de Chaumont*, Bd. 7, 1865, S. 3–5.
- Viorel Badescu, Kris Zacny (Hg.):** *Inner Solar System. Prospective Energy and Material Resources*. Springer, Heidelberg/New York/Dordrecht/London 2015.
- Roland Barthes:** „Der neue Citroën“, in: ders.: *Mythen des Alltags*. Suhrkamp, Frankfurt am Main 2010, S. 196–198.
- Alfred Ely Beach:** *The Pneumatic Dispatch with Illustrations* [...]. The American News Company, New York 1868.
- Friedrich Becker:** *Die atmosphärische Eisenbahn. Nach den Berichten von Smith, Mallet, Samuda, Pim etc. und englischen Quellen bearbeitet*. Verlag der Joh. Christ. Hermann'schen Buchhandlung, Frankfurt am Main 1844.
- Florian Bettel:** „Technik, Kommerz und Totenkult. Die technische Vision der pneumatischen Leichenbeförderung zum Wiener Zentralfriedhof von 1874“, in: Uwe Fraunholz, Anke Woschek (Hg.): *Technology Fiction. Technische Visionen und Utopien in der Hochmoderne*. transcript, Bielefeld 2012, S. 43–64.
- Gottfried August Bürger:** *Des Freiherrn von Münchhausen einzig wahre Erlebnisse zu Wasser und zu Land, zu Pferd und zu Fuß, im Krieg und Frieden, in der Luft sowie in mehrerer Herren Länder* [...]. Arnz & Comp., Düsseldorf 1856.
- Bernd Busch (Hg.):** *Luft (= Elemente des Naturhaushalts, Bd. 4)*. Wienand, Köln 2003.
- Stephan Cartier:** *Der Wind. Oder das himmlische Kind*. Transit, Berlin 2014.
- Samuel Clegg:** *k. k. priv. Patent-Lufteisenbahn*. Aus dem Englischen. o. V., Wien ca. 1840.
- Steven Connor:** *The Matter of Air. Science and Art of the Ethereal*. Reaktion Books, London 2010.

- John T. Correll:** „The Real Twelve O’Clock High“, in: *Air Force Magazine*. 1.1.2011, www.airandspaceforces.com/article/011High (23.4.2025).
- Agnés Couzy, Catherine Donzel, Martin Rasper u. a.:** *Legendäre Reisen in den Alpen*. Frederking & Thaler, München 2015.
- Arthur Crespin:** *La poste atmosphérique. Transport des correspondances entre Paris et Versailles*. Dunod, Paris o. J. (1875).
— „Pneumatic Telegraphs for long Distances“. Paper read at the meeting of the Society of Civil Engineers of Paris, on June 4, 1875, in: *Telegraphic Journal* 1875, 3. Bd., 15. August–1. Oktober, S. 191f., 202–204, 227f.
- Günter Dinobobl:** *Die Semmeringerbahn. Der Bau der ersten Hochgebirgs-eisenbahn der Welt*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, Wien/München 2003.
- David Edgerton:** *The Shock of the Old. Technology and Global History since 1900*. Profile Books, London 2008.
- Mirjam Elburn:** „William Heath und Robert Seymour“, in: Eberhard Illner, Matthias Winzen (Hg.): *Technische Paradise. Die Zukunft in der Karikatur des 19. Jahrhunderts*. Athena, Oberhausen 2016, S. 10–18.
- Franz Felbinger, Josef Hudetz:** *Begräbnishalle mit pneumatischer Förderung für den Central-Friedhof der Stadt Wien*. Zamarski, Wien 1874.
- Cajetan Felder:** Vorwort, in: *Die Gemeinde-Verwaltung der Reichshaupt- und Residenzstadt Wien in den Jahren 1874 bis 1876 [...]*. Verlag des Gemeinderathes der Stadt Wien, Wien 1878, S. 1–IV.
- Filmstellen VSETH/VSU (Hg.):** *Wind im Film. Junger Deutscher Film. Dokumentation Sommer 1993*. ETH Zürich, Zürich 1993.
- James Rodger Fleming:** *Inventing Atmospheric Science. Bjerknes, Rossby, Wexler, and the Foundations of Modern Meteorology*. MIT Press, Cambridge (MA)/London 2016.
- Carl Ritter von Ghega:** *Uebersicht der Hauptfortschritte des Eisenbahnwesens in dem Jahrzehnde 1840–1850, und die Ergebnisse der Probefahrten auf einer Strecke der Staatsbahn ueber den Semmering in Oesterreich*. o. V., Wien 1853.
- Rainer Guldin:** *Philosophie des Windes. Versuch über das Unberechenbare*. transcript, Bielefeld 2023.
- Theresa Haigermoser:** „Das Ideal einer berechenbaren Zukunft. Zur Rationalisierung des Zeitbegriffs im 18. Jahrhundert“, in: Herbert Lachmayer (Hg.): *Experiment Aufklärung im Wien des ausgehenden 18. Jahrhunderts*. Hatje Cantz, Ostfildern 2006, S. 261–267.
- (k. k.) Handelsministerium (Hg.):** *Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr aus dem Statistischen Departement im k. k. Handels-Ministerium*. 1.–98. Bd., Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1873–1914.

- Mirko Herzog, Wolfgang Pensold:** „Die Anfänge der modernen Mediengesellschaft“, in: Helmut Rumppler, Peter Urbanitsch (Hg.): *Die Habsburgermonarchie 1848–1918. Soziale Strukturen. Von der feudal-agrarischen zur bürgerlich-industriellen Gesellschaft*. 9. Bd., 1. Teil, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2010, S. 109–157.
- Martina Heßler:** „Mrs. Modern Woman“. *Zur Sozial- und Kulturgeschichte der Haushaltstechnisierung*. Campus, Frankfurt am Main/New York 2001.
- Edmund Heusinger von Waldegg (Hg.):** *Handbuch für spezielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkung von Fachgenossen. Der Eisenbahnbau*. 1. Bd., Wilhelm Engelmann, Leipzig 1870.
— *Handbuch für spezielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkung von Fachgenossen. Bau und Betrieb der Secundär- und Tertiärbahnen [...]*. 5. Bd., Wilhelm Engelmann, Leipzig 1878.
- Katie Hindmarch-Watson:** *Serving a Wired World. London's Telecommunications Workers and the Making of an Information Capital*. University of California Press, Berkeley 2020.
- Eric J. Hobsbawm:** *Die Blütezeit des Kapitals. Eine Kulturgeschichte der Jahre 1848–1875*. Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main 1980.
- Josef Hudetz:** *Projecte für öffentliche Bauten*. A.D. Lehmann, Wien 1886.
- Edward Jablonski:** *Flying Fortress. The Illustrated Biography of the B-17 and the Men Who Flew Them*. Doubleday & Company, Garden City/New York 1965.
- J. Jokisch:** *Die Regulierung des österreichischen Telegraphenliniennetzes und die neue Einrichtung der Wiener Telegraphen-Zentralstation*. R. Spies & Co., Wien 1906.
- Walter Kaiser:** „Technisierung des Lebens seit 1945“, in: Hans-Joachim Braun, Walter Kaiser: *Propyläen Technikgeschichte. Energiewirtschaft, Automatisierung, Information*. 5. Bd., Propyläen, Berlin 1997.
- Bernhard Kellermann:** *Der Tunnel*. ars vivendi, Cadolzburg 2015.
- Wolfgang Kos:** *Der Semmering. Eine exzentrische Landschaft*. Residenz, Salzburg/Wien 2021.
- Reinhart Koselleck:** „Zur Begriffsgeschichte der Zeitutopie“, in: ders.: *Begriffsgeschichten. Studien zur Semantik und Pragmatik der politischen und sozialen Sprache*. Suhrkamp, Frankfurt am Main 2006, S. 252–273.
- Siegfried Kracauer:** „Spuk im Vergnügungslokal“, in: ders.: *Straßen in Berlin und anderswo*. Suhrkamp, Berlin 2009, S. 93–96.
- Franz Kreuter:** „Ueber Eisenbahnen im Gebirge“, in: *Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*. 15. Bd., Verlag des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins, Salzburg 1884, S. 228–261.

- Robert Leucht:** *Dynamiken politischer Imagination. Die deutschsprachige Utopie von Stifter bis Döblin in ihren internationalen Kontexten 1848–1930.* De Gruyter, Berlin/Boston 2016.
- Friedrich Löhmann:** *Die Fahrstraße unter dem Wasser, oder Beschreibung der großen Unternehmung des von M. J. Brunel so eben auszuführenden Baues eines doppelten Fahrweges unter dem Bette der Themse zu London.* J. P. Sollinger, Wien 1826.
- Carl Albert Mayrhofer:** *Aeronautisch-telegrafische Kriegs-Observations-Equipage.* o.V., Wien 1867.
- *Rufan den hohen Reichsrath um einen Verwaltungs-Gerichtshof mit einem kleinen Beitrag zur Geschichte der Concessionirungen unter dem Handelsminister Dr. Banhans, mit Bezugnahme auf das Project des k. k. priv. pneumatischen Telegrafen für den Städtebetrieb. Darstellung thatsächlicher, auf strengster Wahrheit beruhender Vorkommnisse.* o.V., Wien 1873.
- George Medhurst:** *On the Properties, Power, & Application of the Aeolian Engine. With a Plan and Particulars for Carrying it into Execution [...].* William Burton, London 1800.
- *A new Method of conveying Letters and Goods with great Certainty and Rapidity by Air.* o.V., London 1810.
- *A new System of Inland Conveyance, for Goods and Passengers, capable of being applied and extended throughout the Country; and of conveying all kinds of Goods, Cattle, and Passengers, with the Velocity of sixty Miles in an Hour, at an Expense that will not exceed the one-fourth Part of the present Mode of travelling, without the Aid of Horses or any animal Power.* o.V., London 1827.
- Peter Moore:** *The Weather Experiment. The Pioneers Who Sought to See the Future.* Vintage/Penguin, London 2015.
- Simone M. Müller:** *Wiring the World. The Social and Cultural Creation of Global Telegraph Networks.* Columbia University Press, New York 2016.
- Alessandro Nova, Tanja Michalsky (Hg.):** *Wind und Wetter. Die Ikonologie der Atmosphäre.* Marsilio Editori, Venedig 2009.
- nycsubway.org (Hg.):** *Beach Pneumatic Transit.* www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit, 1995– (23.4.2025).
- Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hg.):** *Katalog der Bibliothek des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien.* o.V., Wien 1900.
- Peter Payer:** *Die synchronisierte Stadt. Öffentliche Uhren und Zeitwahrnehmung, Wien 1850 bis heute.* Holzhausen, Wien 2015.

- (k. k.) Polytechnisches Institut Wien (Hg.):** *Programm für die ordentlichen und außerordentlichen Vorlesungen am k. k. Polytechnischen Institute in Wien. Im Studienjahre 1861/62. o.V., Wien 1861.*
- Andrew Pritchard:** *English Patents; being a Register of all those granted for Inventions in the Arts, Manufactures, Chemistry, Agriculture, etc., etc., during the first forty-five Years of the present Century.* Whittaker and Co., London 1847.
- Joachim Radkau:** *Geschichte der Zukunft. Prognosen, Visionen, Irrungen in Deutschland von 1945 bis heute.* Hanser, München 2017.
- Albert Robida:** *Le Vingtième Siècle.* Georges Decaux, Paris 1883.
- William Rosen:** *The Most Powerful Idea in the World. A Story of Steam, Industry, and Invention.* Random House, New York 2010.
- Franz Ržiha:** *Officieller Ausstellungs-Bericht herausgegeben durch die General-Direction der Weltausstellung 1873. Eisenbahn- Unter- und Oberbau (Gruppe XVIII, Section 2). I. Bd.,* Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1876.
- Wolfgang Schivelbusch:** *Lichtblicke. Zur Geschichte der künstlichen Helligkeit im 19. Jahrhundert.* Fischer Taschenbuchverlag, München/Wien 1983.
- *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert.* Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main 2000.
- Sylvie Schweitzer:** „Der Ingenieur“, in: Ute Frevert, Heinz-Gerhard Haupt (Hg.): *Der Mensch des 19. Jahrhunderts.* Campus, Essen 2004, S. 67–85.
- Willibald Steinmetz:** „Macht – Leistung – Kultur: Staatenvergleiche vom 17. bis ins frühe 20. Jahrhundert“, in: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Bd. 72 (2011), Suppl. 1, S. 75–112.
- Ernst Strouhal:** „Die gesteigerte patriotische Empfindung unserer Tage ...“. Zur Transformation der Spiele im Ersten Weltkrieg entlang des Schachspiels von Arnold Schönberg“, in: ders. (Hg.): *Agon und Ares. Der Krieg und die Spiele* (= Schauplätze der Evidenz, hg. von Helmut Lethen, Bd. 3). Campus, Frankfurt am Main 2016, S. 125–144.
- „Der fliegende Robert. Geschichten vom Wind“, in: ders. und Liddy Scheffknecht (Hg.): *Wenn der Wind weht. Luft, Wind und Atem in der zeitgenössischen Kunst.* De Gruyter, Berlin 2022, S. 15–37.
- Volta Torrey:** *Wind-Catchers. American Windmills of Yesterday and Tomorrow.* Stephen Greene Press, Brattleboro 1976.
- Walther Turner:** *Die Stadtröhrepost in Wien 1875–1956, o.V., Wien 1978.*

John Vallance: *A Letter to M. Ricardo, Esq. in Reply to his Letter to Dr. Yates on the proposed Method of Pneumatic Transmission on Conveyance by Atmospheric Pressure.* o. V., Brighton 1827.

— *A Letter to the Kensington Canal Company on the Substitution of the pneumatic Railway for the common Railway by which they contemplate extending their Line of Conveyance.* George Wightman, London 1833.

Michel Verne: „Un express de l'avenir“, in: *Le Figaro. Supplément littéraire du dimanche*, 1.9.1888, S. 138f.

Jules [eigtl. Michel] Verne: „Der Schnellzug der Zukunft“, in: *Schweizer Hotel-Revue*, 21.4.1906, S. 2.

Nicholas Wood: *A practical Treatise on Rail-Roads, and interior Communication in General. With original Experiments and Tables of the comparative Value of Canals and Railroads.* Knight & Lacey, London 1825.

— *A practical Treatise on Rail-Roads, and interior Communication in General. Containing Experiments on the Powers of the improved Locomotive Engines and Tables of the comparative Cost of Conveyance on Canals, Railways, and Turnpike Roads.* 3. Auflage, Longman, Orme, Brown, Green, & Longman, London 1838.

Periodika

Annales industrielles (hg. von M. Frédureau, G. A. Cassagnes, H. de Chavannes), J. Claye, Paris 1869–1895.

Deutsche Zeitung (hg. von Ludwig Izleib, Heinrich Reschauer u. a.), Wien 1871–1907.

Die Gartenlaube (hg. von Ferdinand Stolle u. a.), Ernst Keil, Berlin/Leipzig 1853–1944.

Fliegende Blätter, Braun & Schneider, München 1844–1928.

Illustrierte Zeitung, Leipzig/Berlin/Wien/Budapest/New York 1843–1944.

Le Panthéon de l'Industrie, Paris 1875–1911.

Le Temps (hg. von Edmund Chojecki, Auguste Nefftzer u. a.), Paris 1861–1942.

Magazin aller neuen Erfindungen, Entdeckungen und Verbesserungen für Fabrikanten, Manufakturisten, [...] (hg. von Sigismund Friedrich Hermbsaedt, Christian Ludwig Seebaß und Friedrich Gotthelf Baumgärtner), Baumgärtnerische Buchhandlung, Leipzig 1797–1809.

Mechanics' Magazine (bis Sept. 1924: *Mechanic's Magazine*). *Museum, Register, Journal, and Gazette* (hg. von Joseph Clinton Robertson), Knight & Lacey, London 1823–1872.

- Polytechnisches Journal* (hg. von Johann Gottfried Dingler), J.G. Cotta, Stuttgart 1820–1931.
- Popular Science Monthly* (hg. von Edward L. Youmans u. a.), New York 1872–2021.
- Publication industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés et les plus récents employés dans les différentes branches de l'industrie française et étrangère* (hg. von Jacques-Eugène und Charles-Eugène Armengaud), Paris 1841–1890.
- Scientific American* (inkl. Supplement) (hg. von Rufus Porter, Alfred Ely Beach u. a.), New York 1845–.
- Technische Blätter. Vierteljahrschrift des deutschen polytechnischen Vereines in Böhmen* (hg. vom Deutschen Ingenieur- und Architekten-Verein in Böhmen), Prag 1869–1919.
- The Illustrated London News* (hg. von Herbert Ingram, Mark Lemon, F. W. N. Bayley u. a.), London 1842–2003.
- The Living Age* (hg. von Eliakim Littell u. a.), Boston 1844–1941.
- The London Journal of Arts and Sciences* (hg. von W. Newton), Sherwood, Neely und Jones, London 1820–1834.
- The Repertory of Patent Inventions* (hg. von T. und G. Underwood), London 1794–1862.
- Über Land und Meer* (hg. von Friedrich Wilhelm Hackländer, Eduard Hallberger u. a.), Stuttgart 1858–1923.
- Wochenschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (ÖIAV)* (hg. von Wilhelm Tinter u. a.), Wien 1876–1891.
- Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (ÖIAV)*, Wien 1865–1957.

Filme

- Hyperloop's Next Successful Test Launch Brings It Closer Than Ever*. WIRED (Produzent), youtu.be/MU4LTv_eNgQ, USA 2017 (23.4.2025).
- „Seven Wonders of the Industrial World“. *The Sewer King*. Edward Bazalgette (Regie), Gregory Evans (Buch), GBR 2003.
- The Most Misunderstood Concept in Physics*. Veritasium (eigtl. Derek Muller, Regie), youtu.be/DxL2HoqLbyA, USA 2023 (23.4.2025).

Editorische Hinweise

Die Vision einer pneumatischen Leichenbeförderung zum Zentralfriedhof der Stadt Wien habe ich in vielen Aufsätzen behandelt, die Beschäftigung mit Felbingers und Hudetz' Entwurf geht letztlich auf meine Dissertation aus dem Jahr 2010 zurück. Einige Passagen aus diesen früheren Publikationen finden sich auch in diesem Band wieder, wenngleich mit Blick auf eine Monografie stark überarbeitet. Um dennoch bereits Veröffentlichtes auszuweisen, gebe ich folgenden Überblick:

Kapitel I und Postskriptum: Überarbeitete Fassung von „Austrian Technology, Austrian Engineers? Transnational Aspects of Nationalism, Modernity and Technology“, in: Elana Shapira (Hg.): *Austrian Identity and Modernity. Culture and Politics in the 20th Century*. Bloomsbury Academic, London 2025, S. 43–56.

Kapitel VI, IX und XI: Überarbeitete Fassung von „Ware Zukunft – Erzählung und Kommerzialisierung von Fortschrittsdenken im 19. Jahrhundert“, in: *Blätter für Technikgeschichte*, Bd. 80 (2018), S. 31–54.

Kapitel X: Überarbeitete Fassung von „Rohrpost: Zur Kulturgeschichte einer bürokratischen Technik“, in: Frank Jödicke, Reinhold Knoll, Christopher Schlembach, Walter Seitter (Hg.): *Schriften zur Verkehrswissenschaft. Bürokratiepolitiken*. Sonderzahl, Wien 2021, S. 117–137.

Dank

Zunächst möchte ich mich sehr herzlich bei Petra Schaper Rinkel bedanken, die das Buchprojekt als Rektorin der Universität für angewandte Kunst Wien von Beginn an unterstützt hat, sowie bei Roswitha Janowski-Fritsch und Stefanie Schabhüttl, die von Seiten der Abteilung Publikationen mit viel Engagement und Interesse zum Gelingen des Vorhabens beigetragen haben. Danke an Johanna Tönsing, Christine Wichmann und Kolleg:innen vom transcript Verlag.

Zudem haben mich viele Kolleginnen und Kollegen, meine Familie, Freundinnen und Freunde während der Arbeit am Manuskript unterstützt und mich mit Hinweisen während der Recherche versorgt – folgenden Menschen möchte ich von ganzem Herzen danken: Christina und Erich Bettel, Karmen Franinović, Anna Haber, Mirko Herzog, Monika Kaczek, Roman Kirschner, Isabel Kranz, Mathias Pflügl, Marcus Popplow, Stefan Poser, Liddy Scheffknecht, Elana Shapira, Ernst Strouhal, Kateřina Svobodová und Manuel Swatek.

Dass sich das Buch in dieser Form materialisieren konnte, ist der professionellen, konstruktiven und umsichtigen Arbeit von Marie Artaker, Fanny Esterházy und Alexandra Möllner zu verdanken. *Merci beaucoup!*

Und natürlich J. und J., die mit mir auf dieser fantastischen Reise sind.

Impressum

Gefördert von der Stadt Wien Kultur
und der Universität für angewandte
Kunst Wien (Angewandte)



di:'angewandte

Universität für angewandte Kunst Wien
University of Applied Arts Vienna

Die Deutsche Nationalbibliothek
verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über
<https://dnb.dnb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist unter der Creative-
Commons-Lizenz BY-ND 4.0 lizenziert.
Für die ausformulierten Lizenz-
bedingungen besuchen Sie bitte
[https://creativecommons.org/licenses/
by-nd/4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0). Die Bedingungen der
Creative-Commons-Lizenz gelten nur
für Originalmaterial. Die Wieder-
verwendung von Material aus anderen
Quellen (gekennzeichnet mit Quellen-
angabe) wie z. B. Schaubilder,
Abbildungen, Fotos und Textauszüge
erfordert ggf. weitere Nutzungs-
genehmigungen durch die jeweiligen
Rechteinhaber:innen.

transcript Verlag
D-33602 Bielefeld, Hermannstraße 26
live@transcript-verlag.de

Druck: Druckhaus Bechstein GmbH,
Wetzlar
Lektorat, Korrektorat: Fanny Esterházy
Gestaltung: Marie Artaker und
Alexandra Möllner
Projektleitung für die Angewandte:
Stefanie Schabhüttel

<https://doi.org/10.14361/9783839429396>
Print-ISBN: 978-3-8376-7899-4
PDF-ISBN: 978-3-8394-2939-6
Buchreihen-ISSN : 2702-9409
Buchreihen-eISSN: 2702-9417

Gedruckt auf alterungsbeständigem
Papier mit chlorfrei gebleichtem
Zellstoff.

Durch intensive Recherchen wurden alle
uns möglichen Bemühungen unter-
nommen, um die urheberrechtlichen
Genehmigungen der Bilder einzuholen.
Falls der korrekte Bildnachweis nicht
erbracht werden konnte, bitten wir um
Verständnis und ersuchen um Kontakt-
aufnahme zwecks korrekter Nennung
und Lizenzierung.



2026 © Florian Bettel