

P 14,50 Mark

7

OUA
76
3144

**Beiträge zur
musikwissenschaftlichen
Forschung
in der DDR**

Herbert Heyde

**Grundlagen
des natürlichen Systems
der Musikinstrumente**

Band 7 VEB Deutscher Verlag für Musik Leipzig

76.3144

Herbert Heyde

Grundlagen des natürlichen Systems der Musikinstrumente



079014378916

~~2~~ Beiträge zur musikwissenschaftlichen Forschung in der DDR

Herausgegeben vom Zentralinstitut für Musikforschung
im Verband der Komponisten und Musikwissenschaftler der DDR

Herbert Heyde

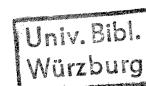
Grundlagen des natürlichen Systems
der Musikinstrumente

Band 7

VEB Deutscher Verlag für Musik Leipzig

OUA

76.3144



030739195

Dem Andenken meines Bruders
Max Heyde 13.10.1934–20.4.1971

1. Auflage

© VEB Deutscher Verlag für Musik Leipzig · 1975

Lizenznummer 418-515/A 6/75

LSV 8381

Umschlagentwurf: Joachim Thamm, Leipzig

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: Röderdruck Leipzig, III/18/2

Bestellnummer 5181503

EVP 14,50 Mark

VORWORT

Das natürliche System der Musikinstrumente ist das objektive Verhältnis der Musikinstrumente zueinander, wie es sich im Verlaufe der Entwicklung des Instrumentariums von den Anfängen bis zur Gegenwart ergeben hat. Das Werden und die Ordnung dieses Systems, die Triebkräfte und Formen seiner Entwicklung zu erkennen und in ein begriffliches Schema abzubilden - der Gegenstand dieser Arbeit - kann als ein Grundanliegen der Musikinstrumentenkunde angesehen werden. Entsprechend dem sehr großen Umfang und der Neuheit dieser Aufgabenstellung können hier nur die Grundlagen charakterisiert werden. Die Einordnung des gesamten Instrumentariums in ein Verwandtschaftssystem mit dem Ziel, die Entwicklung der Musikinstrumente vom Niederen zum Höheren widerzuspiegeln, setzt eine genaue Kenntnis der strukturellen, funktionellen und mensurenellen Eigenschaften der Musikinstrumente voraus. Daher können die Instrumente vorerst im allgemeinen (und dabei nicht in jedem Falle) nur in den höheren systematischen Kategorien nach ihrer Abstammungsfolge eingeordnet werden. Der erkenntnistümliche Sinn der Darstellung des natürlichen Systems besteht besonders darin, die Entwicklungsgeschichte des Instrumentariums aus dem systematischen Be fund darstellbar zu machen. Im Blasinstrumentenkatalog des Musikinstrumentenmuseums der Karl-Marx-Universität Leipzig (im gleichen Verlag in Vorbereitung) wird die Systematik speziell der Blasinstrumente auf der Grundlage des natürlichen Systems näher untersucht.

Die Arbeit wurde im wesentlichen 1969 abgeschlossen. Vor der Drucklegung ist aus dem Manuskript die Systemformel als ein Darstellungsmittel von Instrumentensystemen vor allem aus Gründen der leichteren Lesbarkeit eliminiert worden.

Leipzig, August 1972

Dr. Herbert Heyde

1. EINLEITUNG

1.1. Zu den traditionellen Systematiken

Alle bisher publizierten Systematiken der Musikinstrumente stellen sich die Aufgabe, die Fülle des Formenbestandes an Musikinstrumenten in eine Ordnung zu bringen (s. H.-H. Dräger, 1957, Sp. 1290; O. Elschek/E. Stockmann, 1969, S. 11 ff.). Das allgemeine methodische Vorgehen hat H.-H. Dräger 1957 thesenartig zusammengefaßt und als Richtlinien für das zukünftige systematische Arbeiten in folgender Weise formuliert:

"Die Beschreibung hat so vorzugehen, daß sie von funktionell wichtigen Teilen zu den akzessorischen fortschreitet. Die ein Musikinstrument als funktionierendes Gerät ausmachenden Konstruktionsmerkmale sind bestimmt durch die physikalische Beschaffenheit des primär in Schwingungen zu versetzenden Stoffes, dessen Formgebung und Montage, die angewandte Spieltechnik, das Material des primär in Schwingung zu versetzenden Stoffes und schließlich den zur Erzeugung der Schwingung benutzten Erreger. Das Ideal einer Systematik wäre, diese Elemente so in Relation zu bringen, daß bei gleicher Fragefolge jedes Instrument an seinem ihm allein zukommenden Platz neben dem ihm zunächst verwandten stehen würde. Da diese Verwandtschaft aber von den verschiedensten Momenten bestimmt sein kann, ist dieses Ziel nicht erreichbar" (Dräger, 1957, Sp. 1290). H.-H. Dräger sieht somit in der Klassifizierung einer im einzelnen nicht begründeten Auswahl von Eigenschaften aus dem Gesamtbestand der Merkmale aller Musikinstrumente das (nicht erfüllbare) Ideal einer Systematik. Auf dem Ansatz der Klassifizierung weniger Merkmale beruhen auch die jüngsten systematischen Versuche von L. Leng (1967, S. 20ff., 36ff.), H. Seifers (1967) und A. Buchner (1968, S. 8). Die Beschränkung auf wenige Merkmale ergibt sich unter dem Blickwinkel der traditionellen Systematik einerseits aus dem Grundanliegen der Systematisierung als Mittel der Ordnung und Vergleichbarmachung der

Instrumente, andererseits aus dem großen Formenreichtum der Musikinstrumente. Der Systematiker ist dabei im allgemeinen bestrebt, das Instrument nach seinen konkreten Eigenschaften einzurichten. Konkrete Eigenschaften sind aber nur in Hinblick auf bestimmte Gemeinsamkeiten, d. h. innerhalb der gleichen Abstraktionsklasse vergleichbar. Durch das Beharren im Bereich des Konkreten wird Vergleichbarkeit und damit Systematisierung erschwert. Die Systematiker beschränken sich generell auf wenige Kriterien. Es ist bislang keiner Systematik gelungen, ein beliebiges Musikinstrument in allen seinen Eigenschaften in der Spanne zwischen dem Allgemeinen (bezogen auf systematische Kategorien von großem Allgemeinheitsgrad) und dem Einzelnen in befriedigender Weise vergleichbar zu machen. Allen traditionellen Systematikern ist gemeinsam, daß sie auf die Berücksichtigung der Verwandtschaft bzw. Entstehungsreihenfolge der Instrumente verzichten. Sie beschränken sich auf die "absolute" Klassifizierung, d. h. die bisherigen Systematiken (z.B. die Hornbostel/Sachssche Systematik von 1913 und die Typologie von O. Elschek/E. Stockmann, 1969, S. 11 ff.) sind ihrem Wesen nach Ordnungssystematiken. Demgegenüber erstrebt die Abbildung des natürlichen Systems, sowohl den Verwandtschafts- als auch den Ordnungsaspekt in gebührendem Maße zu berücksichtigen.

1.2. Übersicht über die methodischen Mittel zur Erkenntnis des natürlichen Systems der Musikinstrumente: Abstraktionsklassen und Verwandtschaftsreihen

Der Unterschied zu den traditionellen Systematiken (Ordnungssystemen) besteht formal darin, daß beim natürlichen System 1. die Instrumente unter dem Gesichtspunkt des Systems betrachtet werden, 2. verschiedene Abstraktionsklassen gebildet werden, mit deren Hilfe die Instrumente auf der Grundlage unterschiedlicher Abstraktionsgrade klassifiziert werden können, 3. alle Elemente und Eigenschaften des Musikinstruments berücksichtigt und nach ihrem Entwicklungsgrad untersucht werden, 4. die Entwicklung des Instrumentariums stammbaummäßig darstellbar wird.

Das natürliche System erschließt sich durch eine Systemanalyse der Musikinstrumente, die auf der Grundlage unterschiedlich graduierter Abstraktionsklassen vorgenommen wird. Mit der Systemanalyse wird versucht, die prinzipielle Struktur und Funktion der Musikinstrumente bei unterschiedlich starker Abstraktion der Betrachtungsweise zu beschreiben. Die Anwendung verschiedener Abstraktionsklassen bei der Analyse der Instrumentensysteme ist eine Voraussetzung, die Instrumente nach ihrer Verwandtschaft einstufen zu können.

Die Abstraktionsklassen vermitteln zwischen den allgemeinen, besonderen und individuellen Eigenschaften des Musikinstruments.

In der 1., d. h. höchst möglichen Abstraktionsklasse (**Systemklasse**) wird die Funktion der aktiven Elemente und die Spezifik ihrer Kopplungen innerhalb des Instrumentensystems untersucht. Das gesamte Instrumentarium kann dadurch auf eine relativ kleine Zahl von Funktionselementen reduziert werden. Auf dieser Stufe ist es möglich, alle Instrumente unmittelbar zu vergleichen. Im Zusammenhang mit einem Ganzsystem, das alle möglichen Funktionselemente der Musikinstrumente enthält, ist jedes Instrumentensystem als Auswahlssystem bestimmter Ordnung und Unterordnung darstellbar. Alle Instrumentensysteme lassen sich in drei Systemarten (lineare, parallele und konvergierende Systeme) aufgliedern. In einer weiteren Abstraktionsklasse (**Formalklasse**) wird das Instrumentensystem nach anthropomorphen und technomorphen Funktionselementen differenziert. Der entwicklungsmäßige Aspekt der Formalklasse, der besonders im Anteilverhältnis der anthropomorphen, mechanotechnomorphen und elektrotechnomorphen Elementen am gesamten System zum Ausdruck kommt, wird mit der Substitutionsreihe der horizontalen Verwandtschaftsreihe untersucht.

Die 3. Abstraktionsklasse (**Kategorialklasse**) betrachtet die Instrumentensysteme bzw. die Elemente in ihrer unmittelbaren Spezifik. Es ist im Prinzip nur von den dimensionalen bzw. mensuralen Eigenschaften abstrahiert. Die horizontalen Verwandtschaftsreihen werden entsprechend dem Gegenstand der Kategorialklasse weiter untergliedert.

In der letzten Abstraktionsklasse (**Dimensionalklasse**) werden die Musikinstrumente unter dem Gesichtspunkt des Dimensionalen bzw. Meßba-

ren betrachtet. Die Entwicklung bzw. Veränderung der dimensionalen Eigenschaften wird mit durch die Modalreihe erfaßt.

Jedes Musikinstrument kann mit Hilfe der Abstraktionsklassen in allen Stufen zwischen dem Allgemeinen und Einzelnen geordnet und mit anderen Instrumenten verglichen werden.

Als methodisches Mittel der Einstufung der Instrumente nach Entwicklungshöhe und Verwandtschaft dienen Verwandtschaftsreihen. Sie werden - wie bereits angedeutet - innerhalb der Abstraktionsklassen gebildet. Verwandtschaftsreihen bestehen aus Reihen von aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen (Ausprägungsstufen) des gesamten Systems, von Einzelementen oder Elementteilen. Zu einer Verwandtschaftsreihe gehören wenigstens zwei benachbarte Entwicklungsstufen.

Es werden zwei Arten von Verwandtschaftsreihen unterschieden, eine vertikale Verwandtschaftsreihe und mehrere horizontale Verwandtschaftsreihen.

Die vertikale Verwandtschaftsreihe stuft die Instrumentensysteme nach steigender Elementzahl ein. Dabei wird die Entwicklungshöhe des Systems unter Beachtung der Kopplung der Elemente als proportional zur Elementzahl angesprochen. Neunelementige Systeme z.B. gelten als höher entwickelt als siebenelementige Systeme.

Mit sechs horizontalen Verwandtschaftsreihen werden die konkreten Instrumentenelemente, Elementteile oder das gesamte Instrument nach steigendem Entwicklungsgrad eingestuft und damit der Befund der vertikalen Verwandtschaftsreihe näher erklärt.

Die Substitutionsreihe ordnet die Entwicklungshöhe der Instrumente nach dem Anteil der anthropomorphen und technomorphen Elemente unter Beachtung der Elementspezifik.

Die Numeralreihe ordnet die Entwicklungsfolge nach der Zahl der parallelgeschalteten Elemente.

Die Segmentreihe stuft die Elemente bzw. Instrumente nach steigender Segmentzahl und gewinnt dadurch eine Aussage über die Entwicklungshöhe.

Die Modalreihe ordnet die Entwicklungshöhe nach dem technologischen Entwicklungs- und dem ästhetischen und klanglichen Anpassungsgrad.

Die Funktionalreihe ordnet das Übertragungsverhalten der Elemente und Systeme nach steigender Zahl der Funktionszustände.

Die Mutationsreihe ordnet die Entwicklungsfolge der spontan auftretenden Entwicklungsformen.

Die Verwandtschaftsreihen beschäftigen sich mit den unterschiedlichsten Aspekten des Musikinstruments. Während bei Berücksichtigung von nur einer Verwandtschaftsreihe Entwicklungshöhe und Verwandtschaft eines Instruments nur sehr grob charakterisiert werden können, ist bei Anwendung von mehreren Verwandtschaftsreihen eine schrittweise präzisere Einstufung möglich. Die beste Charakterisierung der Entwicklungshöhe und Verwandtschaft ist offenbar bei Berücksichtigung aller möglichen Verwandtschaftsreihen bei Untersuchung aller Elemente gegeben. Indem man Verwandtschaftsreihen aufstellt, wird eine Entwicklungstendenz sichtbar. Damit beantwortet sich auch die Frage nach den früheren Entwicklungsstufen eines bestimmten Merkmals bzw. bei Anwendung aller möglichen Verwandtschaftsreihen für alle Elemente die Frage nach den Vorfahren eines bestimmten Instruments. Bei der Frage nach den historischen Vorgängerinstrumenten ist die Wertigkeit der Merkmale für das gesamte System zu berücksichtigen. Elementteile (z.B. Stürzenräder) besitzen eine entsprechend geringere Belegkraft als die komplexen Elemente.

Die Verwandtschaftsreihen sind das wichtigste Forschungsmittel für die Verwandtschafts- und Entwicklungslehre, die sich die Aufgabe stellt, die Entwicklung des Instrumentariums aus dem musikalischen und technologischen Entwicklungsgrad des Instruments selbst abzuleiten.

Eine numerische Kennzeichnung der Entwicklungshöhe eines Instruments, indem den einzelnen Stufen der Verwandtschaftsreihen vergleichbare Zahlen zugeordnet werden, kann vorerst noch nicht vorgenommen werden. Sie setzt bei einigen Verwandtschaftsreihen eine wesentlich bessere Kenntnis der einzelnen Entwicklungsstufen und ihrer Entwicklungsinformation voraus.

Exkurs

In der Biologie ist die Feststellung von Homologien, d.h. Bildungen unterschiedlicher Form und Funktion, die auf eine gemeinsame Urform zurückgehen, das wichtigste methodische Mittel zur Feststellung von Verwandt-

schaften. Durch das Fehlen einer embryonalen Entwicklung, die nach der biogenetischen Grundregel eine verkürzte Wiederholung der stammesgeschichtlichen Entwicklung ist, entfällt für die Musikinstrumente das Problem der Homologie. Darin liegt ein grundlegender Unterschied zwischen instrumentenkundlicher und biologischer Systematik und Verwandtschaftslehre. Anstelle der Feststellung von Homologien tritt bei den Instrumenten zur Klärung der Verwandtschaft die Aufstellung von Verwandtschaftsreihen.

In der genauen Kenntnis von Struktur und Funktion aller Systemelemente wird - das lehrt auch die Erfahrung der biologischen Systematik seit dem 18. Jahrhundert - der Schlüssel für die Erkenntnis des natürlichen Systems der Musikinstrumente gesehen. Natürliche Systeme im Sinne des Sprachgebrauchs der Erkenntnistheorie sind naturgegebene bzw. vom objektiven Sachbestand gegebene Verwandtschaftssysteme. Sie werden nicht geschaffen, sondern bestehen objektiv und bedürfen nur der Auffindung. Die bisher bekannten Instrumentensystematiken besitzen mehr den Charakter von künstlichen Systemen (nach dem Sprachgebrauch der Erkenntnistheorie). Sie klassifizieren den Instrumentenbestand isolativ nach einem Element (Kriterium) oder wenigen Elementen (Kriterien) und damit unvollständig und ohne Berücksichtigung der historischen Verwandtschaft der Instrumente. Die künstlichen Systeme (von denen einige in 1.1. angeführt wurden) sind nicht "unrichtig" und sollen nicht verdrängt werden, zumal sie zur Lösung bestimmter Fragestellungen und zur schnellen praktischen Orientierung oft sehr nützlich sind (z.B. die Bezeichnung "Tasteninstrumente"). Daher erübrigt sich auch eine kritische Auseinandersetzung mit den traditionellen Systematiken. Das isolative Systematisierungsprinzip bzw. die Ordnungssysteme werden in 7. charakterisiert.

In den Verwandtschaftsreihen und Stammbäumen, vor allem aber mittels des Systematisierungsrasters werden die wichtigsten Formen dargestellt, in denen die Entwicklung des Instrumentariums aufgrund des Befundes der Systemanalyse und der Verwandtschaftsreihen stammbaummäßig dargestellt werden kann.

Das Systematisierungsraster (s. 6.2.) besitzt eine Zeilendimension zur Ordnung des Instrumentariums nach Verwandtschaftsgraden und eine Spal-

tendimension, nach der die Instrumente nach der Entstehungsreihenfolge geordnet werden können. Dabei werden die Verwandtschaftsstufen nach den Kriterien der systematischen Kategorien (z.B. Gruppe, Familie, Gattung, Art) benannt.

Mit Hilfe der systematischen Kategorien kann jedem Instrument im Gefüge des natürlichen Systems entsprechend seiner Verwandtschaft bzw. Entwicklungshöhe ein Platz zugewiesen werden.

In vorliegender Schrift kann das konkrete natürliche System der Musikinstrumente nicht aufgestellt werden. Das ist bei dem jetzigen Entwicklungsstand der Instrumentenkunde, die z.B. über die Mensuren der verschiedenen Saiten- oder Blasinstrumente kaum etwas Exaktes und Vergleichbares auszusagen vermag, auch näherungsweise nicht möglich. Je mehr sich die Instrumentenkunde mit der Systemanalyse und der quantitativen vergleichbaren Beschreibung der räumlichen Gegebenheiten der Musikinstrumente beschäftigt, desto mehr wird es möglich sein, das natürliche System der Instrumente auch in den kleineren und mensurell determinierten systematischen Kategorien (Untergruppen, Gattungen, Arten) abzubilden bzw. aufzustellen. Die Arbeit zeigt nur den allgemeinen Weg zur Aufstellung des natürlichen Systems auf und versucht nur beispielhalber aufgrund des jetzigen Kenntnisstandes der Katalogisierung der Instrumente Systemausschnitte darzustellen.

1.3. Das Verhältnis zwischen systematischer und historischer Instrumentenkunde

Die natürliche Systematik (systematische Instrumentenkunde) stellt einen selbständigen Zweig der Musikinstrumentenkunde mit folgenden hauptsächlichen Forschungsgegenständen dar:

1. Systemanalyse (Analyse von Struktur und Funktion der Musikinstrumente) als Grundlagenwissenschaft, vergleichbar der Anatomie und Physiologie in der Biologie
2. Taxonomie (systematische Einstufung der Instrumente und damit Abbil-

dung des natürlichen Systems der Musikanstrumente) und damit im Zusammenhang Verwandtschafts- und Entwicklungsforschung

Die unter 2. angeführten Aufgabenstellungen sind von der Systemanalyse abhängig und besitzen eine nur relative Selbständigkeit. Während die Systemanalyse für das gesamte Gebiet der Musikanstrumentenkunde Bedeutung hat, bildet die Taxonomie, Verwandtschafts- und Entwicklungsforschung einen wesentlichen Aspekt der historischen Instrumentenkunde im weitesten Sinne. Indem in der systematischen Instrumentenkunde das objektive natürliche System der Musikanstrumente in seiner historischen (und regionalen) Gesamtheit abgebildet werden soll, werden damit grundlegende Fragestellungen der historischen Instrumentenkunde berührt, wobei ihre Beantwortung verschiedentlich erst durch die natürliche Systematik exakt möglich wird. Die historische Instrumentenkunde im weitesten Sinne hat ganz allgemein die Geschichte der Musikanstrumente zum Gegenstand und konzentriert sich auf folgende Aufgabenstellungen:

1. Beschreibung der Instrumentarten und ihrer Entwicklung auf der Grundlage der konkreten historischen und regionalen Dokumente, d.h. in Abhängigkeit von Entstehungszeit und Entstehungsort. Fernerhin Untersuchung von Gebrauchshäufigkeit und musikalischer Bedeutung, die ein Instrument im Vergleich zu anderen besitzt. Es gilt somit, die konkreten Entwicklungs-vorgänge bzw. die Einzelabläufe von Instrumentenentwicklungen, d.h. die Idiogenese, in folgenden drei Dimensionen zu beschreiben:

- a. Temporalität, Darstellung der zeitlichen Ausdehnung des Entwicklungs-vorganges,
- b. Regionalität, Darstellung der regionalen Ausdehnung des Entwicklungs-vorganges,
- c. Valenz, Darstellung der Wertigkeit hinsichtlich Gebrauchshäufigkeit und musikalischer Bedeutung, die einem Instrument innerhalb des Gesamt-instrumentariums zukommt.

Schließlich sind die Entwicklungsursachen und der herstellerindividuelle Anteil an der Entwicklung aufzudecken.

2. Beschreibung der Entwicklung der Instrumentarten und -gattungen un-abhängig von den konkreten historischen und regionalen Dimensionen bzw.

Koordinaten. Es geht dabei um die Darstellung der stammbaummäßigen Ent-wicklung, d.h. der Taxogenese (im Prinzip übereinstimmend mit der Stam-mesentwicklung bzw. Phylogenie in der Biologie). Es gilt z.B. die innerhalb einer bestimmten Kultur gleichzeitig existierenden Gattungen (z.B. im 18. Jahrhundert in Deutschland Hifthörner, Jagdbügelhörner, Zinken und Waldhörner) in eine Entwicklungsfolge umzuwandeln, die den allgemeinen Entwicklungsgang widerspiegelt.

Der 1. Aufgabenkomplex ist Gegenstand der historischen Instrumenten-kunde im engeren (eigentlichen) Sinne. Der 2. Aufgabenkomplex ist Gegen-stand der historischen Instrumentenkunde in einem erweiterten Sinne und ist mit den Methoden der natürlichen Systematik, besonders mittels der Verwandtschaftsreihen, lösbar. Das wechselseitige Verhältnis zwischen historischer Instrumentenkunde und natürlicher Systematik und die gegen-seitige funktionelle Abhängigkeit ihrer Arbeitsgebiete siehe H. Heyde, 1975, Tabelle 1a. Zum besseren Verständnis der Stellung der natürlichen Syste-matik (systematischen Instrumentenkunde) im Rahmen der historischen In-strumentenkunde und der Abgrenzung ihrer zwei Aufgabenkomplexe sollen in 1.4. die prinzipiellen Entwicklungsmechanismen der Musikanstrumente dargestellt werden.

1.4. Entwicklungsmechanismen der Musikanstrumente

Entwicklung ist ein geschichtsbildender Veränderungsprozeß von Merkmalen oder Merkmalsgruppen eines Musikanstruments. Eine Entwicklung liegt dann vor, wenn ein Instrument mit n Merkmalen zur Zeit t_1 in der Zeit t_2 wenigstens in einem der n Merkmale aufgrund einer Anpassungsleistung ver-schieben geworden ist. Ausgehend vom Kausalgesetz (jede Wirkung - Entwicklung - hat eine Ursache) kann aufgrund zahlreicher Einzelbeobachtungen geschluß-folgert werden, daß bei Musikanstrumenten Entwicklung im wesentlichen An-passung bedeutet. Es handelt sich besonders um eine Anpassung 1. an die musi-kalisch-leistungsmäßigen Anforderungen, 2. an das klangideelle Konzept einer Regionalzeit, 3. an den technologischen Anspruchsgrad und 4. an ästhe-

tische und materialmäßige Anforderungen. Die genannten vier kausalen Faktoren der Entwicklung sind das Postulat einer Zeit und bedingen Veränderungen der leistungsbestimmenden Merkmale (z.B. Saiten- und Bundzahl, Tonlochzahl, Tonumfang, Lautstärkegrenzen), der klangbestimmenden Merkmale (z.B. Mensur), der technischen und Gebrauchseigenschaften (Stabilität des technischen Systems, Abschlußdichtung von Tonlöchern, Stürzenkränze usw.) und der formalen und materialmäßigen Eigenschaften (Formgebung, Güte der Oberflächenbehandlung und ihre Gestaltung usw.). Bei Merkmalen wie Stimmlage oder Herstellungsqualität wirken mehrere bedingende Faktoren zusammen.

Bei Anpassung im Sinne der Vergrößerung der Leistungsfähigkeit des Instruments, der objektiven Verbesserung der technologischen Gebrauchseigenschaften, der Verbesserung der Herstellungsqualität und dgl. kann offenbar von einer Höherentwicklung gesprochen werden. Im Tonlichen kommt die Höherentwicklung in einer zunehmenden Verfeinerung und Veredelung des Klanges zum Ausdruck

Der Entwicklungs- \triangleq Anpassungsprozeß der Musikinstrumente kann durch einen Regelkreis beschrieben werden (vgl. Abbildung 1). Die bedingenden Faktoren bzw. das Postulat einer Zeit bilden dabei die Führungsgröße. Der Instrumentenmacher entspricht dem Regler. Der Spieler tritt beim Entwicklungsgeschehen häufig als "Beobachter" auf, der das Instrument mit dem Postulat vergleicht und danach ein Urteil über das Instrument bildet oder von den Hörern oder anderen Spielern übernimmt und an den Instrumentenmacher heranträgt. Je nachdem wie die Umwelt (Spieler, Publikum) über das Instrument zu einer Zeit befindet bzw. denkt, wird es der Instrumentenmacher im Rahmen seiner Tätigkeit umgestalten oder belassen (d.h. die Neuanfertigung wird nach dem überkommenen Muster geschehen).

Zum Regelkreis Abbildung 1:

Während der Zeitspannen T_m , T_n , T_o und T_p , die ein bestimmtes Postulat vertreten, herrscht ein bestimmter Instrumentenbestand, der nach den Zeitabschnitten t_1 , t_2 , t_3 und t_4 aufgegliedert ist. Die Zeitabschnitte t_1 bis t_4 stellen Unterteilungen von T_m , T_n , T_o und T_p dar. Der Instrumentenbestand ist durch die Anpassungsformen a^1 , a^2 , a^3 , durch die "Neuerfindun-

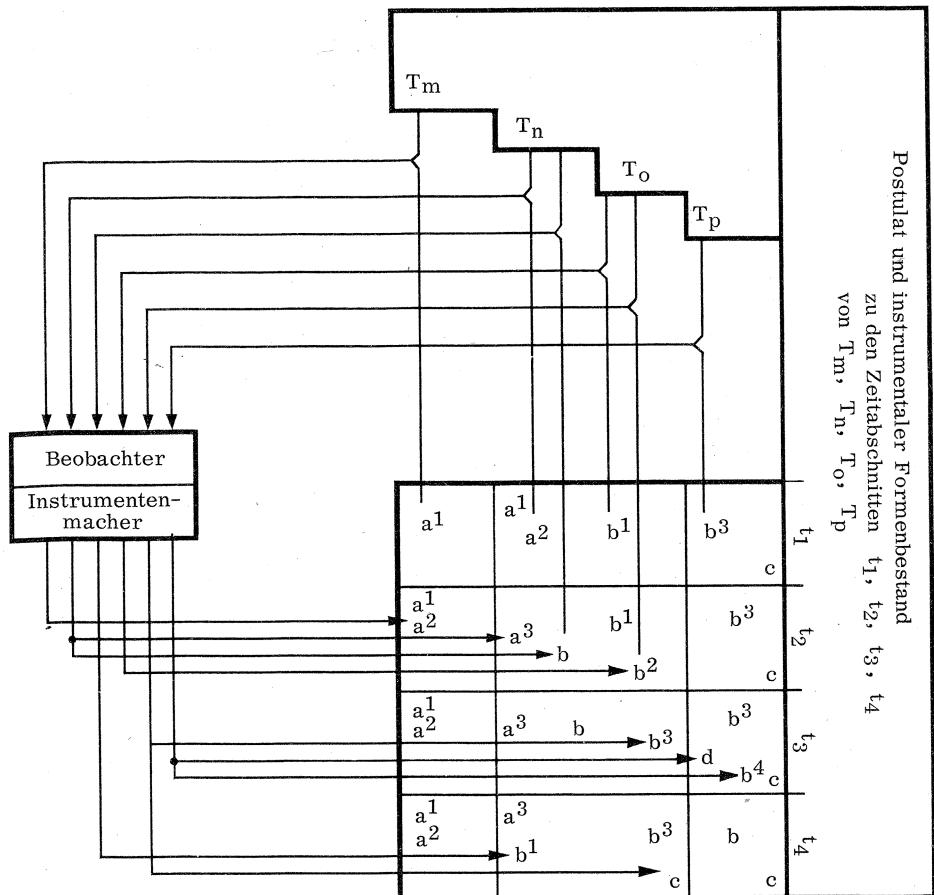


Abb. 1. Modell der Entwicklung des Musikinstrumentariums

gen" b und c sowie die Anpassungsformen von b vertreten. Der Auftraggeber an den Instrumentenmacher, z.B. ein Musiker oder der Instrumentenmacher selbst - in der Abbildung Beobachter genannt - vergleicht das Postulat mit der realen Leistung des Musikinstruments der Zeit t . Wenn das Instrument dem Postulat entspricht, dann wird es weiter in gleicher Gestalt vom Instrumentenmacher gebaut und zum Musizieren verwendet. Entspricht es dem Postulat nicht, wird es entweder so geändert, daß es dem Postulat entspricht, oder es scheidet (allmählich) aus der Musikpraxis aus. Ältere, d.h. nicht

mehr völlig angepaßte Ausprägungen vermögen neben den angepaßten bzw. angepaßteren in einer bestimmten Verwendungshäufigkeit eine gewisse Zeit nebeneinander zu existieren. Neuerfindungen können dem Postulat nicht oder mehr oder weniger genügen. Letztere sind also anpassungsfähig. Die prinzipiellen Möglichkeiten des Verhaltens von Instrumentenformen zum Postulat der Zeit sind in der Regelstrecke veranschaulicht.

Unter Berücksichtigung des Regionalen gestaltet sich die Entwicklung im einzelnen wie folgt. Jede Erfindung, Verbesserung oder Modifikation wird zunächst an einem Instrument realisiert. Bei der "Vervielfältigung" des Instruments durch den Instrumentenmacher entstehen erste, durch den Herstellungsprozeß, durch herstellerindividuelle und regionale Auffassungen bedingte Abweichungen vom Original. Weitere Abweichungen treten auf, wenn nach einem bereits "vervielfältigten" Instrument neue hergestellt werden und dabei kleinere Anpassungsleistungen einfließen. Durch die "Vervielfältigung" des Instruments wird aus dem ursprünglich singulären diskreten Prozeß der Erfindung ein Entwicklungsprozeß mehr analoger, statistisch betrachtbarer Natur. In analogen Veränderungen können sich diskrete vorbereiten, und sie können evtl. in diese umschlagen (Prinzip des dialektischen Sprunges). Bei historischen Untersuchungen muß dabei zwischen diskretem und analogem Aspekt der Entwicklung unterschieden werden. Die diskrete Veränderung hat den Charakter der Höherentwicklung, die analoge mehr den der Modifikation. Die diskreten Veränderungen werden mit Hilfe der Verwandtschaftsreihen untersucht, die analogen mit statistischen Methoden.

Der Hersteller von Instrumenten ist generell der Mittler aller Veränderungen am Musikinstrument und verwirklicht durch seine Tätigkeit das zeitliche und regionale Postulat. Dabei ist das Postulat durch das Urteil und die Vorstellungen einer Vielzahl von Menschen unterschiedlicher psychischer, sozialer und bildungsmäßiger Voraussetzungen geformt und nicht punktförmig umschreibbar. Es kann innerhalb bestimmter zeitlicher und regionaler Grenzen mehrschichtig sein.

Das Instrument erhält eine Prägung durch Entstehungszeit (zeitlich determiniertes Postulat), Entstehungsort (regional determiniertes Postulat) und Individualität des Instrumentenmachers. Aufgabe der historischen Instrumenten-

kunde ist es, diese drei Faktoren aus den Instrumenten zu extrahieren bzw. die Instrumente auf der Basis der historischen und regionalen Koordinaten und der Individualität des Herstellers zu beschreiben (Näheres siehe H. Heyde, 1975). Die historische Instrumentenkunde beschäftigt sich also mit der Entwicklung des Instrumentariums in einem konkreten historischen Rahmen bzw. auf Grund der Kenntnis von Entstehungszeit, Entstehungsort und der Individualität des Herstellers. Die historische Instrumentenkunde vermag aber nichts Exaktes auszusagen über die Stellung eines Instruments innerhalb der Gesamtentwicklung der vergleichbaren Instrumente. Hier tritt die systematische Instrumentenkunde, besonders die Entwicklungsforschung, ein. Die hauptsächlichen Aufgaben der systematischen Instrumentenkunde sind dabei folgende:

1. eine allgemeine Entwicklungsgeschichte der Instrumente auf Grund der ihnen innewohnenden Entwicklungshöhe aufzustellen,
2. die Unterschiede, die zwischen Entstehungszeit und Entwicklungshöhe bestehen können (z.B. Volksmusik- und Kunstmusikinstrumente) im Sinne eines zeitlichen Nacheinander der Entwicklung der Instrumente aufzulösen.

Die systematische Instrumentenkunde geht dabei von einer Systemanalyse aus und stuft die Merkmale mit Hilfe der Verwandtschaftsreihen nach der Entwicklungshöhe ein.

Mittels der systematischen Instrumentenkunde kann die allgemeine Fragestellung der historischen Instrumentenkunde, die nach dem prinzipiellen Entwicklungsgang bzw. nach dem Stammbaum fragt, beantwortet werden. Es dürfte sich dadurch u. a. ein wesentlich präziseres Bild von der Entwicklungsgeschichte der Musikinstrumente ergeben, als es von C. Sachs (1929) auf Grund der geographischen Methode der Kulturreislehre gegeben werden konnte.

2. SYSTEMKLASSE

2.1. Einleitung

Innerhalb der Systemklasse wird von den spezifischen funktionellen und strukturellen Eigenschaften der Musikinstrumente abstrahiert. Es wird zunächst das allgemeine funktionelle Übertragungsverhalten der aktiven Elemente betrachtet. In diesem Zusammenhang werden die aktiven Elemente als black boxes angesehen. Dabei interessieren ausschließlich die Ein- und Ausgänge der aktiven Elemente und die Abhängigkeit der Ausgänge von den Eingängen, d.h. das Übertragungsverhalten der Elemente. Als Übertragungsverhalten bezeichnet man allgemein die Umwandlung bzw. Transformation des Eingangs in den Ausgang des Elements (betr. Übertragungsverhalten im allgemeinen s. O. Lange, 1967, S. 4 - 10).

Hinsichtlich der Struktur der Instrumentensysteme wird nur der Verlauf der energetischen, stofflichen und informationellen Kopplungen zwischen den aktiven Elementen betrachtet.

Bevor das Übertragungsverhalten der aktiven Bauelemente des Musikinstruments näher untersucht wird, werden einige für die Untersuchung zentrale Begriffe der Systemtheorie (allgemein s. O. Lange, 1967) in instrumentenkundlicher Interpretation eingeführt.

1. Ein aktives Element ist eine abgrenzbare anthropomorphe oder technomorphe Vorrichtung, die Einwirkungen aus der "Umgebung" (d. h. von anderen Elementen) aufzunehmen und in einer für das Element spezifischen Weise abzugeben in der Lage ist. Jedes Element besitzt wenigstens einen Eingang (input) und einen Ausgang (output). Das Rohrblatt eines Krummhorns z.B. besitzt einen Eingang und einen Ausgang, wobei der Eingang am Lamellenspalt die Atemdruckluft ist und der Ausgang im Rohrblattkanal ein Klang. Das Oboenrohrblatt dagegen besitzt zwei Eingänge und einen Ausgang. Hierbei ist der eine Eingang die Atemdruckluft am Lamellenspalt, der andere

der Dämpfungsdruck der Lippen, der Ausgang ein Klang. Die Windlade einer Orgel hat einen Eingang (Windzustrom) und n Ausgänge (n = Anzahl der darauf stehenden Pfeifen).

2. Das aktive Element (E_1) wirkt auf die Umwelt, z.B. ein anderes Element (E_2) im Verband des Instrumentensystems, mittels einer bestimmten Größe z (z.B. Atemdruckluft) ein. Wird der Ausgang des Elements E_1 zum Eingang des Elements E_2 , so bezeichnet man den Verlauf der Größe z als Signal (vgl. M. Peschel, 1965, S. 17ff.).

Das Signal stellt in Form einer Raum-Zeit-Funktion $f(t, x, y, z)$ die informationelle Kopplung zwischen den Elementen her. Betrachtet man bei der Orgel z.B. die Elemente Windlade und Pfeifen als zwei Elemente, so wird die informationelle Kopplung durch ein Windsignal, dessen Verlauf über die Tastatur gesteuert wird, hergestellt. Dieses Windsignal ist ein reines Zeit-Signal (vorausgesetzt, daß der anliegende Winddruck konstant ist). Bei der Flöte tritt eine Ortsvariable in Form eines veränderlichen Blasdrucks, mit dem sich die Lautstärke verändern läßt, auf (Prinzipverhalten s. Abbildung 2).

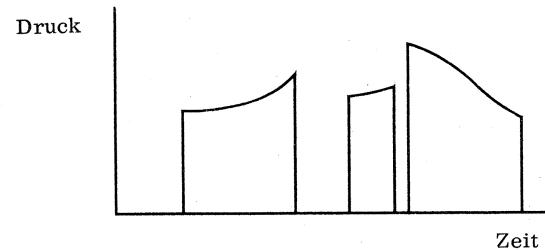


Abb. 2. Lautstärkeänderung dreier Töne (z. B. der Flöte) durch Veränderung des Blasdruckes (Prinzipdarstellung)

Von einem Signal spricht man nur, wenn seine Zustandsgrößen (Parameter) für das empfangende Element eine Information enthalten. Im Falle der Flöte enthält die Atemluft also Informationen über Tonlängen (Zeitverhalten) und Lautstärke (Druckänderung).

3. Sind mindestens zwei Elemente miteinander gekoppelt, so spricht man von einem System. Handelt es sich bei den Elementen eines Systems um aktive Elemente, so liegt ein dynamisches (kybernetisches) System vor. Da

die Bauelemente der Musikinstrumente den Charakter aktiver Elemente besitzen, stellen Musikinstrumente dynamische Systeme dar.

Die Kopplungen der Elemente eines Systems bezeichnet man als Struktur des Systems.

2. 2. Das allgemeine Funktionselement

2. 2. 1. Zur Definition des Funktionselements

In die Betrachtung des Verhaltens der Elemente des Musikinstruments möge durch das Blockschaltbild Abbildung 3 eingeführt werden. Die Abbildung stellt die Bauelemente z.B. der Oboe und die zwischen ihnen bestehenden Kopplungen sowie die zur Steuerung der Bauelemente notwendigen Körperfunktionen und deren Kopplungen beim Oboespiel dar.

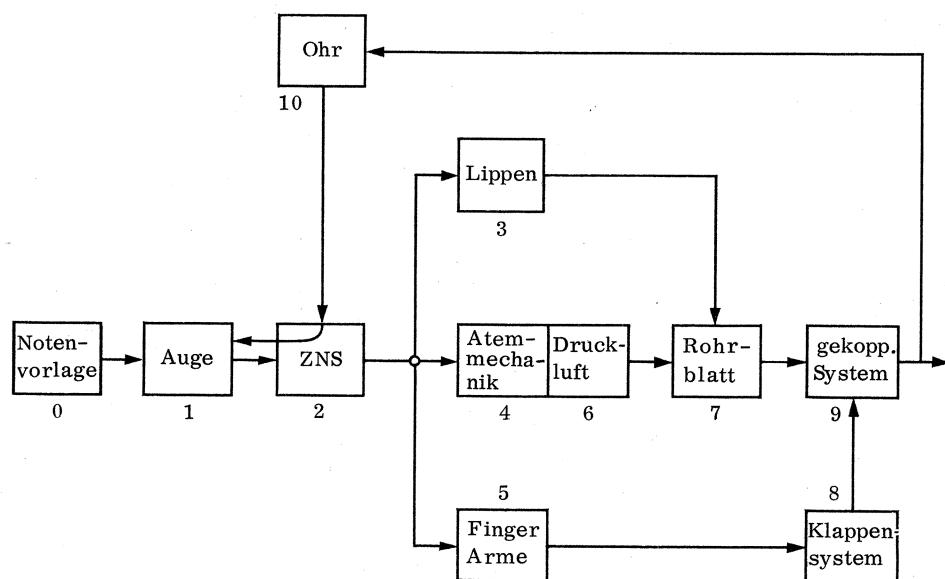


Abb. 3. Blockschaltbild: Blasen eines Rohrblattinstruments

Die Pfeile geben den Verlauf des Signalflusses an und legen damit die Struktur des Systems fest. Die Blöcke (7), (8), (9) versinnbildlichen die aktiven Elemente des Instruments selbst. Alle anderen stellen (psychophysische) Körperfunktionen dar.

Das Rohrblatt (7) wandelt die Strömungsenergie (6), die von der Atemmechanik (4) beeinflußt werden kann, in akustische Energie um. Das Rohrblatt (7) kann in seiner Funktion von den Lippen des Bläser (3) verschiedene Zustände annehmen, wodurch die Überblastöne entstehen können. Schließlich wird das gekoppelte System, also das Oboenrohr (9), in seiner effektiven Länge durch ein Griff- und Klappensystem (8), das von (5) aus bedient wird, bestimmt.

Alle Körperfunktionen (3), (4), (5) werden vom Zentralnervensystem (2), das mittels des Auges (1) Informationen von einem Notenblatt (0) aufnehmen kann, gesteuert.

Das ganze System kann man als ein informationsverarbeitendes System charakterisieren. Dabei ist der Eingang die schriftliche Aufzeichnung, die im Auge (1) in pulsfrequenzmodulierte Spannungssignale umgewandelt wird. Das Zentralnervensystem schlüsselt die vom Auge kommenden Informationen für bestimmte Körperfunktionen auf. Die Körperfunktionen wiederum steuern die Bauelemente des Instruments, die in der aus Abbildung 3 ersichtlichen Form gekoppelt sind. Der Ausgang des Systems ist das klangliche Abbild der Notenvorlage. Wie von der Shannonschen Signalübertragungskette her allgemein bekannt (vgl. M. Peschel, 1965, S. 28), können auch beim Musikinstrument die Signalformen zwischen Ein- und Ausgang einer Reihe von Störungen unterliegen, die das klangliche Abbild gegenüber dem Vorbild mehr oder weniger verändern (z.B. durch das Zentralnervensystem fehlgeleitete Informationen = sog. Verspielen).

Über das Ohr (10) wird eine Rückkopplung vom Ausgang auf das Zentralnervensystem vorgenommen. Die Rückkopplung hat den Sinn, das klangliche Abbild mit dem Original (Notenvorlage und deren psychisches Abbild) zu vergleichen. Das Ergebnis des Vergleichens - je nachdem, ob die Abweichungen mehr oder weniger groß sind - kann wiederum vom Zentralnervensystem gesteuerte Körperfunktionen einleiten. Spieler und Instrument stellen unter diesem Gesichtspunkt einen Regelkreis dar.

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, ist die Oboe selbst nur ein Teilsystem. Erst mit den Körperfunktionen, die für sich betrachtet auch ein Teilsystem sind, wird das Instrument zu einem funktionsfähigen, ganzheitlichen System.

Wie die Formalklasse (3.) zeigt, gibt es alle Übergangsstufen hinsichtlich des Anteils anthropomorpher und technomorpher Elemente am Gesamtsystem des Instrumentes.

Im Grenzfall kann das System nur aus technomorphen Elementen bestehen. In Abbildung 4 ist analog zu Abbildung 3 ein programmgesteuertes Musikinstrument dargestellt, bei dem alle aktiven Elemente technomorph sind. Es handelt sich um den Flötenandroiden von Vaucanson, Paris 1738 (Kulturhistorisches Museum Neuchâtel, Nachbildung von Jacquet-Droz, 18. Jahrhundert).

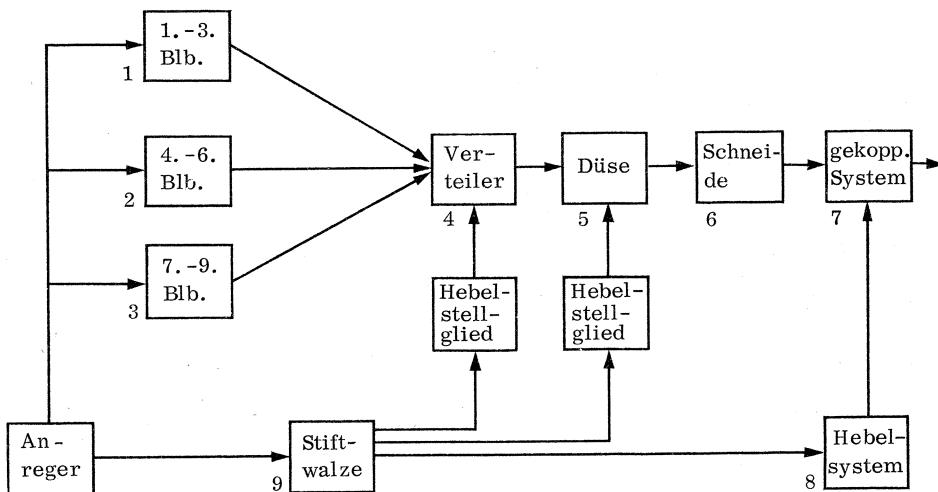


Abb. 4. Blockschaltbild: Flötenandroide von Vaucanson, Paris 1738. Blb. = Blasebalg

Von einer Stiftwalze (9) aus, die mit einem Uhrwerk motor (Anreger) angetrieben wird, werden sämtliche Funktionen, die für die Betätigung einer Flöte notwendig sind, gesteuert. Die Funktion des Brustkorbes zur Erzeugung des Atemdrucks wird durch drei Gruppen zu je drei Blasebälgen (1), (2), (3) simuliert. Die Veränderung des Luftdrucks, die sich beim Über-

blasen in die Oktave und Duodezime als notwendig erweist, wird durch einen Schieber in einem Verteiler (4) von (9) aus geregelt. Für das Überblasen in die Oktave wird zusätzlich der Wind der 2. Blasebalggruppe (2) eingeschaltet, für die Duodezime zusätzlich der der 3. Blasebalggruppe (3). Schließlich wird der Luftdruck noch durch eine verstellbare Düse (5), die sich unmittelbar vor der Schneide befindet und den Mund verkörpert, beeinflußt. Die Betätigung der Grifflöcher (7) erfolgt ebenfalls technomorph, und zwar durch ein von (9) aus gesteuertes Hebelsystem (8). Somit sind alle wesentlichen Körperfunktionen beim Flötenblasen technisch nachgeahmt. Die Anführung eines programmgesteuerten Instruments hat den Zweck, zu zeigen, daß es unter dem Blickwinkel der Systematik nötig ist, die Körperfunktionen mit in das System des Instruments einzubeziehen.

Das Übertragungsverhalten der Elemente, wie es in der Legende zu Abbildung 3 und 4 deutlich wird, ist das spezifische der Oboe und des Flöte blasenden Androiden. In analoger Weise kann man Schaltbilder (Signalflußpläne) von allen Musikinstrumenten aufstellen. Diese weichen, je nach Art und Entwicklungshöhe, die sie repräsentieren, von den Modellen Abbildung 3 und 4 ab. Sie können dabei prinzipiell neue Bauelemente und Körperfunktionen enthalten.

Abstrahiert man von der Spezifik der Bauelemente der jeweiligen Instrumente, d.h., fragt man nur nach der Funktion der Elemente, wie sie durch das Verhältnis von Eingang und Ausgang gegeben ist, so ergibt sich eine relativ kleine Zahl von Klassen, die als allgemeine Übertragungsglieder oder als allgemeine Funktionselemente bezeichnet werden sollen.

Beispielsweise gehören alle aktiven Elemente, die die Funktion besitzen, mechanische Energie in akustische umzuwandeln, zur Klasse der Wandler (Saiten, Membranen, Rohrblätter usw.).

Andererseits gehört die Verkürzung der Saiten beim Violinspiel oder die Traktur der Rohrblätter zum Überblasen gemeinsam in die Klasse der Wandlersteuerungen. Durch die Wandlersteuerungen werden die Wandler zu Verhaltensweisen veranlaßt, die als Veränderung der Tonhöhe, Lautstärke und z.T. der Klangfarbe in Erscheinung treten.

Die Klassen bzw. allgemeinen Übertragungsglieder sind (im Sinne der Logik)

durch Äquivalenzrelationen gebildete Abstraktionsklassen, die für jedes Instrument Gültigkeit besitzen. Das klassenbildende invariante Merkmal ist das allgemeine Verhalten der aktiven Elemente. Im folgenden werden die auf diese Weise gebildeten zehn allgemeinen Funktionselemente des Musik-instruments aufgeführt.

2.2.2. Anreger (A)

Der Anreger ist bei einem beliebigen Instrument dasjenige aktive Element, das die für die Tonerzeugung notwendige Energie in geeigneter Form und Menge bereitstellt. Der Anreger liefert den "Betriebsstoff" für die Tonerzeugung, die Anregende Energie. Das Funktionselement Anreger hat demnach zwei wesentliche Aspekte für das Instrument, einen technisch-strukturellen und einen energetischen Aspekt.

Die Anregende Energie kann (nach dem jetzigen Entwicklungsstand der Musikinstrumente) in folgenden grundsätzlichen Formen auftreten: 1. als mechanische Energie, 2. als elektrische Energie, 3. als Lichtenergie (z.B. Welte-Lichttonorgel). Die vom Anreger bereitgestellte Energieform muß nicht die gleiche sein, mit der der Wandler angeregt wird. Das ist vor allem dann der Fall, wenn sich die für den Wandler benötigte Energieform nicht für die Verarbeitung bestimmter Signale, die zwischen Anreger und Wandler angreifen (s.u.), eignet (z.B. Phonola).

Die Bauelemente des Anregers (als technikon) sind energieumformende Medien, deren Zahl unterschiedlich sein kann. Betrachtet man beispielsweise den Anreger beim Klavierspiel, so ist nur ein energieumformendes Medium vorhanden, nämlich der Muskel. Der Muskel wandelt auf der Grundlage nervaler Steuerung chemische in mechanische Energie um (ungeachtet dessen, daß die im Muskel umgewandelte Energie selbst aus anderen Energieformen gebildet worden ist).

Bei den Blasinstrumenten ist hinsichtlich der Erzeugung von Atemdruckluft der chemisch-mechanischen Umwandlung eine weitere Umwandlungsstufe, die Atemmechanik, angeschlossen. Beim Blasebalg ist auf Grund der größte-

ren Leistungsvorgabe die 2. Umsetzungsstufe (Atemmechanik) technomorph ausgeführt. Betrachtet man einen elektrisch betriebenen Blasebalg, so liegt eine elektrisch-mechanisch-pneumatische Umsetzung vor. Bei Instrumenten mit elektrischer Nutzenergie fehlen die Umsetzungsstufen (Generator, Umsetzer- bzw. Transformatoranlagen) im Bereich des Instruments. Es besteht hier der für die Entwicklung der Musikinstrumente neue Sachverhalt, daß die Nutzenergie "fertig" aus einer "Energiequelle" (Steckdose) entnommen werden kann. Andererseits liegt im Falle der Instrumente, die mit Lichtenergie arbeiten, eine einstufige elektro-lichtenergetische Umsetzung in Form von Glühlampen vor.

Wie die angeführten Beispiele zur Illustration zeigen, fallen unter den Begriff "Anreger" energieumwandelnde Systeme, die bis auf die Instrumente mit rein elektrischer Tonerzeugung im Bereich des in Aktion befindlichen Instruments liegen. In der unterschiedlichen Zahl der Umwandlungsstufen innerhalb des Instruments und in der Tatsache, daß man keine (von einem Anreger bereitgestellte) Energie auf einen festen Ursprung zurückführen kann, liegt eine gewisse Schwierigkeit, den Anreger "nach vorn", d.h. auf einen bestimmten Eingang hin, abzugrenzen.

Ohne daß eine feste Abgrenzung "nach vorn" durch Festlegung einer bestimmten Zahl von Umsetzungsstufen vorgenommen werden kann, soll folgendes vereinbart werden:

Den Anreger bilden alle die Umsetzungsstufen im Bereich des Instruments, die die Anregende Energie unmittelbar bereitstellen. Unter diesem Gesichtspunkt können die Anreger in drei Gruppen aufgeteilt werden:

1. Es bestehen keine Umsetzungsstufen im Bereich des Instruments. Der Anreger existiert nur in seinem energetischen Aspekt als Anregende Energie.

2. Der Anreger ist die letzte Umwandlungsstufe, die die Anregende Energie unmittelbar abgibt.

3. Der Anreger umfaßt zwei funktionell eng verknüpfte Umwandlungsstufen, die den Ausgang unmittelbar erzeugen.

Beispiel für 1.: elektrische Wandler.

Beispiele für 2.: Muskeltätigkeit bei Klavier- oder Geigespiel, Tretkurbel

bei Terpodeon oder Glasharmonika, Blasebalg, Ventilator. Die Motoren und Muskelbewegungen zur Bedienung von Blasebälgen, Kurbeln usw. gehören als "Anreger des Anregers" nicht mit zu den definierten Umwandlungsstufen.

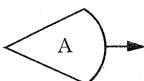
Beispiel für 3.: Atemmechanik beim Spiel von Blasinstrumenten.

Die Umsetzungsstufen der Anregenden Energie können als Segmente im Sinne der Segmentreihe betrachtet werden.

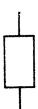
Die Anregende Energie kann dem Vermittler bzw. dem Wandler (s.u.)

1. determiniert, d.h. dosierbar und vom Zufall unabhängig, oder
2. indeterminiert, d.h. vom Zufall abhängig und in nicht vorhersehbarer und nicht kontrollierbarer Weise zur Verfügung gestellt werden.

In der Regel ist die Anregung determiniert, z.B. bei allen Orchesterinstrumenten. Schaltsymbol:



Bei aktiven Wandlern werden die Anreger für die innere und äußere Bewegung des Wandlers durch die Indizes i und \ddot{a} unterschieden (A_i , $A_{\ddot{a}}$). Der Antriebsmechanismus ist im Schaltbild des Anregers mit inbegriffen, kann aber bei Existenz mehrerer unabhängiger Antriebe außerhalb des Schaltsymbols wie folgt dargestellt werden:

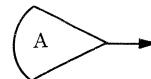


Symbol für Anregende Energie (wenn Umsetzungsstufen des Anregers im Bereich des Instruments fehlen):



Generell gilt: Ist ein Element anthropomorph (elektrotechnomorph), so wird das Schaltzeichen schraffiert (gepunktet) dargestellt.

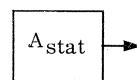
Indeterminierte Anregung liegt bei allen Äolsharfen, Türzithern u.ä. Instrumenten vor. Schaltsymbol:



Auftreten und Stärke des Windes ist in Hinblick auf das Musikinstrument (Äolsharfe) zufällig, ebenso das Öffnen der Tür und in welcher Weise es geschieht (Türzithern). Die klanglichen Ergebnisse der Musikinstrumente mit indeterminierter Anregung sind Zufallsprodukte. Der technisch-strukturelle Aspekt des Anregers wäre bei den Äolsharfen die Windmechanik (die durch Temperaturgefälle provozierten Strömungsverhältnisse der Luftmassen), bei den Türzithern die Tür.

Die determinierten Anreger können Vorrichtungen - im folgenden allgemein Variationseinrichtungen genannt - zur Veränderung der Menge der abgegebenen Anregenden Energie und Einrichtungen für den Schalter besitzen. Die Lichtstärke bzw. -menge, die von den Glühlampen bestimmter lichtelektrischer Instrumente (z.B. Spielmannsches Superpiano, Welte-Lichttonorgel) abgegeben wird, kann vor allem in Hinblick auf die synthetische Klangfarbenbildung über Spannungsteiler (= Variationseinrichtung) verändert werden. Bei anthropomorphen Anregern sind die Variationseinrichtungen die unmittelbaren Umgebungen der efferenten Nervenendknoten, die die Information der efferenten Nerven aufnehmen und in mechanische Bewegungen umsetzen lassen.

Eine Sonderform des Anregers ist der statische Anreger. Er ist kein aktives Element und wird hier daher als Sonderform behandelt. Schaltsymbol:



Der statische Anreger stellt dem Instrument eine kinetische Energie vom Betrag 0 zur Verfügung. Demnach besitzt der Anreger als Element betrachtet kein Übertragungsverhalten. Zur Tonerzeugung ist ein aktiver Wandler erforderlich. Der statische Anreger hat die Aufgabe, die im aktiven Wandler befindliche kinetische Energie abzubremsen. Durch diesen Vorgang erfolgt die Tonerzeugung.

Beispiel: Schlag mit einem Becken (Wandler) auf einen feststehenden Gegenstand (statischer Anreger).

Der statische Anreger kommt als systematischer Bestandteil tragbarer Musikinstrumente nicht vor, sondern nur bei Instrumenten wie Stampftrommeln oder als spielpraktische Modifikation im Zusammenhang mit aktiven Wandlern.

2.2.3. Vermittler (V)

2.2.3.1. Einleitung

Die Vermittler sind Vorrichtungen, die allgemein zwischen Anreger und Wandler treten können. Sie haben die Aufgabe, die vom Anreger abgegebene Anregende Energie den Erfordernissen des Instruments als Erzeuger eines bestimmten Klanges im allgemeinen und dem Wandler im besonderen anzupassen. In bestimmten Fällen befinden sich Vermittler zwischen Wandler und Zwischenwandler (Diaphragma beim Ranger-Harmonium).

Der Vermittler besitzt ein ausgeprägtes Übertragungsverhalten. Die Anregende Energie, die vom Eingang aufgenommen wird, wird in spezifischer Weise mehr oder weniger umgeformt.

Beispiel: Klaviermechanik, Der Kraftimpuls, der der Taste (Eingang) erteilt wird, erfährt in der Mechanik eine Umformung dergestalt (unter Vernachlässigung der Masseverhältnisse), daß die Umfangsgeschwindigkeit des Hammers (Ausgang) gegenüber der Umfangsgeschwindigkeit der Vordertaste an der Stelle des Eingangs etwa auf das Vier- bis Zwölffache vergrößert wird.

Ausgleichsbälge (Orgel, Dudelsack) sind Vermittler zur Verwirbelung und Ausgleichung der Luftströmung. Bei der Windkapsel kommt zu dieser Funktion noch der Entzug des Rohrblatts aus dem Einflußbereich der Lippen. Finger, Arme und Beine sind dann Vermittler, wenn sie die Muskelkraft des Anregers als Hebelbewegungen weiter verarbeiten. Beim Zupfen der Saiten mit den Fingern treten die Finger als Vermittler auf. Werden Plektren verwendet, dann besteht der Vermittler aus einem anthropomorphen und einem technomorphen Segment. Das gleiche gilt für Verwendung des Streichbogens, des Streichrades (Drehleier) und der Klöppel beim Hackbrettspiel.

Im Falle der Lichttonorgel tritt als Vermittler ein Linsensystem auf, das das radiale Licht einer Glühlampe in paralleles Licht, das auf eine rotierende Profilscheibe gerichtet ist, umformt. Nach der Übertragungsart lassen sich - wie auch an den Beispielen ersichtlich - ganz allgemein statische und dynamische Vermittler unterscheiden.

Statische Vermittler vermitteln strömende (pneumatische) und Lichtenergie. Beispiele: a) technomorph: Windkapseln, Ausgleichsbälge, Windkammern, Düsen, Diaphragmen, Linsensysteme; b) anthropomorph: Mundhöhle, düsenförmig geformte Lippen (Flötenspiel).

Dynamische Vermittler vermitteln translative und rotative Bewegungen. Beispiele: a) technomorph: Plektren, Streichbögen, Streichwalzen, Zupf- und Schlagmechaniken (Cembalo, Klavier), Transmissionsscheiben (Supernano, Spielmann, 1930); b) anthropomorph: Finger, Arme.

Hintereinanderschaltungen von technomorphen, anthropomorphen oder sowohl anthropomorphen als auch technomorphen Vermittlerstufen werden im folgenden allgemein als Segmente eines Vermittlers bezeichnet.

Beim Übergang von anthropomorphen zu technomorphen Vermittlerstufen tritt häufig ein Informationsverlust auf, vor allem wenn es sich um rotierende Vermittlersegmente handelt. Beispielsweise ist durch das Rad der Drehleier eine variable Druckübertragung auf die Saite nicht möglich. Der Parameter des Anstreichdruckes geht hier verloren.

2.2.3.2. Direkte und indirekte Vermittler

Entsprechend dem Kopplungsverhältnis zwischen Anreger und Vermittler ist zwischen direkten und indirekten Vermittlern zu unterscheiden.

Direkte Vermittler stehen beim Spielvorgang mit dem Anreger in unmittelbarer Verbindung. Dazu gehören alle bisher als Beispiele angeführten Vermittler.

Indirekte Vermittler sind mit dem Anreger über einen aktiven Wandler, der über direkte Vermittler angeregt wird, mittelbar verbunden. Typische Instrumente mit indirekten Vermittlern sind Rasseln, Schwungglocken, Sistren,

Klappern und Ratschen. Die Spezifik der indirekten Vermittler besteht darin, daß sie ihre kinetische Energie zur Tonerzeugung am Wandler vom aktiven Wandler selbst, mit dem sie lose (indirekt) gekoppelt sind, erhalten. Auf Grund der indirekten Kopplung mit dem aktiven Wandler erfolgt entsprechend dem Trägheitsverhalten der Vermittler die Tonerzeugung.

Beispiele:

1. Klöppel der Schwungglocke. Durch die Bewegung des gesamten Glockenkörpers (aktiver Wandler) wird im Klöppel (indirekter Vermittler) in bestimmten Proportionen kinetische Energie aufgeladen, die nach einer gewissen Einpendelzeit zur Tonerzeugung am Schlagring führt.
2. Gefäßrassel. Durch die Bewegung der Kapsel (aktiver Wandler) werden die körnigen Substanzen (indirekte Vermittler) gegen die Innenwand der Kapsel geschleudert.
3. Sistrum. Die lose in den Querstäben (aktiver Wandler) aufgehängten Ringe (indirekter Vermittler) vollziehen bei Schüttelbewegungen des Instruments die Tonerzeugung an den Querstäben.

2.2.3.3. Verteiler, Umsetzer

Die direkten Vermittler können z.T. unmittelbar mit Vorrichtungen verbunden sein, die eine Verteilung der zu vermittelnden Energie oder deren Umsetzung in eine andere Energieform vornehmen. Es handelt sich um besondere Vermittlerarten, und zwar um den Verteiler und Umsetzer.

Verteiler und Umsetzer treten vor allem als Segmentstufen im Zusammenhang mit den Vermittlern im Sinne von 2.2.3.1. auf.

1. Verteiler (T)

Der Verteiler vermittelt die Anregende Energie im Sinne einer Eingangs- oder Ausgangsverzweigung. Eine Kraftumformung braucht damit nicht verbunden zu sein.

Schaltzeichen a stellt eine Eingangs-, Schaltzeichen b eine Ausgangsverzweigung dar.



Eingangsverzweigende Verteiler sind vor allem Konflatorien (z.B. Verteiler beim Flötenandroiden, Abbildung 4).

Ausgangsverzweigungen: Pfeifenstock beim Dudelsack, Windladen bei orgelartigen Instrumenten, Welle bei Glasharmonika.

2. Umsetzer (U)

Umsetzer wandeln eine Energieform in eine andere um, z.B. pneumatische Energie in Hebelbewegungen. Nach den bisher bekannt gewordenen Instrumenten mit Umsetzern (elektrisches Klavier auf Magnetspulenbasis, Phonola, Pianola, Dea Violina (Hupfeld, 1912), Violinista (E. Aubry/G. Bureau, 1920) ist der Ausgang des Umsetzers meistens eine Kraftwirkung, die einen technomorphen dynamischen Vermittler betätigt. Die Vorschaltung eines Umsetzers hat hier den Zweck, eine Energieform zu gewinnen, die die Aufnahme bestimmter programmierten Informationen relativ leicht gestattet. Die beispielhalber angeführten Instrumente besitzen als Programmeinrichtungen gelochte Papierrollen.

Bei der Phonola z.B. (vgl. Abbildung 5) werden die Informationen des statischen Signalträgers - Lochungen in einer Papierrolle (2) - über einen Kanzellenkamm in eine dynamische Form, und zwar in Saugwindimpulse, umgewandelt (3). Die Saugwindimpulse steuern einen weiteren, in einer Windlade (5a/b) verteilten Saugwind, der mittels der Umsetzer (6) in Hebelbewegungen umgewandelt wird und die Klaviermechanik (7) betätigt.

Die Phonola besitzt somit vier verschiedene Vermittlersegmente: 1. eine Windkammer (5a), 2. einen pneumatischen Verteiler (5b), 3. einen Umsetzer (6) und 4. einen Hebelmechanismus bzw. Klaviermechanismus (7). (Die Nuancierungseinrichtungen und Wandlersteuerungen sind in der Darstellung unberücksichtigt gelassen.)

Vermittler, die nur aus einem Umsetzer bestehen, sind die Elektromagnete bei einfachen elektrischen Zupfmechaniken. Infolge des kurzzeitig einge-

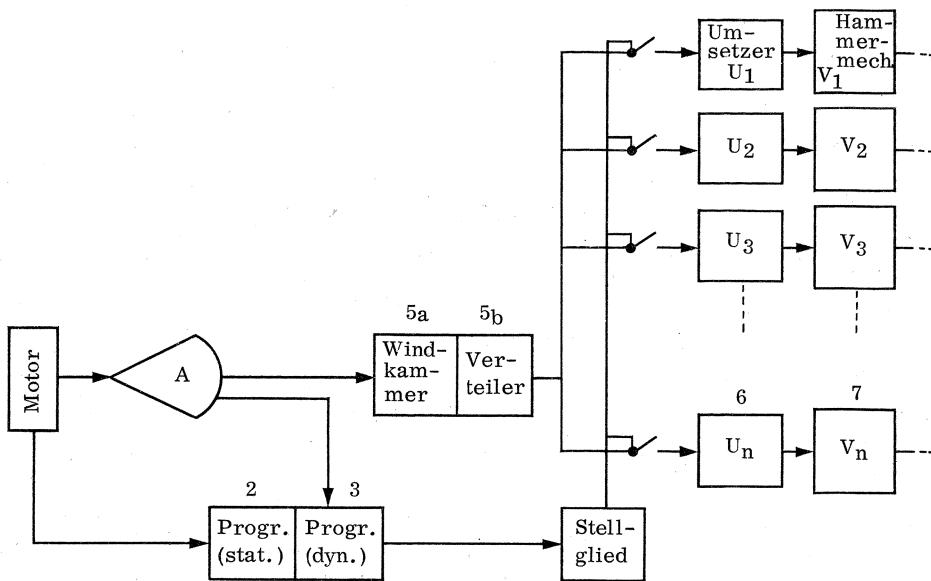


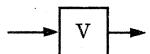
Abb. 5. Blockschaltbild: Teilsystem der Phonola

schalteten Stromes baut sich in der Spule ein Magnetfeld auf, das die über dem Magneten befindliche Saite kurzzeitig anzupft (s. W. Meyer-Eppler, 1949, S. 44 f.).

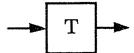
Die Vermittler können Einrichtungen für den Schalter (z.B. Ventile in der Windlade) und für die Energiesteuerungen (z.B. Winddrosseln) besitzen.

Allgemeine Schaltsymbole:

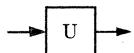
a) Vermittler



b) Verteiler



c) Umsetzer



2.2.4. Wandler (W)

2.2.4.1. Einleitung

Der Wandler ist dasjenige allgemeine Funktionselement, das die vom Anregер kommende Energie direkt oder über einen Vermittler in eine Energieform umwandelt, die unmittelbar oder mittelbar (nach Einschaltung von Verstärker- und Abstrahlvorrichtungen) hörbar ist.

Der Eingang des Wandlers ist die Anregende Energie (vermittelt oder unvermittelt), der Ausgang des Wandlers ist ein Klang, ein Geräusch, eine tonfrequente Licht- oder elektrische Schwingung.

Nach der bisherigen Entwicklung des Instrumentariums sind folgende vier Wandlerarten, die sich in den Formen der umzuwendenden und umgewandelten Energie unterscheiden, in praktischer Anwendung:

1. mechanoakustische Wandler, 2. elektromechanische Wandler, 3. elektrische Wandler, 4. Lichtwandler.

2.2.4.2. Mechanoakustische Wandler

Mechanoakustische Wandler setzen mechanische Energie in akustische Energie bzw. in mechanische Schwingungen um. Es gehören also auch die Wandler zu den mechanoakustischen, auf deren akustisches Produkt verzichtet und als Ausgang nur die mechanische Schwingungsbewegung verwendet wird (Ranger-Harmonium, Elektrochord, Neo-Bechstein-Flügel). Die mechanoakustischen Wandler können auf Grund ihres stofflichen Verhaltens gegenüber der Anregenden Energie und ihrer Aktionsart im Instrument in vier Gruppen aufgegliedert werden. Die Gliederung erfolgt 1. nach der Verhaltensweise der Wandler (ob transitiv oder intransitiv) und 2. nach ihrer Aktionsart (ob aktiv oder passiv).

- 1a. Wandler mit transitivem Verhalten. Die transitiven Wandler stellen gut schwingungsfähige Medien dar, die bei Innervation durch die Anregende Energie zum Schwingen kommen. Die Energie des Anregers führt einen Schwingungszustand herbei.

Beispiele transitiver Wandler: Saiten, Membranen, Rohrblätter, Stäbe, (aufgehängte) Platten.

1b. Wandler mit intransitivem Verhalten. Der Wandler ist zu starr, um schwingen zu können. Er veranlaßt die Anregende Energie, die in geeigneter Form auf den Wandler einwirkt, selbst Schwingungen auszuführen. Die Anregende Energie führt im Wandler keine Schwingungen herbei.

Beispiele: Schneiden (acies), z.B. der Blockflöte. Die Anregende Energie wird durch einen Kernspalt in die Form eines strömenden Luftbandes gebracht. Infolge der Starrheit und der scharfen Formgebung des Wandlers kommt die Luflamelle um die Schneide selbst zum Schwingen. Dieser Vorgang führt zur Bildung von "Wirbelstraßen" zu beiden Seiten der Schneide und damit zur Tonbildung.

2a. Wandler mit passiver Aktionsart. Der Wandler befindet sich gegenüber der Anregenden Energie in relativer Ruhe. Die Anregende Energie verhält sich aktiv.

Beispiele: eingespannte Saiten, Rohrblätter, Schneiden (acies), Zungen.

Die Anregende Energie wirkt vermittels Streichbögen, Plektren, Druckluft usw. aktiv auf den Wandler ein.

2b. Wandler mit aktiver Aktionsart. Der Wandler befindet sich im Zustand der Bewegung. Er wird entweder durch rotierende Bewegungen oder durch impulsartige Bewegungsstöße in den Zustand einer ganzheitlichen äußeren Bewegung versetzt. Die Tonerzeugung kann dabei auf folgende zwei Arten geschehen: a) Die Bewegungen des Wandlers erzeugen selbst infolge Reibung mit der umgebenden Luft Geräusche bzw. Klänge.

Beispiel: Schwirrholtz. Der Wandler ist intransitiv, kann demnach selbst keine Vibration ausführen. Die äußere Bewegung des Wandlers selbst führt zur Geräuscherzeugung. b) Die Bewegungen des Wandlers werden nicht zur Tonerzeugung benutzt, bzw. die entstehenden Geräusche sind auf Grund der Formung des Wandlers zu lautschwach oder genügen bestimmten Anforderungen nicht. Beispielsweise erzeugen die rotierenden Glasscheiben bei der Glasharmonika zu lautschwache Geräusche, als daß diese musikalisch verwendbar wären. Ähnliches trifft für die Lochsirene zu. Zur eigentlichen Tonbildung wird eine 2. Energie benötigt, die - je nachdem, ob der Wand-

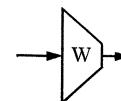
ler transitiv oder intransitiv ist - den Wandler in Vibration versetzt oder durch den Wandler in Vibration versetzt wird.

Beispiel für aktiven transitiven Wandler: Glasharmonika. Die äußere Bewegung des Wandlers, die durch Pedaltritt eingeleitet wird, führt kaum hörbare und dadurch keine verwertbaren Klänge herbei. Eine 2. Anregende Energie in Form der auf den Wandler einwirkenden Finger versetzt den Wandler in hörbare Vibration. Der Wandler führt folglich zwei Bewegungen aus: 1. eine äußere Bewegung um eine Achse, 2. eine innere Bewegung seiner eigenen Stofflichkeit (Vibration). Die 2. Bewegungsform erzeugt den musikalisch verwendbaren Klang.

Beispiel für aktiven intransitiven Wandler: Lochsirene. Die äußere Bewegung um eine Achse liefert ein relativ leises Geräusch. Während das funktional gleiche Geräusch beim Schwirrholtz den brauchtümlichen Anforderungen genügt, läßt man bei der Lochsirene eine 2. Energie (Luftstrahl) auf den Wandler einwirken. Der intransitive Wandler kommt nicht (im Gegensatz zur Glasharmonika) zum Schwingen, sondern veranlaßt den Luftstrom, hörbare Eigenschaften anzunehmen.

Die unterschiedlichen Verhaltens- und Reaktionsweisen des Wandlers werden in den Schaltsymbolen auf folgende Weise verdeutlicht:

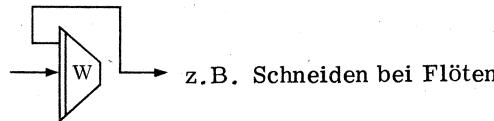
Passiver transitorer Wandler:



z.B. Rohrblätter, Lippen, Saiten, Membranen

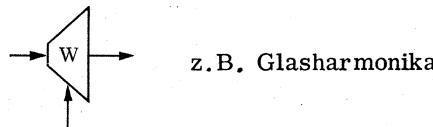
Wenn von Rohrblättern, Lippen, Saiten usw. als Wandlern die Rede ist, so sind die genannten Namen als Kurzbezeichnungen aufzufassen. Zu den angeführten oder ähnlichen Wandlern gehören auch die Vorrichtungen zur Aufnahme des Eingangs und zur Abgabe des Ausgangs. Der Wandler einer Klarinette z.B. besteht 1. aus dem Schnabel, 2. dem Rohrblatt, 3. den Lippen, die Rohrblatt und Schnabel umfassen. Bei der Trompete besteht der vollständige Wandler 1. aus den Lippen und 2. aus dem Kesselmundstück ohne Stengel. Der Stengel gehört bereits zum Kopulator.

Passiver intransitiver Wandler:

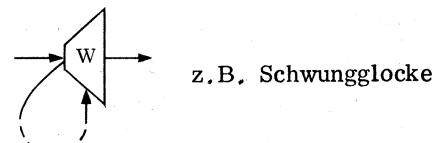


Aktiver transitiver Wandler mit Zuführung einer 2. Energie:

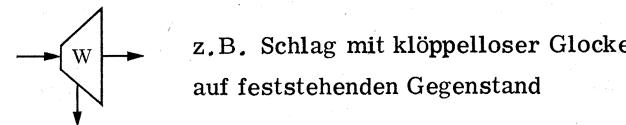
1. bei direktem Vermittler:



2. bei indirektem Vermittler:

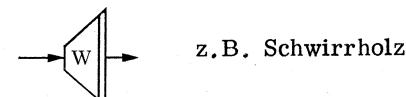


Aktiver transitiver Wandler ohne Zuführung einer 2. Energie:

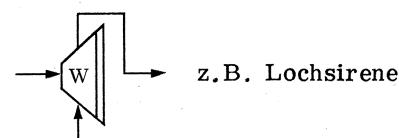


In der Anregenden Energie des Wandlers ist eine Richtungskomponente enthalten, die den Wandler zur Klangerzeugung auf einen statischen Anreger führt.

Aktiver intransitiver Wandler ohne Zuführung einer 2. Energie:



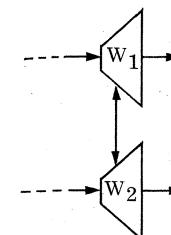
Aktiver intransitiver Wandler mit Zuführung einer 2. Energie, die durch den Wandler in Vibration versetzt wird:



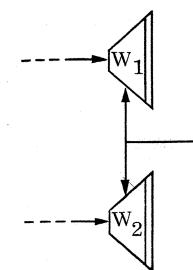
Doppelwandler: Doppelwandler sind zwei strukturell gleiche Wandler, bei denen die Klangerzeugung auf Grund gegenseitiger Innervation erfolgt. Die Innervation kann auf zwei Wegen geschehen:

1. Beide Wandler besitzen eine aktive Reaktionsform und bewegen sich aufeinander zu. Die Verhaltensweise kann transitiv oder intransitiv sein.

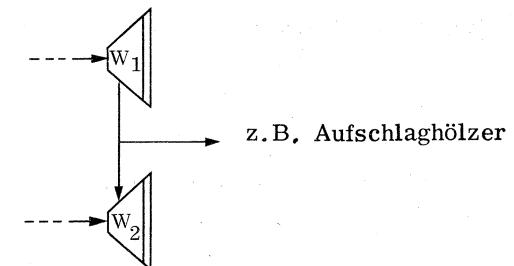
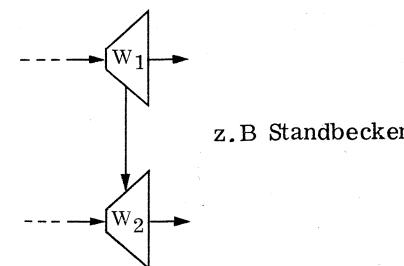
Beispiel für aktiven transitiven Doppelwandler: (Hand-)Becken. Beide Becken werden aufeinander zu bewegt.



Beispiel für aktiven intransitiven Doppelwandler: Gegenschlagstäbe



2. Einer der Wandler befindet sich in Ruhe und wird vom 2. Wandler aus innerviert.



Die Formen der Anregenden Energie, die vom Eingang der mechanoakustischen Wandler aufgenommen werden, sind folgende:

1. bei passiven Wandlern: a) schlagende, b) zupfende, c) schrapende, d) fringierende, e) pneumatische Kraftwirkungen

2. bei aktiven Wandlern: Zur Anregung der äußeren Bewegung dienen

- a) rotierende Kraftwirkungen, b) Impulse durch Bewegungsstöße

Zur Erzeugung der inneren Bewegung (Vibration) dienen die unter 1. angeführten Energieformen.

Die mechanoakustischen Wandler können über Variationseinrichtungen verfügen. Die einzelnen Funktionsstufen (Verhaltenszustände) treten primär als Veränderungen der Tonhöhe in Erscheinung. Beispiele: Griffbretter bzw. Bundeinrichtungen bei Saiteninstrumenten, Spannvorrichtungen bei der Pauke, Lippenauflage bei Rohrblattinstrumenten.

Art, Zahl und Abstand der Funktionsstufen prägen die Verhaltensdisposition des Wandlers. Es ist generell zu unterscheiden zwischen Variationseinrichtungen, die diskrete oder analoge Funktionsstufen ermöglichen. Diskrete Funktionsstufen sind solche, die in Hinblick auf den Abstand der Funktionsstufen auf bestimmte Werte festgelegt sind. Analoge Funktionsstufen können innerhalb bestimmter Grenzen (steuerungstechnisch) beliebig viele Zustände annehmen (z.B. Glissando auf der Violine).

Beispiele für Variationseinrichtungen mit diskreten Funktionsstufen: mit Bünden versehene Griffbretter bei Laute, Zither und Viola da gamba; Tangentendisposition bei gebundenen Klavichorden.

Beispiele für Variationseinrichtungen mit analogen Funktionsstufen: bundfreies Griffbrett bei der Violine, Handkurbeln bei Pauken.

Durch die Variationseinrichtung vergrößert sich das Übertragungsverhalten des Wandlers und des gesamten Instruments, wobei sich die Zahl der Ausgänge entsprechend vergrößert. Die Zahl der Verhaltensstufen wird von der Funktionalreihe erfaßt (Näheres s. Kategorialklasse).

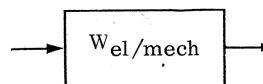
2.2.4.3. Elektromechanische Wandler

Elektromechanische Wandler sind Vorrichtungen, deren Funktion sowohl durch elektrische als auch durch mechanische Vorgänge gekennzeichnet ist. Je nachdem, ob der Eingang eine mechanische Kraftwirkung und der Ausgang eine elektrische Schwingung oder der Eingang ein elektrischer Strom und

der Ausgang ein mechanoakustischer Vorgang ist, können zwei verschiedene Arten unterschieden werden.

1. Elektrisch-mechanische Wandler

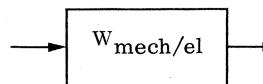
Es handelt sich im wesentlichen um elektromechanische Selbstunterbrecher oder um Stimmabelsummer oder ähnliche, auf dem elektromechanischen Filterprinzip beruhende Vorrichtungen. Die mechanischen Schwingungen werden durch die magnetische Wirkung des Wechselstroms, der in seiner eigenen Frequenz eine Magnetspule ein- und ausschaltet (Selbstunterbrecherprinzip), oder durch Rückkopplung mit einer Elektronenröhre (Triode), die die Funktion eines Schalters übernimmt (Rückkopplungsprinzip), erzeugt. Schaltsymbol:



2. Mechanisch-elektrische Wandler

Die mechanisch-elektrischen Wandler arbeiten einerseits auf der Grundlage des Wechselstrom-Generatorprinzips oder des Unterbrechers bei Gleichstrom, andererseits auf dem elektrostatischen Prinzip.

Die mechanisch bewegten Teile sind allgemein rotierende Profilscheiben. Sie erzeugen in einer oder mehreren darüberliegenden Magnetspulen eine Wechselspannung. Der prinzipiell gleiche Effekt entsteht bei profillosen Scheiben, deren Peripherie unterschiedlich stark magnetisiert ist (Orgel von K. Fiala, 1920), oder wenn die Zacken der Profilscheiben magnetisiert sind. Schaltsymbol:



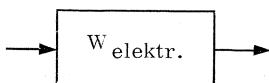
Die elektromechanischen Wandler besitzen generell keine Variationseinrichtungen. Die im Instrument erzeugbaren Klangfarben richten sich nach den Formen der Profile (Magneton, Stelzhammer/Lenk, Wien 1936) oder werden aus sinusförmigen Einzelschwingungen synthetisiert (Hammondorgel, Hammond, Chicago 1935).

2.2.4.4. Elektrische Wandler

Elektrische Wandler bestehen aus rein elektrischen Schaltelementen (z.B. Kondensatoren, Spulen, Elektronenröhren, Glimmröhren, Transistoren). Der Eingang ist ein elektrischer Strom, der Ausgang eine tonfrequente elektrische Schwingung. Der elektrische Wandler besteht entweder aus einem Niederfrequenzgenerator (z.B. Kippschwingungs erzeuger) oder bei Hochfrequenzgeneratoren 1. aus zwei Hochfrequenzgeneratoren, 2. aus einer Einrichtung zur Frequenztransposition in den Niederfrequenzbereich (Modulator bei multiplikativer Mischung der beiden Hochfrequenzen oder Gleichrichter bei additiver Mischung), 3. aus einem Tiefpaß zur Unterdrückung der hochfrequenten Anteile der Differenzfrequenz. Der elektroakustische Begriff des Generators ist also nicht identisch mit dem hier verwendeten instrumentenkundlichen Begriff des Wandlers. Als Generatoren des Wandlers kommen vor allem zwei Arten in Betracht:

1. Generatoren, die mit Elektronenröhren oder Transistoren (vor allem zur Entdämpfung von Schwingkreisen) arbeiten,
2. Generatoren mit Gasentladungsröhren. (Einen Überblick über die wichtigsten älteren Schaltformen gibt Meyer-Eppler, 1949, S. 98-106.)

Die elektrischen Wandler besitzen Variationseinrichtungen zur Frequenz- (und Lautstärke-) Steuerung in Gestalt bestimmter Kondensatoren und Kondensator schaltungen, Selbstinduktionsspulen und ohmschen Widerständen. Variationseinrichtungen zur Veränderung der Kapazität sind z.B. Dreh kondensatoren (Kurbelsphärophon, J. Mager), Spielantennen (Ätherwelleninstrument, L. S. Theremin, 1924). Zur Veränderung des ohmschen Widerstandes dienen Spannungsteiler, vor allem im Zusammenhang mit Bandmanualen (Hellertion, B. Helberger/P. Lertes, 1930). Schaltsymbol:

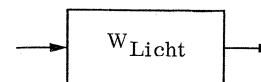


2.2.4.5. Lichtwandler

Der Eingang dieser Wandler ist ein Lichtstrahl, der Ausgang zeitlich in Stärke und Form sich ändernde periodische Lichtimpulse. Die Wandler selbst bestehen aus rotierenden Profil- oder Schlitzscheiben oder Scheiben oder Trommeln mit Lichtblenden. Die rotierenden Lichtblenden, häufig konzentrisch als Profilbänder angeordnet, wandeln das einfallende Licht entsprechend der Profilfunktion in Lichtimpulse um (z.B. Superpiano, Welte-Lichttonorgel, Hardy-Goldthwaite-Orgel). Die Photoelemente, die die Lichtimpulse in elektrische Schwingungen umwandeln, bilden als Zwischenwandler ein eigenes Funktions element.

Die Lichtwandler besitzen generell keine Variationseinrichtungen zur Veränderung der Tonhöhe, Lautstärke oder Klangfarbe.

Schaltsymbol:



2.2.5. Zwischenwandler (ZW)

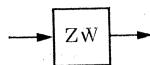
Die Zwischenwandler setzen entweder akustische oder optische Schwingungen in elektrische Schwingungen um. Akustoelektrische Zwischenwandler sind notwendiger Bestandteil mechanischer Musikinstrumente, d.h. Instrumente mit mechanoakustischen Wandlern, deren Klang über Lautsprecher abgestrahlt wird (Musikinstrumente mit elektrischer Adaption, z.B. Elektrochord, O. Vierling, 1936).

Optoelektrische Zwischenwandler sind notwendiger Bestandteil der Instrumente mit Lichtwandlern (z.B. Thiring-Klavier) oder mechanoakustischen Wandlern mit Lichtfrequenzspiegeln (Rangersches Harmonium).

Als akustoelektrische Zwischenwandler dienen Mikrophone (Clessophon, E. Cless) oder Tonabnehmer (z.B. Neo-Bechstein-Flügel: elektromagnetische Tonabnehmer, Elektrochord: elektrostatische Tonabnehmer).

Als optoelektronische Zwischenwandler werden vor allem Photozellen, Photolelemente und Photowiderstände verwendet.

Schaltsymbol:



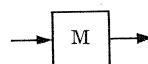
2.2.6. Modulator (M)

Der Modulator ist eine Vorrichtung zur Veränderung der vom elektromechanischen oder elektrischen Wandler bzw. Zwischenwandler gelieferten Schwingungen. Er liegt meist vor, seltener nach dem Verstärker. Seine Aufgabe besteht in der analytischen oder synthetischen Bildung bzw. Veränderung von Klängen. Wesentliche Funktionselemente sind 1. lineare Verzerrer, die die Komponenten eines Schwingungsspektrums nach der Stärke modifizieren (Filterprinzip), 2. nichtlineare Verzerrer. Die nichtlinearen Verzerrer fügen auf Grund bestimmter Verzerrungseigenschaften von Gasentladungs- und Elektronenröhren, Detektoren usw. einer vorhandenen Schwingung neue Komponenten hinzu (s. Meyer-Eppler, 1949, S. 30 ff., 71 ff.). Zu den Modulatoren gehören ferner Frequenzunersetzer zur Tonhöhenverschiebung in Suboktaven und Einrichtungen zur additiven Klangzusammensetzung aus Sinusschwingungen (Hammondorgel).

Der Modulator kann Variationseinrichtungen zur Veränderung der Klangfarben (meist bedienbar über Registerhebel) besitzen.

Der hier verwendete Begriff Modulator ist nicht identisch mit dem elektroakustischen Modulator, der bei der Frequenztransposition hochfrequenter Schwingungen in den Hörbereich zur Anwendung kommt und ein Bestandteil des elektrischen Wandlers ist.

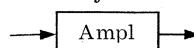
Schaltsymbol:



2.2.7. Amplifikator (Ampl)

Der Amplifikator als allgemeines Funktionselement besteht aus einem Verstärker und einem Lautsprecher. Der Verstärker nimmt die vom Wandler oder Modulator kommenden schwachen Wechselspannungen auf, verstärkt sie mittels Elektronenröhren und gibt sie an den Lautsprecher zur Umwandlung in Schall weiter. Gleichzeitig hat der Verstärker die für den Lautsprecher notwendige Betriebsspannung bereitzustellen. Der für die Verstärkung notwendige Strom wird von der Anregenden Energie abgezweigt (z.B. Trautonium) oder als Hilfsenergie separat zugeführt (z.B. Elektrochord). Vor oder nach bzw. vor und nach dem Verstärker sind Variationseinrichtungen z.B. in Form von Potentiometern zur Veränderung der Lautstärke angelegt.

Schaltsymbol:

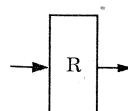


2.2.8. Resonator (R)

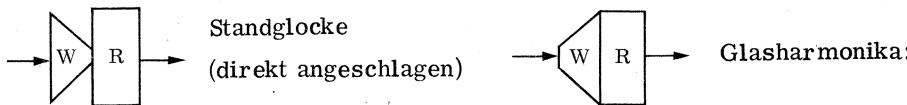
Der Resonator ist eine Vorrichtung, die den Ausgang des mechanoakustischen Wandlers aufnimmt, durch Resonanz verstärkt und hörbar abstrahlt. Es können folgende Gruppen unterschieden werden: 1a. Hohlkörper (z.B. Geigenkorpus), 1b. Gefäß- und Rohrformen (z.B. Glockentopf), 1c. Resonanzböden (z.B. Klavier), 2. Aliquotarten (z.B. Viola d'amore), 3. Membranen in der Funktion von Mirlitons.

Der Resonator kann Einrichtungen zur Lautstärke- und Klangänderung besitzen (z.B. Jalousieeinrichtungen bei Klaviaturglockenspielen, Echoeinrichtungen bei Orgeln).

Schaltsymbol:



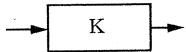
Resonatoren, die vom Wandler nicht abgrenzbar sind, z.B. Streichrand und Schale bei der Glasharmonika, werden folgendermaßen symbolisiert:



2.2.9. Kopulator (K)

Der Begriff des Kopulators ist gleich mit dem akustischen Begriff des gekoppelten Systems. Es handelt sich um einen Hohlkörper, in dem sich bei Kopplung an einen in Aktion befindlichen geeigneten Wandler eine Kopplungsfrequenz herausbilden kann. Die Kopplungsfrequenz liegt zwischen der Eigenfrequenz des Wandlers und der des Kopulators. Je stärker der Dämpfungsgrad des Wandlers, je stärker z.B. die Lippen auf das Rohrblatt drücken, um so mehr verschiebt sich die Kopplungsfrequenz in Richtung Eigenfrequenz des Kopulators (gekoppelten Systems).

Der Kopulator kann Variationseinrichtungen zur Veränderung der Tonhöhe, selten der Klangfarbe und Lautstärke (z.B. Echotrompete, F.T. Merz, 1915) besitzen. Die Variationseinrichtungen zur Veränderung der Tonhöhe sind folgende: 1. Tonlöcher, 2. Züge, 3. Kolben (z.B. Vogelsang), 4. Ventile. Schaltsymbol:



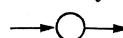
Dieses Symbol gilt analog zu den anderen Schaltzeichen als ein Segment des Kopulators. Besitzt der Kopulator mehrere Segmente - bei der Trompete z.B. sind es drei (der zylindrische, der konische und der hyperbolische Rohrverlauf) -, dann werden entsprechend viele kleinere Blöcke hintereinandergefügt oder der Block wird in Fächer abgeteilt.

2.2.10. Kanal (K)

Die Kanäle sind Glieder eines Kommunikationssystems, die die informationelle Kopplung zwischen den Funktionselementen herstellen. Sie nehmen den Ausgang eines Elements auf und übertragen ihn zum nächsten Element der

Kommunikationskette, wo er als Eingang aufgenommen wird. Die Kanäle besitzen generell kein spezifisches Übertragungsverhalten für das System. Bei den Musikinstrumenten handelt es sich um räumliche Kanäle. Sie sind nicht notwendiger Bestandteil zwischen den Funktionselementen. Beispielsweise besitzen Äolsharfen zwischen Anreger und Vermittler bzw. Wandler keinen Kanal, ebenso nicht die Pauken und Trommeln zwischen Wandler und Resonator.

Typische Kanäle bei Musikinstrumenten sind die Stege der Saiteninstrumente und die Windleitungen (einschließlich Luftröhre) bei Orgeln, Flöten, Dudelsäcken usw. Die Bedeutung des Kanals für das Instrumentensystem besteht auch darin, daß an ihm Schalter oder Einrichtungen zum Abstellen bzw. zur Veränderung der Durchflußmenge der Anregenden Energie angreifen können. Schaltsymbol:



2.2.11. Steuerelemente

Die Elemente Anreger, Vermittler, Wandler, Zwischenwandler, Modulator, Amplifikator, Resonator und Kopulator werden im folgenden, da sie Medien zur Erzeugung, Veränderung oder Umwandlung der Anregenden Energie und in jedem Falle Träger der Anregenden Energie sind, als Trägerelemente bezeichnet. An ihnen sowie am Kanal können Steuerungen angreifen, die das Übertragungs- bzw. Durchflußverhalten verändern. Die Steuerung der Trägerelemente oder des Kanals erfolgt von Steuerelementen aus, die bestimmte Informationen direkt oder an vermittelnde Stellelemente übertragen. Die steuernde Beeinflussung erfolgt durch Signale, d.h. durch physikalische Größen, die für einen bestimmten Empfänger (ein Funktionselement oder den Kanal) Informationen enthalten.

Es ist zwischen einer nervalen (anthropomorphen) und einer Programmsteuerung (technomorphe Steuerung) zu unterscheiden. Sowohl die anthropomorphe als auch die technomorphe Steuerung basiert auf den Aspekten 1. der Information und 2. der Informationsträger. Bei der nervalen Steuerung werden

die Informationen vom Zentralnervensystem, die hier gespeichert sind oder aufgenommen werden (vgl. Abbildung 3), über die efferenten motorischen Nerven in die Muskulatur geleitet. Hier erfolgt die Umsetzung der bioelektrischen Signale in mechanische Bewegungen und gleichzeitig eine kontrollierende afferente Rückmeldung (Reafferenzprinzip).

Die technomorphen Programmeinrichtungen (z.B. Stiftwalzen) stellen im Prinzip eine technische Simulierung der nervalen Steuerung dar. Die technomorphe Realisierung der Programmsteuerung stellte dem Instrumentenbau folgende Aufgaben:

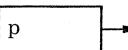
1. Die Information (die in ihrer Gesamtheit ein isomorphes Abbild von Musik darstellt) auf einen statischen Signalträger zu übertragen, wodurch die zeitliche Signalvariable wegfällt, die bei allen Signalen, die man in das Instrument gibt, vorhanden ist. Das heißt, es muß eine Speicherform für die musikalischen Informationen gefunden werden.
2. Die zweite Aufgabe besteht darin, durch eine geeignete Bewegung des Speichers ein Signal herzustellen, in dem die Zeitvariable wieder in Erscheinung tritt.

Die Lösung der 1. Aufgabe, die historisch gesehen in Verbindung mit der 2. Aufgabe geschah, stellen Stiftwalzen, gelochte Plättenteller und Faltkartons, perforierte Papierrollen usw. dar (s. A. Protz, 1939, S. 13 ff.). Bei der Kodierung des musikalischen Programms werden die musikalischen Parameter für jeden Parameterzustand als reine Zeitsignale behandelt. Beispielsweise gehören zu einer programmgesteuerten Orgel (z.B. "Flötenwerk") mit fünfzig Pfeifen Stiftwalzen mit fünfzig Stiftspuren. Jede Stiftspur trägt in Form von mehr oder weniger langen Brücken und Stiften mit entsprechenden Abständen zwischen ihnen die Information über Öffnung oder Schließung des entsprechenden Windladenventils. Mit anderen Worten, die Länge der Brücken bedeutet Länge des Tones, der Abstand zwischen den Brücken bzw. Stiften den Abstand des Nichtauftretens eines bestimmten Tones. Bei den gelochten Plättentellern, Faltkartons und Papierrollen sind die Informationen analog als Aussparungen von unterschiedlicher Länge und unterschiedlichem Abstand auf parallel geführten Spuren kodiert. Jede Spur ist einem Parameter (z.B. Pianoeffekt bei Pianola) oder Parameterzustand (z.B. bestimmte Tonhöhe) eindeutig zugeordnet.

Der Ausgang des Steuerelements besteht bei nervaler Steuerung in pulsfrequenzmodulierten bioelektrischen Spannungssignalen am Ende der efferenten Nerven. Periphere Nerven und das zentrale Nervensystem bilden also gemeinsam das nervale Steuerelement. Der Ausgang des technomorphen Steuerelements ist eine mechanische Bewegungsgröße, z.B. die Bewegung der Lochung hinsichtlich des Abtasters.

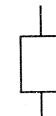
Die Lösung der 2. Aufgabe stellen Antriebsmechanismen (Kurbeln, Uhrwerk-motoren, Elektromotoren) dar, die die Stiftwalzen, Lochstreifen usw. mit konstanter Geschwindigkeit bewegen und damit die Voraussetzung für die Entstehung eines Signalflusses geben. Das technomorphe Steuerelement besteht somit aus der Programmeinrichtung und aus dem Antriebsmechanismus, der z.B. bei programmgesteuerten Orgeln gleichzeitig der "Anreger des Anregers" ist. Die anthropomorphe Entsprechung zum Antriebsmechanismus wäre die physische Kraft des Menschen, die zum Ablauf der Steuerungsvorgänge bereitgestellt wird.

Schaltsymbole: a) Nervale Steuerung: 

b) Programmeinrichtung: 

Der Antrieb ist ein Bestandteil des Steuerelements, kann aber analog zum Antrieb des Anregers bei Vorhandensein mehrerer unabhängiger Antriebe auch selbständig im Schaltbild dargestellt werden.

Schaltsymbol:



2.2.12. Stellelemente

Von den Steuerelementen gelangen die Signale direkt, z.B. bei nervaler Steuerung eines anthropomorphen Anregers, oder über Zwischenstufen zu den Trägerelementen bzw. zum Kanal.

Die Zwischenstufen (Segmente), im folgenden als Stellelemente bezeichnet, stellen mechanische, selten pneumatische oder elektrische Übertragungs-glieder dar.

Beispiele:

1. Hebelsegmente: a) technomorph: Stimmvorrichtung der Pauke, Registerzüge, Klappen bei Blasinstrumenten, Ventilhebelmechaniken (nicht die Ventile selbst), Stecher der Drehleier, Haken der Hakenharfe, Kondensatorkurbeln als Mittel zur Tonhöhenveränderung beim Kurbelsphärophon (J. Mager), Seilzüge (Martenot-Klaviatur), Bandmanuale. b) anthropomorph: Finger, Hände

2. Pneumatische Segmente: pneumatische Orgeltrakturen

3. Elektrische Segmente: elektromagnetische Blenden (bei Lichttoninstrumenten), elektromagnetische Registratureinrichtungen

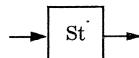
Alle pneumatischen und elektromagnetischen Segmente besitzen vorangehende anthropomorphe oder technomorphe Hebelsegmente. Jede Steuerung bei einem Musikinstrument einschließlich der elektromechanischen, elektrischen und lichtelektrischen erfolgt mechanisch.

Zwischen den einzelnen Segmenten können Ein- oder Ausgangsverzweigungen, eindeutige oder mehrdeutige Zuordnungen zwischen Aus- und Eingängen der parallel geschalteten Segmentglieder, erfolgen (s. Abbildung 6, S. 53).

Abbildung 6 zeigt beispielhalber bei einer Harfe die Zuordnung der Füße (l. F., r. F.) zu den Pedalen (P_1 bis P_7) sowie die Ausgangsverzweigung der Pedalglieder zu den Bundgliedern (B_1 bis B_{35}), die die Höherstimmung der Saiten in allen Oktaven vornehmen.

Analoge Zuordnungen und Verzweigungen sind z.B. bei Instrumenten mit Klaviaturen und Klappensystemen in Anwendung. Die in Abbildung 6 angewandte Symbolik der Zuordnungen und Verteilungen wird auch in den folgenden Schaltbildern gebraucht.

Allgemeines Schaltsymbol des Stellelements:



2.2.12.1. Schalter

An den Kanälen zwischen dem Anreger, den Vermittlern, im, vor und nach dem Wandler sowie im Anreger und in den Vermittlern kann der Schalter

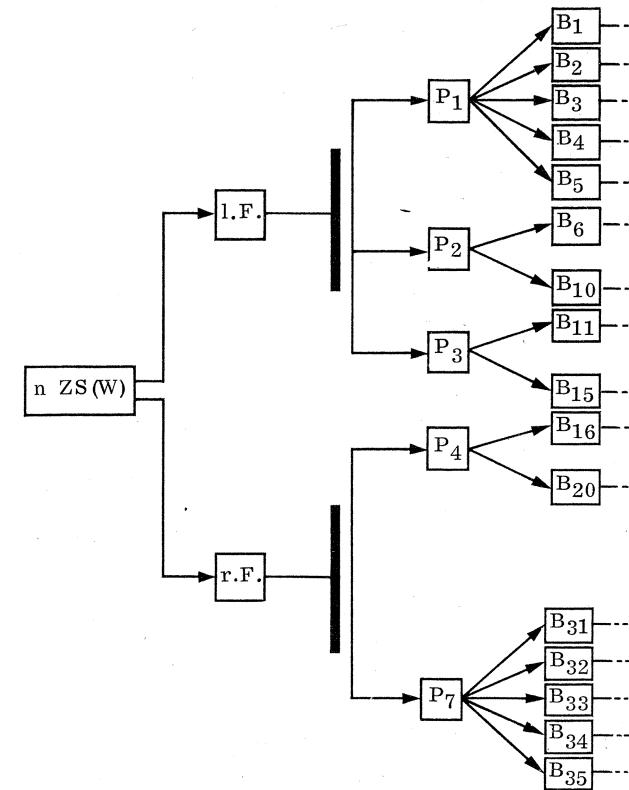


Abb. 6. Verteilung der Füße (r.F. = rechter Fuß, l.F. = linker Fuß) auf die Pedale bei der Harfe. P = Pedal, B = Bundglied

angreifen. Der Schalter ist diejenige Vorrichtung am Instrument bzw. für das Instrument, die das zeitliche Verhalten der Anregenden Energie oder ihrer Umwandlungsstufen prägt. Der Schalter bildet die Zeitvariable des Signals, das im Instrument eine bestimmte klangliche Form annehmen soll. Dadurch unterscheidet sich der Schalter vom Vorgang des grundsätzlichen Bereitstellens der Energie (z.B. Anstellen des Blasebalgs), ungeachtet dessen, ob diese sofort im Wandler in Schwingungen umgesetzt wird (Drehleier, Dudelsack) oder nicht (Orgel).

Der Schalter ist keine obligatorische Einrichtung am Musikinstrument. Verschiedene Instrumente besitzen keinen Schalter, z.B. Drehleier, Dudelsack

oder unter den programmgesteuerten Instrumenten z.T. der Vogelsang (Beispiel: Musikinstrumentenmuseum Leipzig, Nr. 2048).

Die Schalter besitzen allgemein ein determiniertes Verhalten. Das gilt uneingeschränkt für die Programmsteuerung und die nervale Steuerung, wenn das Endglied des Stellelements eine mechanische Schaltvorrichtung ist.

Beispiele:

1. Zunge und Gaumen beim Spiel von Flöte, Trompete, Oboe usw. (Lage des Schalters: im Kanal vor dem Wandler).
2. Traktur der Orgel (Lage: im Vermittler). Durch Tastendruck wird das zur Taste gehörige Ventil in der Windlade geöffnet, wodurch der Wind in die Pfeife strömen kann. (Die Orgeltraktur hat also, obwohl das technomorphe Eingangssegment des Stellelements ebenso eine Klaviatur wie z.B. beim Klavier ist, eine grundsätzlich andere Funktion als die äußerlich gleichen Teile beim Cembalo oder Klavier. Die Orgeltraktur gehört zu den Schalter-Stellelementen, die Klavier- oder Cembalomechanik zu den Vermittlern.)
3. Pentaphon (Müller-Braunau, Hamburg 1904). Als technomorphe Schaltsegmente dienen fünf Hebel, die das Streichband (Vermittler) an die gewünschte Saite (Wandler) heranführen (Lage: im Vermittler).
4. Welte-Lichttonorgel. Die technomorphen Segmente der Schaltsteuerung bestehen in Klaviaturtasten und elektromechanischen Blenden. Der Öffnungsgrad einer Blende richtet sich nach der Länge des zurückgelegten Weges der Vordertaste. Dadurch ist gleichzeitig die Möglichkeit zur Lautstärkeänderung (beispielsweise auch Amplitudentremolo) gegeben. (Lage: zwischen Vermittler und Wandler; bei der Hardy-Goldthwaite-Orgel: im Wandler.)
5. Bandmanuale (Hellerton, E. Helberger/P. Lertes, 1927, u.a.). Kontaktorschaltungen an Spannungsteilern durch Niederdrücken eines waagerecht aufgespannten Metallbandes oder Drahtes.

Instrumente, deren Schaltfunktion nicht streng determiniert erfolgt oder erfolgen kann, sind gekennzeichnet durch indirekte Vermittler bzw. aktive Wandler. Durch das Beharrungsbestreben der äußeren Bewegung des Wandlers ist eine Schaltfunktion nur mit entsprechenden Verzögerungen möglich. Je größer dabei die Masse des aktiven Wandlers, um so größer die Verzögerung

Beispiele:

1. Schwungglocke. a) Tischglocke. Die genaue Anschlagszahl des Klöppels ist nicht exakt festlegbar. Der Glockenkörper lässt sich ohne große Verzögerung über den Anreger der äußeren Bewegung stilllegen. b) große Kirchenglocke. Der Glockenkörper und damit das Anschlagen des Klöppels kann nicht sofort zum Stillstand gebracht werden.

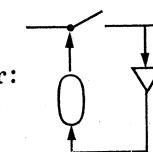
2. Ratsche, Sistrum

Eine vom Zufall geprägte Schaltfunktion liegt bei der Trillerpfeife vor. Der kugelförmige Einschluß (Schalter) liegt zwischen Vermittler und Wandler und unterbindet den Luftstrom mehr oder weniger vollständig in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen der Luft im Kanal. Da die Kugel nicht an ein Steuerelement angeschlossen und daher nicht von einem Programm oder vom Spieler direkt beeinflussbar ist, soll dieser Schalter als indirekter Schalter bezeichnet werden.

Schaltsymbole:

- a) direkter, vom Zufall unabhängiger Schalter: 

- b) indirekter Schalter:

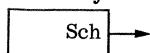


2.3. Steuerungsfunktionen am Musikinstrument

Die Steuerungsfunktionen bilden keine selbständigen Elemente, sondern sind die speziellen funktionell erklärten Formen der Steuerelemente.

2.3.1. Schaltsteuerung

Die Schaltsteuerung steuert die Funktion des Schalters im Sinne eines Stellelements oder vermittelt die Schaltinformation direkt an das Element. Im anthropomorphen Bereich erfolgt die Schaltsteuerung nerval, im technomorphen Bereich über Stiftwalzen u. dgl.

Schaltsymbol:

Vor "Sch" wird je nach Steuerungsart ein "n" (nerval gesteuert) oder ein "P" (programmgesteuert) gesetzt. Analoges gilt auch für die anderen Steuerungsformen.

2. 3. 2. Energiemengensteuerung (Mengensteuerung) (MS)

Die Energiemengensteuerung bezieht sich auf die Veränderung der Menge der Anregenden Energie bzw. ihrer Umwandlungsstufen innerhalb der Trägerstrecke. Die Mengensteuerung kann sowohl am Anreger, Wandler, Vermittler, Amplifikator als auch an den Kanälen zwischen diesen Elementen angreifen. Der Unterschied zur Funktion des Schalters besteht darin, daß die Durchflußmenge der Anregenden Energie zwar verändert, aber nicht vollständig unterbrochen wird. Die Bedeutung der Energiemengensteuerung besteht in der Beeinflussung der musikalischen Parameter, d.h. in der Bildung von Paramenterzuständen. Effektiv kann die Veränderung des Energiebetrages somit im Prinzip eine Lautstärke-, Klang- oder Tonhöhenänderung bedeuten (wobei, wie bekannt, sich bei Änderung eines Parameters die anderen Parameter in bestimmten Grenzen mit ändern).

Die hauptsächliche Funktion der Energiesteuerung besteht in der Beeinflussung der Lautstärke (z.B. bei mechanischen Instrumenten) und in der Beeinflussung der Tonhöhe (Instrumente mit elektrischem Wandler). Eine mit der Veränderung der Lautstärke verbundene unerwünschte Veränderung der Tonhöhe (vor allem bei Blasinstrumenten) kann durch bestimmte Vorkehren, z.B. durch Ansatzkorrekturen, gegebenenfalls ausgeglichen werden.

Beim Überblasen wird die Energiesteuerung zur Frequenzänderung systematisch ausgenutzt (Flöte), bzw. die Veränderung der Energiemenge ist eine direkte Folge der Zustandssteuerung des Wandlers (s. 2. 3. 3., z.B. Oboe, Trompete).

Es können grundsätzlich zwei Steuerungsmöglichkeiten unterschieden werden, die mit dem Angriffsort der Steuerung kausal verbunden sind:

1. Die Steuerung greift am Anreger an und beeinflußt die Menge der im Anreger zu bildenden Anregenden Energie in statu nascendi.

Beispiele:

- a) Nervale Steuerung eines anthropomorphen Anregers, z.B. Arm eines Xylophonspielers. Die Menge der im Muskel frei werdenden Energie wird durch eine Steuerungsinformation direkt festgelegt.
- b) Lichttoninstrumente: Von der Veränderung der Leuchtstärke der Glühlampen (Anreger), die über ein Potentiometer eingestellt werden kann, hängt die Lautstärke unmittelbar ab.

2. Ein vom Anreger bereitgestellter (konstanter) Betrag der Anregenden Energie wird außerhalb des Anregers, im Vermittler, Wandler, Amplifikator und in den Kanälen zwischen diesen Elementen gedrosselt.

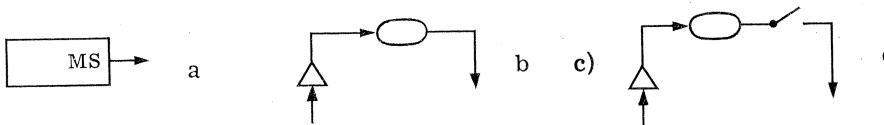
Beispiele:

- a) Phonola: Programmgesteuerte Winddrosselung zur Lautstärkeregelung, d.h. zur Beeinflussung der Anschlagsstärke der Hämmer über einen Nuancierungsbalg.
- b) Flötenandroide. Drosselung der Windzufuhr zum Zwecke des Überblasens
- c) Amplifikatorsteuerung. Die Gitterspannung der Verstärkerröhre bzw. deren Anodenstrom wird durch Widerstände zum Zwecke der Lautstärkeregelung verringert.

Indirekte Energiemengensteuerungen, deren Funktion nicht von Steuerelementen, sondern von bestimmten energetischen Verhältnissen im Instrumentensystem abhängt, sind Tremulanten und Winddrosseln bei der Orgel. Tremulanten stellen hebelmechanische Gleichgewichtssysteme dar, die durch bestimmte Strömungsverhältnisse der Luft zu pendeln (schwingen) beginnen und im Rhythmus der Pendelungen die Durchflußmenge des Windes variieren (Regelkreisprinzip). Die Winddrosseln sind Regelkreise zur Veränderung des Winddurchflusses im Kanal in Abhängigkeit vom Windverbrauch in der Lade.

Schaltsymbole:

- a) direkte Mengensteuerung der Anregenden Energie:
- b) indirekte Mengensteuerung:
- c) indirekte Mengensteuerung mit Möglichkeit der Ein- und Ausschaltung:



2.3.3. Energiezustandssteuerung (ZS)

Während die Energiemengensteuerung bestimmte Trägerelemente und Kanalabschnitte in Hinblick auf die Menge der zu erzeugenden oder zu verarbeitenden Anregenden Energie beeinflusst (quantitativer Aspekt), verändert die Zustandssteuerung das Übertragungsverhalten bestimmter Elemente hinsichtlich des Energiezustandes (qualitativer Aspekt).

Unter Energiezustand wird die spezifische, durch das Übertragungsverhalten bestimmter Trägerelemente determinierte Erscheinungsweise der in Schwingungen (mechanische, elektrische und Lichtschwingungen) umgewandelten Anregenden Energie verstanden. Die Energiezustandssteuerung greift somit am Wandler, Zwischenwandler, Modulator, Amplifikator, Resonator und Kopulator an.

Die Wandlersteuerung erfolgt unmittelbar, d.h. ohne Stellelemente (z.B. Lippen beim Trompetblasen) oder mittelbar über anthropomorphe und/oder technomorphe Stellelemente. Das letzte Segment des Stellelements greift an der Variationseinrichtung des Wandlers an und verändert auf der Grundlage der Verhaltensdisposition das Übertragungsverhalten des Wandlers.

Beispiele:

1. *Dea Violina* (Hupfeld, Leipzig 1912). Jede der vier Violinen wird an einer Saite mit filzbesetzten Hebelen, die die Finger simulieren, abgegriffen. Der Wandler wird dadurch in seiner Länge verkürzt und ändert folglich sein Übertragungsverhalten im Sinne einer Tonerhöhung. Neben der Frequenzsteuerung ist in analoger Art eine hebelmechanische Vibratorsteuerung eingerichtet.

2. *Pianola*. Durch Programmsteuerung können Nebenregister (z.B. Mandoline-, Lauten-, Fagott- und Dämpfungseffekt) eingeschaltet werden, die das Übertragungsverhalten der Wandler in spezifisch klanglicher Hinsicht verändern.

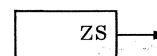
3. *Singende Säge*. Durch Biegebewegungen des Wandlers ändert sich auf Grund der Deformation das Übertragungsverhalten hinsichtlich der Tonhöhe. Die Steuerung des Modulators zur synthetischen oder analytischen Klangmodifikation erfolgt über elektrische Schaltrelais mit hebelmechanischen Eingangssegmenten (z.B. Drehknöpfe, Pedale).

Beispiel:

Hammmondorgel. Die Klangfarben können als Register eingeschaltet oder durch freie Wahl der Grund- und Oberfrequenzen und ihrer Lautstärke durch Bedienung entsprechender Hebel assoziiert werden.

Die Resonatorsteuerung hat primär Klang- und Lautstärkeveränderungen zur Folge, die Kopulatorsteuerung primär Tonhöhenveränderungen. Als Stellelemente fungieren für die Variationseinrichtung des Kopulators mechanische Hebel (Klappen, Ventilrekturen), als Programmelemente Stiftwalzen und Stifträder (z.B. Dudelsack von R. de Fluctibus, London 1621).

Die Zahl der Zustandssteuerungen je Instrument ist gleich der Zahl der verschiedenen Steuereinrichtungen der Trägerelemente. Das Klavier z.B. besitzt zwei Zustandssteuerungen des Wandlers (Dämpfung, Pianoeffekt), die Harfe dagegen nur eine Zustandssteuerung (Frequenzsteuerung des Wandlers). Schaltsymbol:



Die jeweilige Steuerungsinformation wird in den Steuerungselementen als inbegriffen bzw. als gespeichert gedacht (wenngleich auch die Steuerungselemente im allgemeinen Übertragungsglieder sind).

2.4. Struktur des Instrumentensystems

Ein System ist dann erklärt, wenn mindestens zwei Elemente vorliegen, zwischen denen wenigstens eine Relation definiert ist. In 2.2./2.3. wurde vor allem ein Aspekt des Instrumentensystems, das aktive Element, untersucht. Im folgenden werden die Relationen, die zwischen den Elementen bestehen, betrachtet (Strukturaspekt).

Die Relationen sind innerhalb der Systemklasse ganz allgemein die energetischen, stofflichen und informationellen Kopplungen, die zwischen den Elementen bestehen, einschließlich der Richtung des Signalflusses. Von der Spezifität der energetischen, informationellen usw. Beziehungen zwischen den Elementen wird abstrahiert. Es interessiert nur der Fakt der Kopplung und die Richtung des Energieflusses, der durch die Kopplung ermöglicht wird. Das Netz der Kopplungen bildet die Struktur eines Systems. Die Struktur kann in Form von Kopplungsmatrizen beschrieben werden (O. Lange, 1967, S. 11 ff.).

Für unseren Zweck erscheint - da nicht allein die Systemstruktur, sondern gleichzeitig die Art des Funktionselementes interessiert - eine Darstellung der Instrumentensysteme mittels Blockschaltbildern (Graphen, Signalflußplänen) angezeigt. Die Kopplungen zwischen den Elementen werden dabei durch Wirkungslinien, d.h. Pfeile, die den energetischen Fluß symbolisieren, dargestellt. Nach Definition der Funktionselemente und des Prinzips der Struktur können von allen Musikinstrumenten die Systeme aufgestellt werden. Der Flötenandroide (vgl. Abbildung 4) z.B. besitzt das in Abbildung 7 (Seite 61) dargestellte Blocksystem.

Die Systeme aller Musikinstrumente können in einem Ganzsystem vereinigt werden. Das Ganzsystem (G) ist mengentheoretisch gesehen die Vereinigungsmenge aller Einzelsysteme S_i ; $i = 1, 2 \dots n$: $G = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_n$.

Umgekehrt kann jedes Instrument als Auswahlssystem aus dem Ganzsystem dargestellt werden. Eine graphische Veranschaulichung des Ganzsystems ist in Abbildung 8 (Seite 62) vorgenommen. Das gesamte Instrumentarium kann aus zehn verschiedenen Elementen aufgebaut werden. Wenn man die mechanischen Instrumente mit elektrischer Adaption, die elektromechanischen, elektrischen und lichtelektrischen Instrumente abrechnet, kann man die Instrumente aus sieben verschiedenen Elementen aufbauen. (Das Pfeifen, bei dem der Resonator vor dem Wandler liegt, ist im Ganzsystem Abbildung 8 nicht mit berücksichtigt.)

Die Kopplungsverhältnisse gestalten sich im allgemeinen und damit auch im Ganzsystem wie folgt:

1. Anreger (Anregende Energie) und Wandler sind immer gekoppelt. Beide

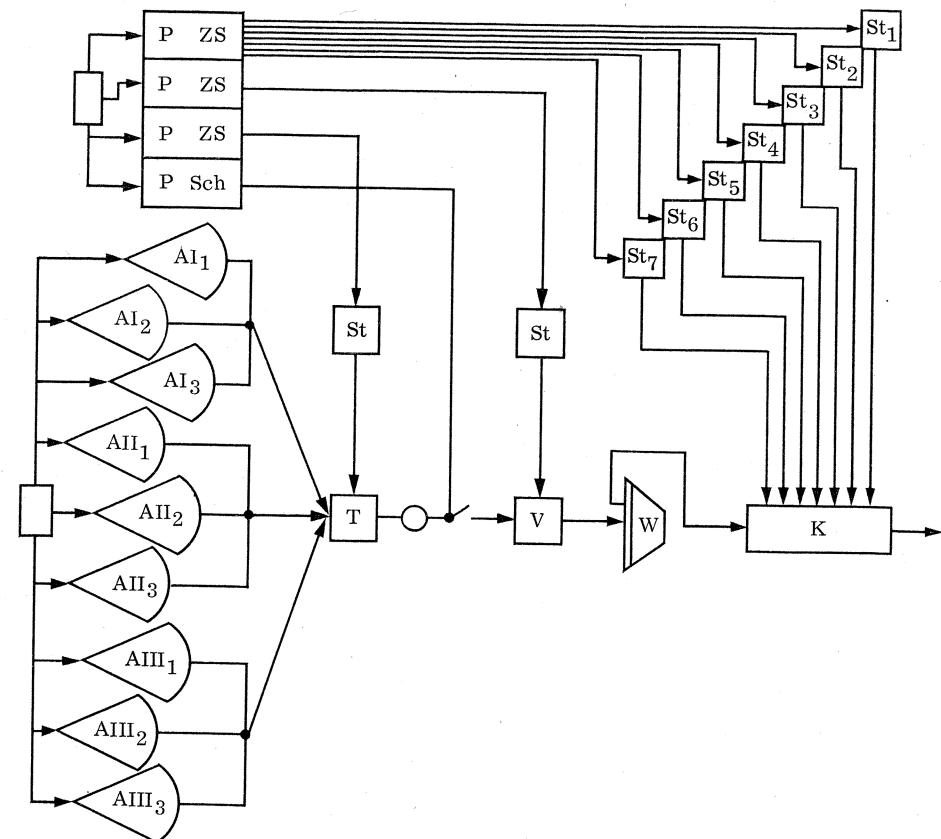


Abb. 7. System des Flötenandroiden von Vaucanson, Paris 1738

Elemente bilden den Mindestbestand eines Instrumentensystems. In der Abbildung ist dieser Sachverhalt durch eine dick gezeichnete Signalflußlinie versinnbildlicht.

2. Die Trägerelemente können hinsichtlich ihrer Abhängigkeit voneinander in zwei Gruppen unterteilt werden:

a) unabhängige Trägerelemente: A, W, R, K, Ampl.

Diese Elemente können innerhalb der möglichen Anordnungen, d.h. A - W - R; A - W - K; A - W - Ampl., selbständige Trägerketten bilden, ohne daß die anderen Trägerelemente mit beteiligt sind.

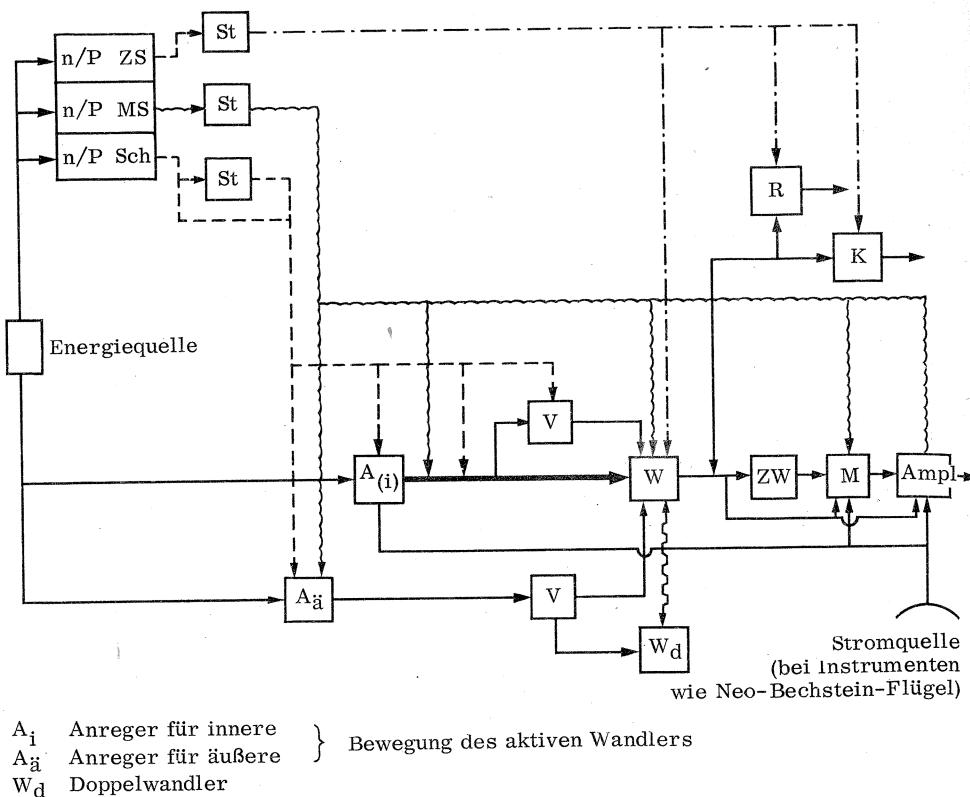


Abb. 8. Ganzsystem der Musikinstrumente

b) abhängige Trägerelemente: V, ZW, M. Es sind Elemente, die unabhängige Trägerelemente voraussetzen, wenn sich ein sinnvolles System ergeben soll. So existiert beispielsweise nie ein Modulator oder Zwischenwandler ohne folgenden Amplifikator.

Wie man auch im Auswahlsystem an dem Verhältnis der Anreger und Wandler zueinander erkennen kann, teilen sich die Instrumentensysteme in mehrere Arten auf. Für die Systemarten werden folgende Bezeichnungen eingeführt:

1. lineares System, 2. paralleles System, 3. konvergierendes System,

3a. perfektiv konvergierendes System, 3b. defektiv konvergierendes System.

1. Das lineare System

Es ist bis auf wenige Ausnahmen (Schwirrholz) gekennzeichnet durch das Vor-

handensein eines passiven Wandlers. Die Trägerstrecke besteht aus A, (V), W, (ZW), (M), (K), (R), (Ampl.).

Sie kann einzeln oder in Parallelschaltung existieren. Systeme mit singulärer Steuerstrecke werden im folgenden als monosystemisch, die Systeme mit parallelgeschalteten Trägerelementen als polysystemisch bezeichnet.

Beispiel für monosystemisches lineares System: Boehmflöte.

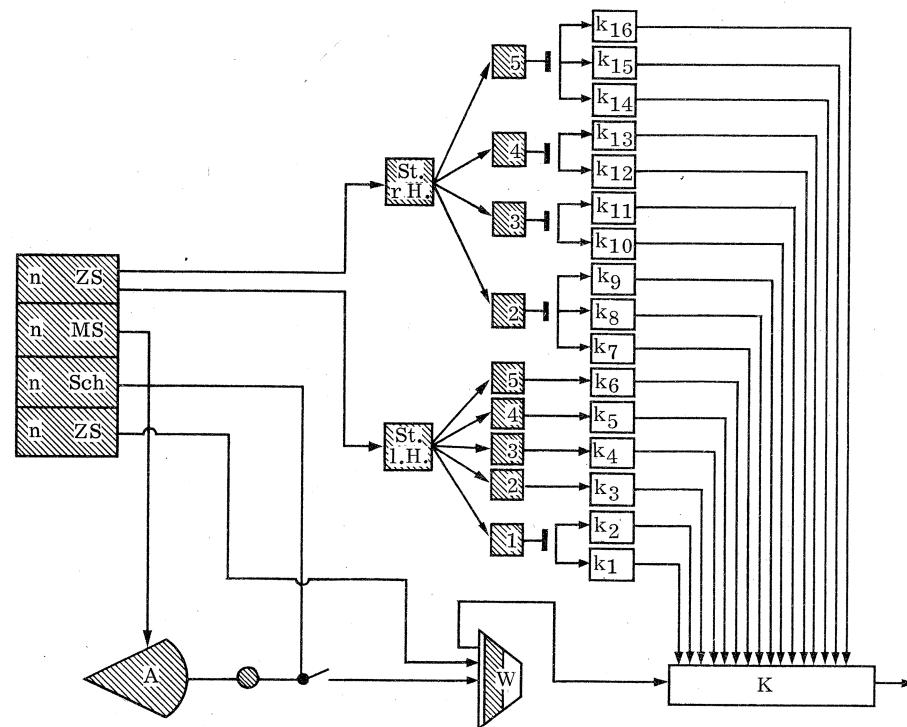


Abb. 9. System der Querflöte (Boehmflöte). Der Wandler besteht aus einem anthropomorphen Segment (Lippen) und einem technomorphen Segment (Anblasloch). r. H. = rechte Hand, l. H. = linke Hand, k = Klappe

Kriterium der polysystemischen linearen Systeme ist die Parallelschaltung wenigstens eines der Trägerelemente. Je nach der Zahl der parallelgeschalteten Trägerelementen im Verlauf der Steuerkette lassen sich die polysystemischen linearen Systeme unterteilen in ausgangsverzweigende Systeme (z.B. Orgel), eingangsverzweigende Systeme (z.B. Trommel), in ausgangs-

und eingangsverzweigende Systeme (z.B. Klavier, Geige) und in nichtverzweigende Systeme (z.B. Paar Pauken).

Beispiel für ausgangs- und eingangsverzweigendes System: Hackbrett

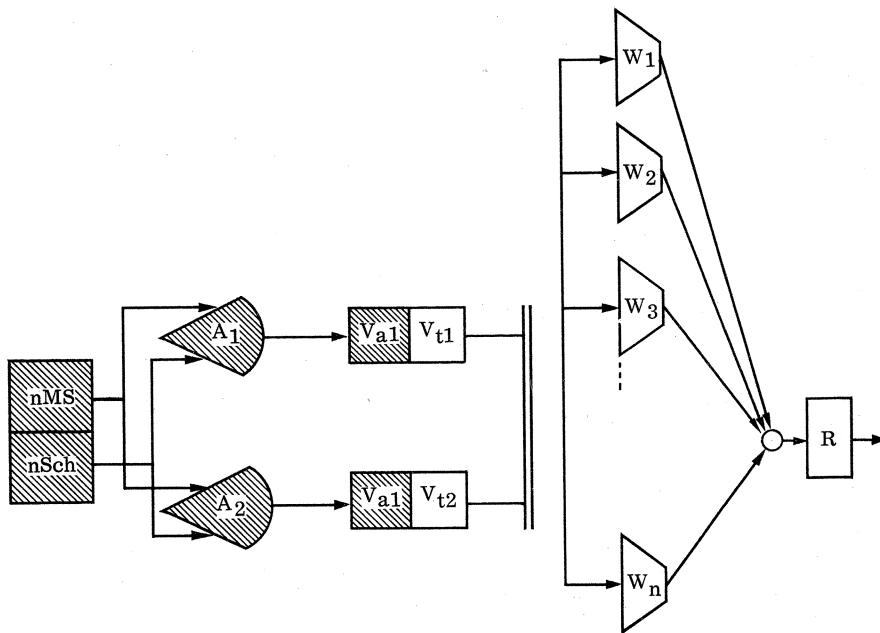


Abb. 10. System eines zweiklöppeligen Hackbretts. V_{t1} , V_{t2} = linker und rechter Klöppel

2. Das parallele System

Parallele Systeme sind gekennzeichnet durch Doppelwandler. Es handelt sich also um zwei parallel geführte Trägerstrecken, die über den Doppelwandler aufeinander einwirken.

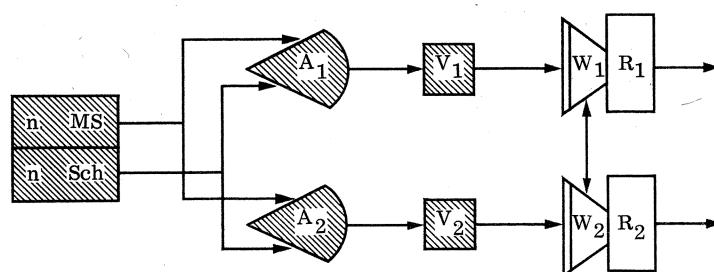


Abb. 11. System: Paar Becken

Beispiel für (nichtverzweigendes) paralleles System: Paar Becken (mit Resonator, Abbildung 11).

3. Das konvergierende System.

Es ist gekennzeichnet durch aktive Wandler und zwei Trägerstrecken für die innere und äußere Bewegung des Wandlers. Im Wandler konvergieren beide Trägerstrecken. Der Energiefluß kann sich in den nach dem Wandler gelegenen Trägerelementen fortsetzen. Es können perfektiv und defektiv konvergierende Systeme unterschieden werden. Die perfektiven Systeme besitzen in beiden Trägerstrecken direkte Vermittler und demnach für beide Trägerstrecken einen Anreger, z.B. Terpodeon. Defektive Systeme arbeiten mit indirekten Vermittlern für die innere Bewegung des Wandlers. Sie besitzen also keinen eigenen Anreger für die innere Bewegung. Die kinetische Energie des indirekten Vermittlers leitet sich aus der äußeren Bewegung des Wandlers ab, z.B. Klappern, Sistren, Ratschen, Flexaton.

Beispiel für ein ausgangs- und eingangsverzweigtes konvergierendes System: Glasharmonika (s. Abbildung 13, S. 66).

Beispiel für defektiv konvergierendes System:

Rassel (Abbildung 12, der gefäßförmige Wandler wird hier nicht gleichzeitig als Resonator gewertet).

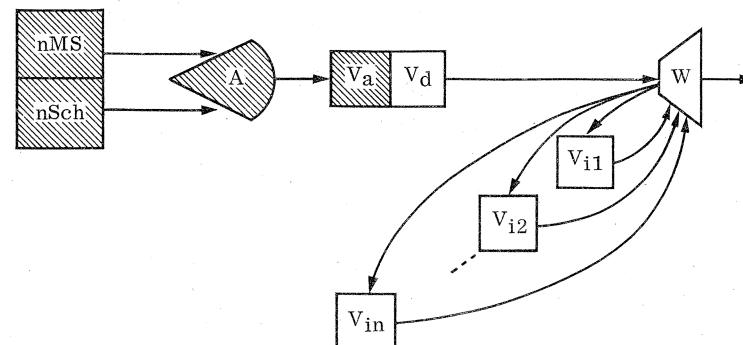


Abb. 12. System einer Rassel. V_d = Rasselstiel, W = Rasselgefäß. V_i = Rasselpügelchen

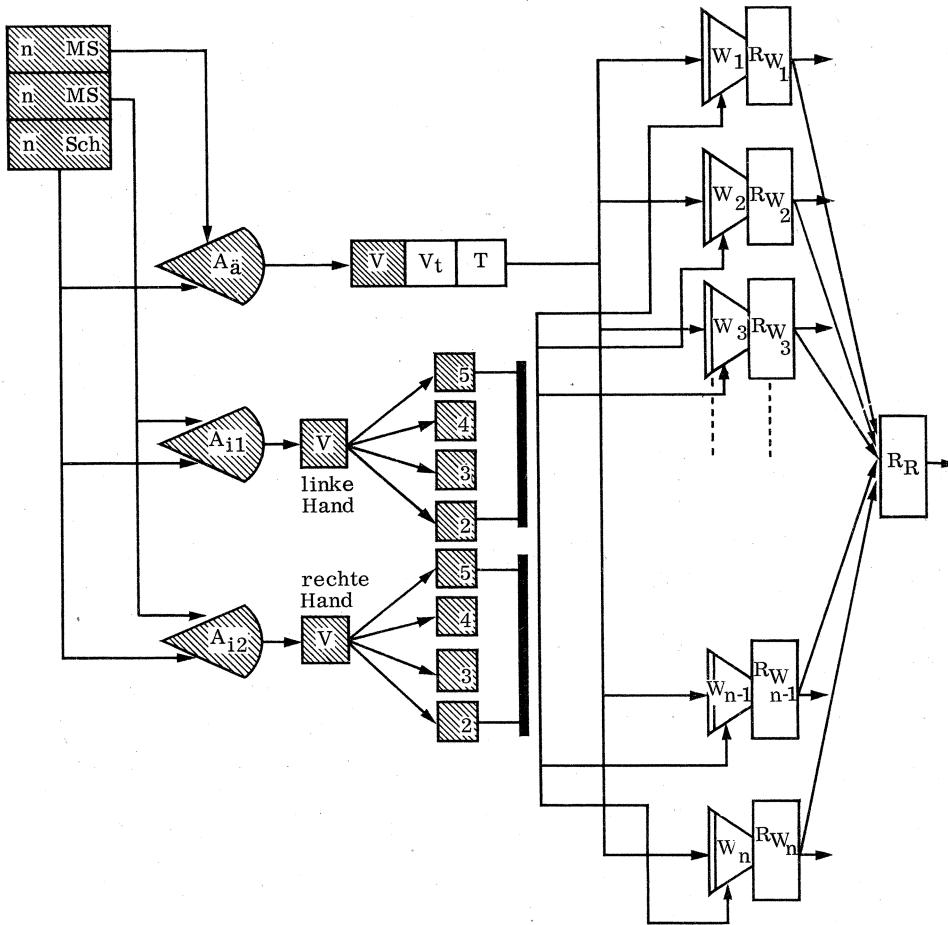


Abb. 13. System der Glasharmonika. V_t = Tretkurbel, T = Welle, auf der die Schalen aufgereiht sind, RW = Schale, RR = Gehäuse, in dem die Schalen rotieren

Anhand der Schaltpläne lassen sich die Instrumente unmittelbar in Hinblick auf ihre Systemspezifik vergleichen. Generell gilt dabei, daß Musikinstrumente, die gleiche Schaltbilder besitzen, systemgleich sind. Beispielsweise sind die dreiventiligen Waldhörner, Posaunen, Tenorhörner, Tuben, Kornette, Trompeten u. ä. Instrumente systemgleich. Dagegen sind Zug- und Ventiltrompete systemungleich.

2.5. Kompilationen

Die Kompilationen sind funktionelle oder funktionelle und strukturelle Verbindungen von mindestens zwei Instrumenten. Es handelt sich um einen den Symbiosen in der Biologie ähnlichen Sachverhalt. Die Kompilationen können sowohl systemgleiche als auch systemungleiche Instrumente enthalten. Im ersten Fall handelt es sich im wesentlichen um Doppel- (Tripel-) Instrumente, z.B. Diaulos. Zu den systemungleichen Kompilationen (zweiter Fall), zu denen die verschiedensten Instrumentarten zusammentreten können, zählen z.B. Orgeln mit Labial- und Zungenstimmen, Zymbelsternen usw., das Trommel/Schwegel-Spiel oder das Saitentambourin (Abbildung 15).

Bei der Orgel (Abbildung 14, S. 68) handelt es sich um eine funktionelle und strukturelle Kompilation. Strukturgleichheit besteht bis auf die Wandler und Kopulatoren/Resonatoren. Das in Abbildung 15 (S. 69) dargestellte Saitentambourin ist eine rein funktionelle Kompilation. Es kann sowohl der Schwegel als auch das Hackbrett selbständig bzw. in anderem Zusammenhang verwendet werden.

2.6. Vertikale Verwandtschaftsreihe, Ordnungen und Unterordnungen der Systeme, Stammbäume, Stämme, Unterstämme

2.6.1. Definition der vertikalen Verwandtschaftsreihe

Die vertikale Verwandtschaftsreihe ist eine Folge von Ordnungen, deren Elementbestand in den Unterordnungen stufenweise um ein Element oder Doppel-

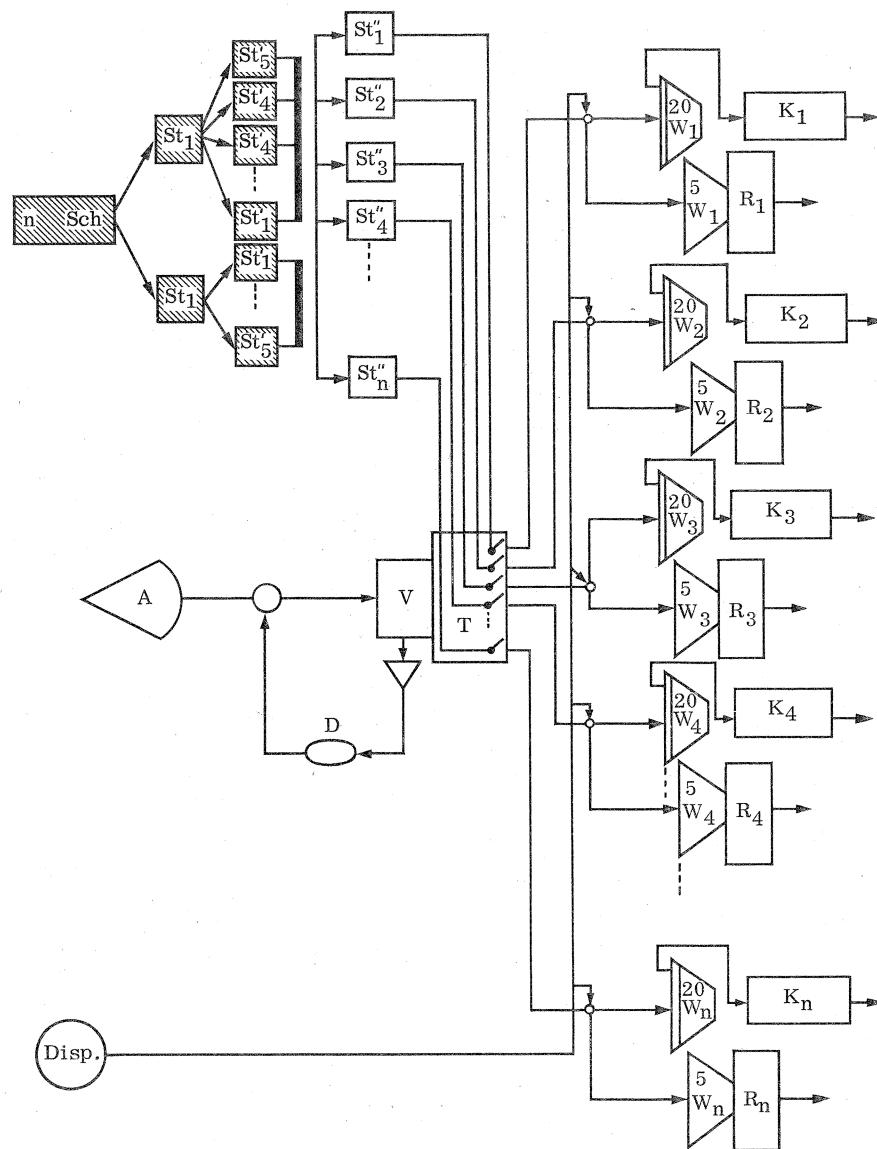


Abb. 14. System einer Orgel mit fünf Zungenstimmen und zwanzig Labialstimmen.
V und T = Windlade, D = automatische Winddrossel, St Hand,
St' = Finger, St'' = Taste

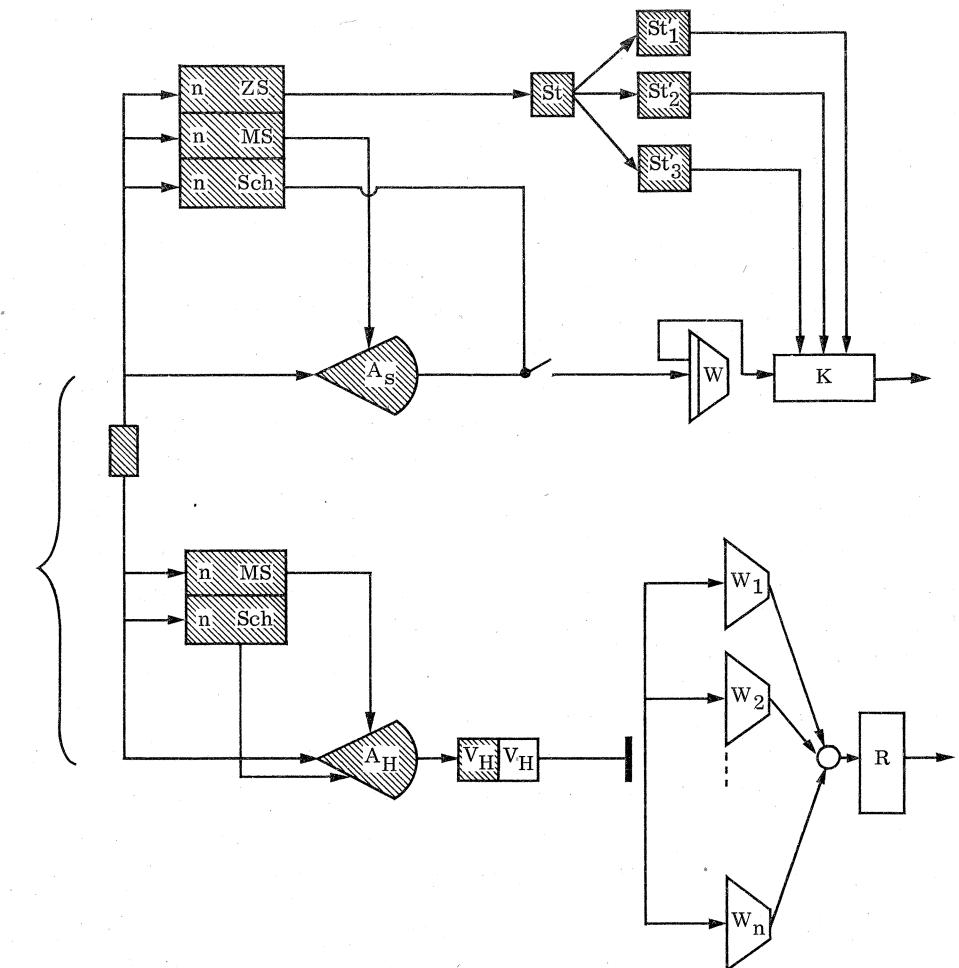


Abb. 15. System eines Saitentambourin, bestehend aus einem Schwegel mit drei Grifflöchern (oberes Teilsystem) und einem einklöppeligen Hackbrett (unteres Teilsystem). V_H = Schlagarm und Klöppel

element erweitert wird. Das Erweiterungselement geht dabei in den Grundbestand der neuen Ordnung ein.

2. 6. 2. Zur Erläuterung der Begriffe Ordnung und Unterordnung

Ordnung ist der systematische Begriff (Taxon) für das Kriterium der Elementzahl eines Instrumentensystems. Systeme mit fünf oder sechs Elementen z.B. bilden je eine Ordnung. Unterordnung ist der systematische Begriff für die unterschiedlichen Elementgruppierungen innerhalb einer Ordnung. So bilden die Systeme A/Sch/V/W und A/Sch/W/R zwei Unterordnungen der vierelementigen Ordnung. Wie aus Abbildung 29 und 30 (S. 85 f.) zu erkennen, ist die Zahl der Unterordnungen je Ordnung sehr klein und beträgt bei wenigelementigen Systemen kaum mehr als sechs, bei fünf- und mehrelementigen Systemen nur etwa drei, evtl. nur zwei Unterordnungen je Ordnung. Die einzelnen Ordnungen werden entsprechend ihrer Elementzahl als zweielementige, dreielementige, vierelementige, ... Ordnungen (duoterne, triterne, quaterne, ... Ordnungen) bezeichnet.

Auf Grund der bei Musikinstrumenten häufigen Parallelschaltungen und z.T. Hintereinanderschaltungen von Elementen macht sich für die vertikale Verwandtschaftsreihe eine nähere Bestimmung der Gültigkeit des Elementbegriffs notwendig. Als ein Element im Sinne der vertikalen Verwandtschaftsreihe zählen

1. ein Funktionselement, wenn (bei Hintereinanderschaltung) das vorangehende und nachfolgende Element ein anderes Funktionselement ist,
2. mehrere parallel- oder hintereinandergeschaltete Funktionselemente, wenn sie der gleichen Art angehören (sie gelten als Segmente). Hintereinandergeschaltete verschiedene Vermittlerarten zählen als selbständige Elemente, sofern die einzelnen Vermittler unabhängig von den anderen Vermittlerarten zu funktionieren in der Lage sind. Der Kanal bleibt bei der Elementzählung unberücksichtigt.

2. 6. 3. Ordnungen und Unterordnungen

1. Unterordnungen der zweielementigen Ordnung

Der Mindestbestand eines Musikinstruments besteht aus Anreger (Anregende Energie) und Wandler. Die zweielementige Ordnung besitzt demnach nur eine Unterordnung. Sie ist belegt z.B. in der Armonica meteorologica, bestehend aus dem Wind als indeterminiertem Anreger und wenigen Saiten oder einer Saite als passive(m) transitive(m) Wandler (Abbildung 16). Es handelt sich um das denkbar einfachste bzw. funktionsmäßig einfachst mögliche Instrument. Naturgeräusche wie Blätter- und Wellenrauschen oder Heulen des Windes lassen sich ebenfalls als zweielementige Ordnungen beschreiben.

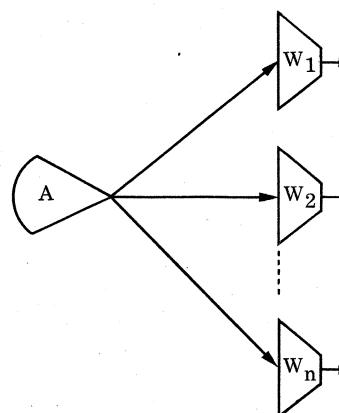


Abb. 16. System der Armonica meteorologica. A = Wind, W = Saite

2. Unterordnungen der dreielementigen Ordnung

Beispiele: resonatorlose Türzithern (Abbildung 17), trichterlose (d.h. vermittlerlose) Äolsharfen, Prusstuben, Stampfbretter

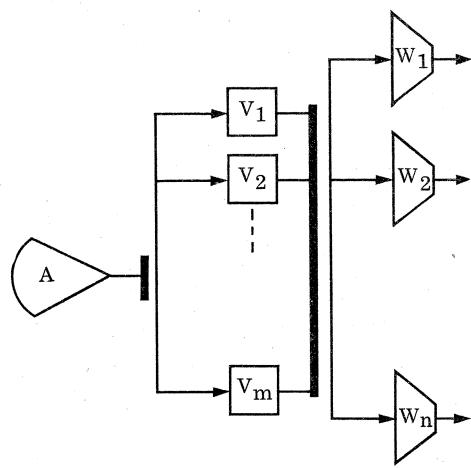


Abb. 17. System einer resonatorlosen Türzither. A = Tür, V = an einem Faden befestigte Kugel, W = Saite

3. Unterordnungen der vierelementigen Ordnung

Beispiele: Äolsharfe (Abbildung 18), Schwirrholz (Abbildung 19), Gegen-schlaghölzer

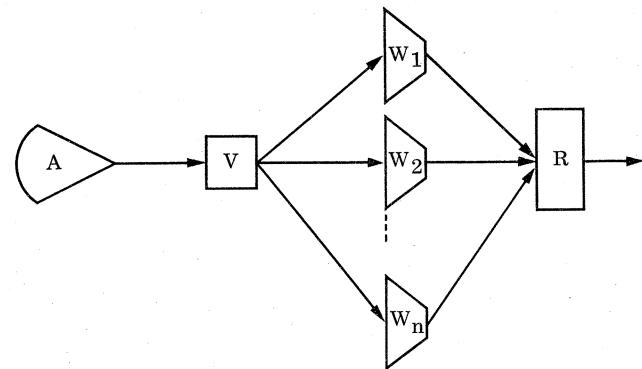


Abb. 18. System einer Äolsharfe. A = Wind, V = Trichter, W = Saite, R = Resonanzkasten

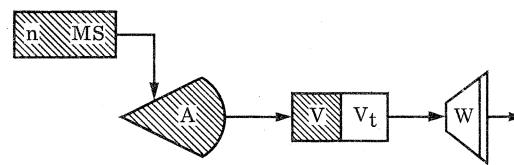


Abb. 19. System eines Schwirrholzes. V_t = Schnur

4. Unterordnungen der fünfelementigen Ordnung

Beispiele: Paar Becken (Abbildung 11), Musikbögen

5. Unterordnungen der sechselementigen Ordnung

Beispiele: Hackbrett (Abbildung 10), Gefäßrassel (Abbildung 13), Zamr, Dudelsack

6. Unterordnungen der siebenelementigen Ordnung

Beispiele: Naturwaldhorn/Naturtrompete (Abbildung 20), Orgel (Abbildung 14).

Abbildung 14 stellt eine Orgel mit zwanzig Labial- und fünf Zungenregistern sowie selbstgesteuerter Winddrossel dar.

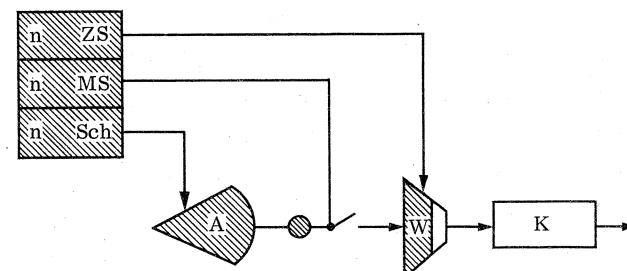


Abb. 20. System von Naturwaldhorn, Naturtrompete und dgl. Der Wandler besteht aus einem anthropomorphen Segment (Lippen) und einem technomorphen Segment (Trichter oder Kessel des Mundstücks)

7. Unterordnungen der achtelementigen Ordnung

Beispiele: Blockflöte (Abbildung 21), Harfe (Abbildung 22), Gitarre

Unter den Blasinstrumenten kommen achtelementige Systeme kaum vor, da mit der Einführung der Wandlersteuerung bzw. der Kopulatorsteuerung das siebenelementige System um je zwei voneinander abhängige Elemente ver-

mehr wird (bei Einführung des Überblasens durch Wandlersteuerung und Mengensteuerung des Anregers, bei Einführung der Kopulatorsteuerung durch ein Steuer- und Stellelement).

8. Unterordnungen der neunelementigen Ordnung

Beispiele: Ventiltrompete (Abbildung 23), Posaune, Oboe, Klarinette, Querflöte, Violine (Abbildung 24), Violoncello

9. Unterordnungen der zehn-elementigen Ordnung

Beispiel: Klavier unter Berücksichtigung von Dämpfung und Una-corda-Pedal (Abbildung 25)

10. Unterordnungen der elfelementigen Ordnung

Beispiel: Neo-Bechstein-Flügel (Abbildung 26)

Bei elf Elementen liegt allgemein die obere Grenze im Elementbestand der typischen Musikinstrumente. Zwölfelementige Instrumente sind meistens hochentwickelte programmgesteuerte Musikinstrumente. Zu diesen zählt der Flötenandroide (Abbildung 7).

Die Mehr-Zahl an Elementen bei programmgesteuerten Instrumenten gegenüber den gleichen Instrumenten bei üblicher Spielweise hängt damit zusammen, daß die technomorphe Simulierung oft nicht isomorph geschehen kann. So ist beim Flötenandroiden die Mengensteuerung des Anregers durch einen steuerbaren Windverteiler nach dem Anreger realisiert. Dadurch ist ebenfalls ein staffelbarer Winddruck erzeugbar, wobei der Anreger selbst nicht steuerbar ist. Ferner ist beim Androiden zur Vermittlersteuerung ein Stellglied erforderlich, während bei nervaler Steuerung die Steuerungsinformation direkt in den Wandler gelangt. Bei Instrumenten mit elektrischer Adaption (z.B. Neo-Bechstein-Flügel) oder lichtelektrischen Instrumenten vergrößert sich die Elementzahl im allgemeinen durch einen Zwischenwandler und z.T. durch einen Modulator.

Zu den zehn-, elf- und zwölfelementigen Ordnungen gehören neben programmgesteuerten mechanischen Instrumenten besonders die elektrotypischen Musikinstrumente. Die Streich- und Blasinstrumente der europäischen Orchesterpraxis des 17. bis 20. Jahrhunderts verfügen allgemein über sieben- bis neunelementige Systeme. Die gegenwärtigen Streich- und Blasinstrumente gehören generell zur neunelementigen Ordnung.

Siebenelementige Systeme besitzen meistens solche Instrumente, die nicht alle musikalischen Parameter produzieren können bzw. in ihrer Darstellung auf eine beschränktere Zahl von Signalwerten angewiesen sind, z.B. Orgel (fehlende Lautstärke- und Klangvariabilität innerhalb eines Registers), Naturtrompeten u.ä. (beschränkter Tonvorrat). Instrumente mit sechselementigen Strukturen vermögen noch in stärkerem Maße als die siebenelementigen Instrumente nur eine begrenzte Zahl von Parametern bzw. Parameterzuständen darzustellen, z.B. Hackbrett (Unvermögen der Tonlängenvariabilität durch fehlende Dämpfung), Hupen, Trommeln, Rasseln (fehlende Differenzierbarkeit der Tonhöhen). Instrumente mit fünf Elementen können nur wenige Parameter (Zamr) und Parameterzustände darstellen (Becken, Gegen-schlaghölzer).

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die kulturhistorisch jüngeren Musikinstrumente mehr Elemente besitzen und über mehr musikalische Parameter verfügen als die kulturhistorisch älteren Instrumente.

Anmerkung zur Abbildtreue der aufgestellten Ordnungen:

Da der genaue Nachweis der anthropomorphen Funktionen im historisch abgeschlossenen Bereich nicht immer sicher möglich ist, so erscheint auch die Aussage der Ordnungen nicht immer völlig gesichert. Beispielsweise ist nicht sicher, von welchem Zeitpunkt an die Mengensteuerung des Anregers, d.h. die Lautstärkendifferenzierung auftritt. Vermutlich entsteht sie im allgemeinen erst nach der Herausbildung der Schaltsteuerung.

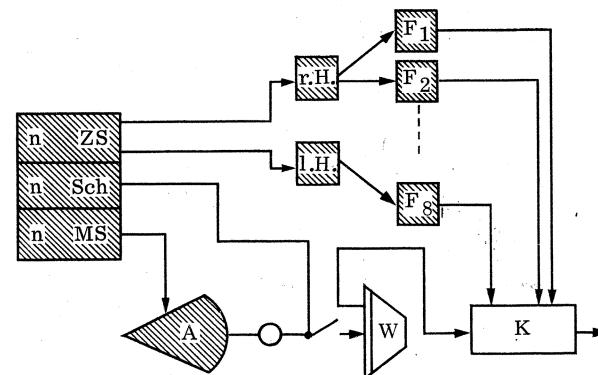


Abb. 21. System der Blockflöte. r.H. = rechte Hand, l.H. = linke Hand, F = Finger

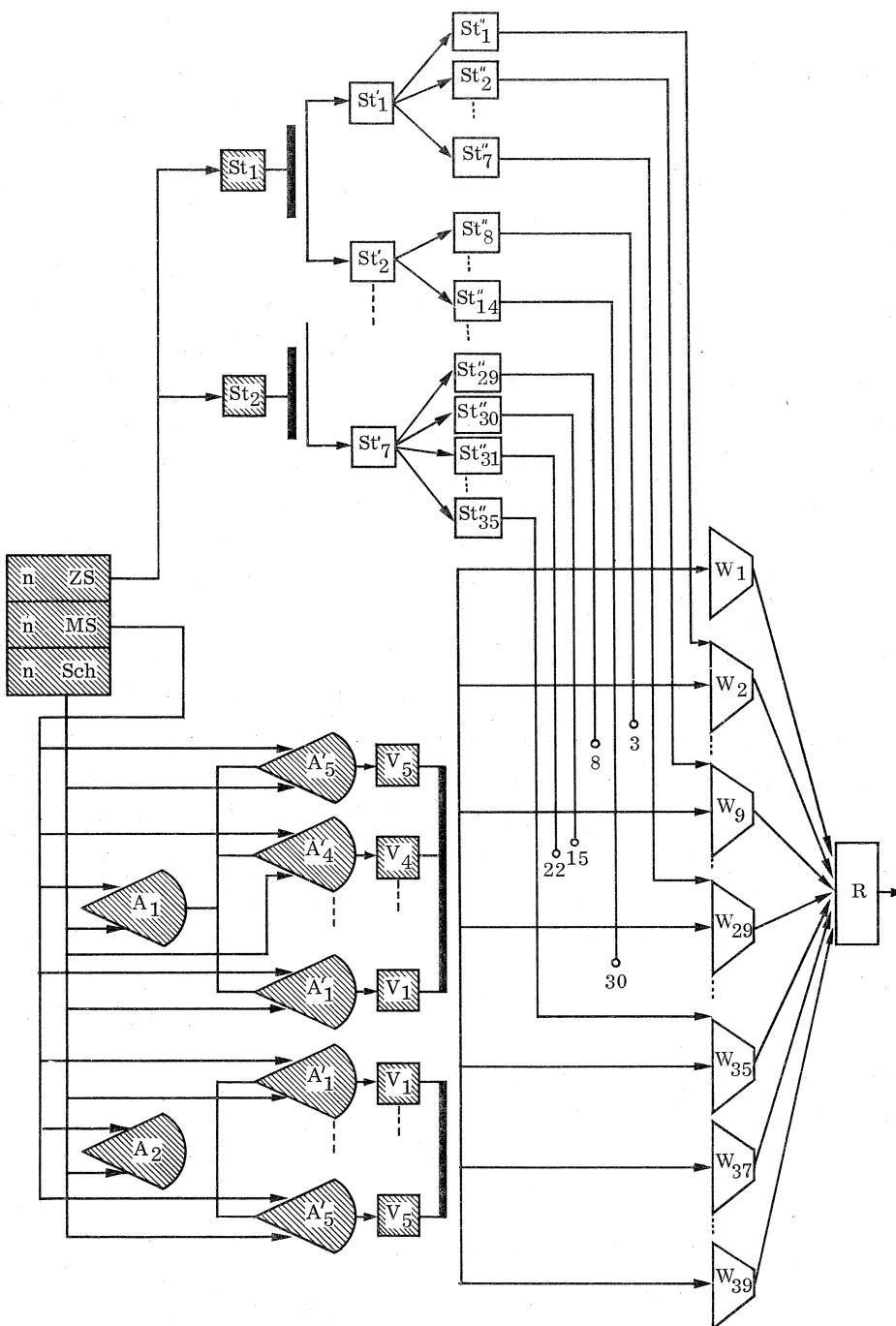


Abb. 22. System einer Pedalharfe. St = Fuß, St' = Pedal, St'' = Bundhaken mit Abstrakten, V = Finger

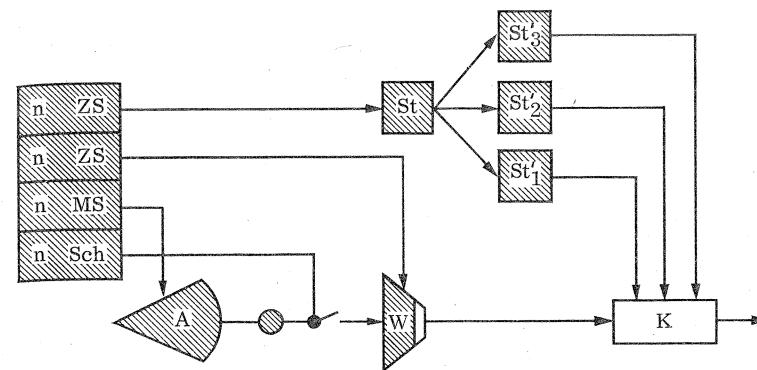


Abb. 23. System von Ventiltrompete, Baßtuba, Ventilwaldhorn und dgl.
St = Hand, St' = Finger

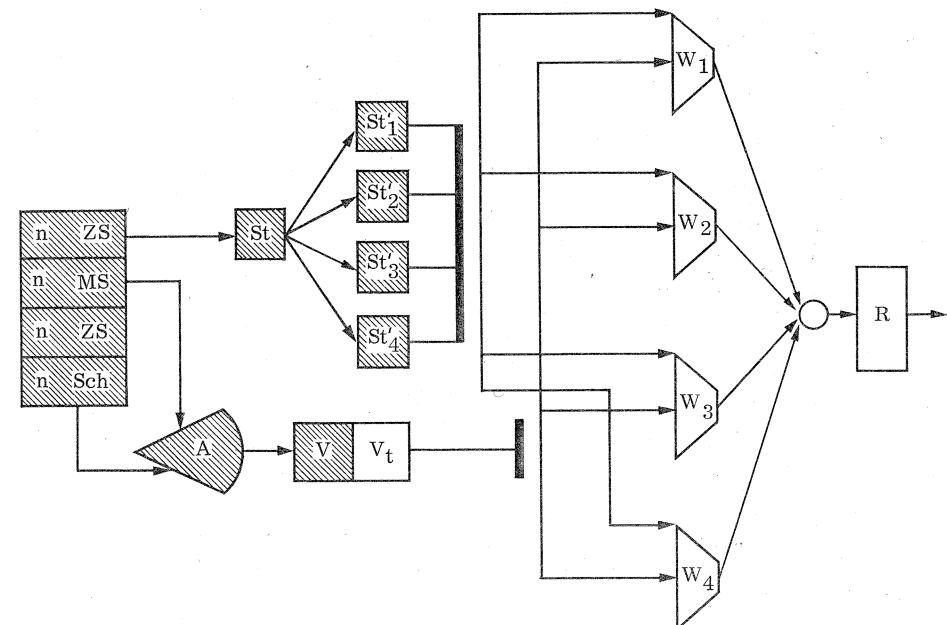


Abb. 24. System von Violine, Viola und dgl. St = linke Hand, St' = Finger,
V_t = Streichbogen

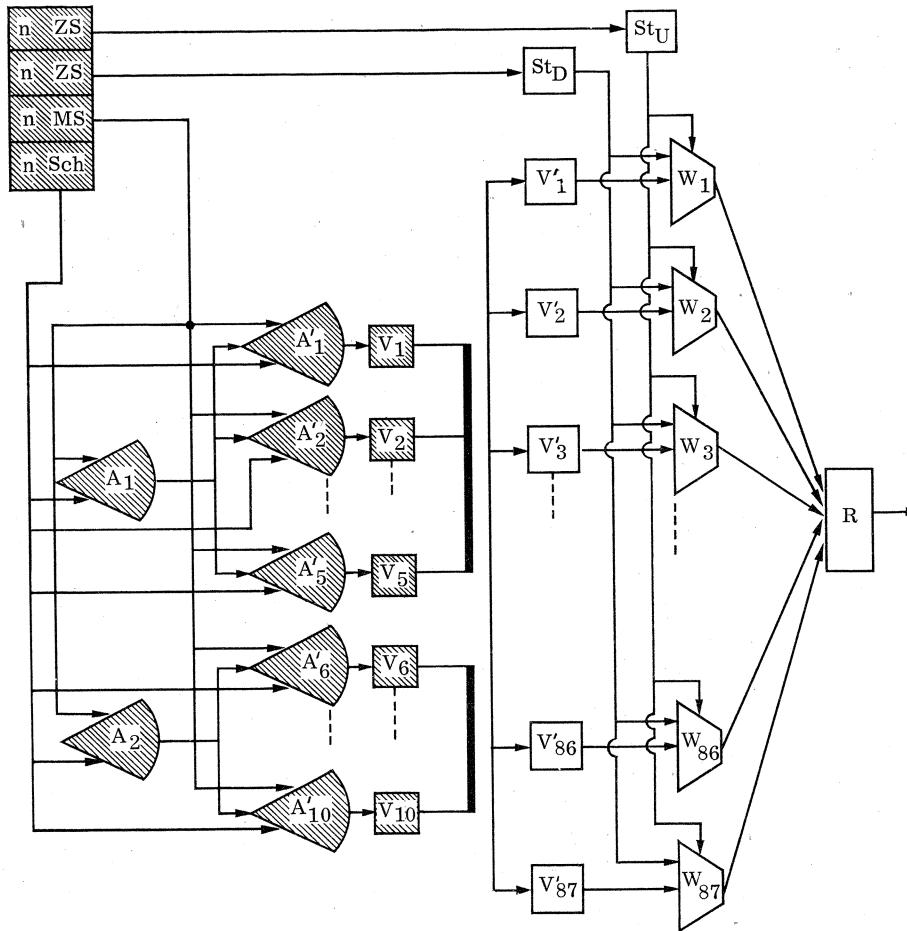


Abb. 25. System eines Hammerklavieres mit Dämpfungs- und Una-chorde-Pedal.
 V' = Taste mit Mechanik einschließlich Hammer, St_D = Dämpfungspedal,
St_U = Una-chord-Pedal

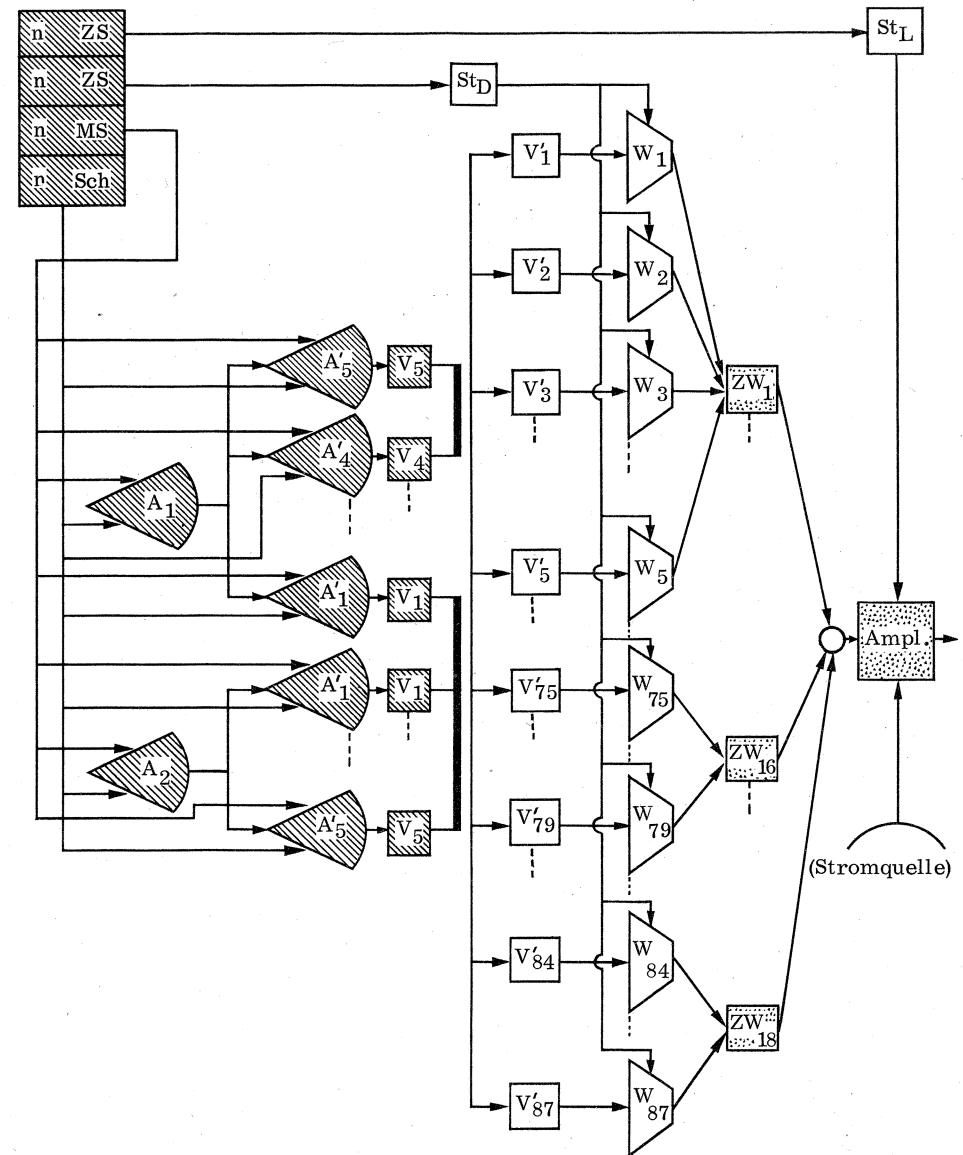


Abb. 26. System des Neo-Bechsteinflügels. V' = Taste mit Klaviermechanik einschließlich Mikrohammer, ZW = Tonabnehmer, Ampl. = Lautsprecher mit Einrichtung zur Lautstärkeregelung, St_L = Pedal zur Lautstärkeregelung, St_D = Dämpfungspedal

2. 6. 4. Abstammung der Systeme, Stammbäume, Stämme, Unterstämme

Die vertikale Verwandtschaftsreihe stellt sich die Aufgabe, bei der Untersuchung der stammbaummäßigen Entwicklung und Geschichte einer Gattung die systemmäßig älteren Entwicklungsstufen aufzustellen und evtl. zu erschließen. Vertikale Verwandtschaftsreihen sind Systemstammbäume von Instrumentengattungen (siehe 6.). Die einzelnen Ordnungen sind somit Stationen des Entwicklungsganges der Musikinstrumente und bilden im allgemeinen die Gemeinschaft aller der Instrumente, die ein gleiches Vorgängersystem besitzen. Die Entwicklungszeiten zu ermitteln, die zwischen den Ordnungen einer vertikalen Verwandtschaftsreihe liegen, obliegt der historischen Instrumentenkunde. Dabei gilt es (wenn möglich), die Entwicklung auf der Basis der konkreten regionalzeitlichen Koordination festzustellen.

Wenn man nach den Systemvorgängern z.B. der Oboe fragt, so ergeben sich hauptsächlich die in Abbildung 27 dargestellten einfacheren Systeme bzw. Ordnungen. Die sieben-, fünf-, drei- und zweielementigen Systeme liegen etwa den in der Bildunterschrift angeführten Instrumenten zugrunde. Die Instrumente einer Ordnung bilden dabei Abstammungsgemeinschaften.

Wenn man alle Instrumentengattungen in vertikale Verwandtschaftsreihen einordnet, so stellt man fest, daß die Reihen häufig übereinstimmen und es somit nur relativ wenig verschiedene vertikale Verwandtschaftsreihen gibt. Diese wenigen Reihen (gebildet im Sinne des Durchschnitts von Mengen) bilden die Systemstammbäume des Instrumentariums und werden in diesem Zusammenhang als Stämme bezeichnet.

Die vertikalen Verwandtschaftsreihen bzw. der Stamm der Rohrblattinstrumente münden spätestens bei der zweielementigen Ordnung in den anthropomorphen Bereich ein, speziell in das Prusten. Das Prusten kann in gewissen Grenzen und unter Umständen auch tonhöhen- und lautstärkegesteuert sein (vierelementige Ordnung). Verfolgt man die vertikalen Verwandtschaftsreihen der Labialinstrumente (Hörner, Trompeten) und der Acalainstrumente (Flöten), dann gelangt man zum gleichen Ausgang der Entwicklung, d.h. zu der zweielementigen Ordnung Abbildung 27d.

Das an die zweielementige Ordnung anschließende nächstmögliche System

mit einem technomorphen Element wäre innerhalb der Labialinstrumente die dreielementige Ordnung Abbildung 28. Sie ist in der älteren Phase als Prustuba (mit Resonator als letztem Systemelement), in der jüngeren Entwicklungsphase als Eintonhorn o.ä. (mit Kopulator als letztem Systemelement) historisch nachweisbar. In den nächstfolgenden Ordnungen scheint sich bei den Labialinstrumenten die Lautstärke- und später die Schaltsteuerung herauszubilden. Die Wandlersteuerung und damit der Anfang der Melodiefähigkeit dürfte erst innerhalb der siebenelementigen Ordnung eingeführt worden sein. Bereits seit dem Mittelalter, besonders aber seit dem Ende des 18. Jahrhunderts entfaltet sich die neunelementige Ordnung durch Einführung der Kopulatorsteuerung (Zinken, Posaunen, Hörner und Trompeten mit Klapfen und Ventilen).

Bei den Flöten und Rohrblattinstrumenten liegt hinsichtlich der sieben- und neunelementigen Systeme die umgekehrte Reihenfolge in der Herausbildung von Wandler- und Kopulatorsteuerung vor. Die Kopulatorsteuerung tritt bei Flöten und Rohrblattinstrumenten wesentlich früher auf, offensichtlich z.T. noch vor der Schaltsteuerung (die sich von der Anregersteuerung über den Gaumen und die Lippen bis zur Zunge als Stellelemente verlegt).

Verfolgt man die Systementwicklung der Schlag- und Saiteninstrumente, so stellt man fest, daß diese spätestens in der zweielementigen Ordnung ebenfalls in den anthropomorphen Bereich einmünden. Das System der einfachsten Schlag- und Saiteninstrumente mit technomorphen Elementen (Aufschlaghölzer, einfachste Musikbögen) ist das gleiche wie das des Körperschlags. Aus dem Körperschlag haben sich, wie anhand der Substitutions- und Segmentreihe (s.u.) dargestellt werden kann, die Schlaginstrumente und in späterer Zeit durch Mutation und/oder modale Umbildung die Membran- und Saiteninstrumente entwickelt.

Die Entwicklung des technomorphen Instrumentariums setzt im allgemeinen innerhalb der dreielementigen, z.T. bereits innerhalb der zweielementigen Ordnung ein und erfolgt auf Grund der Systemübereinstimmung offenbar vorrangig aus den Körperbetätigungen Schlagen, Prusten und Pfeifen. Die klangbaren Körperbetätigungen ihrerseits entfalten sich bis zu Systemen mit fünf Elementen (Körperschlag), sechs Elementen (Prusten, Pfeifen) oder sieben

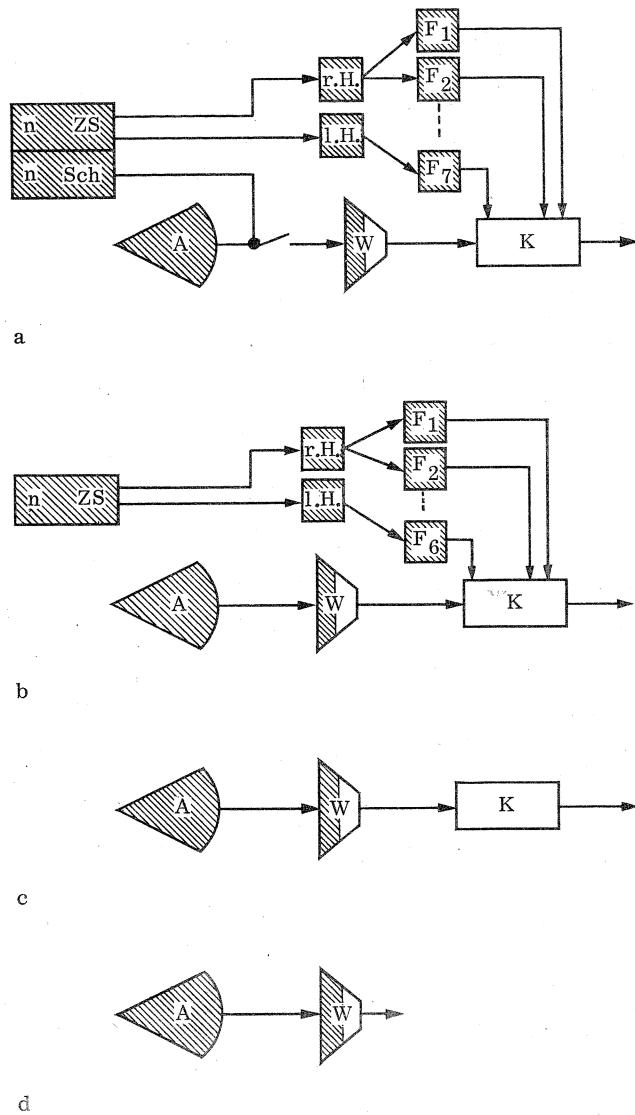


Abb. 27. Vertikale Verwandtschaftsreihe von Doppelrohrblattinstrumenten
 a System von Bomhart und Schalmei (sieben Elemente)
 b System von Zamr, So-na und dgl. (fünf Elemente)
 c System einer Blattbooe (drei Elemente)
 d System von Prusten, Blattblasen und dgl. (zwei Elemente)

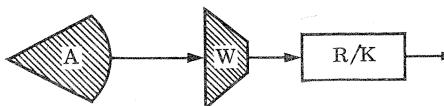


Abb. 28. System von Prusttuba (mit R) oder Eintonhorn und dgl. (mit K)

Elementen (Singen). Aus dem Singen als der differenziertesten und am stärksten entwickelten Form der prototypischen Musikinstrumente (s.u.) scheinen keine höher entwickelten Instrumente mit technomorphen Elementen hervorgegangen zu sein (im Prinzip nur Heultuben und Mirlitons). Das Singen war anscheinend aber Vorbild und Richtschnur bei der Entwicklung des typischen Instrumentariums.

Naturgeräusche wie Baum-, Wind- und Wellengeräusche gehören der zweielementigen Ordnung an. In Anknüpfung an die Naturgeräusche haben sich offenbar das Schwirrholtz und in wesentlich späterer Zeit (nach Erfindung der Saiten) die verschiedenen Formen der Äolsharfen und Schwungzithern entwickelt. Unter diesem Gesichtspunkt können humangenuine und naturgenuine Musikinstrumente unterschieden werden, also Instrumente, die in ihrer Entwicklung an klangbare Körperbetätigungen oder Naturgeräusche anknüpfen. Natur- und humangenuine Instrumente bilden eigene Systemstammbäume. Die Systemstammbäume bestehen aus Stämmen, die sich ihrerseits innerhalb der Ordnungen in Unterstämmen aufspalten können. Übersicht über die Systemstammbäume:

1. Systemstammbaum: umfaßt das naturgenuine Instrumentarium (Abbildung 29). Es entwickelt sich offenbar in zwei Stämmen bis etwa zur vierelementigen Ordnung.
2. Systemstammbaum: umfaßt das humangenuine Instrumentarium (Abbildung 30). In der Abbildung sind die Stämme im allgemeinen bis zur neunelementigen Ordnung aufgeführt, wobei nur die wichtigsten Stämme und Unterstämme berücksichtigt sind.
 Die Stämme geben die allgemeinsten Entwicklungslinien an, in denen sich das Instrumentarium entwickelt. Unterschiedliche Stämme liegen dann vor, wenn der Elementzuwachs in den 3., 4., 5., ... Ordnungen eine spezifisch eigene

Folge aufweist. Unterstämme sind Abzweigungen innerhalb von Stämmen. Das humangenuine Instrumentarium entwickelt sich hauptsächlich in folgenden Stämmen:

1. Die mechanischen Musikinstrumente (*instrumenta mechanica*) gründen auf einem gemeinsamen Stamm, der sich durch das Vorhandensein eines Vermittlers in allen Ordnungen mit wenigstens drei Elementen auszeichnet [(*mechanoider*) Vermittlerstamm]. In den frühesten Entwicklungsstufen handelt es sich dabei um idiophone und membranophone Instrumente, in den höheren Entwicklungsstufen (infolge Mutation des Wandlers) um Saiteninstrumente. Die elektrischen Musikinstrumente und Instrumente mit Lichtwandler schließen sich als Unterstamm bzw. Unterstämme ebenfalls dem Vermittlerstamm an, da sie sich durch Mutation systemmäßig aus den mechanischen Instrumenten entwickelt haben. Von der vierelementigen Ordnung an spaltet sich der (*mechanoider*) Vermittlerstamm in mehrere Unterstämme auf. Die wichtigsten Unterstämme sind dabei die Saiteninstrumente ohne Frequenzsteuerung (Hackbretter, Cembali usw.) und die Saiteninstrumente mit Frequenzsteuerung (Lauten, Violen usw.).

2. Die Blasinstrumente (*instrumenta flatilia*) bilden von der dreielementigen Ordnung an vier Stämme aus: 1. labialer Resonatorstamm (Prusttuben); 2. labialer Kopulatorstamm (Hörner, Trompeten), entwickelt sich durch Mutation des gekoppelten Systems aus dem Resonatorstamm; 3. lingualer (und acialer) Resonatorstamm (Blattblasen, Hupen, Physharmonika); 4. acialer und lingualer Kopulatorstamm (Flöten, Oboen). Zur Klärung der Begriffe Labalia, Lingalia, Acalia vgl. 6.2.3.

Die Unterstämme der Blasinstrumente umfassen hauptsächlich das Instrumentarium mit Kopulatorsteuerung (Klarinetten, Fagotte usw.) und das poly-systemische Instrumentarium ohne Kopulatorsteuerung (Harmonium, Orgel). Eine stärkere graphische Aufgliederung der Blasinstrumente nach Stämmen und Unterstämmen als in Abbildung 30 siehe H. Heyde, 1975, Abbildung 5.

Eine wesentliche Aufgabe der systematischen Instrumentenkunde besteht darin, die Entstehungsreihenfolge der Stämme und Unterstämme zuverlässig und exakt festzustellen. Vorerst kann auf Grund der Verwandtschaftsreihen vermutet werden, daß der Vermittlerstamm der älteste Stamm der Musik-

instrumente ist und daß sich die Kopulatorstämme der Blasinstrumente aus den Resonatorstämmen entwickelt haben.

Elementzahl

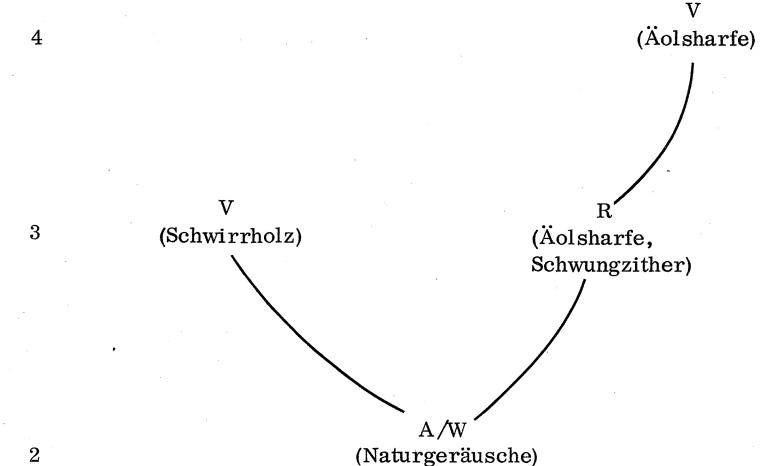
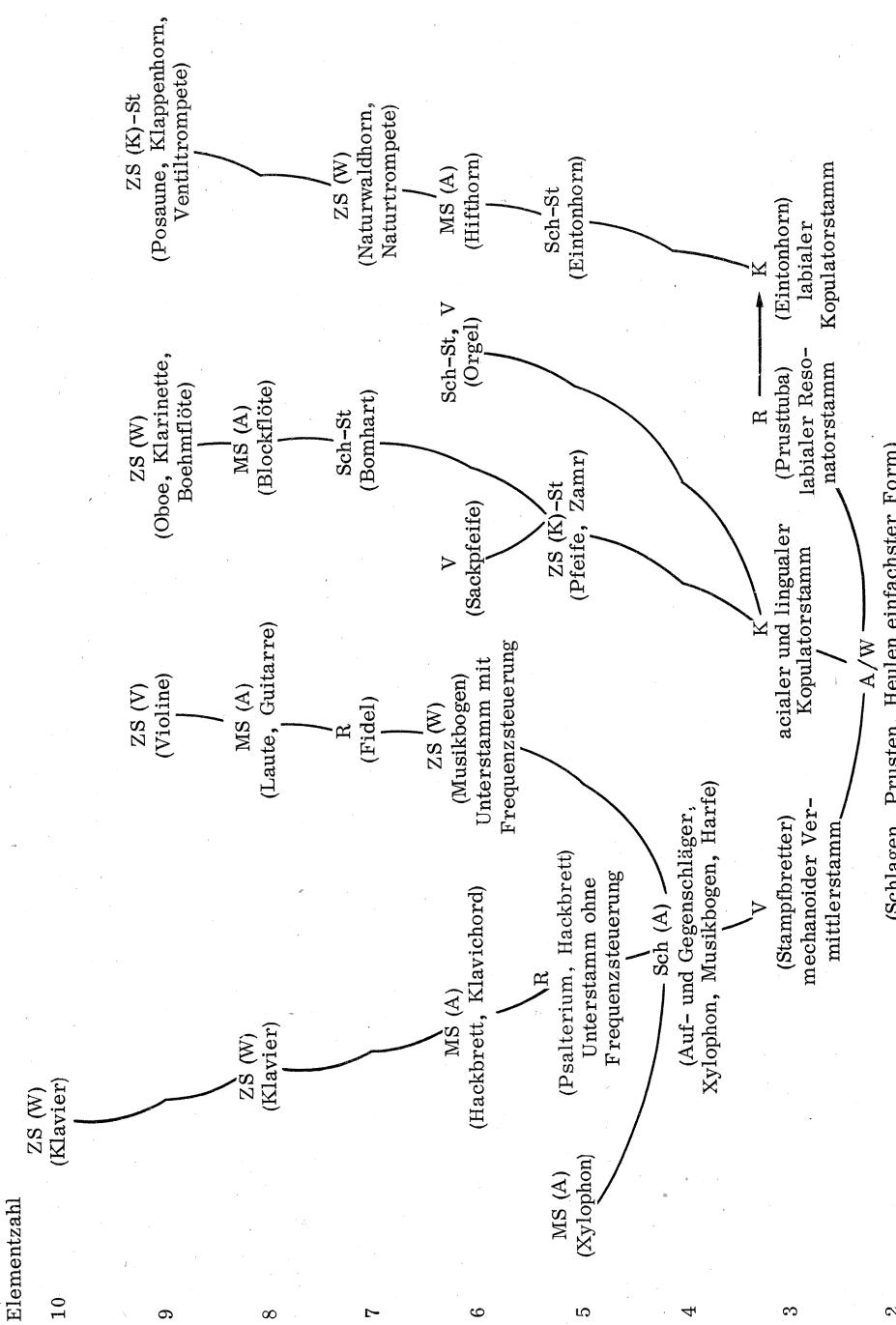


Abb. 29. Stammbaum des naturgenuine Instrumentariums. In der drei- und vier-elementigen Ordnung ist jeweils das hinzukommende Element angegeben.

Abb. 30. Stammbaum des humangenuine Instrumentariums (wichtigste Stämme und Unterstämme). In den drei- bis zehn-elementigen Ordnungen sind jeweils die neu hinzugekommenen Elemente angegeben (V = Vermittler, usw.). Bei Steuerungen steht das zu steuernde Element in Klammern. MS (A) z.B. bedeutet Mengensteuerung des Anregers. Unter den hinzugekommenen Elementen sind beispielshalber einige Vertreter der jeweiligen Ordnung angegeben (wobei eine Gattung je nach Anteil an anthropomorphen Elementen in mehreren Ordnungen belegt sein kann). (s. S. 86).



3. FORMALKLASSE

Die Formalklasse schließt sich eng an die Systemklasse an und betrachtet einen Aspekt der Systemklasse genauer. Die Formalklasse untersucht am System den Anteil anthropomorpher und technomorpher (mechanotechnomorpher und elektrotechnomorpher) Übertragungsglieder.

3.1. Substitutionsreihe (1. horizontale Verwandtschaftsreihe)

3.1.1. Einleitung

Die Substitutionsreihe ist ein Darstellungsmittel für diejenigen historischen Veränderungen am Musikinstrument, bei denen anthropomorphe durch mechanotechnomorphe oder mechanotechnomorphe durch elektrotechnomorphe Elemente ersetzt (substituiert) werden. Die Substitutionsreihe kennt folglich drei, durch Stoffspezifität der Elemente oder Energieform der Signale unterschiedene Stufen: 1. anthropomorphe Stufe, 2. mechanotechnomorphe Stufe oder technomorphe Stufe im engeren Sinne (Elemente sind z.B. rohrförmige Körper oder technische Hebel), 3. elektrotechnomorphe Stufe (Elemente sind z.B. Tonabnehmer oder elektrodynamische Lautsprecher). Die Stufen gelten im Sinne der horizontalen Verwandtschaftsreihe als Entwicklungsebenen, wobei die 1. Stufe die älteste und die 3. Stufe die letzte bzw. höchste Entwicklungsstufe verkörpert, die sich seit etwa 1900 herausbildet.

Beispiele für Substitutionen:

1. Substitution des anthropomorphen Wandlersegments bei der Kerbflöte durch einen Schnabel (→ Blockflöte), bei verschiedenen Oboenartigen durch eine Windkapsel.
2. Substitution des Resonanzkörpers durch den Amplifikator (Lautsprecher) bei elektrotypischen (s.u.) Instrumenten. Der Aspekt der Stufen hat in den Blockschaltbildern bereits Ausdruck gefunden durch:

schräffierter Block = anthropomorphes Element,
 weißer Block = mechanotechnomorphes Element,
 gepunkteter Block = elektrotechnomorphes Element.

Das Anteilverhältnis der anthropomorphen, mechanotechnomorphen und elektrotechnomorphen Elemente am Instrumentensystem sagt etwas aus über Technisierungsgrad und Entwicklungshöhe des Instruments.

3.1.2. Zum Technisierungsgrad

Je mehr technomorphe Elemente das System besitzt, um so stärker ist der Technisierungsgrad. Es gibt sowohl rein anthropomorphe als auch rein technomorphe Systeme. Die Instrumente, die man im engeren Sinne als Musikinstrumente zu bezeichnen gewohnt ist, besitzen anthropomorphe und technomorphe Elemente. Dabei sind alle Zwischenstufen hinsichtlich des Anteils beider Komponenten möglich. Die Kontinuität des Wechsels im Anteilverhältnis legt eine Einteilung in drei Gruppen nahe:

1. Instrumente, die nur aus anthropomorphen Elementen bestehen. Sie sollen "prototypische" Musikinstrumente genannt werden. Zu ihnen gehört Körperschlag, Pfeifen, Singen, Prusten u. dgl.
2. Instrumente, die mindestens ein technomorphes und ein anthropomorphes Element besitzen. Sie sollen "typische" Musikinstrumente genannt werden. Instrumente mit nur einem technomorphen Element (die also wenig technisiert sind) sind z.B. Blattblasen, Schlagholz, Hifthorn (unter Vernachlässigung der Mundstütze als Segment des Wandlers). Ein Instrument mit nur zwei anthropomorphen Elementen bei insgesamt sieben Elementen ist z.B. die Orgel.
3. Instrumente, die nur aus technomorphen Elementen bestehen. Sie sollen "exotypische" Musikinstrumente genannt werden. Es handelt sich um programmgesteuerte Musikinstrumente wie Pianolas, Orchestrions, Drehorgeln, Androiden usw.

Die drei Gruppen können als Stufen des Technisierungsgrades des Instrumentariums interpretiert werden. Demnach verkörpern die prototypischen Instru-

mente den geringsten Technisierungsgrad, die typischen einen höheren und die exotypischen den höchsten Technisierungsgrad. In Abbildung 31 ist das Anteilverhältnis anthropomorpher und technomorpher Elemente bei verschiedenen Gattungen der Acial-(Schneiden-)Instrumente einschließlich des Pfeifens dargestellt. Wie aus der Abbildung zu entnehmen, weist z.B. die Orgel einen deutlich höheren Technisierungsgrad auf als z.B. die Boehmflöte. Daran wird deutlich, daß Technisierungsgrad und Entwicklungshöhe (Zahl, Umfang und Differenziertheit der musikalischen Parameter) sich nicht analog (proportional) verhalten müssen. Bekanntlich verfügt die Querflöte gegenüber der Orgel zusätzlich über den Parameter der Lautstärkeveränderung. Wie hochentwickelte programmgesteuerte Instrumente (Phonola, Dea Violina) zeigen, kann hoher Technisierungsgrad auch mit großer musikalischer (leistungsfähiger) Entwicklungshöhe konform gehen, wenn man von dem Umstand des automatischen musikalischen Verlaufes absieht.

Der Technisierungsgrad kann auch numerisch durch das Anteilverhältnis der anthropomorphen und technomorphen Elemente ausgedrückt werden und liegt dabei zwischen 0 und 1, 0 entspricht dem Technisierungsgrad der prototypischen Instrumente und 1 dem der exotypischen Musikinstrumente.

Exkurs

Die bisherigen Darlegungen erlauben folgende Definition des Begriffes Musikinstrument:

Musikinstrumente sind anthropomorphe, technomorphe oder anthropomorph-technomorphe Systeme zur Klangerzeugung, deren Mindestbestand an aktiven Elementen ein Anreger und ein Wandler ist und deren klangliche Leistung bestimmten, historisch determinierten Bedingungen genügt. Mit dieser Definition ist zugleich eine Abgrenzung zu den technischen Tonträgern wie Phonograph, Plattenspieler, Magnetophon usw. gegeben, die die Entwicklung der programmgesteuerten Musikinstrumente fortsetzen. Der Fakt, daß Phonograph, Magnetophon usw. keinen Wandler und keine Programmeinrichtung im Sinne des Musikinstruments besitzen, schließt sie aus dem Bereich der Musikinstrumente aus. Während auf den Walzen, Platten, Bändern der Grammophone, Magnetophone usw. die Klänge selbst mit ihren spektralen Eigenschaften gespeichert werden, enthalten die Speicherelemente der Musikinstru-

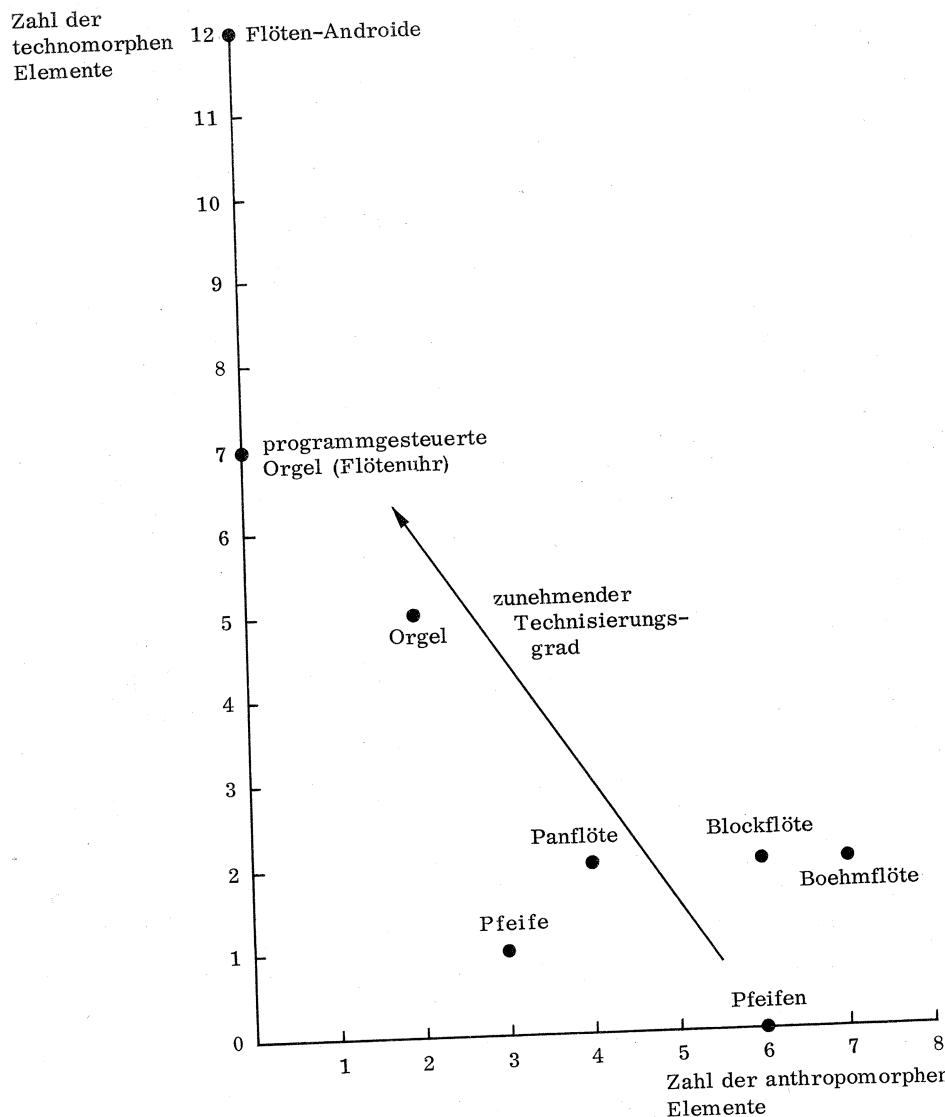


Abb. 31. Anteilverhältnis von anthropomorphen und technomorphen Elementen bei Acialinstrumenten

mente lediglich Informationen darüber, wann ein Wandler ein- oder ausgeschaltet werden soll. Wandler im Sinne von 2.2.4. besitzen die angeführten Instrumente nicht. Die Schalldosen, Tonabnehmer usw., die die Klanginformation des Speichers unmittelbar in hörbare oder vorerst in elektrische Schwingungen umwandeln, stimmen im Prinzip mit den Zwischenwandlern überein. Prinzipielle Übereinstimmung besteht auch in den Verstärker- und Lautsprechereinrichtungen bei entsprechenden Musikinstrumenten.

3.1.3. Zur Entwicklungshöhe

Die Substitutionsreihe im definierten Sinne führt zu der Annahme, daß die typischen Musikinstrumente ihre Vorbilder in den prototypischen Instrumenten, die elektrotypischen in den mechaotypischen Instrumenten haben und evtl. teilweise aus diesen durch Substitution abgeleitet sind.

Zu dem gleichen Schluß führte die vertikale Verwandtschaftsreihe (von den elektrotypischen Instrumenten wurde dort abgesehen), nach der die Systeme der typischen Musikinstrumente in diejenigen der prototypischen einmünden. Als spezielle Ausgangspunkte der typischen Musikinstrumente wurden innerhalb des humangenuine Instrumentariums Körperschlag, Prusten und evtl. das Pfeifen aufgeführt (vgl. Abbildung 30).

Die Substitutionen innerhalb der vierelementigen Ordnung sind etwa folgende:

1. Körperschlag (Aufschlagen): a) Der Vermittler erhält ein technomorphes Segment (Aufschlagstab). b) Als Wandler tritt anstelle des menschlichen Körpers ein technomorpher Gegenstand (z.B. Schlagbrett)
2. Körperschlag (Gegenschlag, Händeklatschen): a) technomorphe Substitution des Wandlers (Gegenschlagstäbe), b) später Becken
3. Prusten: a) Substitution und Modifikation des Wandlers durch Halme oder Blätter u.ä. (Blattblasen)
4. Pfeifen/(Prusten): a) Wandlersubstitution durch scharfkantige Gegenstände (einfachste Kerbpfeifen)

Nach der Substitutionsreihe kann auf die Frage der Entwicklungsfolge nach dem Kriterium der Kompliziertheit bzw. Andersartigkeit des Substituts gegen-

über dem entsprechenden anthropomorphen Element wie folgt geantwortet werden: Beim Körperschlag liegt die einfachste und zunächst nur auf ein Segment bezogene Form der Substitution vor. Daher sind die Schlaginstrumente offenbar die ältesten typischen Musikinstrumente. Bei Blattblasen und frühen Pfeifeninstrumenten ist das substituierte Element deutlich anders strukturiert, so daß zu deren Erfindung und Herstellung ein größeres abstraktes Denken gehört.

Die Prusttuben sind möglicherweise Substitutionen des durch die Hände gebildeten Trichters, der vor den Mund gehalten wird.

In höheren Ordnungen treten ebenfalls Substitutionen von Elementen oder Elementteilen bzw. Segmenten auf. Innerhalb der siebenelementigen Ordnung ohne Wandlersteuerung erhalten die Flöten z.T. einen Schnabel oder verschiedene Rohrblattinstrumente eine Windkapsel. Schnabel und Windkapsel sind Segmente des Wandlers mit der Aufgabe, die Luft in geeigneter Weise an Schneide oder Rohrblatt heranzuführen. Es sind Substitutionen der Lippen (Schnabel) oder der Mundhöhle (Windkapsel). Mit der Einführung der Wandlersteuerung wird die Windkapsel wieder rückgängig gemacht, wobei die Lippen zusätzliche Funktionen erhalten. Nach der Substitutionsreihe handelt es sich dabei um eine Segmentrückbildung, nach der Funktionalreihe aber um eine sehr wesentliche Aufwärtsentwicklung (Ermöglichung der Wandlersteuerung).

Die elektrotypischen Musikinstrumente mit mechanooakustischen Wandlern (Neo-Bechstein-Flügel, Thienhaus-Cembalo) lassen am deutlichsten die Abkunft von den traditionellen Musikinstrumenten erkennen. Der Resonanzkörper ist hier durch den Lautsprecher substituiert. Allerdings macht sich ein Zwischenwandler zur Umwandlung der mechanischen in elektrische Schwingungen zusätzlich erforderlich. Ist auch der Wandler durch einen mit elektrischer Energie arbeitenden Wandler substituiert, liegen elektrotypische Musikinstrumente im engeren Sinne vor. Die Steuerungseinrichtungen elektrotypischer Musikinstrumente sind aber im allgemeinen anthropomorphe oder mechanotechnomorphe Elemente.

3. 2. Numeralreihe (2. horizontale Verwandtschaftsreihe)

Innerhalb einer Ordnung kann eine Differenzierung bzw. Entwicklung der Systeme durch Parallelschaltung von Elementen oder Segmenten erfolgen. Die Numeralreihe ist eine Darstellungsform dieser Anpassungsleistungen und gestattet induktiv evtl. auf nicht belegte Zwischenstufen zu schließen. Instrumente mit wenigen parallelgeschalteten Elementen besitzen eine kleinere Entwicklungshöhe als die gleichen mit vielen parallelgeschalteten Elementen. Beispielsweise nimmt die Entwicklung des europäischen Hackbretts im 14./15. Jahrhundert innerhalb der sechselementigen Ordnung (A, Sch (A), MS (A), V, W, R) folgenden prinzipiellen Gang (H. Heyde 1964):

1. Stufe: ein Klöppel; zwei, drei Saiten (seit Mitte 14. Jahrhundert)
2. Stufe: zwei Klöppel; vier, fünf, sechs Saiten (1. Hälfte 15. Jahrhundert)
3. Stufe: zwei Klöppel; etwa zwölf und mehr Saiten (seit Mitte 15. Jahrhundert)

Die numerale, d.h. anzahlmäßige Entwicklung der parallelgeschalteten Elemente verläuft also von einem einklöppeligen, wenigsaitigen Instrument zu einem mit zwei Klöppeln geschlagenen vielsaitigen und ferner mehrhörigen Instrument. Leistungsmäßig erfolgt damit der Übergang von der Bordunspielweise zu einem melodiefähigen Instrument mit großer melodischer Beweglichkeit. Der Ausgangspunkt der Entwicklung ist - so kann man aus der Numeralreihe induktiv schließen - ein monochordartiges Instrument.

Die Parallelschaltung von Elementen ist eine besonders bei Saiteninstrumenten häufig vorkommende Anpassungsleistung zur Erlangung der Melodiefähigkeit. Sie liegt z.B. vor bei Harfen, Lauten, Violen und Klavierinstrumenten, darunter auch bei Orgeln, ferner bei Xylophonen. Bei Blasinstrumenten ist der gleiche Entwicklungsinhalt (Erlangung der Melodiefähigkeit) größtenteils durch Kopulatorsteuerung erreicht. Bei Resonatorinstrumenten (Saiteninstrumenten, Schlaginstrumenten) ist eine Frequenzsteuerung des gekoppelten Systems bekanntlich im allgemeinen nicht möglich.

Die Parallelschaltung bezieht sich bei Saiteninstrumenten größtenteils auf den Wandler und häufig auch auf den Vermittler. Instrumente mit parallelgeschalteten Wandlern besitzen im allgemeinen ausgangs- und eingangsverzweigte lineare oder perfektiv konvergierende Systeme. Bei Blasinstrumenten liegen

Parallelschaltungen vor allem bei Klappen (Stellelemente) vor. Die Entwicklung der Registerzahl der Orgel usw. kann ebenfalls mit der Numeralreihe beschrieben werden.

4. KATEGORIALKLASSE

Innerhalb der Kategorialklasse werden die Instrumentensysteme und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen untereinander auf der Grundlage der Kategorialstrukturen untersucht. Gegenüber der System- und Formalklasse ist die Betrachtungsweise des Systems bzw. des Elementes wesentlich konkreter. Es ist lediglich von den dimensionalen Eigenschaften abstrahiert. Wenn z.B. in der System- und Formalklasse vom Kopulator gesprochen wird, so in der Kategorialklasse beispielsweise vom zylindrischen Tonrohr der Boehmflöte oder vom konischen Kopulator des Hifthornes. Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt in der Formalklasse mehr auf den Funktionselementen, weniger auf dem gesamten System. Die Verwandtschaft der Instrumente wird mittels der Segment-, Modal-, Funktional- und Mutationsreihe untersucht.

4.1. Die Kategorialstrukturen

In der Kategorialklasse geht es um die prinzipiellen Strukturen der Funktionselemente, d.h. um die Kategorialstrukturen und um deren Entwicklung sowie Systematisierung. Der formale Zusammenhang zwischen den Kategorialstrukturen eines Funktionselementes spiegelt sich im Begriff der Kategorialstruktur durch den Besitz von Art- und Gattungseigenschaften wider. Dabei sind Arteigenschaften solche Eigenschaften bzw. Merkmale, die der betreffenden Struktur notwendigerweise angehören und diese von anderen (ähnlichen) Strukturen unterscheiden. Die Gattungseigenschaften gehören der betreffenden Struktur ebenfalls notwendigerweise an, beziehen sich aber auch auf andere Strukturen (nach G. Klaus, 1968, S. 168f). Folgende Beispiele sollen die Definition illustrieren:

1. Der Kopulator des Hifthorns besitzt als Gattungseigenschaft eine rohrartige Gestalt, die etwa auch den Instrumenten mit zylindrischen und hyperbolischen

Mensuren zukommt. Die Arteigenschaft des Hifthornkopulators ist seine konische Mensur.

2. Das Doppelrohrblatt als Wandler hat die Gattungseigenschaft "Rohrblatt" gemeinsam mit der durch- oder aufschlagenden Zunge. Die Arteigenschaft besteht im Vorhandensein von zwei gegenschlagenden Lamellen. Die Gattungseigenschaften können in Hinblick auf über- oder untergeordnete Begriffe Arteigenschaften werden und umgekehrt. Die betreffenden Strukturen werden dabei nicht absolut (wie in den oben angeführten Beispielen), sondern auf über- oder untergeordnete Begriffe bezogen betrachtet. Die rohrartige Gestalt des Hifthornkopulators z.B. kann eine Arteigenschaft in Hinblick auf den Kopulator als Funktionselement werden. Eine gleichgeordnete Art-eigenschaft besitzt der gefäßförmige Kopulator (Gefäßflöten). Die konische Mensur kann andererseits als Gattungsmerkmal fungieren, wobei die Konusse mit unterschiedlichem Steigungswinkel als dimensionale Arten auftreten. Vom Funktionselement ausgehend können somit nach dem Gattungs-Art-Verhältnis Unterklassen 1., 2., ... n-ter Ordnung gebildet werden. Die untere Grenze ist durch das Auftreten dimensionaler Eigenschaften festgelegt. Der Konus des Hifthorns kann folglich nur als Arteigenschaft auftreten, da ansonsten die Grenze zur Dimensionalklasse überschritten ist. Als obere Grenze der Kategorialklasse ist die 1. Unterklassse des Funktionselements festzusetzen. Damit entfällt das Verhältnis der Subordination hinsichtlich der Formalklassse, und die Abstufungen nach dem Gattungs-Art-Verhältnis können als Kategorialklassen 1., 2., ... n-ter Ordnung bzw. primäre, sekundäre, ... Kategorialklassen bezeichnet werden. Die primäre Kategorialklasse entspricht folglich der 1. Unterklassse des Funktionselements.
Die Zahl der Stufenordnungen ist Ausdruck des Formenreichtums der Kategorialstrukturen und deren Reichtum an Eigenschaften. In den Ordnungsstufen liegt ein unterschiedlicher Abstraktionsgrad der Elemente. Je höher die Klassenordnung, um so schwächer ist die Abstraktion der realen Elementstruktur, mit anderen Worten, um so größer die Nähe zur Dimensionalklasse. Die folgende Darstellung gibt eine Übersicht über die wichtigsten Kategorialstrukturen, aufgeführt nach ihrem Klassenverhältnis (Primäre Kategorialklasse = Pr. KKL., Sekundäre Kategorialklasse = Sek. KKL., ...; Anreger = Anr.).

Anreger (Einrichtungen)

Pr. KKL.	1 indeterminierter Anreger, 2 determinierter Anreger,
Sek. KKL.	11 Windmechanik, 12 Türen (Türzithern), 21 Anr. für mechanische Energie, 22 Anr. für Lichtenergie, 23 Anr. für elektrische Energie
Tert. KKL.	211 Anr. für pneumatische Kraftwirkung, 212 Anr. für fringierende Kraftwirkung, 213 Anr. für zupfende Kraftwirkung, 214 Anr. für schrapende Kraftwirkung, 215 Anr. für schlagende Kraftwirkung, 216 Anr. für schüttelnde Kraftwirkung, 217 Anr. für rotierende Kraftwirkung, 221 Glühlampen
Quart. KKL.	2111 Anr. für Druckluft, 2112 Anr. für Saugluft, 2121 anthropomorph, 2122 technomorph, 2131 anthropomorph, 2132 technomorph, 2141 Muskeltätigkeit, 2151 anthropomorph, 2152 technomorph, 2161 Muskeltätigkeit, 2171 anthropomorph, 2172 technomorph
Quint. KKL.	21111 anthropomorph, 21112 technomorph, 21121 anthropomorph, 21122 technomorph, 21221 Kurbeln, 21222 Motoren, 21321 Kurbeln, 21322 Motoren, 21323 Elektroenergie, 21521 Ventilatoren, 21522 Kurbeln, 21523 Motoren, 21721 Kurbeln, 21722 Motoren
Sext. KKL.	211121 Druckwind-Ventilatoren, 211122 Druckwind-Blasebälge, 211221 Saugwind-Ventilatoren, 211222 Saugwind-Blasebälge,

- (Sext. KKI.) 212211, 213211, 215221, 217211 Handkurbeln,
 212212, 213212, 215222, 217212 Fußkurbeln,
 212221, 213221, 215231, 217211 Motoren mit Gewichtsantrieb,
 212222, 213222, 215232, 217212 Motoren mit Federantrieb,
 212223, 213223, 215233, 217213 Elektromotoren

In der septernen Kategorialklasse können weitere Aufteilungen vorgenommen werden etwa nach den Arten der Blasebälge, Ventilatoren usw.

Vermittler

- Prim. KKI. 1 indirekte Vermittler, 2 direkte Vermittler,
 Sek. KKI. 11 ungebundene Vermittler (Rassel),
 12 gebundene Vermittler (Klapper, Glocke),
 Vermittler zur
 Tert. KKI. 21 pneumatischen, 22 fringierenden,
 23 schlagenden, 24 zupfenden, 25 schrapenden,
 26 optischen und 27 elektrischen Energieübertragung
 111 körnige Substanzen (Gefäßbrassel),
 121 Ringe (Triangel), 122 dreidimensional ausgedehnte Körper (z.B. bei Kastagnetten),
 211 Windkapseln, 212 Beruhigungs- bzw. Verwirbelungseinrichtungen für strömende Luft,
 213 Düsen (z.B. Kernspalt der Blockflöte),
 214 Mundstücke von Trompeten usw.,
 221, 231, 241 nichtachsengebundene Vermittler,
 222, 232, 242 achsengebundene Vermittler,
 251 eindimensional ausgedehnte Körper,
 261 Linsensysteme
 262 Lichtleitstäbe (Hardy-Goldthwaite-Orgel)
 Quart. KKI. 2121 Windsäcke (Platerspiel),
 2122 Beruhigungs- bzw. Magazinbälge,
 2211, 2221 Vermittler für reibende Kraftübertragung,
 2212, 2222 Vermittler für streichende Kraftübertragung,
 2311 Klöppel (Pauke, Hackbrett),

(Quart. KKI.)

- 2321 Clavichordmechanik, 2322 Hammerklaviermechanik,
 2323 Tangentenflügelmechanik,
 2411 scheibenförmige Plektren,
 2412 Stiftplektren (z.B. bei Stiftwalze),
 2413 elektromechanische Relais,
 2421 Cembalomechanik

Quint. KKI.

- 2211 Reibhölzer, 2212 Reibschenale,
 2212 Streichbögen,
 22211 Frikitionswalzen (Terpodeon, Dreheleier),
 22221 Streichbänder (Pentaphon)

In dieser Kategorialklasse und in den folgenden Kategorialklassen können z.B. die Klaviermechaniken weiter unterteilt werden nach Funktionsprinzipien und nach der Anzahl der Hebel.

Verteiler

- Prim. KKI. 1 pneumatische Verteiler, 2 Verteiler für rotierende Energie,
 11 Windladen, 12 Kegelstöcke (Dudelsack),
 21 Wellen bzw. Achsen (Glasharmonika)

Umsetzer

- Prim. KKI. 1 elektromechanische Umsetzer (elektrisches Klavier, elektromechanische Zupfeinrichtungen),
 2 pneumatisch-hebelmechanische Umsetzer (Phonola)

Wandler

- Prim. KKI. 1 mechanoakustische Wandler, 2 elektromechanische Wandler, 3 elektrische Wandler, 4 Lichtwandler
 Sek. KKI. 11 intransitiv, 12 transitiv, 21 elektrisch-mechanische Wandler, 22 mechanisch-elektrische Wandler,
 31 mit Elektronenröhren arbeitende Wandler, 32 mit Gasentladungsröhren arbeitende Wandler,
 41 Profilscheiben, 42 Schlitzscheiben, 43 Trommeln mit Lichtblenden

Tert. KKI.

111, 121 anthropomorph, 112, 122 technomorph,
 211 Stimmgabelsummer, 212 elektromagnetische
 Selbstunterbrecher, 221 Tonbändergeneratoren,
 222 Profilscheibenwandler,
 311 Dreipunktoszillator, 312 Phasenschieberwandler,
 313 Negadyn, 314 Dynatron, 315 Multivibrator,
 321 Kippschwingungserzeuger

Quart. KKI.

1111 bestimmte Körperzonen (Körperschlag, Lippen
 beim Pfeifen),
 1121 Stäbe (eindimensional ausgedehnte Körper),
 1122 nichtabgrenzbare Körper (z.B. bei Erdstampfen),
 1123 abgrenzbare Körper (z.B. Filzsegmente beim
 Terpodeon),
 1124 Schneiden, Kanten,
 1211 Stimmbänder, 1212 Lippen (Polsterzungen),
 1221 eindimensional ausgedehnt,
 1222 zweidimensional ausgedehnt,
 1223 dreidimensional ausgedehnt

Quint. KKI.

12211 Saiten, 12212 Stäbe
 12221 Zungen, 12222 Membranen, 12223 Platten,
 12224 Rotationsflächner (mit gleichzeitiger Resonator-
 eigenschaft bzw. vom Resonator nicht abtrennbar).
 12225 Körperflächner (mit gleichzeitiger Resonator-
 eigenschaft bzw. vom Resonator nicht abgrenzbar),
 12231 Metallquader, 12232 Klingsteine (Lithophone)

Sext. KKI.

122111, 122121 mit Variationseinrichtung,
 122112, 122122 ohne Variationseinrichtung,
 122211 zweiseitig eingespannte Zungen (Bandzungen),
 122212 einseitig eingespannte Zungen,
 122241 Reifen (Glasharmonika, Glocke),
 122242 Rohre (Röhreglocken),
 122251 Hohlkugeln (Gefäßrasseln)

Sept. KKI.

1221111, 1221121 mit Dämpfungseinrichtung,
 1221112, 1221122 ohne Dämpfungseinrichtung,
 1222121 frei schlagende Zunge, 1222122 durchschlagende
 Zunge,
 1222123 aufschlagende Zunge, 1222124 gegenschlagende
 Zunge

Okt. KKI.

12211121 Saiten mit Griffbrett,
 12211122 Saiten ohne Griffbrett

Non. KKI.

122111211 Saiten mit bundlosem Griffbrett,
 122111212 Saiten mit Griffbrett und Bünden

Zwischenwandler

Prim. KKI.

1 akustoelektrische Zwischenwandler,
 2 photoelektrische Zwischenwandler

Sek. KKI.

11 Mikrophone, 12 Tonabnehmer,
 21 Photozelle, 22 Photoelement

Tert. KKI.

121 elektromagnetische Tonabnehmer, 122 elektro-
 dynamische Tonabnehmer

Modulator

Prim. KKI.

1 Verzerrer, 2 Frequenzunersetzer,
 3 Schaltrelais zur Klangsynthese aus (sinusförmigen)
 Einzelschwingungen

Amplifikator

Prim. KKI.

1 Verstärker mit elektromagnetischem Lautsprecher,
 2 Verstärker mit permanentmagnetischem Laut-
 sprecher

Resonator

Prim. KKI.

1 Resonanzkörper, 2 Resonanzböden,
 3 Aliquotarten, 4 Mirlitonmembranen

Sek. KKI.

11 anthropomorph, 12 technomorph

Kopulator

Prim. KKI.

1 anthropomorpher Kopulator, 2 technomorpher
 Kopulator

Sek. KKI.	21 rohrförmige Kopulatoren, 22 Hohlkörper
Tert. KKI.	211 irreguläre Formen, 212 reguläre Formen (Rotationsflächner), 221 Kugelformen, 222 ellipsoide Formen
Quart. KKI.	2111 zylindrisch orientiert, 2112 konisch orientiert Die Kategorialstrukturen von 212 treten in der Regel als Segmente (s.u.) auf. Dessenungeachtet werden an dieser Stelle die Kategorialstrukturen einzeln aufgeführt.
	2121 konisches Rohr, 2122 zylindrisches Rohr, 2123 hyperbolischer Rotationsflächner, 2124 parabolischer Rotationsflächner, 2211 Kugelformen mit Grifflöchern, 2221 ellipsoide Formen mit Grifflöchern
Quint. KKI.	21111 Knochen, 21121 Tierhörner, 21122 Tierzähne, 21123 Schneckengehäuse, 21211 konisches Rohr mit Grifflöchern, 21221 zylindrisches Rohr mit Grifflöchern, 21222 zylindrisches Rohr mit Zügen, 21223 zylindrisches Rohr mit Ventilen
Sext. KKI.	211111 Knochen mit Grifflöchern, 211221 Tierzähne mit Grifflöchern, 212211 zylindrisches Rohr mit einfachem Zug, 212212 212231 zylindrisches Rohr mit Verlängerungsventilen, 212232 zylindrisches Rohr mit Verkürzungsventilen
Sept. KKI.	2122311 Kastenventile, 2122312 Schubventile, 2122313 Pumpenventile, 2122314 Perinétventile, 2122315 Wiener Ventile, 2122316 Drehzyllinderventile
Steuerelemente	
Prim. KKI.	1 nervale Steuerung,
Sek. KKI.	21 Stiftwalze, 22 Stiftrad, 23 Lochplatten 24 gelochte Faltkartons, 25 perforierte Papierrollen

Stellelemente (Segmente)	
a) für Anreger-, Vermittler-, Wandler-, Modulator-, Resonator-, Amplifikator- und Schaltsteuerung (einschließlich Registerhebel)	
Prim. KKI.	1 mechanische Hebel, 2 Kurbeln (Kurbelsphärophon), 3 pneumatische Relais, 4 elektromagnetische Relais
Sek. KKI.	11 anthropomorph, 12 technomorph, 31, 41 Trakturen
Tert. KKI.	121 Trakturen, 122 Registerhebel
b) für Kopulator	
Prim. KKI.	1 mechanische Hebel, 2 Kurbeln (Cor omnitonique)
Sek. KKI.	11 anthropomorph, 12 technomorph
Tert. KKI.	121 Klappen, 122 Ventilrekturen
Quart. KKI.	1211 nicht achsenversetzte Klappen, 1212 achsenversetzte Klappen (Drehstangenklappen), 1223 Fadenrektur (amerikanische Rektur)
Quint. KKI.	12111, 12121 Deckelklappen, 12112, 12122 Ringklappen
Die Kategorialstruktur mit dem schwächsten Abstraktionsgrad wird im folgenden absolute Kategorialstruktur genannt. Sie ist an keine bestimmte Kategorialklasse gebunden. Unter absoluter Kategorialstruktur soll also diejenige Kategorialklasse verstanden werden, die bei absoluter, d.h. von irgendwelchen begrifflichen Beziehungen losgelöster Betrachtungsweise der realen Struktur und Funktion des Funktionselements die wesentlichen Eigenschaften verkörpert. Beispielsweise ist beim Fagott die absolute Kategorialstruktur des Wandlers das Doppelrohrblatt mit den Lippen. Innerhalb der Kategorialklasse wird die Entwicklung des Instrumentariums und seiner Verwandtschaftsstruktur mit Hilfe solcher horizontaler Verwandtschaftsreihen untersucht, die sich mit der Spezifik der Elemente beschäftigen. Für die Elemente der System- und Formalklasse werden dabei Kategorialstrukturen eingesetzt, so daß die Entwicklung der Systeme, wie sie in der vertikalen Verwandtschaftsreihe darstellbar wurde, wesentlich konkreter erscheint. Die Feststellungen der beiden höheren Abstraktionsklassen bleiben erhalten, sie werden innerhalb der Kategorialklasse nur präzisiert. Der Elementenzuwachs von einer Ordnung zur anderen wird nicht mit z.B. "Einführung der Kopulatorsteuerung" gekennzeichnet, sondern beispielsweise mit der Angabe von Ventil- und Zugsystem oder der Grifflochsteuerung.	

Wie alle Verwandtschaftsreihen versuchen diejenigen der Kategorialklasse die Entwicklungsformen und damit die Abstammung der Instrumente durch Beschreibung oder induktive Erschließung fehlender Zwischenstufen darzustellen und zu ordnen. Das in 6.2. aufgestellte Raster zur Abbildung des natürlichen Systems fußt in seiner horizontalen Dimension auf den Aussagen der horizontalen Verwandtschaftsreihen. Ohne Verwandtschaftsreihen läßt sich die natürliche Ordnung bzw. die Entwicklung des Instrumentariums nicht abbilden.

4.2. Segmentreihe (3. horizontale Verwandtschaftsreihe)

Die Segmentreihe bildet die Veränderungen der Anzahl kategorial unterschiedlicher Segmente eines Funktionselementes nach steigender Entwicklungshöhe ab. Segmente sind Kategorialstrukturen eines Elements mit der Aufgabe, dessen Übertragungsverhalten mitzugealten. Von Segmenten ist dann die Rede, wenn ein Element aus wenigstens zwei strukturell unterschiedenen Abschnitten besteht. Beispielsweise setzt sich der Wandler der Rauschpfeife aus der Windkapsel und dem Rohrblatt (ohne Stift) zusammen. Die Haken der Hakenharfe und die Pedale der Pedalharfe sind technomorphe Segmente des Stellelements zur Wandlersteuerung und die Finger, Hände und Füße die dazugehörigen anthropomorphen Segmente. Segmente sind z.B. auch die einzelnen Saiten eines Saitenchores (etwa der Laute).

Die Entwicklung des Instrumentariums verläuft im allgemeinen so, daß sich die Segmentzahl vergrößert. Entwicklungshöhe und Segmentzahl gehen weitestgehend konform. Auf Grund bestimmter Anpassungsleistungen bilden sich in seltenen Fällen Segmente auch zurück (z.B. Aufgabe der Chorigkeit bei verschiedenen Gitarren).

Beispiel für die entwicklungsmäßige Vergrößerung der Segmentzahl: Kopulator der Hörner. Die Entwicklung verläuft in folgenden Stufen:

1. Stufe: Hifthörner (ein Segment)

2. Stufe: Trichterhörner, aus einem konischen Rohr und einer wesentlich stärker konischen Stürze gebildet (zwei Segmente)

- 3. Stufe: Bügelhörner, z.B. Jagdbügelhörner, Naturwaldhörner. Sie bestehen aus zwei konischen Segmenten und einem hyperbolischen Stürzenabschnitt (drei Segmente). Häufig gehen das 2. konische Segment und die hyperbolische Rohrerweiterung ineinander über, so daß eine deutliche Unterscheidung nicht immer möglich ist [drei (zwei) Segmente]
- 4. Stufe: Inventions- und Ventilwaldhörner. Der Kopulator wird (gegenüber der 3. Stufe) durch einen zylindrischen Rohrabschnitt ergänzt [vier (drei) Segmente]

Die einzelnen Entwicklungsstufen bilden Abstammungsgemeinschaften. So ist anzunehmen, daß alle Formen der Bügelhörner aus den Trichterhörnern entstanden sind und die Inventions- und Ventilwaldhörner aus den Naturwaldhörnern (und nicht z.B. aus den Trichterhörnern).

Das Grundprinzip der Segmentreihe, die Ordnung der Segmente nach steigendem Entwicklungsgrad, kann anhand des angeführten Beispiels wie folgt erläutert werden. Dabei soll der Fakt der Vergrößerung der Segmentzahl nicht nochmals angeführt werden.

- Zur 1. Stufe: Das Hifthorn weist bei Verwendung eines Tierhorns (Tierzahnes) und dessen Nachgestaltungen keine vom Menschen vorgenommene Veränderung des prinzipiellen Rohrverlaufs auf. Es ist die Ausgangsstufe, die die geringste Entwicklungsinformation besitzt. Die Nachgestaltungen (z.B. Hifthörner aus Leder, Russische Hörner) modifizieren im wesentlichen nur Konusanstieg und Biegsungsform.
- Zur 2. Stufe: Zur besseren Klangabstrahlung wird mittels einer besonderen Technologie zusätzlich ein konischer Trichter angefügt. Die Höherentwicklung besteht in der Erfindung einer Stürze und deren Herstellungstechnologie.
- Zur 3. Stufe: Zur weiteren Verbesserung der Klangabstrahlung wird die konische Stürze durch zusätzliche Verfahrensweisen teilweise in eine hyperbolische Stürze umgewandelt. Die Höherentwicklung besteht in den zusätzlichen, d.h. auf der 2. Stufe aufbauenden Arbeitsgängen und der Neuerfindung ihrer Technologie.

Zur 4. Stufe: Die Einführung des zylindrischen Rohrsegments ist eine notwendige Folge der Erfindung der Inventions- und Stimmbögen und der Ventile. Die höhere Entwicklungsleistung gegenüber der 3. Stufe besteht in der zusätzlichen Technologie der Herstellung und Montage des zylindrischen Rohres.

Wie allen Verwandtschaftsreihen liegt auch bei der Segmentreihe der Gedanke der Einstufung nach größer werdender Entwicklungsinformation bzw. nach der Zahl der aufeinanderfolgenden Herstellungsschritte und der Kompliziertheit des Verfahrens zugrunde.

4. 3. Mutationsreihe (4. horizontale Verwandtschaftsreihe)

Mutationen sind spontan und scheinbar unvermittelt auftretende Veränderungen am Instrument. Während die Modalreihe (4. 4.) die kontinuierlichen Umbildungen in formaler, struktureller, ... Hinsicht ordnet, so die Mutationsreihe die spontan auftretenden Anpassungsleistungen in formaler und struktureller Beziehung. Die in der Entwicklungsfolge nacheinander aufkommenden neuen Eigenschaften sind auf Grund fehlender Zwischenstufen nicht kontinuierlich ineinander überführbar. Es handelt sich um eine Form der Entwicklung, bei der die Zwischenstufen nicht ausgeführt (da sie nicht gebraucht wurden bzw. ungeeignet waren) oder die im Zuge der gedanklich-schöpferischen Leistung des Erfinders übergangen bzw. überhaupt nicht erwogen wurden. Eine eindeutige Abgrenzung zu den modalen (kontinuierlichen) Veränderungen ist oft nicht möglich. Für die Mutationen ist typisch (im Gegensatz zur kontinuierlichen modalen Umbildung), daß die neue Mutationsstufe gegenüber der historisch vorhergehenden eine neue Qualität der Struktur bzw. der Form darstellt.

Mutationen treten 1. als Neuerfindungen (Beispiel 1, s.u.), 2. als Übernahmen von Eigenschaften, Vorrichtungen usw., die bereits bei anderen Instrumenten in Gebrauch waren (Beispiele 2 bis 6) auf. Während die Neuerfindungen eine Entwicklungserhöhung (Vergrößerung der Entwicklungs-information) bedeuten, können die Übernahmen nicht oder nur in schwachem

Maße nach der Entwicklungshöhe eingestuft werden. Bei Übernahmen macht die Mutationsreihe die Aussage der Entstehungsreihenfolge (nicht die der Höherentwicklung). Dabei besitzen diese Mutationsstufen nicht den Charakter von Abstammungsgemeinschaften. Die Russischen Fagotte z.B. stammen auf Grund der formalen Struktur nicht vom Fagott ab, wenngleich sie dem Fagott äußerlich nachgebildet sind. Ähnliches gilt für die zylindrische Boehmflöte, die sich nicht von einer bestimmten zylindrischen Vorgängerflöte herleitet. Beispiele für Mutationen:

1. Entwicklung der Cembalomechanik

1. Stufe: manuelle Anreißtechnik beim Psalterium (evtl. mit Plektrum)
2. Stufe: Clavicytherium-Mechanik ohne Dämpfung und mit Glissandospielweise
3. Stufe: Cembalomechanik

2. Einführung eines Klaviaturschalters bei mono- und polychordartigen Instrumenten (z.B. Melotetrafon von Edmond de Vlaminck, 1892; Monocorde à clavier von J. Pousset, 1883; Tastenmelodikon)

3. Übernahme des Fagottmodells für die Baßhörner

4. Übernahme der Tafelform des Klavichords bzw. Virginals für den Hammerflügel

5. Übertragung der Streichtechnik auf das choronartige ein-, zwei- oder dreisaitige quaderförmige Hackbrett (Ende 14./1. Hälfte 15. Jahrhundert). Dadurch Entstehung des Trumscheits

6. Einführung der Pizzikato- und Col-legno-Spielweise bei Streichinstrumenten
Für die Systematik der Instrumente ist von Bedeutung, an welchen Elementen die Mutationen stattfinden. Die Funktionswertigkeit der Elemente oder Eigenschaften entscheidet über die Stärke der funktionalen Veränderung eines Instrumentensystems durch Mutation. Je wesentlicher das Element für das Gesamtsystem, um so tiefgreifender machen sich die Mutationen hinsichtlich der systematischen Stellung bemerkbar. Die Umwandlung z.B. eines einfachen in einen U-Zug-Mechanismus bei der Zugtrompete (Woodham, London Anfang 19. Jahrhundert) bedeutet eine geringere verwandtschaftliche Differenzierung als die Mutation der Anregenden Energie und des Vermittlers beim

Crwth durch einen Streichbogen. So verändert eine Mutation des Wandlers die Zugehörigkeit zu bestimmten Komplexen, dagegen die Mutation des Kopulators zu bestimmten Gruppen (s.u.).

Von besonderer Bedeutung für die Instrumentenkunde ist die Entstehung der Membran- und Saiteninstrumente. Offenbar sind sie als Mutationsformen idiophoner Instrumente zu erklären. Auch wenn evtl. modale Übergangsstufen zwischen Idiophonen und Saiteninstrumenten angeführt werden können (Hypothese von C. Sachs, 1928), so ist der eigentliche Übergang (der "Sprung") eine Mutation. (Dass dabei der Schießbogen, auf den die Schlagtechnik offenbar angewendet wurde, eine wesentliche Rolle gespielt hat, soll damit nicht in Abrede gestellt werden.) Eine Antwort auf die Frage nach der Entstehungsreihenfolge von Membran- oder Saiteninstrumenten kann nach den Verwandtschaftsreihen bisher nicht gegeben werden.

4.4. Modalreihe (5. horizontale Verwandtschaftsreihe)

4.4.1. Einleitung

Die Modalreihe bildet den formalen Ausprägungsgrad der Elemente (Gestalt, Gliederung, Ausdehnung), ihren technologischen und ästhetischen Entwicklungsgrad nach steigender Entwicklungshöhe ab. Modale Veränderungen sind schrittweise Umbildungen, die den Zusammenhang zwischen den Umbildungsstufen zu erkennen geben. Darin besteht der formale Unterschied zu den Mutationen, bei denen die Mutationsstufen nicht durch Zwischenstufen aufeinander beziehbar sind. Eine genaue Abgrenzung zwischen modularer Umbildung und Mutation ist (wenn es sich nicht um Übernahmen handelt) häufig nicht sicher möglich, vor allem dann, wenn nicht genügend Quellenmaterial zur Geschichte der betreffenden Instrumente vorliegt.

4.4.2. Zum formalen Ausprägungsgrad (Gestalt, Gliederung, Ausdehnung) der Elemente

Abbildung 32 zeigt die Entwicklung (wichtigste Stufen) von Gestalt und Rohrlänge bei verschiedenen Gattungen der Hörner. Die einzelnen angeführten Instrumentenformen sind Entwicklungsstufen im Sinne der Modalreihe. Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass der Ausgangspunkt der Entwicklung das Tierhorn (bzw. der Tierzahn) ist, das (der) in der folgenden Entwicklungsphase aus Holz, Leder und Metall mehr oder weniger ähnlich nachgestaltet wird. Die jüngeren Formen werden dem Ausgangspunkt 1. gestaltmäßig immer unähnlicher und streben 2. nach einer größeren Kopulatorlänge, 3. nach größeren Stürzen zur besseren Klangabstrahlung. Mit der Entwicklung des Kopulators hängt auch die Bildung von Segmenten zusammen (vgl. 4.2.). Weitere Beispiele für formale Veränderungen: dimensionale Merkmale der Mensur, Gliederung bzw. Teiligkeit des Kopulators.

Die mensurenllen Veränderungen der Elemente und des gesamten Instruments werden im Rahmen der Modalreihe innerhalb der Dimensionalklasse untersucht.

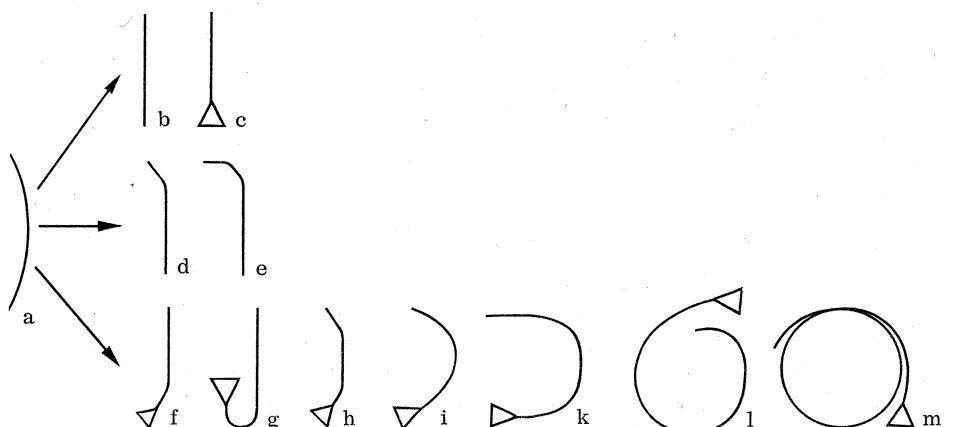


Abb. 32. Vom einfachen Tierhorn (Tierzahn) abgeleitete Biegungs- und Windungsarten der Kornoide ohne Kopulatorsteuerung (Beispielauswahl)

a Tierhorn (Hifthorn)

Obere Reihe: b, c Alphörner

Mittlere Reihe: d, e Russische Hörner

Untere Reihe: f, h Alphörner, g Lituus, i, k Jagdbügelhörner, l Cornu,

m Waldhorn

Hinsichtlich der Gliederung bzw. Teiligkeit der Elemente scheint mit zunehmender Entwicklungshöhe bzw. innerhalb bestimmter zeitlicher Grenzen die Teilezahl größer zu werden: z.B. Übergang von ein- zu mehrteiligen Blockflöten im 17. Jahrhundert aus Gründen der Stimmungsangleichung und Stimmungsverbesserung. Analoges lässt sich beim Übergang von Bomhart zu Oboe, von Dulzian zu Fagott oder bei der Flöte und Klarinette beobachten (vgl. H. Heyde, 1975, Diagramm 21).

4.4.3. Zum technologischen Entwicklungsgrad

Die Kriterien der Entwicklungshöhe sind beim technologischen Entwicklungsgrad - wie auch im Zusammenhang mit der Segmentereihe ausgeführt - die Menge und Kompliziertheit der aufeinanderfolgenden Verfahrensschritte und die Kompliziertheit des gesamten technologischen Projektes. Das zuletzt angeführte Kriterium wurde bereits in der Substitutionsreihe durchgeführt, indem die Entwicklungshöhe nach drei Stufen klassifiziert wurde (anthropomorphe, mechanotechnomorphe und elektrotechnomorphe Stufe). Die Entwicklungshöhe der Instrumententechnologie ist offenbar vom Entwicklungsgrad der allgemeinen Technik abhängig. Die Anwendung von verbesserten Technologien im Instrumentenbau ist nicht Selbstzweck, sondern geschieht im Zuge der Anpassungsleistung an die Führungsgröße (vgl. 1.2.).

Beispiel für die Verwendung zunehmend komplizierterer Technologien:

Entwicklung der Kränze zur Stabilisierung metallener Stürzen:

1. Stufe: keine Randeinfassung

2. Stufe: Anbringung einer Krempe (antikes Cornu)

3. Stufe: Anbringen von Kränzen mit aufgelöteter Borte (seit Ende des Mittelalters)

4. Stufe: Stabilisierung mit einem eingelegten Metalldraht (seit 17. Jahrhundert)

In der angeführten Reihenfolge wird der Stabilisierungsgrad der Stürze größer, wobei Zahl und Kompliziertheit der Verfahrensschritte ihrer Herstellung zunehmen.

Mit der Entwicklung der Technologie stehen Bearbeitungsgüte und technischer

Durchgestaltungsgrad der Elemente oder Elementteile im Zusammenhang. Bearbeitungsgüte und Durchgestaltungsgrad weisen folgende Hauptstufen ihrer Entwicklung auf:

1. Stufe: un- oder wenig bearbeitete Gegenstände (Kalebassen, Knochen, Schildkrötschalen)
2. Stufe: grobe Bearbeitung der Instrumente bzw. Instrumententeile durch nicht spezialisierte Handwerker. Meistens keine glatte Oberflächenbearbeitung (im allgemeinen Volksmusikinstrumente)
3. Stufe: Herstellung der Instrumente mit verfeinerten Methoden und Geräten von spezialisierten Handwerkern im Sinne der *ars factoria*. Glatte oder verzierte Oberflächenbearbeitung (z.B. Instrumente der europäischen Orchesterpraxis)

Betreffs des "ästhetischen Entwicklungsgrades" kann hauptsächlich nur hinsichtlich der Beherrschung der Gestaltungstechnik (z.B. Exaktheit der Strichführung) von Höherentwicklung gesprochen werden. Gestaltungsinhalt und künstlerische Qualität können offenbar nur schwer nach der Entwicklungshöhe (im Zusammenhang mit den Instrumenten) eingestuft werden.

Die Modalreihe gestattet auch die qualitative Änderung von Strukturmerkmalen, soweit sie von den anderen horizontalen Verwandtschaftsreihen nicht (hinreichend) abgebildet werden kann, nach der Entwicklungshöhe einzurichten.

Beispiel: Entwicklungsstufen der Klappensysteme:

1. Stufe: einfache offene und geschlossene Klappen und deren Hintereinanderschaltung (z.B. Beklappung der Flöten, Oboen usw. des 18. Jahrhunderts)
2. Stufe: Ergänzung der 1. Stufe durch alternative und konjunktive Klappenschaltungen (z.B. Systeme der Boehm- und Giorgi/Schaffnerflöte, seit Anfang 19. Jahrhundert)
3. Stufe: Ergänzung der 1. und 2. Stufe durch implikative Klappenschaltungen (z.B. Dorussche gis'-Klappe der Flöte, mehrstufige Oktavklappenmechanismen mit automatischer Umschaltung, vor allem seit 2. Drittel 19. Jahrhundert)

Innerhalb der drei Stufen kann die Entwicklung mittels der Numeralreihe (additiver Elementzuwachs) und der Funktionalreihe (Zahl der Funktionszustände) untersucht werden.

4. 5. Funktionalreihe (6. horizontale Verwandtschaftsreihe)

Jedes Element besitzt wenigstens einen Eingang und einen Ausgang und nimmt dabei eine Transformierung des Signals des Einganges in das Signal des Ausganges vor. Man sagt, das Element besitzt ein Übertragungsverhalten. Aus der Zahl der Ein- und Ausgänge ergibt sich bei deren Kombination (Eingang a_i mal Ausgang b_j) die Zahl der Funktionszustände. Die Funktionalreihe ordnet den Entwicklungsgrad eines Instruments bzw. Instrumentensystems nach der Zahl der Verhaltenszustände. Ein Element mit zwei Ausgängen ist höher entwickelt als das gleiche Element mit einem Ausgang.

Es ist zu unterscheiden zwischen analogem und digitalem (diskretem) Übertragungsverhalten. Analoges Übertragungsverhalten liegt vor, wenn der Ausgang oder Eingang zwischen bestimmten Grenzen beliebig viele Zustände annehmen kann. Digitales Übertragungsverhalten liegt vor, wenn Eingang oder Ausgang nur über bestimmte, abzählbare Zustandswerte verfügen.

Beispiele für analoges Übertragungsverhalten:

1. Zugeinrichtung der Posaune. Der Zug kann jede beliebige Stellung zwischen eingezogen und ausgezogen einnehmen, unabhängig davon, daß in der musikalischen Praxis nur wenige (etwa sechs oder sieben) Positionen angewendet werden.

2. Bundlose Saiten (Violine). Die Saiten können an beliebig vielen Stellen gegriffen werden. In der Praxis sind jedoch im allgemeinen nur wenige Griffstellen in Anwendung (hauptsächlich im Haltonabstand).

Beispiele für digitales Übertragungsverhalten:

1. Kopulator eines Griffloch instruments. Durch Größe und Abstand der Tonlöcher sind die Tonhöhen mit einem bestimmten Abstand festgelegt. Die zwischen zwei Tonhöhen benachbarter Grifflöcher liegenden Töne sind nicht blasbar (von Ansatzmodifikation usw. abgesehen).

2. Mit Bünden versehene Saiten (Viola da gamba). Durch die Bünde sind eindeutige Tonhöhen mit einem bestimmten Tonabstand festgelegt.

3. Klappen (als Stellelemente) mit den zwei Zuständen "offen" und "geschlossen".

Die Feststellung der Zustandszahl bereitet bei den Elementen mit digitalem Übertragungsverhalten keine Schwierigkeiten, da es sich um technomorphe Elemente handelt (z.B. Griffloch- und Bundzahl). Bei technomorphen Elementen mit analogem Übertragungsverhalten kann man zur Erfassung des Übertragungsverhaltens durch Digitalisieren gelangen, indem man die praktisch verwendeten Zustände zählt. So besitzen im 17./18. Jahrhundert die Diskant-, Alt- und Baßposaunen häufig Züge mit insgesamt fünf oder sechs praktisch verwendeten Zugpositionen, während die Tenorposaunen bereits seit dem 17./18. Jahrhundert häufiger bzw. allgemein sieben Zugpositionen verwenden. Die Posaunen mit sechs Zugpositionen weisen nach dem Konzept der Funktionalreihe einen weniger hohen Entwicklungsgrad als solche mit sieben Positionen auf.

Die anthropomorphen Elemente besitzen - wenn man von den Fingern absieht - ein schwierig beschreibbares analoges Übertragungsverhalten. So kann die Zahl der Wandlerzustände bei Trompeten nicht eindeutig beschrieben werden, da das Leistungsvermögen subjektiv verschieden ist und einer historischen Abhängigkeit unterliegt.

Die Gesamtzahl der Verhaltenszustände ist im allgemeinen gleich dem Kreuzprodukt der Zahl der Eingänge und der Ausgänge. Da man z.B. bei Grifflöchern die digitalen Ausgänge auch koppeln kann (Gabelgriffe, von Halbdekkungen abgesehen), vergrößert sich die Gesamtzahl der Zustände in entsprechendem Maße. Für praktische Vergleichszwecke wird es im allgemeinen genügen, wenn man nur die Grundzahl der digitalen Zustände (bzw. nur die Ausgänge) für die Aufstellung der Funktionalreihe angibt. Beispielsweise kann die Zunahme der Grifflochzahl bei Flöten und Zinken vom 13. bis 17. Jahrhundert durch die Funktionalreihe nach der Entwicklungshöhe eingestuft werden. Wie am Beispiel der Tonhöhen dargestellt, können mit der Funktionalreihe auch die anderen Leistungsparameter des Musikinstruments (Lautstärke, Tondauer) nach ihrer historischen Entwicklungshöhe klassifiziert werden.

Die Entwicklungsgrade, die man auf Grund der unterschiedlichen Verwandtschaftsreihen an einem Instrument ermitteln kann, können von Element zu Element bzw. Merkmal zu Merkmal verschieden sein. So ist bei einem Ver-

gleich von einem Zink mit sieben Grifflöchern und dem Serpent mit sechs Grifflöchern nach der Funktionalreihe der Serpent gegenüber dem Zink weniger entwickelt, nach der Modalreihe weist der Serpent dagegen einen höheren Entwicklungsgrad auf (stärkere Windungsausprägung). Offenbar hängt das damit zusammen, daß der Serpent aus einer älteren, tieferen Zinkenart mit sechs Grifflöchern entwickelt worden ist. Wenn es um das generelle Urteil geht, welches Instrument höher entwickelt ist, so ist dem Funktionalen offenbar eine größere Wertigkeit beizumessen als dem Formalen.

5. DIMENSIONALKLASSE

In der Dimensionalklasse werden die Instrumentensysteme und die einzelnen Systemelemente in ihrer exakten räumlichen und großenmäßigen Ausdehnung untersucht. Während in der Kategorialklasse von den dimensionalen Eigenschaften abstrahiert wurde, interessieren in der Dimensionalklasse gerade die konkreten räumlichen Verhältnisse. Demnach besitzt die Dimensionalklasse den schwächsten Abstraktionsgrad. Von den mikrostrukturellen Eigenschaften (Materialstruktur, -zusammensetzung), die außerhalb des Interesses der natürlichen Systematik stehen, ist abgesehen.

Die Untersuchung der räumlichen Dimensionen ist für die Systematik von großer Bedeutung, da hiervon in starkem Maße die Einstufung nach Gruppen, Gattungen usw. abhängt. Die historische Entwicklung der dimensionalen Eigenschaften kann mit der Modalreihe erfaßt werden. So wird z.B. der Konusanstieg der kornoiden Instrumente im Zuge der Entwicklung immer kleiner, wobei sich mehrere Anstiegsniveaus unterscheiden lassen (vgl. Tabelle 6, S. 134). Die dimensionalen Eigenschaften, die auf die Zeittendenzen sehr empfindlich reagieren, beeinflussen neben der Tonhöhe vor allem die Klangfarbe. Am Anfang der Entwicklung stehen naturhafte bzw. grobe Klangqualitäten, die sich mit fortschreitender Entwicklung immer mehr verfeinern und veredeln. An diesem allgemeinen Entwicklungsgesetz des Klanges wird die geschichtliche Rolle der Musikinstrumente zur Veredelung und Höherentwicklung des Menschen besonders deutlich.

6. ABBILDUNG DES NATÜRLICHEN SYSTEMS (SYSTEMATISIERUNG DES INSTRUMENTARIUMS)

Die vorangegangenen Kapitel untersuchten das Musikinstrument auf der Grundlage mehr oder weniger starker Abstraktion seiner Struktur und Funktion sowie nach Abstammungsfolge und Entwicklungsgrad. Die Verwandtschaftsreihen beschäftigten sich dabei mit je einem Aspekt der Instrumentenentwicklung. Die Aufstellung von sieben Verwandtschaftsreihen machte sich deswegen notwendig, um die vielfältigen Veränderungen, denen ein Instrument im Verlaufe seiner Entwicklung unterliegt, nach ihrer Spezifik und Entwicklungshöhe beurteilen zu können. Nachdem in 1.3. die prinzipiellen Mechanismen der Entwicklung dargestellt wurden, geben die Verwandtschaftsreihen Aufschluß über die konkreten Entwicklungsinhalte.

Um u.a. einen vergleichbaren zusammenschauenden Überblick über Entwicklung und Formenbestand des Instrumentariums zu erhalten, macht sich eine isomorphe Abbildung des natürlichen Systems notwendig. Vor der Aufstellung des Systematisierungsrasters soll der Begriff der Verwandtschaft, der im Zusammenhang mit den Verwandtschaftsreihen an speziellen Entwicklungsformen dargestellt wurde, verallgemeinert werden. Der allgemeine Begriff der Verwandtschaft ist eine Voraussetzung zum Verständnis des Systematisierungsrasters.

6.1. Zum allgemeinen Begriff der Verwandtschaft bei Musikinstrumenten

Verwandtschaft ist das Verhältnis der Instrumente zueinander in Hinblick auf ihre Abstammung. Die Abstammung bzw. Abstammungsfolge wird durch die Verwandtschaftsreihen dargestellt. So stammen nach der vertikalen Verwandtschaftsreihe im allgemeinen die sechselementigen Systeme von fünf-

bzw. vierelementigen Systemen ab oder die Instrumente mit drei Kopulatorsegmenten von denen mit zwei Kopulatorsegmenten. Die Stufen einer Verwandtschaftsreihe bilden Abstammungsgemeinschaften hinsichtlich des untersuchten Systemelements oder Elemententeils (von den Übernahmen der Mutationsreihe abgesehen).

Abstammung ist ein regionalzeitlicher Prozeß, in dem sich die Eigenschaften des Instruments ändern können. Erfolgt keine Merkmalsänderung, wird z.B. eine Instrumentenserie mehrere Jahre in gleicher Weise gebaut, dann ändert sich die Verwandtschaft der betreffenden Instrumente nicht. Die Instrumente gehören dann dem gleichen Verwandtschaftsgrad an. Ändert sich bei einem von zwei untersuchten Instrumenten ein Merkmal, dann ändert sich der Verwandtschaftsgrad. Je nachdem, ob die Merkmalsänderung die Spezifik des Instruments mehr oder weniger stark beeinflußt, wird die Verwandtschaft mehr oder weniger stark differenziert. Wenn man z.B. die Entwicklung der manuellen Spielweise beim Psalterium zur Zupfmechanik beim Cembalo betrachtet, so ist der Verwandtschaftsgrad zwischen Psalterium und Cembalo als wesentlich schwächer (entfernter) einzustufen als z.B. zwischen Virginal und Spinett (wenn sich der äußere Habitus ändert). Allgemein gilt, wenn sich zwei gleiche Instrumente durch eine Anpassungsleistung eines Instruments in ihrem Verwandtschaftsgrad verändern, so zieht das eine Veränderung der Verwandtschaft in allen tieferen Verwandtschaftsgraden nach sich.

Die Bezeichnung absolute Verwandtschaft oder absolute Nichtverwandtschaft bezieht sich nur auf einen bestimmten Verwandtschaftsgrad. Absolute Verwandtschaft oder Nichtverwandtschaft hängen davon ab, ob zwei Instrumente zum gleichen Verwandtschaftsgrad gehören oder nicht. Zur Veranschaulichung der absoluten und (relativen) Verwandtschaft siehe Abbildung 33, S. 118. Im 2. Verwandtschaftsgrad der Abbildung 33 sind die Instrumente b und c noch verwandt, während sie im 3. Verwandtschaftsgrad nicht mehr verwandt sind. Wenn man einen 4., 5., ... Verwandtschaftsgrad annähme, wären die Instrumente b und c auch in diesem Grad nicht verwandt. Betrachtet man aber die Instrumente a, b und c im gesamten Verwandtschaftsgefüge (also relativ), so sind a und b schwächer (entfernter) verwandt als b und c.

Verwandtschaftsgrad

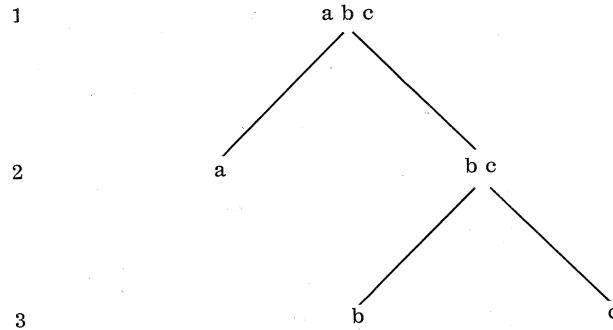


Abb. 33. Verwandtschaft und Nichtverwandtschaft bzw. nähere und entferntere Verwandtschaft als Funktion der Verwandtschaftsgrade

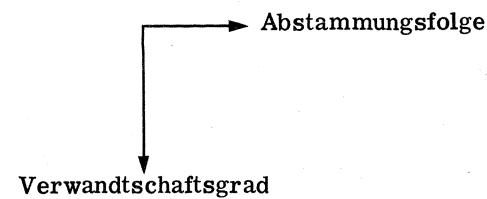
Von der Verwandtschaft ist die Ähnlichkeit unterschieden. Während die Verwandtschaft nach dem genetischen Zusammenhang fragt, so betrachtet die Ähnlichkeit Übereinstimmung, Nichtübereinstimmung oder teilweise Übereinstimmung unabhängig von der Verwandtschaft. Fagott und Russisches Faßhorn (Baßhorn) sind nicht bzw. sehr entfernt verwandt, während sie in formaler Hinsicht sehr ähnlich sind.

6.2. Das Systematisierungsraster

6.2.1. Einleitung

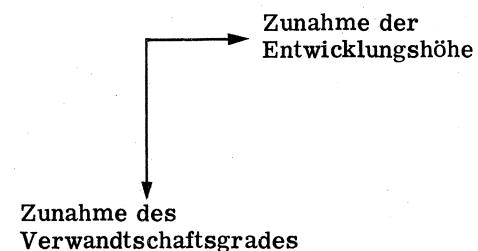
Zur Darstellung des natürlichen Systems wird ein matrizenartiges Raster verwendet. Es hat insbesondere die Aufgabe, 1. die Vielfalt des Instrumentariums nach ihrem Verwandtschaftsgrad zu ordnen, 2. die Entwicklung der Instrumente nach ihrer Abstammungsfolge abzubilden. Das Raster besitzt eine Zeilen- und eine Spaltendimension. In der Zeilendimension wird der Verwandtschaftsgrad geordnet, in der Spaltendimension die Abstammung.

Symbolisch:



Je weiter rechts ein Instrument in der Spaltendimension steht bzw. je weiter es sich vom Ursprung wegentwickelt hat, um so größer ist seine Entwicklungshöhe. Je tiefer zwei Instrumente in der Zeilendimension (in der gleichen Kategorie) stehen, um so näher sind sie verwandt.

Symbolisch:



Während die Verwandtschaftsgrade nach einer relativ konstant bleibenden Zahl von Kategorien geordnet werden können, ist die Abstammungsfolge durch die zahlreichen Anpassungsformen in der Spaltendimension nicht durch eine fest umrissene Zahl von Kategorien belegbar. Daher werden nur die Verwandtschaftsgrade mit Kategorienbezeichnungen versehen, während die Abstammungsfolge durch Zahlen verdeutlicht wird bzw. verdeutlicht werden kann.

6.2.2. Die Kategorien der Verwandtschaftsgrade (nach steigender Verwandtschaftsstärke geordnet)

Eine Ordnung nach steigender Verwandtschaftsstärke ergibt sich unter Anwendung der logischen Gattung-Art-Relation (s. G. Klaus, 1966, S. 165), wo-

bei auf die Entstehungsreihenfolge der Elemente Rücksicht genommen werden muß. Die Einstufung nach der Gattung-Art-Relation nimmt ihren Ausgang vom Einzelinstrument im Sinne der konkretesten Verwandtschaftskategorie und setzt sich in den oberen Kategorien fort.

Die oberen (ersten) Kategorien kennzeichnen die entfernteren Verwandtschaftsgrade, die tieferen (letzten) Kategorien die nahen Verwandtschaftsgrade.

Durch die Gattung-Art-Relation nimmt der Verwandtschaftsgrad mit steigender Kategorienzahl relativ kontinuierlich zu.

Es sind insgesamt einundzwanzig Verwandtschaftskategorien in Anwendung.

Als Bezeichnungen der Kategorien werden die im deutschen Sprachgebrauch üblichen Ordnungsnamen verwendet. Der Teil der Kategorien, nach denen die Instrumentensysteme klassifiziert werden, wurde bereits in der vertikalen Verwandtschaftsreihe eingeführt (Stammbaum, Stamm, Unterstamm, Ordnung, Unterordnung). Die übrigen Kategorien haben die Struktur und Funktion der einzelnen Elemente und z.T. das gesamte Instrument zum Gegenstand (Abteilung, Komplex, Bereich, Gruppe, Familie, Sektion, Gattung, Art, Einzelinstrument). Ein Teil der Kategorien ist für alle Instrumente verbindlich, d.h., sie müssen von jedem Instrument aufgestellt werden. Es handelt sich um Kategorien, die die Anregende Energie, den Wandler, das System, die Gattungs- und Artspezifik und den genetischen Ursprung (ob natur- oder humangenuin) betreffen. Der andere Teil wird je nach Formenreichtum und Größe des Systems angewendet. Wenn z.B. innerhalb eines Komplexes nur eine Form des Wandlers vorliegt (z.B. Saite), so erübrigts sich die Aufstellung der Kategorie des Unterkomplexes.

Die horizontalen Verwandtschaftsreihen lassen sich nicht an bestimmte Verwandtschaftskategorien binden, da sie sich nicht mit einzelnen Elementen beschäftigen. Daher können die Entwicklungsveränderungen, die von einer Verwandtschaftsreihe geordnet werden, die systematische Stellung eines Instrumentes mehr oder weniger stark beeinflussen.

6.2.3. Übersicht über die Verwandtschaftskategorien

1. Stammbaum. Kriterium: Ursprung des Instruments, d.h. naturgenuin oder humangenuin (vgl. 2.6.4.).

2. Oberabteilung. Kriterium: Gattungen der Anregenden Energie. Es können vier Oberabteilungen unterschieden werden:

1. Mechanische Musikinstrumente (*instrumenta mechanica*), Instrumente, deren Energieträger zur Tonerzeugung Schlagen, Zupfen, Reiben, Schrappen und Streichen sind
2. Blasinstrumente (*instrumenta flatilia*), Instrumente, bei denen Strömungsenergie auf den Wandler einwirkt
3. Elektrische Instrumente (*instrumenta electrica*), Instrumente mit Elektroenergie als Anregender Energie
4. Instrumente mit Lichtwandlern (*instrumenta luxativa*)

3. Komplex. Kriterium: kategoriale Arten der Wandler. In der 1. Oberabteilung (mechanische Musikinstrumente) können nach der Entstehungsreihenfolge die nachstehenden Komplexe unterschieden werden:

1. Instrumente mit zwei- oder dreidimensional ausgedehnten, relativ starren Körpern als Wandler (Idiophone)
2. Membraninstrumente (Membranophone)
3. Saiteninstrumente (Chordophone)

Bei den Blasinstrumenten handelt es sich im wesentlichen um folgende Komplexe:

1. Acialinstrumente (Acalia, Instrumente mit Schneiden als passivem intransitivem Wandler, Flöteninstrumente im weitesten Sinne)
2. Lingualinstrumente (Linguala, Rohrblattinstrumente)
3. Labialinstrumente (Labalia, Lippeninstrumente, z.B. Trompeten)
4. Unterkomplex. Kriterium: Unterarten des Wandlers. Unterkomplexe der Rohrblattinstrumente sind vor allem Doppelrohrblattinstrumente, Instrumente mit einfacherem aufschlagendem Rohrblatt oder durchschlagender Zunge. Unterkomplexe der Idiophone: Instrumente mit z.B. stab- oder plattenförmigen Wandlern
5. Stamm. Kriterium: vertikale Verwandtschaftsreihe, deren Elemente in

den drei-, vier-, fünfelementigen ... Ordnungen konstant sind. Die Stämme verkörpern innerhalb eines Stammbaumes die allgemeinsten Entwicklungsbahnen der Instrumentensysteme. Näheres s. 2.6.4. und Abbildung 30.

6. Unterstamm. Kriterium: vertikale Verwandtschaftsreihe, die sich von einem Stamm abzweigt und wenigstens über ein Element verfügt, das von Ordnung zu Ordnung konstant bleibt. Vgl. 2.6.4. und Abbildung 30.

7. Abteilung. Kriterium: Art der Anregenden Energie (im Artverhältnis zur Oberabteilung stehend). Die Saiteninstrumente (3. Komplex) gliedern sich in vier Abteilungen (nach der Entstehungsreihenfolge):

1. geschlagene Saiteninstrumente
2. gezupfte Saiteninstrumente
3. fringierte (geschrappte) Saiteninstrumente
4. gestrichene Saiteninstrumente

Bei Blasinstrumenten ist die Oberabteilung nicht in Abteilungen differenzierbar.

8. Bereich. Kriterium: Gattungen der Vermittler. Die 1. und 2. Abteilung der Saiteninstrumente (geschlagen, gezupft) zerfällt in je zwei Bereiche:

1. manuell geschlagene bzw. gezupfte Saiteninstrumente
2. mit Schlag- bzw. Zupfmechaniken versehene Saiteninstrumente (Klavichord, Hammerklavier, Cembalo)

9. Ordnung. Kriterium: Elementzahl (siehe 2.6.)

10. Unterordnung. Kriterium: Systemspezifik, d.h. Arten der Elemente und ihre Kopplungen (siehe 2.6.), z.T. unter Berücksichtigung der Substitution (durch technomorphe Elemente oder Segmente)

11. Nebenordnung. Kriterium: Zahl (Zahlengruppen) der parallelgeschalteten Elemente eines Instruments

12., 13., 14. Hauptgruppe, Gruppe, Untergruppe. Kriterien: räumliche Eigenschaften von Resonator und Kopulator, Eigenschaften des Amplifikators und Modulators. Die Staffelung der Resonator- und Kopulatoreigenschaften geht dabei vom Einzelinstrument aus. Daher sind alle drei Gruppen nicht immer besetzbar. Bei den Labialinstrumenten können die Gruppenkategorien in folgender Weise aufgeschlüsselt werden:

Hauptgruppe: Unterscheidung in Instrumente mit horn- oder trompetenartigem

Kopulator. Es können Kornoide (mit ausgeprägt konischem Rohrbeginn) und Tromboide (mit ausgeprägt zylindrischem Rohrbeginn) unterschieden werden (vom Mundstückstengel abgesehen).

Gruppe: unterscheidet nach Zahl und Spezifik der Segmente. Nach der Entstehungsreihenfolge bilden sich bei den Kornoiden die in anderem Zusammenhang bereits angeführten Gruppen heraus:

1. Hifthörner (konisch)
2. Trichterhörner (konisch/konisch)
3. Bügelhörner (konisch/(konisch)/hyperbolisch)
4. Bügelhörner mit zylindrischem Rohrsegment

Untergruppe: Entsprechend der Spezifik der Kornoide und Tromboide bildet die Untergruppe jeweils verschiedene Kopulatoreigenschaften ab: bei Kornoiden die Stärke des Anstiegsniveaus, bei Tromboiden das Anteilverhältnis des zylindrischen Rohrsegments und der anderen Rohrsegmente. Die Einstufung setzt bereits innerhalb der Untergruppe verallgemeinerte Messungen an einer größeren Zahl von Instrumenten voraus. Bei Rohrblattinstrumenten spiegelt das Schema der Labialinstrumente durch die wesentlich geringere Funktionswertigkeit der Stürzen die Entwicklung weniger gut wider. Ein starres Schema für die Systematisierung von Resonator und Kopulator kann nicht aufgestellt werden, da ihr Formenreichtum, ihre funktionelle Wertigkeit sowie ihr Übertragungsverhalten verschieden sind.

Bei der taxonomischen Einstufung der Instrumente kommt es auf die möglichst genaue Abbildung der tatsächlichen Entwicklungsvorgänge an, so daß sich die systematischen Kategorien der Spezifik der einzelnen Instrumentengattungen anpassen müssen. Ohne auf vergleichbare Messungen aufzubauen zu können, sind für die Zupfinstrumente (manuell gezupft) u.a. folgende Hauptgruppen aufstellbar (ohne Berücksichtigung der Entstehungsreihenfolge): Harfen, Lautenartige, Gitarren, Psalterien. In den Gruppen und Untergruppen können die einzelnen Hauptgruppen nach dem Gattungs-Art-Verhältnis weiter untergliedert werden. Die Lautenartigen z.B. besitzen u.a. die Gruppen der Mandoren und Lauten, die Violenartigen die Gruppen der Viole da braccio und Viole da gamba.

15. Familie. Kriterium: Arten der Steuereinrichtungen (Schalt-, Frequenz-, Klangfarben-, Lautstärkesteuierung)

Beispiele:

1. Die Untergruppe der neunelementigen (Bügel-) Trompeten bilden die zwei Familien der Klappentrompeten und Ventiltrompeten aus.
2. Die Zithern gliedern sich hauptsächlich in die Familien der direkt mit den Fingern gespielten und die der Tastenzithern.

16. Sektion. Kriterium: Arten der Programmsteuerung

Beispiele: Orgeln mit Stiftwalzen, Phonolas mit perforierten Papierrollen und Saugwindsteuerung

17. Gattungsüberkreis (Oberkreis). Zusammenfassung von mehreren Gattungskreisen. Ein Gattungsüberkreis liegt dann vor, wenn die entsprechenden Gattungskreise wenigstens über ein invariantes Merkmal verfügen. Beispielsweise bilden die Gattungskreise der Dulziane, Fagotte, Fagotte d'amore und Fagottaracke den Gattungsüberkreis der Fagottartigen (vgl. Tabelle 4). Die invarianten Merkmale sind dabei die Mensur und die Kopulatorlänge (vgl. H. Heyde, 1975, Kapitel 2.2.1.2. und Diagramm 39). Diejenigen Gattungskreise, die sich zu einem Gattungsüberkreis zusammenfassen lassen, können unterschiedlichen Arten von Gattungen angehören. Der Gattungsüberkreis der Oboenartigen z.B. wird im wesentlichen aus Mensurgattungen (Englischhorn, Oboe da caccia), Mensur- und Formgattungen (Oboe d'amore, Heckelphon) und Größen-gattungen (Diskant-, Alt-, Tenoroboe) gebildet.

18. Gattungskreis (Kreis). Zusammenfassung ähnlicher Gattungen, die wenigstens über ein invariantes Merkmal verfügen. Da es Formgattungen, Größen-gattungen usw. gibt, beziehen sich die Gattungskreise auf die jeweilige Art der Gattung. Die Viole da gamba (mit flachem Boden) z.B. bilden einen größenmäßigen Gattungskreis. Innerhalb eines beispielsweise größenmäßigen Gattungskreises können formale Gattungskreise existieren. Das ist z.B. bei den Klarinetten der Fall, deren Baßgrößen einen formalen Gattungskreis aufweisen (Papalinische, Streitwolfsche, Sachsche Baßklarinette).

19. Gattung. Die Gattungen und Arten (z.T. auch die Familien) werden im Gegensatz zu den Gruppen und höheren Kategorien durch mehrere Kriterien festgelegt. Sie haben somit pluralischen Charakter.

Gattungskriterien:

1. primäre Form- und Gestaltmerkmale (bilden Formgattungen)

2. Stimmlage (bildet Größen-gattungen)

3. funktionelle Merkmale (bilden Funktionalgattungen)
4. die zu den über den Gattungsüberkreisen im Artverhältnis stehenden strukturellen, formalen und mensurellen Eigenschaften, von denen besonders die mensurellen (Mensurgattungen) wichtig sind.

Von jedem Gattungsmerkmal lassen sich Gattungen aufstellen. Die Baßhörner z.B. bilden in mensurerlicher Hinsicht eine eigene, z.B. von den Ophikleiden unterschiedene Mensurgattung. In formaler Hinsicht lassen sich innerhalb der Mensurgattung mehrere Formgattungen unterscheiden (Serpentbaßhörner, Englische Baßhörner, Russische Fagotte).

Die Bezeichnungen Größen-, Form-, Funktionalgattung usw. bringen zum Ausdruck, daß die entsprechenden Instrumente auf der Ebene des Verwandtschaftsgrades der Gattung größenmäßig, formal, funktionell usw. variabel sind. Jedes Instrument bzw. jede Gattung hat größenmäßige, formale, funktionelle, mensurale usw. Gattungseigenschaften. Oft besitzen die Instrumente nur eine variable Gattungseigenschaft, während die anderen Gattungseigenschaften konstant sind. Das Englischhorn z.B. besitzt im wesentlichen konstante größenmäßige und weitestgehend konstante mensurale Eigenschaften, aber variable formale Merkmale. Daher lassen sich nur solche Gattungen, deren Eigenschaften variabel sind, zu Gattungskreisen zusammenfassen.

Nach der angeführten Sprechweise bildet das Englischhorn nur Formgattungen aus.

Die Grenzen einer Gattung bzw. die Abgrenzung zu anderen Gattungen werden bzw. wird im weitesten Sinne durch eine Verteilung bestimmt, die durch die Artmerkmale gebildet wird. Zur Erläuterung vgl. Abbildung 34. Bei metrisch determinierten Gattungen (vor allem Mensurgattungen) ist der Begriff der Verteilung im mathematischen Sinne aufzufassen, wobei die Abgrenzung der Gattungen mit Hilfe statistischer Methoden erfolgen kann.

20. Art. Kriterien: die im Artverhältnis zu den Gattungsmerkmalen stehenden Eigenschaften. Die Grenzen der Arten sind durch Verteilungen festgelegt, die durch die Einzelmeßwerte oder Stückzahlen gebildet werden (vgl. Abbildung 34). Arten können von jedem Artmerkmal aufgestellt werden (z.B. Mensurarten, Windungsarten, Rohrverlaufsarten).

21. Einzelinstrument. Es ist das Instrumentensystem mit seinen großen-, struktur-, funktions-, formal- und materialmäßig konkreten und im makrostrukturellen Bereich nicht weiter unterteilbaren Eigenschaften. Eine bestimmte Mensureigenschaft z.B. ist durch ein bestimmtes Einzelmaß festgelegt. Jede makrostrukturelle konkrete Eigenschaft bestimmt ein Instrument zur Kategorie "Einzelinstrument". Die Systematik klammert die mikrostrukturellen Merkmale zunächst aus. Das Einzelinstrument ist im allgemeinen der Ausgangspunkt der nach der Gattung-Art-Relation gestaffelten höheren systematischen Kategorien. Abbildung 34 veranschaulicht das prinzipielle Verhältnis zwischen Einzelinstrument, Art und Gattung (unter Vernachlässigung des Begriffsinhalts). Mehrere Einzelinstrumente bzw. Merkmale von Einzelinstrumenten vereinigen sich zu einer Art, mehrere Arten zu einer Gattung. Im Grenzfall wird eine Gattung durch eine Art und eine Art durch ein Einzelinstrument-Merkmal gebildet. Wenn man jeweils ein (metrisches) Merkmal ins Auge faßt, läßt sich die Gattung-Art-Beziehung mengentheoretisch im Sinne des Enthalteins darstellen (wie auch in Abbildung 34 veranschaulicht).

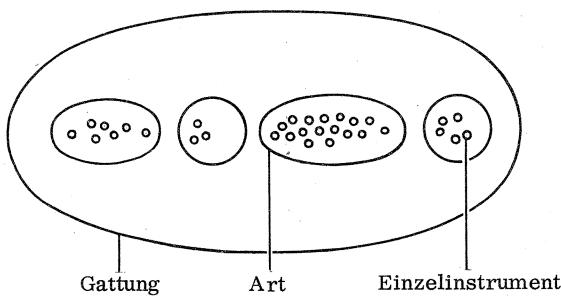


Abb. 34. Das Verhältnis von Gattungs-, Art- und Einzelinstrument-Eigenschaften (mengentheoretischer Aspekt, Prinzipdarstellung)

Die einundzwanzig Kategorien werden bei der taxonomischen Einstufung der Instrumente im allgemeinen nicht vollzählig benötigt. Die Zahl der gebrauchten Kategorien richtet sich nach der Differenziertheit des betreffenden Formenbestandes. Eine prinzipielle Verringerung der Zahl der Kategorien des Rasters ist offenbar nur auf Kosten der Abbildgenauigkeit des natürlichen Systems möglich.

Die horizontale Dimension (Spaltendimension) des abgebildeten Systems ist nicht nach einer bestimmten Zahl von Kategorien einstufbar. In den Spalten werden die Instrumente nach der Abstammungsfolge (Entstehungsreihenfolge) bzw. nach der Entwicklungshöhe auf Grund des Befundes der horizontalen Verwandtschaftsreihen angeordnet. Die Abstammungsfolge kann dabei mit Zahlen versehen werden. Indem die Instrumente auf diese Wiese nach dem Systematisierungsraster eingeordnet werden, weist man ihnen einen bestimmten Platz im Entwicklungskontinuum der Instrumente zu. Einfache Instrumente wie Rasseln, Triangeln usw. lassen sich nach dem Raster auf Grund der Kleinheit ihrer Systeme leichter einstufen als höher entwickelte Systeme. Neuere Saiten- und Blasinstrumente z.B. erfordern wegen ihrer höheren Strukturiertheit einschließlich der Mensurverhältnisse eine genaue Kenntnis ihrer systemmäßigen und dimensionalen Eigenschaften. Um die Grenzen einer z.B. dimensionen bestimmten Kategorie festzulegen, sind verallgemeinerbare Messungen einer größeren (im Idealfall aller erhaltenen Instrumente) notwendig. Die Aufgabe der Merkmalserfassung und -auswertung bzw. Aufbereitung der Merkmale obliegt der Katalogisierung des überkommenen Instrumentenbestandes bzw. der exakten Auswertung von Bildquellen usw. Die systematische Instrumentenkunde ist daher auf das engste mit der historischen Instrumentenkunde verknüpft; sie beruht auf ihr.

6.2.4. Beispiele für Systematisierungen

Die folgenden Beispiele von Systematisierungen (taxonomischen Einordnungen) zeigen nur Ausschnitte, da einerseits der Formenbestand der höheren systematischen Kategorien im wesentlichen bereits z.T. angeführt wurde (Kategorie 1 bis 7), andererseits der Formenbestand der niederen systematischen Kategorien noch nicht entsprechend aufgearbeitet ist.

Tabelle 1 und 2 zeigen eine Übersicht über die wichtigsten Kategorien der europäischen Saiteninstrumente (von der Kategorie der Abteilung an), deren Saiten angeschlagen werden (Chordalia pulsata). Tabelle 1 führt zunächst die Aufgliederung bis zur Ordnung an. Die unterhalb von sechs Elementen liegen-

den Ordnungen sind in der europäischen Hochkultur und Zivilisation (die Volksmusikinstrumente sind ausgenommen) nicht vertreten. Die frühesten Hackbrettformen mit Wandlersteuerung lassen die Abkunft vom Monochord durch Mutation der Anregenden Energie erkennen. Durch die Aufgabe der Wandlersteuerung erfolgt ein Rückbildungsprozeß zur sechselementigen Ordnung, der Ausgangspunkt für die Entwicklung der eigentlichen Hackbretter wurde. Innerhalb des Bereiches der Instrumente mit Hammerklaviermechanik erfolgt im 18. Jahrhundert die Entwicklung bis zur zehn elementigen Ordnung (Fagottzüge usw. sind parallel geschaltete Elemente zur Klangfarbenveränderung). Tabelle 2 gliedert die sechselementige Ordnung der manuell geschlagenen Saiteninstrumente bis zu einigen wichtigen Gattungen weiter auf, ohne daß eine genaue mensurelle Abgrenzung vorgenommen ist. Innerhalb der Arten kann eine weitere Aufteilung besonders auf mensureller Basis und nach Saitenzahlen vorgenommen werden. Tabelle 3 zeigt einige wichtige Kategorien in der Systematik der Violine.

Die schwach konisch mensurierten Doppelrohrblattinstrumente (nähtere Ein-grenzung s. H. Heyde, 1975) teilen sich nach Tabelle 4 weiter auf (wichtigste Gattungen).

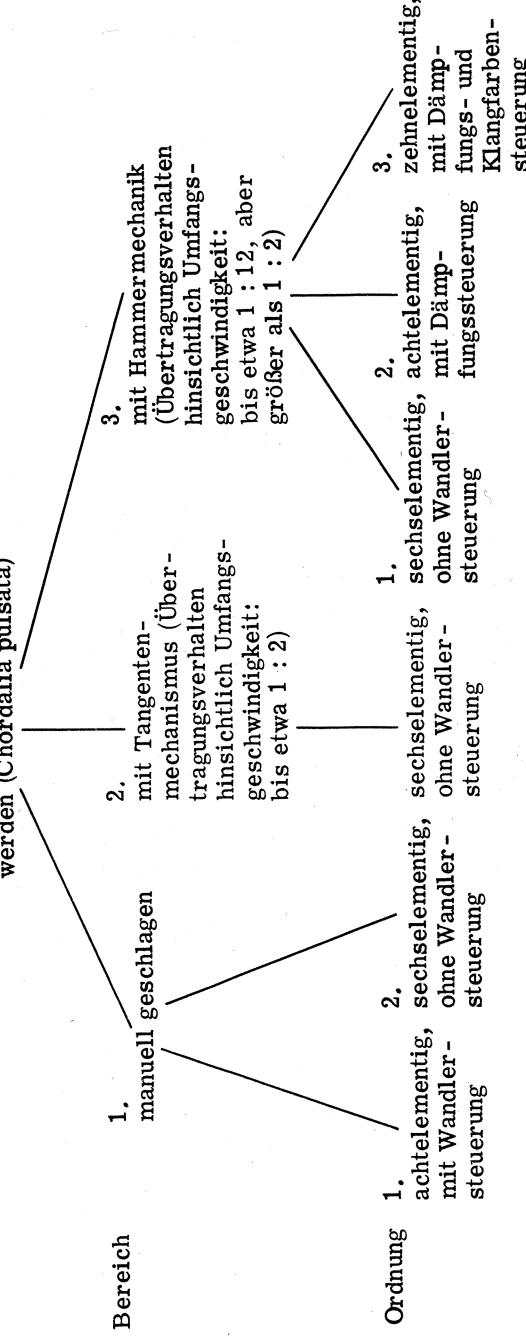
Tabellen 5 und 6 führen die Verwandtschaftsstruktur und Abstammungsfolge verschiedener Gattungen von Zinken- und Baßhornartigen an. (Die Anstiegs-niveaus der Untergruppen in Tabelle 5 sind bei H. Heyde, 1975, Tabelle 101, näher umschrieben.)

Wenn eine Instrumentenkategorie in der Spaltendimension mehrmals vor-kommt, wobei andere Kategorien dazwischen stehen können, so beziehen sich die gleichen Kategorien abstammungsmäßig aufeinander. Beispielsweise entstehen die Kornoide der neun elementigen Ordnung aus den Kornoiden der siebenelementigen Ordnung und nicht aus den Tromboiden. Die Tromboide gliedern sich bis zu den hauptsächlichen Formgattungen wie folgt auf:

Tabelle 1

Ordnungen der "geschlagenen" Saiteninstrumente

Abteilung

Saiteninstrumente,
deren Saiten geschlagen
werden (Chordalia pulsata)

Formgattungen der manuell geschlagenen sechselementigen
Saiteninstrumente (Fortsetzung von Tabelle 1)

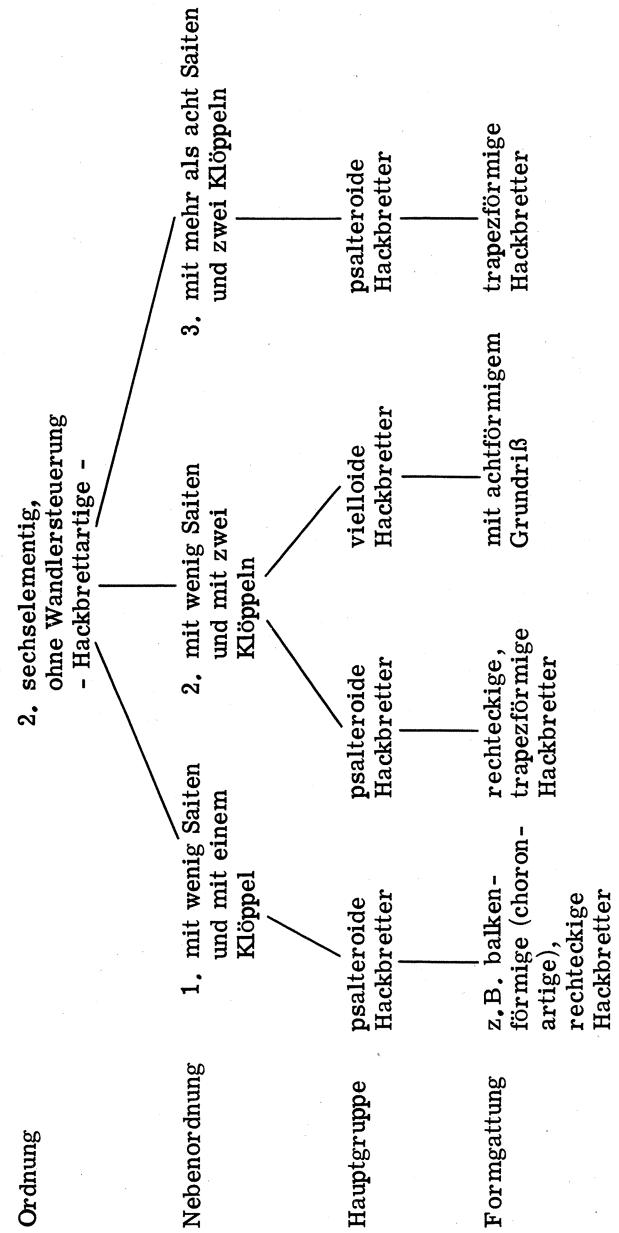
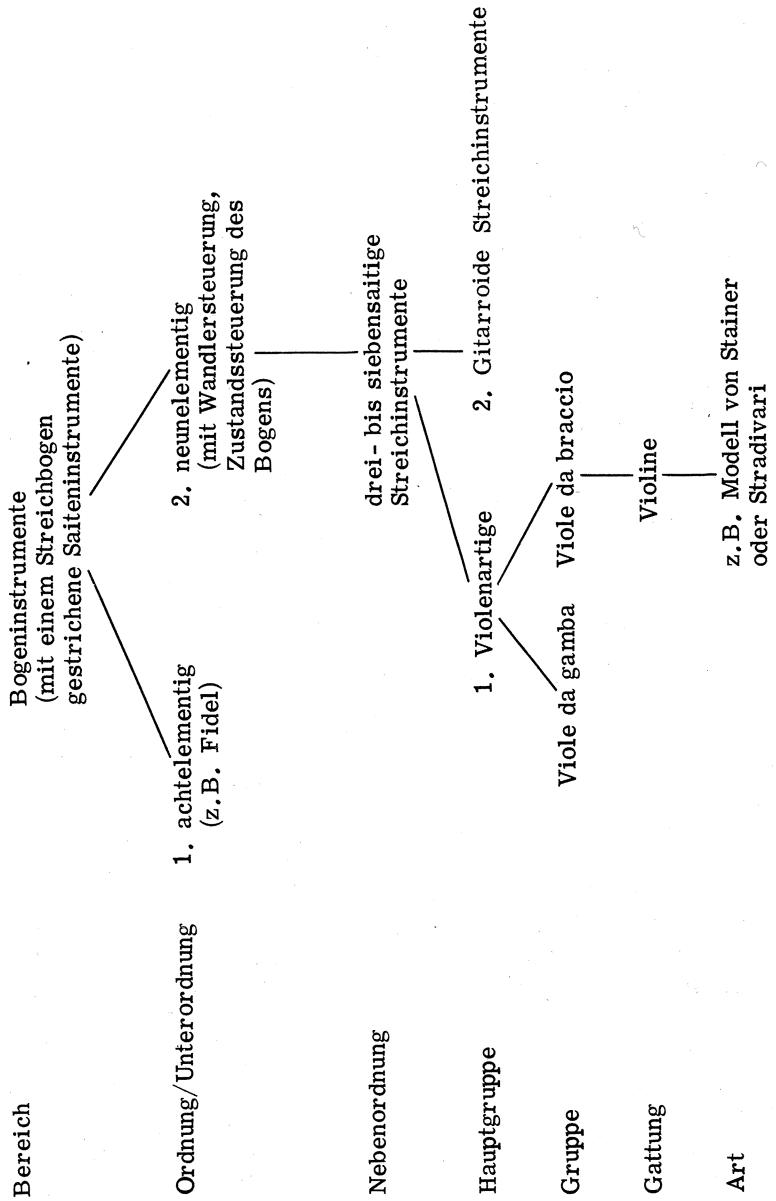


Tabelle 3

Zur systematischen Stellung der Violine



Gattungskreise und Gattungen der schwach konischen (sieben- und neunelementigen) Doppelrohrblattinstrumente

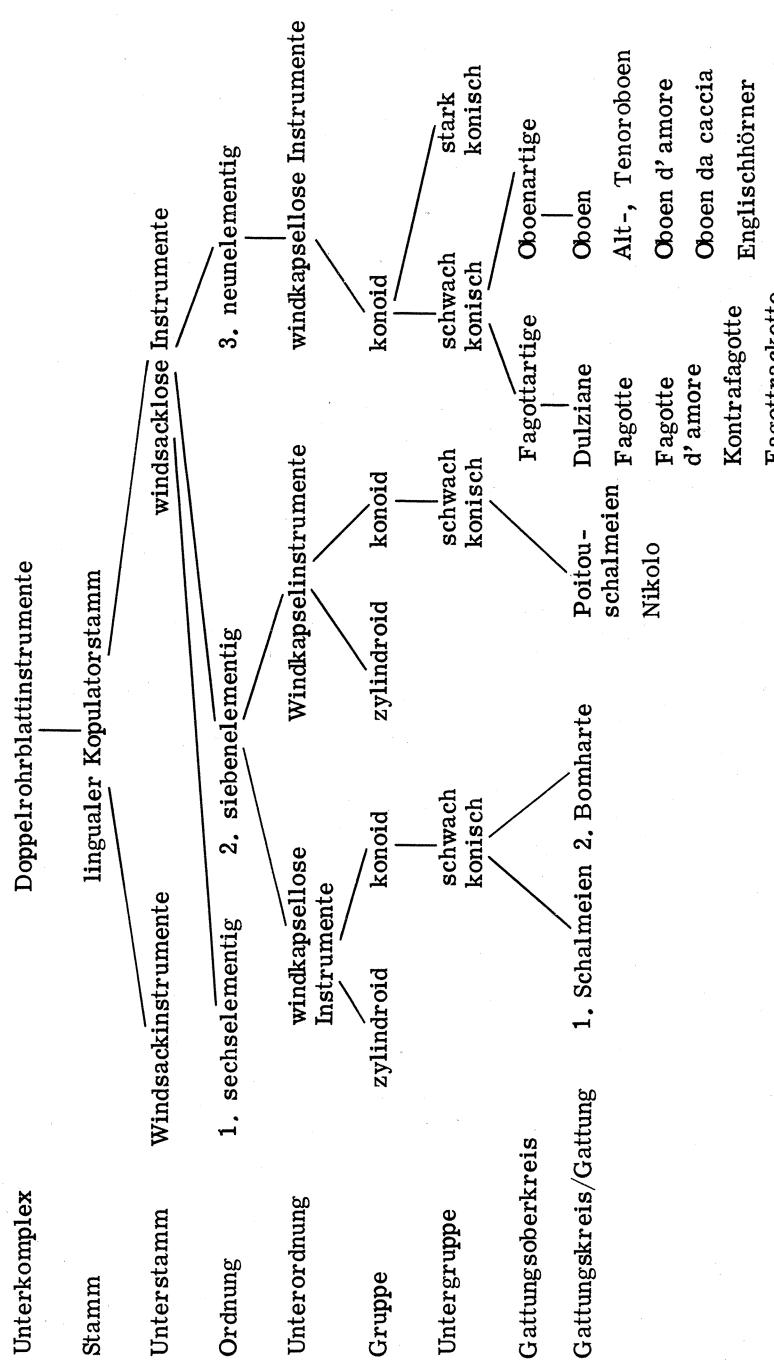
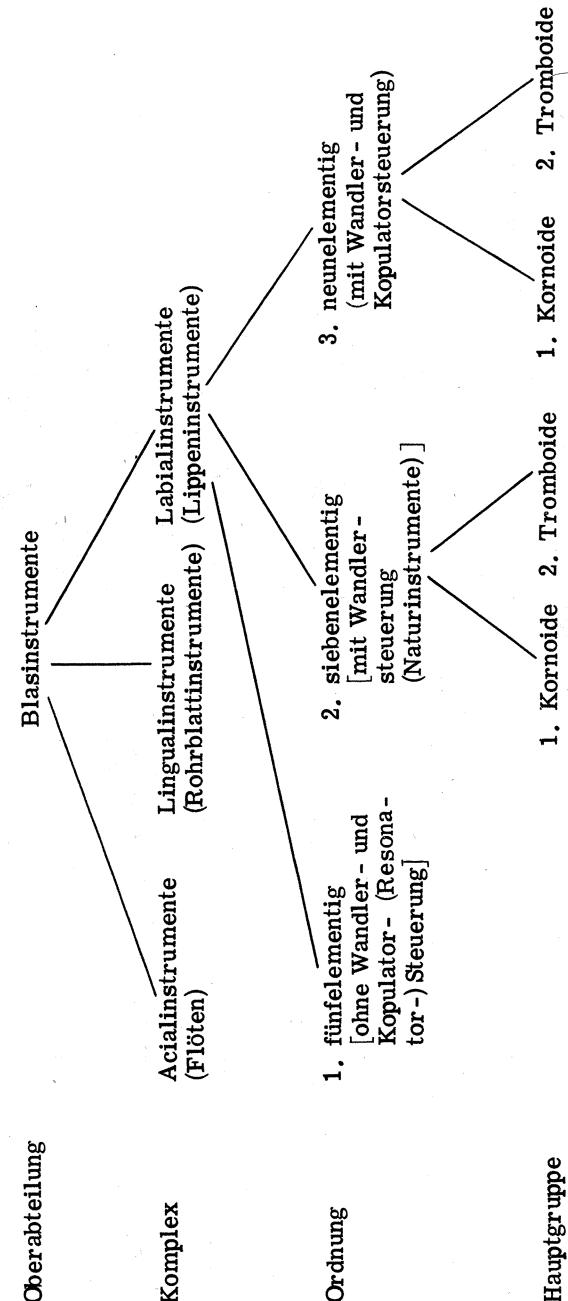
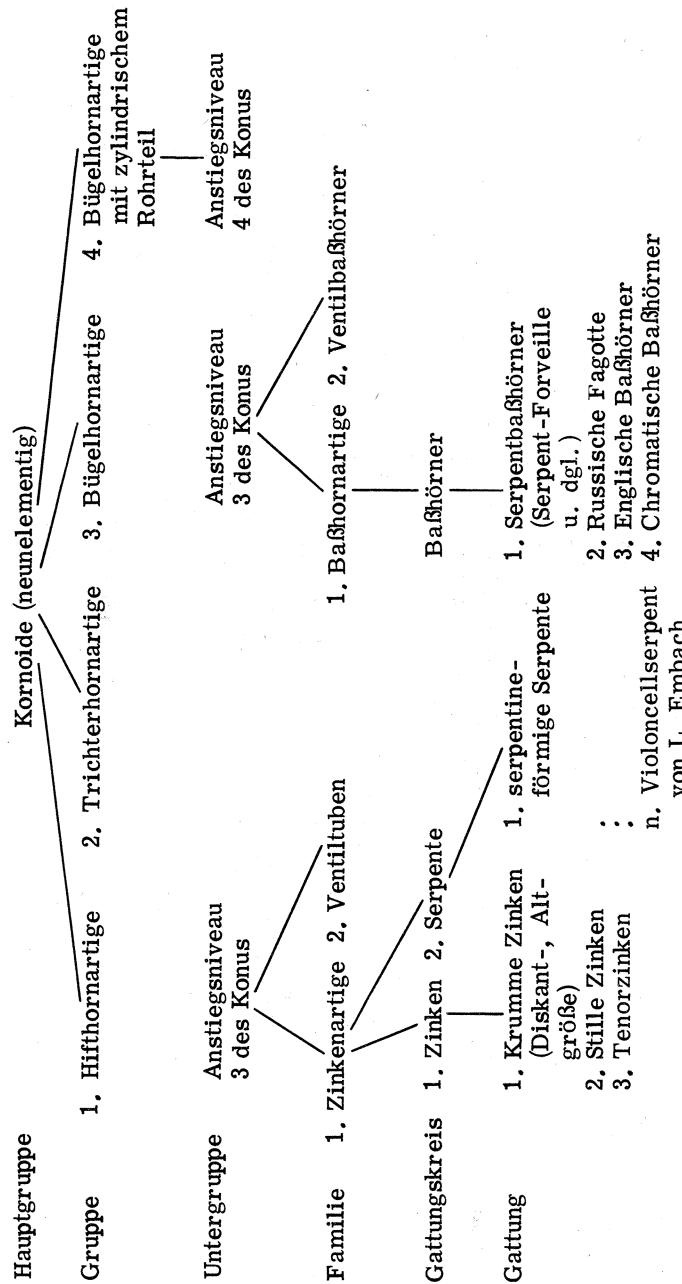


Tabelle 5

Hauptgruppen der Labialinstrumente



Gattungen von Grifflochinstrumenten der neunelementigen Kornoide
(Fortsetzung von Tabelle 5)

1. Abteilung: Labialinstrumente

1. Ordnung: siebenelementig, mit Wandlersteuerung

1. Hauptgruppe: Kornoide
2. Hauptgruppe: Tromboide

1. Gruppe: Trichtertrompeten

2. Gruppe: Bügeltrompeten (Trompeten mit hyperbolischer Stürze)

1. Gattungskreis: eigentliche Naturtrompeten

1. Gattung: Geradtrompeten
2. Gattung: S-förmige Trompeten
3. Gattung: Jägertrumpete

...

n-te Gattung: schlauenförmige Trompeten

2. Gattungskreis: Inventionstrompeten

1. Gattung: schlauenförmige Inventionstrompeten
2. Gattung: Inventionstrompeten in Demi-lune-Form

2. Ordnung: neunelementig, mit Wandler- und Kopulatorsteuerung

1. Hauptgruppe: Kornoide

2. Hauptgruppe: Tromboide

1. Gruppe: Trichtertrompeten
2. Gruppe: Bügeltrompeten

1. Untergruppe: starkes zylindrisches Anteilverhältnis

1. Familie: Klappentrompeten

1. Gattung: schlauenförmige Klappentrompete (z. B.)

2. Familie: Ventiltrompeten

1. Gattung: schlauenförmige Ventiltrompeten (z. B.)

2. Untergruppe: schwaches zylindrisches Anteilverhältnis
(Flügelhörner)

1. Familie: Ventilflügelhörner

1. Gattung: Tenorhorn in Schlaufenform

2. Gattung: Clavicor

...

n-te Gattung: Wieprechtsche Baßtuba

In voranstehender Schreibweise ist die Abstammungsfolge aus der Gleichordnung der untereinander gestellten Kategorien zu erkennen.

Das Systematisierungsraster ist ein Hilfsmittel zur Ordnung der Musikinstrumente nach Verwandtschaft und Entstehungsreihenfolge. Im Vordergrund steht nicht das Raster bzw. der "technische Apparat" des Rasters, sondern das natürliche System, das es abzubilden gilt. Das Raster ist eher mit einer technischen Apparatur zu vergleichen, mit der dem direkten Zugriff bzw. dem Auge verborgene Gesetzmäßigkeiten der Natur darstellbar bzw. sichtbar gemacht werden sollen. Die Abbildtreue des natürlichen Systems ist nicht für jede Eigenschaft gleich gut, kann aber evtl. durch Einführung von zusätzlichen systematischen Kategorien (was jedoch der Übersichtlichkeit entgegenwirkt) verbessert werden. So sind die Systemarten (lineares, paralleles, konvergierendes System) mit dem Raster nicht darstellbar. Da es sich nur um drei hauptsächliche Arten handelt und die Verwendung einer eigenen systematischen Kategorie nicht lohnend erscheint, kann die Frage nach der Entstehungsreihenfolge der Systemarten aus den Gattungen heraus beantwortet werden.

Die Instrumente mit mehreren Registern und systemgleiche Kompilationen werden mit unter den Gattungen klassifiziert. Die systemgleichen Kompilationen (z.B. Saitentambourin, Trommel/Schwegel) reihen sich nach den Kategorien der jeweiligen Einzelinstrumente ein und bilden als Kompilationen eigene Gattungen. So kann man das Saitentambourin unter den Hackbrettartigen einordnen, wobei die Kompilation eine eigene, der Entstehungsreihenfolge entsprechende Gattung erhält (man kann es auch den Acalia anschließen).

6.3. Zur Bezeichnungsweise der Instrumente

In der Biologie ist seit C. von Linné eine binäre Nomenklatur in Anwendung, die den Gattungs- und Artnamen in lateinischer Form anführt. Durch die zahlreichen volkssprachlichen Bezeichnungen für Pflanzen und Tiere innerhalb der Landessprachen ist eine künstliche Nomenklatur zum Ausschluß von Mißverständnissen und Verwechslungen offenbar notwendig und sinnvoll. Da bei Musikinstrumenten die Zahl der volkssprachlichen Benennungen wesent-

lich geringer ist und die landessprachlichen Bezeichnungen oft Lehnworte sind, ist für die Musikinstrumente eine künstliche Nomenklatur offenbar nicht angezeigt. Es ist aber anzustreben, auf der Grundlage internationaler Absprachen die Namen zu vereinheitlichen oder evtl. anzulegen (z.B. bei den Bezeichnungen für Hörner). Für die Kennzeichnung von Gattungskreisen, Gattungsoberkreisen und Gruppen scheint innerhalb des natürlichen Systems im Deutschen die Endung -artige (z.B. Zinkenartige, Fagottartige) geeignet zu sein.

7. ORDNUNGSSYSTEME (KÜNSTLICHE SYSTEME)

Das in 1. bis 6. dargestellte System ist ein Verwandtschaftssystem. Es bildet das Werden des Instrumentariums und das Verhältnis der Instrumente in Hinblick auf ihre Abstammung ab. Das Instrumentarium wird dadurch in seiner natürlichen, vom Entwicklungsgang bestimmten Ordnung transparent.

Vom Verwandtschaftssystem sind die Ordnungssysteme (künstliche Systeme) zu unterscheiden, mit denen das Instrumentarium unabhängig von der Abstammungsfolge nach den verschiedensten Gesichtspunkten klassifiziert werden kann. Die bisher publizierten Systeme der antiken Hochkulturen, des europäischen Mittelalters und die auf Mahillon fußenden Systematiken (z.B. v. Hornbostel/Sachs, Dräger) gehören dazu. Die neueren Ordnungssysteme verwenden im allgemeinen Eigenschaften des Wandlers und z. T. der Anregenden Energie als wichtigste Ordnungskriterien. Indem die Ordnungssysteme nur der Klassifizierung der Instrumente dienen wollen, erfüllen sie ihren Zweck. Da die Ordnungen unter verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen werden können, sind die Systeme wertmäßig nicht gegeneinander abgrenzbar. So kann unter Umständen auch die Einteilung nach dem Herstellungsmaterial oder nach dem Verwendungszweck sinnvoll sein. Wertmäßig ist nur dann etwas gegen ein Ordnungssystem einzuwenden, wenn seine Kriterien nicht einheitlich durchgeführt sind. Auf die Uneinheitlichkeit in den definitorischen Grundlagen der Systematik von v. Hornbostel/Sachs hat bereits 1938 der Physiker H. Backhaus hingewiesen (H. Backhaus, 1938, S. 237). Ungeachtet dessen baut H.-H. Dräger die v. Hornbostel/Sachsche Systematik weiter aus (vgl. H.-H. Dräger, 1948, S. 6, Anmerkung 2). Die Instrumentengruppen Aerophone, Idiophone (Autophone), Membranophone und Chordophone bei Mahillon, v. Hornbostel/Sachs, Dräger u. a. genügen zwei verschiedenen Kriterien: die Aerophone sind nach der Anregenden Energie klassifiziert, die übrigen Gruppen im wesentlichen nach der Art des Wandlers (wobei die

Idiophone eine Modalität des Wandlers zum Ausdruck bringen). Einen systematisch unrichtigen Charakter hat offenbar die Bezeichnung "mechanische Musikinstrumente" für programmgesteuerte Instrumente (von A. Buchner richtig auch Automatophone genannt) in Abgrenzung zu den üblichen Musikinstrumenten wie Violine, Laute, Glocke usw.

ANHANG

ZITIERTE LITERATUR

- Backhaus, Hermann, Über den Stand der Forschung auf dem Gebiet der physikalischen Akustik, in: Archiv für Musikforschung III (1938), S. 237 ff.
- Buchner, Alexander, Musikanstrumente der Völker, Prag 1968
- Dräger, Hans-Heinz, Prinzip einer Systematik der Musikanstrumente, Kassel 1948
- Instrumentenkunde, Artikel in: Musik in Geschichte und Gegenwart (MGG) VI.(1957)
- Elschek, Oskár, und Erich Stockmann, Zur Typologie der Volksmusikanstrumente, in: Studia instrumentorum musicae popularis I: Bericht über die internationale Arbeitstagung der Study Group on Folk Music Instruments des International Folk Music Council in Brno 1967; hg. von E. Stockmann, in: Musikhistoriska museets skrifter III, hg. von E. Emsheimer, Stockholm 1969, S. 11 ff.
- Heyde, Herbert, Zur Frühgeschichte des europäischen Hackbretts, Diplomarbeit, Leipzig 1964, Manuskript
- Katalog der Blasinstrumente des Musikanstrumentenmuseums der Karl-Marx-Universität Leipzig, im Deutschen Verlag für Musik Leipzig in Vorbereitung. Zitiert als H. Heyde, 1975
- Hornbostel, Erich M. v., und Curt Sachs, Systematik der Musikanstrumente, in: Zeitschrift für Ethnologie, Jg. 1914, S. 553 ff.
- Klaus, Georg, Moderne Logik. Abriß der formalen Logik, Berlin 1966
- Lange, Oskar, Ganzheit und Entwicklung in kybernetischer Sicht, Berlin 1967
- Leng, Ladislav, Slovenské l'udové hudobné nástroje, Bratislava 1967
- Meyer-Eppler, Werner, Elektrische Klangerzeugung, Bonn 1949

Peschel, Manfred, Kybernetik und Automatisierung, in: Automatisierungs-technik, Bd. 30, Berlin 1965

Sachs, Curt, Der Ursprung der Saiteninstrumente, in: Festschrift für P.W. Schmidt, Wien 1928, S. 629 ff.

- Geist und Werden der Musikanstrumente, Berlin 1929

Seifers, Heinrich, Systematik der Blasinstrumente, in: Das Musikanstrument, Heft 7, Frankfurt/ Main 1967

Vierling, Oskar, Das elektroakustische Klavier, Berlin 1936

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

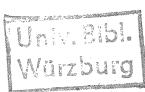
A	Anreger
AE	Anregende Energie
V	Vermittler
T	Verteiler
U	Umsetzer
W	Wandler
ZW	Zwischenwandler
M	Modulator
Ampl	Amplifikator
R	Resonator
K	Kopulator
n	nervales Steuerelement
P	Programmelement
Sch	Schaltsteuerung
MS	Mengensteuerung (Energiemengensteuerung)
ZS	Zustandssteuerung
St	Stellglied

INHALT

Vorwort	7
1. Einleitung	9
1.1. Zu den traditionellen Systematiken	9
1.2. Übersicht über die methodischen Mittel zur Erkenntnis des natürlichen Systems der Musikinstrumente: Abstraktionsklassen und Verwandtschaftsreihen	10
1.3. Das Verhältnis zwischen systematischer und historischer Instrumentenkunde	15
1.4. Entwicklungsmechanismen der Musikinstrumente	17
2. Systemklasse	22
2.1. Einleitung	22
2.2. Das allgemeine Funktionselement	24
2.2.1. Zur Definition des Funktionselements	24
2.2.2. Anreger	28
2.2.3. Vermittler	32
2.2.3.1. Einleitung	32
2.2.3.2. Direkte und indirekte Vermittler	33
2.2.3.3. Verteiler, Umsetzer	34
2.2.4. Wandler	37
2.2.4.1. Einleitung	37
2.2.4.2. Mechanoakustische Wandler	37
2.2.4.3. Elektromechanische Wandler	42
2.2.4.4. Elektrische Wandler	44
2.2.4.5. Lichtwandler	45
2.2.5. Zwischenwandler	45
2.2.6. Modulator	46
2.2.7. Amplifikator	47
2.2.8. Resonator	47
2.2.9. Kopulator	48

2.2.10. Kanal	48
2.2.11. Steuerelemente	49
2.2.12. Stellelemente	51
2.2.12.1. Schalter	52
2.3. Steuerungsfunktionen am Musikinstrument	55
2.3.1. Schaltsteuerung	55
2.3.2. Energiemengensteuerung	56
2.3.3. Energiezustandssteuerung	58
2.4. Struktur des Instrumentensystems	59
2.5. Kompilationen	67
2.6. Vertikale Verwandtschaftsreihe, Ordnungen und Unterordnungen der Systeme, Stammbäume, Stämme, Unterstämme	67
2.6.1. Definition der vertikalen Verwandtschaftsreihe	67
2.6.2. Zur Erläuterung der Begriffe Ordnung und Unterordnung ..	70
2.6.3. Ordnungen und Unterordnungen	71
2.6.4. Abstammung der Systeme, Stammbäume, Stämme, Unterstämme	80
3. Formalklasse	87
3.1. Substitutionsreihe	87
3.1.1. Einleitung	87
3.1.2. Zum Technisierungsgrad	88
3.1.3. Zur Entwicklungshöhe	91
3.2. Numeralreihe	93
4. Kategorialklasse	95
4.1. Kategorialstrukturen	95
4.2. Segmentreihe	104
4.3. Mutationsreihe	106
4.4. Modalreihe	108
4.4.1. Einleitung	108
4.4.2. Zum formalen Ausprägungsgrad (Gestalt, Gliederung, Ausdehnung) der Elemente	109
4.4.3. Zum technologischen Entwicklungsgrad	110
4.5. Funktionalreihe	112

5.	Dimensionalklasse	115
6.	Abbildung des natürlichen Systems (Systematisierung des Instrumentariums)	116
6.1.	Zum allgemeinen Begriff der Verwandtschaft bei Musikinstrumenten	116
6.2.	Das Systematisierungsraster	118
6.2.1.	Einleitung	118
6.2.2.	Die Kategorien der Verwandtschaftsgrade (nach steigender Verwandtschaftsstärke geordnet)	119
6.2.3.	Übersicht über die Verwandtschaftskategorien	121
6.2.4.	Beispiele für Systematisierungen	127
6.3.	Zur Bezeichnungsweise der Instrumente	136
7.	Ordnungssysteme (künstliche Systeme)	138
	Zitierte Literatur	143
	Verzeichnis der Abkürzungen	145



23. 7. 77
18. 4. 80

30. 07. 1993

21. Okt. 1992

BVB