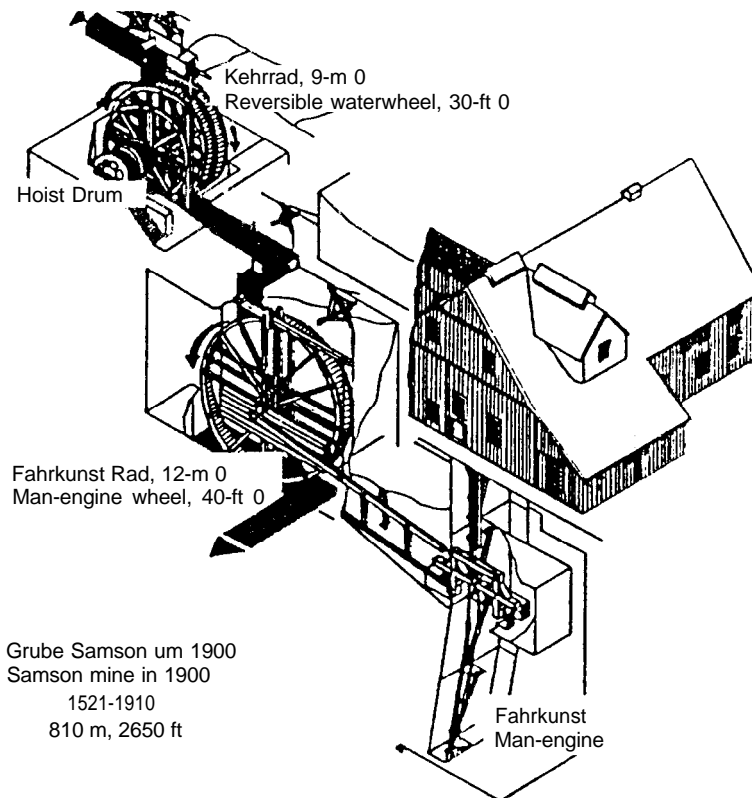




# GRUBE SAMSON SILVER MINE REVERSIBLE WATERWHEEL AND MAN-ENGINE



An International Historic Mechanical Engineering Landmark  
May 24, 1987  
Sankt Andreasberg, West Germany

# Silver Mine Samson 1521-1910 Sankt Andreasberg, Upper Harz

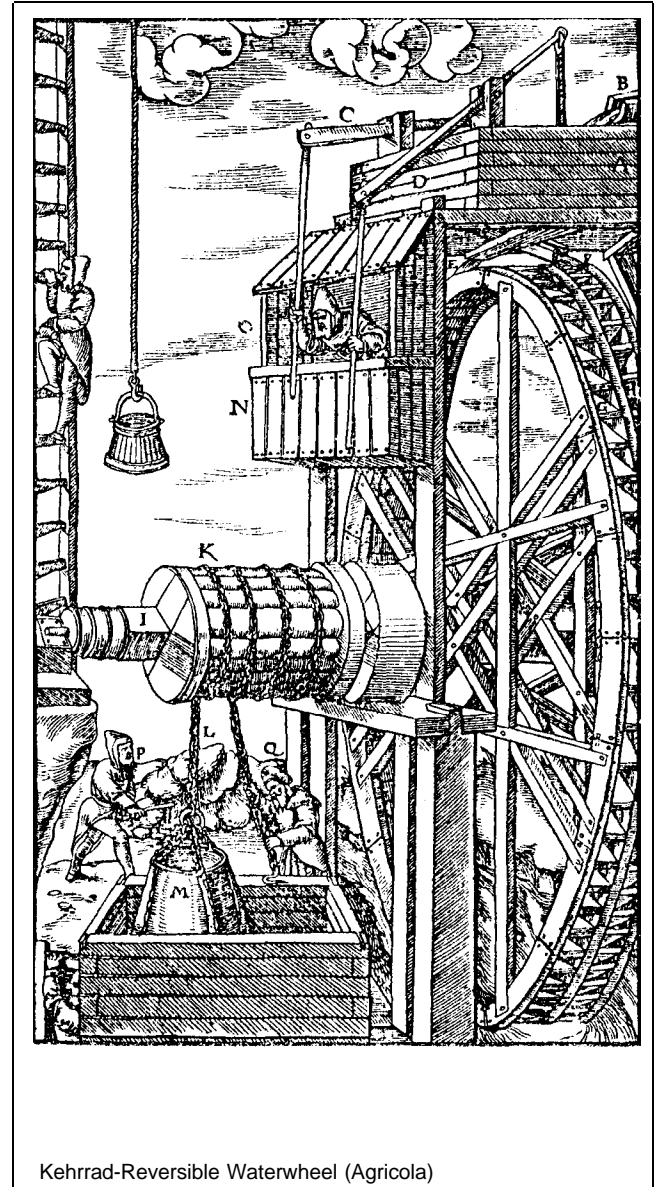
Mining is witness to one of Germany's oldest technical activities. Two features of past technology are splendidly preserved and well-displayed at the historic silver mine "Grube Samson"—the Samson Mine—opened in the later Middle Ages. There is the overwhelming reversible overshot waterwheel of the ore hoist that is probably the only survivor of its kind. More unique still is the man-engine with an even larger overshot waterwheel that in the nineteenth century moved the miners between the surface and the working levels, sparing them the extraordinary exertion of climbing hundreds of meters of ladders. These mechanical marvels rose out of a past worth a first consideration.

The fall of the Western Roman Empire toward the end of the fifth century was marked by a stagnation of enterprise and thought in the western world that was coupled with the disruption of contacts and trade with the East. The Eastern Empire based in Constantinople flourished as the West entered the Middle Ages and chaos with the deterioration of Roman roads, aqueducts, harbors and coinage for lack of a strong central government. With the gradual loss of the old skills and techniques, the once-great coinage-metal mines of Spain and Cyprus fell into disuse, and when the stocks of Roman coins approached exhaustion, the bases for currency and external trade were lost. Metal mining came to a virtual halt except for small quantities of easily accessible iron essential to tools and weapons.

Charlemagne, crowned Emperor of the West in 800 A.D., lord of almost the whole of Europe through diligent conquests, instituted sharp reforms that laid the foundations of a new European life. In particular, he fostered a renewed interest in metals and metal-working. With his capital, Aachen, midway in his territories, activity expanded east of the Rhine into Saxony, Bohemia and beyond. These mountainous regions were found to be rich in minerals, as silver, lead and tin. With silver again available, the Emperor was able to renew the currency; for centuries silver would be the principal European coinage. As time passed, mineral awareness increased, and with encouragement of prospecting, discoveries were made, as in the Harz, a momentous find being the Rammelsberg with its astonishing, in places sometimes 30-meter (98-foot) thick lodges of silver, lead and copper, exploited since the year 938 and still in modest production, a most unusual circumstance.

To the east, the Erzgebirge was the scene of a great silver strike in 1516 near Joachimsthal. The locally minted silver coin with the name of Joachimsthaler—later just Thaler—furnished the word from which Dollar was derived. The activity in Joachimsthal, then the greatest mining region of Europe, gave rise to Georg Agricola's *De re metallica libri XII*, a work covering mining, metallurgy and geology, published posthumously in 1556. Enhanced by many informative and well-executed engravings it details the factual practice of the time instead of the fanciful speculations of the alchemists.

There is evidence of mining in the region south of Goslar for the troubled period between the tenth and sixteenth centuries, a time marked by famine, pestilence, and the Black Death that in 1347 depopulated the area for a century. There seems to have been prospecting as early as the twelfth century over the area of which Sankt Andreasberg (near Hildesheim) would become the focus, although documentary evidence comes later, in 1487. Discoveries of ore in 1520 led to the founding of the town of Sankt Andreasberg that in a few years had 300 houses, the miners working 116 mines scattered over the countryside.



Kehrrad-Reversible Waterwheel (Agricola)

The Samson Mine, dating from 1521 and productive by 1533, is one of the oldest of the area. With a depth of 810 m (2656 ft) and 42 galleries, it was, until 1896, one of the world's deepest mines.

The large waterwheels of the Samson Mine are reminders that the Harz was fortunate in having convenient and adequate water sources for powering not only hoists and pumps, but also the facilities for washing and crushing ore, and working the bellows of furnaces and forges in the mid-sixteenth century. By the year 1800 a system of 60 dams and reservoirs had come into existence within a four-mile radius of Clausthal, the mining industry's center. A supporting network of 190 kilometers of canals would provide water to 225 waterwheels.

## The Reversible Waterwheel

Reversible waterwheels were suited to ore-hoisting as well as drainage operations, water being lifted in huge buckets. For both cases a full container was raised as an empty one descended, minimizing the torque demanded from the wheel. Agricola shows a reversible waterwheel for raising water in kibbles, sparing the mechanical complication of piston pump and valves, but such a wheel could raise ore just as handily. The accompanying text gives some dimensions: the double wheel of 36-ft (11 m) diameter is mounted on a two-feet square timber axle 35 feet long terminating in small iron journals secured by wrought iron hoops. It will be noted that the bucketing of the two wheels is different to give rotation in this sense or that, depending upon which water conduit was elected by the operator. The engraver erred in showing both buckets on the same side of the drum; actually, the chain would have made two-three wraps (friction drive) to dangle a bucket from each side of the drum. A brake is mentioned, although not pictured. A five-man crew was needed; we see three, but there was also a brake man and a man underground to take care of loading the bucket sent down.

It seems that the reversible wheel appeared first in the Erzgebirge, Agricola's territory, in the early sixteenth century, from the hands of an unknown inventor. While Agricola's wheel was for unwatering, flooding presented no problem in the Samson shaft, for water could be drained through horizontal tunnels (adits). Consequently the Samson wheel was for hoisting ore. The first was installed in 1556 to work a depth of 60 meters (200 feet). The present wheel of 9-m (30 ft) diameter dates from 1824, hoisting then from 700 m (2300 ft). It is fitted with a brake. Originally a chain was used, and worked to 150 m (500 ft), to be replaced in 1580 with a hemp rope because of weight.

The dead weight of hoisting ropes of ever-deepening mines caused frequent failures with not only damage to the shafts but also accident and death to personnel. Interruption of operations became so frequent that they effected the economics of mining, persuading Mining Councillor Albert to investigate ropes made of iron wires. He made the first tests in 1827 in a mine near Clausthal, the success of which led to establishing a rope-works that soon supplied the deeper mines of the Harz with wire rope. Councillor Albert trained ropemakers who brought the now thriving wire-rope industry to life in Upper Silesia and the Ruhr. He took out no patents on his invention. The Samson wheel was fitted with an iron rope about 1830; hemp had served nearly 250 years.

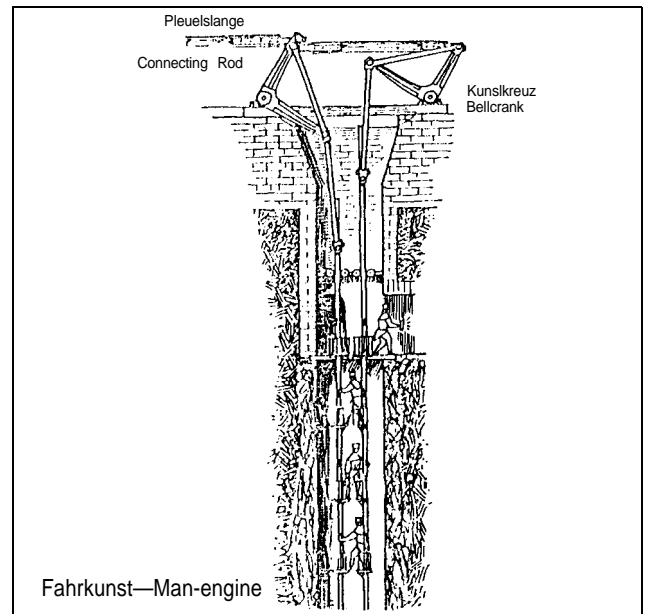
## The Man-Engine

As the years went by the mines became deeper, and the problem of getting the miners to the lower levels became acute for the physical effort and time required while climbing ladders reached unacceptable values. Imagine going down to the 200-m (656 ft) level, a journey made on ladders equivalent to those between the floors of a 66-storey building. At the end of the shift it was necessary to climb out with the exertion, sweat and time spent being greater than while descending. Heart and lung problems and a high rate of mortality were a grim part of the picture. The man-engine, an invention of the Harz miners, would change all this.

The man-engine has been likened to a man-pump, for there were two neighboring vertical rods that moved up and down in opposite senses. At intervals along each rod were small platforms for the miner to stand on. At the end of a stroke the platforms of the two rods would be at the same level and momentarily at rest as the rods halted between strokes, allowing the miner to step from his rod over to the platform of the other rod to ride to the next rendezvous.

Mining Councillor Albert of Clausthal (the man of the wire hoisting rope) seems to have had the idea that Mine Warden Doerell reduced to practice in a Zellerfeld mine in 1833. The Samson Mine was 600 m (1970 feet) deep when fitted with its man-engine in 1837. In time, the engine followed to the mine's ultimate depth of over one-half mile, 810 m (2660 ft). For the 600m depth it had taken a wearying 90 minutes to climb down, and after the day's work, an exhausting 150 minutes for the climb-out. On the man-engine, the miner needed but a relatively effortless 45 minutes for each trip, thus adding 150 minutes to his working time. Had he climbed down, the exertion would have reduced his working efficiency to perhaps two-thirds.

Each of the rods of the Samson Mine's man-engine consisted of two stout iron-wire ropes about 250 mm (10 in.) apart fitted with platforms 250 x 400 mm (10 x 16 in.) spaced at 3.2 m (10.5 ft) intervals. Power came from the 12m (40 ft) diameter overshot waterwheel with crank on its shaft to which a 23m (75 ft) connecting rod was fitted. The horizontal reciprocating motion of the far end was turned into the vertical by two inter-connected bellcranks that were 180° out of phase. In consequence one of the suspended man-engine rods went up while the other went down after the common rest during which the miner stepped across from one to the other. Single wires to either side of the rods allowed communication with the operator of the engine.



Renovation in 1954 retained the original 19th-Century axle while the wheel body was replaced. After the mine was shut down, an electric drive was fitted to the present man-engine used only by service personnel to reach the 190-m (623 ft) level, the location of the lower of two electrical generating plants that make use of the still available water power to create 3.5 million kilowatt-hours annually.

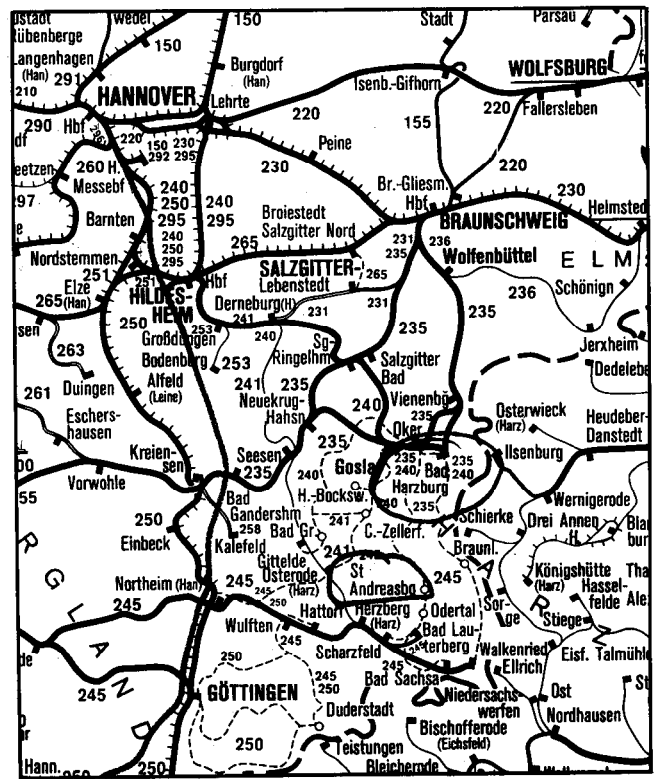
The man-engine of the Samson Mine represents what may be called a two-rod machine. Simplest was the single-rod design that often found favor abroad, as in Cornwall. In this, even an existing pumprod was fitted with platforms to deliver the miner to stationary platforms fixed to the side of the shaft, that he might await the arrival to the next rod-platform. There were other versions of greater complication.

Man-engines were soon found in Westphalia, Belgium, Austria, Cornwall, the Isle of Man, and in the U.S.A. The reign of the man-engine was short—about fifty years—being superseded by proper elevators offering greater safety, comfort, capacity and speed for men and materials.

# GRUBE SAMSON SANKT ANDREASBERG, HARZ

Der Bergbau ist Zeuge einer der ältesten technischen Tätigkeiten in Deutschland. Zwei Bauwerke der alten Technik sind gut erhalten und betriebsbereit aufgestellt in dem historischen Silber-Erzbergwerk Grube Samson aus dem späten Mittelalter. Es ist das große überschlächtige Kehrrad der Fördermaschine, wohl das einzige noch existierende seiner Art. Einzigartig ist auch die Fahrkunst mit einem noch größeren überschlächtigen Wasserrad, welches im 19. Jahrhundert zum Ein- und Ausfahren der Bergleute diente, um ihnen die kolossale Anstrengung des Erkletterns von Leitern über mehrere hundert Meter Höhe zu ersparen. Diese technischen Kunstwerke aus der Vergangenheit sind wohl einer besonderen Betrachtung wert.

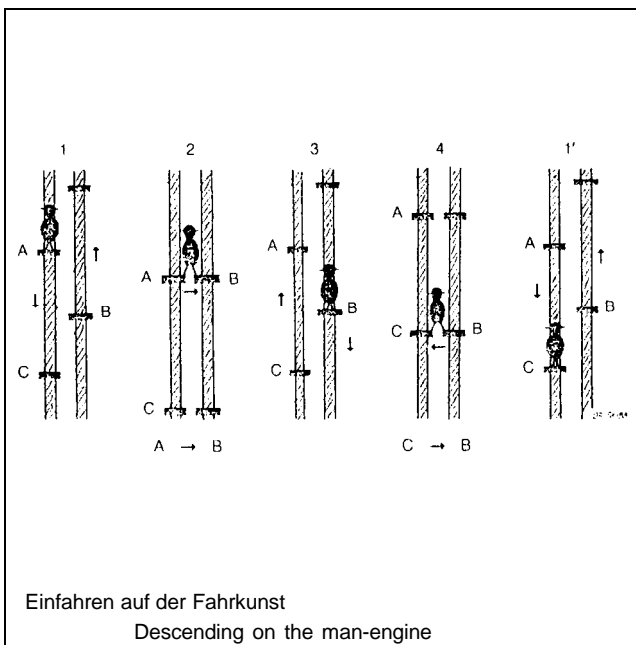
Der Untergang des Weströmischen Reiches gegen Schluß des 5. Jahrhunderts war gekennzeichnet durch einen Stillstand des Unternehmungsgeistes im Westen und verbunden mit der Unterbrechung von Handelsbeziehungen mit dem Osten. Während das Östliche Reich mit seinem Zentrum in Konstantinopel blühte, zerfielen im Westen zur Zeit des Mittelalters die Straßen, Aquädukte, Häfen und die Münzen wegen des Fehlens einer starken zentralen Regierung. Mit dem allmählichen Verlust der alten Geschicklichkeit und Kunstfertigkeit kamen die einstigen großen Münzmetall-Gruben Spaniens und Zyperns zum Erliegen, und als die Vorräte an römischen Münzen erschöpft waren, ging die Grundlage für die Währung und für den Außenhandel verloren. Der Metallbergbau kam faktisch zum Erliegen, außer der Förderung kleiner Eisenmengen für Werkzeuge und Waffen.



Karl der Große, im Jahre 800 zum Kaiser des Westreiches gekrönt, durch gezielte Eroberungen Herr über beinahe ganz Europa, ordnete strenge Reformen an, die als Fundament eines neuen Lebens in Europa wirkten. Er beförderte eine Erneuerung des Interesses an Metallen und Metallarbeiten. Mit seiner Hauptstadt Aachen im Mittelpunkt seiner Territorien, dehnte er seine Aktivitäten östlich des Rheins bis nach Sachsen, Böhmen und noch weiter aus. Diese Gebirgsgegenden erwiesen sich als reich an Bodenschätzen wie Silber, Blei und Zinn. Mit Silber, das nun wieder erhältlich war, konnte der Kaiser die Währung erneuern; durch Jahrhunderte sollte Silber wieder das wichtigste europäische Münzmetall sein. Mit der Zeit vergrößerte sich die Beachtung der Mineralien und gezieltes Suchen führte zu Entdeckungen, wie im Harz, wo der Rammelsberg mit seinen eigenartigen, an einzelnen Stellen 30 m dicken Erzgängen von Silber, Blei und Kupfer seit dem Jahre 938 und in bescheidenem Umfang bis heute ausgebeutet wird, ein einzigartiger Umstand.

Weiter im Osten war um 1516 Joachimsthal im Erzgebirge der Schauplatz eines großen Silberfundes. Die dort geprägte Münze, Joachimsthaler—später Thaler—genannt, lieferte das Wort, von dem Dollar abgeleitet wurde. Der Bergbau in Joachimsthal wurde bald die größte Bergbauregion Europas. Sie gab Veranlassung zu Georg Agricola's Buch "De re metallica libri XII," ein Werk über Bergbau, Metallurgie und Geologie, herausgegeben 1556 nach dem Tode des Verfassers. Ergänzt durch viele unterrichtende und sorgfältig ausgeführte Holzschnitte, liefert das Buch Einzelheiten der tatsächlichen Praxis der Zeit anstelle der wunderlichen Spekulationen der Alchemisten.

Es gibt Anzeichen für Bergbau in der Gegend südlich von Goslar für die unruhige Zeit zwischen dem 10. und 16. Jahrhundert, eine Zeit, die gekennzeichnet ist durch Hungersnot und Pest und den schwarzen Tod, der 1347 die Gegend ein Jahrhundert lang entvölkerte. Es gibt auch Anzeichen, daß im Gebiet um St. Andreasberg schon im 12. Jahrhundert geschürft wurde, doch gibt es schriftliche Bestätigungen hierfür erst 1487. Erzfunde um 1520 führten zur Gründung der Stadt St. Andreasberg, welche schon nach einigen Jahren 300 Häuser hatte und deren Einwohner als Bergleute in 116 Gruben der Umgebung arbeiteten.



Einfahren auf der Fahrkunst  
Descending on the man-engine

Die Grube Samson, die aus dem Jahre 1521 stammt und bereits 1533 als Ausbeutegrube bezeichnet wurde, ist eine der ältesten der Gegend. Mit einer Teufe von 810 m und 42 Strecken war sie bis 1896 eine der tiefsten Gruben der Welt.

Die großen Wasserräder der Grube Samson erinnern daran, daß der Harz reichlich Wasser hatte, nicht nur für den Antrieb von Winden und Pumpen, sondern auch für Anlagen zum Waschen und Zerkleinern des Erzes und für die Blasebälge der Öfen und Schmieden in der Mitte des 16. Jahrhunderts. Um das Jahr 1800 gab es in einem Umkreis von 7 km um Clausthal, dem Zentrum des Harzer Bergbaues, ein 190 km langes Netz von Kanälen und Wasserläufen, das zu 225 Wasserrädern führte.

## Das Kehrrad

Kehrräder waren ebensogut geeignet für Fördermaschinen wie zur Entwässerung, wobei das Wasser in großen Bulgen gehoben wurde. In beiden Fällen wurde ein gefülltes Gefäß hochgebracht, während ein leeres in die Tiefe ging, um das Antriebsmoment möglichst klein zu halten. Agricola zeigt ein Kehrrad, welches wassergefüllte Kübel hebt, eine Vereinfachung gegenüber einer Kolbenpumpe mit Ventilen, aber ein solches Rad konnte auch Erz auf die gleiche Weise zu Tage bringen. Der begleitende Text gibt einige Abmessungen: Das doppelte Rad mit 11 m Durchmesser ist auf einer quadratischen hölzernen Welle, "35 Fuß lang und 2 Fuß breit und dick" montiert. Die eisernen Wellenzapfen sind mit eisernen Reifen gesichert. Man bemerkt, daß die Beschauelung der beiden Räder für entgegengesetzte Drehrichtung gebaut ist, je nachdem der rechte oder linke Schützen betätigt wird. Der Helzsneider irrte, in dem er beide Kübel auf derselben Seite des Kettenkorbes zeigt. In Wirklichkeit müßte die Kette drei bis vier Umschlingungen gehabt haben (Reibungstrieb) um eine Bulge an jeder Seite des Kettenkorbes zu tragen. Eine Bremse ist erwähnt aber nicht abgebildet. Die Mannschaft bestand aus fünf Personen, man sieht drei Leute, aber es gab noch zwei weitere, einen für die Bremsbetätigung und einen, der im Sumpf für die Füllung der Bulgen sorgte.

Es scheint, daß das Kehrrad zum ersten Male im Erzgebirge des 16. Jahrhunderts, wo Agricola wohnte, auftauchte. Der Erfinder ist unbekannt. Während Agricolas Rad für die Entwässerung gebraucht wurde, war Grubenwasser kein Problem in der Schachtanlage Samson, da es durch zwei Lösungstollen abgeleitet werden konnte. Daher diente das Rad der Erzförderung. Das erste Rad wurde 1556 in Betrieb genommen für 60 m Tiefe. Das jetzige Rad mit 9 m Durchmesser stammt aus dem Jahre 1824 und arbeitete bis zu einer Tiefe von 700 m. Es hat eine Backenbremsvorrichtung. Am Anfang hatte die Anlage für Arbeit bis zu 150 m eine Kette, welche dann wegen ihres Gewichtes 1580 durch ein Hanfseil ersetzt wurde.

Das Gewicht der Treibseile der sich ständig vertiefenden Gruben verursachte häufiges Versagen mit hohem Schaden im Schacht und mit Unglücksfällen, sogar Tod für das Personal. Die häufigen Betriebsstörungen wirkten ungünstig auf die Rentabilität und überzeugten den Oberbergrat Albert, Versuche mit Eisendrahtseilen in einer Clausthaler Grube einzuleiten. In einem 45 m langen Gebäude wurden aus Eisendraht Seile hergestellt, die bald bei den tieferen Gruben im Harz eingeführt wurden. Schnell verbreitete sich die Anwendung von Drahtseilen nach Oberschlesien und an die Ruhr. Die Grube Samson erhielt ihr Treibseil aus Eisendraht im Jahre 1836. 250 Jahre war mit Hanfseilen gearbeitet worden. Oberbergrat Albert bildete Seilmacher aus, die die neue Technik in Oberschlesien und an der Ruhr einführten. Patente hat er nicht angemeldet.

## Die Fahrkunst

Mit der Zeit wurden die Gruben tiefer und die Aufgabe, die Bergarbeiter in die Tiefe zu bringen, wurde dringlich, da die körperliche Anstrengung und die beanspruchte Zeit zum Leiterklettern unannehmbare Werte erreichten. Man stelle sich vor, wie es wäre, 200 m hoch zu klettern. Dies wäre eine Tour, als wollte man auf Leitern alle Stockwerke eines 66 stöckigen Hauses ersteigen. Zu Schichtende wäre das Hinaufklettern eine noch größere Anstrengung als das Herabsteigen und benötigte noch mehr Zeit. Herz- und Lungenprobleme und eine hohe Sterblichkeit waren die Folge für die Bergleute. Die Fahrkunst, eine Harzer Erfindung, sollte all dies ändern.

Man hat die Fahrkunst mit einer Pumpe für die Bergleute verglichen, wegen der zwei benachbarten senkrechten Stangen mit Auf- und Abwärtsbewegungen in entgegengesetztem Sinn. Für die Bergleute trugen die Stangen Trittbretter in bestimmten Abständen. Am Ende jedes Hubes waren jeweils zwei Bretter gleich hoch und befanden sich kurzzeitig in Ruhe wegen des Haltes zum Hubwechsel; der Bergmann konnte jetzt auf das gleichhohe Nachbarbrett treten und abwärts oder abwärts zum nächsten Treffen zweier Bretter fahren.

Oberbergrat Albert aus Clausthal, der Erfinder des eisernen Treibseils, war wohl der Anreger der Fahrkunst, die der Oberberggeschworene Doerrel in Zellerfeld um 1833 zur Ausführung brachte. Die Grube Samson war im Jahre 1837 600 m tief, als die Fahrkunst eingebaut wurde. Später folgte die Fahrkunst bis zu der endgültigen Teufe von 810 m. Für die 600 m hätte ein Hinunterklettern ermüdende 90 Minuten in Anspruch genommen und nach getaner Arbeit wären es 150 Minuten bis zu Tage. Mit der Fahrkunst wurden nur 45 Minuten für jede Richtung beansprucht und die Tagesarbeit konnte dadurch um 150 Minuten verlängert werden.

Jede der Stangen der Fahrkunst bestand aus zwei dicken Drahtseilen mit 250 mm Abstand voneinander, an welche Trittbretter von 250 x 400 mm in 3,2 m Abstand montiert waren. Die Antriebskraft kam von dem 12 m großen ober-schläch-tigem Wasserrad, dessen Welle einen Krümmzapfen trug, um eine 23 m lange Pleuelstange zu bewegen. Die waagerechte Bewegung des anderen Endes der Pleuelstange wurde durch zwei Kunstkreuze, die um 180 Grad phasenverschoben waren, in die Senkrechte gelenkt. Infolgedessen ging eine Stange auf und die andere abwärts, jeweils nach dem gemeinsamen Ruhepunkt, in dem der Bergmann von einem Trittbrett zum anderen übertreten mußte. Zwei dünne Drahtseile, um Signale zu geben, waren neben der Fahrkunst angeordnet. Bei der Renovierung im Jahre 1954 konnten Achse und Krümmzapfen weiter benutzt werden, der Radkörper wurde erneuert. Nachdem die Grube außer Betrieb war, bekam die jetzige Fahrkunst, die nur dem Personal dient, 1922 einen elektrischen Antrieb. Die Kunst reicht bis 190 m Teufe, wo das unterste zweier elektrischer Kraftwerke die noch vorhandenen Wasserkraft ausnutzt, um etwa 3,5 Mio Kilowattstunden im Jahr zu erzeugen.

Die Fahrkunst der Grube Samson wird als Zweistangen-Maschine bezeichnet. Am einfachsten war die Einstangen-Konstruktion, die oft im Ausland bevorzugt wurde, wie z. B. in Cornwall, England. In dieser konnte eine vorhandene Pumpenstange mit Trittbrettern ausgerüstet werden, um den Bergmann zu einem an der Schachtwand fixierten Brett zu befördern, von wo er das nächste Stangenbrett erwarten konnte.

Fahrkünste führten sich schnell ein in Westfalen, Belgien, Österreich, Cornwall, der Insel Man, sowie in den USA. Die Lebenszeit der Fahrkunst war nur kurz, etwa 50 Jahre. Danach kam es zum Bau von Fördermaschinen, die mehr Sicherheit, größere Leistungsfähigkeit und Geschwindigkeit hatten.

## ACKNOWLEDGMENTS

The American Society of Mechanical Engineers is most grateful for the assistance and cooperation of the following people who made the commemoration of the Grube Samson Silver Mine possible: Dr. Richard S. Hartenberg, Fellow-ASME and IMechE, and member, VDI, who wrote the commemorative brochure; Prof. Dr.-Ing. Kurt Mauel, VDI, who assisted with the German translation of the brochure and commemorative bronze plaque; Manfred Mai, Referent für Technikgeschichte, VDI and Jochen Klähn, Grube Samson Mine, who were responsible for all of the ceremony arrangements,

## THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

Nancy D. Fitzroy, President  
W.W. Von Nimitz, Vice President,  
Board on International Affairs  
Paul F. Allmendinger, Executive Director

## ASME NATIONAL HISTORY AND HERITAGE COMMITTEE

Dr. R. Carson Dalzell, Chairman  
Robert M. Vogel, Secretary (Smithsonian Institution)  
Professor Richard S. Hartenberg  
Dr. Paul Hartman  
Dr. Robert B. Gaither  
Joseph P. Van Overveen  
Euan F. C. Sommerscales

## DER VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Dr.-Ing. Karl Eugen Becker, Präsident  
Dr.-Ing. Peter Gerber, Direktor

# INTERNATIONAL HISTORIC MECHANICAL ENGINEERING LANDMARK GRUBE SAMSON SILVER MINE SANKT ANDREASBERG, WEST GERMANY 1521–1910

This mine of 810-m depth preserves two features of bygone practice. One is the reversible waterwheel of the ore-hoist: the present wheel of 9-m diameter dates from 1824 for a depth of 700-m. The first such wheel was installed in 1565 to lift from 60 m.

Secondly, there is the man-engine of 1837 with 12-m waterwheel for the transport of miners to spare them the exertion of climbing hundreds of meters of ladders at the beginning and end of the day. The first working depth of 600-m was extended to 800-m. The axle and the driving excentric are original, but the body of the wheel was renewed in 1954. The present man-engine (for the convenience of personnel) has an electric drive as of 1922 and goes to 190 m.

The American Society of Mechanical Engineers–1987

---

# SILBERGRUBE SAMSON SANKT ANDREASBERG, DEUTSCHLAND 1521–1910

Diese 810 m Tiefe Grube enthält zwei Bauwerke der alten Bergbautechnik. Eines ist das Kehrpad für die Erzförderung. Das Rad in seiner heutigen Gestalt mit 9 m Durchmesser stammt aus dem Jahre 1824 und wurde zur Förderung bis zu einer Teufe von 700 m eingesetzt. Ein erstes Kehrpad dieser Art wurde 1556 zur Förderung bis zu 60 m Teufe eingesetzt. Das zweite, heute noch vorhandene Bauwerk ist die Fahrkunst aus dem Jahre 1837 mit einem Rad von 12 m Durchmesser. Es diente zum Ein- und Ausfahren der Bergleute, um ihnen die Anstrengung des Aussteigens über Leitern von mehreren hundert Meter Länge zu ersparen. Die anfängliche Teufe von 600 m wurde später auf 800 m erweitert. Achse und Exzenter des Rades stammen noch von der ersten Ausführung, der Radkörper wurde 1954 erneuert. Die heutige Fahrkunst hat seit 1922 einen elektrischen Antrieb und reicht bis 190 m. Sie wird nur vom Personal benutzt.



The American Society of  
Mechanical Engineers

345 East 47th Street, New York, NY 10017