

Eine Methode zur Rekonstruktion antiker Mechaniken, erläutert an der Apollon-Philesios-Statue des Kanachos

Dr. H. J. Schwerdhöfer

1. Einführung in eine Rekonstruktionsmethode

Im Rahmen der Klassischen Philologie findet die Textkritik ihr Arbeitsfeld vornehmlich in der Auseinandersetzung mit literarischen Themen, obwohl die erhaltene technische Literatur oft größere Probleme bietet. Diese ist mit Ausnahme jener der Kriegsmaschinen oft unvollständig und schwer verständlich.

So ist man über jede plausibel erscheinende Verständnishilfe froh, und es gibt Rekonstruktionsversuche des 19. Jh., an denen bis heute weder Neufunde noch neue Erkenntnisse gerüttelt haben. Ein Modellfall ist der bewegliche Hirsch der Apollon-Statue des Kanachos.

E. Petersen¹ hat 1880 eine Rekonstruktion schriftlich entwickelt, die von W. Schmidt² zeichnerisch umgesetzt (Abb. 1) und von A. Schürmann³ (Abb. 2) 1991 wieder aufgegriffen wurde.

Die Rekonstruktion eines antiken Gerätes ist als innovativer Vorgang durchaus vergleichbar mit der Konstruktion eines Apparates unserer Zeit. Hier wie da bringt der zündende Einfall eines Erfinders ein Unikat hervor, deren Lebensdauer allerdings sehr unterschiedlich ist.

Während die meist nur einzige Lösung einer Rekonstruktion eines antiken Gerätes unangetastet und nicht angezweifelt in der Literatur weiterlebt, ist einem Produkt unserer Tage, das nach einer einzigen Lösungsidee realisiert wurde, kein langes Leben beschieden. Mancher Erfinder, verliebt in seine Erfindung und blind für andere Lösungen, wird vom Wettbewerb durch Patentumgehungen um seinen erwarteten Erfolg gebracht. Nicht immer, aber doch häufig übertreffen solche später auf den Markt gebrachte Umgehungslösungen sogar die Ursprungsidee, weil sie auch die ihr anhaftenden Mängel eliminieren können. So fügen sie dem eigentlichen Urheber, der ja zur Entwicklung und zur Markteinführung viel investiert hat, beträchtlichen Schaden zu.

Zur Vermeidung oder Reduzierung solcher Schäden sind deshalb modern orientierte Unternehmen bemüht, bereits während der Produktentwicklung Umgehungslösungen selbst zu finden und diese auch patentrechtlich zu schützen.

Deshalb wurde in den letzten 60 Jahren die Konstruktionssystematik als eigene Disziplin entwickelt.

Mit ihrer Hilfe können auf relativ einfache Weise jeweils eine Reihe von Umgehungslösungen gefunden werden.

Man kann schlussfolgern, dass es, wie bei Produkten der Neuzeit, auch für Rekonstruktionen antiker Mechanismen jeweils eine Anzahl von Alternativlösungen gibt.

Dass sie nicht erarbeitet wurden, liegt wohl daran, dass sie nicht vermisst wurden bzw. dass durch ihr Fehlen kein finanzieller Schaden entstanden ist. Vielleicht liegt es auch daran, dass weitere Lösungen auf intuitivem Weg oft recht schwer zu finden sind.

¹ E. Petersen, Der Apollon mit dem Hirsch v. Kanachos, Kunstgeschichtliche Miscellen, in Archäologische Zeitung 38, 1880, 22–26, 192f.

² W. Schmidt, Aus der antiken Mechanik, in Neue Jahrbücher f. d. klassische Altertum, 1904, 346ff.

³ A. Schürmann, Griechische Mechanik und antike Gesellschaft, 1991, 230.

1904



Fig. 37



Abb. 1.

1991

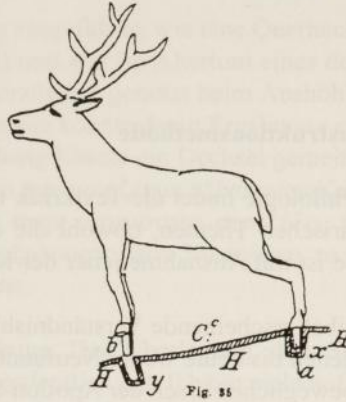


Fig. 38



Abb. 2.

Jahr	Autor	Land	Titel
1932	Ostwald	Deutschland	Lehre vom Erfinden
1943	Wögerbauer	Deutschland	Technik des Konstruierens
1948	Zwicky	USA	Morphological Method
1950	Fish	USA	Engineering Method
1952	Bischoff/Hansen	DDR	Rationelles Konstruieren
1954	Kesselring	Schweiz	Technische Kompositionslehre
1962	Goransky	UdSSR	Theorie automatisierter Ingenieurarbeit
	Asimow	USA	Introduction to Design
	Gosling	GrBr	Engineering Systems
1965	Hansen	DDR	Konstruktionssystematik
1966	Gregory	GrBr	Design Method
1969	Müller	DDR	Systematische Heuristik
1970	Rodenacker	BRD	Methodisches Konstruieren
1972	Beitz/Pahl	BRD	Für die Konstruktionspraxis

Abb. 3. Kurzbibliographie zur Entwicklung der Konstruktionswissenschaft

Um dem abzuhelfen und um künftig die Suche nach alternativen Rekonstruktionslösungen auf relativ einfache Weise zu ermöglichen, schlage ich eine modifizierte Konstruktionsmethode vor, die sich an den Arbeiten von F. Hansen⁴ der Ilmenauer Schule orientiert.

Erst wenn alle denkbaren Rekonstruktionslösungen vorliegen, kann man jene Lösung, die dem antiken Gerät am nächsten kommt, erkennen und auch die bisher unbeantworteten Fragen und Ungereimtheiten klären.

⁴ F. Hansen, Konstruktionssystematik, 3. Auflage. Berlin VEB-Verlag Technik, 1968. Konstruktionswissenschaft-Grundlagen und Methoden. 1974.

Die Rekonstruktion nach der vorgeschlagenen Methode erfolgt in 5 Arbeitsschritten:

1. Auswertung der antiken Quellen zur Ermittlung des Grundprinzips

Neben antiken Schriftquellen gehören zu den antiken Quellen Ausgrabungsfunde, Darstellungen auf Münzen und Gemmen, sowie Reliefs, Plastiken, Malereien etc.

2. Bestimmung des Grundprinzips des zu rekonstruierenden Geräts

D. h. Formulierung des Wesenskerns des Gerätes. Das Grundprinzip ist der gemeinsame Nenner aller Alternativlösungen. Es erfasst die Gesamtfunktion [Funktionsziel und eingrenzende Bedingungen] und die Gegebenheiten [Elemente und Eigenschaften].

3. Formulierung der Teilfunktionen und Suche nach Lösungs- bzw. Bauelementen zum Erfüllen der Teilfunktionen

Dabei kommt es darauf an, alternative Elemente einander gegenüber zu stellen, z. B. bei **geometrischen Angaben**: oben, unten, rechts, links etc. bei **Kräften**: Druck, Zug, Schwerkraft etc. bei **mechanischen Elementen**: Hebel, Rad, Exzenter, Kurbel, Schraube, Schnecke, Schiefe Ebene u.s.w.

Die Kombination dieser Teilfunktionen bzw. dieser Elemente zu Arbeitsprinzipien, geschieht sinnvoll mit der Auflistung von „Ordnenen Gesichtspunkten“ und deren „Unterschiedlichen Merkmalen“.

Zur Darstellung von Lösungsprinzipien und von sog. Bausteinen zur Erfüllung der Teilfunktionen sind einfache aussagefähige Symbole nützlich, die, wenn erforderlich, durch aufgabenspezifische Angaben verbal ergänzt werden können.

4. Kombination der Lösungselemente mittels eines morphologischen Kastens

Allgemein besteht ein Ordnungsschema – von Zwicky⁵ erstmals als „Morphologischer Kasten“ bezeichnet – aus Zeilen und Spalten, in denen im Überschriftenkopf die Teilfunktionen und die zu ihrer Erfüllung gehörenden Bausteine, also die „Ordnenen Gesichtspunkte“ und deren „Unterschiedliche Merkmale“ so eingetragen werden, dass sich durch ihre Kombination die verschiedenen Rekonstruktionslösungen ergeben⁶.

Das bedeutet, dass jedes Feld des Morphologischen Kastens eine theoretische Lösung anzeigt. Das Hauptproblem dieser Kombinationsmethode ist, festzustellen, welche der Lösungsprinzipien miteinander verträglich und kollisionsfrei und somit kombinierbar sind. Das theoretische Lösungsfeld muss deshalb spätestens während des 5. Arbeitsschrittes auf die realisierbaren, d. h. auf die funktionierenden Lösungsfelder eingeschränkt werden. Der Vorteil, Lösungsprinzipien mit den zu ihrer Erfüllung nötigen „Bausteinen“ in Morphologischen Kästen systematisch zu ordnen, liegt einmal darin, dass durch die „freien“ Lösungsfelder die Suche nach weiteren Lösungen angeregt wird, und zum anderen, dass wesentliche Lösungsmerkmale und entsprechende Verknüpfungsmöglichkeiten bei der Formulierung der in den Spalten bzw. Zeilen einzutragenden Parameter leichter erkannt werden können.

5. Erläuterung und Beurteilung der entstandenen Lösungen und Beseitigung bzw. Minderung erkannter Mängel

Mit dieser in 5 Arbeitsschritten dargestellten Rekonstruktionsmethode gelangt man sehr schnell zu einer größeren Zahl von Lösungen. Die Methode soll im Folgenden am Beispiel des Hirsches der Apollon-Philesios-Statue näher erläutert werden.

⁵ F. Zwicky, Entdecken, Erfinden, Forschen im Morphologischen Weltbild, 1966/71.

⁶ Darstellungsmöglichkeiten von Morphologischen Kästen hat D. Dreiholz ausführlich und umfassend zusammengestellt in: Ordnungsschemata bei der Suche nach Lösungen. Konstruktion 27 (1975) 233–240. Siehe hierzu auch Anlage 2.

2. Die Statue des Apollon Philesios mit dem Hirsch

(Zusammenfassung ihrer Geschichte und Forschungsgeschichte)

Um 500 v. Chr. schuf der Bildhauer Kanachos aus Sikyon⁷ die Bronzestatue des Apollon Philesios, wahrscheinlich als Weihgeschenk der Polis Milet⁸ für das Orakelheiligtum des Apollon von Didyma. Dort wird er – ähnlich wie in heutigen Museen Objekte, bei denen sich etwas bewegt, besondere Beachtung finden – schon damals die Besucher des Heiligtums angezogen haben.

In Didyma überstand die Statue im Jahre 494 v. Chr. unversehrt die Verheerung des Heiligtums durch die Perser, wurde aber einige Jahre später von Xerxes als Beutekunst nach Persien verschleppt⁹. Wahrscheinlich fand sie zusammen mit anderen griechischen Kunstgegenständen ihren Platz in der Residenz Ekbatana. Nach der Eroberung Ekbatanas durch Alexander im Jahre 330 v. Chr. wurde der dortige Königspalast zum Sammelplatz vieler aus ganz Persien zusammengetragener Kunstschätze.

Spätestens damals wurde auch der Apollon dort aufgestellt.

Als sich die Diadochen 321 v. Chr. in Triparadeisos (Nordsyrien) über die Aufteilung des Alexanderreiches einigten¹⁰, erhielt Seleukos I die Satrapie Babylon, in deren Territorium Ekbatana lag. Die dort gesammelten Kunstgegenstände kamen so in den Besitz der Seleukiden.

Seleukos Nikator entschloss sich um 300 v. Chr., die Statue an die Milesier zurückzugeben¹¹. So kam sie nach fast 200 Jahren wieder an ihren ursprünglichen Platz, nach Didyma. Nach 150 n. Chr. konnte Pausanias sie dort noch – höchstwahrscheinlich nach Augenschein – beschreiben¹².

Im 3. Jh. n. Chr. zerstörten und plünderten die Goten das Heiligtum von Didyma. Dabei ging wohl auch die Statue verloren.

Über ihr Aussehen können wir uns durch hellenistische (ab frühem 2. Jh. v. Chr.) und kaiserzeitliche Münzen von Milet sowie anhand verschiedener Gemmen und Reliefs eine Vorstellung machen. Auf ihnen ist der Gott im archaischen Kouros-Schema dargestellt mit dem Bogen in der leicht abwärts gehaltenen Linken und einem Hirsch auf der vorgehaltenen Rechten.

Bei den Ausgrabungen des Theaters von Milet fand sich 1903 eine Friesplatte des 3. Jh. n. Chr. mit einer Relief-Darstellung des Apollon mit einem kleinen Hirsch auf der vorgestreckten Rechten. Seit der Publikation durch R. Kekulé v. Stradonitz¹³ im Jahre 1904 wird dieses Relief, zusammen mit weiteren Zeugnissen, allgemein als Darstellung der Statue des Kanachos betrachtet.

Eine umfassende Zusammenstellung der einschlägigen Zeugnisse hat Erika Simon¹⁴ vorgelegt, und über ein weiteres Marmorrelief aus dem Staatlichen Museum Berlin, das beim Abbruch der byzantinischen Adytonbasilika (1924) in Didyma gefunden wurde, hat E. Bielefeld berichtet¹⁵. Diesen Darstellungen aus hellenistischer und römischer Zeit verdanken wir unser Wissen über das Aussehen der Statue¹⁶.

⁷ Plin. n. h. 34. 75.

⁸ K. Tuchelt, Einige Überlegungen zum Kanachos-Apollon von Didyma, in: JdI 101–1986, 75ff. Schürmann, Griechische Mechanik und antike Gesellschaft. 1991, 230.

⁹ Herodot. 6.19. Paus. 1. 16; 8. 46. Strabo 11 p. 518, 14 p. 634. E. Simon, Beobachtungen zum Apollon Philesios des Kanachos, in: „Charites“, Festschrift für E. Langlotz (1957), 42.

¹⁰ Diodor 18, 39, 1; 19, 12, 2.

¹¹ Paus. 1. 16. 3.

¹² Paus. 9. 10. 2.

¹³ R. Kekule v. Stradonitz, Über den Apoll des Kanachos, in: SPrAw, Berlin 1904, 786–801.

¹⁴ E. Simon, a. O., dort unter Anmerkung 1, Literaturangaben zum Kanachos-Apoll.

¹⁵ E. Bielefeld, Ein anatolisches Motiv bei Kanachos, in: IstMitt 12, 1962, 18f.

¹⁶ E. Bielefeld, a. O. 19; E. Simon a. O. 38; L. Lacroix, Les Reproductions des Statues sur les Monnaies Grecques (1949) 221ff.



Abb. 4. Apollon Philesios, Gemme, Athen, Nat. Museum.



Abb. 5. Apollon Philesios, hellenistische Münze aus Milet. 1. Jh. v. Chr. London, Brit. Museum.



Abb. 6. Apollon Philesios, Relief aus dem Theater von Milet. 3. Jh. n. Chr., H = 79,5 cm. Berlin, Staatliche Museen.



Abb. 7. Apollon Philesios, Relief aus Didyma 3. Jh. n. Chr., H = 92,6 cm Berlin, Magazin der Staatlichen Museen.

Der Hirsch ist kein geläufiges Attribut des Apollon. Er wird als Hinweis auf die enge Verbindung des Gottes mit seiner Zwillingschwester Artemis gedeutet oder auf hethitische Vorstellungen von einem „Schutzgott der Wildflur“ zurückgeführt, dessen Wesenszug in das Bild des didymäischen Gottes eingegangen sei¹⁷.

¹⁷ E. Bielefeld, a. O. 25 und 36.

Von diesem Hirsch berichtet Plinius¹⁸, dass er durch eine Mechanik abwechselnd seine Vorder- oder Hinterläufe anheben konnte. Für diesen Mechanismus hat E. Petersen eine Rekonstruktion vorgeschlagen – meines Wissens die einzige, die zeichnerisch vorliegt¹⁹ (Abb. 1). W. Schmidt²⁰ schreibt darüber: „E. Petersen hat eine sinnreiche Einrichtung erdacht, welche den Witz dieses von den Besuchern des Didymaions gewiss vielbewunderten mechanischen Kunstwerkes zu verdeutlichen sucht“. Weniger enthusiastisch äußert sich dazu A. Schürmann²¹: „Petersens Vorschlag ist technisch befriedigend, lässt jedoch die Frage nach dem Verwendungszweck der Anordnung offen“.

E. Bielefeld²² dagegen stellt fest: „Irgendwie war der Hirsch als bewegliches Kunstwerk gestaltet; die Mechanik, die es in Bewegung setzte, entzieht sich unserer Kenntnis“ und B.K. Weis^{22a} bemerkt: „Über die Art dieses Mechanismus ist viel gerätselt worden; aufzuklären wird die Frage wohl nie sein“.

Die sich ergebenden Fragen: ob die Rekonstruktion Petersens wirklich technisch befriedigen kann, und ob sich der Mechanismus des Hirsches des Kanachos tatsächlich unserer Kenntnis entzieht, sollen durch die folgenden Untersuchungen näher erörtert werden. Zuvor jedoch sei noch auf eine andere Plinius-Stelle hingewiesen. Plinius bespricht in seinem 33. und 34. Buch verschiedene Metalle und Dinge, die man daraus macht.

In n. h. 34, 3 behandelt er Legierungen und erwähnt, dass es viele Bronzekunstwerke (Statuen) gibt, mit denen sich Künstler einen Namen gemacht haben. In diesem Kontext mit Metallen zählt er bedeutende Künstler und ihre Werke auf. Dabei erwähnt er in n. h. 34, 19 auch den „Apollon Philesios des Kanachos“.

Es ist festzuhalten, dass Plinius dieses Standbild weder als ein besonderes Kunstwerk, noch als Kultbild und auch nicht als mechanisches Wunderwerk hervorhebt, sondern es im Kontext mit Metallen als eine Statue, die aus Bronze gemacht ist, erwähnt.

In unseren Quellen wird es nicht als Kultbild in Didyma erwähnt; es gibt auch keine archäologische oder textliche Quelle, die zu ihrem Aufstellungsort im Heiligtum²³ führte.

Auch die Tatsache, dass Kult und Orakel des Apollon während des „Exils“ der Statue florieren, spricht gegen eine kultische Bedeutung der Statue.

Ihre Berühmtheit verdankt die Statue also nicht einer aus dem Kult bekannten Funktion, sondern den Tatsachen, dass sie von dem bekannten Erzgießer Kanachos geschaffen wurde und dass sie zu den von den Persern erbeuteten Kunstschatzen gehörte, die von Alexander d. Gr. in Ekbatana gesammelt und später durch Seleukos Nikator an die Milesier zurückgegeben wurden.

Wahrscheinlich konnte Milet an den Namen ihres Schöpfers und ihre Geschichte anknüpfen, um sie propagandistisch (Münzprägung!) bekannt zu machen.

Der Apollon des Kanachos war nach heutiger Ansicht der Forschung kein Kultbild²⁴. Es war wohl eine auf Schauwirkung ausgerichtete Statue, die vermutlich den Weihgeschenken zuzuordnen ist, die in den Bauten auf der Ostterrasse des Tempels aufgestellt waren.

E. Simon²⁵ sieht in dem Hirsch ein archaisch-naives Werk, das noch in den „dädalischen Vorstellungskreis“ gehört. (Der legendäre Daidalos, der Nachahmer der Werke des Hephaistos, schuf mechanische Geschöpfe, die sich so bewegen konnten, als wären sie lebendig.)

¹⁸ Plin. n. h. 34, 75.

¹⁹ E. Petersen, Der Apollon mit dem Hirsch v. Kanachos, Kunstgeschichtliche Miscellen, s. Lit. Hinw.

²⁰ W. Schmidt, Aus der antiken Mechanik, in: Neue Jahrbücher f. d. klassische Altertum, 1904, 346ff.

²¹ A. Schürmann, a. O., 228ff.

²² E. Bielefeld, a. O. 19. ^{22a} W. Weis, Didyma – Das Orakelheiligtum des Apollon, 1983, 56ff.

²³ K. Tuchelt, a. O., 77; A. Schürmann, a. O., 230 mit Anm. 28 u. 29.

²⁴ K. Tuchelt, a. O., 78ff. und AW, 1991 Sondernummer, 20; A. Schürmann, a. O., Anm. 33.

²⁵ E. Simon, a. O. 42.

3. Rekonstruktionen der Mechanismen für die Bewegung des Hirschs

1. Schritt: Auswertung der antiken Quellen und Auflistung der Funktionen

Auf die Statue des Kanachos geht Plinius in n. h. 34, 75 näher ein:

„*Canachus Apollinem nudum [fecit], qui Philesius cognominatur, in Didymaeo Aeginetica aeris temperatura, cervumque una ita vestigiis suspendit, ut linum subter pedes trahatur, alterno morsu calce digitisque retinentibus solum, ita vertebrato ungue utrisque in partibus, ut a repulso per vices resiliat*“

„Kanachos machte den nackten so genannten Apollon Philesius im Didymaion aus äginetischer Bronze und ließ zugleich mit ihm einen Hirsch derart mit den Füßen schweben, dass ein Faden unter den Füßen durchgezogen wurde, indem infolge abwechselnden Eingreifens ihn nur der Handballen (*calx*) und die Finger festhielten, da auf beiden Seiten (vorne u. hinten) je ein Zahn in der Weise von Halswirbeln eingreift, dass er infolge Aufstoßens abwechselnd zurückprallt“²⁶.

Der Text des Plinius weist nach Meinung der meisten Altertumswissenschaftler eine Korruption²⁷ auf. Das führte zu unterschiedlichen Deutungen und verschiedenartigen Rekonstruktionsanregungen. Diese können in zwei Grundtypen eingeteilt werden:

In **einteilige Hirsche**, die komplett bewegt werden, und in Hirsche mit **gelenkigen Läufen**.

Die erste Rekonstruktion eines einteiligen Hirsches schlug E. Petersen²⁸ vor, die eines Hirsches mit beweglichen Gliedern A. Mahler²⁹.

Zu unterschiedlichen Auffassungen führten z. B. der Ausdruck *resilat*, der von den einen im Sinne eines Rückstoßes (Impuls) gedeutet wurde³⁰, während andere darunter einen Sprungmechanismus verstanden³¹. Auch die Bezeichnungen *calx*, *digiti* und *solum* wurden unterschiedlich interpretiert³².

Da mit dieser Abhandlung eine Methode zur Rekonstruktion antiker Mechaniken vorgeschlagen wird, welcher der Hirsch des Kanachos nur als Beispiel dient, ist es nicht erforderlich, beide Grundtypen (einteiliger und mehrteiliger Hirsch mit beweglichen Gliedern³³) abzuhandeln.

²⁶ Übersetzung von W. Schmidt, a. O. 329., zu dem Beinamen „Philesios“ s. K. Tuchelt a. O. 76.

²⁷ A. Schürmann, a. O., 228. F. le Bonniec, (Hrsg.) *Pline l'ancien, Histoire naturelle. Livre XXXIV. Texte établi et traduit par H. le Bonniec, commenté par H. Gallet de Santerre et le Bonniec, Coll. Budé, Paris 1983, 133 und 248f. R. Kekule von Stradonitz a. O., 6.*

²⁸ E. Petersen, a. O.

²⁹ A. Mahler, *Der didymaische Apoll des Kanachos*, in: *Journal International d'Archéologie*. N° 4, 1901, 115–124.

³⁰ W. Schmidt, a. O., 346

³¹ K. Tuchelt, a. O., 76 und Anm. 13

³² A. Mahler, a. O., 116f. R. Kekulé v. Stradonitz, a. O., 6

³³ Die Rekonstruktionsideen für einen gelenkigen Hirsch wurden im Wesentlichen durch milesische Münzen angeregt, auf denen der Hirsch entweder liegend oder stehend dargestellt ist. A. Mahler zog den Schluss, dass der Hirsch des Kanachos liegen und stehen konnte, und dass die Münzen diese beiden Stellungen wiedergaben. Er schlug deshalb einen liegenden Hirsch mit einem mechanischen Innenleben vor, der über Schnüre nach Art einer Marionette aufgerichtet werden konnte. Vorschläge für weitere gelenkige Hirsche folgten. Der wohl letzte findet sich 1978 bei J. Boardmann, *Griechische Plastik in der archaischen Zeit*, 115f.: „Das Tier war so mit der Hand verbunden, daß die Läufe des Tieres nacheinander durch eine unter ihnen durchgezogene Schnur bewegt werden konnten, wobei das Gewicht des Tieres jeweils von den drei gerade nicht bewegten Läufen getragen wurde“.

Nach der Auffindung der großen Apollon-Reliefs im Theater von Milet (1903) und in Didyma (1928), sowie weiteren Münzfunden gilt, dass der Hirsch des Kannachos auf der Hand des Gottes

Die folgenden Überlegungen konzentrieren sich deshalb auf den einteiligen Hirsch.

Der Hirsch des Kanachos muss recht robust gewesen sein, wenn er sich nach über 600 Jahren und nach der zweimaligen ‚Wanderung‘ der Statue noch vorführen ließ.

Funktionen bzw. Anhaltspunkte, die sich aus dem Text des Plinius ergeben

Nach der Übersetzung von W. Schmidt ergeben sich für Rekonstruktionen folgende Funktionen, die das Gerät erfüllen muss:

1. Der Hirsch muss sich so bewegen können, dass er einmal auf seinen Vorderläufen und das andere Mal auf seinen Hinterläufen stehen kann.

Diese Bewegung setzt einen Drehpunkt (Schwenkpunkt) voraus.

2. Beim Schwenken des Hirsches taucht jeweils ein Zahn (Element) in Vertiefungen der ausgestreckten Hand, ähnlich wie Halswirbel ineinander greifen. Er hält die Hinterläufe in den Eingriffsstellen der Handballen, bzw. die Vorderläufe in den ausgestreckten Fingern fest.

Bei den Halswirbeln greift ein Zahn (Dens axis) des zweiten Halswirbels (Axis) von unten in eine Gelenkgrube (Fovea dentis) des ersten Halswirbels (Atlas). Zwischen beiden (Zahn u. Grube) ist ein beachtliches Spiel. Diese Verbindung kann weder als Vorbild für eine exakte Führung noch für eine Kupplung zum Halten des Zahnes (= Huf) dienen. Eher ist sie ein Beispiel für einen Zahn, der mit viel Spiel in eine Vertiefung greift.

Da nicht anzunehmen ist, dass Kanachos zusätzliche Kupplungselemente für je einen „Zahn“ im vorderen und hinteren Bereich des Tieres angebracht hat, kann man unterstellen, dass die Hufe selbst als „Zahn“ ausgebildet waren, oder dass an ihnen ein „Zahn“ angeordnet war.

„Dass an der Eintauchstelle die Läufe in der Hand des Apollon festgehalten wurden“, steht im Gegensatz zu der Aussage, dass sie beim Aufprall zurückgestoßen wurden. Um den Rückstoß zu ermöglichen, muss die Eintauchstelle möglichst reibungsfrei sein. Das spricht tatsächlich für eine Eintauchstelle mit viel Spiel, wie sie bei Halswirbeln gegeben ist. Andererseits muss man aber auch nach dem Sinn einer solchen „Eintauchstelle“ fragen.

Jedenfalls wäre die Klärung des Widerspruchs zwischen „Rückstoß“ und „Festhalten“ wichtig, weil bis jetzt in der Literatur von dem „Festhalten“ abgeleitet wird, dass der Hirsch grundsätzlich nicht von der Hand des Gottes zu lösen war.

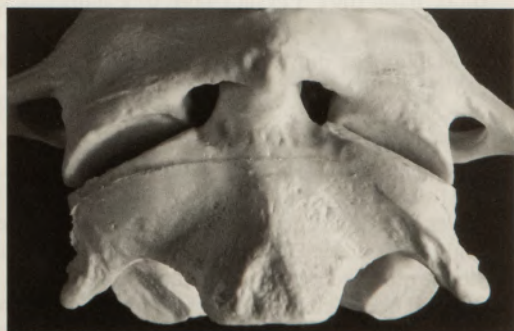


Abb. 8. Dens axis im Eingriff mit Fovea dentis

gestanden hat. Damit – und aus verschiedenen weiteren Gründen – verloren die „gelenkigen Hirsche“ an Bedeutung.

3. Beim Aufsetzen der Hufe entsteht ein Rückstoß, der den Hirsch zurückprallen lässt.

Ein Zurückprallen des Hirsches, beim Aufsetzen der Hufe, erfordert eine Rückstoßkraft, die sich aus dem Impulserhaltungssatz ergibt.

$$\text{Impuls } p = \sum_{i=1}^n m \cdot v.$$

*Dieser Impulserhaltungssatz zeigt, dass es auf die Masse (m) und die Geschwindigkeit (v) ankommt. Der für den Effekt nötige Impuls erfordert folglich eine **schnell bewegte Masse**. Für eine hinreichende Masse muss das Gewicht des ganzen Hirsches zur Verfügung stehen, nicht nur einzelne Glieder.*

Die notwendige Geschwindigkeit muss durch entsprechend schnelle Betätigung herbeigeführt werden. Da zur Erzeugung des Impulses eine möglichst elastische Stoßebene erforderlich ist, verbieten sich für diesen Fall alle nachgebenden Konstruktionen, darunter auch die in der Literatur bekannt gewordenen Rekonstruktionen mit „gelenkigen Läufen“.

4. Unter den angehobenen Läufen kann ein Faden unter den Hufen durchgezogen werden.

Unter dem „linum“ (Faden, Schnur, leichter Stoff), das unter den Hufen durchgezogen wurde, verstehen die einen eine Schnur, mit der der Hirsch bewegt wurde; die anderen vermuten, dass mit einem Faden oder Leintuch für die weiter entfernt stehenden Besucher der Freiraum unter den Hufe demonstriert werden sollte.

5. Die Statue ist aus äginetischer Bronze.

Daten zur äginetischen Bronze liegen nicht vor. Sie dürften jenen der normalen Bronze annähernd gleich sein.

Reibungskoeffizient: $\mu = 0,18$ bis $0,2$;

Reibungswinkel: $\rho = 8$ bis 12° ;

Spezifisches Gewicht: $\gamma = 8,6$ bis $8,8$.

2. Schritt: Formulierung des Grundprinzips

Ein Hirsch, der über einen Mechanismus so bewegt wird, dass er wechselseitig seine Hinter- oder Vorderläufe anheben und beim Aufsetzen der Hufe zurückprallen kann.

3. Schritt: Formulierung der Teilfunktionen und Festlegung von Symbolen

Für die Funktion des Grundprinzips sind zwei Teilfunktionen erforderlich:

- Schwenkung (Geometrie und Lagerung).
- Betätigung (Kraftquelle und Betätigungselemente).

Schwenkung des Hirsches

Für die Schwenkung gibt es zwei Möglichkeiten:

- **Gemeinsamer** Drehpunkt für beide Hufpaare.
Er muss auf der Mittelsenkrechten liegen, damit die Hubhöhe beider Hufpaare gleich ist, kann sich aber über, unter, oder auf der Basislinie befinden.
- **Getrennter** Drehpunkt für Vorder- und Hinterläufe.
In diesem Fall sollten die Drehpunkte annähernd auf der Basislinie liegen.

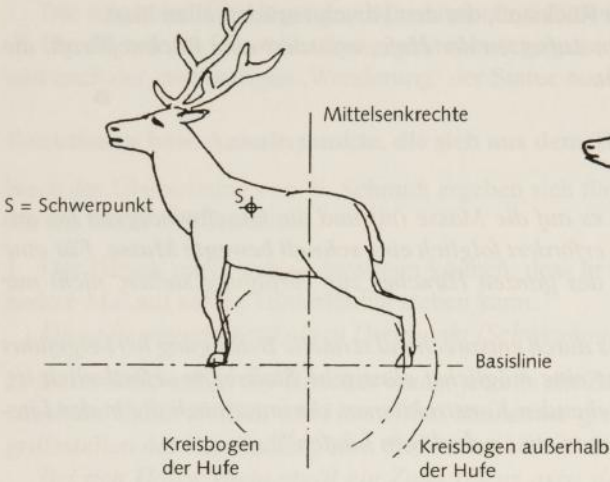


Abb. 9.
Drehpunkt auf der Mittelsenkrechten

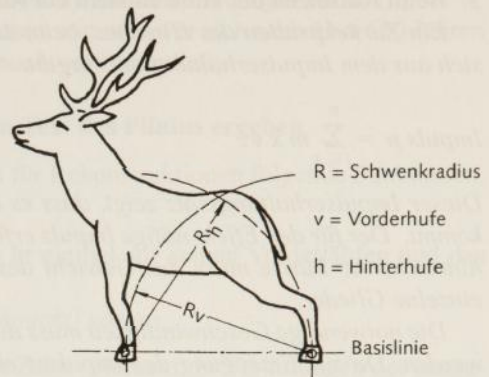


Abb. 10.
Drehpunkt an den Hufen

- Bei einem gemeinsamen Drehpunkt auf der Mittelsenkrechten gibt es verschiedene Lagerungsmöglichkeiten.
 - Lager auf der Mittelsenkrechten.
 - Lager auf dem Kreisbogen der Hufe.
 - Lager auf einem Kreisbogen außerhalb der Hufe.
- Bei getrennten Drehpunkten bieten sich jeweils das andere Hufpaar als Lagerstelle für die zu hebenden Hufe an. Deshalb sollten die Drehpunkte annähernd auf der Basislinie liegen.

Mit dieser Auflistung ergeben sich die „Ordnenen Gesichtspunkte“ (OGP) und die „Unterschiedlichen Merkmale“ (UM) für den „Morphologischen Kasten“.

Begriffe: **Drehpunkt** ist der Mittelpunkt des Lagers.
Lager ist die Stelle, wo sich das drehende und das stehende Teil berühren.
Schwerpunkt ist der Massenmittelpunkt, in dem man sich die Gesamtmasse des Körpers vereinigt denken kann.

Ordnenen Gesichtspunkte:

- OGP I Drehpunkt auf der Mittelsenkrechten
- OGP I.I Lagerung im Bereich der Mittelsenkrechten
- OGP I.II Lagerung auf dem Kreisbogen der Hufe
- OGP I.III Lagerung auf dem Kreisbogen außerhalb der Hufe
- OGP II Drehpunkt an den Hufen
- OGP II.I ohne seitliche Verschiebung
- OGP II.II mit seitlicher Verschiebung

Unterschiedliche Merkmale:

- UM I Drehpunkt unterhalb der Basislinie
- UM II Drehpunkt auf der Basislinie
- UM III Drehpunkt oberhalb der Basislinie
- UM IV Drehpunkt am Körper.

Festlegung von Symbolen:

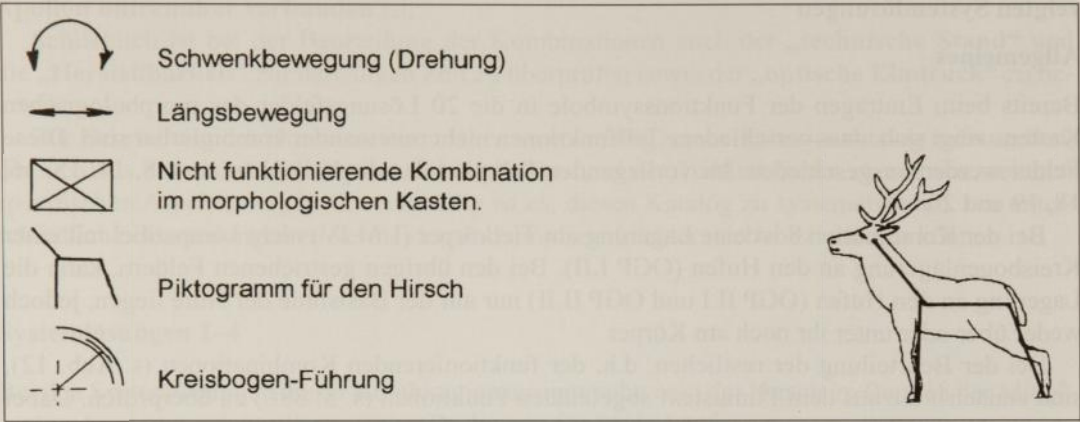


Abb. 11.

Mit den ermittelten geometrischen, konstruktiven oder physikalischen Daten, liegen alle Angaben vor, die zur Kombination von Rekonstruktionslösungen benötigt werden.

4. Schritt: Kombination der ordnenden Gesichtspunkte und der unterschiedlichen Merkmale in einem morphologischen Kasten.

	Drehpunkt direkt auf der Mittelsenkrechten			Drehpunkt an den Hufen	
	Auf der Mittelsenkrechten	Auf Kreisbahn der Hufe	Auf Kreisbahn außerhalb der Hufe	Hirsch verschoben	
				nein	ja
Auf Basislinie	1	5	9	13	17
Unter Basislinie	2	6	10	14	18
Über Basislinie	3	7	11	15	19
Am Körper	4	8	12	16	20

Abb. 12. Systemlösungen zur Schwenkung des Hirsches

5. Schritt: Erläuterung und Beurteilung der im morphologischen Kasten (Abb. 12) aufgezogenen Systemlösungen

Allgemeines

Bereits beim Eintragen der Funktionssymbole in die 20 Lösungsfelder des morphologischen Kastens zeigt sich, dass verschiedene Teilfunktionen nicht miteinander kombinierbar sind. Diese Felder werden ausgeschlossen. Im vorliegenden Fall sind das die Kombinationen 8, 14, 15, 16, 18, 19 und 20.

Bei der Kombination 8 ist eine Lagerung am Tierkörper (UM IV) nicht kompatibel mit einer Kreisbogenlagerung an den Hufen (OGP I.II). Bei den übrigen gestrichelten Feldern, kann die Lagerung an den Hufen (OGP II.I und OGP II.II) nur auf der Basislinie der Hufe liegen, jedoch weder über oder unter ihr noch am Körper.

Bei der Beurteilung der restlichen, d.h. der funktionierenden Kombinationen (s. Abb. 12), sind zunächst die aus dem Pliniustext abgeleiteten Funktionen (s. S. 88f.) zu überprüfen. Dabei ist eine Unterteilung zwischen „Zwangskriterien“, die erfüllt werden müssen, und „Wunschkriterien“, die man gerne erfüllt hätte, sinnvoll.

Dass der Hirsch wechselseitig einmal seine Vorderläufe und ein andermal seine Hinterläufe anheben kann, ist ein eindeutiges Zwangskriterium. Die übrigen Anhaltspunkte können als Wunschkriterien betrachtet werden.

Außer diesen aus dem Pliniustext abgeleiteten Kriterien, müssen weitere zur Beurteilung herangezogen werden.

Eines der wesentlichsten Kriterien ist die „Standfestigkeit“ des Hirsches. Sie ist nur dann gegeben, wenn er entweder in seinem Drehpunkt gelagert ist, z. B. 1–4 und 9–12, oder wenn er auf zwei Läufen stehen kann. Mit nur einem Lauf, oder ohne Lagerung, würde das Tier seitlich kippen oder zumindest verkanten, wenn dies nicht durch zusätzliche Mittel verhindert würde.

Aus den Texten des Plinius geht leider nicht hervor, ob der Hirsch jeweils mit zwei Läufen auf der Hand des Gottes stand, oder ob ein Lauf angehoben war. Alle Wiedergaben auf Münzen, Gemmen und Reliefs zeigen einen Hirsch mit einem erhobenen Vorderlauf.

Sollte der Hirsch des Kanachos einen Vorderlauf angehoben haben – und darauf lassen die Nachbildungen schließen – dann müssen aus Stabilitäts- und Funktionsgründen für den Vorderlauf zusätzliche Mittel zur Seitenabstützung angebracht gewesen sein.

Kriterien	Beurteilung				
	ungünstig				günstig
	-2	-1	0	+1	+2
Anheben der Läufe					
Rückprall					
Betätigung					
Reibungsverluste im Lager					
Stabilität bei nur einem Vorderhuf					
Hirsch von der Hand nicht lösbar					
Eingriffszähne zw. Haufen und Hand					
Herstellbarkeit					
Optischer Eindruck					

Abb. 13. Beispiel für eine Kriterien-Beurteilung.

Ein weiteres für den Schaulustige wichtige Kriterium ist, dass **der Hirsch mit der Hand des Apollon untrennbar verbunden** ist.

Schließlich ist bei der Beurteilung der Kombinationen auch der „**technische Stand**“ und die „**Herstellbarkeit**“ zur damaligen Zeit zu überprüfen sowie der „**optische Eindruck**“ zu beurteilen.

Zur Beurteilung der Kombinationen ist es zweckmäßig, einen Kriterienkatalog aufzustellen, der sich aus dem zur Erfüllung des Grundprinzips und der Teilfunktionen, sowie aus weiteren spezifischen Aspekten ergibt. Zweckmäßig ist es, diesen Katalog zu systematisieren, um unterschiedliche Beurteilungen zu vermeiden und um diese leichter nachvollziehen zu können.

Systemlösungen 1–4

Bei den Systemlösungen dieser Kombinationsgruppe schwenkt der Hirsch im Bereich der Mittelkrechten (gut gelagert!), um einen Drehpunkt für beide Läufe.

Bei den Systemlösungen 1–3 ist am Leib des Hirsches ein Verbindungsstab starr angebracht, dessen Ende als Teil der Lagerung ausgebildet ist.

Bei Systemlösung 4 befindet sich die Lagerung am bzw. im Körper des Hirsches auf einer mit der Basis verbundenen Stütze.

Optisch stellen diese Kombinationen wegen ihrer Verbindungsstäbe oder Stützen kein Optimum dar, wobei zu berücksichtigen ist, dass Stützen bei rundplastischen Skulpturen bekannt waren (überwiegend freilich bei Großplastiken aus Marmor).

Wenn man jedoch bei der Systemlösung 4 für den Apollon eine Handhaltung mit leicht nach unten ausgestreckten Fingern und einen hochgestellten Daumen, als Träger eines Lagerstiftes für den Hirsch, postuliert, dann führt das zu einer durchaus ansprechenden Lösung.

Im Louvre befindet sich als einziger Rest einer römischen Marmorplastik, die als Kopie der Kanachos-Statue gilt, ein Bruchstück mit einer derartigen Hand, auf der ein Tier gelagert ist.

Bei ihrer Betrachtung kann man sich leicht vorstellen, dass am Daumen einer solchen Hand ein Lagerstift horizontal angeordnet werden könnte, auf dem der Hirsch schwenkbar zu lagern wäre. Damit könnte eine sonst notwendige, optisch unschöne Lagerstütze vermieden werden.

Zu dieser Hand bemerkt Bielefeld³⁴:

„[Ihre] Haltung, die durch alle Überlieferungswege der Statue einhellig bestätigt wird, ist mehr als eigentümlich und in der griechischen Kunst bis zu diesem Augenblick, von einem wichtigen Gegenbeispiel abgesehen, nie vorgebildet. Es wohnt ihr etwas Manieristisches, Künstliches inne, das befremdend auffällt. Irgendwie war der Hirsch als bewegliches Kunstwerk gestaltet, die Mechanik, die es in Bewegung setzte, entzieht sich uns leider“.

Lässt diese Äußerung Bielefelds vielleicht den Schluss zu, dass Kanachos der Hand des Apollon diese „befremdliche“ Form gegeben hat, um eine Lagerstütze an ihr zu kaschieren, und dass „in der griechischen Kunst bis zu diesem Augenblick“ die Hände von Statuen in gewohnter Weise geformt waren, weil es bis dahin eben noch keine mechanisch bewegten Tiere auf der Hand eines Gottes gegeben hat?

Sah Bielefeld einen Zusammenhang zwischen der „eigentümlich“ geformten Hand und dem „beweglichen“ Kunstwerk die er im gleichen Absatz erwähnt, aber nicht logisch miteinander verbindet?

³⁴ E. Bielefeld, a. O., 19.



Abb. 14. Hand des Apollon Phileios,
Kopie, Paris, Louvre.

Die Systemlösungen 1–4 und besonders die Kombination 4 stellt eine Rekonstruktion mit einsichtiger Funktion dar. Sie erfüllt alle Kriterien, wenn man von den Zähnen an den Hufen absieht, die den Hirsch festhalten und gleichzeitig einen Rückstoß ermöglichen sollen.

Bei entsprechender Gestaltung des Lagerstiftes kann das Tier auch nicht von der Hand genommen werden.

Gegen diese einfache und robuste Lösung spricht jedoch der Text des Plinius, der von Zähnen an den Hufen berichtet, die in die Hand des Apollon greifen und das Tier gegen Herausnehmen sichern.

Systemlösungen 5–7

Bei diesen Systemlösungen wird der Hirsch wiederum um einen gemeinsamen Drehpunkt für die Vorder- und Hinterläufe geschwenkt. Die Lagerung befindet sich hier jedoch nicht im Zentrum, sondern auf einem Kreisbogen der Hufe. Der Hirsch ist also durch Ringsegmente an seinen Hufen in entsprechenden Vertiefungen der Hand gelagert.

Diese Ausführung entspricht der Rekonstruktion von Petersen³⁵, die W. Schmidt und A. Schürmann³⁶ erörtert haben.

³⁵ Petersen, a. O., 22f.; Schmidt, a. O., 346f.

³⁶ Schürmann, a. O., 228f.: „Petersen nimmt an, daß der Hirsch auf der ausgestreckten rechten Hand des Gottes stand, mit den Hinterbeinen auf dem Handballen und den Vorderhufen auf den Fingerspitzen. Unter dessen Hufen waren seiner Meinung nach Zähne angesetzt, die so in die Hand eingelassene Scheiden eingriffen, dass beim Lösen des einen der andere um so tiefer in seine Verankerung gedrückt wurde. Dieses abwechselnde Eingreifen kann durch die Anordnung der Zahnscheiden auf der Linie eines Kreisbogens erreicht werden. Das bedeutet, der Hirsch konnte zwar sowohl an den Vorder- wie an den Hinterbeinen einzeln von der Hand des Gottes gelöst werden, das ganze Tier jedoch nicht“.

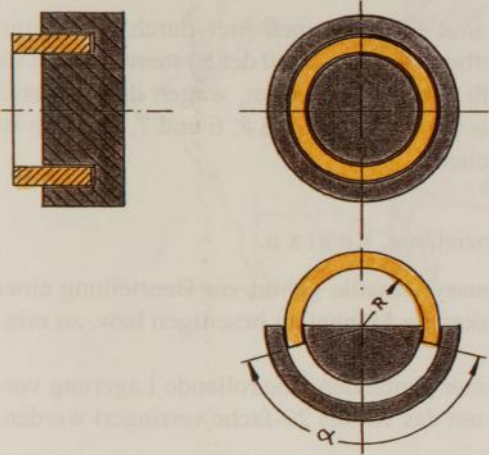


Abb. 15. Ringnutführung

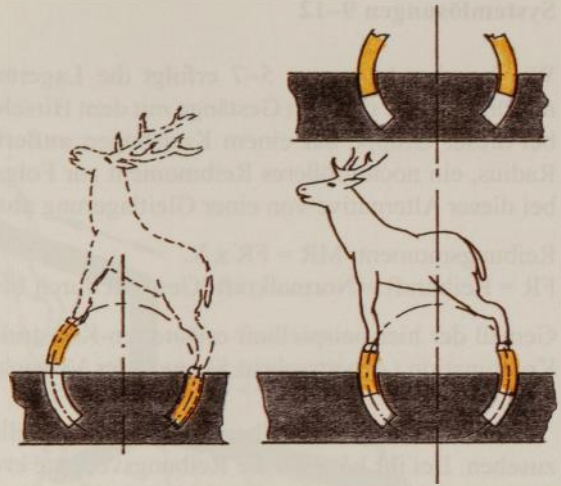


Abb. 16. Ringnutführung
auf den Hirsch übertragen.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Ableitung des Führungssystems des Petersen-Hirsches von einer Ringnutführung. Durch Halbieren des Ringnutkörpers und durch Herausschneiden eines Ringsegmentes entstehen die Lagerung und Führung bzw. die Form der „Zähne“ an den Hufen und die Eintauchstellen an der Hand des Apollon.

Zweifellos stellt dieser Vorschlag eine **gelungene geometrische** Konstruktion dar, bei der der Hirsch nicht von der Hand genommen werden kann, wenn die Bedingung $\alpha < 180^\circ$ erfüllt ist.

Hingegen ist die Konstruktion, entgegen der Aussage von A. Schürmann, dass sie technisch befriedigt, **mechanisch** eine Fehlkonstruktion, weil:

1. der Hirsch sehr genau auf seinem Kreisbogen geführt werden muss, wenn er nicht verkanten soll³⁷;
2. der Hirsch bei geringsten Kräften, die nicht tangential auf dem Kreisbogen wirken, verkantet;
3. eine schnelle Bewegung, die einen Rückprall-Impuls auslöst, mangels fehlender Führung nicht möglich ist;
4. bei einem angehobenen Vorderlauf die Seitenstabilität – bei der an sich schon problematischen Führung – nicht gewährleistet ist.

Aus diesen Gründen muss diese Rekonstruktion bezüglich ihrer Mechanik als schlecht bewertet werden.

³⁷ Bei einer solchen „Führung“ müßte der Hirsch sehr feinfühlig von Hand genau auf dem Kreisbogen bewegt werden, was kaum vorstellbar ist.

Systemlösungen 9–12

Wie bei den Lösungen 5–7 erfolgt die Lagerung und Führung auch hier durch eine Ringnutführung, die über ein Gestänge mit dem Hirsch verbunden ist. Gemäß der Systematik liegt sie bei dieser Gruppe auf einem Kreisbogen **außerhalb** der Hufe. Das hat, wegen des größeren Radius, ein noch größeres Reibmoment zur Folge als das der Lösungen 5, 6 und 7. Deshalb ist bei dieser Alternative von einer Gleitlagerung abzusehen.

Reibungsmoment $MR = FR \times R$.

$FR = \text{Reibkraft} = \text{Normalkraft (Gewicht durch Erdanziehung, } Kp/g) \times \mu$.

Gemäß der hier beispielhaft erläuterten Konstruktionssystematik, gehört zur Beurteilung einer Kombination (Arbeitsschritt 5), auch der Versuch, erkannte Mängel zu beseitigen bzw. zu mindern.

Eine nahe liegende Verbesserung wäre, anstelle einer gleitenden eine rollende Lagerung vorzusehen. Bei ihr könnten die Reibungsverluste etwa um das 10- bis 20-fache verringert werden. Ein Beispiel hierzu zeigt die Abbildung 17.

Bei diesen Lösungen steht für die Bewegung des Hirsches nur die Handkraft zur Verfügung. Sie wird am günstigsten durch Druck auf das Führungsgestänge eingeleitet: von oben, wenn der Hirsch auf seinen Hinterläufen stehen soll, von unten, wenn er diese anhebt. Der optische Eindruck wird wegen des Führungsgestänges beeinträchtigt. Auch der Rückprall wird, z.B. gegenüber Lösung 4, wegen der ungünstigen Lagerung geringer sein.

Eine weitere Alternative wäre eine Lösung, bei der die Ringnutführung durch eine Zwangsführung, z. B. einem einfachen Koppeltrieb ersetzt würde, der im Unterarm des Apollon untergebracht sein könnte. Eine derartige Lösung entspricht zwar nicht, im engen Sinn, der gestellten Aufgabe, weil der Hirsch hier nicht um einen Drehpunkt geschwenkt, sondern über einen Koppeltrieb auf einem weiten Bogen geführt wird. Er hebt also nicht nur abwechselnd seine Läufe, sondern er vollzieht gleichzeitig auch einen Sprung dabei, s. Abbildung 18.

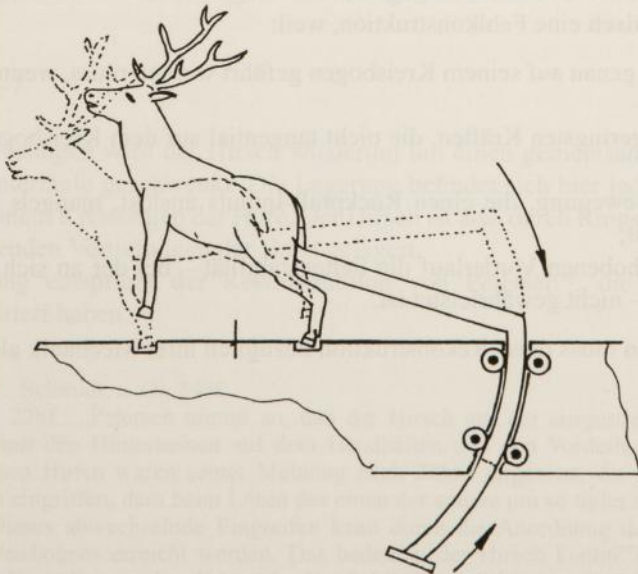


Abb.17. Beispiel für Lösungen 9–12 mit Rollenlagerung

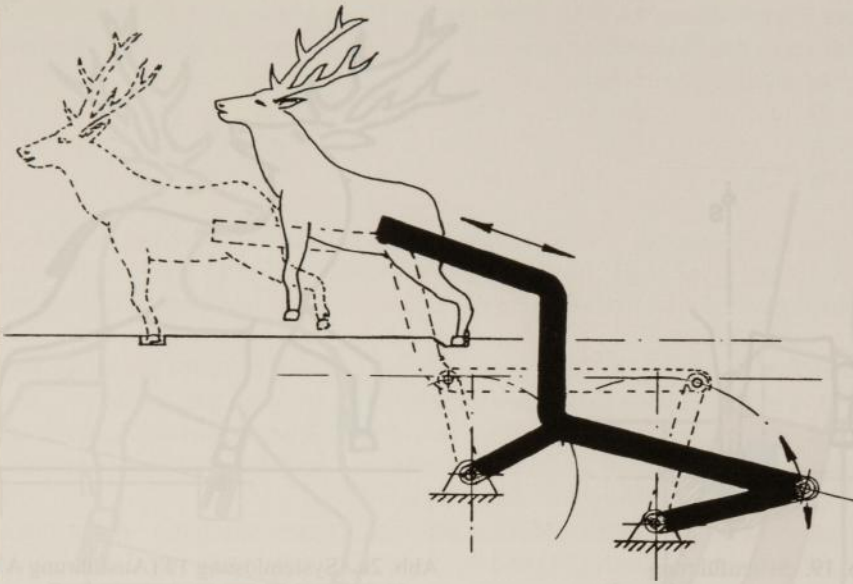


Abb. 18. Kombination mit einem einfachen Koppeltrieb

Diese Kombination kann als eine weitläufige Variante der Lösungen 9–12 betrachtet werden. Sie wird in dieser Abhandlung als Lösung 12A geführt, obwohl sie durchaus auch in einer eigenen Gruppe als ordnender Gesichtspunkt betrachtet werden könnte.

Der Hirsch wird hier, zweckmäßig und einfach, am Gestänge durch Zug oder Druck, je nach gewünschter Position, bewegt. Die Beurteilung dieser Kombination entspricht jener der Lösungen 9–12.

Dieses Beispiel zeigt, dass bei der Suche nach Verbesserungen einer Lösung durchaus neue Gesichtspunkte hinzukommen können. Auch das ist ein Grund dafür, zunächst ungeeignet erscheinende Lösungen nicht zu frühzeitig auszuschneiden.

Die Kombinationen dieser Gruppe sind zwar ungewöhnlich, aber nicht optimal. Sie ergeben sich jedoch bei der Anwendung dieser Rekonstruktionsmethode zwangsläufig, genauso, wie sich auch die 100 Jahre alte Rekonstruktion von Petersen ergeben hat, was zweifellos für die hier angewendete Methode spricht.

Systemlösung 13

Bei dieser Systemlösung schwenkt der Hirsch nicht, wie bei den bisher beschriebenen Lösungen, um einen gemeinsamen Drehpunkt, sondern um jeweils einen Drehpunkt an den Hufen. Beim Anheben der Vorderläufe befindet sich die Lagerung an den Hinterhufen und beim Anheben der Hinterläufe an den Vorderhufen. Je nach dem, ob für die Rekonstruktion eine Lagerung mit Linienberührung (A) oder mit Punktberührung (B) vorgesehen wird, ergeben sich vier Kombinationen mit folgenden Bauelementen:

- A1: Klauenförmige Ansätze unter den Hufen, Bolzen in der Hand des Apollon
- A2: Bolzen an den Hufen, Klauen in der Hand des Apollon (Bolzen seitlich an den Hufen)
- B1: Kugelelement an den Hufen, Lagerpfanne in der Hand des Apollon
- B2: Lagerpfanne an den Hufen, Kugelelement in der Hand des Apollon

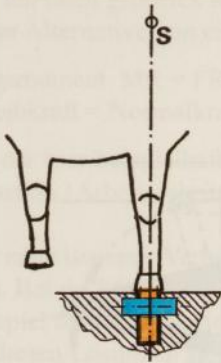


Abb. 19. Seitenführung

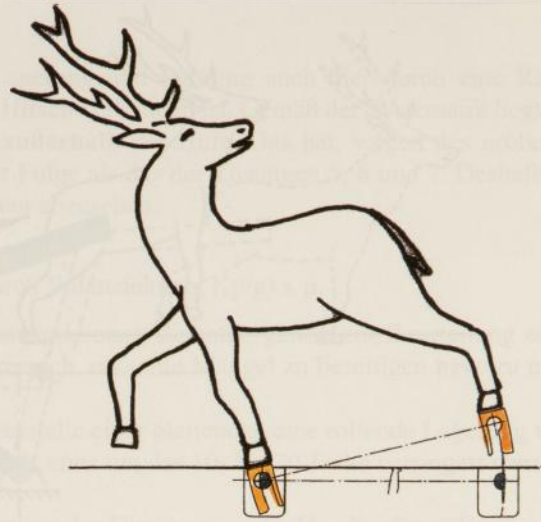


Abb. 20. Systemlösung 13 (Ausführung A1)

Wegen der einfacheren Ausführung erfolgt die weitere Erläuterung am Beispiel der Lagerausführung A1. Für die Ausführungen A2, B1 und B2 gelten sinngemäß die gleichen Aussagen.

Bei der Gestaltung der Lagerelemente sind, zusätzlich zu den Anforderungen an die Lagerung, zwei weitere Forderungen zu berücksichtigen:

1. Die Lagerelemente müssen so ausgeführt sein, dass der Hirsch auf nur einem Vorderlauf, ohne seitliche Verkantung, stehen kann.
2. Die Lagerelemente müssen so gestaltet sein, dass der Hirsch in keiner Stellung von der Hand des Gottes genommen werden kann.

Bei der in Abb. 20 dargestellten Systemlösung greifen Klauen unter den Hufen in die in der Hand des Apollon angebrachten Lagerbolzen. Während der Betätigung (Schwenkung) werden die jeweiligen Klauen gegen die Lagerbolzen gedrückt, damit tritt die Lagerung in Funktion, und der Halt des Hirsches wird gesichert.

Bezüglich der **Seitenstabilität** bei nur einem gelagerten Vorderlauf gilt das zur Standfestigkeit Ausgeführte.

Durch eine großflächige Klaue am Vorderlauf, die seitlich in einer entsprechenden Tasche der Hand geführt wird, kann eine ausreichende Seitenabstützung erreicht werden. Zweckmäßig ist bei dieser Anordnung – zur Vermeidung von Seitenkräften –, dass durch entsprechende Gestaltung des Hirsches der Schwerpunkt „S“ auf der Linie der Taschen bzw. Klauen zu liegen kommt, s. Abb. 19.

Die **Wegnahme** des Hirsches von der Hand des Gottes kann ebenfalls auf sehr einfache Weise durch abgeflachte Lagerbolzen und dazu passend gestaltete Klauen verhindert werden.

Durch diese Gestaltung der Lagerbolzen und der Klauen entsteht beim Anheben der Vorder- oder Hinterläufe eine automatische Sperre zwischen Bolzen und Hufen, so dass der Hirsch bei angehobenen Läufen nicht von der Statue entfernt werden kann, s. Abb. 21.

Damit der Hirsch auch dann nicht von der Hand entfernt werden kann, wenn er mit beiden Hufen auf den Lagerbolzen ruht, müssen Bolzen und Zähne so geformt sein, dass nach Abb. 23 die Bedingung $A < B$ erfüllt wird.



Abb. 21. Wegnahme-Sicherung bei angehobenen Läufen

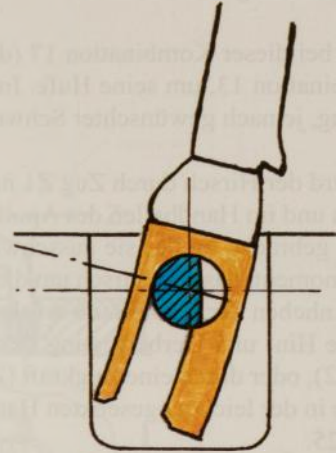


Abb. 22. Detail

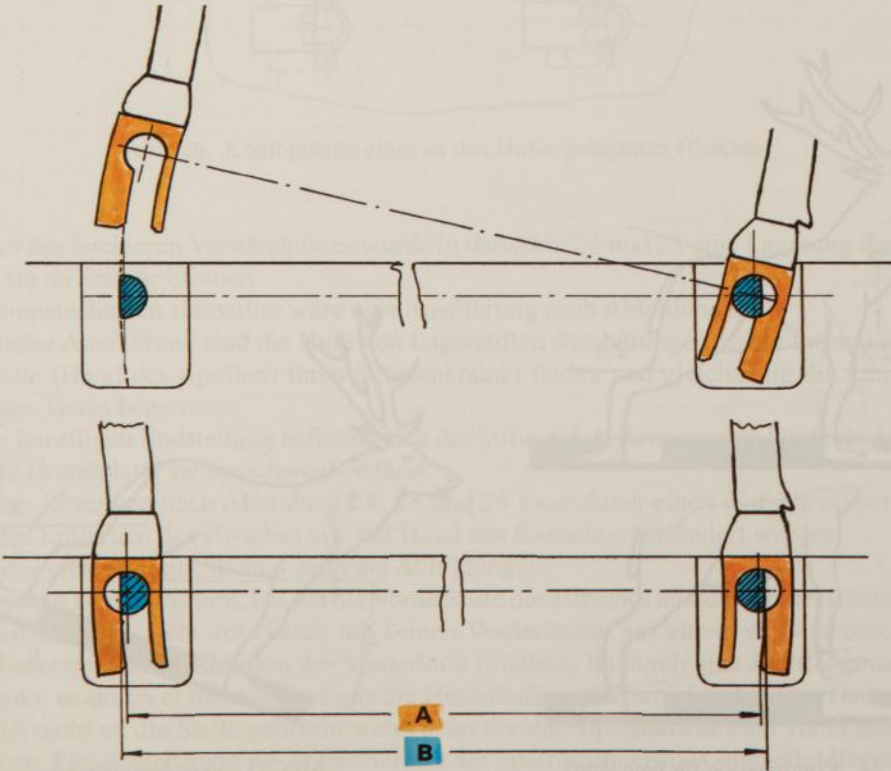


Abb. 23. Wegnahme-Sicherung für alle Positionen

Mit dieser Systemlösung 13 wird dem Text des Plinius, bezüglich eingreifender Zähne und deren Festhalten in den Handballen oder den Fingern des Apollon, wie auch hinsichtlich eines möglichen Rückpralls, entsprochen.

Systemlösung 17

Auch bei dieser Kombination 17 (des morphologischen Kastens) schwenkt der Hirsch, wie bei Kombination 13, um seine Hufe. Im Gegensatz zur Kombination 13 wird der Hirsch bei dieser Lösung, je nach gewünschter Schwenkung der Läufe, zunächst nach vorne oder hinten verschoben.

Wird der Hirsch durch Zug Z1 nach hinten bewegt, werden zunächst die Lagerstellen an den Hufen und im Handballen des Apollon zusammengeführt und gleichzeitig die Vorderhufe an die Stelle gebracht, an der sie ausschwenken können. Durch die fortgesetzte Zugkraft entsteht ein Drehmoment, das den Hirsch um die Hinterhufe schwenkt und die Vorderhufe „schweben“ lässt. Das Anheben der Hinterläufe erfolgt in umgekehrter Weise.

Die Hin- und Herbewegung des Hirsches erfolgt entweder durch die beiden Zugkräfte (Z1 und Z2), oder durch eine Zugkraft (Z1) und durch das Gewicht des Tieres, das auf einer schiefen Ebene in der leicht abgesenkten Hand des Apollon nach unten (vorne) gleitet. Ein Beispiel zeigt Abb. 25.

Das Anheben der Hinterhufe erfolgt zweckmäßig wieder durch die Schwerkraft, die am Schwerpunkt wirkt und ein entsprechendes Drehmoment erzeugt.

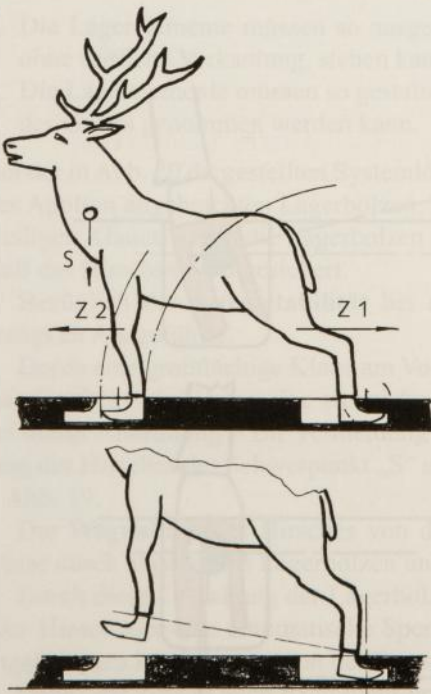


Abb. 24. Kombination für eine längs verschiebbare Huflagerung

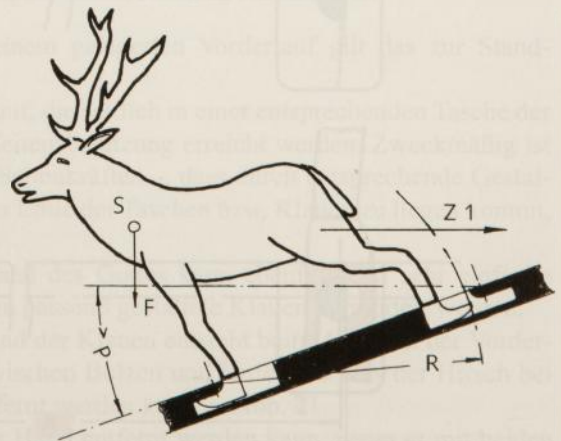


Abb. 25. Verschiebung des Hirsches durch Schwerkraft

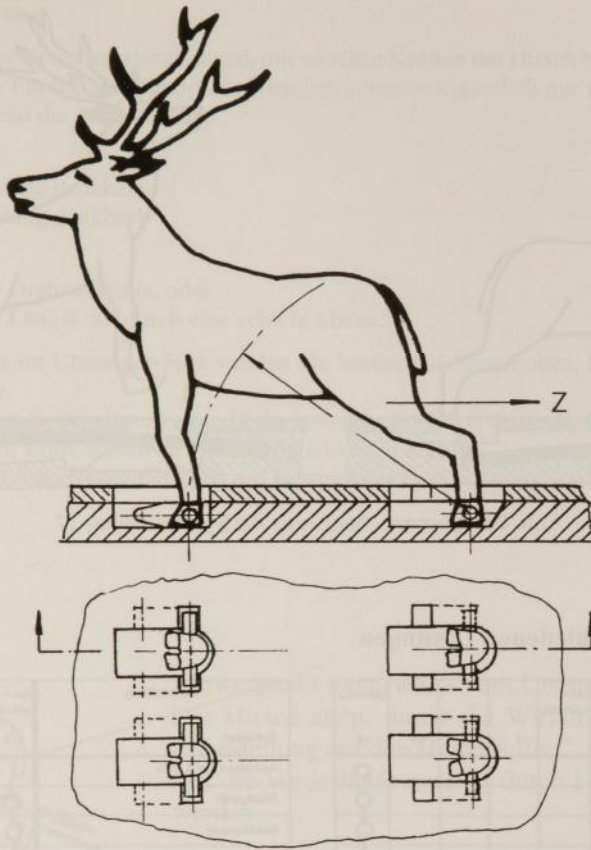


Abb. 26. Kombination eines an den Hufen gelagerten Hirsches

Wegen des leichteren Verständnisses wurde in den Abb. 24 und 25 eine Lagerung dargestellt, deren Form an Schuhe erinnert.

Funktionstechnisch sinnvoller wäre eine Ausführung nach Abbildung 26.

Bei dieser Ausführung sind die Hufe von Lagerstiften durchdrungen, die in Lagertaschen der Grundplatte (Hand des Apollon) ihren Schwenkpunkt finden und gleichzeitig die Längsbewegungen des Tieres begrenzen.

In der jeweiligen Endstellung befinden sich die Stifte der zu bewegendem Läufe an der Stelle, an der die Grundplatte sie ausschwenken lässt.

Bei den Lösungen nach Abbildung 24, 25 und 26 kann durch einen einfachen Sperrmechanismus das Entfernen des Hirsches von der Hand des Kanachos verhindert werden.

Eine der vielen Möglichkeiten zeigt die Abbildung 27.

Dargestellt ist die Position, bei der die Vorderläufe des Hirsches ausschwenken können. In der Ausgangsstellung A steht der Hirsch mit seinen Vorderläufen auf einem schwenkbaren Sperrhebel. Dieser wird beim Abheben der Vorderhufe (Stellung B) durch eine Blattfeder nach oben geschwenkt, wodurch er mit seinem Ende die Hinterhufe am Verschieben hindert. Dadurch kann der Hirsch nicht an die Stelle gebracht werden, an der die Hinterhufe aus der Hand ausschwenken können. Für die Sperrung der Vorderhufe ist der Sperrmechanismus spiegelbildlich anzuordnen.

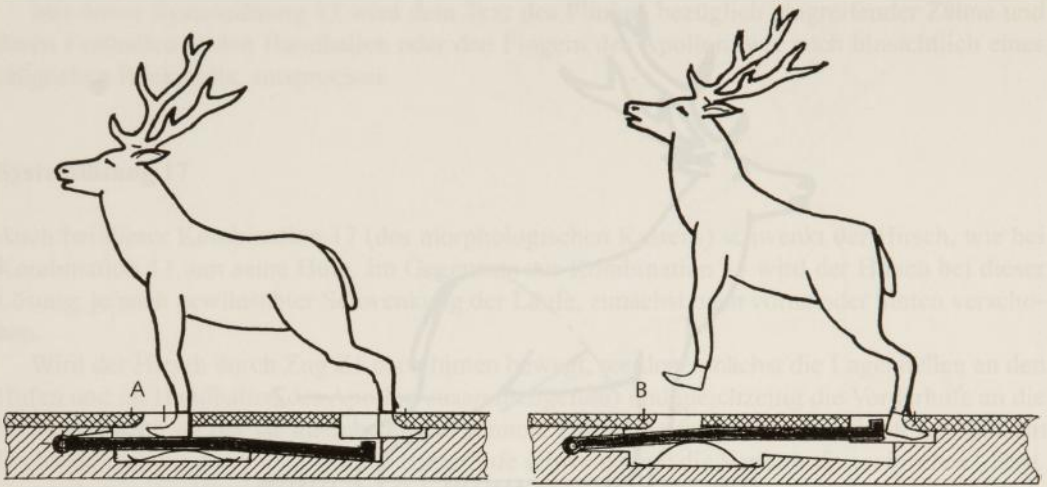


Abb. 27. Sperrmechanismus für Systemlösung 17

Beurteilung der verschiedenen Lösungen

Beurteilung	un - günstig					günstig
	-2	-1	0	+1	+2	
Kriterien						
Anheben der Läufe						○
Rückprall						○
Betätigung						○
Reibungsverluste im Lager						○
Stabilität bei nur einem Vorderhuf						○
Hirsch von der Hand nicht lösbar						○
Eingriffszähne zw. Hufen und Hand	○					○
Herstellbarkeit						○
optischer Eindruck						○

1-3 4

Systemlösungen 1-4

Beurteilung	un - günstig					günstig
	-2	-1	0	+1	+2	
Kriterien						
Anheben der Läufe						○
Rückprall						○
Betätigung						○
Reibungsverluste im Lager						○
Stabilität bei nur einem Vorderhuf						○
Hirsch von der Hand nicht lösbar						○
Eingriffszähne zw. Hufen und Hand						○
Herstellbarkeit						○
optischer Eindruck						○

Systemlösungen 5-7

Beurteilung	un - günstig					günstig
	-2	-1	0	+1	+2	
Kriterien						
Anheben der Läufe						○
Rückprall						○
Betätigung						○
Reibungsverluste im Lager						○
Stabilität bei nur einem Vorderhuf						○
Hirsch von der Hand nicht lösbar						○
Eingriffszähne zw. Hufen und Hand	○					○
Herstellbarkeit						○
optischer Eindruck						○

Systemlösungen 9-12

Beurteilung	un - günstig					günstig
	-2	-1	0	+1	+2	
Kriterien						
Anheben der Läufe						○
Rückprall						○
Betätigung						○
Reibungsverluste im Lager						○
Stabilität bei nur einem Vorderhuf						○
Hirsch von der Hand nicht lösbar						○
Eingriffszähne zw. Hufen und Hand						○
Herstellbarkeit						○
optischer Eindruck						○

13 17

Systemlösungen 13 u. 17

Betätigung des Hirsches

Weder Plinius noch seine Kommentatoren sagen, mit welchen Kräften der Hirsch bewegt wurde und wo die Kräfte angesetzt waren. Für die Bewegung des Hirsches kommen eigentlich nur zwei Kraftquellen in Betracht: die **Handkraft** und die **Schwerkraft**.

Handkraft

- Zug (in jede Richtung denkbar)
- Druck (in jede Richtung denkbar)

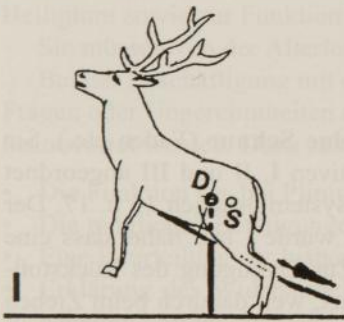
Schwerkraft

- zur Erzeugung eines Drehmoments, oder
- zur Erzeugung einer Längskraft durch eine schiefe Ebene.

Bei einem Drehmoment im Uhrzeiger-Sinn werden die Vorderläufe angehoben, bei gegenläufigem Drehmoment die Hinterläufe.

Bestimmt wird bei den Systemlösungen 1–12 die jeweilige Funktion durch die Lage des Schwerpunktes, der an drei Stellen liegen kann, womit sich drei Möglichkeiten ergeben.

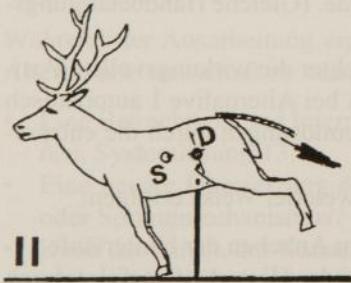
Dargestellt wird nachfolgend die Funktion am Beispiel der Systemlösung 4 (Drehpunkt am Körper des Hirsches).



Schwerpunkt liegt **rechts** vom Drehpunkt.

Der Hirsch steht, durch die Wirkung der Schwerkraft, in Ruhestellung auf den Hinterläufen.

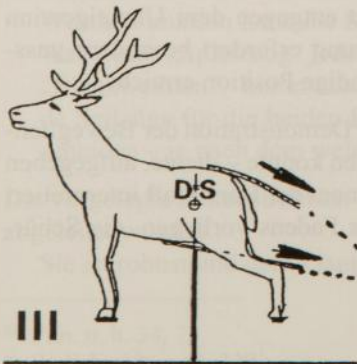
Auf die Vorderläufe muss er durch Handbetätigung gestellt werden.



Schwerpunkt liegt **links** vom Drehpunkt.

Der Hirsch steht, durch die Wirkung der Schwerkraft, in Ruhestellung auf den Vorderläufen.

Auf die Hinterläufe muss er durch Handbetätigung gestellt werden.



Der Schwerpunkt liegt **im** Drehpunkt.

Es herrscht labiles Gleichgewicht.

Der Hirsch kann nur durch Handbetätigung bewegt werden, aber dies in jede beliebige Lage.

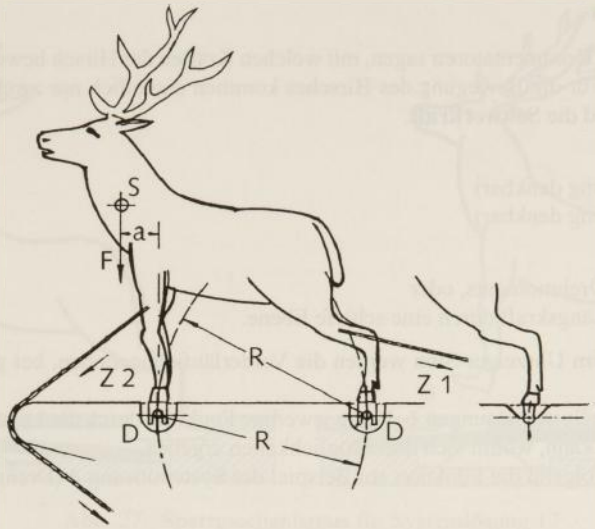


Abb. 28.

Das **einfachste Übertragungselement für die Handkraft ist eine Schnur** (Faden etc.). Sie muss entsprechend der erforderlichen Drehrichtung der Alternativen I, II und III angeordnet sein. Sinngemäß – mit Einschränkungen – gilt das auch für die Systemlösungen 13 u. 17. Der Text des Plinius „das ein Faden unter den Füßen durchgezogen wurde“, legt nahe, dass eine Schnur an den Vorderhufen oder in deren Nähe befestigt war. Zur Erzeugung des Rückstoßeffektes wäre hingegen die Anbringung am Körper besser geeignet, weil dadurch beim Ziehen eine Geschwindigkeitsübersetzung im Verhältnis R/r erreicht würde. (Gleiche Handbetätigungs-geschwindigkeit unterstellt)

Der Stand des Hirsches auf den Hinterbeinen ist für die Betrachter die wirkungsvollste Position und entspricht der archaischen Bildtradition. Sie ergibt sich bei Alternative I automatisch durch die Schwerkraft, bei Alternative III und den anderen Systemlösungen durch die entsprechende Handbetätigung.

Die Betätigung des Hirsches nach Systemlösung 13 kann in zweierlei Weise erfolgen:

1. Mit zwei Zügen: Z1 zum Anheben der Vorderläufe und Z2 zum Anheben der Hinterläufe.
2. Mit dem Zug Z1 zum Anheben der Vorderläufe. Das Anheben der Hinterläufe erfolgt durch die Schwerkraft F , die über den Abstand a ein Drehmoment entgegen dem Uhrzeigersinn erzeugt und dadurch die Hinterläufe anhebt. Diese Ausführung erfordert besondere guss-technische Maßnahmen, damit der Schwerpunkt seine notwendige Position erreicht.

Nach diesen Überlegungen kann die Deutung, dass der Faden zur Demonstration der Beweglichkeit der Läufe – was nur den Nächststehenden demonstriert werden konnte – diente, aufgegeben werden und statt dessen der Faden (Schnur) als Übertragungselement der Handkraft interpretiert werden. Damit dürfte auch eine Erklärung für die Funktion des Fadens vorliegen, die Schürmann³⁸ vermisst hatte.

³⁸ Schürmann, a. O., 229, Anm. 22

Zusammenfassung

Mit dieser Abhandlung wurde eine Methode zur Rekonstruktion antiker Geräte vorgeschlagen. Mit ihrer Hilfe können, leichter als das bisher bei traditionellen Rekonstruktionen der Fall war, mehrere sehr unterschiedliche Systemlösungen aufgezeigt und zur Erforschung antiker Geräte genutzt werden.

Natürlich können mit dieser Methode keine eindeutig authentischen Konstruktionen der jeweiligen antiken Geräte erarbeitet werden, wohl aber mehrere, der ursprünglichen Realität nahe kommende Systemlösungen.

Erläutert wurde die Methode am Beispiel des Hirsches der Apollon-Philesios-Statue des Kanachos. Grundlage war der Text des Plinius³⁹ nach der Übersetzung von Schmidt⁴⁰.

Wenn man die um 500 v. Chr. mögliche Bearbeitungstechnik an Gussteilen, den technischen Stand allgemein (z. B. Lagertechnik) und auch die Tatsache, dass der Mechanismus über Jahrhunderte funktionsfähig erhalten werden konnte, berücksichtigt, liegt es nahe, von den gefundenen Systemlösungen die einfachsten und robustesten auszuwählen. Dazu gehören in erster Linie die Lösungen 4 und 13. Sie dürften der Ausführung des Kanachos am nächsten kommen.

Stilkritische Vergleiche, Überlegungen zur Größe der Statue und zum Aufstellungsort im Heiligtum sowie zur Funktion sind nicht Gegenstand dieser Ausführungen.

Sie müssen von der Altertumswissenschaft geleistet werden.

Bei der Beschäftigung mit den gefundenen Kombinationen konnten einige bisher anstehende Fragen oder Ungereimtheiten etwas näher betrachtet und teilweise – mit aller nötigen Vorsicht – beantwortet werden. Dazu zählen:

- Die Funktion des bei Plinius erwähnten Fadens (Schnur).
- Die möglichen Betätigungen des Hirsches.
- Eine Beurteilung der bisher einzigen bekannten Rekonstruktion nach Petersen.
- Erklärung des Widerspruches zwischen einem möglichen Rückprall und gleichzeitig festgehaltenen Läufen.

Während der Ausarbeitung ergaben sich aber auch Fragen und Aufgaben, die noch durch die Altertumswissenschaft zu beantworten bzw. zu leisten sind. Dazu gehören:

- Eine Betrachtung und Interpretation des Pliniustextes anhand der vorgelegten Rekonstruktionen, Systemlösung 13.
- Eine neuere Übersetzung des Pliniustextes zur Klärung von Widersprüchen z. B.: Rückstoß oder Sprungmechanismus?
- Kann der Hirsch des Kanachos zwei gestreckte Vorderläufe gehabt haben, obwohl er auf den Münzen, Reliefs etc. der Hirsch mit einem angehobenen Vorderlauf dargestellt ist?
- Welche Funktion hatte die Statue?

War sie als „Spielzeug“ jedermann zugänglich, oder wurde sie z. B., nach Abb. 29, von einem „Eingeweihten“, hinter einer Wand verborgen, bedient, oder konnte sie von Pilgern, die beide Seilzüge für die beiden Bewegungen nicht unterscheiden konnten, zum Lösen oder Entscheiden – je nach dem welche Läufe der Hirsch anhob – genutzt werden?

Die vorgelegte Rekonstruktion 13 erfüllt alle Funktionen, die eingangs von dem Text des Plinius abgeleitet wurden.

Sie ist robust und damit langlebig, einfach herzustellen und leicht zu bedienen.

³⁹ Plin. n. h. 34, 75.

⁴⁰ W. Schmidt, a. O. 329.

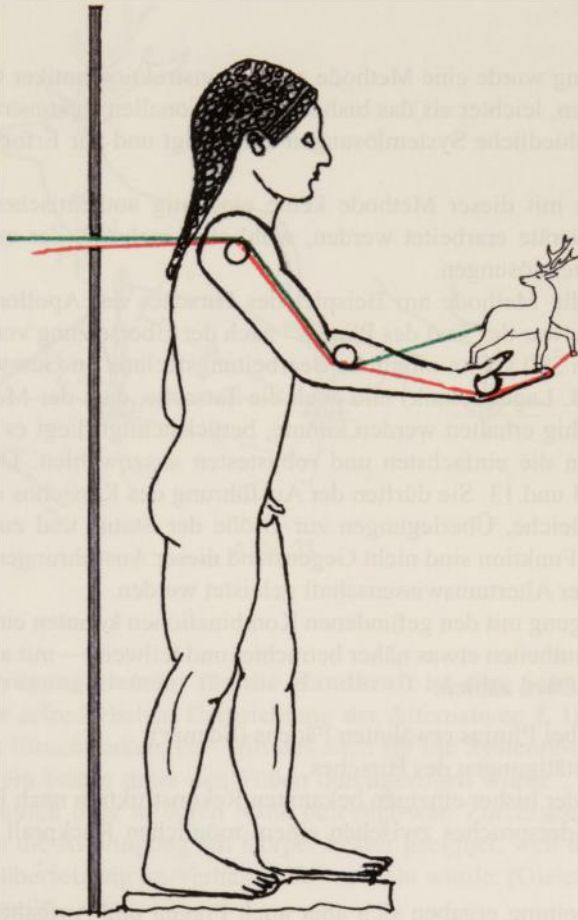


Abb. 29. Apollon mit dem beweglichen Hirsch auf der Hand, vor einer Wand aufgestellt.

Außerdem kann der Hirsch so gestaltet werden, dass er auf einem Vorderlauf stehen kann.

Er besitzt die von Plinius erwähnten Zehen d. h. Klauen, die in die Hand des Apollon greifen. Seine Hufe können bei heftigem Aufsetzen zurückprallen, und er kann in keiner Stellung von der Hand des Gottes entfernt werden.

Ein Zitat des Altertumsforschers Arthur Mahler⁴¹, der vor 100 Jahren wirkte und benachbarten Disziplinen, besonders der Technik, abhold war, möge am Ende dieses Aufsatzes stehen, weil ich glaube, dass selbst Mahler diesem Hirsch, der nicht einmal der Unterstellung einer „nicht lösbaren Textkorruptel“ bedarf, einen gnädigen Blick gewährt hätte.

„Gewiss ist die Frage nach der technischen Construction des von Plinius so unklar beschriebenen Mechanismus an und für sich von geringer Bedeutung. Wert erhält sie erst dann, wenn es gelingt, mit ihrer Hilfe den Text des Autors mit den Münzbildern und gegebenen falls den Monumenten in Übereinstimmung zu bringen“.

⁴¹ A. Mahler, a. O., 117.



Abb. 30. Die Rekonstruktion des beweglichen Hirsches

Die Anregung zu diesem Aufsatz erhielt ich bei U. Sinn – dem ich dafür danke – während der Vorlesung des WS 1999/2000:

„Kultbild – Weihgeschenke, Götterstatuen in griechischen Heiligtümern“

Frau H. Boll, und Herrn G. Hindermann danke ich für die mühevolle Durchsicht des Manuskriptes und G. Beckel für mancherlei Anregungen, für seine großzügige fachliche Hilfe und sein unermesslich redaktionelles Geschick.

Hans Joachim Schwerdhöfer
Schweinfurt
August 2003

Συμβολή στην προσπάθεια ανασύνθεσης αρχαίων μηχανισμών βάσει μιας κινούμενης ελάφου που κρατά στο χέρι το άγαλμα του Απόλλωνος του Κανάχου

Ing. Dr. phil. h.c. Hans Joachim Schwerdhöfer, Schweinfurt

Περίληψη

Στην ομιλία θα παρουσιαστεί μια μέθοδος ανασύνθεσης ιστορικών μηχανισμών και συσκευών, γνωστών σ' εμάς μόνο μέσω της γραπτής παράδοσης. Μας επιτρέπει την παράθεση νέων λύσεων στις ήδη γνωστές ανασυνθέσεις, που απαντούν σε ανοικτά ερωτήματα και συμβάλλουν στην εκ νέου συζήτηση ορισμένων παγιωμένων θέσεων.

Γίνεται γενικότερη παρουσίαση της μεθόδου, που συνοδεύεται από το παράδειγμα της κινούμενης ελάφου στο χέρι του αγάλματος του Απόλλωνος Φιλησίου του Κανάχου, που περιγράφεται από τον Πλίνιο 34,75.

Η εισήγηση έχει δύο στόχους, ένα μεθοδολογικό κι έναν πρακτικό: βάσει τίνος συστήματος ανιχνεύονται οι νέες ανασυνθέσεις της ελάφου; γιατί υπάρχει πλήθος δυνατοτήτων. Ο χρονικός περιορισμός μας αναγκάζει δυστυχώς να παρουσιάσουμε σε λεπτομέρειες μόνο τη μέχρι τώρα γνωστή, όπως και τη νέα βελτιωμένη ανασύνθεση.

*Eine Methode zur Rekonstruktion antiker Mechaniken,
erläutert an der Apollon-Philesios-Statue des Kanachos*

Diskussion

Hiller: Vielen Dank Dr. Schwerdhöfer, es gibt also nicht nur einen „Deus ex machina“, sondern auch den Hirsch des Gottes aus der Tasche, wie wir heute gehört haben.

Σύντομη μετάφραση: Ευχαριστούμε, δεν υπάρχει επομένως μόνον ο «από μηχανής θεός», αλλά και η θεϊκή έλαφος «από την τσέπη», όπως ακούσαμε.

Otto: Vielen herzlichen Dank, es war großartig und eindrucksvoll. Bei Plinius wird ein Faden unter den Beinen des Hirsches erwähnt. Aber Sie haben noch einen zweiten Faden in Einsatz gebracht. Geht das auch auf einen Hinweis von Plinius zurück?

Σύντομη μετάφραση: Ευχαριστώ, ήταν μεγαλειώδες κι εντυπωσιακό. Ο Πλίνιος αναφέρει ένα κορδόνι κάτω από τα πόδια της ελάφου. Εσείς όμως χρησιμοποιήσατε και δεύτερο κορδόνι. Το αναφέρει ο Πλίνιος κι αυτό;

Schwerdhöfer: Plinius spricht nicht nur von „einem Faden“, sondern von „einem Faden, der unter den Beinen durchgezogen werden kann“. Das ist bei diesem Modell auch der Fall. Der andere Faden ist am hinteren Teil des Hirsches befestigt, also außerhalb der Beine. Wenn man z. B. beide Fäden an ihren Enden zusammenknotet, hat man auch nur einen Faden. Je nach dem, an welcher Stelle des Fadens man dann zieht, hebt der Hirsch seine Vorder- oder Hinterläufe. Es gibt eine Reihe von Betätigungsmöglichkeiten. Man könnte z. B. den Schwerpunkt durch Gewichtsverlagerung so legen, dass durch die Schwerkraft eine Bewegung über einen Drehpunkt oder über eine schiefe Ebene automatisch erfolgt und die andere Bewegung durch Ziehen am Faden. Mir kam es darauf an, den Faden als Funktionselement darzustellen und damit der Theorie zu widersprechen, die besagt, dass der Faden dazu diene, um ihn unter den Hufen durchzuziehen als Beweis dafür, dass diese angehoben sind. Wer nicht sehen konnte, dass der Hirsch die Hufe angehoben hatte, der konnte auch nicht den Faden unter ihnen sehen. Man könnte die Bewegung auch anstelle von Zug durch Druck einleiten. Ich könnte mir sogar spekulativ vorstellen, dass der Hirsch durch Wärmeeinwirkung betätigt werden könnte. Auf den gefundenen Relieftafeln wird der Hirsch von Apollon jeweils über die Flammen eines Altars gehalten. Das wollte ich gelegentlich einmal mit Frau Prof. Simon besprechen und klären, ob so eine Technik zur Zeit des Kanachos schon denkbar war. Sie wissen, dass es unklar ist, ob der Apollon eine Kultstatue oder ein Weihegeschenk war. Jedenfalls erhielt die Statue durch den beweglichen Hirsch einen Hauch von Leben. Wenn wir heute in ein Museum gehen und es bewegt sich dort etwas, oder man kann etwas bewegen oder durch eine Lupe etwas betrachten, dann entsteht dort ein Andrang. Ich kann mir gut vorstellen, dass die Statue des Apollon ein solcher Anziehungspunkt war. Der Hirsch bewegte sich, man konnte mit ihm spielen, die Statue erhielt Leben.

Σύντομη μετάφραση: Ο Πλίνιος αναφέρει ότι «το κορδόνι τραβιόταν κάτω από τα πόδια της ελάφου». Το άλλο κορδόνι βρισκόταν στο πίσω μέρος, έξω από τα πόδια. Δένοντας τα δύο κορδόνια και τραβώντας ένα απ' αυτά, η έλαφος σήκωνε τα μπροστινά ή τα πίσω πόδια. Υπάρχουν διάφορες δυνατότητες: μεταθέτοντας το κέντρο βάρους, η μία κίνηση γινόταν αυτόματα μέσω ενός κέντρου βάρους ή μέσω κεκλιμένου πεδίου, κι η άλλη με το τράβηγμα του κορδονιού. Θέλησα να καταδείξω τον λειτουργικό ρόλο του κορδονιού για να ανατρέψω τη

θεωρία, ότι τα πόδια υψώνονταν. Όποιος δεν έβλεπε ότι η έλαφος ανασήκωνε τα πόδια, δεν έβλεπε ούτε το κορδόνι. Η κίνηση θα μπορούσε να προκληθεί και με πίεση. Υπέθεσα ακόμα ότι η κίνηση ίσως προκαλούνταν με θερμότητα, εφόσον στις ανάγλυφες πινακίδες η έλαφος κρατούνταν πάνω από τις φλόγες του ιερού. Θα ήθελα να το διασταυρώσω με την κυρία Σίμον, κατά πόσον η τεχνική αυτή ήταν εφικτή κατά την εποχή του Κανάχου. Η έλαφος 'ζωντάνευε' και οι προσκυνητές συνέρρεαν.

Katsouris: Ich bin kein Archäologe, vielleicht ist es überheblich, inmitten so kompetenter Wissenschaftler sich einzumischen. Gedanke: Wenn der Hirsch aus Metall ist und so breit, und innen ein Ball aus anderem Metall hin und her bewegt wird, dann bewegt sich der Hirsch hin und her. Es muss einen technischen Grund gegeben haben, dass man das nicht sehen konnte.

Σύντομη μετάφραση: Ας υποθέσουμε ότι η έλαφος ήταν από μέταλλο και χωρούσε μια σφαίρα από άλλο μέταλλο, που κινούνταν παλινδρομικά, κινητοποιώντας την έλαφο. Πρέπει να υπήρχε τεχνικός λόγος, που έκρυβε την κινητήρια δύναμη.

Schwerdhöfer: Ja, es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, die aber sehr entfernt sind vom Pliniustext. Ich habe versucht, mich auf den Text zu konzentrieren und in Verbindung mit einer Rekonstruktionsmethode textkonforme Lösungen aufzuzeigen. Um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert gab es mancherlei Vorschläge, bei denen im Inneren des Hirsches – so wie Sie es vorschlagen – ein Mechanismus untergebracht war. Die Ursache für diesen Trend waren unterschiedliche Münzbilder, auf denen der Hirsch einmal liegend, ein andermal stehend abgebildet war. Davon leitete man ab, dass der Hirsch des Kanachos gelenkige Glieder hatte und mittels einer Mechanik in seinem Körper aus seiner liegenden Stellung zum Stehen bewegt werden konnte. Ganz davon abgesehen, dass solche Mechaniken erst Jahrhunderte später bekannt wurden, muss man sich die Frage stellen, wie so ein relativ empfindliches Gerät über Jahrhunderte – einschließlich seiner Verschleppung nach Persien – seine Funktion erhalten konnte. Ich denke, dass vieles für eine einfache, robuste, ja archaische Lösung spricht, etwa in der Art, die dieses Modell zeigt.

Σύντομη μετάφραση: Υπάρχουν πολλές δυνατότητες, αλλά άσχετες με την περιγραφή του Πλινίου. Προσπάθησα να βρω λύσεις συμβατές. Στο πέραςμα από τον 19^ο στον 20^ό αιώνα υπέθεσαν ότι υπήρχε κάποιος μηχανισμός, εξαιτίας των διαφορετικών παραστάσεων σε νομίσματα, πότε σε όρθια, πότε σε ύπτια στάση. Απ' αυτό συμπεράνα ότι τα μέλη της ελάφου ήταν αρθρωτά. Τέτοιοι μηχανισμοί εμφανίστηκαν αιώνες αργότερα, και αναρωτιέμαι, πώς διατήρησε επί αιώνες τη λειτουργικότητά της. Κατέληξα ότι επρόκειτο για απλό, αρχαϊκό, ανθεκτικό μηχανισμό, όπως τον παρουσίασα.

Pandermalis: Es war faszinierend. Angeregt vom Standpunkt des Archäologen und des Kunsthistorikers muss man sich fragen, ob dies für den antiken Betrachter ein Kuriosum war, oder hing es von der Betrachtungsweise ab. Es ist eine stehende Figur mit einem beweglichen Teil, der die ganze Faszination ausmacht. Auf Frau Prof. Erika Simon zurückgehend, betreffend die Fesseln der Daidalos-Statuen, wo man die Bewegung zügeln wollte, bedeutet das, dass die antike Skulptur nicht das Ideal hatte, symmetrisch schöne, ausgeglichene Figuren darzustellen, sondern praktisch bewegte Figuren. Dieser Aspekt der Bewegung und Entwicklung der Kunst ist sehr ernst zu nehmen, er stammt nicht nur aus einer Gelehrtengruppe von Kunsthistorikern. Er scheint für den antiken Betrachter sehr wesentlich gewesen zu sein, und so können wir leicht verstehen, dass auch andere Figuren, andere Statuen bzw. Monumentalstatuen beweglich oder bewegbar waren, an- und ausgezogen wurden, das heißt, die Statuen waren wie lebendige Figuren. Es hängt, glaube ich, von der Betrachtungsweise ab. Bewegung bedeutete Leben.

Σύντομη μετάφραση: Από την πλευρά του αρχαιολόγου και ιστορικού τέχνης αποτελεί αυτό κάποιο παράδοξο, ή εξαρτάται από τον τρόπο θέασης; Η μαγεία οφείλεται στο κινητό τμήμα; Σύμφωνα με την κυρία Σίμον, αυτό σημαίνει ότι η αρχαία γλυπτική δεν είχε στόχο ιδανικές, αρμονικές μορφές, αλλά την κίνηση! η άποψη έχει βαρύτητα. Φαίνεται πως οι αρχαίοι ζητούσαν την κίνηση, πολλά αγάλματα έδειχναν κίνηση, τα έντυναν σαν ζωντανά όντα. Η κίνηση σημαίνει ζωή. Όλα εξαρτώνται λοιπόν από τον τρόπο θέασης

Hiller: Vielen Dank für diesen bemerkenswerten Beitrag, vor allem aus didaktischer Sicht. Ich bin überzeugt, Frau Simon könnte uns viel über die beweglichen Figuren des Daidalos, die man fesseln musste, damit sie nicht wegfliegen, sagen. Aber das ist im Moment nicht das Thema.

Σύντομη μετάφραση: Αξιοπρόσηκη εργασία, κυρίως από διδακτικής πλευράς. Η κ. Σίμον θα μπορούσε να μας πει πολλά για τα κινητά ειδώλια του Δαιδάλου, που τα έδεναν «για να μην πετάξουν». Ωστόσο δεν είναι το θέμα μας.

Tassios: Diese ausgezeichnete Lösung von Dr. Schwerdhöfer ist einer Inspiration des Gottes Apollon zu verdanken. Die logische Lösung kommt nach der Inspiration. Erst gibt es den Einfluss von Apollon, Athena kommt erst danach und nicht umgekehrt.

Σύντομη μετάφραση: Η εξαιρετική λύση του δρος Schwerdhöfer οφείλεται σε έμπνευση του θεού Απόλλωνος. Η λογική λύση επέρχεται μετά την έμπνευση. Πρώτα επηρεάζει ο Απόλλων και ακολουθεί η Αθηνά και όχι αντίστροφα.

Schwerdhöfer: Die Entwicklung einer Rekonstruktion ist der gleiche Vorgang wie die Konstruktion eines modernen Produktes. Am Anfang hatte ich auch keine Lösung, sondern ich stand vor der Aufgabe, einen Apparat zu entwickeln, der bestimmte Funktionen erfüllen muss. Mit der vorgestellten Methode konnte ich, obwohl ich zunächst keine Lösung hatte, eine Reihe von Lösungen aufzeigen und die beste herausuchen.

Σύντομη μετάφραση: Η αναπαράσταση είναι σαν σύγχρονη κατασκευή. Αρχικά δεν έβλεπα λύση, αλλά όφειλα να κατασκευάσω έναν μηχανισμό με συγκεκριμένες λειτουργίες. Με τη μέθοδο που δοκίμασα αναδείχθηκαν πολλές λύσεις και επέλεξα την καλύτερη.

Hiller: Ich darf nur sagen, den unvergessenen Erwin Bielefeld, den Sie zitiert haben, habe ich noch selbst in der Vorlesung in München über den Kanachos-Apoll sprechen gehört, und nachdem Sie die beweglichen Dinge in den Museen erwähnt haben, darf ich auf Folgendes hinweisen: In dem Heimatmuseum meiner Heimatstadt, in das mich mein Vater oft in meiner Kindheit geführt hat, gab es einen Kruzifixus, der an der Rückseite eine Schnur hatte, an der man ziehen konnte, und er hob und neigte den Kopf. Das war für uns naive Kinder damals die große aufregende Sensation und ein bleibender Eindruck.

Σύντομη μετάφραση: Ο αλησμόνητος Μπίλεφελτ, που άκουσα σε παραδόσεις του στο Μόναχο, ανέφερε τον Απόλλωνα του Κανάχου. Στο μουσείο της ιδιαίτερης πατρίδας μου υπήρχε ένας Εσταυρωμένος με σχοινί στην πίσω πλευρά, που κινούσε το κεφάλι του. Για μας τα παιδιά ήταν πολύ εντυπωσιακό κι έμεινε αξέχαστο.