

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, Fahrradhuffreifen 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 setzen 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.

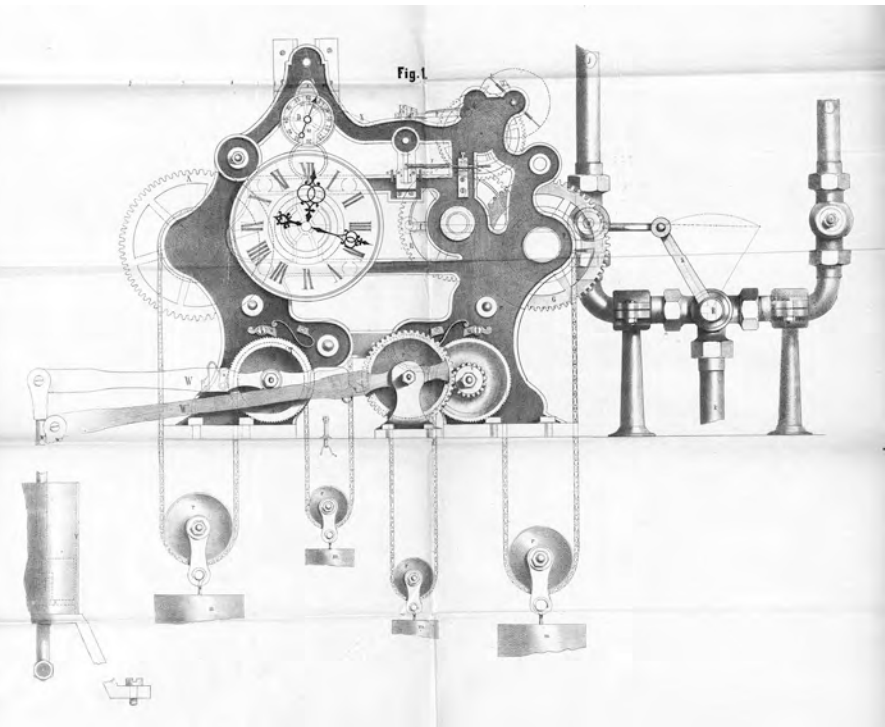


Abb. 37

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

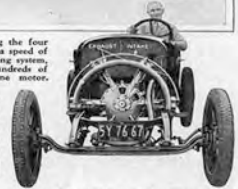
Compressed AIR MOTOR Runs Car



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: Valery 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