

Helium in Bewegung

Flüchtiges Speichern in der Stoff- und Infrastrukturgeschichte (1920–1960)

Christian Zumbrägel

Industriegase sind ständig in Bewegung. Sauerstoff, Wasserstoff und Helium zirkulieren als Handelswaren um die Welt, derweil sich in Abhängigkeit von Temperatur und Druck die Aggregatzustände und damit auch die spezifischen Stoffeigenschaften einzelner Gase verändern. Als flüchtige Substanzen verfügen sie zudem über ein ausgeprägtes Dissipationsvermögen. Gase zerstreuen sich, sobald es ihnen gelingt, dem technischen Zugriff zu entfliehen. Im Unterschied zu defekten Dingen und Objekten, die sich meist wieder reparieren lassen, ist eine Verteilung dieser Stoffe im Raum unumkehrbar; selbst mit größter Anstrengung gelingt es nicht, einmal entwichene Gasmoleküle wieder zusammenzuführen.¹ Die stofflichen Eigenaktivitäten regten bereits in der Frühen Neuzeit Chemiker, Naturforscher und Physiker zum kreativen Umgang mit dieser Stoffgruppe an; sie untersuchten die Luft auf ihre Bestandteile und Eigenschaften und entwickelten Methoden, um unterschiedliche »Luftarten« auffangen, aufbewahren und analysieren zu können.² Das Dissipationsvermögen führte die Verwendung einzelner Gase aber immer wieder an Grenzen, da es lange schwierig blieb, die oft unsichtbaren Substanzen in Reinform zu isolieren und über längere Zeit verfügbar zu halten. Deshalb waren und sind geeignete Speicher- und Transportvorrichtungen eine unabdingbare Voraussetzung für die industrielle Anwendung gasförmiger Stoffe.

-
- 1 Vgl. Jens Soentgen, *Konfliktstoffe. Über Kohlendioxid, Heroin und andere strittige Substanzen*, München 2019, S. 21.
 - 2 Vgl. Ebbe Almqvist, *History of Industrial Gases*, New York, NY 2003, S. 7–45; Christoph Meinel/Dietmar Bleidick, »Gas«, in: *Enzyklopädie der Neuzeit Online*, 2019, http://dx.doi.org/10.1163/2352-0248_edn_COM_268684 [25.4.2023].

Anhand der Infrastrukturen der Gaslogistik lassen sich die Eigenaktivitäten beschreiben, die transportierte Gase entlang ihrer Wertschöpfungskette entfalten. In den technischen Ausführungen der Gasspeicher und Transportgefäße materialisierten sich die Wechselwirkungen zwischen stofflichen und anthropogenen Aktivitäten, d. h., den Bemühungen der Wissenschaftler:innen und Techniker:innen, Gase dauerhaft verfügbar zu halten, die dabei aber immer wieder von den Bewegungen der transportierten Stoffe ausgebremst wurden. Diese soziomateriellen Verflechtungen beschreibt der Aufsatz am Beispiel des Edelgases Helium, dessen Geschichte vielfältige Bewegungsvorgänge auf unterschiedlichen Ebenen durchkreuzten, die die Verwendung der flüchtigen Substanz regelmäßig vor Herausforderungen stellten. Helium ist unter den Industriegasen der einzige endliche Rohstoff. Das Edelgas wird seit Anfang des 20. Jahrhunderts als Bodenressource aus Erdgasfeldern extrahiert. Nur an wenigen Orten der Welt weisen die Felder einen so hohen Heliumanteil auf, dass sich der Abbau lohnt, etwa im Mittleren Westen der Vereinigten Staaten. Die geografisch ungleiche Verteilung des Rohstoffs erhöht den Transportaufwand.³ Jeder Kubikmeter des flüchtigen Gases hat zwischen der Lagerstätte und dem Ort des Verbrauchs ein weitläufiges Netzwerk der Gaslogistik zu passieren, das sich aus technischen Bausteinen wie Metallzylindern, Kesselwaggons und unterirdischen Gaskavernen zusammensetzt.⁴ Die Stoffdynamik des Heliums stellt enorme Anforderungen an das technische Niveau der Logistikkette, genauso wie an das Design und die materielle Beschaffenheit dieser Speicher- und Transportvorrichtungen, deren Aufgabe es ist, die flüchtige Handelsware in Bewegung zu setzen und gleichzeitig unter Kontrolle zu halten. Helium ist nämlich auch, nach Wasserstoff, das zweitleichteste Element im Periodensystem. Es diffundiert bei Normaltemperatur mühelos durch diverse Materialien und entweicht leicht und unwiederbringlich in die Atmosphäre.

Die Effekte der stofflichen Eigenaktivität von Helium sind im wissenschaftlichen und technischen Umgang mit dem Edelgas zu erkennen – aus einer Perspektive, die Stoff- und Infrastrukturgeschichte zusammenführt. Dieser konzeptionelle Ansatz wird im ersten Abschnitt des Aufsatzes vorgestellt. Der zweite Teil skizziert in Umrissen die Geschichte des Stoffes Heliums

3 Vgl. Sebastian Haumann, »Kritische Rohstoffe«, in: Jens Ivo Engels/Alfred Nordmann (Hrsg.), Was heißt Kritikalität? Zu einem Schlüsselbegriff der Debatte um Kritische Infrastrukturen, Bielefeld 2018, S. 97–122, hier S. 106.

4 Vgl. Almqvist, History of Industrial Gases, S. 130.

im 20. Jahrhundert, mit der sich zwar schon ehemalige Gasingenieure, Luftschiffkapitäne und Tauchpioniere in autobiografischen Rückblicken auf die eigene Wirkungsgeschichte befasst haben, die bisher aber noch nicht Thema einer umfassenden geschichtswissenschaftlichen Betrachtung geworden ist.⁵ Im dritten Abschnitt rücken drei Infrastrukturen der Heliumdistribution in den Blick, anhand derer sich die analytischen Vorteile des gewählten stoff- und infrastrukturhistorischen Zugriffs empirisch verdeutlichen lassen. Betrachtet werden das schienenbasierte Verteilungsnetzwerk, das zu Anfang des 20. Jahrhunderts zum Rückgrat der amerikanischen Heliumversorgung wurde, die heliumspezifischen Pipelinesysteme nahe der Förderstätten im Mittleren Westen und schließlich der unterirdische Gasspeicher im Cliffside Field in Texas, mit dem die amerikanische Bergbaubehörde, das US-Bureau of Mines (BoM), sukzessive eine gigantische nationale Heliumreserve aufbaute.

Aufgrund der faktischen Monopolstellung bei der Heliumförderung liegt der Fokus im Folgenden geografisch und zeitlich auf den Entwicklungen in den Vereinigten Staaten zwischen den 1920er und 1960er Jahren – ein Zeitraum, in dem das Edelgas als Traggas sowie als Atemgas in der Tauchtechnik an Bedeutung gewann. Bereits während des Ersten Weltkrieges ging das Edelgas vom Laborstoff zum Industriegas über; aber erst ab der Zwischenkriegszeit bauten staatliche und militärische Akteure allmählich eine nationale Logistikette auf, die das Edelgas von den Förderstätten im Mittleren Westen zu den Zentren des Gasverbrauchs, etwa den Luftschiffhäfen, an der amerikanischen Ostküste beförderte. Der Aufsatz konzentriert sich auf diese infrastrukturelle Verteilung des Heliumgases. Ab den 1970er Jahren wurde der Bedarf an Heliumgas von einer erhöhten Nachfrage nach kondensiertem Flüssighelium überlagert. Zeitgenoss:innen bezeichneten das tiefkalte Flüssighelium als »entirely different«; als einen Stoff, dessen chemisch-physikalische Eigenschaften nicht mehr viel mit denen des gasförmigen Heliums zu tun hatten.⁶ Nicht nur war das Flüssighelium damit in ganz anderen Anwendungsfeldern, wie der

5 Die bislang einzige Heliumgeschichte verfasste Clifford W. Seibel, der zwischen den 1930er und 1950er Jahren am US-Bureau of Mines das US-Heliumprogramm leitete. Vgl. ders., *Helium. Child of the Sun*, Lawrence 1968; für eine zeitgenössische Einordnung siehe Richard B. Moore, *Helium. Its History, Properties, and Commercial Development*, in: *Journal of the Franklin Institute* 191:2, 1921, S. 145–198.

6 Herbert Yahraes, *Mysterious Liquid Acts Like Atoms*, in: *Popular Science*, August 1947, S. 77–81, hier S. 80.

Medizin- und Halbleitertechnik, zunehmend gefragt, sondern auch die Mechanismen der Stoffverteilung gründeten auf anderen Speicher- und Transportstrukturen.⁷ Von dieser Entwicklung ab dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts wird hier weitgehend abstrahiert.

Flüchtige Gase in der Geschichte

In ihrem Sammelband *Stoffe in Bewegung* kennzeichneten Kijan Espahangizi und Barbara Orland die historische Analyse stofflicher Bewegungsvorgänge, das Changieren der Stoffe zwischen unterschiedlichsten Ausprägungen und Reichweiten, als ein methodisch anspruchsvolles Unterfangen.⁸ Dies trifft in besonderem Maße auf die Stoffgruppe der Gase zu, bei der wir es mit Substanzen zu tun haben, die als Ware in Handelsnetzen zirkulieren und gleichzeitig in ihren stofflichen Eigenschaften hochmobil und flüchtig – oftmals auch unsichtbar – sind. In der Geschichte der Industriegase sind demnach vielfältige Stoffmobilitäten miteinander verflochten, was gasförmige Substanzen als Gegenstand der historischen Analyse komplex macht. Zudem fehlen bislang Konzepte und Ansätze, die es ermöglichen, diese Stoffdynamiken miteinander zu verbinden und in ihren wissenschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Effekten näher zu bestimmen, ohne dabei den Untersuchungsgegenstand selbst – die Stoffe und ihre Eigenschaften – als einen wirkmächtigen Einflussfaktor des historischen Prozesses zu vernachlässigen. So liegen zwar zu zahlreichen (globalen) Rohstoffen und Konsumgütern Stoffbiografien vor, in diesen bleibt allerdings allzu oft im Dunkeln, welche Arbeitskräfte, Techniken und Maschinen in der Vergangenheit daran beteiligt waren, die Logistikketten zwischen den Orten der Stoffproduktion und den Zentren des Stoffverbrauchs am Laufen zu halten.⁹ Jan Hansen und Frederik Schulze hielten in

7 Vgl. Hugh Long, The Commercial Production, Storage and Distribution of Liquid Helium, in: Yong Zhou (Hrsg.), *Liquid Helium Technology: Proceedings of the International Institute of Refrigeration*, Boulder 1966, S. 187–214.

8 Vgl. Kijan Espahangizi/Barbara Orland, Pseudo-Smaragde, Flussmittel und bewegte Stoffe Überlegungen zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt, in: dies. (Hrsg.), *Stoffe in Bewegung. Beiträge zu einer Wissensgeschichte der materiellen Welt*, Zürich/Berlin 2014, S. 11–35, hier S. 27 f.

9 Vgl. Heike Weber, Material Flows and Circular Thinking, in: Sebastian Haumann/Martin Knoll/Detlev Mares (Hrsg.), *Concepts of Urban-Environmental History*, Bielefeld 2020, S. 125–143, hier S. 128.

ihrem Aufsatz zur Materialität der Infrastrukturgeschichte fest: »While histories of primary goods such as cotton or coffee are numerous, studies that analyse the relevance of infrastructures for the exchange of such resources still have to be written.«¹⁰ Dieses Desiderat trifft ebenfalls auf historische Forschungen zur Industriegasbranche zu. Wirtschafts- und technikhistorische Studien haben sich mit der Entdeckung, Produktion und Synthese einzelner Gase befasst oder aber die Geschäftsfelder der Industriegase näher untersucht, die sich im Laufe des 20. Jahrhundert immer weiter ausdiversifiziert haben: hochreiner Sauerstoff für die Stahlgewinnung und die medizinische Versorgung, Stickstoff für die Landwirtschaft und Munitionsproduktion sowie Wasserstoff und Edelgase für die Halbleiterfertigung, Energiewirtschaft und Tauchbranche.¹¹ Zwischen der Produktion und der industriellen Anwendung dieser Gase standen allerdings komplexe Vorgänge des Speicherns und Transports, die es überhaupt erst ermöglichten, Stoffe als Ware zu veredeln und zu akkumulieren.¹² Jene Zwischenschritte werden in stoffhistorischen Studien allzu oft als Black-Box behandelt, kritisierte der Philosoph und Chemiker Jens Soentgen und ergänzte: »Stoffe [müssen] erst einmal von Menschen in jene ›Bahnen‹ gebracht und gehalten werden«, bevor wir sie nutzen können.¹³

An der Schnittstelle von Energie- und Infrastrukturgeschichte liegen zwar Forschungsarbeiten vor, die der Zirkulation von (Energie-)Rohstoffen in technischen Systemen nachgehen. Sie nähern sich dem Stofftransfer aber zumeist in technisch-wirtschaftlichen Erklärungsansätzen, die den dynamischen Eigenschaften der mobilisierten Stoffe selten Beachtung schenken. Genauer untersucht ist etwa, wie sich in der technischen Moderne transnationale Netz-

-
- 10 Frederik Schulze/Jan Hansen, *Toward a Material History of Infrastructure*, in: *ICON. Journal of the International Committee for the History of Technology* 26:1, 2021, S. 67–89, hier S. 79.
- 11 Vgl. Andrew Butrica/Deborah Douglas, *Out of Thin Air. A History of Air Products and Chemicals, 1940–1990*, Silver Spring, MD 1990; Matthias Heymann, *Forscher, Pioniere und Visionäre. Wasserstoff als Energieträger*, München 2009, S. 19–39; Ralf Banken/Ray Stokes, *Aus der Luft gewonnen. Die Entwicklung der globalen Gaseindustrie 1880–2012*, München/Zürich 2014.
- 12 Vgl. Monika Dommann, *Warenräume und Raumökonomie: Kulturtechniken des Lagerns*, in: *Tumult. Schriften für Verkehrswissenschaft* 38, 2012, S. 48–60, hier S. 59.
- 13 Jens Soentgen, *Die »Mobilmachung der Materie«*. Stoffströme und Stoffkreisläufe aus Sicht der stoffgeschichtlichen Forschung, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12:2, 2020, S. 32–40, hier S. 32.

werke der Erdgasversorgung entwickelt haben.¹⁴ Der beförderte Energierohstoff tritt in diesen Perspektiven allerdings nur als eine passive Ressource in Erscheinung, die in Pipelinenetzen und Gastankern von den Förderanlagen zu den industriellen Zentren verschoben wurde. Während die Stoffe allerdings die Leitungen und Rohre durchströmten, entfalteten sie oftmals beträchtliche Kräfte, die Störungen im Betriebsablauf verursachten und den Stofftransfer sabotieren konnten.¹⁵

Jüngere Forschungen zur Stoff- und Infrastrukturgegeschichte haben diese Eigenaktivitäten bewegter Stoffe entlang ihrer Wertschöpfungskette bislang selten systematisch untersucht. Dabei liefern gerade klassische Ansätze der Infrastrukturforschung hilfreiche Perspektiven, die diese Stoffbewegungen in ihren Effekten auf soziotechnische Abläufe analytisch greifbar machen können. Besonders einflussreich war und ist der Ansatz der »Large (Socio-)Technical Systems« (LTS), mit dem der Technikhistoriker Thomas P. Hughes bereits in den 1980er Jahren die Entstehung, Verbreitung und Beharrungskraft technischer Infrastrukturen auf der Systemebene erklärte.¹⁶ Technikhistoriker:innen und -soziolog:innen zogen diesen Ansatz vielfach als Analyserahmen heran, um die Entwicklung verschiedener Infrastruktursysteme zu verdeutlichen – von der Elektrizität über die Wasserversorgung und den Verkehr bis zum Internet. In stoffbezogenen Forschungen spielte der Ansatz bislang aber kaum eine Rolle, um etwa die Zirkulation von Stoffen in technischen Transportnetzwerken zu untersuchen.¹⁷

-
- 14 Vgl. Alain Beltran, *The French Gas Network and new Technologies since 1946*, in: *History and Technology* 8:3-4, 1992, S. 263–273; Ole Hyldtoft, *Modern Theories of Regulation. An Old Story. Danish Gasworks in the Nineteenth Century*, in: *Scandinavian Economic History Review* 42:1, 1994, S. 29–53; Arne Kaijser, *Striking Bonanza. The Establishment of a Natural Gas Regime in the Netherlands*, in: Olivier Coutard (Hrsg.), *The Governance of Large Technical Systems*, London 1999, S. 38–57; Matthias Heymann, *Ingenieure, Märkte und Visionen. Die wechselvolle Geschichte der Erdgasverflüssigung*, München/Zürich 2005; Per Högselius, *Red Gas: Russia and the Origins of European Energy Dependence*, New York, NY 2013.
- 15 Benjamin Steininger, *Pipeline. Am Puls der fossilen Moderne*, in: Espahangizi/Orland (Hrsg.), *Stoffe in Bewegung*, S. 231–244, hier S. 238.
- 16 Vgl. Thomas P. Hughes, *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880–1930*, Baltimore, MD 1983.
- 17 Vgl. Christian Zumbärgel, *Die vorindustriellen Holzströme Wiens. Ein sozionaturales großtechnisches System?*, in: *Technikgeschichte* 81:4, 2014, S. 335–362, <https://doi.org/10.5771/0040-117X-2014-4-335-1>; Sebastian Haumann, *Towards a Historical Under-*

Der LTS-Ansatz basiert auf einer für stoffhistorische Forschungen wichtigen Ausgangsüberlegung. Hughes versteht technische Systeme bzw. Infrastrukturen als ein Ensemble sozialer und materieller Komponenten, die nicht nur technische Artefakte, sondern auch Rohstoffe umfassen: »[b]ecause they are [...] adapted in order to function in systems, natural resources [...] also qualify as system artifacts«. ¹⁸ Rohstoffe sind demnach Elemente technischer Systeme, in denen sie mit technischen Artefakten wie Maschinen und Anlagen, gesetzlichen Rahmenbedingungen, institutionellen Strukturen und unternehmerischen oder ingenieurtechnischen Handlungen eng verflochten sind. Verändert einer dieser soziomateriellen Bausteine seine Eigenschaften durch menschliche Eingriffe, technische Störungen oder stofflichen Eigenaktivitäten, dann hat das in der Regel auch Änderungen bei den anderen Systemkomponenten zur Folge, was sich meist auf die Funktionalität der gesamten Infrastruktur auswirkt.

Greifbar werden diese soziomateriellen Verflechtungen vor allem dann, wenn die Ressourcenzufuhr ins Stocken gerät. Hughes spricht in seiner Analyse von »bottlenecks« bzw. »reverse salients«, die das Wachstum grotechnischer Systeme immer wieder an Grenzen führe. ¹⁹ In der Logistikkette der Industriegasbranche wurden neben witterungsbedingten Veränderungen oftmals die transportierten Gase selbst zu Bremsklötzen des kontinuierlichen Stofftransfers. Bei Druck- und Temperaturänderungen verstärkten sich die Eigenaktivitäten der Gase, sodass Behälter zerbarsten, Schweinahte rissen und Sicherheitsventile platzten. Diese Störfaktoren forderten die wissenschaftlich-technischen Experten der Gasbranche zu Reaktionen auf. Wenn beispielsweise Gas aus einem Pipeline-Leck entwich, unternahmen Ingenieure und Gasunternehmer Anstrengungen, um die Fehlerquelle in der

standing of Critical Raw Materials. Suggestions from a History of Technology Perspective, in: *GAiA* 27:4, 2018, S. 373–378, hier S. 374.

- 18 Thomas P. Hughes, The Evolution of Large Technological Systems, in: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MA 1987, S. 51–82, hier S. 51; s. auch Haumann, *Towards a Historical Understanding*, S. 376.
- 19 Hughes, *Evolution of Large Technological Systems*, S. 73–75; Christian Zumragel, *Dreiig Jahre danach: Thomas P. Hughes' Networks of Power als Leitkonzept der Stadt- und Technikgeschichte*, in: *Informationen zur modernen Stadtgeschichte* H. 1/2015, S. 93–98, hier S. 94.

Logistikkette zu lokalisieren und zu korrigieren. In Laborversuchen und Testverfahren generierten sie neues Wissen über die chemisch-physikalischen Eigenschaften der transportierten Gase. Dieses Wissen brachten sie schließlich in ihre technischen Konstruktionen für Behälter, Rohre und Leitungen ein, um die Stoffbewegungen unter umfassendere Kontrolle zu bringen. Die Speicher- und Transportinfrastrukturen der Gaslogistik waren damit Orte einer intensiven Wissensproduktion, an denen die technischen Experten der Gasbranche neues Wissen im Stoffumgang produzierten und ihre technischen Lösungen an die Eigenschaften der flüchtigen Substanzen anpassten.

Stehen diese in vielen Stoffgeschichten nicht sichtbaren infrastrukturellen Schnittstellen hingegen im Zentrum der Analyse, dann lässt sich ein Perspektivwechsel weiterdenken, den Susan Leigh Star und Geoffrey Bowker mit dem Begriff der »infrastructural inversion« bereits im Jahr 1999 angeregt haben.²⁰ Sie schlugen vor, Infrastrukturen als ein Brennglas zu verstehen, durch deren Untersuchung relationale Zusammenhänge sichtbar würden, sodass zu erkennen sei, wie soziale, technische und stoffliche Einflussfaktoren in Infrastrukturen zusammenwirkten.²¹ Diese Perspektivierung kann auch der Geschichte der Industriegase neue Impulse verleihen, wenn wir die Speicher- und Transportinfrastrukturen der Gasbranche als einen analytischen Zugang begreifen, um einerseits die Effekte stofflicher Eigenaktivitäten auf soziotechnische Prozesse nachzuvollziehen und andererseits die Unwägbarkeiten und Störanfälligkeiten stofflicher Logistikketten aufzudecken, die den kontinuierlichen Stofftransfer in regelmäßiger Wiederkehr durchkreuzten.

20 Geoffrey C. Bowker/Susan Leigh Star, *Sorting Things Out. Classification and Its Consequences*, Cambridge, MA 1999, S. 34.

21 Infrastrukturforschungen der Geografie und Anthropologie haben diesen Kerngedanken bereits aufgegriffen und weiterentwickelt, um in den Worten des Kulturanthropologen Ashly Carse zu verdeutlichen, dass Infrastrukturen »not things, but bundles of relationships« sind. Vgl. ders., *The Anthropology of the Built Environment: What Can Environmental Anthropology Learn from Infrastructure Studies (and Vice Versa)?*, in: *Engagement (Blog)*, 17.5.2016, <https://aesengagement.wordpress.com/2016/05/17/the-anthropology-of-the-built-environment-what-can-environmental-anthropology-learn-from-infrastructure-studies-and-vice-versa/> [25.4.2023].

Die Stoffgeschichte des Heliums: Vom Laborstoff zum Industriegas bis zum strategischen Rohstoff

In den 1860er Jahren gab ein physikalisches Phänomen Wissenschaftlern in Europa Rätsel auf. Zwei Astronomen, der Franzose Jules Janssen und der Brite Joseph Norman Lockyer, hatten unabhängig voneinander mithilfe des Spektroskops eine helle gelbe Linie im Lichtspektrum des Sonnenlichts entdeckt, die sie und ihre Kollegen keinem der bis dahin bestimmten Elemente aus der Stoffklasse der Gase zuordnen konnten.

Dabei hatten sich die neuen Erkenntnisse über die Stoffklasse der Gase in den Jahrhunderten, besonders aber in den Jahrzehnten, zuvor regelrecht übersehen. Mitte des 17. Jahrhunderts bemerkte der Arzt und Alchemist Johan van Helmont, dass bei Fermentationsvorgängen in ihren Eigenschaften unterscheidbare Substanzen freigesetzt werden. Diese Substanzen klassifizierte er als Gase und grenzte sie von der Umgebungsluft sowie den bekannten Dünsten und Dämpfen ab.²² Der von van Helmont geprägte Gasbegriff erschloss der Chemie eine völlig neue Stoffklasse, der die Chemiker und Naturforscher des 17. und 18. Jahrhunderts vorerst allerdings wenig Beachtung schenkten; nicht nur weil ihr Interesse eher Festkörpern und Flüssigkeiten galt, sondern auch weil für die Bestimmung der Gase zuverlässige Messmethoden fehlten.²³ Stephen Hales entwickelte in den 1720er Jahren mit dem pneumatischen Trog eine Apparatur, mit dessen Hilfe sich entweichende Gase auffangen ließen. Die erste Gassorte, die der englische Physiker Joseph Black auf diese Weise identifizierte, war das Kohlenstoffdioxid. In den 1770er Jahren entdeckte der englische Geistliche Joseph Priestley eine Vielzahl weiterer »Luftarten«, deren Eigenschaften Wasserstoff und Sauerstoff entsprachen. Auch der Apotheker Carl Wilhelm Scheele beschrieb in seinen Untersuchungen der Luft zahlreiche stickstoffhaltige Gasverbindungen, wie etwa das Ammoniak.

Die entscheidende konzeptionelle Neuorientierung in der pneumatischen Chemie brachte die von Antoine Laurent de Lavoisier im ausgehenden 18. Jahrhundert begründete Lehre der drei Aggregatzustände. Der französische Naturforscher vertrat die Ansicht, dass sich alle Stoffe durch Temperaturänderungen in drei Zustände umwandeln ließen: Festkörper, Flüssigkeit und ein »luftförmiges Fluidum« (*fluide aëriforme*). Damit bereitete Lavoisier die Grundlage dafür, dass William Ramsay, Professor für Chemie am University

22 Vgl. Almqvist, History of Industrial Gases, S. 12–17; Meinel/Bleidick, Gas.

23 Zur Begriffsgeschichte der Gase siehe Soentgen, Konfliktstoffe, S. 164 f.

College in London, Ende des 19. Jahrhunderts die Edelgase entdecken konnte. In seinen Versuchen zur Zusammensetzung der Luft hatte Ramsay 1894 neben Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoffdioxid einen weiteren Luftbestandteil ausfindig machen können, der in schwindend geringer Konzentration vorlag. Es gelang ihm, eine bislang unbekannte gasförmige Substanz zu isolieren, die mit keinem anderen Element reagierte, weshalb Ramsay und sein Kollege Lord Rayleigh (John William Strutt) das Gas nach dem altgriechischen Gott *argos* (der Träge) benannten.²⁴

Zu diesem Zeitpunkt gingen Chemiker, Physiker und Astronomen noch davon aus, dass die stoffliche Zusammensetzung der Atmosphäre vollständig erforscht sei. Die in den 1860er Jahren von Janssen und Lockyer im Sonnenlicht beobachtete gelbe Spektrallinie konnte jedoch niemand einem der bekannten Gase zuordnen, woraufhin sie der britische Astronom einem neuen Element zuschrieb, das er nach dem griechischen Wort für Sonne benannte (*helios* = Sonne). Als Ramsay 1895 eine Probe radioaktiven Erdgesteins auf eine höhere Konzentration von Argon untersuchte, stellte er Spuren eines weiteren Gases fest, dessen Spektrallinie an Lockyers Hypothese der Existenz des Sonnenelements Helium erinnerte, für dessen Nachweis auf der Erde Ramsay 1904 den Nobelpreis erhielt.²⁵

In dieser frühen Entdeckungsgeschichte spielte Helium ausschließlich als Laborstoff eine Rolle. Das Edelgas lag nur in kleinen Mengen vor, die in aufwendigen Verfahren durch die Zerlegung der Luft gewonnen oder aus radioaktiven Gesteinsproben extrahiert wurden. Am Royal Institute in London und im Kältelaboratorium der Universität Leiden unternahmen die Pioniere der Tieftemperaturphysik James Dewar und Heike Kamerlingh Onnes enorme Anstrengungen, um das Element mit dem niedrigsten Siedepunkt im Periodensystem nahe des ›absoluten Nullpunkts‹ bei etwa -270 °C zu kondensieren.²⁶ Nach vielen Rückschlägen, weil zu wenig Heliumgas verfügbar war oder die Laborgeräte nicht den hohen Druckverhältnissen standhielten, gelang Onnes im Jahr 1908 die Verflüssigung des Gases.²⁷

24 Vgl. Almqvist, *History of Industrial Gases*, S. 123–125.

25 Helge Kragh, *The Solar Experiment: A Reconsideration of Helium's Early History*, in: *Annals of Science* 66:2, 2009, S. 157–182, hier S. 180 f.

26 Vgl. Dirk van Delft, *Facilitating Leiden's Cold: The International Association of Refrigeration and the Internationalisation of Heike Kamerlingh Onnes's Cryogenic Laboratory*, in: *Centaurus* 49:3, 2007, S. 227–245, hier S. 228.

27 Vgl. Kurt Mendelssohn, *Die Suche nach dem absoluten Nullpunkt*, München 1966, hier S. 66–71; Tom Shachtman, *Absolute Zero and the Conquest of Cold*, Boston 1999,

Noch im Jahr 1897 formulierte der deutsche Chemiker Clemens Winkler, dass »Helium [auf Erden] anscheinend sehr spärlich vertreten« und »unter den seltenen Elementen eines der seltensten« sei.²⁸ Erst rund zehn Jahre später stieß eine Ölfirma bei Versuchsbohrungen im US-Bundesstaat Kansas auf riesige Erdgasfelder, deren Gasgemisch weder brannte noch explodierte, was Hamilton Cady, Chemiker an der Universität Kansas, auf die inerten Eigenschaften des Edelgases zurückführte, das in den Erdgasfeldern in hoher Konzentration eingeschlossen war.²⁹

Der Übergang des Heliums von seiner Nutzung als Laborstoff hin zum Industriegas war eng mit dem Ersten Weltkrieg und den Entwicklungen in der militärischen Luftfahrt verknüpft, als amerikanische und britische Luftschiffpioniere die Vorzüge des nicht entflammaren und leichten Stoffes als Traggas erkannten.³⁰ Als »balloon juice« sollte Helium hochexplosiven Wasserstoff aus Militärluftschiffen der US-Navy verdrängen.³¹ Mit dem Kriegsbeitritt der Vereinigten Staaten weiteten die dem US-Innenministerium unterstellten Behörden, das BoM und der United States Geological Survey (USGS), die Suche nach nationalen Heliumvorräten massiv aus. Gasingenieure nahmen in Nähe der weitläufigen Erdgasfelder im Mittleren Westen systematische Explorationen und Bestandsaufnahmen vor. Bei Testbohrungen im Panhandle Field stießen sie auf weitere heliumreiche Erdgasquellen. In Zusammenarbeit mit dem Navy Department errichtete das BoM in den Bundesstaaten Kansas und Texas die ersten Infrastrukturen der Heliumförderung: drei kleine Versuchsanlagen, die

S. 211; Simón Reif-Acherman/Heike Kamerlingh Onnes, Master of Experimental Technique and Quantitative Research, in: *Physics in Perspective* 6:2, 2004, S. 197–223; Dirk van Delft, Little Cup of Helium, Big Science, in: *Physics Today* 61:3, 2008, S. 36–42, hier S. 38–41.

28 Clemens Winkler, Über die Entdeckung neuer Elemente im Verlaufe der letzten 25 Jahre u. damit zusammenhängende Fragen, in: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 30, 1897, S. 6–21, hier S. 18.

29 Vgl. Martin L. Levitt, The Development and Politicization of the American Helium Industry, 1917–1940, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 30:2, 2000, S. 333–347, hier S. 335.

30 Vgl. Richard Lepsius, Verdichtete und verflüssigte Gase im Krieg, in: *Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase* 24, 1925, S. 17–19, hier S. 18.

31 Jean Ackermann, America has a Corner on Balloon Juice, in: *Popular Science*, August 1943, S. 89–91 u. 202, hier S. 89. Für die Bedeutung des Heliums in der Luftschiffahrt siehe Martin L. Levitt, The Airship in World War II: Assessing a unique Element in Naval Air Power, in: *Air Power History* 39:3, 1992, S. 10–20, hier S. 19 f.; Michael C. Hiam, *Dirigible Dreams. The Age of the Airship*, Lebanon, NH 2014, S. 113–144.

mit unterschiedlichen technischen Verfahren aus den lokalen Erdgasvorkommen Helium extrahierten.³² Mitte der 1920er Jahre erteilte die amerikanische Bergbaubehörde dem Unternehmen Linde Air Products den Auftrag, im Cliffs-ide Field bei Amarillo in Texas die erste großdimensionierte Gewinnungsfabrik zu errichten. Sie nahm 1928 ihren Betrieb auf und produzierte das Edelgas in industriellen Maßstäben nach einem kryogenen Verfahren der Gastrennung.³³

In der Anlage bei Amarillo machte sich das Unternehmen den von Carl von Linde 1895 entwickelten Prozess der Gasverflüssigung zunutze.³⁴ Linde Air Products hatte ein Separationsverfahren entwickelt, das die Hauptbestandteile im Erdgas durch Destillation trennen und reine Gase erzeugen sollte. Dafür wurde das Erdgas – nach vorgeschalteten Reinigungsprozessen – weit unter die tiefen Temperaturen heruntergekühlt, sodass sich die im Erdgas enthaltenen Gase nacheinander verflüssigten: bei -162 °C Methan und bei -200 °C Stickstoff, bis nur noch Heliumgas zurückblieb, das nämlich erst bei -270 °C kondensierte. Das auf diese Weise gewonnene »crude Helium« wurde abgezogen und gereinigt, d. h. über einen Kohlefilter geleitet, der Reste von Stickstoff, Wasser und andere Verunreinigungen aus dem heliumhaltigen Gasgemisch herauslöste; anschließend wurde das gereinigte Heliumgas für den Versand vorbereitet, d. h. komprimiert und in Metallzylinder abgefüllt. Das Erdgas verkaufte das Gasunternehmen an lokale Energieerzeuger als qualitativ hochwertigen Brennstoff.³⁵

Die Linde Air Products war die 1907 gegründete Tochterunternehmung der deutschen Linde-Gesellschaft, die allerdings nach dem Eintritt der USA in den Ersten Weltkrieg ihre Firmen- und Patentrechte an ihrem amerikanischen Ableger verlor. Linde Air Products emanzipierte sich zunehmend vom deutschen Mutterkonzern.³⁶ Das Unternehmen brachte das technisch-wissenschaftliche Know-how ein, großbetriebliche Produktionsanlagen für Heliumgas zu errichten. Die Förderung und die Logistik waren anfänglich

32 Vgl. Helmut Braun, Das »Wundergas« Helium, die US-amerikanische Innenpolitik und die deutschen Zeppeline, in: Vierteljahrshefte für Zeitgeschichte 53:4, 2005, S. 571–600, hier S. 573.

33 Vgl. Clifford W. Seibel, Production of Helium at Amarillo (Texas), in: Industrial and Engineering Chemistry 30, 1938, S. 848–852, hier S. 849 f.

34 Vgl. Almqvist, History of Industrial Gases, S. 404 f.; Banken/Stokes, Aus der Luft gewonnen, S. 42–49.

35 Vgl. Seibel, Production of Helium, S. 850 f.

36 Vgl. Butrica/Douglas, Out of Thin Air, S. 237–241; Hans-Liudger Dienel, Die Linde AG. Geschichte eines Technologiekonzerns 1879–2004, München 2004, S. 110 u. 134–137.

allerdings derart kostspielig, dass die amerikanische Heliumbranche noch lange von staatlichen Subventionen abhängig war. Staatlich-militärische Einrichtungen waren auch nahezu die alleinigen Abnehmer des produzierten Heliums; das BoM verwaltete die Rohstoffquellen im Sinne der nationalen Interessen. Ein Beispiel dafür ist die größte Förderanlage Exell, die das BoM zur Steigerung der Produktionskapazitäten während des Zweiten Weltkrieges in Texas errichtete und die als eine von wenigen Förderstätten nach Kriegsende, als der Heliumbedarf zurückging, weiterbetrieben wurde. Noch zu Anfang der 1990er Jahre waren etwa 98 Prozent des in Exell geförderten Heliums für Regierungszwecke vorgesehen.³⁷

In Kooperation mit der US-Navy und dem U.S. National Research Council richtete das BoM in der Zwischenkriegszeit eine Abteilung für Heliumforschung ein, in der eine Expertengruppe um die Chefchemiker Richard B. Moore und Clifford W. Seibel – »Mr. Helium« – die Eigenschaften des flüchtigen Edelgases genauer untersuchte. Dabei kamen vielversprechende neue Einsatzpotenziale zum Vorschein.³⁸ Jenseits seiner Bedeutung in der militärischen und später zivilen Luftschifffahrt kam Helium als Traggas in der Wetterforschung zum Einsatz, um Ballone mit Sonden und Messgeräten in die atmosphärischen Luftschichten zu befördern.³⁹ Da Helium schnell diffundiert und die Sauerstoffrespiration erleichtert, wurde es bald auch für die Zubereitung von Atemgasmischungen zur Behandlung von Krankheiten wie Asthma und Diphtherie verwendet.⁴⁰ Im Januar 1924 stellte Professor Joel H. Hildebrand, Chemiker an der Universität von Kalifornien, Vertretern der Bergbaubehörde eine Theorie vor, nach der das Taftauchen mit einem Helium-Sauerstoff-Gasgemisch die Symptome der »Taucherkrankheit« abmildern könnte.⁴¹ Tief-

37 Vgl. H. Allen Anderson, Exell Helium Plant, in: Texas State Historical Association (Hrsg.), Handbook of Texas Online, 1.1.1995, updated 21.9.2019, <https://www.tshaonline.org/handbook/entries/exell-helium-plant> [20.1.2023].

38 Vgl. Clifford W. Seibel, The Contributions of the U.S. Bureau of Mines to Helium Production, in: Transactions of the American Society of Mechanical Engineers 59, 1937, S. 55–59.

39 Vgl. Sherburne Rogers, Helium. The New Balloon Gas, in: National Geographic Magazine 36, 1919, S. 441–456.

40 Vgl. Anonymus, Die Verwendung von Helium bei der Narkose, in: Journal of the American Medical Association 110, 1938, S. 121–124; John L. Phillips, The Bends. Compressed Air in the History of Science, Diving, and Engineering, New Haven, CT 1998, S. 184 f.

41 Levitt, Development and Politicization of the American Helium Industry, S. 339.

tauchgängen und längeren Unterwasserarbeiten waren bis in die 1920er Jahre hinein enge Grenzen gesetzt, da bei Tauchern und Caissonarbeitern Stickstoffvergiftungen auftraten, die beim zu schnellen Auftauchen Übelkeiten und Krämpfe zur Folge hatten. Bei Schiffsbergungen in den 1930er Jahren wurde der Pressluft erstmals Helium beigemischt, woraufhin die Navy-Taucher die tiefen und langen Tauchgänge unbeschadet überstanden.⁴²

In der Schweißtechnik war Helium ab der Zwischenkriegszeit als Schutzgas gefragt, da es nicht reagierte und somit leicht oxidierbare Metalle wie das im Flugzeugbau stark nachgefragte Aluminium beim Schweißvorgang vor Korrosion schützte.⁴³ Das dissipationsfreudige Helium fand ebenso als Prüfgas Verwendung, um in Rohren, Leitungen und Behältern Lecks und undichte Stellen aufzuspüren.⁴⁴ Mit der Atom- und Raketentechnik kamen in der zweiten Jahrhunderthälfte neue Anwendungsfelder hinzu.⁴⁵ In seiner Rede zur Einweihung einer neuen Heliumförderanlage am 24. September 1963 zeigte sich Charles Zimmerman, der neue Direktor des Aeronautical Research Office der NASA, noch verwundert über die vielseitigen Verwendungen des Edelgases im NASA-Raumfahrtprogramm: »I wondered too since my area of responsibility had not acquainted me with the important part that Helium plays in our Space Program.«⁴⁶ Im Laufe der 1960er Jahre war die NASA zum größten Abnehmer für Helium aufgestiegen. Mit dem Gas ließen sich in Testversuchen die Umweltbedingungen im Weltall simulieren. Vor allem aber war das Inertgas erforderlich, um die hochexplosiven Treibstoffe in die Raketendüsen zu pressen und die Antriebsbereiche der Flugkörper unter Druck zu halten. Auch in der Tieftemperaturphysik war Flüssighelium bald ein nicht mehr zu ersetzendes Mittel. Es kühlte Metalle Nahe des »absoluten Nullpunkts«,

42 Vgl. Gustav Gärtner, Helium für Taucher, in: Die Umschau 30, 1926, S. 50–53; Hans von Hafferberg, Taucher in Not. Ursachen der Unterseekrankheit. Versuche mit Helium usw., in: Westermann's Monatshefte 83, 1939, S. 297–301.

43 Vgl. Vladimir Pavlecka, Helium-Shielded Arc Welding, in: Iron Age 12, 1942, S. 74–76.

44 Vgl. Robert R. Bottoms, The Production and Uses of Helium Gas, in: Aeronautical Engineering 51, 1929, S. 107–117; Andreas Penk, Das Helium in Wissenschaft und Praxis, in: Beilage der kölnischen Volkszeitung vom 16.5.1937, S. 8 f.

45 Vgl. Harold W. Lipper, Helium, in: Bureau of Mines Yearbook, 1961, S. 487–492, hier S. 489; Gordon W. Koelling, Helium, in: Bureau of Mines Yearbook, 1971, S. 577–583, hier S. 579.

46 Charles H. Zimmerman, Dedication of Helium Extraction Plant, 24.9.1963, Historical Reference Collection, NASA HQ, Washington DC, Nr. E000043423.

sodass diese supraleitend wurden, was den Stromverbrauch reduzierte.⁴⁷ In der Medizintechnik machte man sich diese Eigenschaft des tiefkühlenden Flüssigheliums zunutze, um die Magnetspulen in Kernspintomografen auf eisige Temperaturen zu bringen.⁴⁸

Die Stoffgeschichte des Heliums ist bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hinein eine Geschichte ungleicher Ressourcenverteilungen. Zwar sind Heliumvorkommen vorhanden, da radioaktive Zerfallsprozesse im Erdgestein kontinuierlich Heliumatome freisetzen. Dennoch liegt Helium in der Erdkruste und in der Umgebungsluft nur als Spurenstoff in geringen Konzentrationen vor, da das flüchtige Edelgas schnell in höhere Atmosphärenschichten und letztlich ins Weltall aufsteigt. Technisch war eine Heliumsynthese aus der Luft oder aus Erdgestein schon zu Anfang des 20. Jahrhunderts möglich; allerdings produzierten diese Verfahren nur kleinste Mengen, weshalb sie als unwirtschaftlich galten.⁴⁹ Akkumulieren konnte sich Heliumgas aber über erdgeschichtlich lange Zeiträume in gasdicht abgeschlossenen Hohlräumen in der Erdkruste. Deshalb wurde Helium als Bodenressource aus heliumreichen Erdgasvorkommen extrahiert, die allerdings geografisch höchst ungleich verteilt vorlagen. Auch in Europa hielten Geologen, Mineralogen und Chemiker frühzeitig Ausschau nach Gasquellen mit hohem Heliumgehalt. In europäischen Kohlerevieren wie dem französischen Anzin konnten Grubengase mit bis zu 0,5 Prozent Helium ermittelt werden.⁵⁰ Das war aber noch immer weit von verbrauchstechnisch relevanten Konzentrationen entfernt, die über weite Strecken des 20. Jahrhunderts allein in den Erdgasfeldern im Mittleren

47 Zur Geschichte der Supraleitung siehe Christian Joas/Georges Waysand, *Superconductivity – A Challenge to Modern Physics*, in: Kostas Gavroglu (Hrsg.), *History of Artificial Cold, Scientific, Technological and Cultural Issues*, Dordrecht 2014, S. 83–92.

48 Vgl. Roscoe A. Cattell, *Helium – The Wonder Gas*, in: *The Scientific Monthly* 69:4, 1949, S. 222–228.

49 Vgl. Christoph Haberstroh, *Flüssigheliumversorgung*, unv. Manuskript, Dresden 2010, S. 7–9.

50 Vgl. Richard B. Moore, *Erdgas als eine Quelle für Helium*, in: *Allgemeine oesterreichische Chemiker- und Techniker-Zeitung* 30, 1922, S. 121–122; Karl Stockfisch, *Über das Vorkommen von Erdgasen in Deutschland und ihren Gehalt an Helium*, in: *Die Metallbörse* 18, 1928, S. 2133–2134 u. 2190–2191, hier S. 2133.

Westen der USA zu finden waren, wo der Heliumgehalt zwei bis drei Prozent betrug.⁵¹

Anhand der jährlichen Rohstoffberichte des BoM lassen sich die Fördermengen, Rohstoffprognosen und Absatzmärkte für Helium in den USA zwischen den 1930er und 1990er Jahren nachvollziehen. Laut diesen Angaben stammten noch im Jahr 1964 schätzungsweise rund 95 Prozent der weltweit produzierten Heliummengen aus einem Umkreis, der sich nicht weiter als 400 Quadratkilometer um das texanische Amarillo zog.⁵² Zeitgenoss:innen sprachen deshalb auch immer wieder von einem »all american product« und unterstrichen das Weltmonopol der USA für diese flüchtige Bodenressource.⁵³ Allerdings ist der Aussagewert dieser amtlichen Statistiken beschränkt. Die aufgeführten Fördermengen sind auch als ein Ausdruck der Selbstdarstellung der amerikanischen Bergbaubehörde einzuordnen, die sich um den Nachweis einer vollumfänglichen Kontrolle der Heliumförderung bemühte. So übergingen die Jahresberichte Produktionsstätten, die seit den 1960er Jahren im kanadischen Saskatchewan und im polnischen Odolanów – später auch in Algerien, Katar und Russland – eröffnet wurden und in denen Helium extrahiert wurde.⁵⁴ Tatsächlich fehlen belastbare Statistiken, anhand derer sich die Fördermengen des Edelgases außerhalb der USA präzise beziffern ließen.

Die vielseitigen Verwendungszwecke waren ab der Zwischenkriegszeit auch in anderen Ländern und Regionen bekannt, jedoch spielte das Gas außerhalb der Vereinigten Staaten in Wissenschaft und Technik erst deutlich später eine wichtige Rolle. In der weiten Entfernung zu den heliumreichen Erdgasfeldern Nordamerikas blieb der Einsatz der flüchtigen Substanz von einem

-
- 51 Vgl. Walter Kauenhowen, Heliumgewinnung in den Vereinigten Staaten und ihre Aussichten in Deutschland, in: *Kali. Zeitschrift für Gewinnung, Verarbeitung u. Verwertung d. Kalisalze* 26, 1932, S. 106–110 u. 121–123, hier S. 106–108; Alfred Mayer-Gürr, Erdgase, Stickstoff und »fossiles Helium«, in: *Öl und Kohle* 39, 1938, S. 797–799, hier S. 797.
- 52 Vgl. Edwin M. Thomasson, Helium, in: *Bureau of Mines Yearbook*, 1964, S. 505 f.; Diana J. Kleiner, Helium Production, in: *Texas State Historical Association (Hrsg.), Handbook of Texas Online*, 1976, updated 1.2.1995, <https://www.tshaonline.org/handbook/online/articles/doh02> [25.4.2023].
- 53 Arthur A. Stuart, Liquefied Helium Boils on Ice and »Freezes« Tin, in: *Popular Science*, Febr. 1929, S. 27–28 u. 130–131, hier S. 27; Anonymus, Helium for Peace, in: *Industrial and Engineering Chemistry* 22, 1930, S. 1145–1146, hier S. 1145.
- 54 Vgl. Anonymus, Canadian Helium to lose Present Markets in Europe, in: *Oilweek*, 1.11.1965, S. 14; Benjamin Hooker, Helium in Russia, in: *William J. Nuttall/Richard Clarke/Bartek Glowacki (Hrsg.), The Future of Helium as a Natural Resource*, London 2012, S. 88–100.

sparsamen Gebrauch und dem Bestreben gekennzeichnet, das seltene und teure Edelgas entweder zu substituieren oder die bereits verwendeten Mengen Heliumgas aufzufangen und wiederzuverwerten. Während amerikanische Heliumexperten in ihren Veröffentlichungen Kalküle um Marktchancen, Strategien der staatlichen Rohstoffsicherung und Visionen um technische Anwendungen für Heliumgas entwickelten, war die europäische Fachdebatte von Versorgungsängsten und Kritik an der restriktiven US-Heliumpolitik geprägt. Davon zeugt nicht zuletzt die Flut an Fachartikeln, in denen Rohstoffexperten vor einer baldigen Erschöpfung der weltweiten Heliumvorräte warnten und sich die potenziellen Abnehmer in der Schweißindustrie oder Tauchbranche über Engpässe in der Heliumzufuhr beklagten.⁵⁵ So kritisierte der Tauchpionier Herrmann Stelzner zu Anfang der 1930er Jahre, als seine amerikanischen Kollegen bereits in den Startlöchern standen, mithilfe von Heliummischgasen bis dahin unbekannte Meerestiefen zu erkunden: »Dort [in Amerika; C. Z.] ist man in der glücklichen Lage, dieses Gas [...] gewinnen zu können. In Deutschland und anderen Ländern ist des enormen Preises wegen – zudem besteht in den Vereinigten Staaten Amerikas Ausfuhrverbot – an eine Verwendung des Heliums zu Tauchzwecken nicht zu denken.«⁵⁶

Historiker:innen haben die Klagen aus Europa, wie die von Stelzner, weitgehend übernommen. Studien zur Luftfahrtgeschichte begründeten den Mangel an Heliumgas in Europa mit dem »vollkommenen, weltweiten Produktions- und Distributionsmonopol« der Vereinigten Staaten und ihren wirtschaftspolitischen Interessen.⁵⁷ Sie verwiesen auf die sogenannte Helium-Kontroverse der 1930er Jahre, als sich der Innenminister der Regierung Roosevelt, Harold Ickes, weigerte, das als kriegsrelevant eingestufte Helium an die Nationalsozialisten zu exportieren. Die US-Heliumgesetze der Jahre 1925 und 1927, die den Export des Gases einschränkten, werden als Ursache benannt, dass deutsche Zeppeliner die Hindenburg mit hochexplosivem Wasserstoff befüllten, woraufhin das Luftschiff während eines transatlanti-

55 Vgl. Anonymus, Heliumgewinnung in Amerika, in: Zeitschrift für komprimierte Gase 27, 1928, S. 41; Hans Woltereck, Die Helium-Frage, in: Waggon- und Lokomotivbau 13, 1930, S. 9.

56 Hermann Stelzner, Tauchertechnik. Handbuch für Taucher über den Bau und die Anwendung der Tauchergeräte aller Art, Lübeck 1931, S. 150.

57 Helmut Braun, Deutsche Zeppeline und die amerikanische Politik, in: Technikgeschichte 71:4, 2004, S. 261–282, hier S. 266.

schen Linienflugs am 6. Mai 1937 bei Lakehurst explodierte, was letztlich auch das Ende der zivilen Luftschiffahrt einleitete.⁵⁸

Tatsächlich spricht nur wenig dafür, hinter den Klagen über Versorgungsengpässe eine effektive Verknappung der wirtschaftlich nutzbaren Heliumvorkommen zu vermuten.⁵⁹ Das Heliumembargo diente den USA in Zeiten politischer Instabilitäten als Instrument, um anderen Ländern den Zugang zu diesem für die Kriegswirtschaft strategischen Rohstoff möglichst zu verwehren. Im Laufe des 20. Jahrhunderts baute die amerikanische Bergbaubehörde eine weitläufige Speicherinfrastruktur auf, in der sie Helium zurückhielt, das für Abnehmer im Ausland nicht zur Verfügung stand. Werden diese Quellen zum Aufbau einer nationalen Heliumlogistik in die Analyse einbezogen, kommen neben den wirtschaftspolitischen Motiven weitere Gründe zum Vorschein, die den praktischen Umgang mit dem Edelgas zwischen den 1920er und 1960er Jahren limitierten. Zwar waren ab der Zwischenkriegszeit die technischen Grundlagen für eine Heliumförderung im großen Stil gelegt, es fehlte aber an Möglichkeiten, große Mengen Heliumgas über weite Wege zuverlässig und effizient zu befördern – oder wie es der Logistikexperte für Eisenbahntransporte Raymond C. Pierce 1933 formulierte: »When helium was produced in quantities, the problem of transportation became acute.«⁶⁰ Die vielfältigen Formen der Stoffbewegungen stellten hohe Ansprüche an die Verteilung der flüchtigen Substanz und brachten Ingenieure und Logistikexperten immer wieder an die Grenzen ihrer technischen Handlungsspielräume.

58 Vgl. Günther Moltmann, Die Luftschiff Hindenburg-Katastrophe und das Heliumproblem. Ein Kapitel deutsch-amerikanischer Beziehungen vor dem 2. Weltkrieg, in: Wehrwissenschaftliche Rundschau 11, 1961, S. 617–637; Michael D. Reagan, The Helium Controversy, in: Harold Stein (Hrsg.), American Civil-Military Decisions. A Book of Case Studies, Birmingham 1963, S. 45–57; Manfred Bauer/John Duggan, LZ 130 »Graf Zeppelin« und das Ende der Verkehrsluftschiffahrt, Friedrichshafen 1994, S. 79–81; Levitt, Development and Politicization, S. 340.

59 Vgl. Andrea Westermann, Inventuren der Erde. Vorratsschätzungen für mineralische Rohstoffe und die Etablierung der Ressourcenökonomie, in: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 37:1, 2014, S. 20–40, hier S. 35.

60 Raymond C. Pierce, Development of Special Rail Equipment, in: Railway Age 94, 1933, S. 66–70, hier S. 66.

Flüchtiges Speichern und die staatlich-militärische Infrastruktur: Die oberirdische Transportlogistik und das unterirdische Speichernetzwerk

Als der schottische Chemiker Ramsay seinem amerikanischen Kollegen Moore 1915 in einem Brief von dem Nachweis des Heliums im Erdgestein berichtete, formulierte er den Gedanken, die Auftriebskraft des leichten Gases in der Luftschiffahrt zu nutzen.⁶¹ Zu diesem Zeitpunkt war Wasserstoff als Traggas in den Luftschiffen der US-Navy schon seit Langem im Einsatz. Gemeinsam mit der US-Regierung hatte das Militär am Ende des 19. Jahrhundert eine Speicher- und Transportinfrastruktur aufgebaut, die die Luftschiffhäfen mit Wasserstoff versorgte. Diese staatlich-militärische Infrastruktur umfasste das Schienennetz sowie Gas-Reinigungsanlagen, Kompressoren, Gasometer, Hochdruckcontainer und vor allem Stahlzylinder, in die das Gas für den Transport abgefüllt wurde. Die anfängliche Heliumlogistik baute auf diesem etablierten technischen Netzwerk auf. Als die US-Navy 1923 eines ihrer ersten Großluftschiffe, die USS Shenandoah, mit Helium befüllte, zeigte sich allerdings, dass diese Strukturen der Wasserstoffinfrastruktur für die Verteilung großer Mengen Helium nicht praktikabel waren.⁶² Für die Befüllung der USS Shenandoah mit 2,2 Millionen Kubikfuß Helium waren 13.000 einzelne Stahlzylinder erforderlich, die die US-Navy in mehreren Sonderzügen von den Gewinnungsanlagen in Texas und Kansas zur Luftschiffbasis Lakehurst an der Ostküste transportierte.⁶³ Der logistische Aufwand der Heliumbeförderung brachte das staatlich-militärische Infrastruktursystem an seine Kapazitäts- und Belastungsgrenzen.⁶⁴

Wasserstoff konnte schon um 1900 in mobilen Produktionsanlagen hergestellt werden, die das Leichter- als- Luft-Gas mittels elektrolytischer Verfahren in unmittelbarer Nähe zu den Abnehmern synthetisierten.⁶⁵ Die Heliumge-

61 Vgl. Moore, Erdgas als eine Quelle für Helium, S. 121 f.

62 Vgl. Garland Fulton, Helium through W.W.'s I and II, in: *Naval Engineers Journal* 77, 1965, S. 733–738, hier S. 735.

63 Vgl. Stuart, Liquefied Helium Boils on Ice, S. 131.

64 Die Menge des bis dahin insgesamt in den USA geförderten Heliums reichte gerade für die Füllung dieses Luftschiffes aus, wobei die Gewinnungskosten für 1.000 Kubikfuß noch bei etwa 120 US-Dollar lagen. Vgl. Levitt, *Development and Politicization*, S. 338.

65 Vgl. Heymann, Wasserstoff als Energieträger, S. 38; Vaclav Smil, *Transforming the Twentieth Century. Technical Innovations and their Consequences*, Oxford/New York 2006, S. 113.

winnung war dagegen räumlich gebunden und geografisch höchst ungleich verteilt. Um die weiten Distanzen zwischen den heliumreichen Erdgasfeldern im Mittleren Westen und den Zentren des Gasverbrauchs zu überbrücken, waren die herkömmlichen Stahlzylinder allerdings nicht sehr geeignet. Im Verhältnis zum Flascheninhalt besaßen die Stahlzylinder ein hohes Eigengewicht, was die Transportkosten mit zunehmender Wegstrecke deutlich erhöhte. Auch war das Masse-Volumen-Verhältnis in diesen Druckgasbehältern im Falle des Heliums ungünstiger als beim Wasserstoff: Das Edelgas wiegt nicht nur mehr, Helium hat im Vergleich zu Wasserstoff auch eine geringere Auftriebskraft; d. h. für dieselbe Luftschiffüllung musste mehr Gas und damit auch eine höhere Anzahl an Stahlzylindern mobilisiert und disloziert werden.⁶⁶ Anfällige »reverse salients« dieser Logistikkette waren auch die Ventile der Stahlflaschen, da bei der Umfüllung oder Entleerung der Behältnisse viel Heliumgas in Richtung Atmosphäre entwich.⁶⁷ Als Garland Fulton in den 1960er Jahren auf seine Karriere als Luftschiffkapitän bei der US-Navy zurückblickte, verwies er auf den hohen logistischen Aufwand, der mit der Verteilung von Heliumgas verbunden war: »Never before had the gas industry been called on to transport such large quantities of a specialized gas over long distances and to arrange to repurify it and to store it for relatively long periods.«⁶⁸

Nach dem Ersten Weltkrieg richtete der Chefchemiker Moore am BoM eine neue Forschungsabteilung ein. Im Cryogenic Research Laboratory, das keine andere als Marie Curie während eines Gastaufenthalts in Washington DC 1921 eingeweiht hatte, befassten sich Physiker:innen, Chemiker:innen, Geolog:innen und Materialwissenschaftler:innen mit den chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften des Heliums. Sie untersuchten in aufwendigen Testversuchen, wie der Stoff bei Druck- und Temperaturveränderungen mit verschiedenen Materialien wechselwirkte und experimentierten mit Formen und Funktionen von Behältern, Rohren und Ventilen, die die flüchtige Substanz unter Kontrolle halten konnten.⁶⁹

66 Vgl. Ackermann, *America has a Corner on Balloon Juice*, S. 90; William S. Andrews, *Helium: The substitute for hydrogen in balloons and dirigibles*, in: *General Electric Review* 23, 1920, S. 227–228.

67 Vgl. Anonymus, *Helium Plant Makes Initial Shipment*, in: *Industrial and Engineering Chemistry* 21, 1929, S. 524.

68 Fulton, *Helium through W.W.'s I and II*, S. 735.

69 Vgl. Henry P. Wheeler, *Helium. A Chapter from Mineral Facts and Problems*, Washington, DC 1955, S. 101 f.

Verschiedene Berichte zeugen von den ingenieurtechnischen Herausforderungen, die die Aktivitäten der Forschergruppe in den 1920er Jahren erschwerten. Ein Ziel der Wissenschaftler:innen war es, das Heliumgas weiter zu komprimieren, das Gasvolumen also pro Fläche zu reduzieren, um die Speicherkapazitäten zu vergrößern. Der Transport großer Mengen Hochdruckgase über weite Strecken war aber mit einem Sicherheitsrisiko verbunden. So zeigten Testfahrten, dass die Druckbehälter zerbarsten, die Schweißnähte rissen und die Sicherheitsventile platzten, wenn das Gas bei äußeren Hitzeeinwirkungen beträchtliche Kräfte entfaltete.⁷⁰ Anfällige Schnittstellen waren vor allem die Aufhängungen, die die Gasbehälter an den Fahrzeugen befestigten. Diese waren enormen Spannungen ausgesetzt, wenn das komprimierte Heliumgas expandierte.⁷¹ Die Eigenaktivitäten des Gases stellten hohe Anforderungen an die Auswahl der Werkstoffe und an die Konstruktion der Speicher- und Transportvorrichtungen, da komprimiertes Helium »Rohrleitungen, Behältern und Maschinen das Äußerste abverlangte«.⁷² Die Effekte dieser nicht intentionalen Stoffdynamiken waren für die Wissenschaftler:innen allerdings weder in sämtlichen Konsequenzen planbar noch vollständig zu überblicken.

Im Rückgriff auf die Ergebnisse der Voruntersuchungen und Belastungstests am Cryogenic Research Laboratory entwickelte die US-Navy in Kooperation mit der Bethlehem Steel Company in den 1920er Jahren zwei heliumspezifische Eisenbahnwaggons, um die Speicher- und Transportlogistik von Helium zu rationalisieren. Die »railroad purification cars« waren mobile Rückgewinnungs- und Reinigungsanlagen für Helium, die aus den Gaszellen der Luftschiffe das verunreinigte, d. h. mit Umgebungsluft kontaminierte, Heliumgas abpumpten, für zukünftige Anwendungen aufbereiteten und speicherten.⁷³ Der praktische Umgang mit diesen Spezialwaggons wurde anfänglich allerdings dadurch erschwert, dass die Rückgewinnungsanlagen mit den

70 Vgl. Anonymus, Train Wreck Test for Steel Sphere to Carry Helium, in: *Iron Age* 124, 1929, S. 840.

71 Vgl. Pierce, *Development of Special Rail Equipment*, S. 67.

72 Anonymus, Prüfung eines Helium-Hochdruckbehälters, in: *Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase* 29, 1931/32, S. 86.

73 Anonymus, Railroad Helium Repurification Plant, in: *Aviation and Aeronautical Engineering* 8, 1920, S. 17; Helmut Hausen, Heliumreinigungsanlage der Zeppelin-Reederei in Frankfurt a. M., in: *Die Chemische Fabrik* 11, 1938, S. 239–245.

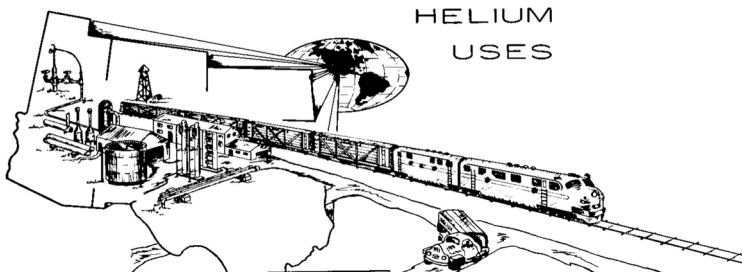
Ölschmierungen der Kompressoren das Heliumgas weiter verunreinigten.⁷⁴ Die »Helium tank cars« sollten hingegen den Eisenbahntransport effizienter gestalten. Dafür waren Kesselwaggons mit drei oder mehreren langgezogenen Stahlzylindern bestückt. Die großen Druckgasbehälter reduzierten das Eigengewicht im Verhältnis zum Transportgut, das in komprimierter Form gespeichert werden konnte. In Anpassung an die stofflichen Eigenschaften des Heliums wiesen die Vorrichtungen weitere technische Besonderheiten auf, die einer der beteiligten Konstrukteure mit folgenden Worten beschrieb: »It is so vitally important, because of the character of the commodities to be shipped in these cars, that the tank shall be absolutely tight, that riveted tanks, or tanks with seams welded, will not be permitted.«⁷⁵ Die Stahlrohre waren dickwandig und aus einem Metallblock gegossen, um Schweißnähte, Nieten und Muffen zu vermeiden, aus denen das Heliumgas innerhalb kürzester Zeit entweichen konnte.⁷⁶ Daraufhin wurden die Spezialwaggons verschiedenen Belastungs- bzw. Aufpralltests unterzogen, die die Stabilität der Speichervorrichtungen bei Extremlastungen bewiesen.⁷⁷

Diese Spezialwaggons avancierten zusehends zum Rückgrat einer neuen staatlich-militärischen Infrastruktur der Heliumdistribution. 80 Prozent des im Mittleren Westen geförderten Heliums wurden über den Eisenbahnverkehr der North Texas and Santa Fe Line abgewickelt. Das BoM verfügte im Jahr 1966 über 233 »Helium tank cars«, die das Helium zu den staatlichen und militärischen Einrichtungen an der Ost- und Westküste beförderten. Die verbleibenden 20 Prozent lieferten Sattelschlepper mit Spezialcontainern über das wachsende Straßennetz aus (s. Abb. 1).⁷⁸ Die »tank cars« minimierten

-
- 74 Vgl. William M. Deaton/Paul V. Mullins, Helium Resources, Production, and Conservation, in: U.S. Department of Commerce (Hrsg.), *Technology of Liquid Helium*, Washington, DC 1968, S. 1–33, hier S. 26.
- 75 Anonymus, A.R.A. Committee Report on New-Type Tank Cars Designated for the Transportation of Helium Gas, in: *Railway Review* 74, 1924, S. 1175–1177, hier S. 1175; Anonymus, *Cars for Helium Gas*, in: *Iron Age* 117, 1926, S. 784.
- 76 Vgl. Andrew Stewart, *About Helium*, Information Circular, I.C. 6745, United States Bureau of Mines, September 1933, S. 35. Die »helium tank cars« speicherten das Helium in komprimierter Form bei bis zu 170 bar, während die handelsüblichen Stahlflaschen maximal 124 bar zuließen.
- 77 Vgl. Anonymus, *Spherical Containers for Transporting Gas under high pressure. Transportation of Helium under 2,000-lb*, in: *Mechanical Engineering* 51, 1929, S. 941–943.
- 78 Vgl. Hugh S. Pylant, *Helium its Status today and its Promise for Tomorrow*, in: *The Oil and Gas Journal* 60, 1962, S. 98–106, hier S. 105; Deaton/Mullins, *Helium Resources*, S. 26–28; Anderson, *Exell helium Plant*.

nicht nur den Gasaustritt beim Befüllen und Entleeren durch die Ventile und ersparten Zeit und Arbeitseinsatz, sie verringerten auch die Frachtkosten. Als wenige Jahre nach der USS Shenandoah mit der Los Angeles ein Luftschiff ähnlicher Größenordnung befüllt wurde, organisierte das BoM den Transport der knapp zwei Millionen Kubikfuß Helium nicht mehr in 13.000 Stahlzylindern, sondern in einem einzigen Sonderzug mit 24 Spezialwaggons, die die herkömmlichen Stahlzylinder ersetzen.⁷⁹

Abb. 1: In den Jahresberichten der 1960er Jahre unterstrich das BoM die tragende Rolle der Verkehrsinfrastruktur für die Verteilung der Bodenressource Helium. Eisenbahnen mit »helium tank cars« und Sattelschlepper mit Spezialcontainern beförderten komprimiertes Heliumgas von der Produktionsstätte bei Amarillo in Texas über das Schienen- und Straßennetz zu den Zentren des Gasverbrauchs – entsprechend ist es hier grafisch dargestellt.



Bureau of Mines, Helium Activity, Annual Report 1960 (Ausschnitt), Texas Department of Transportation Archive, Austin.

Heliumspezifische Fahrzeuge konnten zwar die Transportabläufe effizienter gestalten und auch verbessern, aber die Probleme bei der Gasspeicherung nicht vollständig beheben. Denn an den Erdgasfeldern bestimmte der Bedarf an fossilen Brennstoffen die Rhythmik der Heliumförderung. War die Nachfrage nach Erdgas hoch, aber der Bedarf an Helium gering, setzte die Verbrennung des Erdgases immer auch das enthaltene Helium frei, das sich in Rich-

79 Vgl. Anonymus, Helium als Ballongas, in: Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase 24, 1925, S. 8; Stuart, Liquefied Helium Boils on Ice, S. 131; Stewart, About Helium, S. 35.

tung Atmosphäre verflüchtigte und damit ungenutzt entwich. Dieses Abhängigkeitsverhältnis war von besonderer Tragweite, da die beiden Gase im Jahresverlauf unterschiedliche Verbrauchsspitzen hatten. Erdgas wurde vor allem in den kalten Wintermonaten als Heizstoff nachgefragt; die mit Helium befüllten Luftschiffe der US-Navy stiegen aber vorrangig in der wärmeren Jahreshälfte auf.⁸⁰ Vor diesem Hintergrund versuchte das BoM, große Speicherkapazitäten zu schaffen, z. B. unterirdische Kavernen, in denen die nicht benötigten Heliummengen für zukünftige Anwendungen eingelagert werden konnten.

In den 1920er Jahren begaben sich Geologen am Cryogenic Research Laboratory auf die Suche nach Möglichkeiten der Langzeitspeicherung großer Mengen Heliumgas.⁸¹ Für die Auswahl einer geeigneten Speicherstätte war neben den Platzverhältnissen in erster Linie ausschlaggebend, dass die materielle Beschaffenheit den Eigenaktivitäten des Heliums über lange Zeiträume standhielt. Das zweitkleinste Element im Periodensystem entwich nämlich aus den kleinsten Öffnungen, weshalb poröses Gestein und unversiegelte Stollen ehemaliger Kohleminen und Salzstöcke als Untergrundspeicher für die Gaseinlagerung nicht infrage kamen.⁸² Aussichtsreich waren allerdings Testversuche im texanischen Cliffside Field, in dem bereits seit den 1920er Jahren eine großtechnische Gewinnungsanlage für Helium in Betrieb war.⁸³ Die Gewährseinheit »Bush Dome« des Erdgasfeldes bestand aus einer dichten geologischen Formation, die eine weitere undurchlässige Gesteinsschicht überlagerte.⁸⁴

Der Bau des Untergrundspeichers war in ein soziotechnisches Netzwerk eingebunden, das auch Machtstrukturen und Rechtsnormen umfasste. Mit dem ersten Heliumgesetz hatte die US-Regierung im Jahr 1925 den Aufbau

80 Vgl. Heymann, Die wechselvolle Geschichte der Erdgasverflüssigung, S. 22 f. u. 31; Joseph B. Peterson, The US federal helium reserve, in: William J. Nuttall/Richard H. Clarke/Bartek A. Glowacki (Hrsg.), *The Future of Helium as a Natural Resource*, London 2012, S. 48–55, hier S. 49.

81 Vgl. Henry P. Westcott, *Handbook of Natural Gas*, Erie 1920, S. 140–250; Wheeler, Helium, S. 101.

82 Vgl. Philip W. Holland/David E. Emerson, *Helium in Ground Water and Soil Gas in the Vicinity of Bush Dome Reservoir, Cliffside Field, Potter County, Tex, Washington*, DC 1979, S. 2.

83 Vgl. Seibel, *Production of Helium*, S. 849.

84 Anonymus, *For the Future. Underground Cache for Conservation*, in: *Business Week*, 28.4.1945, S. 98.

einer nationalen Heliumreserve festgeschrieben. Das Gesetz festigte die staatlich-militärische Kontrolle der Heliumbranche und sollte zum Zweck der »national defense« den Heliumbedarf der US-Navy, US-Army und anderer Regierungsorganisationen langfristig sichern.⁸⁵ Zu einer Umsetzung kam es allerdings erst nach dem Zweiten Weltkrieg, wofür zwei Gründe ausschlaggebend waren. In den Kriegsjahren lief die Produktion des Rohstoffs als Trag- und Atemgas auf Hochtouren, nach Kriegsende aber brachen die nationalen Absatzmärkte für Helium abrupt ein. Die Produktionsüberschüsse sollten eingelagert werden, »for later withdrawal [...] to meet future needs«.⁸⁶ Gleichzeitig verdreifachte sich in den USA zwischen den 1930er und 1970er Jahren der Gasverbrauch für Heizzwecke und die Stromproduktion; mit der Förderung von immer mehr Erdgas gingen auch große Mengen Heliumgas ungenutzt verloren.⁸⁷ In den Nachkriegsjahrzehnten verknüpfte sich die Sorge vor schwindenden Heliumvorräten schließlich mit der Hoffnung, dass sich in den Bereichen der Medizin, Kryotechnik und Raumfahrt neue Anwendungsfelder für das Edelgas eröffneten. Vor diesem Hintergrund mehrten sich in den 1950er Jahren Stimmen, die einen sorgsameren Umgang mit den endlichen Heliumreserven forderten. Anfang der 1960er Jahre brachte die Regierung Eisenhower schließlich das »Helium Conservation Program« auf den Weg, mit dem Ziel, das Edelgas für zukünftige Anwendungen in der unterirdischen Lagerstätte im Cliffside Field zurückzuhalten (s. Abb. 2).⁸⁸

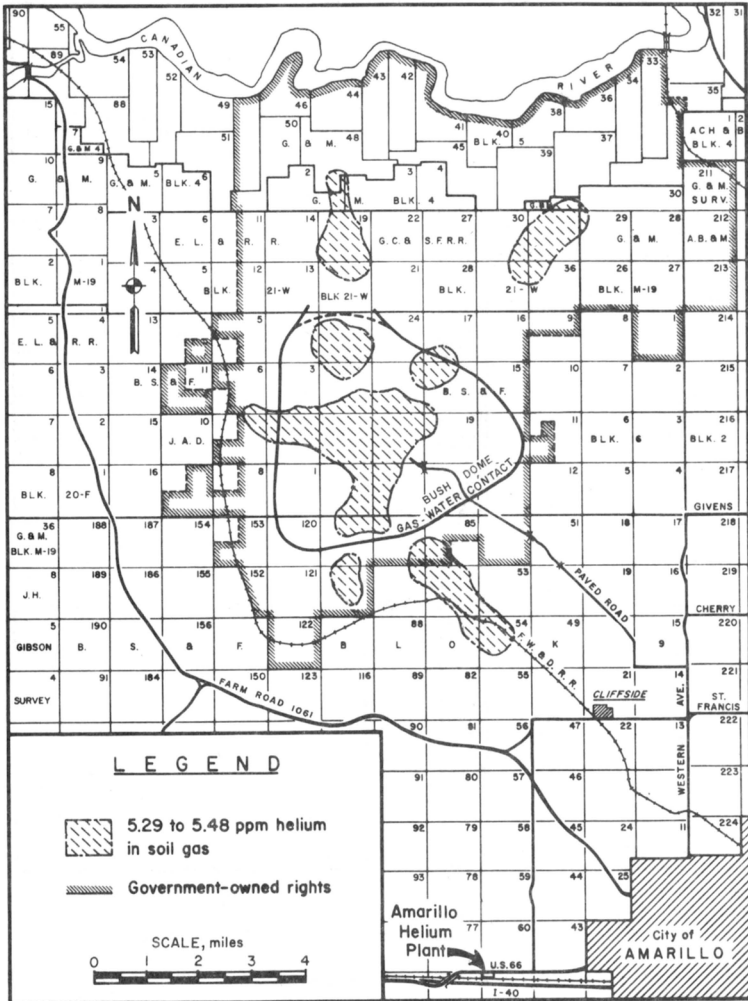
85 United States Code: Helium Gas, 3.3.1925, Sixty-Eight Congress, Sess. II, Abstract of Current U.S. Legislation, Nr. 50, §§ 161–166, S. 1698–1699, <https://tile.loc.gov/storage-services/service/ll/uscode/uscode1925-00105/uscode1925-001050010/uscode1925-001050010.pdf> [25.4.2023].

86 Harold W. Lipper, Helium, in: Bureau of Mines Yearbook, 1960, S. 497–502, hier S. 501.

87 Vgl. Heymann, Die wechselvolle Geschichte der Erdgasverflüssigung, S. 29.

88 Vgl. Henry P. Wheeler, Operation Foresight – Bureau of Mines Program of Helium Conservation and Research, in: Klaus D. Timmerhaus (Hrsg.), Proceedings of the 1961 Cryogenic Engineering Conference, 15.-17.8.1961, New York, NY 1962, S. 24–31, hier S. 26.

Abb. 2: Die Karte zeigt die Gaslagerstätte »Bush Dome« im Cliffslope Field bei Amarillo, in dem das Bureau of Mines über die Förderrechte verfügte. Die schraffierten Flächen deuten die unterirdischen Gewölbe an, in denen das »crude helium« für zukünftige Nutzungen eingelagert wurde.



Philip W. Holland/David E. Emerson, Helium in Ground Water and Soil Gas in the Vicinity of Bush Dome Reservoir, Cliffslope Field, Potter County, Tex, Washington, DC 1979, S. 12.

Der Umwidmung dieses Standorts von der Produktions- zur Speicherstätte waren umfangreiche Mess- und Umbauarbeiten vorausgegangen. Gastechniker suchten auf einer riesigen Fläche nach undichten Stellen in der Gesteinsformation, um sie mit Zement zu versiegeln. Es wurden Bohrtürme und Kompressorstationen errichtet, die das Gas unter hohem Druck in die Gesteinsformation pressten und bei erhöhter Nachfrage zurück in das angeschlossene Pipelinesystem pumpeten. Verbunden waren diese Injektionsorte über ein weitverzweigtes Kontrollsystem, von dem aus an verschiedenen Stellen der Gasdruck und die Konzentration des eingelagerten Gasgemisches überwacht wurden.⁸⁹

Mit Monika Dommann lässt sich dieser Untergrundspeicher als ein »Transitraum« bezeichnen, der dort entstand, wo sich die Wege der Heliumverteilung kreuzten.⁹⁰ Ab den 1940er Jahren baute das BoM im Umkreis des Cliffside Fields ein engmaschiges Pipelinetz auf (s. Abb. 3). Eine Hochdruck-Heliumpipeline verknüpfte die Förderstätten mit dem unterirdischen Gasspeicher; eine weitere Spezialpipeline leitete das eingelagerte Heliumgas zu den Aufbereitungsanlagen weiter, sobald aufseiten der militärischen und staatlichen Abnehmer die Nachfrage stieg. In Anpassung an die flüchtigen Eigenschaften des Transportgutes unterschied sich das heliumspezifische Pipelinesystem von den in der Region üblichen Pipelineformaten für den Erdgastransport.⁹¹ Die einzelnen Stahlrohre hatten Gasingenieure mithilfe neuer Hochdruck-Schweißverfahren zu einem nahtlosen Pipelinesystem verbunden. Die Pipeline war dickwandig, sodass sie dem hohen Gasdruck standhielt, mit dem die Kompressorstationen das Helium aus den tiefen Gesteinsformationen in das Verteilungssystem pumpeten. Von außen waren die Rohre mit mehreren Lackschichten armiert, die auch die kleinsten Poren abdichteten. Darüber hinaus waren die Rohre über die gesamte Länge in Asbest-Filz eingewickelt, was der hohen Wärmeleitfähigkeit des Heliums isolierend entgegenwirken sollte.⁹²

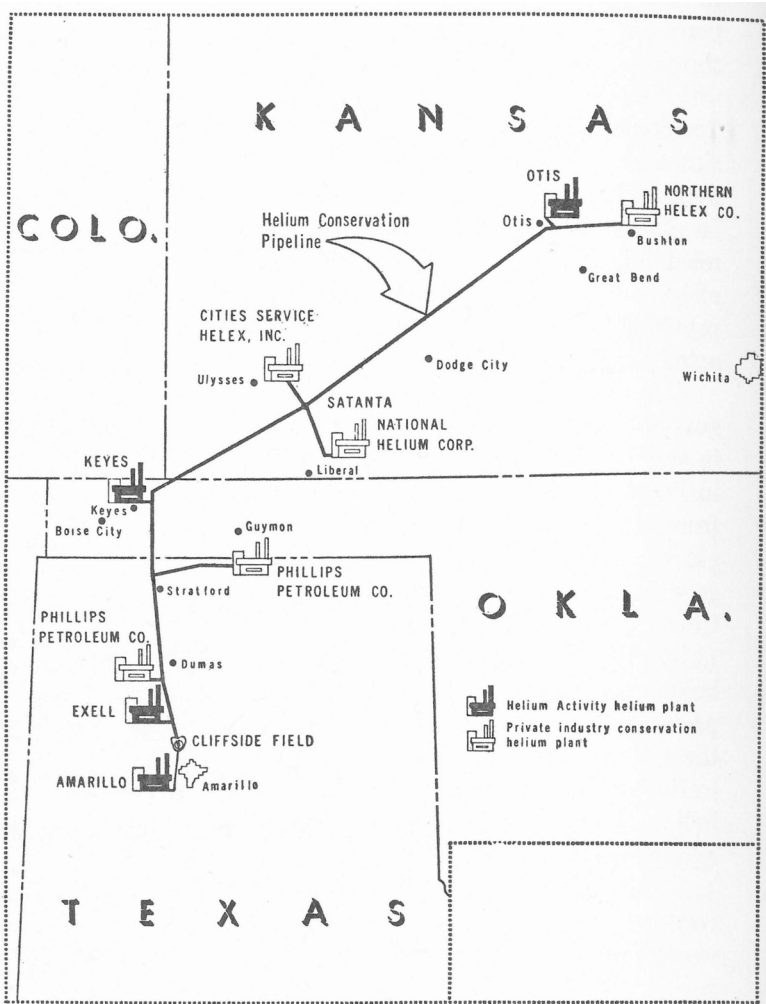
89 Vgl. Wheeler, *Operation Foresight*, S. 28.

90 Vgl. Dommann, *Warenräume und Raumökonomie*, S. 49 f.

91 Vgl. Joel Tarr, *Transforming an Energy System. The Evolution of the Manufactured Gas Industry and the Transition to Natural Gas in the United States (1807–1954)*, in: Coutard (Hrsg.), *The Governance of Large Technical Systems*, S. 19–37, hier S. 26.

92 Vgl. Jack J. Reynolds, *High-Pressure Pipelines Transport Valuable Helium*, in: *Oil and Gas Journal* 45:23, 1946, S. 84–86, hier S. 84.

Abb. 3: Die Karte verdeutlicht die unsichtbare Transport- und Speicherinfrastruktur für Helium unterhalb der Staaten Texas, Oklahoma und Kansas in den 1960er Jahren. Zwischen der Stadt Amarillo und dem Cliffside Field lag der Untergrundspeicher »Bush Dome«. Die »Helium Conservation Pipeline« führte die staatlichen Förderstätten (konturiert) mit den privatwirtschaftlich betriebenen Aufbereitungsanlagen (schwarz) zusammen, in denen das »crude helium« gereinigt und für den Weitertransport über Schiene und Straße vorbereitet wurde.



Clifford W. Seibel, Helium. Child of the Sun, Lawrence, KS 1968, S. 120.

Der Gasspeicher im Cliffside Field entkoppelte die Verwendung des Heliums von den Förderrhythmen der Erdgasproduktion und dessen jahreszeitlichen Zyklen. Über ein halbes Jahrhundert lagerte das BoM in dieser geologischen Speicherstätte mehrere Millionen Kubikfuß »crude helium« ein. Erst der »Helium Privatization Act« des Jahres 1996 leitete den Abbau der Heliumreserve ein. Der Heliummarkt war inzwischen privatisiert worden; zudem überstiegen die gespeicherten Heliumvorräte bei Weitem die Nachfrage, sodass sich die kostenaufwendige Einlagerung und Aufbereitung des Gasgemisches mit hohem Heliumanteil nicht mehr rentierte.⁹³

Resümee und Ausblick

Die Stoffgeschichte des flüchtigen Heliums ist per se eine Geschichte vielfältiger Stoffmobilitäten, in der sich der Transfer des Gases als Handelsware und seine flüchtigen Eigenaktivitäten immer wieder kreuzten. Konzepte der (historischen) Infrastrukturforschung liefern Anhaltspunkte für die stoffhistorische Untersuchung, um diese komplexen Bewegungsvorgänge in ihren Effekten auf soziotechnische Abläufe analytisch greifbar zu machen. Im Sinne der »infrastructural inversion« lassen sich die Transport- und Speicherinfrastrukturen der Gasbranche als Zugang verstehen, deren Analyse relationale Zusammenhänge zwischen technischen Systemen und ihrer soziomateriellen Umwelt offenlegt. Auf diese Weise ist zu erkennen, wie die Eigenaktivitäten des transportierten Stoffes entlang der Wertschöpfungskette mit Gesetzgebungen, institutionellen Strukturen und insbesondere den technisch-wissenschaftlichen Handlungen der Chemiker:innen, Geolog:innen und Gasingenieur:innen zusammenwirkten. Diese Verflechtungen materialisierten sich in spezifischen Konstruktionen für Eisenbahnwaggons, Untergrundspeicher und Pipelinesysteme, deren Aufgabe es war, die flüchtige Substanz in Bewegung und gleichzeitig unter Kontrolle zu halten. Die Infrastruktur selbst wurde dabei durch ein jahrzehntelanges Wechselspiel zwischen Wissensbeständen aus der Politik und Wissenschaft geformt, die mit Stoffen und materiellen Baukomponenten verzahnt wurden.

Die Anforderungen an die Konstruktion und materielle Beschaffenheit dieser Speicher- und Transportvorrichtungen waren zu einem Großteil stoffspezifisch und standen gleichzeitig mit zahlreichen weiteren Stoffen in

93 Vgl. Peterson, The US Federal Helium Reserve, S. 54 f.

Verbindung, die mit dem Edelgas in der Logistikkette wechselwirkten: Die Verfügbarkeit des Heliums war an die Förderrhythmik für Erdgas gekoppelt, die anfängliche Heliumdistribution sattelte auf die Wasserstoff-Logistik auf und in weiter Entfernung zu den Rohstoffvorkommen betrieben Wissenschaftler:innen enorme Anstrengungen, um das seltene und teure Edelgas in industriellen Anwendungen durch Gase mit ähnlichen Eigenschaften – etwa Argon, Neon und Wasserstoff – zu substituieren.

Auf empirischer Ebene zielte der Aufsatz darauf ab, die Geschichte eines Stoffes näher auszuleuchten, die bislang weder in stoffhistorischen noch in technik- und wirtschaftshistorischen Arbeiten zur Industriegasbranche systematisch behandelt wurde. Auf analytischer Ebene ging es darum, die Zwischenschritte zwischen Produktion und Gebrauch genauer in den Blick zu nehmen, die in unserem Denken und Reden über zirkulierende Stoffe oftmals unsichtbar bleiben, die in der Geschichte der Industriegase allerdings die unverzichtbare Vorbedingung für die Verwertung der flüchtigen Substanzen sind. Schließlich sind die Erkenntnisse des Beitrags auch auf theoretischer Ebene für die Stoffgeschichte im Allgemeinen aufschlussreich. Der Ansatz der »infrastructural inversion« gibt stoffhistorischen Forschungen eine Perspektive vor, die es ermöglicht, den historischen Beziehungen zwischen Gesellschaften und bewegten – d. h. analytisch oftmals schwer greifbaren – Stoffen nachzugehen, indem gefragt wird, wie sich stoffliche Eigenaktivitäten in Infrastrukturen eingeschrieben haben.

Der Ansatz hat aber auch Relevanz für aktuelle Diskussionen, die um die Gestaltung einer nachhaltigen Ressourcenwende kreisen. Gesellschaften neigen dazu, vor allem dann über ihre Ressourcennutzung und damit verbundene Abhängigkeiten nachzudenken, wenn die kontinuierliche Ressourcenzufuhr ins Stocken gerät oder als bedroht empfunden wird; zumeist verschwinden diese Sorgen, sobald sich die Versorgungssituation entspannt.⁹⁴ In diesem Aufsatz stand die Wertschöpfungskette einer knappen und geografisch ungleich verteilten Bodenressource im Zentrum. Damit waren Fragen des sparsamen Gebrauchs, der verlässlichen Speicherung und der effizienten Beförderung und Verwendung verbunden. In dieser Hinsicht können die gewonnenen Einsichten einerseits zum kritischen Nachdenken über Fragen der Ressourcensicherung und den Verschleiß endlicher Bodenschätze in westlichen

94 Vgl. Ole Sparenberg/Matthias Heymann, Introduction: Resource Challenges and Constructions of Scarcity in the Nineteenth and Twentieth Centuries, in: *European Review of History* 27:3, 2020, S. 243–252, hier S. 243.

Industrienationen anregen; andererseits liefern sie Impulse für aktuelle Diskussionen darüber, wie sich ›kritische Rohstoffe‹ einsparen und ›Stoffströme‹ nachhaltig gestalten lassen.

