

Die technische Zeichnung und ihr Kehr- bild. Punkt und Linie aus philosophischer Sicht.

von Miriam Ommeln

KIT SCIENTIFIC WORKING PAPERS 102



Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Philosophie.

Beitrag auf der Tagung *Bild und Negativität*, 4.-6.4.2018, Universität Erlangen-Nürnberg.

Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
www.kit.edu



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz (CC BY-SA 4.0):
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

2018

ISSN: 2194-1629

Die technische Zeichnung und ihr Kehr Bild. Punkt und Linie aus philosophischer Sicht.

Miriam Ommeln

1. Allgemeine Betrachtungen zur technischen Zeichnung

Nimmt man ein beliebiges Technik-Nachschlagewerk zur Hand, wird dem Interessierten gerne einmal eine „tausendfache Antwort in Text und Bild“ versprochen, wobei die Werke dann auch tausendfach mit technischen Zeichnungen illustriert sind. (vgl. z. B. Meyers 1971). Was hingegen in der Regel nicht erwähnt oder erklärt wird, ist die technische Zeichnung selbst. Und doch ist es ihre Bildlichkeit, die das Fundament der Wissensvermittlung legt. Die Bildsprache der technischen Zeichnung zielt auf eine eindeutige Kommunikation zwischen Produkt und Benutzer ab, bei der Fehlinterpretationen ausgeschlossen werden sollen. Die technische Zeichnung ist eine Sprache. Sie ist nicht nur die Sprache der Techniker und Ingenieure untereinander, sondern sie beruht insofern auf Allgemeinverständlichkeit, dass jedermann imstande sein sollte jede Lexikon-Erklärung oder Bedienungsanleitung verstehen zu können. „Die Regeln für die Gestaltung dieser Sprache geben die DIN-Normen, insbesondere die DIN-Zeichnungsnormen.“ (Bachmann/Forberg 1955: Vorwort). Durch diese stringente Setzung wird es u. a. ermöglicht Blaupausen oder Kopien der ursprünglichen Konstruktionszeichnung herzustellen, die Modellcharakter aufweisen und ihre jeweilige original eingeschriebene Idee beibehalten, weitertragen und manifestieren. Im Gegensatz dazu verlieren Gemälde und andere Kunstwerke bei ihrer Reproduktion oder Fälschung an ursprünglicher Strahlkraft und Interpretationsfülle. Die beliebige Wiederholbarkeit der technischen Zeichnung verweist zum einen auf die industriellen Fertigungsverfahren und Produktionsleistungen und zum anderen auf ein Verschwinden des Subjekts in der technischen Bildsprache, das sich, nicht erst seit der Postmoderne, als nützliches Glied und vorbildhafter Verbraucher dem Gültigen und Musterhaften des Technischen einfügt und einfügen lässt. Das Selbstverständlich-nehmen der technischen Zeichnung bis hin zu ihrer unkümmerten Nichtbeachtung und das gleichzeitige kulturelle Angewiesensein auf das Funktionieren ihrer Bildsprache, d.h. auf ein fundamentales Hilfsmittel der heutigen Technikwissenschaften, birgt ein latentes Spannungsverhältnis in sich, welches mit der Dauer der Zeit unversehens in fast unauflösbare und paradoxe Situationen führen kann, wie beispielsweise Leonardo da Vinci sie mit seiner Zeichnung *Sintflut der Werkzeuge* und in seinen Prophezeiungen charakterisiert.¹

¹ Eine Zeichnung von der *Sintflut der Werkzeuge* findet man z. B. bei (Fehrenbach 2006: 85) und die *Profezie* bei (Leonardo 1999).

Älter als die Schrift ist jedoch das Darstellungs- und Kommunikationsmittel der Zeichnung, und so verwundert es nicht, dass die erhalten gebliebene Faszination oder Abneigung gerade gegenüber der technischen Zeichnung bereits implizit auf ihre dialogische Struktur hindeutet, und keineswegs nur auf ihre vermeintlich rein neutrale Sachlichkeit. Betrachtet man daraufhin einmal eine beliebige konkrete technische Zeichnung (z. B. Abb. 1), ohne Bemaßung, da die Darstellungen allgemein maßstabsgetreu sind, also ohne Ablenkung, dann fallen einem folgende hervorstechende Merkmale ins Auge:

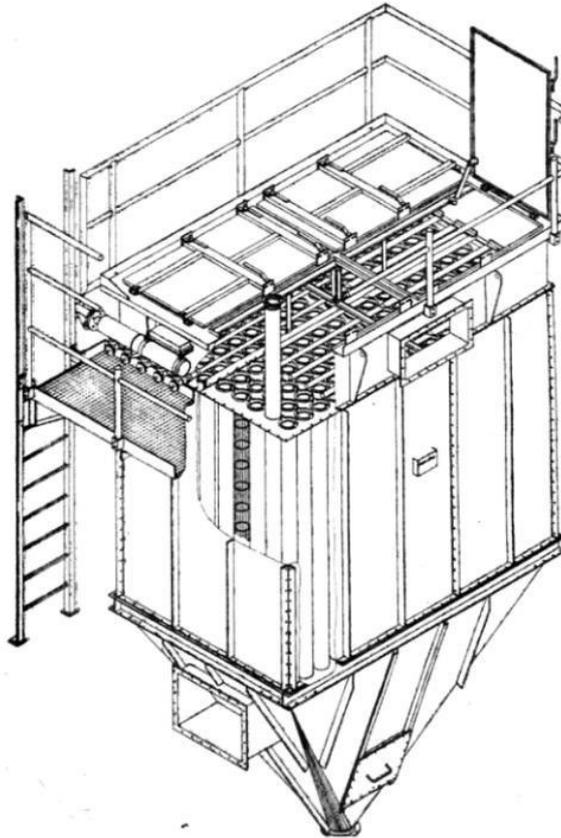


Abb. 1: Aktuelle technische Zeichnung einer Filteranlage.
Aus dem Archiv der Autorin. Urheber nicht feststellbar.

Die technische Zeichnung ist in Schwarz-weiß gehalten. Die Farbe dient nicht als Ausdrucksmittel, sondern es entsteht vielmehr eine harte Kontrastierung. Ein Lichteinfall wäre schattenlos zu konzipieren und die Ausleuchtung des Dargestellten homogen, sodass im Endeffekt im Gesamtszenario lediglich die vorgegebenen Grundlinien und Punkte sichtbar gemacht werden. Jede mögliche, zwischen ihnen liegende Musterung oder Oberflächenbeschaffenheit wird eintönig und überflüssig. Dadurch vermag die Darstellung einen seltsam materiell und insgleichen ätherisch-kompakt anmuten. Die räumlich nur mühsam auszumachende Fixierung des Dargestellten innerhalb der Achsen eines unwillkürlich mitgedachten Koordinatensystems unterstreicht diesen Eindruck, – lediglich ein mit Vorwissen ausgestatteter Betrachter kann wohl ohne Weiteres darauf hinweisen, wo sich die tatsächlichen

Ortspunkte und Richtungen eines oben und unten, rechts und links, nah und fern des dargestellten Objekts befinden. Die dafür erforderliche analytische Kunstfertigkeit und Interpretationsfähigkeit finden sich in besonderem Maße bei den Technikern oder bei den an Werkzeuge gebundenen, ‚konstruierenden‘ Künstlern wider, wie etwa bei Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer oder M. C. Escher.² Die nie emotional und willkürlich ausgeführt wirkende, sondern stets mit Bedacht konstruierte Darstellung umgibt sich mit der Aura einer derartigen Objektivität in der Sache, dass diese leicht für unumstößlich gehalten und ihr ein antizipatorischer Charakter sowie ein allgemeingültiger Geltungsanspruch beigemessen wird. Bei einer Vermischung der zeitlichen Wirklichkeitsebenen wird indes das dargestellte Objekt fehlinterpretiert und entzieht sich einer andauernden empirischen Überprüfung und Befragung. Allenfalls ließe sich ein futurisches Design für eigene Inspirationszwecke ableiten.

Eine weitere Eigenheit der technischen Zeichnung ist eine Art sezierender Blick, der bei der Offenlegung eines Objekts nicht nur einfach in die räumlichen Tiefendimensionen hineinblicken und sie ausloten will, sondern der die räumlichen Tiefenstrukturen auf eine plane Zeichenfläche, die so genannte Projektionsebene, übertragen und die Dimensionalität transformieren will. Die spezifische Zerlegung erfolgt in so genannten Schnittkurven, Durchdringungskurven oder Abwicklungen. Um die Entstehung dieser Kurvenkonstruktionen nachvollziehen zu können, werden sie schrittweise anhand von Teilzeichnungen entwickelt und dargelegt. Anders als in der Malerei oder bei der künstlerischen Zeichnung, die sich ebenfalls mit der Vergegenständlichung von dreidimensionalen Objekten befassen, müssen hier unbedingt bestimmte Regeln eingehalten und umgesetzt werden, um einen eindeutigen und kommunizierbaren Erkenntnisgewinn zu erzielen. Die typische Frage ‚was will der Künstler bzw. das Bild sagen?‘ wird für diejenigen, die diese Bildsprache beherrschen obsolet. Die künstlerisch intendierten Werke erzählen hingegen zumeist eine vieldeutige und vielschichtige mit mehreren ineinander verwobenen Aspekten versetzte ‚Geschichte‘. Ihre relativ freie Umsetzung der Gegenstände bedingt eine freiere Deutung und erschwert den geradlinigen Wissenstransfer. Ein möglicher Grenzgänger im Spielfeld der Projektionen und Perspektiven, an denen sich der nach Erkenntnis strebende Mensch immer wieder versucht und neu verortet, ist M. C. Escher. Obwohl kein technischer Zeichner im eigentlichen Sinne, demonstriert er komplexe Durchdringungen von verschiedenartigen Räumen und Raumstrukturen, durchaus an die ungeheure Vielfalt der Kristallformen angelehnt und von ihnen fasziniert, wobei er versucht

² Während sich Leonardo jenseits der Alpen mit kunsttheoretischen Studien beschäftigte, war es diesseits als erster Dürer, der sich auf diesem Gebiet ebenfalls erfolgreich hervortat. Beiderlei Untersuchungen sind mathematisch und an den Naturerscheinungen orientiert, wie auch bei Escher, dessen motivierender Naturblick jedoch geometrisch bis in die innere Welt der Gesteine und Minerale hinunterreicht.

mehrere unterschiedliche Regeln regelhaft zu vereinen, an Stelle der üblichen *einen* festgesetzten, allgemeingültigen Regel.

Die fortdauernde, relevante Frage nach der darstellerischen Umsetzung von räumlichen Objekten auf der Fläche und vice versa, wie in den Technikrealisierungen, offenbart ihre inhärente Spannung in der allgemeinen Frage nach der *Bewegung*. In den Tanzwissenschaften, speziell in der Choreographie und der Notation von stark richtungsverändernden und gleichzeitig ablaufenden Bewegungsabläufen sowohl des Einzelkörpers als auch der Mehrkörperproblematik, treten diese Spannungen ebenfalls äußerst deutlich und so auffällig zutage, dass sie meines Erachtens auf keinen Fall zu vernachlässigen sind, zumal sie ein wichtiges kunstphilosophisches und erkenntnistheoretisches Bindeglied zwischen den Künsten und der Technik sind.³ Eine Herausforderung, nicht nur der Malerei und der Naturwissenschaften, ist und bleibt daher die Sichtbarmachung von Bewegung im Bild.

Während Escher mit Raumstrukturen experimentiert, deren Flächenrhythmen sich in Dissonanz entfalten, und so versucht bestehende Uniformität und Normativität aufzubrechen, greift Albrecht Dürer im erkenntnistheoretischen Ringen um die Dimensionalitäten zu einem anderen Darstellungsmittel, dem der bewährten Zentralperspektive. Bei der *proiectio*, dem Hervorwerfen und Heraustreten lassen von Bildern auf einer Fläche spielen immer auch ästhetische Effekte mithinein, die den jeweiligen Intentionen oder Zwecken entgegenkommen. Man sollte sich deshalb nicht vertun und gewahr sein, dass im Gegensatz zur künstlerischen Zeichnung, die mit Fluchtpunkten arbeitet, um adäquate realitätsnahe Wahrnehmungseffekte zu erzielen, die technische Zeichnung auf solche perspektivischen Effekte weitgehend verzichtet und andere Projektionsmethoden, wie die Normalprojektion, zur Darstellung von mehrdimensionalen Raumkörpern und ihrer Räumlichkeit gewählt hat und zur Anwendung bringt.

Unabhängig von der getroffenen Wahl eines Zeichenstils, was mit seiner konsequenten Einhaltung, einem konstitutiven „Normgedanken“ (vgl. Köller 2016: 386) verbunden sein sollte, um Intersubjektivität zu ermöglichen, spielt in jedem Falle die Wahl eines Standpunktes eine wichtige Rolle. Diesseits oder jenseits dieses Markierungspunktes wird die Regelmäßigkeit eingeordnet und bewertet, wird Regelmäßigkeit von Unregelmäßigem geschieden. Der Mensch erkennt im Maß. Er vermisst sozusagen maßstabsgetreu mit den jeweils gewählten Maßeinheiten seine Perspektive und Projektionsfähigkeit. Einen ersten Punkt zu setzen entspricht überdies ungefähr dem, was ursprünglich noch in der Bezeichnung des Berufsstandes

³ Mehr zu einer Technikphilosophie basierend auf der Grundlage einer Tanzphilosophie findet man bei (Ommeln 2015), und zum komplementären Verhältnis von Kunst und Technik siehe (Ommeln 2011).

‚Reisser‘, einem Zeichner im weitesten Sinne⁴ und auch etymologisch dem Verb ‚reißen‘ zu entnehmen ist: einen Einschnitt zu machen, also eine Markierung einzuritzen oder ein Zeichen zu setzen. Der gesetzte, eingestochene Punkt trennt und entfernt Teile voneinander, er entzweit sie. Gleichfalls weitet der Punkt, der zugleich immer ein Orts- und einen Zeitpunkt verkörpert, den Blick. Das auch heutzutage noch so genannte Reißzeug, im wesentlichen Zirkel und Lineal, dient dem technischen Zeichner durch seine Handhabung bei dem Umgang mit Maß und Zahl. Das bedeutet, dass er zwischen Zahl und Zahllosem, zwischen Form und Formlosem, Struktur und Strukturlosem unterscheidet. Die technische Zeichnung birgt somit auf ihrem Weg der Komplexitätsvermittlung mittels größtmöglicher Komplexitätsreduktion für den Rezipienten einiges an Negationspotenzial in sich. Das Übertreten der ‚Linien‘ bzw. der vorab normativ bestimmten Markierungen weist die Übergänge von Bildlichen zu Unbildlichen sowie zur künstlerischen Zeichnung.

2. Punkt und Linie philosophisch nachgedacht⁵

Der Ursprung der technischen Zeichnung liegt u. a. in der Notwendigkeit begründet seinen *Standort* bestimmen und mitteilen zu können, so wie etwa auf dem erhaltenen Lageplan eines ägyptischen Goldbergwerks aus dem Jahre 1300 v. Chr. (vgl. Feldhaus 1959: 7-9) (Abb. 2):

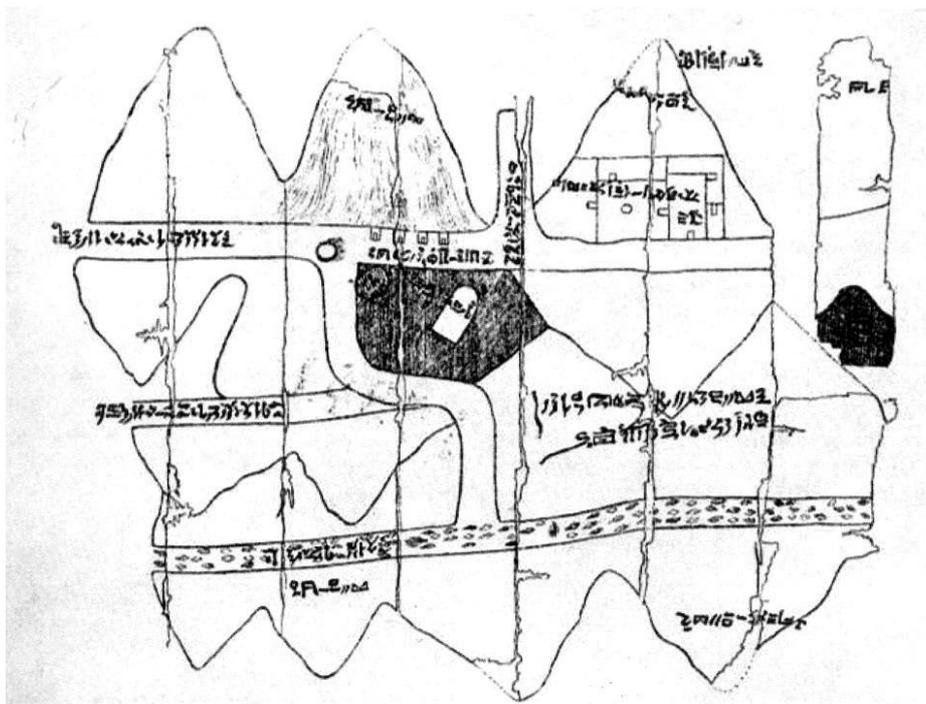


Abb. 2: Lageplan eines Goldbergwerks. Ägyptische Zeichnung auf Papyrus, um 1300 v. Chr.

⁴ In dem *Ständebuch* von Jost Ammann, wird der Reisser hervortreffend in Wort und Bild charakterisiert, zumal Ammann, der die Holzschnitte hierfür fertigte, selbst ein Reisser war. (vgl. Ammann 1969: 16, 129).

⁵ Das 2. Kapitel ist die zu Teilen übernommene und überarbeitete Fassung meines Beitrags (Ommeln 2016).

Weitere Arten von Standortbestimmungen sind folgende: Mit Hilfe eines simplen Holzzirkels ließ sich bereits vor 4000 Jahren das punktgenaue Zusammentreffen von tiefgelegenen Grubengängen unter Tage berechnen. Und, dem Ur-Lineal entspricht schlicht eine mit Zinnober rot gefärbte Schnur mit der Architekten die Balken anzeichneten.⁶ (vgl. Feldhaus 1959: 84). Und die Künstler, wie gingen sie mit dieser Herausforderung der Werkzeuge um? Der freihandgezeichnete Kreis in Perfektion, die treffsichere Setzung des Kreismittelpunktes oder die exakte Feinheit der Linienführung von Apelles und Protogenes, Giotto oder Dürer sind zu legendären beispielhaften Erzählungen dieser menschlichen Fertigung und Befähigung geworden. Idee und Planung, Gestaltung und Konstruktion, Ausführung und Herstellungsprozess sowie Messungen aller Art nehmen ihren konkreten Anfangspunkt immer am Punkt, sprichwörtlich oder buchstäblich. Was bedeutet den philosophierenden Denkern die vermeintliche Selbstverständlichkeit eines Punktes? Warum wird er eigens durchdacht?

Lassen wir zuerst den Pionier der wissenschaftlichen technischen Zeichnung Leonardo da Vinci, gleichsam in seiner großartigen Doppelfunktion als Künstler und Ingenieur, in seinen Traktaten zu Wort kommen: „Der Anfang der Malerei ist der Punkt, dann folgt die Linie, das Dritte ist die Fläche, das Vierte der Körper, [...]“. Sie „zieht sowohl die menschlichen als göttlichen Werke in Betracht, alle, die in eigene Oberflächen, d.h. Körperumrisslinien eingegrenzt sind. Mit diesen Linien commandirt sie [...]. Mit ihrem Anfangsgrund, dem Zeichnen nämlich, lehrt sie [...]“. Und außerdem „hat sie die Schriftzeichen erfunden, [...]“. (Leonardo 1882: §3, vgl. §23). Der Punkt wird in der Möglichkeit *seiner Vervielfachung* nicht nur zum Werkzeug der Welterschließung, sondern er erhält unisono die Wirkmacht Weltentwürfe zu generieren. Der Punkt als Elementarbaustein in einem großen Baukastensystem von Umrisslinien wird zum Dreh- und Angelpunkt zwischen erkennendem Denken und vermitteltem Handeln. Aus seiner philosophischen und mathematischen Definition resultieren der nachfolgende Maßstab und die kombinierende Konstruktion von Wirklichkeiten und der Zukünfte. Es macht einen Unterschied in der fortgesetzten Vervielfachung ob man einen Punkt als ausdehnungslos erachtet, als deformierbar⁷ oder ob man ihm einen ontologischen Status zuspricht usw., wobei der forschenden Phantasie und der Möglichkeiten keine Grenzen gesetzt seien. Es bleibt auch die Frage offen und zu klären, wie die Übertragung

⁶ Bei den Römern wurde unter *architectura* alles zusammengefasst, was mit Maschinen, Mühlen, Hebezeugen, Pumpen, Kriegsmaschinen sowie mit Straßen, Städten und Gebäuden zu tun hat. Dementsprechend verortete man in der Antike besonders bei den Metallarbeitern die hochgeschätzte *tèchne*. (vgl. Feldhaus 1959: 16). Insgesamt gesehen wurden technische Bücher erst relativ spät nach der Erfindung des Buchdrucks gedruckt, wobei es sich bezeichnenderweise dann zuerst um kleine Bücher über das Berg- und Hüttenwesen handelte, bevor das große Werk *De re metallica* von Agricola folgte. (vgl. Feldhaus 1959: 32f).

⁷ Man rechnet heutzutage in der Theorie der Quantengruppen mit deformierten Punkten, wie im Raum der zweiparametrischen $SO_{pq}(4, IR)$ Gruppe.

und Vervielfältigung überhaupt vor sich geht, das heißt zum Beispiel welche Rolle spielen die Geschwindigkeit und die Zeit oder wie, auf welche Art und Weise, der Punkt bewegt wird?⁸ Oder anders betrachtet: wann löst sich eine Linie, eine Fläche, ein Körper auf?

Legt man nun, wie Platon, Wert auf eine perfekte Harmonie der geometrischen Gebilde sowie auf abstrakte, mustergültige Vorlagen gepaart mit dem Anspruch einer objektiven Seinserkenntnis, dann setzt die Vervielfachung des Punktes nach platonischem Vorbild jedoch eine vorweg angenommene, gesetzte Skaleneinheit voraus, die sich nach einer Norm bzw. Normierung richtet. Es erfolgt ein Gleichsetzen von angeblich Identischem, eine Festlegung von Einheiten. Daraus resultiert eine gewisse erkenntnistheoretische Verkennung der Natur und ihres Wesens, zumal der Natur ein Formenkatalog ein- und vorgeschrieben wird. Im Grunde genommen basiert hier das mathematische Werkzeug auf einem ästhetischen Vorurteil, das einen *ontologischen* und *ethischen* Fehlschluss nach sich zieht, da die Regel und das Systemhafte generell als vertrauenswürdiger erachtet werden als das Chaotische und Unberechenbare, oder wie Nietzsche, der den Widerpart zu Platons Position darstellt, trefflich schlussfolgert: „Nun ist es aber ganz unbeweisbar, daß das Ansich der Dinge nach diesem Recepte eines Muster-Beamten sich verhält.“ (Nietzsche KSA 11: 632). Nach Nietzsche verhält es sich mit dem arithmetischen Maßstab, der „Erfindung der Gesetze der Zahlen“, nicht anders als mit dem geometrischen: Er beruht auf dem „herrschenden Irrthum, dass es mehrere gleiche Dinge gebe (aber thatsächlich giebt es nichts Gleiches), mindestens dass es Dinge gebe (aber es giebt kein „Ding“). Die Annahme der Vielheit setzt immer voraus, dass es *Etwas* gebe, das vielfach vorkommt: aber gerade hier schon waltet der Irrthum, schon da fingiren wir Wesen, Einheiten, die es nicht giebt.“ (Nietzsche KSA 2: 40). Aufgrund solcherart gesetzter Einheiten und ihrer endlos dupliziert und multiplizierten Maßvorgaben und Maßstabseinteilungen, fasst Nietzsche sowohl die Geometrie und Arithmetik als auch die herkömmliche aristotelische Axiomatik unter dem Begriff der Logik zusammen (vgl. Nietzsche KSA 12: 389ff.), wobei es im Weiteren nicht verwunderlich sein sollte, dass man bei einer derartig logischen Vorgehensweise „bei allen wissenschaftlichen Feststellungen unvermeidlich immer mit einigen falschen Größen rechnet: aber weil diese Grössen wenigstens *constant* sind, [...]; kann man auf ihnen fortbauen – bis an jenes letzte Ende, wo die irrthümliche Grundannahme, jene constanten Fehler, in Widerspruch mit den Resultaten treten, zum Beispiel in der Atomenlehre.“ (vgl. Nietzsche KSA 2: 40f).

⁸ Darüber macht sich Nietzsche in seiner Zeitatomenlehre eingehende Gedanken, nachzulesen z. B. bei (Ommeln 1999, insb. Kap. V: *Die Optik der Zeitfigur*, 141-168).

Der erwünschte Imperativ der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit von Naturvorgängen auf der einen Seite und das heraklitsche Denken auf der anderen Seite, das den Satz ‚Alles fließt‘ betont bzw. einen fließenden und zerfließenden Gesamtzusammenhang herstellt, geraten in einen gewissen Zwiespalt bei der Darstellung von Zeitlichkeit; d.h. die beiden jeweiligen Notationsformen von Verzeitlichung und Verräumlichung der Naturvorgänge divergieren ab einem gewissen Punkt. Nietzsches philosophisches Empfinden steht der obigen Aussage Heraklits sehr nahe und was meines Erachtens, zumal mir als Physiker, immens wichtig ist, er empfindet zutiefst, was die Naturwissenschaftler im Allgemeinen berührt und bewegt, wenn er erkennend schreibt, dass die „ganze wissenschaftliche Procedur eben die Aufgabe verfolgt hat, alles Dingartige (Stoffliche) in Bewegung aufzulösen.“ (Nietzsche, KSA 2: 40f). Man denke nur an die aktuellen Beispiele der Technologie der Virtuellen Realität oder an das vernetzte Internet der Dinge. Die mathematische Physik dient allein dieser Aufgabenstellung, – unter ihrem Mantel der Funktionszusammenhänge. Der Stillstand während des Messvorgangs, als Notwendigkeit gegeben, konterkariert den natürlichen Lauf der Dinge in ihrer Dynamik. Diese auftretende Diskrepanz zwischen Sein und Werden bzw. die Dissonanz des Bildlichen und Unbildlichen kann mit Nietzsche als ‚tragische Erkenntnis‘ bezeichnet werden.

Unser Festhalten an „identischen Fällen“ und unser Glaube an feststehende Entitäten und Qualitäten, setzt ebenfalls die „Mechanik“ und die Technik allgemein in eine Reihe mit der „Mathematik“, da sie nach Nietzsche „nichts mehr und nichts weniger sind als angewandte Logik.“ (vgl. Nietzsche KSA 11: 643). Konsequenterweise fordert er eine Umwertung der Werte, was zum einen neue Maßstäbe nach sich ziehen und zum anderen eine modifizierte, neue Herangehensweise an die (Natur)wissenschaften und ihre Werkzeuge bedeuten würde.⁹ Um dies besser nachvollziehen zu können, soll an dieser Stelle wieder Leonardo in den Blick genommen werden, da er sich gleichfalls zutiefst mit der Relevanz der Bewegung und der Dynamik beschäftigt: „Dass die Malerei Philosophie sei, erweist sich daraus, dass sie von der Bewegung der Körper handelt, in der unmittelbaren Lebendigkeit ihrer Stellungen; und auch die Philosophie erstreckt sich auf die Bewegung.“ (Leonardo 1882: §9). Wie in der Renaissance üblich versteht Leonardo unter dem Begriff Philosophie die Wissenschaft der mechanischen

⁹ Beispielsweise: „Noch jetzt ist die eigentliche Kritik der Begriffe oder (wie ich es einst bezeichnete) eine wirkliche „Entstehungsgeschichte des Denkens“ von den meisten Philosophen nicht einmal *geahnt*. Man sollte die *Werthschätzungen* aufdecken und neu abschätzen, welche um die Logik herum liegen: z. B. „das Gewisse ist mehr werth als das Ungewisse“ „das Denken ist unsre höchste Funktion“; ebenso den Optimismus im Logischen, das Siegesbewußtsein in jedem Schlusse, das Imperativische im Urtheil, die Unschuld im Glauben an die Begreifbarkeit im Begriff.“ (Nietzsche KSA 11: 643). Eng verbunden mit Nietzsches Wissenschaftskritik ist seine Sprachkritik, die die starren Begrifflichkeiten nach platonischen Idealen verwirft.

Künste, die Physik und die Naturlehren. Der Aspekt der unmittelbaren, lebendigen Dynamik im Dargestellten vereint also das Zeichnen und die Malerei untrennbar mit der Naturwissenschaft, die nach den Bewegungsgesetzen der Körper fragt. Im Gegensatz zur traditionellen Fotografie, die eine objektivierte angehaltene Momentaufnahme der Naturbewegungen aufnimmt, ist es der Malerei möglich über den Punkt hinauszugehen, und ihn mit einem leichten, vorausschauenden Gestus aus dem örtlich und zeitlich fixierten Moment zu lösen, um ihn in seiner Dynamik zu betonen oder zu unterstützen. Nach Leonardo ist die Malerei nicht starr, sondern sie erfasst und simuliert die Echtzeit der Bewegungsabläufe; sie macht die inneren Spannungszustände der Körper und Gegenstände nicht nur aufzeigbar und wahrnehmbar, sondern auch korrigierbar und vorwegnehmbar, so dass das Raumzeitintervall einen gewissen kontextuellen Feldcharakter erhält und nicht als etwas Gefäßartig-begrenztes, Auszufüllendes betrachtet wird.¹⁰ Anders und überspitzt formuliert: ein perfekter Kreis ist der, der über die Linie geht, bzw. eine perfekte Linie ist keine gerade, sondern eine krumme Linie.¹¹ Auf diese Weise erst lassen sich Entwurfsstrategien überprüfen, erläutern und Schlussfolgerungen ziehen. Die Maßstabs-Werkzeuge Zirkel und Lineal laufen nun in letzter Konsequenz durchaus in Gefahr spröde und ungenau-zerbrechlich während der lebendigen, hochdynamischen Natur- und Technikerfassung zu werden.

In diesem neuen Bereich eines radikalen Werdens und des Fließens, wie Nietzsche und Leonardo ihn denken, wird deshalb zumindest von Leonardo die Ethik zugleich in den Bereich der Dichtung verwiesen, als ein nicht geerdetes Hinterherhinkendes, ein träges Zuspätkommendes. Er schreibt über seine neue Art von Wissenschaft: „Erstreckt sich die Poesie in’s Gebiet der Moralphilosophie, so erstreckt sich die Malerei in das der Naturphilosophie (oder - Wissenschaft). Beschreibt jene die Tätigkeiten des Geistes, so zieht diese in Betracht, ob der Geist in den Bewegungen wirkt.“ (Leonardo 1882: §19). Die Dichtkunst hat und verdiene „keine eigene Lehrkanzlei“, da sie wie ein „Stückwaarenhändler, die von verschiedenerlei Handwerksleuten gemachte Waaren zusammenrafft“. (Leonardo 1882: §23). So weit geht Nietzsche in Bezug auf die Dichtkunst selbstverständlich nicht, wenn er seine neue ‚fröhliche Wissenschaft‘ ausruft. Vielmehr spricht er in diesen neuen ‚tragischen

¹⁰ Leonardo da Vinci stellte seine eigenen Pinsel her, um die von ihm entwickelte Technik des *Sfumato*, eine Art von weich abschattierendem stereoskopischem 3D-Effekt mit verschwimmenden Konturen und Umrisslinien, mit Hilfe feinsten Pinselstriche zu perfektionieren. Die eigenartige Einbettung von Vorder- und Hintergrund kommt insbesondere bei seinem Gemälde *Mona Lisa* zum Ausdruck. Insgesamt überzeugt das Gemälde mit einer anziehenden Lebendigkeit und veranschaulicht damit gut die naturwissenschaftliche Kunsttheorie Leonardos.

¹¹ Das Wesentliche ist die Gesamtbeherrschung, dass man den Kreis *sowohl* aus freier Hand *als auch* aus unfreier Hand, also mit dem Zirkel, schlagen kann, und *darüber hinaus* mit leichter Hand den fließenden Übergang zwischen beidem meistert, wie es die Sagen über berühmte Künstler nahelegen; im obigen Beispiel etwa von Dürer. Derart würde der Spannungszustand der Körper sichtbar und die Bewegungsänderung vorwegnehmbar.

Erkenntnissen“ der Kunst im Ganzen die Rolle eines notwendigen „Schutz und Heilmittels“ zu. (Nietzsche, vgl. z. B. KSA 1, 101). Es geht ihm generell um die „Nothwendigkeit entgegengesetzter *Maaßstäbe*.“ (Nietzsche KSA 11: 181). Es handelt sich um die Vereinigung und Annäherung der bisherigen, fiktiven Gegensätze, wie etwa von Kunst und Naturwissenschaft oder von Sein und Werden, der begrenzten und der unbegrenzten Gegebenheiten und Dinge auf der Erde, um ein neues Abseits bzw. Jenseits der Normierungen, so wie ‚Gut und Böse‘ keine tatsächlichen Gegensätze darstellen.

Für Nietzsche ist offensichtlich: „Die Natur baut nicht für das Auge, die *Form* ist ein zufälliges Ergebniß.“ (Nietzsche KSA 9: 559). Die moralische Verwerflichkeit der Mathematik ergibt sich mithin aus dem Primat des Auges bzw. des Sehens und seiner Idealisierung in der Mathematik nach platonischem Vorbild.¹² Aber, die *Ästhetik* und die *Natur* bedürfen beide *keiner solchen einseitigen Vorannahmen, sprich keiner Gegensätze*. Anders die Ethik: *Moral und Ethik werden von den Gegensätzen her gespeist*. Ganz allgemein gilt: „Unsere Annahme, daß es Körper Flächen Linien Formen giebt, ist erst die Folge unserer Annahme, daß es Substanzen und Dinge, Beharrendes giebt. [...]. Dergleichen giebt es nicht – wir können eine Fläche, einen Kreis, eine Linie ebenso wenig *verwirklichen* als einen Begriff. Die ganze Unendlichkeit liegt immer als Realität und Hemmniß zwischen 2 Punkten.“ (Nietzsche KSA 9: 499)

Dieses dynamische Szenario mit seiner besonderen Charakteristik der verbliebenen Punktevielfalt im Werden, unterstützt, bildlich gesprochen, alle Prozesse der Verwitterung, d.h. der Auflösung und ihre Umwandlung. Im Kontext der technischen Zeichnung könnte man anhand der wenig narrativen Kunstgattung des Ornaments die Prozesshaftigkeit der (langsamen) Metamorphose verdeutlichen, denn das „Ornament entsteht dadurch, dass nach den Gesetzen der Rhythmik der Regelmäßigkeit und Symmetrie Punkt und Linien gereiht und verbunden werden, Figuren gebildet und zerlegt werden, [...].“, wobei „das Ornament merkwürdigerweise in seinen Uranfängen den geometrischen Weg wählt, obgleich er der abstrakteste ist.“ (vgl. Meyer 1929:12f). Dabei ist u. a. zu bedenken, dass das Muster des Ornaments, bzw. die „Verzierungs-Form“, trotz aller Gleichartigkeit im Allgemeinen nicht völlig beliebig orientierbar ist, sondern anwendungs- und zweckorientiert und somit für den Betrachter richtungsweisend und metamorphosierend wirkend. (vgl. Meyer 1929:142). Die technische Zeichnung selbst scheint seltsam fest in das beschriebene platonische

¹² Nietzsche erkennt hier mehr, nämlich eine grundsätzliche erkenntnistheoretische Problematik: „Unser Intellekt ist nicht zum Begreifen des Werdens eingerichtet, er strebt die allgemeine Starrheit zu beweisen, Dank seiner Abkunft aus *Bildern*. Alle Philosophen haben das Ziel gehabt, zum Beweis des ewigen Beharrens, weil der Intellekt darin seine eigene Form und Wirkung fühlt.“ (Nietzsche KSA 9: 500).

Gedankensystem integriert zu sein. Sie affirmiert das Statische und Unbewegliche, das Ewige und Zeitlose der geometrischen Körper und des euklidischen Punktes. Und doch erweist sich dieser scheinbare Eindruck als teils trügerisch, wie die praktische Entwicklung anzudeuten und zu zeigen vermag.

3. Zeit-Raum-Relationen und Negation in der Praxis

Betrachtet man erneut den altägyptischen Lageplan (Abb. 2) mit seinen drei nach oben eingezeichneten und den vier nach unten ‚umgeklappten‘ Bergen, den im Tal befindlichen schraffierten Teich und die ihm gegenüberstehenden eingezeichneten flächigen vier Häuser, mitsamt den Goldgruben in den Bergen, wird deutlich, dass ein standortunabhängiger Plan vorliegt, der lediglich durch die rote Beschriftung vervollständigt wird. Dadurch werden die zeitlichen Aspekte von Punkt und Linie wiederum derart verlangsamt, und ‚verewigt‘, dass ein unveränderlicher, räumlich-platonischer Eindruck entstehen kann. Dennoch ist die Zeichnung zeitbasiert, da sie die Wegbeschreibung chronologisch vorgibt, sobald ein Ausgangspunkt bzw. Standpunkt ausgewählt wurde. „So, und nicht anders“, lautet sinngemäß die Botschaft der Wegbeschreibung. Die Richtung der Fortbewegung steht fest. Die Nichteinhaltung der zeitabhängigen Richtungsänderungen führt zu einer Fehlinterpretation der Karte und der Verfehlung des gesuchten Ziels. Auf modernere Zeiten übertragen: hätte man damals eine Armbanduhr oder ein Filmgerät mitführen können, hätte man seine Laufgeschwindigkeit sowie die Laufzeit mithilfe dieser Navigationsgeräte und den entsprechend lokalen Vorabinformationen, zeitgerechter ausrichten können. Besonders deutlich und nochmals veranschaulicht, wird dieser wichtige zeitbasierte Aspekte bei der folgenden technischen Zeichnung von Georg Agricola um 1556, die eine im Bergwerk unterirdisch arbeitende Saug- und Druckpumpe darstellt (Feldhaus 1959: 34) (Abb. 3):

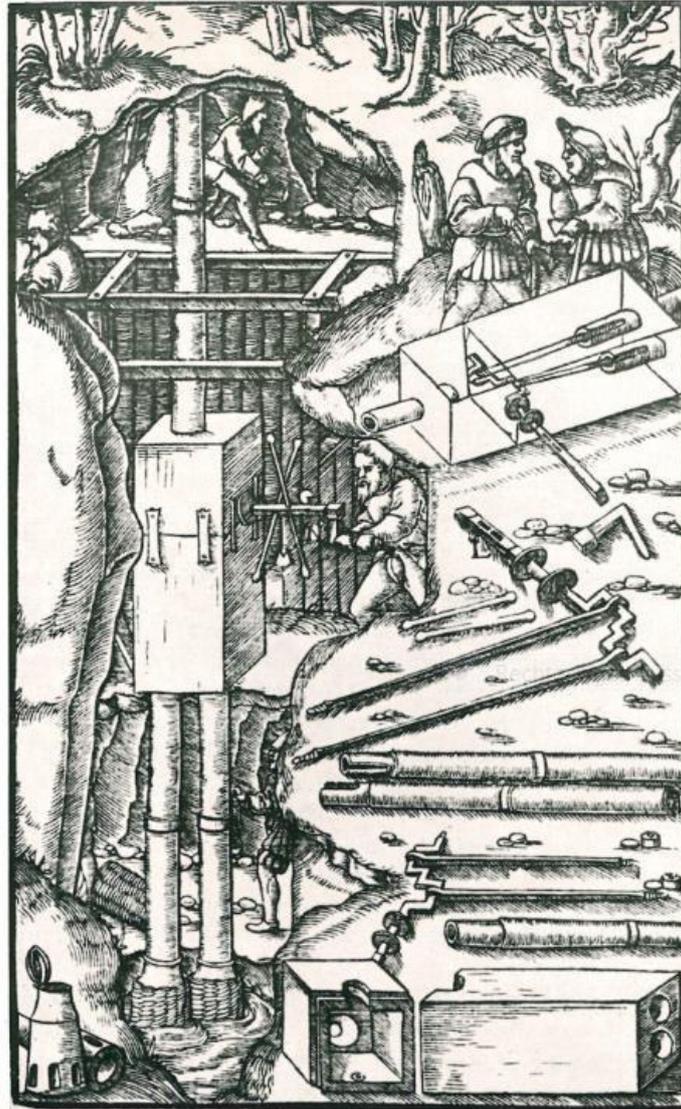


Abb. 3: Maschinenzeichnung. Holzschnitt aus Georg Agricola, *De Re Metallica*, 1556.

Fast ohne Zeichenfehler ist sie selbsterklärend, und am fiktiven Ort des komplexen Geschehens einsatzbereit. Der Schnitt durch den Berg wirkt nahezu begehbar und die notwendige Innenansicht des Pumpengehäuses ist ebenfalls erkennbar. Mag dem einen oder anderen die Gesamtdarstellung insgesamt vielleicht veraltet oder unpassend vorkommen, weil künstlerische Motive miteingearbeitet wurden und die Zeichnung wenig von einer abstrakten Aura umgeben ist, so ist einzuwenden, dass „die Einbeziehung von Personen und Landschaftsteilen nicht nur zur Ausschmückung dient, sondern mit zur Erläuterung der Funktionen.“ (vgl. Feldhaus 1959: 33-34). Unmissverständlich wird nicht nur klar, wie der örtliche und raumorientierte Zusammenbau und die Funktionsweise der Maschinenteile vonstattengehen soll, sondern die Reihenfolge der auszuführenden Handhabungen und Bewegungen also, die zeitliche Abfolge, wird eingängig. Es handelt sich hier nicht um eine etwaig nötige Schnelligkeit bei der Montage selbst, sondern um den zeitbeinhaltenden Impuls, wie ihn zum Beispiel die Kurbel durch die Armbewegung des Technikers erfährt, oder um die zeitlichen Momente der Verwandlungen,

die aus den vielen Bauteilen ein Ganzes machen. Oder auch um den momentan gewährten, zeitlich begrenzten Tiefenblick ins Innenleben der Körper, der sich hernach wieder vollständig verschließen muss. Es ist der im Verborgenen wirkende, unbildliche, retardierte Zeit-Moment, der die Konturenauflösung der sichtbaren geometrischen Objekte heraufbeschwört, um sie sogleich neu zu formen und einem neuen Zeitpunkt zuzuführen. Die räumliche Präsenz und Ordnungsstruktur der technischen Zeichnung macht nur einen Interpretationssinn, wenn sie der Zeit übergeben wird, d.h. wenn sie während eines gewissen Zeitrahmens instabil werden kann, sodass Punkte und Linien aufbrechen und ihren Eigensinn sowie ihre Eigenzeit entsprechend chronologisch und richtungsweisend entfalten und transformieren können, – wie es im vorherigen Kapitel ausführlich dargelegt wurde.

Wiederrum heißt die Aussage dieser technischen Zeichnung, wie auch aller anderen: „So, und nicht anders.“ – sieht es aus und wird es gemacht. Die manifeste Dokumentation der Wissensvermittlungen von ‚Wegbeschreibungen‘ und Handlungsanweisungen, via Projektionen und geometrischer Körper übt indes eine ‚höflich‘-zurückhaltende und indirekte Kritik und Negation aus. Ein direktes ‚so nicht‘ ist quasi verpönt, und statt mit einem konfrontativen Ein- oder Widerspruch wird dem Rezipienten und handhabenden Nutzer mit einer labyrinthischen, ausschweifenden oder umständlichen bisweilen nichtssagend erzählten Geschichte gekontert. Die Negation, die Möglichkeit eines konditionalen ‚Vielleicht‘, speist sich aus der argumentativen Wesensart des *ex negativo*, nach der umrundend und einkreisend, ausgesagt wird, was ausgeschlossen wird bzw. was etwas nicht ist. Die Angemessenheit dieser Methode ergibt sich aus der realen Komplexität des Gegenstandes und seines Kontextes bzw. seiner Komplexitätsreduzierung als Dargestelltem mittels der technischen Zeichnung. Ihr Verständnis geschieht ‚langsam‘ und sukzessiv, was durch die Nummerierungen und Ordnungssymbole innerhalb der technischen Zeichnung belegt wird. Ohne eine zeitliche und räumliche Distanzierung lässt sie sich nicht kommunizieren, sie bedingt ein Vorher und ein Nachher. Sie erfordert einen rück- und vorblickenden Standpunkt und Bezugspunkt, um die Dinge passend auseinander und zusammenlegen zu können. Dafür ist die Eigenschaft nützlich, eben kein scharf konturiertes Raumbild zu erzeugen, sondern die Einübung einer besonderen Art des stereoskopischen Schauens wird hilfreich: der zeitlichen und räumlichen ‚Verwackelung‘ und des Ineinanderfließens von Punkt und Linie, mit vorausschauendem und verantwortungsvollem Blick auf die Genese der dargestellten Objekte.¹³ Der uneindeutige, ‚verwischte‘, sich auf Umwegen bewegende Negationsstil ließe sich ebenso gut beschreiben als

¹³ Eine einfache 3D-Postkarte eignet sich hier aufgrund des Wackel- bzw. Flip-Effekts als Anschauungsbeispiel sehr viel besser als eine hochprofessionelle stereoskopische Realisierung.

Negation durch Überschreibung, wobei ich die Überschreibung mit Blick auf die Augmented Reality treffender noch als eine *Augmented Negation* bezeichnen möchte bei der sich die Bilder über- und ineinanderschieben und verschieben, und die Abhängigkeit von der Zeitkomponente vollends offensichtlich wird.

Bei der technischen Zeichnung wird der zeitliche Aspekt von Punkt und Linie kaum erfass- und bemerkbar derart verlangsamt, dass der statisch-räumliche, platonische Eindruck des Dargestellten betont wird und als ein Ruhendes verewigt erscheint. Damit wird jedoch auf der anderen Seite etwas ermöglicht und erwünscht, was Künstler in der Regel niemals machen würden: Ausschnittsvergrößerungen mit Detailansichten. So würde einem Maler, nehmen wir beispielsweise Leonardo da Vinci, nicht in den Sinn kommen, in einem Gemälde gesondert eine Hinweislinie verbunden etwa mit einem Kreisrund zu integrieren, nur um darin ein besonderes Detail oder sogar mehrere vergrößert hervorzuheben; und damit unweigerlich den Gesamteindruck und die Wirkung des Gemäldes zu zerstören.¹⁴ Für Leonardo in seiner Leidenschaft als Ingenieur bedeutet hingegen genau diese Vorgehensweise eine pure Selbstverständlichkeit. Eine erste Vorstellung solcher nebeneinandergelegten Bildausschnitte *en détail* erhält man anhand der bereits erwähnten Zeichnung von Agricola. (s. Abb. 3). Eine moderne Version der Einzelteilzeichnung stammt von Leonardo, der diese Darstellungsweise nahezu perfektioniert hat. (Abb. 4):

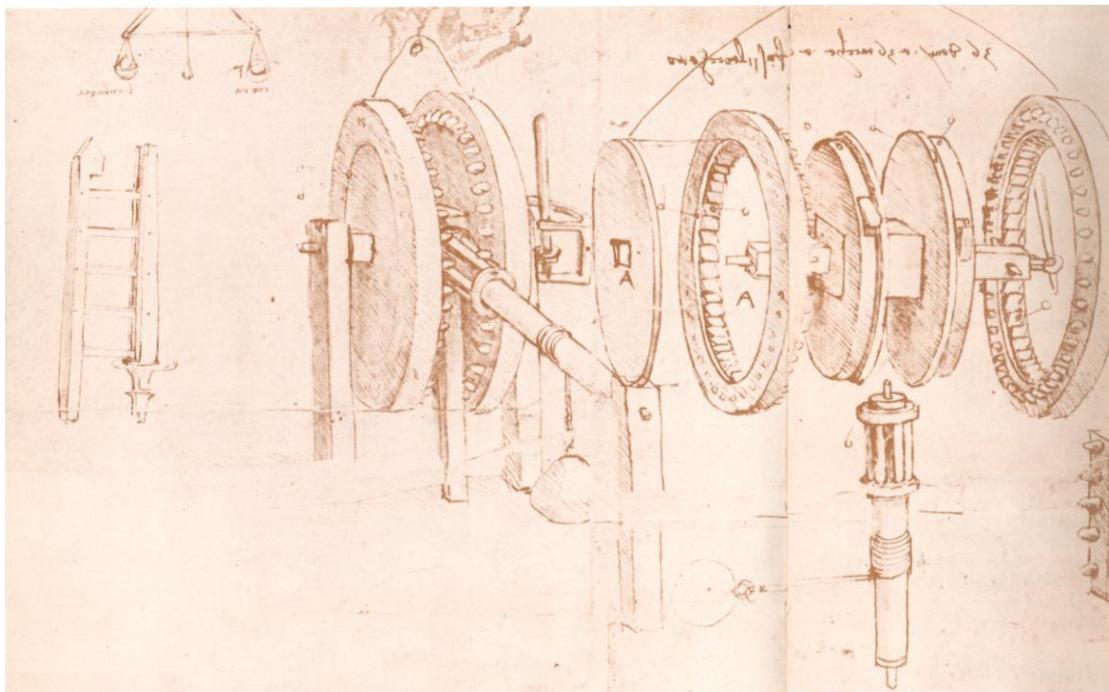


Abb. 4: Explosionszeichnung einer Seilwinde, Leonardo da Vinci.

¹⁴ Es obliegt erst hinterher der Analyse der Kunsthistoriker und Restauratoren auf besondere Teilstellen gesondert, z. B. in Katalogen, hinzuweisen.

Die ausgewählte Abbildung zeigt eine Winde, ein Gerät zum Heben von Lasten, wobei links die komplette Vorrichtung und rechts die einzelnen Teilstücke und die Montageschritte zu sehen sind. Hieran wird besonders deutlich, dass es nicht genügt nur die Formen exakt darzustellen, sondern dass nach Art einer Beweisführung, erklärende und erläuternde Details und Ausschnitte beigelegt wurden, die jeden Schritt konformieren. Unterstützt wird diese Vorgehensweise in technischen Zeichnungen durch Positionsnummern und verschiedene Merkmalkennzeichnungen, seien es mit Zahlen- oder Buchstabenfolgen, Strichelungen, Worterläuterungen oder Pfeil- und Punktsymbole etc. Der geführte Blick pendelt zwischen der Gesamtkonstruktion und den Einzelteilen hin und her; und zwar mindestens solange bis die Einzelteile schrittweise, und dabei immer komplexer und umfangreicher werdend, endgültig zusammengefügt wurden. Die Wissensvermittlung und Kommunikation scheint wie in Zeitlupe abzulaufen. Die simultanen Einblendungen von Gruppen- und Einzelteilzeichnung erzwingen und bewirken zwangsläufig eine Verlangsamung und einen permanenten periodischen Wechsel von Standpunkten, – die nicht unabhängig und losgelöst voneinander eingenommen werden können, was sich in einer indirekten, verschränkten und eingeschränkten Negationsweise widerspiegelt und zum Ausdruck kommt.

Möglicherweise hängt die Negativitätsproblematik mit dem Zeitfaktor von ‚Punkt und Linie‘ bzw. mit dem Zeit-Raum-Verhältnis zusammen. Während bei der technischen Zeichnung die Zeit als nur langsam veränderlich und der dargestellte Raum damit als ‚ewig‘ erscheinen, mithin der eindeutigen Verneinung kaum mächtig, könnte über einen Zwischenschritt der Malerei u .a. m., das geschriebene und gesprochene Wort womöglich als extrem zeitbeschleunigt betrachtet werden, wobei der dargestellte Raum ebenfalls größtmöglich reduziert und verdichtet wird, und die Zeit quasi vorwärtsdrängend regelrecht zur Negation drängt. Raum und Zeit befinden sich jeweils in einer bestimmten Kehre von Statik und Dynamik. Somit ist die Choreographie der Bewegungen zeitbasiert und ergibt standortabhängige Kehrbilder und Schmalspuren.

4. Immersives Eintauchen in die Geometrie und die Zeitdimension

Ausklappbare Modelle von Maschinenteilen¹⁵, die allgemein sowie unterschiedslos allen ohne große Vorbildung zur Veranschaulichung dienen, spielen eine interessante und wegweisende Rolle auf dem heutigen Weg in das 21. Jahrhundert, obwohl sie einer fast vergessenen und unbeachteten Seitenlinie in der Entwicklung der technischen Zeichnung zuzurechnen sind. Ein Beispiel aus dem Jahre 1771 für ein solches Klappbild ist eine bergmännische Zeichnung mit angeklebter Klappe, die die verschiedenen Höhenlagen und die Teufe, also die Tiefendimension des Untertagebaus verdeutlicht. (Feldhaus 1959: 40) (Abb. 5):

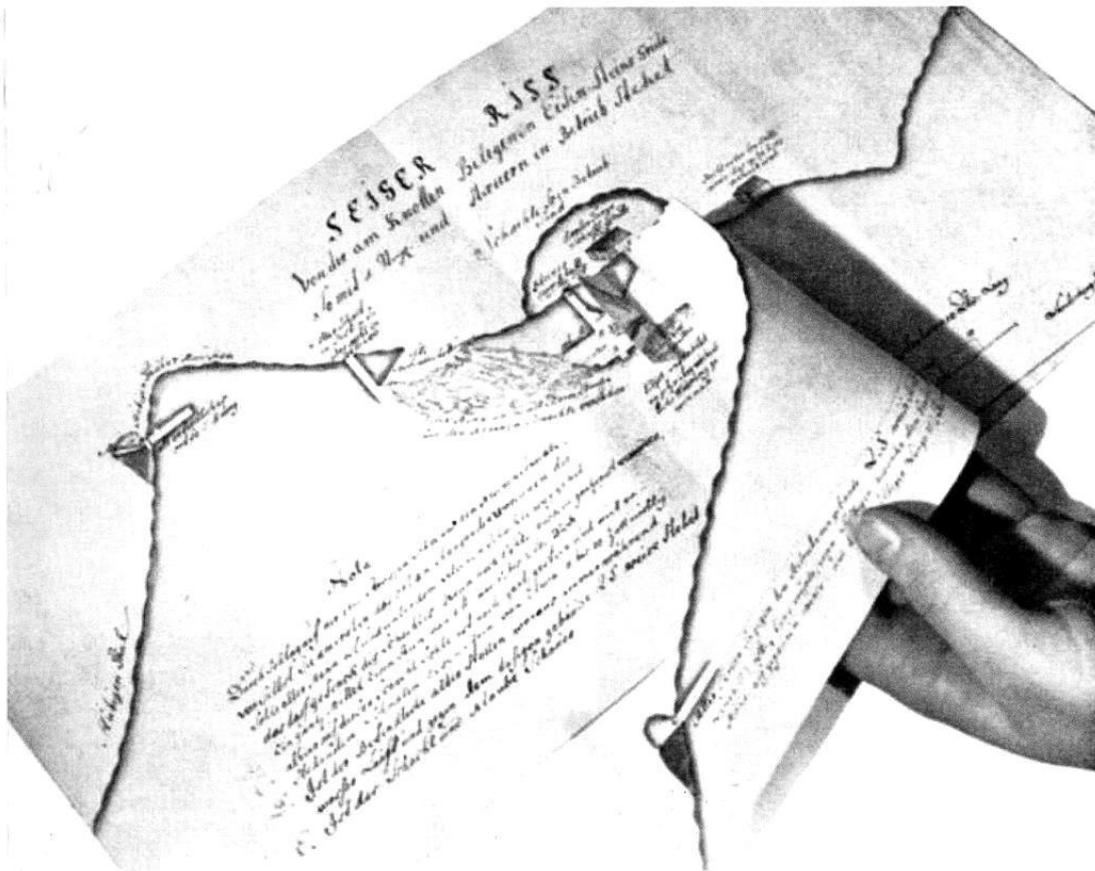


Abb. 5: Bergmännische Zeichnung mit angeklebten Klappen.
Gezeichnet von G. Hänel, Lauterberg (Harz), 8. November 1771. Feldhaus Archiv, Wilhelmshaven.

Allgemein sind Klappbilder bewegliche Bilder in Büchern oder auf einzelnen Blättern. Mühelos kann man zwischen den Ansichten hin und her wechseln und unzählige Wiederholungen ausführen. Damit entsteht eine simplifizierte Simulation der geometrischen Objekte im mehrdimensionalen Raum sowie der Konstruktionsanweisung. Beinahe hat man

¹⁵ Diese Hilfsmittel existierten nicht nur für die Ingenieurwissenschaften, sondern ebenso für die Architektur und ihre Bauteile oder für die Medizin und ihre anatomischen Modelle.

den Eindruck oder den Wunsch sich direkt in die Bilder hineinzubegeben, d. h. als Rezipient oder Nutzer selbst in ein begehbares Bild einzutauchen. Solche untergründig bis heute wirkenden Vorstellungen verwundern nicht, denn: „Die Einladung zur taktilen Teilhabe [...] entbindet das Sehen von der Alleinherrschaft über die Sinneshierarchie bei der Wahrnehmung. In der Wechselseitigkeit visueller [...] als auch taktiler Wahrnehmung (Klappen mit Bildelementen) arbeiten sich zwei Sinne zu, und was bei einem ersten Wahrnehmungsmoment offenbar ist, wird offensichtlich oder möglicherweise enttäuscht.“ (Münkner 2008:103). Der langgehegte Wunsch nach Unterstützung und Entlastung bei den komplexen Umsetzungen auf dem Gebiet der darstellenden Geometrie und ihrer Wissensvermittlung durch zusätzliche Sinneswahrnehmungen wird heutzutage mit der Technologie der Virtuellen Realität angegangen. In der so genannten *CAVE* werden Punkt und Linie, bzw. die aus ihnen zusammengesetzten Objekte zu immersiven, *begehbaren Bildausschnitten* und zu *dynamischen, sich verändernden Bildern*, – die die ganze Skala an Perspektivität zu durchlaufen vermögen. Friedrich Nietzsche und Leonardo da Vinci könnten demnach vielleicht durchaus eine gewisse Freude an dieser Methode empfinden. Durch direkte Interaktion, mittels geeigneter sensorischer Werkzeug, werden die Dinge, obwohl virtuell und damit gleichsam immer noch von platonischer Idealität, zu quasi-taktilen Objekten, die sich in diesem bildlichen 3D-Handlungsraum nach Gutdünken verschieben, konstruieren und demontieren lassen. Im Vergleich zu Leonardos obiger Zeichnung einer sogenannten Explosionszeichnung möchte ich eine solche nun als Anschauungsbeispiel in der Räumlichkeit einer immersiven *CAVE* anführen. (Abb. 6).

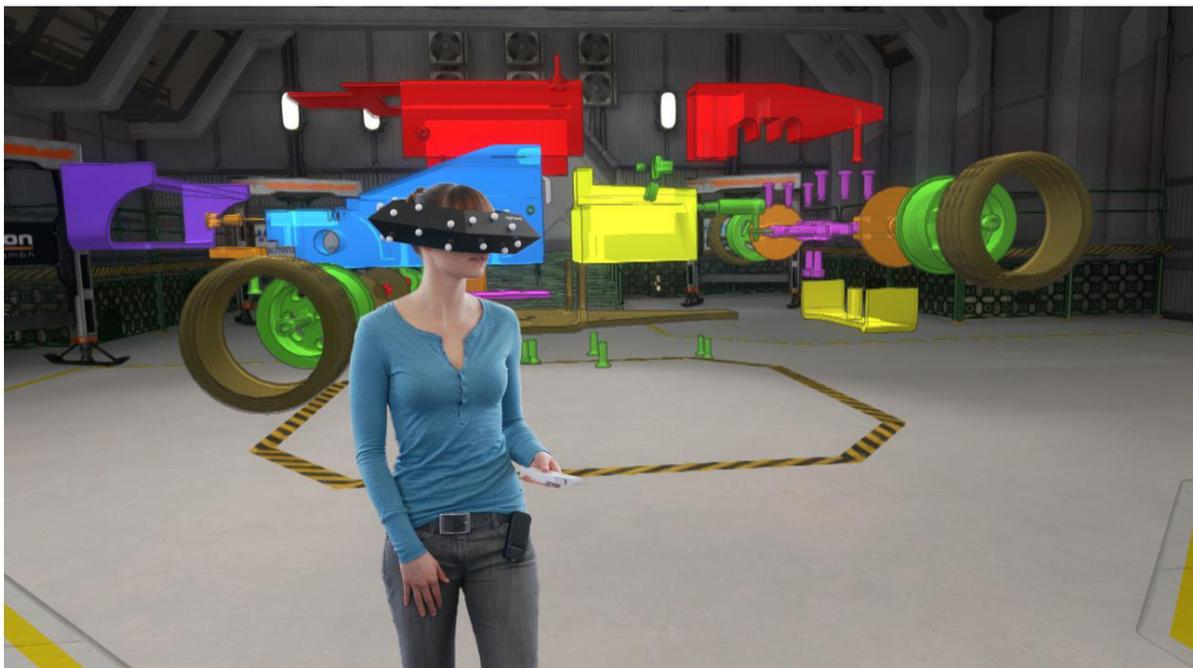


Abb. 6: Explosionsdarstellung in der Virtuellen Realität, Formel-1-Rennwagen.

Hierbei handelt es sich um einen virtuellen Formel-1 Rennwagen, bei dem „sich die einzelnen Teile des Fahrzeugs räumlich voneinander trennen (Explosionsdarstellung) und der Benutzer die Elemente durch Umherlaufen und Bücken aus jeder Perspektive betrachten kann. [...]. Dabei läuft er ganz natürlich durch die reale Welt [...] ist in das Szenario eingetaucht und steuert die Simulation.“ (vgl. Weiss 2013). Trotz aller Buntheit und technologischen Raffinesse mit der man versucht der technischen Zeichnung beizukommen, es bleibt der oszillierende Charakter der indirekten Negation erhalten, da der Zwiespalt zwischen der zeitlichen und räumlichen Darstellung nicht überwunden ist.

Bibliographie

- Ammann, Jost. 1960. *Das Ständebuch. Mit 114 Holzschnitten und Reimen von Hans Sachs*. Leipzig: Insel.
- Bachmann, Albert und Forberg, Richard. 1955. *Technisches Zeichnen*. Ausschluß Zeichnungen im Deutschen Normenausschuß (Hg.). Stuttgart: Teubner.
- Fehrenbach, Frank. 2006. *Pathos der Funktion. Leonardos technische Zeichnungen*. In: Helmar Schramm und Ludger Schwarte und Jan Lazardzig (Hgg.). *Instrumente in Kunst und Wissenschaft: Zur Architektonik kultureller Grenzen im 17. Jahrhundert*. (Theatrum Scientiarum; 2). Berlin/New York: De Gruyter. 84-113.
- Feldhaus, Franz Maria. 1959. *Geschichte des Technischen Zeichnens*. Wilhelmshaven: Franz Kuhlmann.
- Köller, Wilhelm, 2016. *Formen und Funktionen der Negation: Untersuchungen zu den Erscheinungsweisen einer Sprachuniversalie*. Berlin/Boston: De Gruyter.
- Leonardo da Vinci. 1882. *Das Buch von der Malerei. Nach dem Codex Vaticanus 1270*. Band 1. 3 Bde. Wien: Braumüller.
- Ders. 1999. *Profezie, Prophezeiungen*. Italienisch und Deutsch. Weissach im Tal: Alkyon.
- Meyer, Franz Sales. 1927. *Handbuch der Ornamentik*. Leipzig: E.A. Seemann.
- Meyers Lexikonverlag. Dessau, Jürgen (Red.). 1971. *Wie funktioniert das? Die Technik im Leben von heute*. Bibliographisches Institut. (Hg.). Mannheim: Bibliographisches Institut.
- Münkner, Jörn. 2008. *Eingreifen und Begreifen. Handhabungen und Visualisierungen in Flugblättern der Frühen Neuzeit*. Berlin: Erich Schmidt.
- Nietzsche, Friedrich. 1967f. *Friedrich Nietzsche: Sämtliche Werke. Kritische Studienausgabe* (Sigle: KSA) in 15 Bänden. Giorgio Colli und Mazzino Montinari (Hgg.). München/Berlin: dtv/de Gruyter.
- Ommeln, Miriam. 1999. *Die Verkörperung von Friedrich Nietzsches Ästhetik ist der Surrealismus*. Frankfurt a.M./Bern/New York: Lang.
- Dies. 2005. *Die Technologie der Virtuellen Realität. Technikphilosophisch nachgedacht*. Frankfurt a.M./Bern/New York: Lang
- Dies. 2011. *Dionysisch philosophieren: Nietzsches Erkenntnisansatz neu ‚beleuchtet‘. Die Rehabilitierung der Aletheia innerhalb der Wissensstruktur des Logos*. Karlsruhe: KIT.
- Dies. 2015. *Der Cyborg, augmented reality, Google Glass und ihre Umschriftung als Leinwand: Technikphilosophie auf der Grundlage einer Philosophie des Tanzes*. Karlsruhe: KIT.

- Dies. 2016. *Die Natur ist a-moralisch. Genormt durch ‚Zirkel und Lineal‘ ist sie als rechtes Maß für den Menschen unzureichend. Nietzsches Sicht auf den Naturbegriff.* Karlsruhe: KIT.
- Dies. 2018. *Augmented Reality. Das Verschwinden der Farbe.* In: Oliver Ruf und Uta Schaffers (Hgg.). *Kleine Medien. Kulturwissenschaftliche Lektüren.* Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Weiss, Fabian. 2103. *Virtual Engineering: ImmerSight präsentiert auf der EMO 2013 seine VR-Technologie.* In: *Virtual-Reality-Magazin* (10.09.2013). <https://www.virtual-reality-magazin.de/virtual-engineering-immersight-praesentiert-auf-der-emo-2013-seine-vr-technologie> (Abruf am 21.03.2018).

Bildnachweise

- Abb. 1: Archiv der Autorin. Urheber nicht feststellbar.
- Abb. 2: Franz M. Feldhaus. 1959. *Geschichte des technischen Zeichnens.* Wilhelmshaven: Franz Kuhlmann. 9.
- Abb. 3: Franz M. Feldhaus. 1959. *Geschichte des technischen Zeichnens.* Wilhelmshaven: Franz Kuhlmann. 34.
- Abb. 4: Biblioteca Ambrosiana, Mailand, *Codex Atlanticus*, fol. 30v (früher fol. 8v).
- Abb. 5: Franz M. Feldhaus. 1959. *Geschichte des technischen Zeichnens.* Wilhelmshaven: Franz Kuhlmann. 40.
- Abb. 6: Fabian Weiss. 2013. *Virtual Engineering. ImmerSight präsentiert auf der EMO 2013 seine VR-Technologie.* In: *Virtual-Reality-Magazin* (10.09.2013). <https://www.virtual-reality-magazin.de/virtual-engineering-immersight-praesentiert-auf-der-emo-2013-seine-vr-technologie> (Abruf am 21.03.2018).