

## Agricola auf dem Weg zum modernen Maschinenbegriff

Marcus Popplow (Bremen)

Bekanntermaßen konnte Agricola für seine Darstellung des Berg- und Hüttenwesens in lateinischer Sprache kaum auf Vorbilder zurückgreifen. So mußte er einen großen Teil der entsprechenden Terminologie selbst entwickeln. Besonders interessant ist in dieser Hinsicht seine Behandlung der Bergwerksmaschinen. Zunächst scheint es selbstverständlich, daß er diese unter dem lateinischen Oberbegriff *machina* zusammenfaßte. Kennt man die Vorgeschichte dieses Wortes, zeigt sich jedoch, daß Agricola stillschweigend seine herkömmliche Bedeutung verschob. Die weitere Verwendung des Wortes nach Agricola läßt dann erkennen, daß er sich mit diesem Umdeutungsprozeß auf dem Weg zum modernen Maschinenbegriff befand. Um diese Zwischenstellung deutlich zu machen, ist zunächst ein kurzer Blick auf den Gebrauch von *machina* vor Agricolas Zeiten notwendig.

### 1. Die Verwendung von *machina* in Antike und Mittelalter

In der griechischen und römischen Antike war das Wort *machina* noch vielseitig verwendbar. Eine präzise technische Definition des Wortes gab es nicht: *machina* bezeichnete zum einen Hilfsmittel zur Lastenbeförderung, zum anderen Gerüstkonstruktionen. Unter die erste Kategorie fielen Kräne und andere Hilfsmittel, die den Transport von Baumaterial erleichterten, darüber hinaus auch einfache Schöpfräder zur Bewässerung. Die zweite Kategorie umfaßte Belagerungsgerät wie Rammböcke, Belagerungstürme und Schutzhütten, aber auch Baugerüste und Tribünen. Im Mittelalter kam das Wort weiterhin nur in lateinischer Form vor, in die Volkssprachen wurde es nicht übernommen. Seine Bedeutung verengte sich auf die Gerüstkonstruktionen:<sup>1</sup> Während Isidor von Sevillas Enzyklopädie (um 600 n.Chr.) Vorbild für die Bezeichnung von Baugerüsten mit *machina* wurde, wurden es die Bücher Maccabäer der Vulgata (um 400 n.Chr.) für die Verwendung des Wortes für Belagerungsgerät. Hilfsmittel zur Lastenbeförderung bezeichnete man im allgemeinen nicht mehr mit *machina*. Unter einer *machina* verstanden mittelalterliche Autoren also eine Gerüstkonstruktion, die sich durch ihre Stabilität auszeichnete, nicht durch einen Funktionsmechanismus.

Dieser Aspekt trat erst in der Frühen Neuzeit in das Zentrum der Vorstellung von *machina*. Vorher hatte es dafür noch gar keinen eigenständigen Begriff gegeben – ausgenommenen das griechische Wort *automaton* (Automat), das jedoch praktisch nur im Bereich der Unterhaltungstechnik Anwendung fand. Was in der Antike oder im Mittelalter unter einer *machina* verstanden wurde, ist daher inhaltlich nicht mit dem modernen Maschinenbegriff deckungsgleich. Gemeinsam ist diesen beiden Wortformen nur eine ganz allgemeine Funktion als Sammelbegriff für technische Gerätschaften.

Je deutlicher man diesen Bedeutungsunterschied zwischen der statischen Holzkonstruktion im Mittelalter und dem funktionierenden Mechanismus in der Frühen Neuzeit herausarbeitet, desto mehr stellt sich die Frage, wie *machina* seine Bedeutung im 16. Jahrhundert so grundlegend än-

dern konnte. Gerade Textpassagen Agricolas im «Bermannus» (1530) und in «De re metallica libri XII» (1556) zeigen nun, wie dieser Brückenschlag möglich war.

## 2. «Bermannus» – die neue Qualität der *machina*

Im «Bermannus», der bekannten Frühschrift Agricolas, findet sich eine der seltenen Passagen, in der der Bedeutungswandel von *machina* im 16. Jahrhundert überhaupt einmal explizit angesprochen wird. Bermannus, der Bergbauspezialist, führt zwei Gelehrte durch das Grubenrevier von Joachimsthal. Sie disputieren in der traditionellen Form des Lehrgespräches über Mineralogie und Bergbaufragen. Im Mittelpunkt steht dabei der Vergleich eigener Kenntnisse mit denen antiker Autoren, antike Lehrmeinungen oder Bezeichnungen werden aufgegriffen, um sie im Licht neuer Erkenntnisse und Entwicklungen kritisch zu betrachten.<sup>2</sup> In einer Passage geht es dabei auch um die Bergbautechnik: *Mein Gott, da sehe ich so eine große machina, dient sie denn dazu, Städte zu erobern, wie früher Rammbock und Schutzhütte?*<sup>3</sup> fragt Naevius beeindruckt angesichts eines schindelgedeckten Göpelhauses. Dessen charakteristische Form erinnert nun tatsächlich entfernt an eine Schutzhütte.<sup>4</sup> Agricola nutzte diese äußerliche Ähnlichkeit, um an den herkömmlichen Bedeutungskern von *machina* zu erinnern und gleichzeitig auf seine *neue* Verwendung für Hebezeug aufmerksam zu machen. Bermannus erklärt diese Bedeutungsveränderung im folgenden jedoch nicht auf technischer, sondern nur auf qualitativer Ebene. Mit einem eher rhetorischen Kunstgriff stellt er zunächst fest, daß diese *machina* vor ihren Augen, also das Hebewerk, eben nicht für die Eroberung von Städten gemacht sei, sondern *für die Eroberung von Erzgängen*. Zudem seien zeitgenössische *machinae* kunstvoller konstruiert und in vieler Hinsicht anders (d.h. insbesondere leistungsfähiger) als ihre antiken Vorläufer,<sup>6</sup> wie sie von Vitruv beschrieben worden waren. Vitruv, römischer Architekt unter Kaiser Augustus, hatte gut 1600 Jahre vor Agricola größere technische Hilfsmittel im zehnten Buch seines Werkes «De Architectura» zusammenfassend dargestellt – ebenfalls unter dem Sammelbegriff *machina*. Es war für Agricola kein Widerspruch, auf die Vitruvsche Terminologie zurückzugreifen und gleichzeitig einen qualitativen technischen Fortschritt festzustellen. Im Gegenteil: der Rückgriff lieferte den notwendigen Orientierungspunkt,<sup>7</sup> um den zeitgenössischen Stand der Technik beurteilen zu können.

## 3. «De re metallica» – die stillschweigende Bedeutungsverschiebung von *machina*

Agricola war bei weitem nicht der erste Autor der Frühen Neuzeit, der das Wort *machina* von Vitruv übernahm. Verbreitet wurde es zunächst durch Übersetzungen und Kommentare der Vitruvschen Schrift selbst.<sup>8</sup> Agricola behandelte jedoch mit dem Bergbau einen Bereich abseits der Hauptlinien der Vitruv-Rezeption. Seine systematische Darstellungsweise ermöglicht nun in «De re metallica libri XII» einen detaillierteren Einblick in den Bedeutungswandel von *machina*. Schon der Untertitel verspricht die Beschreibung der *Ämter, Instrumente, machinae und aller Dinge, die zum Berg- und Hüttenwesen gehören*. Im sechsten Buch stellt Agricola zunächst Werkzeuge der Bergleute vor – Gezüge, Karren und Behältnisse – und leitet dann zu den *machinae* über. Er teilt sie in drei Klassen ein, die er wörtlich von Vitruv übernimmt, ohne ihn explizit

zu erwähnen. Wie dieser nennt er *machinae scansoriae* (zum Auf- und Absteigen), *machinae spiritales* (mit Luft betriebene) und *machinae tractoriae* (zum Bewegen von Lasten),<sup>9</sup> doch behandelt er darunter ganz andere Konstruktionen, nämlich die für den Bergbau relevanten. Gerüste, Orgeln und Hebezeug im Bauwesen bei Vitruv ersetzt er beispielsweise durch Fahrten, Anlagen zur Grubenbewetterung und Wasserkünste (vgl. zu den *machinae tractoriae* Abb. 1 und 2).

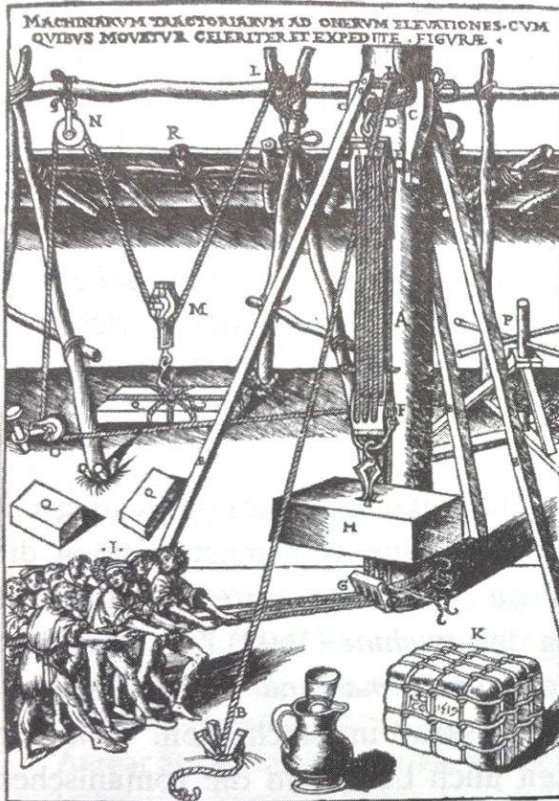


Abb. 1  
*machina tractoria* bei Vitruv: Hebevorrichtung für Baumaterialien (nach Caesarianos Vitruv-Kommentar von 1521)

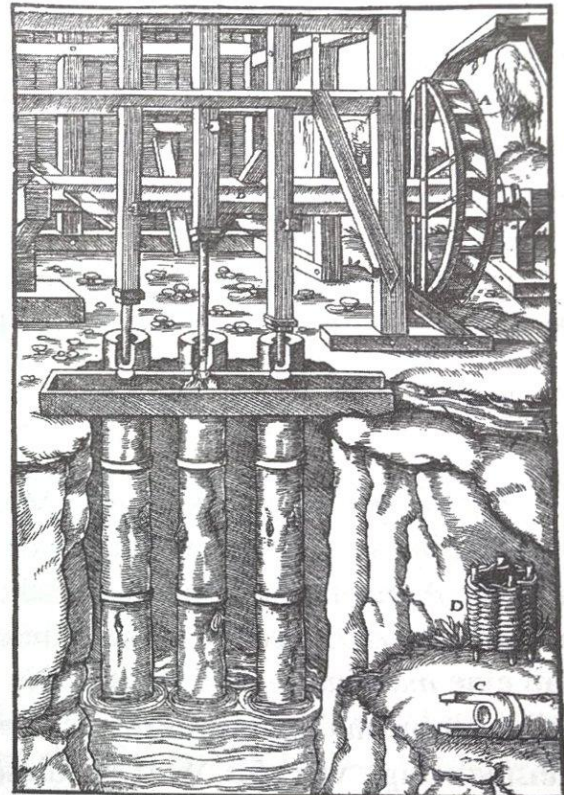


Abb. 2  
*machina tractoria* bei Agricola: Radpumpe als Beispiel für wasserhebende Vorrichtungen.

Verglichen mit Vitruv ist das zwar eine neue Verwendung von *machina*, aber noch kein neuer Maschinenbegriff. Ein neuer Bedeutungskern des Wortes, wie es im Mittelalter die stabile Stützkonstruktion gewesen war, ist hier noch nicht zu erkennen. Dieser verrät sich erst im achten Buch, wo Agricola plötzlich ganz beiläufig das Vitruvsche Schema erweitert. Er führt nun explizit *eine vierte Art der machinae*<sup>10</sup> ein: die (Naß-)Pochwerke. Der gemeinsame Nenner dieser Erfindung der Frühen Neuzeit mit den meisten der im sechsten Buch vorgestellten Hebe Mechanismen war dabei der *mechanische* Antrieb über ein Wasserrad. Im neunten Buch beschreibt Agricola darüber hinaus eine *machina*, die Blasebälge zusammendrückt.<sup>11</sup> Wobei es sich auch hier wiederum um eine Vorrichtung handelt, die über ein Wasserrad betrieben wurde. Im Überblick

ist so eindeutig zu erkennen, daß Agricola unter einer *machina* gerade die Konstruktionen verstand, die einen Arbeitsgang (Entwässerung, Pochen, etc.) *mechanisierten*. Die durch Haspelknechte betriebene Haspel oder die Fahrten müssen dabei als Reminiszenzen an Vitruv eingeklammert werden.

Für uns, die wir mit dem modernen Maschinenbegriff vertraut sind, ist diese Verwendung von *machina* bei Agricola keine große Überraschung. Im historischen Kontext war diese Bedeutungsverschiebung jedoch nicht ganz unproblematisch. Bezeichnenderweise formulierte Agricola den neuen Bedeutungskern von *machina* nicht explizit, sondern führte ihn eher unter der Hand ein. Wie tief die Kluft zu dem traditionellen Gebrauch des Wortes war, zeigt noch folgendes Detail: Vitruv hatte seiner oben erwähnten Einteilung der *machinae*, die sich vor allem an deren Funktion orientierte, noch eine weitere Definition folgen lassen, die sich auf die Zahl der notwendigen Arbeitskräfte bezog: in Abgrenzung zum Werkzeug (lat. *organum*), das von einer Person benutzt werde, seien zum Gebrauch einer *machina* mehrere Personen notwendig<sup>12</sup> (vgl. Abb.1). Entsprechend ist es kein Zufall, daß Vitruv seine einfachen Schöpfräder als *organa* vorstellte<sup>13</sup> – zu ihrem Betrieb war schließlich gar keine Arbeitskraft erforderlich. Das in diesem Sinne selbständige Funktionieren war nun aber bei Agricola paradoxerweise gerade zum Bedeutungskern von *machina* geworden: eine Wende um 180 Grad. Sie hätte kaum so deutlich formuliert werden können, ohne die Autorität Vitruvs, auf die Agricola seine Darstellung gerade aufgebaut hatte, in Frage zu stellen. Somit ist hier eine ähnliche Vorgehensweise wie im «Bermannus» zu erkennen: auf der einen Seite der Rückgriff auf Vitruv, der als antike Autorität die lateinische Begrifflichkeit absichert, auf der anderen Seite eine neue Verwendung von *machina*, die hier bis zur Bedeutungsverschiebung des Wortes geht.

#### 4. Ausblick und Fazit

Zur weiteren Entwicklung des Maschinenbegriffes kann hier nur festgestellt werden, daß sich die Verwendung von *machina* für Funktionsmechanismen, die sich bei Agricola erst andeutete, schon einige Jahrzehnte später durchgesetzt hatte. So setzt Zonca bei seiner Einteilung der *machine* (1607) bereits voraus, daß eine *machina* «sich bewegt». Die verschiedenen *machinae* werden bei ihm daher nur noch durch das Prinzip ihrer Antriebskraft unterschieden.<sup>14</sup> Wie sein Beispiel zeigt, war das Wort zu dieser Zeit auch bereits in die romanischen Sprachen eingegangen. Im Deutschen wurde *machina* entweder als Fremdwort zitiert oder man verwendete wie z.B. Philipp Bechi in der deutschen Fassung von «De re metallica libri XII» (1557), Worte wie «gezeug» oder «kunst». Diese blieben in ihrer Bedeutung aber unspezifischer als *machina*. Sie wurden eher situationsgebunden gebraucht und erlangten nicht den Status eines Schlüsselbegriffes für technische Hilfsmittel, wie er *machina* seit dem 17. Jahrhundert zukam. Festzuhalten bleibt, daß die Geschichte des Maschinenbegriffes nicht mit der Geschichte des Maschinenbaus deckungsgleich ist – Maschinen im modernen Sinne gab es schon lange bevor Autoren wie Agricola schrieben, man denke nur an die Geschichte der Wassermühle. Auch der Innovationsprozeß der von Agricola vorgestellten Wasserkünste ist im Bergbau bereits Ende des 14. Jahrhunderts deutlich zu erken-

nen.<sup>15</sup> Zur Formulierung des Sammelbegriffes in der uns vertrauten Form kam es jedoch, wie Agricolas Texte zeigen, erst im gelehrten lateinischen Diskurs. Zunächst half *machina* bei der Lösung des Problems, daß für eine Reihe im Vergleich zur Antike «neuer» technischer Hilfsmittel keine adäquate lateinische Terminologie vorhanden war. Indem das Wort dann aber gerade die «selbständig» funktionierenden Konstruktionen unter einem Ausdruck zusammenfaßte, entstand ein Begriff, den es in dieser Form vorher nicht gegeben hatte.

### Anmerkungen

- 1 Vgl. dazu ausführlicher Popplow, Marcus: Die Verwendung von lat. *machina* im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit – vom Baugerüst zu Zoncas mechanischem Bratenwender. In: Technikgeschichte 60(1993), S. 7–26.
- 2 Vgl. dazu Suhling, Lothar: Georgius Agricola und der Bergbau. Zur Rolle der Antike im montanistischen Werk des Humanisten. In: Die Antike-Rezeption in den Wissenschaften während der Renaissance. Hrsg. von Buck, A. und Heitmann, K. Weinheim 1983, S.149–165 (hier besonders S. 160–165).
- 3 *Deum immortalem quantam machinam video, est ne pro expugnandis urbibus ut olim aries & testudo parata?* In: Agricola, Georgius: Bermannus, sive de re metallica. Basel 1530, S. 36.
- 4 Vgl. die Abbildung in Agricola, Georgius: De re metallica libri XII. In: Ausgewählte Werke (AGA). Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden. Hrsg. von Prescher, Hans und Mathé, Gerhard. Bd. VIII, Berlin 1974, S. 224.
- 5 *Pro expugnanda vena hac, quae argento abundat, fabricatam vides,...* In: Agricola, Georgius: Bermannus ... (Anm. 3), S. 36.
- 6 *...multae tamen machinae, si quid ego sentio, a nostris hominibus inventae sunt, quae veteres illas non parum artificio vincunt, aut multum ab eis differunt.* In: ebenda, S. 36–37. Zu ähnlichen Bemerkungen von Zeitgenossen über die technischen Leistungen ihrer Epoche vgl. z.B. Keller, Alexander: Mathematical Technologies and the Growth of the Idea of Technical Progress in the Sixteenth Century. In: Allen G. Debus (ed.): Science, Medicine and Society in the Renaissance, London 1972(Vol. I), S. 11–27.
- 7 Auf diese Funktion Vitruvs für die technische Literatur der Frühen Neuzeit hat z.B. auch Ansgar Stöcklein hingewiesen. Vgl. ders.: Leitbilder der Technik. Biblische Tradition und technischer Fortschritt. München 1969, S. 121 (Anm. 35).
- 8 Beispiele hierfür sind neben einer großen Zahl von Handschriften seit dem Mittelalter insbesondere die gedruckten, kommentierten Ausgaben wie die von Cesare Cesariano (it. 1521), Jean Martin (franz. 1547) oder Walter H. Rivius (dt. 1548).
- 9 Vgl. Vitruv: De Architectura X, I,1.; und Agricola, Georgius: De re metallica libri XII, Basel 1556, S. 117.
- 10 *...quarto machinarum...generi...* In: ebenda, S. 219.
- 11 *...machina, quae folles comprimit,...* In: ebenda, S. 292.

12 Vgl. Vitruv: De Architectura X, I, 3.

13 *Nunc de organis, quae ad hauriendam aquam inventa sunt...exponam.* In: Vitruv: De Architectura X, IV, 1. Er tat dies, obwohl er diese Schöpfmechanismen im X., also dem den *machinae* gewidmeten Buch behandelte und sie in der Antike ansonsten auch häufig als *machina* bezeichnet wurden. Entsprechende Textstellen sind über das Register bei Oleson, John P.: Greek and Roman Mechanical Water lifting Devices: The History of a Technology. Toronto 1984 zu erschließen.

14 *Tutte le Machine...si debbano distinguere in questo modo, cioè alcune che da se stesse si movono, alcune altre che da se non si movono, alcune altre hanno sotto di se certe cose, che le danno il moto.* (Es folgt eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Kategorien.). Vittorio Zonca: *Novo Teatro di Machine et Edificii 1607*, a.c. di Carlo Poni, Milano 1985, S. 92.

15 Vgl. v. Stromer, Wolfgang: Wassersnot und Wasserkünste im Bergbau des Mittelalters und der Frühen Neuzeit. In: *Der Anschnitt. Beiheft 2: Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jh.* Bochum 1984, S. 50–72.