

Forschungszentrum Arbeit und Technik

artec

F. W. Bruns

Über die Rückgewinnung von Sinnlichkeit
Eine neue Form des Umgangs mit Rechnern

artec Arbeitspapier 19, Januar 1993

Universität Bremen

Forschungszentrum Arbeit und Technik (artec)

Postfach 33 04 40 · D - 2800 Bremen 33 · Telefon (0421) 218 - 24 35

Über die Rückgewinnung von Sinnlichkeit

Eine neue Form des Umgangs mit Rechnern

F. W. Bruns
Universität Bremen
Januar 1993

Zusammenfassung

Vorgestellt wird eine Sicht der Beziehung zwischen dem Menschen, der Umwelt und dem Rechner, die sich an der Bedeutung direkter, ungebrochener sinnlicher Wahrnehmung für das Begreifen und für die gewohnheitsmäßige Nutzung von Rechnern orientiert. Dies führt zu einer neuen und zugleich vielseitig einsetzbaren Interfacetechnik, möglicherweise mit universellen Zügen, die ihren Niederschlag im Werkstattbereich finden soll.

1. Problemlage

Rechner- und Softwaresysteme haben bei aller Unterstützung, die sie einigen Menschen bieten, mehrere gravierende Mängel:

Erstens, sie konditionieren uns, schlechte Qualität hinzunehmen. Viele Softwarenutzer haben sich schon daran gewöhnt, daß fast kein Programm fehlerfrei ist und je innovativer und gieriger nach dem Neuesten sie sind, desto anspruchsloser sind sie gegenüber Softwarefehlern, sie nehmen sie hin und umgehen sie. Nur Computerlaien haben noch die Erwartung, der Computer und die Programme dürften doch eigentlich keine Fehler machen.

Zweitens, sie berauben uns unserer Freiheit und Vielfalt der Sinne. Selbst Menschen, die als ausgesprochen handwerklich und künstlerisch eine Abneigung gegen Schreibmaschinen und Formulare hatten, sieht man heute an Rechner-tastaturen, Mäusen und Bildschirmen sitzen.

Drittens, sie halten uns durch immer 'neue und leistungsstärkere' Systeme in Atem und lassen eine Gewöhnung gar nicht erst aufkommen. Der folgende Ansatz ist ein Versuch, dazu beizutragen, daß sich diese Defizite verringern.

2. Sinnlichkeit als Voraussetzung für die Aneignung von Werkzeugen

Die Fähigkeit, bei der Benutzung eines Rechners träumen zu können, scheint ein wichtiges Indiz dafür zu sein, ob er brauchbar ist oder den Nutzer zu seinem Werkzeug macht. Benjamin (1963) spricht von der Bedeutung der Zerstreuung als Anzeichen für die Fähigkeit, gewisse Aufgaben mit Gewohnheit lösen zu können und Handlungsprozesse verinnerlicht zu haben. Zwei Hauptgründe für die Schwierigkeit, den Rechner zerstreut und selbstverständlich zu nutzen, sind wohl: die häufig erzwungenen Brüche in den Nutzungsgewohnheiten bzw. Nutzungskonzepten und die Verarmung der sinnlichen Wahrnehmung und Interaktion durch Reduktion der Wahrnehmung auf die visuelle Wahrnehmung einer kleinen zweidimensionalen Bildschirmfläche und die Beschränkung der Aktionen auf die Tastatur oder Maus.

Böhle & Milkau (1988) und Böhle & Rose (1992) weisen auf die Bedeutung hin, die ganzheitlich sinnliche Wahrnehmung für ein subjektivierendes Arbeitshandeln und dieses wiederum für die Beherrschung komplexer technischer Prozesse, wie sie in der rechnergestützten Zerspanung oder in der Verfahrenstechnik vorkommen, hat.

Immerhin wird der Übergang von einer rein textlichen und tastaturbezogenen Benutzungsart zu einer ikonographischen mit indirektem Zeigegerät (Maus) schon als Errungenschaft gefeiert. Der Rechnerumgang soll der Schreibtischarbeit ähnlicher werden (Desktop Metapher), indem Arbeitsschritte wie Ausschneiden, Kopieren, Verschieben, Einkleben, Einsortieren und Arbeitsgegenstände wie Ordner, Zwischenablage und Papierkorb eingeführt werden. Die Werkstattwelt, in der mit materiellen Dingen sensibel und feinmotorisch form-erzeugend und stoffverändernd umgegangen wird, findet keine Berücksichtigung.

Das 'Glasbläserinterface' ist in weiter Ferne.

Sieht man aber den sinnlichen Umgang mit Form und Stoff als wichtige Voraussetzung für die Begriffsbildung, für das Begreifen von etwas und die Bildung von Erfahrung, so ist diese Entwicklung bedenklich. Der sinnliche Umgang mit Werkzeugen ist Voraussetzung für ihre Verinnerlichung.

Mit neuen vielsensorischen Eingabemedien, wie dem Datenhandschuh, einer dreidimensionalen Bildschirmsicht über Stereobrille, Bildbewegung und Ton (Multimedia) kündigt sich eine gravierende Veränderung von Rechnerbenutzungsarten an. Zwar nimmt der Einsatz der menschlichen Sinne zu, aber die Art und Weise ihrer Verwendung deutet eher auf eine weitere Entsinnlichung hin. Die Tendenz ist die zu einer virtuellen Welt, einer Scheinwelt im Rechner. Schon

die Desktopmetapher bewirkt eine Verlagerung von Wirklichkeit in den Rechner, indem mit einer Maus als Zeige- und Zeichengerät nicht mehr auf phy-

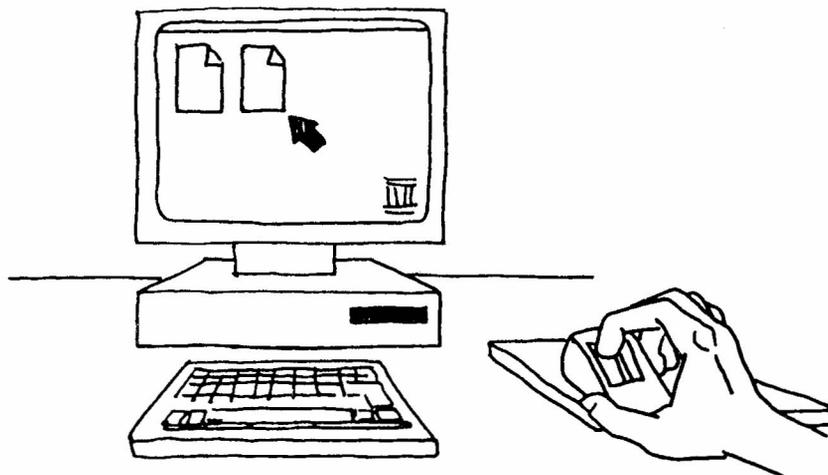


Abb. 1: Desktopmetapher. Werkzeugabbild operiert auf Objektabbild im Zweidimensionalen

sikalische Objekte gezeigt oder diese geformt werden, sondern indirekt die Bewegung eines Abbildes (Pfeil- oder Handsymbol) in Beziehung zu Bildschirmdarstellungen virtueller Objekte gesetzt wird (Abb. 1).

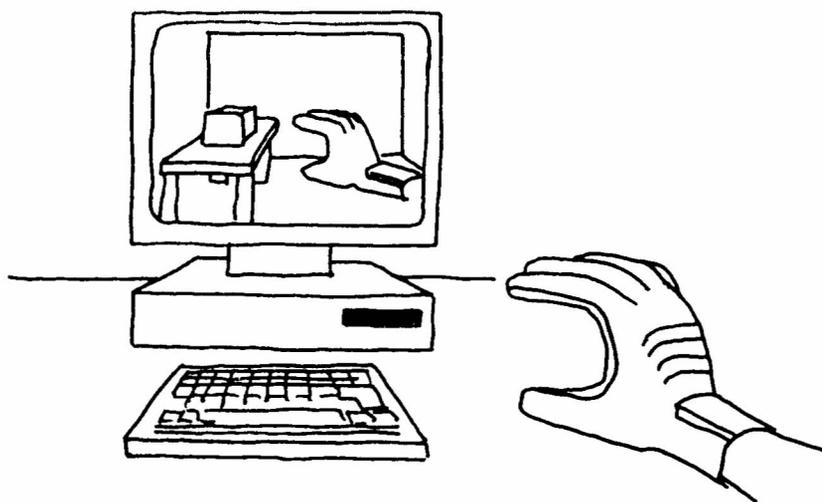


Abb. 2: Virtual Reality. Handabbild operiert auf Objektabbild im Dreidimensionalen

Hier vollzieht sich unmerklich eine Gewöhnung an die Verlagerung von Wirklichkeit in den Rechner, die den Blick für Alternativen einschränkt. Die Konsequenz ist, daß bei Einsatzmöglichkeiten des mit Sensoren ausgestatteten Datenhandschuhs, soweit mir bekannt ist, nur Anwendungen existieren und geplant sind, in denen mit dem Abbild eines ganzen menschlichen Körpers oder Teilen (der Hand) in der virtuellen dreidimensionalen Welt des Rechners navigiert und mit virtuellen Objekten hantiert wird, ohne haptische Entsprechung (Abb. 2). Die Dinge werden schwerelos, widerstandslos, trägheitslos, leer, ohne Substanz. Ich möchte diesen Entwicklungspfad den virtuell orientierten nennen. Es ist ein bedenklicher Weg.

Wir nehmen die Welt über unsere Sinne wahr und verändern sie mit unseren Gliedern. Um mit stofflichen Körpern präzise umgehen zu können, brauchen wir Rückkopplungen. Wir bilden uns eine Idee über die Welt aus diesen Sinnesindrücken, wir konstruieren sie in uns.

Wie bildet der Rechner, oder genauer: wir für den Rechner, ein Modell der Welt? Es existieren zwei Möglichkeiten. Erstens, die Wirklichkeit wird über unabhängige Sensoren direkt vom Rechner aufgezeichnet. Aus Veränderungen der Objekte in der Welt wird auf unsere Aktionen und Absichten geschlossen. Zweitens, über Sensoren an unseren Aktoren, wird ein direkter Bezug zu unserem Wirken auf die Welt hergestellt und dieses Wirken auch auf eine Modellwelt im Rechner übertragen.

Ein freies Handwerken in der Luft, mit nur optischer Rückkopplung über den Bildschirm ist unsinnlich, weil erfahrungsbrechend. Unsere Erfahrung ist bisher eine mit materiellem Widerstand: Gewicht, Härte, Oberflächenrauheit usw.

3. Eine neue Art, den Rechner im Rücken zu haben - ein realitätsorientierter Entwicklungspfad

Eine einfache Idee, so einfach, daß es unglaublich ist, sie noch in keiner Anwendung zu finden, soll im folgenden vorgestellt werden. Sie zeigt eine Alternative zum Verschwinden menschlicher Wirklichkeit im Rechner auf und könnte die Benutzungsart von Rechnern und die Interfacetechnik entscheidend verändern.

Wie kann die Erfahrung aus traditionellem Umgang mit Form und Stoff erhalten bleiben und trotzdem der Rechner in seinen Stärken des Rechnens, Archivierens, Suchens, Vergleichens, Variierens genutzt werden? Wie kann weiterhin wie gewohnt mit einer konventionellen Schreibmaschine, Drehmaschine, mit Töpferton, Rohrleitungen, Schalttafeln, analogen Steuerungen und vielen anderen Geräten umgegangen werden und ein selbstbestimmter Übergang oder Sprung statt eines fremdbestimmten Bruchs zu neuen abstrakteren Umgangs-

formen erfolgen? Wie kann vom konventionellen Herstellungsprozeß eine Brücke zu neuen Form- und Stoffvariationen mit Hilfe des Rechners geschlagen werden (Abb. 3)?

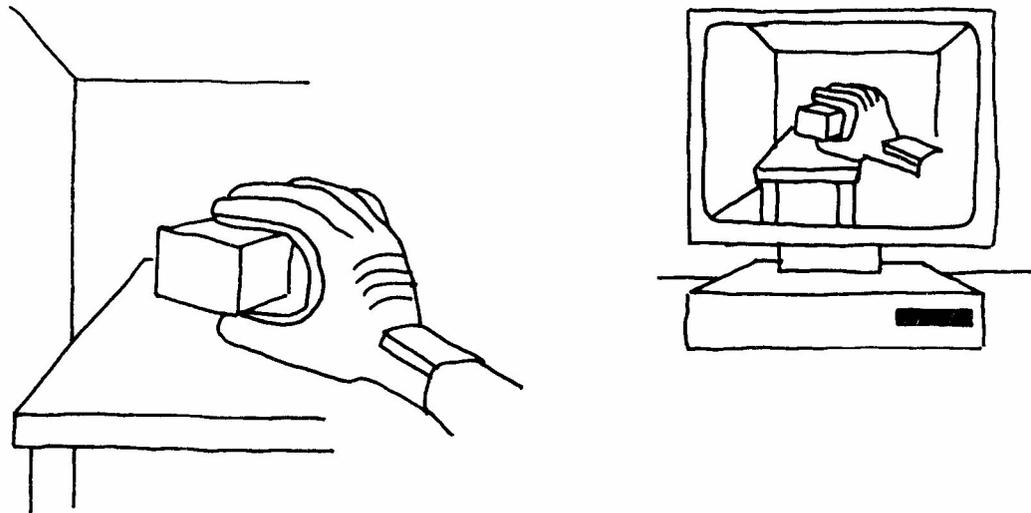


Abb. 3: Werkstattmetapher. Reale Hand operiert auf realen Objekten, Abbildung des Prozesses im Rechner

Eine Möglichkeit wäre (Prinzip 1), alle realen Objekte mit Sensoren auszustatten und mit dem Rechner zu verbinden, so daß dieser ein direktes Abbild von Aspekten der Wirklichkeit erzeugt (Abb. 4).

Hand	Aktion	Reale Objekte	Sensoren	Rechner- interface	Algorithmus	Objekt- modelle
		Maus	a — S1	— I1	A1	a'
		Stift	b — S2	— I2	A2	b'
		Tastatur	c — S3	— I3	A3	c'
		Knopf	d — S4	— I4	A4	d'
		Schalter	e — S5	— I5	A5	e'
		Schieber	f — S6	— I6	A6	f'
		Stellscheibe	g — S7	— I7	A7	g'
		Kurbel	h — S8	— I8	A8	h'
		Töpferton	i — S9	— I9	A9	i'
		Klarinette	j — S10	— I10	A10	j'
		Klavier	k — S11	— I11	A11	k'

Abb. 4: Prinzip 1: Vermessung der Welt

Dieses, der bisherigen Interfacetechnik zugrundeliegende Prinzip, also die Objekte oder Werkzeuge in ihrer Reaktion auf den Menschen zu vermessen, wäre sehr kompliziert und unhandlich. Negroponte (1992) verfolgt diesen Weg, der an einer Theatermetapher orientiert ist und zu einer uns umgebenden Welt führt, die mit Sensor-Akteuren ausgestattet ist, welche auf unsere Wünsche reagieren.

Die einfache und sehr flexible Lösung ist (Prinzip 2): man manipuliert mit einem Datenhandschuh nicht virtuelle sondern reale Objekte, deren Formabbild und Änderungsprinzipien im Rechner vorher erzeugt wurden (Abb. 5).

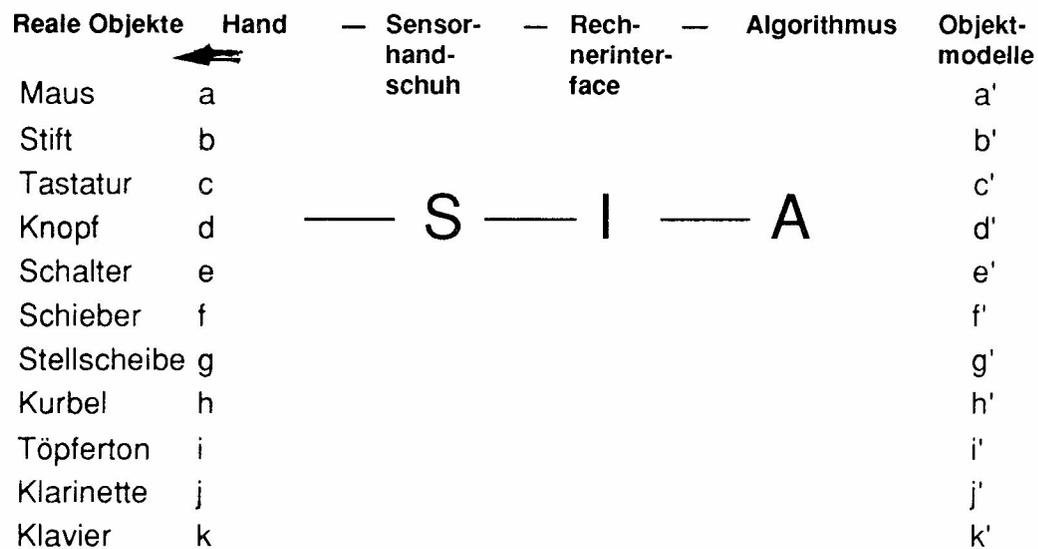


Abb. 5: Prinzip 2: Der Mensch als Maß

Die an den Rechner übertragenen Positions- und Lagedaten der Hand werden benutzt, um Objektmodell und Handmodell synchron zu den Verhältnissen in der realen Welt in Beziehung zu setzen. Zwei einfache Anwendungen: Das Modell einer Klaviertastatur erlaubt mir dann z. B., mit einem Datenhandschuh auf der physikalischen Tastatur zu spielen und die Anschläge auf dem Raster des Modells aufzuzeichnen. Diese Aufzeichnung kann dann variiert und mit anderen Prozessen kombiniert werden. Bei der Herstellung elektronischer Musik ist dieses Aufzeichnen mit anschließendem Verändern und Kombinieren als sog. Midi-Technik weit verbreitet, wird aber immer nach dem Prinzip 1 realisiert, also durch eine aufwendige Sensorik für jede Taste.

Eine Schalttafel für die Steuerung technischer Prozesse, muß nicht mit aufwendigen Signalleitungen hinterlegt werden oder auf die kleinen Dimensionen eines Bildschirms reduziert werden. Sie kann in Originalgröße und mit allen stofflichen Eigenschaften benutzt werden.

Die Anwendungsmöglichkeiten dieses Prinzips sind insbesondere in der Werkstatt vielfältig. Auf der Suche nach einem Übergang von der Desktopmetapher zu einer Werkstattmetapher entwickeln wir im *Labor für Simulations- und Animationsstudien des Forschungszentrums artec* nach diesem Prinzip einen Interface- und Modellbaukasten, in dem für technische Objekte wie Druckknöpfe, An/Aus-Schalter, Schieberegler, Stellscheiben, Kurbeln, Rohrsteckelemente, Maschinenelemente, mechanische Modelle und Maschinen rechnerinterne Abbilder mit ihren Änderungsmöglichkeiten und Funktionen verfügbar sind. Mit diesen Elementen lassen sich dann sehr einfach und anschaulich über reale Objekte rechnerinterne Modelle aufbauen und manipulieren.

Findet unsere Sinnlichkeit im Rechner statt, bezieht also die Kopplung Mensch-Dinge den Rechner so ein, daß der Mensch über sein Abbild mit dem Abbild der Wirklichkeit agiert, oder erhalten wir unsere Sinnlichkeit und Kreativität und weisen dem Rechner die Rolle der Unterstützung von Aufgaben der Variation, Übertragung und Analyse technischer Prozesse zu? Eine Schalttafel oder eine Musikinstrumententastatur sind Benutzungsoberflächen für technische Prozesse, über die wir einen, häufig rückgekoppelten, Zugang zu den im Detail versteckten Prozessen haben. Ersetzen wir diese technischen Prozesse durch andere, rechnervermittelte, so ist dies für unser Verhältnis zur Umwelt kein anderes als z. B. das Auswechseln einer elektrischen Schaltung durch eine pneumatische hinter einer gleichbleibenden Schalttafel. Mit der Anbringung der Sensoren am Menschen und nicht an den Dingen, gewinnen wir an Handlungsvielfalt und Bewegungsfreiheit.

4. Das Funktionsprinzip

Ein einfacher, noch sehr klobiger Datenhandschuh (Abb. 6), der mit Orts- und Lagesensoren, Dehnungsmeßstreifen für die Biegung der Finger, diversen Knöp-

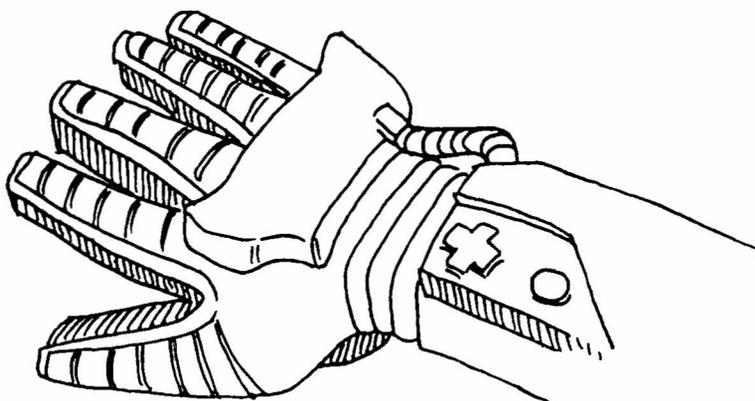


Abb. 6: Nintendo PowerGlove

fen zur Initialisierung und Justierung, einem Prozessor und einer Datenübertragungsschnittstelle zum Hauptrechner ausgestattet ist, sendet einen kontinuierlichen Strom von Orts-, Lage- und Dehnungsdaten. Diese werden vom Rechner interpretiert und mit der Geometrie eines vorher aufgebauten Weltmodells verglichen. Werden Objekte angefaßt oder verändert, so werden entsprechende Funktionen im Rechner aktiviert.

Eine einfache Anwendung auf dem virtuell orientierten Pfad realisierte Jerchel (1992). Mit dem Abbild der Hand kann ein Modellball gegen eine Modellwand geworfen und wieder aufgefangen werden (Abb. 7).

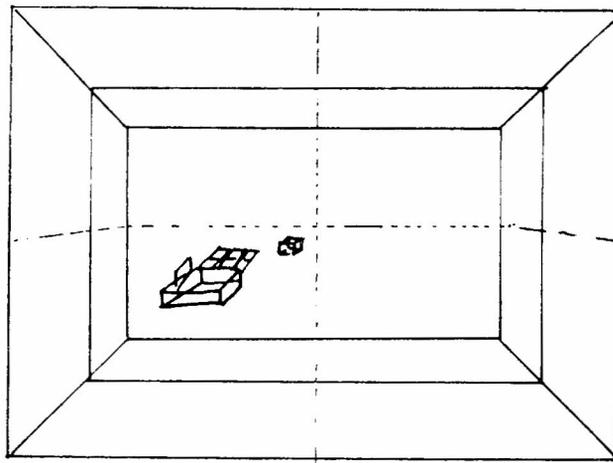


Abb. 7: *Virtuality Squash* (Quelle: c't 12/92)

Der Nutzer versetzt sich also mental und sinnlich in eine schwere- und gefühlslose Scheinwelt. Nach kurzer Gewöhnung gelingt die Koordinierung von Scheinhand und Scheinobjekt auch recht gut. Die langfristigen Konsequenzen aus dieser Veränderung von Sinnlichkeit sind bisher jedoch noch nicht untersucht worden.

Unser Ansatz verfolgt ein anderes Ziel: das des Erhalts von traditioneller Sinnlichkeit. Die Hand mit dem Datenhandschuh operiert mit realen Objekten, der Rechner steht als Hilfskraft im Rücken. Der Vorteil ist, daß alle originären, kreativen Akte des Menschen in der gewohnten anregenden Realität und kommunikativen Umgebung stattfinden, der Rechner aber vom Menschen im Hintergrund gehalten wird und bei Bedarf aktiviert werden kann. Auf Knopfdruck können seine besonderen Stärken der Speicherfähigkeit, Wiederholung, Variation und mathematischen Analyse genutzt werden. Der grundsätzliche Ablauf der Interaktion ist in Abb. 8 dargestellt.

1. Modelliermodus.
Bildung eines rechnerinternen Modells der Hand und der Objekte: Werkstücke und Werkzeuge,
Zuordnung von Aktionsmustern zu sensitiven Stellen der Objektmodelle.
2. Teachmodus. (Speichere die aktuellen Positionen)
Berührung der Objekte und Übertragung der Position an den Rechner,
Speicherung der Objektpositionen im Rechner.
3. Aktionsmodus
Lesen der Handpositionswerte in den Rechner,
Prüfung, ob das Handmodell eine sensitive Stelle eines Objektmodells berührt,
Wenn ja, dann Ausführen entsprechender Aktionen,
Aktualisieren von Objektmodell und Handmodell.

Abb. 8: Prinzip einer realitätsorientierten Rechnersteuerung

5. Beispielhafte Anwendungen

- *Freies Schreiben und Löschen mit Kreide und Schwamm an der Tafel oder mit Bleistift und Radiergummi auf dem Blatt Papier*

Für viele planerische und konzeptionelle Arbeiten, insbesondere in Gruppen, ist der kleine Rechnerbildschirm und die Fesselung an eine Tastatur besonders störend. Daran ändern auch Konzepte der quasi gleichzeitigen, gemeinschaftlichen Nutzung von Rechnein- und Rechnerausgabemedien, wie von Friedrich (1992) vorgestellt, nicht viel. Kreide, Schwamm und Tafel sind leicht zu modellieren. Nach unserem Prinzip ist es möglich, mit einem Datenhandschuh an einer Tafel zu schreiben, zu zeichnen, abzuwischen und parallel dazu den Entwicklungsprozeß im Rechner aufzuzeichnen (was mehr ist, als nur das Ergebnis festzuhalten). Mit den traditionellen Rechermitteln können die Zeichen dann weiterverarbeitet, z.B. analysiert und variiert werden (Metaplan, Planungstafeln).

- *Layouterstellung mit Modellen*

In vielen Anwendungsfällen ist die Modellierung geplanter technischer Anlagen mit einem materiellen Modell (Klötzchenwelt) anschaulicher und kommunikativer als die Modellierung in einem Rechner. Die Stärken des Rechners liegen dagegen in der Simulation, einer systematischen dynamischen Variation und Ablaufanalyse. Scheel (1992) verbindet beide Modellarten miteinander bei der

Fabriklayoutplanung, indem er Holzmodelle von Objekten auf einer Stellfläche positioniert und die Koordinaten über die Tastatur zur weiteren Simulation in den Rechner eingibt. Diese Vorgehensweise führt schon zu einer erheblichen Erweiterung der Vorstellungen, ist jedoch durch die Unhandlichkeit der Prozedur nicht sehr interaktionsfreundlich. Nach unserem Prinzip der Modellierung können die materiellen Modelle mit der Hand aufgebaut, variiert und erweitert werden und parallel dazu im Hintergrund jeweils Analyseverfahren im Rechner ablaufen, die zu gesprochenen, auf dem Bildschirm angezeigten oder ausgedruckten Änderungsvorschlägen für die Modellierenden führen.

- *Auslegung von komplexen Rohrleitungssystemen.*

Rechnergestützte Konstruktionssysteme sind bisher noch sehr schlecht geeignet, verfahrenstechnische Rohrleitungen, die durch zahlreiche Kreuzungspunkte, Verzweigungen und Verdeckungen gekennzeichnet sind, so anschaulich darzustellen, daß ein Modellierer die Orientierung behält. Nach dem hier vorgestellten Prinzip können Rohrmodellelemente mit der Hand zu einem anschaulichen materiellen Modell zusammengesteckt werden, während parallel dazu das rechnerinterne Modell entsteht. Letzteres wird dann zur Analyse und Variation eingesetzt (Material- und Energietransport-, Festigkeit-, Druckberechnungen).

- *Einsatz im realen Betrieb*

Zahlreiche Positionierungen und Handhabungen von Werkzeugen und Maschinen können über diese neue Interfacetechnik rechnergestützt erfolgen, zum Beispiel:

direkte Roboterführung ohne Sensorkopf,
Bohren, Drehen, Fräsen über konventionelle Handräder und Hebel,
Fahrzeug- und Flugzeugsimulatoren mit einfachen Cockpits,
Montage und Qualitätskontrolle,
Lastfahrzeuge und Kräne,
mobile Schalttafeln,
Aktorik in der Prozeß- und Gebäudeleittechnik.

- *Einsatz im Spiel*

Mit Hilfe eines Mechanikbaukastens (Leonardo), der aus einer begrenzten Anzahl Grundbausteinen besteht, können materielle Modelle gebaut werden, deren immaterielles Abbild gleichzeitig im Rechner entsteht, erhalten bleibt und variiert, aggregiert und animiert werden kann (Abb. 9).

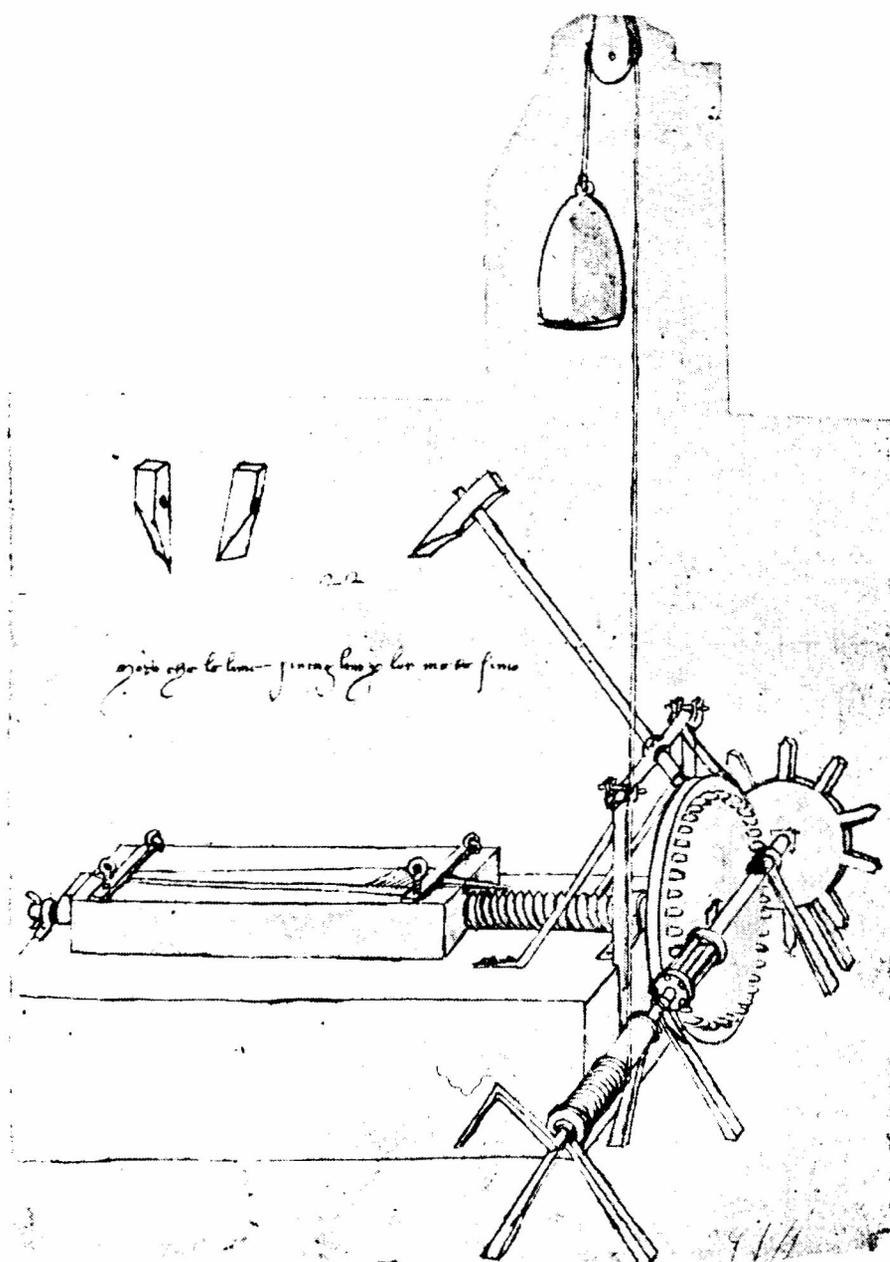


Abb. 9: Früher Maschinenentwurf Leonardos (Quelle: Codex Atlanticus, Folio 6 recto, nach Heydenreich et al 1980)

Die materiellen Grundelemente können auseinandergenommen und für neue Konstruktionen verwendet werden. Dabei bleibt der kreative Akt im anschaulichen, direkt sinnlichen Bereich, die Analyse, Variation, Duplikation und Kombination zu komplexen Systemen erfolgt mit Hilfe des Rechners. Dadurch sind Übergänge möglich von einer materiellen, sinnlichen, experimentellen Welt zu einer analytischen der Naturgesetze. Kunst, Technik und Wissenschaft rücken zusammen.

Literatur

- Benjamin, W. (1963): Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main
- Böhle, F., Milkau, B. (1988): Vom Handrad zum Bildschirm. ISF München, Campus Verlag
- Böhle, F., Rose, H. (1992): Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen. ISF München, Campus Verlag
- Bruns, W., Heimbucher, A., Müller, D. (1993): Von der Desktop- zu einer Werkstattperspektive. Universität Bremen, artec-Arbeitspapier 20
- Bruns, W., Müller, D. (1993): Hypermedia als Simulationswerkzeug. Universität Bremen, artec-Arbeitspapier 17
- Friedrich, J.: Die Gestaltung von Meeting Support-Systemen unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher Kriterien am Beispiel des DyWa-Systems. In: Wirtschaftsinformatik 2, 93
- Heydenreich, L. H., Dibner, B., Reti, L. (1980): Leonardo der Erfinder. Belsler Verlag, Stuttgart und Zürich
- Jerchel, P. (1992): Virtuality now!, Rechnerinterface für den Nintendo PowerGlove, Teil 2-4. In: c't 10-12/92, S. 250-255, 274-280, 278-282
- Kraus, M. (1992): Virtuality now!, Rechnerinterface für den Nintendo PowerGlove, Teil 1. In: c't 9/92, S. 158, 162
- Negroponte, N. (1991): Beyond a Desktop Metaphor. In: A. R. Meyer et al (Eds.): Research Directions in Computer Science: An MIT Perspective. The MIT Press, Cambridge
- Scheel, J. (1991): MODUCAD. Werkstattgestaltung, Fertigungsstrukturierung und Layout-Planung mit MODellen Und CAD. Einführungsseminar, PSA-Institut/Hochschule Bremen, Mai 1991