

Funktion und Bedeutung von Speicherung für die Medien 1

Dieses Material beruht in wesentlichen Teilen auf die folgenden Bücher:

Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information. Bd. 1 bis 3, Shaker Verlag Aachen 2003 bzw. 2007

Es ist u.a. auch vollständig auf der CD enthalten:

Völz, H.: Wissen - Erkennen - Information. Datenspeicher von der Steinzeit bis ins 21. Jahrhundert. Digitale Bibliothek Bd. 159, Berlin 2007

Völz, H.: Das Mensch - Technik - System. Expert-Verlag, Renningen - Malsheim 1999

Die betreffenden Inhalte wurden stark verkürzt, auf den neuesten Stand gebracht, die Bilder weitgehend farbig umgesetzt.

[1] Reuter, C., Enders, B., Jacobi, R.: Lexikon Musikautomaten/Encyclopedia of Mechanical Musical Instruments. CD, Schott, Mainz 2000

Zur Nutzung dieses Materials

Bei Angabe der Quelle ist dies Material zum privaten Gebrauch voll nutzbar.

Bei kommerzieller Nutzung bzw. in Publikationen usw. ist eine Abstimmung mit mir notwendig.

Bilder in höherer Qualität sind verfügbar als: JPG-Bilder mit ca. 2000×3000 Pixel oder CDR-Dateien, Version 12 bzw. 16

Dieses Material wurde heruntergeladen von: horstvoelz.de

Email: [h.voelz\(at\)online.de](mailto:h.voelz(at)online.de)

Prof. Dr. Horst Völz, Koppenstr. 59, 10243 Berlin, Tel./Fax 030 288 617 08

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung

2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Einordnung

Ausgangspunkt ist die übliche Welt mit **drei Raum-** und **einer gerichteten Zeit-Koordinate**.

Sie kann nicht bewiesen werden. es gibt nur sachliche Anhaltspunkte, dennoch muss sie **geglaubt werden** [PDF].

Sie ist mit dem **Urknall** entstanden und muss ebenfalls geglaubt werden.

Bei der **Evolution der Welt** treten fortlaufend Änderungen auf, zunächst Energie → Stoff.

Dabei entstehen dann **stabile Strukturen ≈ Teilchen** später Moleküle, Leben usw.

Alle Strukturen existieren meist nur. Im Prinzip müssen sogar irgendwann zerfallen

Das erfolgt u. a. durch Radioaktivität, Quantenenergie (z. B. Tunneleffekt), thermische Energie usw.

Alle **bestehenden Strukturen** sind **Relikte ihres Entstehens** = Aufzeichnung → **Speicherzustände** der damaligen Zeit.

Sie betreffen also Gespeichertes vom **Geschehen in der Vergangenheit**.

Ähnliches gilt auch für periodisches Geschehen ≈ Schwingungen; entsprechend dem Teilchen-Welle-Modell.

Auch sie können daher als Speicherung ihres Entstehens interpretiert werden.

Grundsätzlich lassen sich Stoff, Information (in den 4 Varianten) und teilweise (potentielle) Energie speichern.

Letztlich muss alles auf unsere Wahrnehmung (Wahrnehmbarkeit + Verbesserung durch Messmethoden) bezogen werden.

Daher kommen die 5 Sinne in Betracht: Sehen, Hören, Fühlen, Riechen, Schmecken.

Jegliches Speichern erfasst aber nie vollständig den damaligen Zustand/Gesehen, kann ihn **nur teilweise wiedergeben**.

Technisches Speichern wird diesbezüglich immer weiter verbessert

Dennoch wird es nie eine vollständige Wiedergabe des Vergangenen geben.

Das gilt wegen verschiedener **Unschärfen**, kontinuierlich ⇔ diskret, Begrenztheit jedes der Speicherzustands als

Ausschnitt aus der Welt und unseres Gedächtnisses, des Vergleichs sowie der Entscheidbarkeit.

Abgrenzung

Im Weiteren werden nur **Informationsspeicher** betrachtet.

Dabei gibt es unterschiedliche Varianten der Wiedergabe.

Die **direkte Aufzeichnung und Wiedergabe** erfolgt unmittelbar dem Original (-Signal).

Sie ist hauptsächlich beim Bild und Film sowie bei der Schallplatte üblich.

Mittelbare Verfahren nutzen komplexe Mechanismen, Gesetze, automatische Instrumente usw. für die Wiedergabe.

Ein Beispiel ist die Spieluhr. Hier existieren eigentliche Schallerzeuger, Instrumente die nur ausgelöst werden.

Die so gesteuerten Instrumente entsprechen der ROM der Elektronik und erzeugen den typischen Klang.

Hierzu gibt und gab es vielfältige **Musikautomaten** bis hinauf zum WELTE-Mignon-Flügel.

Bei Bild und Film sind solche indirekten Verfahren viel seltener.

Beispiele sind das Daumenkino oder Darstellung mit dem Oszilloskop von z. B. für LISSAJOUS-Figuren!

Aus diesem Grunde beginne ich diese Vorlesung mit der Schall-Speicherung.

Zudem gelang die direkte Aufzeichnung des Schalls am allerspätesten.

Auswahl zur Schallaufzeichnung

Zunächst wird die Entwicklung zur direkten **Schallaufzeichnung** behandelt.

Der **1. Teil**, die betont **mechanischen Speicher** folgen weitgehend meinem Handbuch Speicher Bd. 3, S. 567 ff.

Dort sind auch umfangreiche Literaturangaben vorhanden, die daher hier entfallen.

Für die **magnetischen, elektronischen und digitalen Schall-Speicher** folgen später entsprechende Angaben.

Bei ihnen ist jedoch die Abgrenzung gegenüber anderen Anwendungen recht kompliziert.

Außerdem existiert für sie noch keine aktuelle geschichtliche Darstellung.

Es folgen dann – soweit die Zeit reicht – **Bild- und Bewegtbild-Speicherungen**.

Des Umfanges wegen **entfallen alle manuellen Methoden**,

wie Ziffern, Zahlen, Alphabet, Schriften, Noten, Zeichnen, künstlerische Tätigkeiten, Plastiken usw.

Sie sind ausführlich in meinem Handbuch Speicher Bd. 1 und 2. enthalten.

Auch **nicht einbezogen** werden die späteren **digitalen Methoden**,

wie elektronische Speicher, Disketten, Festplatten, CD usw.

Bei Schall besonders **MP3** usw.

Beim **Bild** Scanner, elektronische Fotografie, Video, Projektion, Panals usw.

Vorrausichtlich entfallen weiter viele **physiologischen Grenzen** von Hören, Sehen usw.

Sowie die **elektronischen Aufnahmetechniken** einschließlich Mikrofone und

Wiedergabetechniken einschließlich Kopfhörer, Lautsprecher usw.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Vom Schall

Schall leitet sich aus **althochdeutsch** scal, scellan tönen, lärmern ab.

Sein **physikalischer Inhalt** wurde besonders spät ergründet.

Für ihn ist der **zeitliche Ablauf** wesentlich.

Daher war es auch **technisch besonders schwierig**, ihn zu speichern und wiederzugeben.

So entstanden vorher **viele indirekte Methoden**.

Hierfür stehen gefundene **Musikinstrumente** bereits aus der Steinzeit (Handbuch Speicher Bd. 1).

Bei der Jagd usw. dürften unsere frühen Vorfahren sehr wahrscheinlich auch **bewusst Geräusche eingesetzt** haben.

Doch **Nichts** weist darauf hin, dass solche **Schalle irgendwie „technisch“ gespeichert** wurden.

Sie mussten im **individuellen Gedächtnis** behalten werden oder später indirekt mittels **Bild** und **Schrift** erinnert werden.

Entwicklungsgeschichtlich auffällig ist:

- Die meisten Lebewesen besitzen **Organe für Licht** und höhere Lebewesen sogar **Augen**.
Selbst **Pflanzen** reagieren z. B. mit Ausrichtung ihrer Blätter und Blüten auf Licht.
Licht ist außerdem eine wichtige Energie-Quelle fürs Leben, insbesondere bei Pflanzen (**Photosynthese**).
- Eigentliche **Hörorgane** kommen dagegen nur bei Wirbeltieren und einigen Insekten vor.
Diese Lebewesen erzeugen dann vielfach auch absichtlich differenzierten Schall.
Vögel grenzen so z.B. ihr Revier ab. Höhere Wirbeltiere können sich so sogar **untereinander verständigen**.
- Lediglich **Infraschall**, insbesondere **Erschütterungen** usw. werden jedoch bei mehreren Lebewesen registriert.
Quallen mittels der Resonanz ihrer Glocke. Zuweilen kommt, wie bei den Fledermäusen, auch **Ultraschall** vor,

Im Folgenden interessiert jedoch nur der für den **Menschen wahrnehmbare Schall** von etwa 20 - 20 000 Hz.

Ergänzungen zum Schall

Schall ist immer nur **sequentiell erfahrbar**.

Für $\Delta t \rightarrow 0$ ist bestenfalls der momentane **Luftdruck** messbar.

Seinen Einfluss „fühlen“ wir bei **Höhenunterschieden** oder im Flugzeug als Verschlechterung des Hörens

Es gibt als **keinen „Einzelschall“**, aus dem der Schallablauf zusammensetzbar ist.

Es wird immer ein relativ schneller **zeitlicher Verlauf** als Änderung bzw. Schallreiz gehört.

Das bedeutet, dass bei Hören immer als Vergleich zum **zurückliegenden Schall erfolgt**.

Hierbei ist daher zumindest ein **Kurzzeitgedächtnis** notwendig.

Erst so können wir unterschiedliche **Schallaspekte**, wie Ton, Klang, Akkord, Melodie, Hall und Geräusch wahrnehmen.

Auch **Richtungshören, Raumakustik** (Nachhall) usw. verlangen die Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs.

Daher ist auch die **neuronale Verarbeitung** für Schall besonders kompliziert.

Während die Hörbahn über **7 neuronale Umschaltstellen** verläuft, sind es bei der Sehbahn nur 6.

Außerdem ist die **zeitliche Auflösung** des Gehör größer als auf allen anderen Sinnesbahnen ist.

Zwei Schallsignale können wir bereits ab **3 ms** deutlich unterscheiden. Ansonsten sind es mindestens 20 ms.

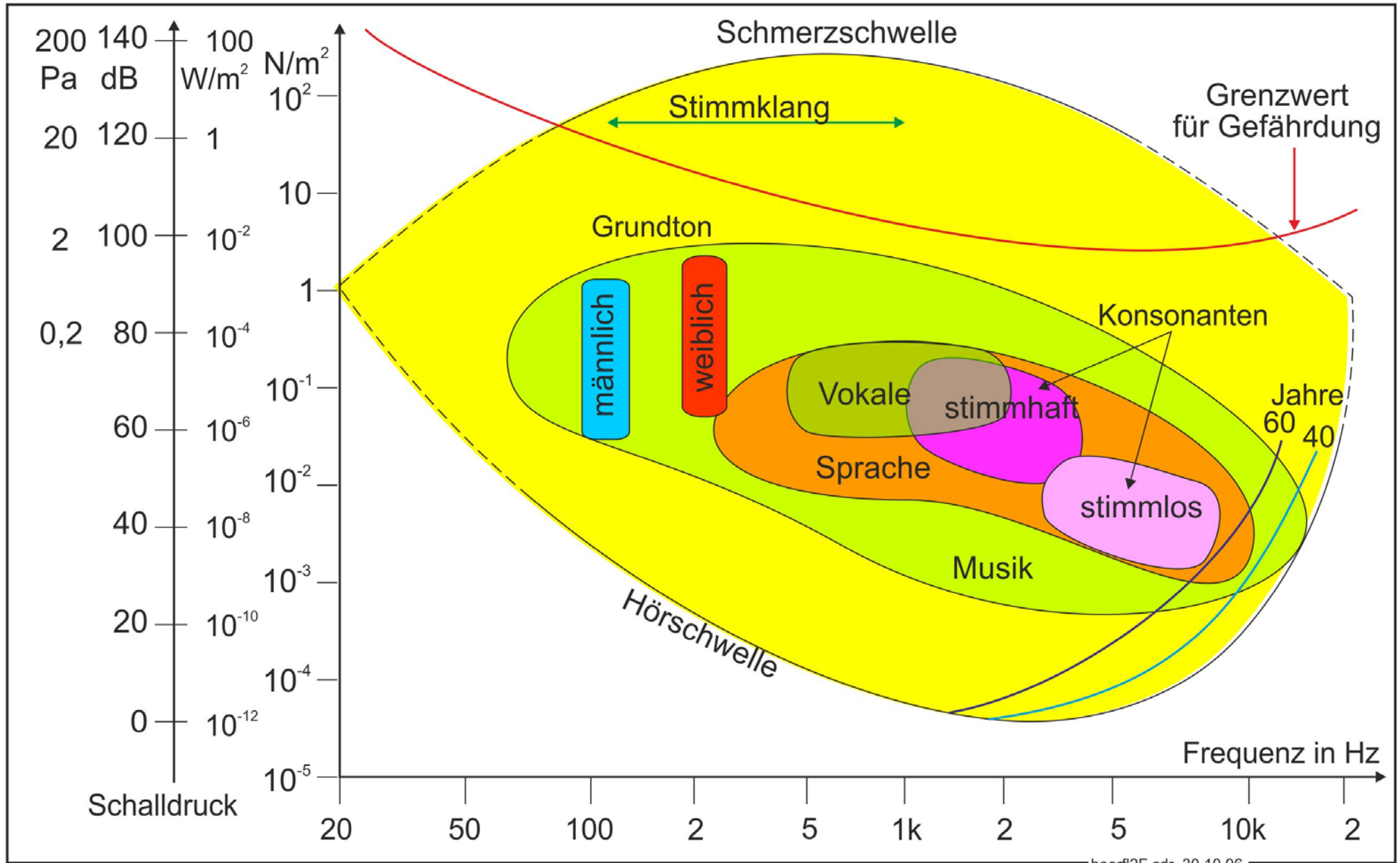
Je nach der geforderten Qualität verlangt Schall 5 000 bis 100 000 „Messwerte“ (Samples) je Sekunde.

Für Schall ist es typisch, dass wir immer sofort und primär die **Gesamtheit** des Schalls als **Sprache, Musik** usw. hören. **Einzelheiten** wie Tonhöhe, Takt, Rhythmus, Nachhallzeit, Lautstärke usw. müssen erst **erlernt werden**.

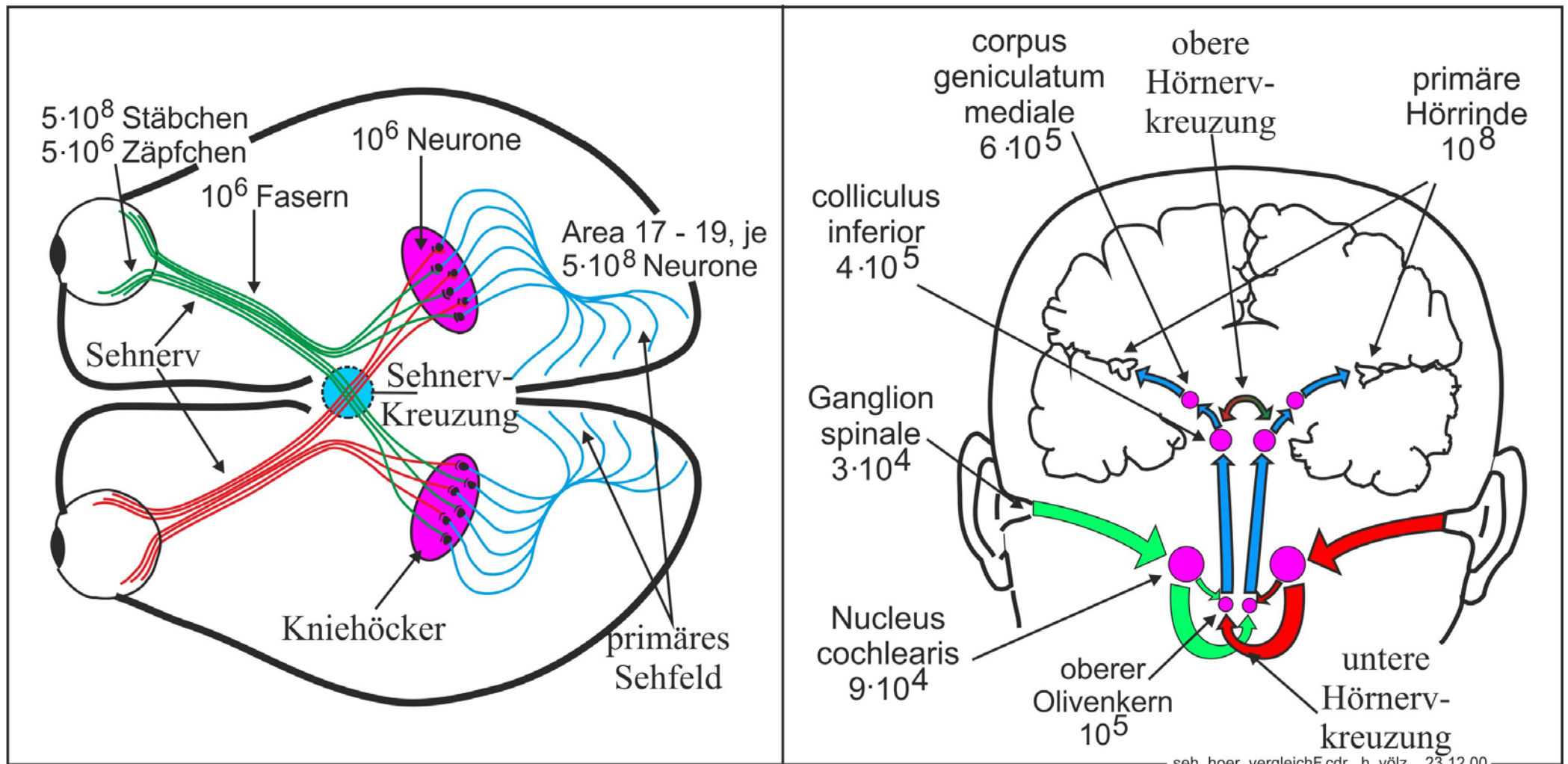
Bedeutsam ist weiter, dass ein Kind bereits **im Mutterleib** – als fast einzigen Außenreiz – Schall recht gut wahrnimmt.

So soll **Musikalität** deutlich gefördert werden, wenn ein Kind bereits im Mutterleib viel entsprechende Musik hört.

Auffällig ist, dass **taubstumm** eine wesentlich stärkere Behinderung als blind ist.



hoerfl2F.cdr 30.10.96



Früher Umgang mit Schall

Gewiss wussten einige Menschen schon *im Altertum intuitiv* mit Schall umzugehen. Sie leiteten ihn z.B. für *religiöse Zwecke* so durch Kanäle und Rohre, dass er von einem Heiligtum zu kommen schien. Durch ähnliche „Tricks“ konnten diese Objekte scheinbar sogar Fragen beantworten. Sehr früh waren auch mehr oder weniger zufällig *Flüsterecken* usw. entdeckt worden. Doch was *Schall eigentlich* ist, blieb sehr *lange unklar*.

Besonders herausragend ist deshalb PYTHAGORAS (um 570 bis circa 500 v. Chr.). Er fand den Zusammenhang zwischen der Saiten- bzw. Pfeifenlänge mit den musikalischen Tonhöhen und Intervallen. VITRUV (eigentlich Marcus Vitruvius Pollio; 1. Jh. v. Chr.) benutzte bereits die Oberflächenwellen des Wassers zur Veranschaulichung von Wellen im Raum. Das bezog er allerdings nicht auf Schall. QUINTILIAN (um 35 bis ca. 96 n. Chr.) hat wenig später akustische Resonanzen mittels Strohalmstückchen beobachtet.

Beginn der Akustik

Griechisch *akouein* hören. Sie ist die Lehre vom Schall und entstand erst ab Mitte des 17. Jh.

Wahrscheinlich angeregt durch Gewitter schlug FRANCIS BACON (Baco von Verulam; 1561 - 1626) vor, den zeitlichen Abstand von Blitz und Knall bei Kanonen zur Bestimmung der **Schallgeschwindigkeit** zu nutzen.

Das gelingt MARIN MERSENNE (1588 - 1684) und PIERRE GASSENDI (1592 - 1655).

Die Messungen mussten aber noch durch Abzählen der Pulsschläge erfolgen.

Denn hinreichend genaue Pendeluhrn wurden erst ab 1656 durch CHRISTIAAN HUYGENS (1629 - 1695) verfügbar.

MERSENNE'S Ergebnisse zur Akustik sind im „Harmonicarum Libre“ bzw. in den beiden Bänden „Harmonie universelle“ (1636/37) enthalten.

Er hat auch den, für die Musik wichtigen Zusammenhang von **Tonhöhe und Frequenz**, sowie deren Abhängigkeit von Material, Länge, Dicke und Spannung einer schwingenden Saite ermittelt.

Ähnliche Ergebnisse sind z. T. auch 1638 in den „**Discorsi**“ von GALILEO GALILEI (1564 - 1642) enthalten.

Wichtig für die Akustik ist auch der Beginn der **Vakuumtechnik** um 1644 durch EVANGELISTA TORICELLI (1608 - 1647). Sie bewiesen nämlich, dass für die „Schall-Ausbreitung“ Luft notwendig ist.

Wesentliche Fortschritte entstehen vor allem durch **Athanadius Kircher** (1602 - 1680).

Sie sind in seinen Werken „Misurgia Universalis“ von 1650 und „Phonurgia nova“ von 1678 niedergelegt.

U. a. enthalten sie die Bedeutung des **Schalltrichters** und **musiktheoretische** Betrachtungen.

Hierdurch erlangte das **HUYGENS'sche Prinzip** der Wellenausbreitung des Lichts von 1678 Bedeutung für die Akustik. So wird Schall **erstmalig als Schwingung der Luft erkannt**.

Schall wird sichtbar

Erstmalig wurden Schallschwingungen 1787 von ERNST FLORENZ FRIEDRICH CLADNI (1756 - 1827) sichtbar gemacht. Er benutzte Metallplatten, die meist in der Mitte fest eingespannt und mit feinem Sand bestreut waren. Mit einem Geigenbogen wurden sie an der Seite zum Schwingen angeregt, Dabei sammelte sich der Sand an den nichtschwingenden, ruhenden „Knoten“. Es entstanden so die **CLADNischen Figuren** wie sie das folgende Bild zeigt. CLADNI fasste die Ergebnisse 1802 in seinem Lehrbuch „Die Akustik“ zusammen.

Ein besonders übersichtliches Experiment führte 1830 WILHELM WEBER (1804 - 1891) durch (Bild b). An einer feststehenden **Stimmgabel** ist eine Schweineborste befestigt. Wenn sie schwingt wird darunter eine berußte Glasplatte schnell (einige m/s) hinweg gezogen. So wird die Schwingung der Stimmgabel deutlich sichtbar. Zuvor hatte 1807 THOMAS YOUNG (1773 - 1829) ähnliches mit rotierendem russbeschichtetem Zylinder durchgeführt. Das ist in „A course of lectures on natural philosophy and mechanical arts“ beschrieben.

1844 realisierte WERTHEIM eine **Aufzeichnung von Luftschall** mittels eines Schreibstiftes. Genauer ist der Versuch von LEON SCOTT für die Aufzeichnung von Sprachschwingungen beschrieben. Seinen Phonautograph von 1855 (Patent von 1857) zeigt Bild d. Am Ende eines Trichters befindet sich eine Membran mit einem Stift, der auf die berußte Trommel schreibt. Dieses Gerät wurde 1859 – nicht von SCOTT sondern für ihn – vom Akademiemitglied JULES ANTOINE LISSAJOUS (1822 - 1880) der Pariser Académie des Sciences vorgeführt und erlangte größte Anerkennung.

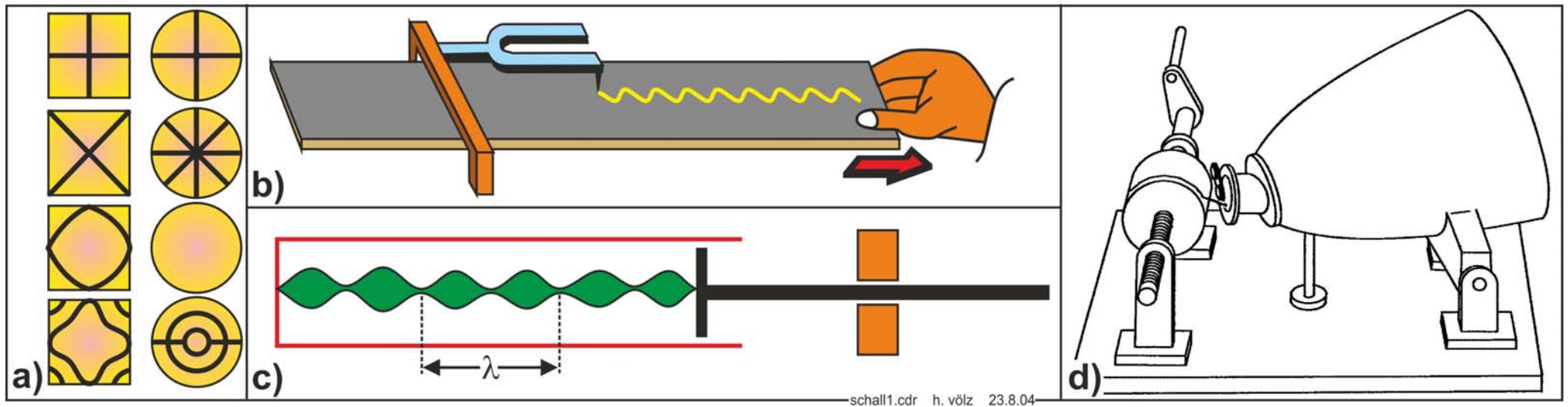
Fortsetzung sichtbarer Schall

Stehende Schallwellen in Luft wies 1866 AUGUST ADOLPH EDUARD EBERHARD KUNDT (1839 - 1894).

In seinem **KUNDTschen Rohr** (Bild c) befindet sich Korkstaub.

Durch den verschiebbaren Kolben wurde die Röhre auf Resonanz mit dem Schall abgestimmt.

Dann ordnete sich der Staub – ähnlich den CLADNischen Figuren – in der Umgebung der Knoten an.



1878 gelang ALEXANDER BLAKE auch eine **fotographische Aufzeichnung** von Schall.

Hierzu verwendete er einen Spiegel, der von Schall getroffen wurde.

Ein so abgelenkter Lichtstrahl traf eine bewegte Fotoplatte.

Noch sehr lange Zeit ermöglichten alle Schallaufzeichnungen – selbst unterm Mikroskop betrachtet – **keine Wiedergabe**.

Zum Hören

1822 führte JEAN-BAPTISTE JOSEPH BARON DE FOURIER (1768 - 1830) die theoretisch wichtige **FOURIER-Analyse** ein. Hierauf begründete 1827 GEORG SIMON OHM (1789 - 1854) sein Gesetz der Akustik = OHM-HELMHOLTZ-Gesetz.

Es sagt aus, dass unser Ohr von jedem Tongemisch die **einzelnen Frequenzen getrennt** empfindet.

1863 erschafft HERMANN LUDWIG FERDINAND VON HELMHOLTZ (1821 - 1894)

„Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“

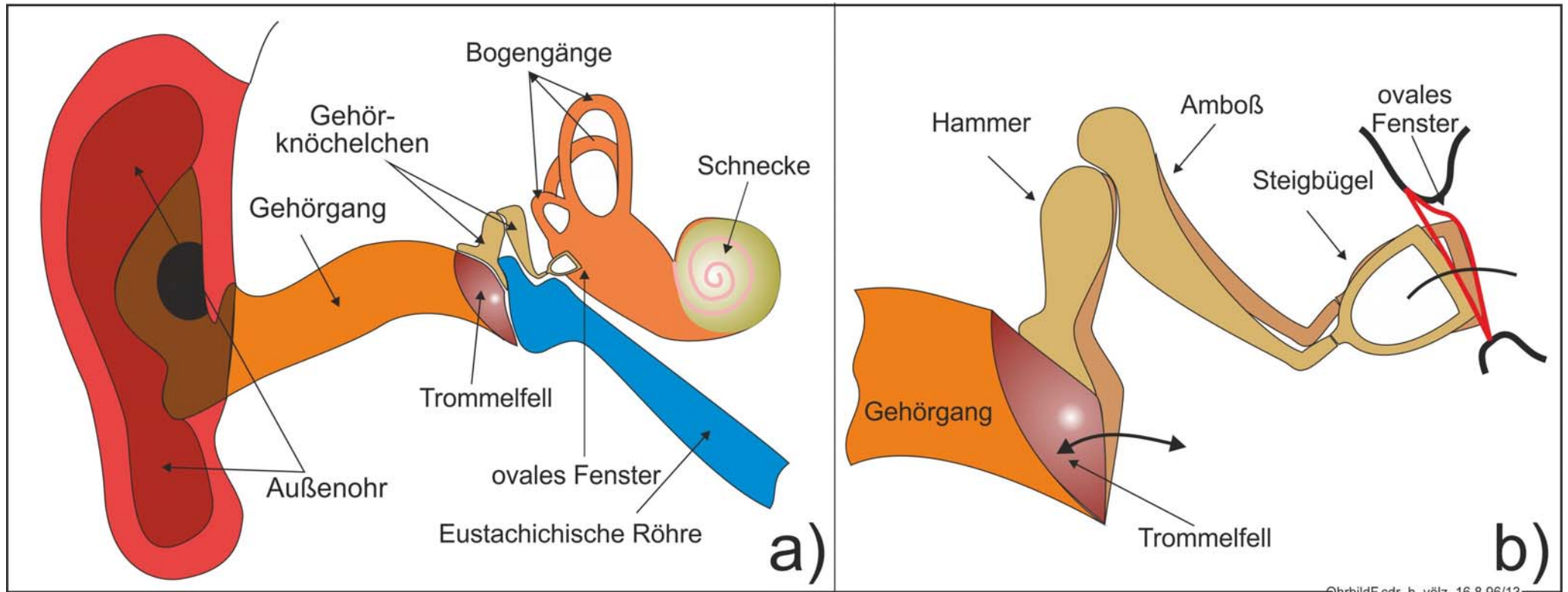
Er nahm an, dass unser **Ohr resonanzartig** reagiert.

1877 schrieb zusammenfassend JOHN WILLIAM LORD VON RAYLEIGH (Strutt; 1848 - 1919) „Theorie des Schalles“.

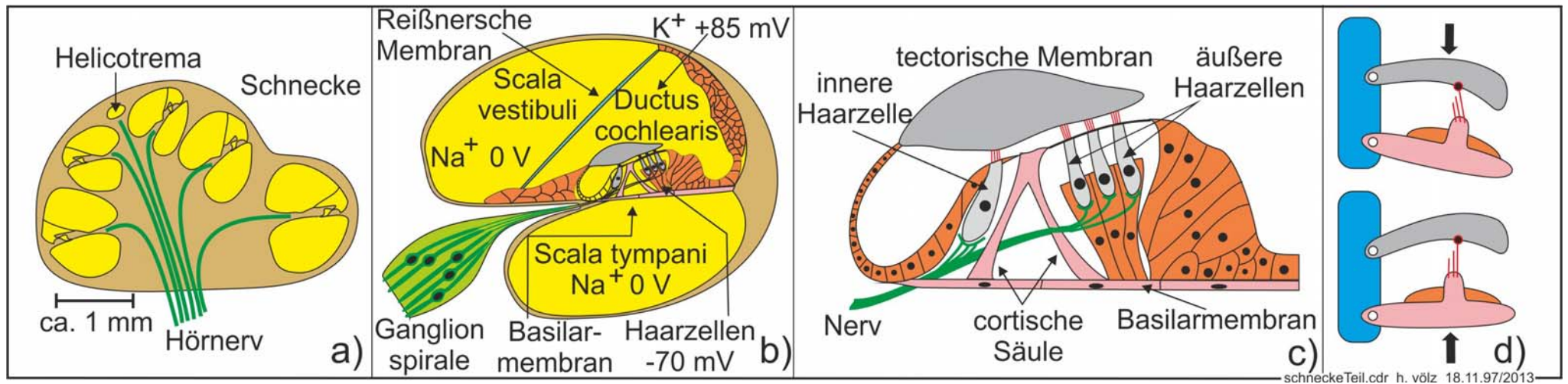
Wichtige Anwendungen für die Hörprüfung entwickelte ERNST HEINRICH WEBER (1795 - 1878).

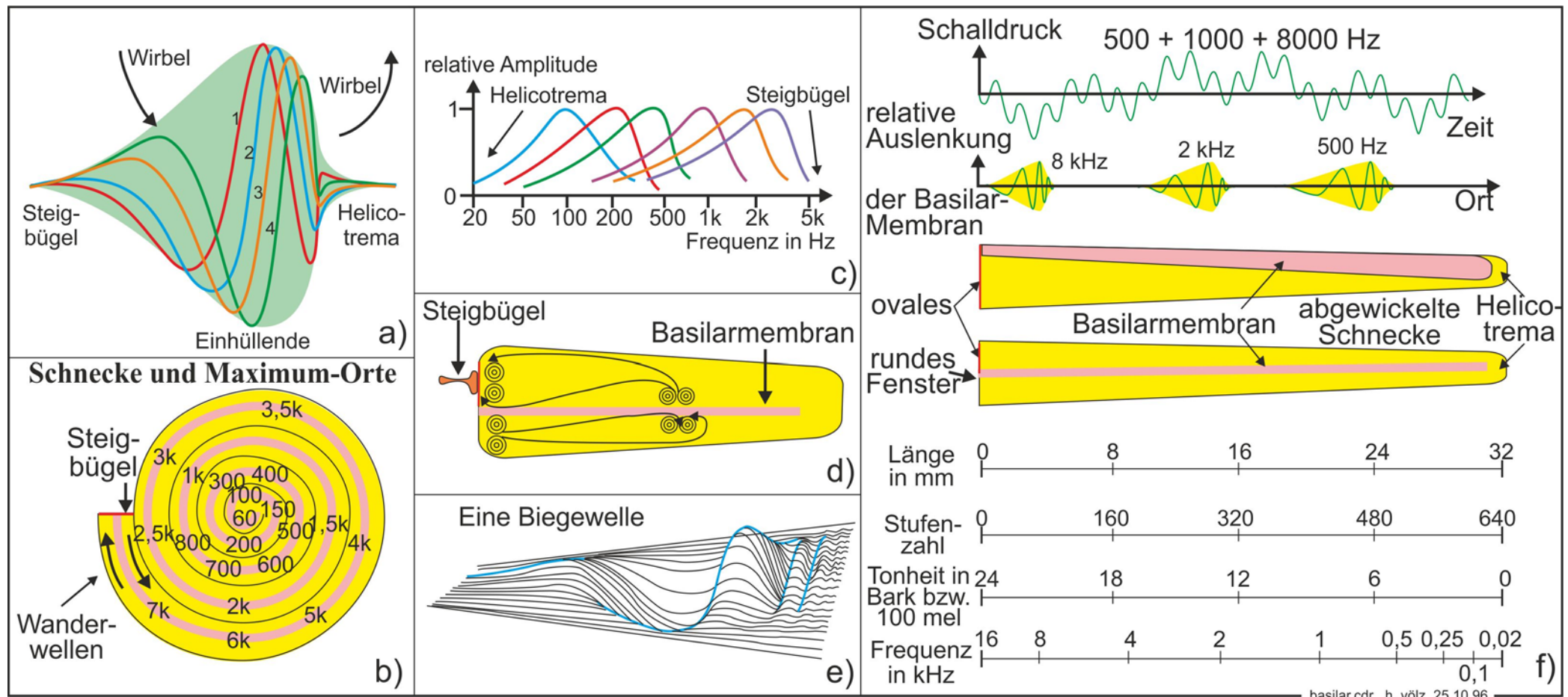
Erst um 1928 wird die Resonanztheorie durch die **Wanderwellentheorie** von GEORG VON BÉKÉSY (1899 - 1972) revidiert. Auf der Basilarmembran entstehen wandernde Biegewellen.

Details hierzu in „Mensch - Technik - System“ S. S. 45 ff.



ÖhrbildF.cdr h. vözl 16.8.96/13





Stereo- und Richtungshören

Noch 1838 **bestritt** ALEXANDER BAIN (1818 - 1903), dass hierzu unsere **beiden Ohren** zusammenwirken.

Er behauptete sogar, dass wir überhaupt keine Richtungen hören könnten.

Um 1840 widerlegte dies ERNST HEINRICH WEBER durch Experimente mit zwei unterschiedlich **tickenden Uhren**.

1876 stellte dann RAYLEIGH umfangreiche **Versuche auf einer Rasenfläche** in Cambridge an.

Mit geschlossenen Augen stellte er sich in einen Kreis, den seine Assistenten mit Stimmgabeln um ihn bildeten.

Stets konnte er den Ort der angeschlagenen Stimmgabel ziemlich genau angeben.

Lediglich für exakt vorn und hinten war die Ortung unsicher.

Weiter stellte er fest, dass **ein hoher Ton besser als ein tiefer** zu lokalisieren ist.

U. a. gingen hieraus seine beiden Bände der „The Theory of Sound“ hervor.

1905 entstand seine **Phasentheorie für das stereophone Hören**.

Danach ist der Zeitunterschied wesentlich, mit dem der Schall zu den beiden Ohren gelangt.

Bereits 1880 entstand das „Topophon“ mit **erweiterter Hörbasis**.

Zwei, etwa 1 m voneinander entfernte Trichter nahmen den Schall auf und führten ihn über Schläuche zu den Ohren.

So war es möglich, im Nebel **Notsignale von Schiffen** genauer zu orten.

Am 30.8.1881 erfolgte durch CLEMENT ADER (1841 - 1925) eine weitere Anwendung.

Mittels zwei Mikrofonen (rechts und links vom Souffleusekasten) übertrug er über zwei Telefonleitungen eine Aufführung der **Pariser Oper stereophon**.

Trotzdem blieb es bis vor etwa 30 Jahren unklar, wie wir **vorn ↔ hinten** sowie **oben ↔ unten** unterscheiden.

Hieran sind sowohl **Reflexionen an den Ohrmuscheln** als auch der Schall durch die **Nase** beteiligt.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Utopien zur Wiedergabe

Die Wiedergabe von Schall war sei jeher **gewünscht**, obwohl die **Hoffnung** dafür sehr gering war. So schrieb 399 AURELIUS AUGUSTINUS (354 - 430):

„Was immer ertönt, geht vorbei, und man wird darin nichts finden, das man wieder in Gebrauch nehmen könnte.“

Nach dem Mittelalter entstanden mehrfach phantastischen Ideen und Geschichten.

FRANÇOIS RABELAIS (um 1494 - 1553) schrieb in seinem 5-bändigen Werk „Gargantua und Pantagruel“ (1532 - 1562). Von einer Schlacht auf dem Eismeer, wo eingefrorene Sätze wieder **auftauern**:

„Ich möchte mir einige Schimpfworte aufheben, so wie man sich Schnee und Eis den Sommer über aufbewahrt“

1579 folgte (1589) der Naturwissenschaftler GLAMBATTISTA DELLA PORTA in seinem Werk „Physia“:

*„Ich erwog Worte, die unterwegs gesprochen werden, in **Bleiröhren** [Fett H. V.] einzufangen und sie, solange es mir beliebt, verschlossen aufzubewahren. Die Worte schallen erst bei öffnen des Deckels heraus.“*

1612 (1619) äußerte sich der JOHANNES KEPLER zur Schallspeicherung:

„Man wird dereinst auch Sprechmaschinen bauen können, doch werden diese einen schnarrenden Klang haben“.

Für so genannte „**tönende Schwämme**“ existieren sogar zwei Varianten.

1. In der Bibliothek Nationale zu Paris befindet sich ein dünnes Büchlein „Le Courier Véritable“ (Verfasser unbekannt). Am 23.4.1632 berichtet hierin ein Australienforscher von einem Land, wo Menschen mit blauschwarzer Haut leben. Es wachsen hier Schwämme, die alle Töne, auch Sprache aufsaugen, und sie wieder ausdrücken lassen.
2. 1632 berichtet in „Wahrhafter Kurier“ ein Kapitän VOSTERLOK, ähnliches über südamerikanische Indianerstämme.

Utopien 2

SAVINIEN CYRANO DE BERGERAC (eigentlich Hector-Savinien de Cyrano; 1619 - 1655) schreibt im Roman „L'Histoire comique des états et empires de la lune“ (erscheint 1656 nach seinem Tode) über Mondbewohner.

Sie besitzen geheimnisvolle Bücher mit einem feinen Mechanismus.

Eine Nadel, die über die Buchstaben gleitet, erzeugt Sprache und Musik. So lesen sie mit den Ohren.

Der Chemiker JOHANN JOACHIM BECHER (1635 - 1682) behauptete 1682:

Der Nürnberger Optiker F. GRÜNDLER hat mit einem Stentrophonium versucht, Worte mittels einer Spirallinie in einer Flasche so zu verschließen, dass sie öffnen wieder ertönen.

LEONHARDT EULER (1707 - 1783) schrieb 1761:

„Es wäre wohl eine der wichtigsten Entdeckungen, wenn man eine Maschine bauen könnte, die imstande wäre, alle Klänge unserer Worte mit allen Artikulationen nachzuahmen. Die Sache scheint mir nicht unmöglich.“

Gut bekannt ist die Idee von KARL FRIEDRICH HIERONYMUS FREIHERR VON MÜNCHHAUSEN (1720 - 1797).

Seine ersten „Lügengeschichten“ erschienen 1781/83 in der Zeitschrift „Vademecum für lustige Leute“ noch anonym.

1785 gab RUDOLPH ERICH RASPE in London „Baron Münchhausen's narrative of his marvellous travels and campaigns in Russia“ heraus. Sie übertrug 1786 **Gottfried August Bürger** (1747 - 1792) ins Deutsche und fügte selbst noch einige hinzu:

„Wunderbare Reisen zu Wasser und Lande, Feldzüge und lustige Abenteuer des Freyherrn von Münchhausen“.

Die 5. Geschichte heißt „Abenteuer während der Gefangenschaft bei den Türken“.

Im Teil: „Er kehrt in seine Heimat zurück“ steht der folgende Text:

Aus Münchhausen

Ich mußte, weil mein Litauer in der Türkei geblieben war, mit der Post reisen. Als sichs nun fügte, daß wir an einen engen hohlen Weg zwischen hohen Dornhecken kamen, so erinnerte ich den Postillion, mit seinem Horne ein Zeichen zu geben, damit wir uns in diesem engen Passe nicht etwa gegen ein anderes entgegenkommendes Fuhrwerk festfahren mochten. Mein Kerl setzte an und blies aus Leibeskräften in das Horn, aber alle seine Bemühungen waren umsonst. Nicht ein einziger Ton kam heraus, welches uns ganz unerklärlich, ja in der Tat für ein rechtes Unglück zu achten war, indem bald eine andere uns entgegenkommende Kutsche auf uns stieß, vor welcher nun schlechterdings nicht vorbeizukommen war. Nichtsdestoweniger sprang ich aus meinem Wagen und spannte zuvörderst die Pferde aus. Hierauf nahm ich den Wagen nebst den vier Rädern und allen Päckereien auf meine Schultern und sprang damit über Ufer und Hecke, ungefähr neun Fuß hoch, welches in Rücksicht auf die Schwere der Kutsche eben keine Kleinigkeit war, auf das Feld hinüber. Durch einen andern Rücksprung gelangte ich, die fremde Kutsche vorüber, wieder in den Weg. Darauf eilte ich zurück zu unsern Pferden, nahm unter jeden Arm eins und holte sie auf die vorige Art, nämlich durch einen zweimaligen Sprung hinüber und herüber, gleichfalls herbei, ließ wieder anspannen und gelangte glücklich am Ende der Station zur Herberge. Noch hätte ich anführen sollen, daß eins von den Pferden, welches sehr mutig und nicht über vier Jahre alt war, ziemlichen Unfug machen wollte. Denn als ich meinen zweiten Sprung über die Hecke tat, so verriet es durch sein Schnauben und Trampeln ein großes Mißbehagen an dieser heftigen Bewegung. Dies verwehrte ich ihm aber gar bald, indem ich seine Hinterbeine in meine Rocktasche steckte. In der Herberge erholten wir uns wieder von unserm Abenteuer. Der Postillion hängte sein Horn an einen Nagel beim Küchenfeuer, und ich setzte mich ihm gegenüber. Nun hört, ihr Herren, was geschah! Auf einmal gings: Tereng! tereng! teng! teng! Wir machten große Augen und fanden nun auf einmal die Ursache aus, warum der Postillion sein Horn nicht hatte blasen können. Die Töne waren in dem Horne festgefroren und kamen nun, so wie sie nach und nach auftaueten, hell und klar zu nicht geringer Ehre des Fuhrmanns heraus. Denn die ehrliche Haut unterhielt uns nun eine ziemliche Zeitlang mit der herrlichsten Modulation, ohne den Mund an das Horn zu bringen. Da hörten wir den preußischen Marsch - Ohne Lieb und ohne Wein - Als ich auf meiner Bleiche - Gestern abend war Vetter Michel da - nebst noch vielen andern Stückchen, auch sogar das Abendlied: Nun ruhen alle Wälder. - Mit diesem letzten endigte sich denn dieser Tauspaß, so wie ich hiermit meine russische Reisegeschichte.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Frühe absichtliche Schallerzeugungen

In der **Natur** auftretender Schall ist häufig ein **Hinweis auf Etwas**, u.a. für eventuelle Gefahren oder mögliche Beute. Spätestens in der **Steinzeit** erzeugte der Mensch **spezielle Schallsignale**. z. B. zum Wecken, als Hinweis oder Zeitzeichen. Hierzu entstanden sehr spezielle Instrumente, wie **Flöten und Trommeln**, die oft für Feste genutzt wurden. Bald entstanden daraus automatisch ausgelöste Einrichtungen, die vor allem **Priester** verwendeten. Sie bewirkten damit mythischen Zauber, u. a. um Ehrfurcht vor Gottheiten zu bewirken.

Die ersten **Glocken** gab es schon um 3 000 v.Chr. in Südostasien und China.

Im chinesischen Musiksystem dienten sie zur Festlegung der Intervalle.

Kleine Glöckchen wurden auch als Amulett gegen böse Geister, Menschen und Tiere getragen.

Die ältesten, bekannten Klangerzeuger mit mehreren Tönen sind **Äolsharfen** (griechischer Gott der Winde ist Aeolus).

Sie werden durch den Wind zu zufälligen Klängen angeregt.

Eine solche **Windharfe** (Kinnor) hing bereits über dem Bett von König DAVID (ca. 1004 - 965 v. Chr.).

Um 500 v. Chr. dürfte aus den Glocken die aus Ton hergestellten **Äols-Glocken** hervorgegangen sein.

Durch Wind werden sie von Außen mit einem Klöppel angeschlagen.

Frühe „nützliche“ Einrichtungen

Bereits PLATON (427 - 347 v. Chr.) besaß eine *Weck- und Nachtuhr*.

Dabei wurde ein Behälter so langsam mit Wasser aufgefüllt, dass er etwa alle sechs Stunden überlief.

Die dabei verdrängte Luft eines zweiten Gefäßes bewirkte einen Flötenton.

Auch ARCHIMEDES (287 - 212 v. Chr.) hat sich eine ähnliche Uhr gebaut.

Beim stündlichen Überlauf fiel eine kleine Kupferkugel aus dem Schnabel eines künstlichen Raben auf ein Zymbal.

Gleichzeitig wurden zwei künstliche Schlangen und pfeifende Sperlinge bewegt.

Ab etwa 200 v. Chr. wurden im Mittelmeerraum Glocken als *automatische Zeitgeber* eingesetzt.

Aus ihnen hat sich später sehr wahrscheinlich die *römische Türglocke* entwickelt.

Erstaunlich ist, dass erst im 12. Jh. EUSTATHIUS aus Thessaloniki den *Wind als Antriebskraft* für die Windspiele erkennt.

Vögel- und Musikautomaten

Um 500 v. Chr. dürften es zwitschernde, **künstliche Singvögel** im Kaiserpalast Chinas vorhanden gewesen sein. Spätere Varianten werden PHILON VON BYZANZ (≈3. Jh. v. Chr.) und HERON VON ALEXANDRIA (20 - 62) zugeschrieben. Auch hier wird der Wasserüberlauf und Luftaustritt betritt benutzt.

Um 246 v. Chr. entstand eine **hydraulische Wasserorgel** „Hydraulis“ mit offenen und gedackten Pfeifen sowie Registern. Sie wird KTESIBIOS von Alexandria (ca. 300 - 250 v. Chr.) zugeschrieben, der auch mehrere andere Automaten gebaut hat. Vieles dazu schrieb 30 v. Chr. VITRUV (eigentlich Marcus Vitruvius Pollio; 84 v. - 26 n. Chr.) in „De architectura“.

Weitere Konstruktionen stammen von PHILON VON BYZANZ (3. Jh. v. Chr.) + HERON VON ALEXANDRIA (1. Jh. n. Chr.).

Wahrscheinlich gehörten bei den arabischen Kalifen **Automaten mit Vogelgezwitscher** zur Grundausstattung der Paläste.

So berichtet der Geschichtsschreiber ISMAIL IN ALI ABU'L FEDA (14. Jh.) aus Damaskus:

Die drei Brüder MUHAMMAD (? - 873), AHAMAD und HASAN MUSA (Banu Musa) bauten unter Leitung von TAGIAL-DINI FARABI für den Kalifen von Bagdad ABDALLAH AL-MAMÛN (regierte 813 - 833) wahrscheinlich das erste automatische **Musikinstrument** mit Steuerung durch **Stiftwalzen**.

Hier bewegten sich goldene und silberne Vögel auf wiegenden Bäumen und sangen dabei kunstvolle Melodien.

Auch der Kaiser THEOPHILOS IKONOMACHOS soll um 835 zwei derartige Automaten besessen haben.

Die ließ allerdings sein Sohn, der byzantinische Kaiser Michael III. einschmelzen.

Einen weiteren Automaten mit ≈1400 kg und 18 Ästen besaß um 917 der Kalif AL MUQTADIR.

Spätere Vögel-Automaten

Noch um 1250 schreibt ALBRECHT SCHARFENBERG im Ritterroman „Der jüngere Titurel“ über solch Vogelgezwitscher. Auch PIERRE JAQUET DROZ (1721 - 1790) soll noch künstliche Kanarienautomaten in das Serail des Türkischen Kaisers geliefert haben.

1789 berichtet „Journal des Luxus und der Moden“: Hauptabnehmer der Tiroler ***Vogelhändler*** wohnen in Konstantinopel.

Doch ***nicht nur die Türken*** usw. bauten solche Vögel-Automaten.

So fanden die Spanier zu ihrem großen Erstaunen im kaiserlichen Palast von Tenochtitlán (**Mexiko**) programmgesteuerte goldene Papageien.

Diese Stadt des Aztekenreiches wurde 1235 gegründet und 1521 vom spanischen Eroberer HERNÁN CORTÉS (1485 - 1547) völlig zerstört.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Vortäuschungen der menschlichen Stimme

Es gibt zumindest drei Gründe, die menschliche Stimme (Sprache/Gesang) – technisch nachzubilden, vorzutäuschen.

1. Im Altertum beabsichtigten **Priester** auf diese Weise ihre **Gläubigen** zu überzeugen.
2. Zu Beginn der Mechanisierung war damit **hohe Anerkennung** erreichen.
3. Erst sehr viel später kamen (negative) **ethische Aspekte** hinzu.

Die **folgenden Beispiele** zeigen, wie wichtig, verführerisch und interessant immer sprechende Maschinen waren.

Die älteste Beschreibung betrifft die **altägyptischen Memmonsäulen** von 1490 v. Chr.

Bei ANAXAGORAS (um 500 bis 428 v. Chr.) steht: „Die eine singt mit künstlicher Stimme, während die andere zuhört.“ Wahrscheinlich war in der einen Säule zeitweilig ein Mensch versteckt.

Am Hofe des 2. römischen Königs POMPILIUS NUMA (715 - 676/672 v. Chr.) soll es einen **künstlichen Kopf** gegeben haben, der den Namen des Königs **lautstark rufen** konnte.

Gemäß XENOPHON (um 430 bis 355 v. Chr.), hat König DAREIUS I. (550 - 486 v. Chr.) eine „Maschine“ besessen haben: Sie tönte laut und hohl, als ob jemand aus einem tiefen Keller spräche.

Wahrscheinlich handelte es sich um eine Theater-„Inszenierung“, bei der im Keller ein verborgener Schauspieler sprach. Der Schall wurde dann vermutlich über ein **tönernes Gefäß** nach „oben“ geleitet.

Solche Gefäße waren **zur Verstärkung** der Sprache in den griechischen und römischen Theatern – ähnlich wie heute zuweilen noch Schalltrichter – in Gebrauch.

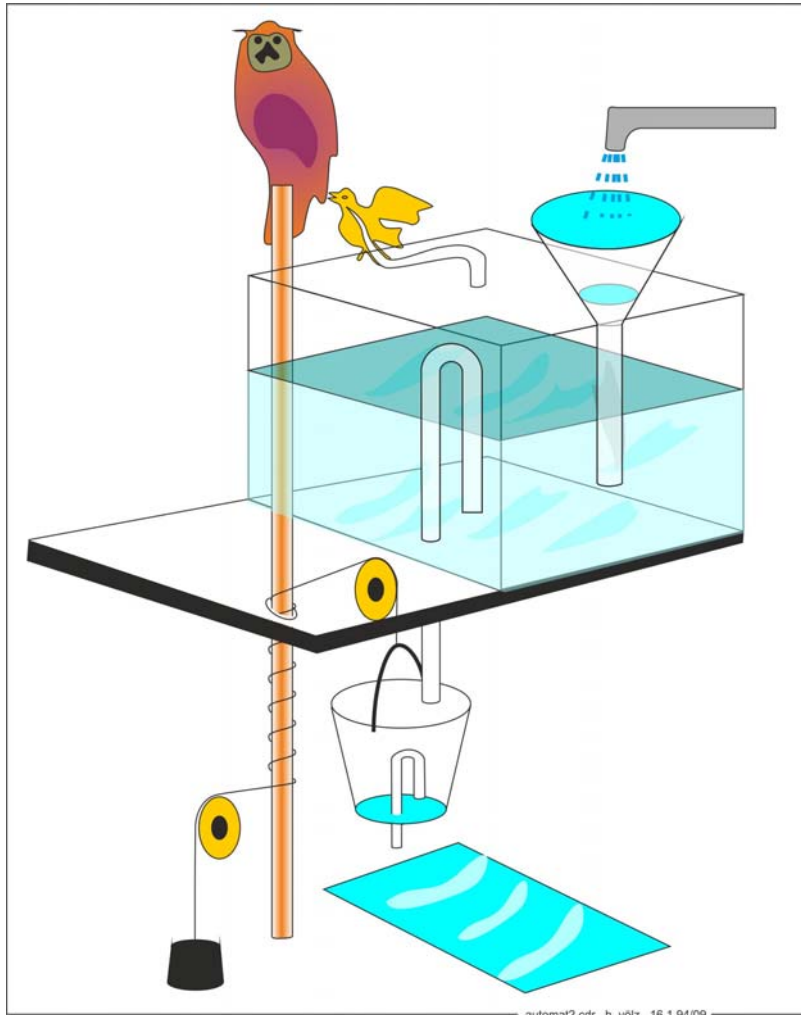
Sprechende Maschinen

Um 1250 soll der Theologe ALBERTUS MAGNUS (≈1200 - 1280) einen sprechenden *metallischen Diener* besessen haben. Seine Geschwätzigkeit soll THOMAS VON AQUIN (1224/5 - 1274) so gestört, dass er ihn mit einem Hammer zerschlug. ROGER BACON (um 1214 bis nach 1292) soll einen eisernen Zwerg hergestellt haben, der einige Sätze sprechen konnte. Vielleicht war in ihm ein Kind verborgen.

Ziemlich perfekt setzte der Jesuit ATHANASTUS KIRCHER (1602 - 1680) die *Täuschung für kirchliche Zwecke* ein. Im Museo Kircheriano (Rom) stellte er Büsten, Köpfe auf, die über unsichtbare Röhren zu einem Kellerraum führten. Dort hielt sich ein Mann auf, der auf Fragen der Besucher passende oder verblüffende Antworten gab. KIRCHER versuchte auch wirklich sprechende Maschine *zu bauen*. Er beschreibt das 1650 in „Musurgia universalis“. Sein Ergebnis: „menschlichen Worte lassen sich nicht bannen und einfangen.“

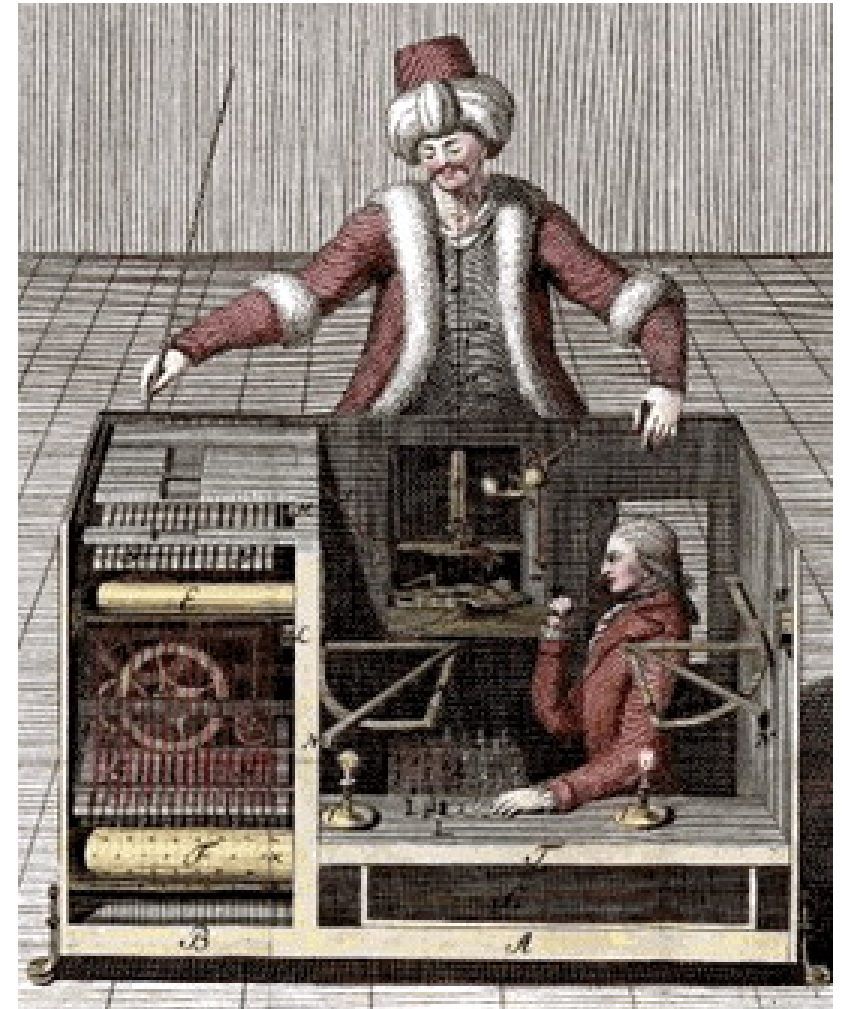
WOLFGANG RITTER VON KEMPELEN (1734 - 1804) ist durch seinen *Schach spielenden Türken* von 1769 bekannt. Der Betrug wurde – ein versteckter Mensch – 1836 durch EDGAR ALLAN POE (1809 - 1849) scharfsinnig entlarvt. 1769 erfolgten Vorführungen des Zauberkünstlers PELLETTER am Hofe von MARIA THERESIA (1717 - 1780). Wider Erwarten gelang es KEMPELEN nicht, einige Tricks aufzuklären.

Deshalb wollte er in einem Jahr ein weitaus größeres Kunstwerk zu schaffen. So entstand der *Sprechende Schachtürke* von 1770, der aber nur wenige „Laute“ hervorbrachte. Bei „Schach dem König“ hörte man z. B. einen wie „schäh“ klingenden Laut. 1878 baute dann eine Art *Orgel* mit Tastatur, Blasebalg, Ventile, Stifte, Flöten usw. Sie ahmte die *Stimme eines vierjährigen Kindes* und sollte jeden Text sprechen können. Doch es waren nur die Laute a, o, u, i, m und p leidlich verständlich. So begann KEMPELEN phonetische Studien, deren Ergebnis er aber nicht mehr umsetzen konnte.



Der Vogel singt bei Tag, die Eule wird Nacht aktiv (links).

Im schachspielenden Automaten von KEMPELEN soll ein kleiner Türke versteckt gewesen sein (rechts).



Stimmapparat-Nachbauten

1835 baute der deutsche Mechaniker FABER eine Maschine, die möglichst genau die **Anatomie** mechanisch nachbildete. Sie betraf Kehlkopf, Zunge, Lippen und Zähne und ein Blasebalg ersetzte die Lunge.

Die Bewegungen der „Organe“ wurden über Tasten gesteuert.

Diese „**sprechende Türkin**“ konnte beliebige Wörter und Sätze hervorbringen.

Sie wurde bis etwa 1901 von einem **Schausteller** in Berlin gezeigt und vorgeführt.

Mit einem sorgsam **präparierten Kehlkopf** experimentierte der Bonner Physiologe JOHANNES MÜLLER.

Mittels Fäden und Gewichte ahmte er die Muskeln nach.

So gelang es ihm, 1850 **sogar melodischen Gesang** zu erzeugen.

Er schlug daher vor, Kehlköpfe verstorbener, berühmter Sänger aufzukaufen.

Sie sollten dann entsprechend präpariert, z. B. in Opern eingesetzt werden.

Auswirkungen in der Literatur

Typisch ist hierfür die **Erzählung** „Der Sandmann“ 1817 von ERNST THEODOR AMADEUS HOFFMANN (1776 - 1822).

Aus ihr ist die singende Puppe „Olympia“ der **Oper** „Les contes d’Hoffmann“; Uraufführung 1881 abgeleitet.

= Hoffmans Erzählungen von JACQUES (JACOB) OFFENBACH (1819 - 1880)

Warum die Puppe „Olympia“ heißt, ist unklar. Ein Bezug könnte der Olymp sein.

Mit 2 917 m ist er der höchste griechische Berg und galt als Wohnsitz der Götter.

Auch das 1870 entstandene **Ballett** „Coppélia“ von CLÉMENT PHILIBERT LÉO DELIBES (1836 - 1891) gehört dazu.

1879 erschien das patentierte „**Sprechende Bilderbuch**“ für Kinder von THEODOR BRAND aus Sonneberg.

Es existierte in Englisch, Deutsch, Französisch und Spanisch.

Mit Schnüren wurden im Buchdeckel versteckte Bälge betätigt, die durchschlagende Zungen anregten.

Auf jeder Seite wurde ein Tier – Hahn, Esel, Lamm, Vögel, Kuh und Ziege – vorgestellt.

Auf der letzten Seite wurden „Mama“ und „Papa“ nachgeahmt.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Erste Beschreibungen mechanischer Musikautomaten

Erste umfangreiche Beschreibungen gibt LEONARDO DA VINCI (1452 - 1519).

Seine Aufzeichnungen wurden erst 1967 (2 Bücher, ca. 700 Seiten) in der Nationalbibliothek von Madrid wieder entdeckt. Seine Skizzen betreffen vor allem neue und verbesserte Instrumente.

U. a. werden ***mechanisierte Trommelwerke und Geigen*** mit Endlos-Streichbändern behandelt.

Die nächsten Beschreibungen stammen von ROBERT FLUDD (de Fluctibus, 1574 - 1637).

Sie befinden sich im 5. und 7. Kapitel der „Historia utriusque Cosmi“ (1617 Oppenheim).

Sie betreffen ***Stiftwalzen*** und ***Antriebe*** (Wasserrad, Schwimmer auf Wasser, sinkendes Bleigewicht, rieselnden Sand).

SALOMON DE CAUS (1576 - 1626) beschreibt u. a. ***Springbrunnen und Wasserkünsten***

Im Buch „Les raisons des forces mouvantes“ (1615 Frankfurt/M.) ***wasserbetriebene Walzenorgeln und Vogelautomaten***, die sich vermutlich im Heidelberger Schlossgarten befanden.

Er beschreibt, wie mit einer Papiervorlage eine möglichst genaue Bestiftung der Walzen erfolgen kann.

CASPAR SCHOTT (1608 - 1666) schrieb 1654 „Mechanicorum Hydraulicorum – Pneumaticorum“; 1664 „Technica Curiosa“.

Im letzteren sind schon ***Stiftwalzen*** nach ihre Leistungsfähigkeit eingeteilt.

Die ***Konstruktion von Drehorgeln*** beschreibt PÉRE MARIE DOMINIQUE JOSEPH ENGRAMELLE (1727 - 1805).

„La Tonotechnie, ou L’art de noter les cylindres et tout ce qui est susceptible de notage dans les instruments de concert mechanique“ (1775, Paris).

Darin auch seine Anordnung zum genauen Bestiften von Walzen mit einer Schneckenuntersetzung von 50 : 1

Ein ähnliches Verfahren schlug 1826 der englische Uhrmacher REID für ***Glockenspielluhren*** vor.

Systematik mechanischer Musikautomaten

Musikautomaten erzeugen Musik aus **einmalig festgelegten**, eventuell umschaltbaren **Mechanismen**. Dabei sind **vier typische Baugruppen** und die jeweils benutzte **Energieart** zu unterscheiden:

1. **Schallerzeuger** sind vor allem Zungen, Pfeifen, Glocken, Hohlräume, Saiten, Stäbe und massive Körper.
2. Oft sind **Schallverstärker** notwendig, das sind hauptsächlich Trichter und resonanzartige Gehäuse.
3. **Speichermedien** gibt es als Walzen, Scheiben, Bänder, Karten und Planchetten.
4. Die **Speicherorte** für eine Aktion (→ Bit) legen vorwiegend Stifte (oft Messing oder Stahl), Nocken, Keile, Erhöhungen, Löcher, Kerben und z. T. kontinuierliche Kurvenformen fest. Ihre Abtastung (Wiedergabe) erfolgt vor allem mittels Tasthebel, elektrische Kontakte oder Luftdruck.

Für Schallerzeugung, Bewegung der Speichermedien und Wiedergabe ist **Energie** notwendig.

Ursprünglich nur natürliche Kräfte: **Wind** (äolisch), **Wasser** (hydraulisch, z. B. Wasserrad), selten **Sand** (Sand-Uhr). Ab dem 13. Jh. entstand der Antrieb durch **Gewichte** auf, z.B. bei Turmglocken und (astronomischen) Kunstuhren. Wenig später kam die **menschliche Kraft** hinzu: z. B. mittels **Handkurbel** (Leierkasten) oder **Pedale** (Harmonium). Ab dem späten 16. Jh. auch die aufgezogene **Federkraft** hinzu, noch später **Druck- und Saugluft** (pneumatisch). Schließlich ab dem späten 19. Jh. wird **Elektrizität** (Motoren, Kontakte, Magnete, Relais usw.) genutzt.

Die **Kombination** dieser Möglichkeiten läßt **viele Varianten** von Musikautomaten zu. Das erschwert sowohl die geschichtliche als auch eine systematische Behandlung. Daraus ergibt sich auch die teilweise uneinheitliche Abgrenzung der folgenden Abschnitte.

Glockenspiele

Die ersten nachgewiesenen Glocken gab es um 3000 v. Chr. in **Südostasien**.

Im frühen China dienten sie u.a. auch zur Festlegung der **musikalischen Intervalle**.

Ab etwa 100 n. Chr. werden sie im römischen Reich als **Türglocken** verwendet.

Nach 800 werden sie in Europa zur **Zeitenteilung** und für **religiöse Zwecke** eingesetzt (Gottesdienst, Begräbnis).

Hieraus könnten sich als erste „Musikautomaten“ in Europa und schließlich die **Glockenspiele** entwickelt haben.

Den Anstoß dürften die um 1270 von den Holländern aus China mitgebrachten Glockenspiele gegeben haben.

Um 1250 wurde die **Hemmung der Räderuhren** erfunden, welche erstmals **leidlich genaue Uhren** ermöglichte.

So kamen erste öffentliche Räderuhren in die Kirch- und Rathhaustürme mit **weit hörbaren Glockenschlägen** für die Zeit.

Das erste hinzugefügte **Glockenspiel** für die vollen Stunden erhielt das **Straßburger Münster** kurz nach 1350.

U.a. folgten 1405 Lübeck, 1490 Prag und 1509 Nürnberg, z. T. auch mit **bewegten Figuren**.

1487 baute der flandrische Glockengießer KOECKE das erste, teilweise **von der Uhr unabhängige Glockenspiel** mit 38 Glocken in den Rathhausturm seiner Stadt Aalst ein.

Hieraus ging schließlich das von einem Interpreten **spielbare komplizierte Glockenspiel (Carillon)** hervor.

Die französische Bezeichnung Carillon wird auch das in Kapellen und Orchestern gespielte (Metallstab-) Glockenspiel sowie für entsprechende für Musikstücke benutzt.

Steuerung von Glockenspielen

Sie erfolgte zunächst durch eine drehbare, zylindrische Stiftwalze, die es wahrscheinlich kurz vor 900 gab.

Die typische Stiftwalze entstand Mitte des 14. Jh.

Auf ihrer Mantelfläche werden an genau festgelegten Stellen Stifte, vorstehende Metallwinkel oder Eisenbolzen befestigt.

Später wurde die Walze aus zusammengeleimten Eichenholzplatten hergestellt.

Zur besseren Markierung der Einschlagpunkte für die Stifte wurde sie mit weichem Pappelholz überzogen.

Später wurde sie aus Metall hergestellt.

Die Stifte auf einem seitlichen „Ring“ betreffen die Bewegung einer Figur bzw. das Erklingen einer Glocke.

Der zeitliche Ablauf entspricht dem Drehwinkel der Walze.

Zunächst und später bei großen Glockenspielen betrug der Durchmesser der Walzen mehr als ein Meter.

Ein Beispiel ist das ***Glockenwerk der Garnisonskirche*** in Potsdam um 1735.

Es besaß eine Masse von 1 300 kg (1,3 to) und Zuggewichte mit reichlich 2 000 kg.

Die Glocken erklangen halbstündlich. Dazu musste das Werk mühevoll zweimal täglich aufgezogen werden.

Zur Programmierung (Speicherung)

Die Programmierung = das Festlegen der Speicherorte durch Stifte, Löcher usw. erforderte lange Zeit **Spezialisten**. Sie verlangte nämlich gleichzeitig hohes **musikalisches Wissen, höchstes technisches Können** und **spezielle Geräte**. Hierzu wurden vielfältige Methoden erdacht.

1775 entwickelt PÉRE MARIE DOMINIQUE JOSEPH ENGRAMELLE (1727 - 1805) ein Verfahren für exakte Bestiftung. Ab 1680 gab es Stiftwalzen, bei denen die Stifte relativ leicht auf viele genau **vorgegebene Orte umsetzen** ließen (s. u.). So waren schnell, andere Bewegungsabläufe und Musikstücke zu verwirklichen.

1650 beschreibt ATHANASIUS KIRCHER Stiftwalzen, die **mehrere Kompositionen** aufnehmen können. Hierzu wurden die abtastenden Hebel seitlich verschoben.

Erst um 1900 wurde eine weitgehend automatische Aufzeichnung der zeitlichen Abläufe möglich. Das perfekte Verfahren für derartige Musikautomaten ist die **Welte-Reproduktionstechnik**.

Doch kurz zuvor war bereits die „**eigentliche**“ **Schallspeicherung** (Edison-Walze; Berliner-Schallplatte) entstanden.

Aber bis zu den 30er Jahren hat die **Reproduktionstechnik die weitaus bessere Qualität** besessen. Sie wurde jedoch erst in den letzten Jahrzehnten **wieder entdeckt**.

Sie allein ermöglicht nämlich, ungewöhnlich **tiefe Einblicke** in die damalige **künstlerische Auffassung**.

U. a. lassen sich dabei die Noten, die Zeitverschiebungen und die Dynamik (Lautstärke) getrennt analysieren.

Kleine Glockenspiele im Heim

Bald entstand, zunächst bei wohlhabenden Bürgern der Wunsch, verkleinerte Glockenspiele im Heim zu haben.

Hierzu wurden die Glocken aus **Glas statt aus Bronze** hergestellt.

Da es im **Schwarzwald** viele Glashütten gab, wurden auch hier die meisten kleinen Glockenuhren hergestellt.

Die erste nachgewiesene wurde um 1650 entweder von SIMON DILGER oder der Familie KREUZ gebaut.

Die frühen hölzernen Spieluhren besaßen 8 - 16 Glocken und spielten nur **kurze Volkslieder**.

Die **Spieluhrentwicklung** wurde durch den 30jährigen Krieg (1618 - 1648), Holländischen Krieg (1672 - 1679), Pfälzischen Erbfolgekrieg (1688 - 1697) und Spanischen Erbfolgekrieg (1701 - 1713) **unterbrochen**.

Erst ab ca. 1720 wurden erneut im Schwarzwald Glockenspieluhren hergestellt.

Bei kleinen Spielwerken konnten auch die Walzen ausgetauscht werden.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. **Spieldosen mit Stiftwalze**
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Beginn Spieluhren und -dosen mit Stiftwalze

Spieluhr und Spieldose werden oft synonym verwendet. Gemeinsam ist beiden das Werk, welches die Melodien erzeugt. Die wichtigsten gemeinsamen Kennzeichen sind der klingende Spielkamm und die Stiftwalze bzw. später die Lochplatte. Präziser gilt der Begriff **Spieluhr** für eine Uhr, welche zu **bestimmten Zeiten**, z. B. zur vollen Stunde, eine **Melodie spielt**. Eine **Spieldose** dient dagegen (ohne Uhr) nur dem Abspielen von Musik und kann dabei zusätzlich Figuren usw. bewegen.

Die früheste nachgewiesene klingende Uhr (Spieluhr?) kommt bei DANTE ALIGHIERI (1265 - 1321) in „La divina Commedia“ (Die göttliche Komödie; 1307 - 1321) vor.

Als Erfinder der **schweizerischen Spieldose** gilt ANTOINE FAVRE-SALOMON (1734 - 1820).

Sie wird auch Zinkenwerk, Musical Box und Carillons a musique genannt.

Er verband den neuen Stahlzungenkamm mit der Stiftwalze und schuf so ein **neues „Musikinstrument“**.

Im Gegensatz zu allem bis dahin üblichen, konnte es **ausschließlich ausgelöst** automatisch gespielt werden.

Die vibrierenden **Stahllamellen** ersetzten die weniger nachklingenden Glocken = **besser geeignet für Musik**.

Die erste Variante hat er 1796 mit zwei Melodien in eine Tabatiere (**Tabakdose**) eingebaut

Er nannte sie „carillon sans timbres ni marteaux“ (Glockenspiel ohne Glocken und Hammer).

Doch ein Erfolg stellte sich erst sechs Jahre später ein.

Hierfür verbesserten JEAN-FRÉDÉRIC LESCHOT und ISAAC-DANIEL PIGUET (1775 - 1841) das Prinzip und bauten Spielwerke mit fünf Tönen in **Fingerringe** ein.

Die heute typische Spieldose

Sie (= Drehspieldose, Manivelle) wurde ab 1850 gefertigt und verdrängte schnell fast alle Glocken-Spieluhren.

Sie ist gut an der kleinen **Handkurbel** zur manuell Bedienung zu erkennen

Aus der Oberfläche der **Stiftwalze** ragen Stifte heraus.

Darüber befindet sich der **Stahlkamm** mit den Zungen, deren Resonanzen auf die musikalischen Töne abgestimmt sind.

Zu ihrer Verkürzung bei den **tieferen Tönen** lötete auf ihre Unterseite LECOULTRE erstmalig 1822 **Blei**.

Durch Drehung der Stiftwalze werden die **Zungen angezupft** und **schwingen dann frei aus**.

Wenn kurz hintereinander eine Zunge wiederholt angerissen werden muss, kann es zu Klirren und Kratzen kommen.

Deshalb wurde ab 1815 von FRANCOIS NICOLE der **Dämpfer** (Spiraux) – meist eine feine Kunststoff-Feder – eingeführt.

Die Anfertigung des **Walzenkammes** war zunächst sehr aufwendig.

Jede Zunge wurde **einzelne angefertigt**, gestimmt und präzise aufgeschraubt.

Ab 1810 gelang es FRANCOIS LECOULTRE **4 bis 5 Tonzungen** aus einem Stück zu fertigen.

Zusätzlich entstand dadurch ein **kräftigerer Klang** und die Stimmung war haltbarer.

1814 gelang es ihm sogar, den ganzen Tonkamm **aus einem einzigen Stück** herzustellen.

Die Zungen waren dann nur noch fein abzustimmen und mit Dämpfern zu versehen.

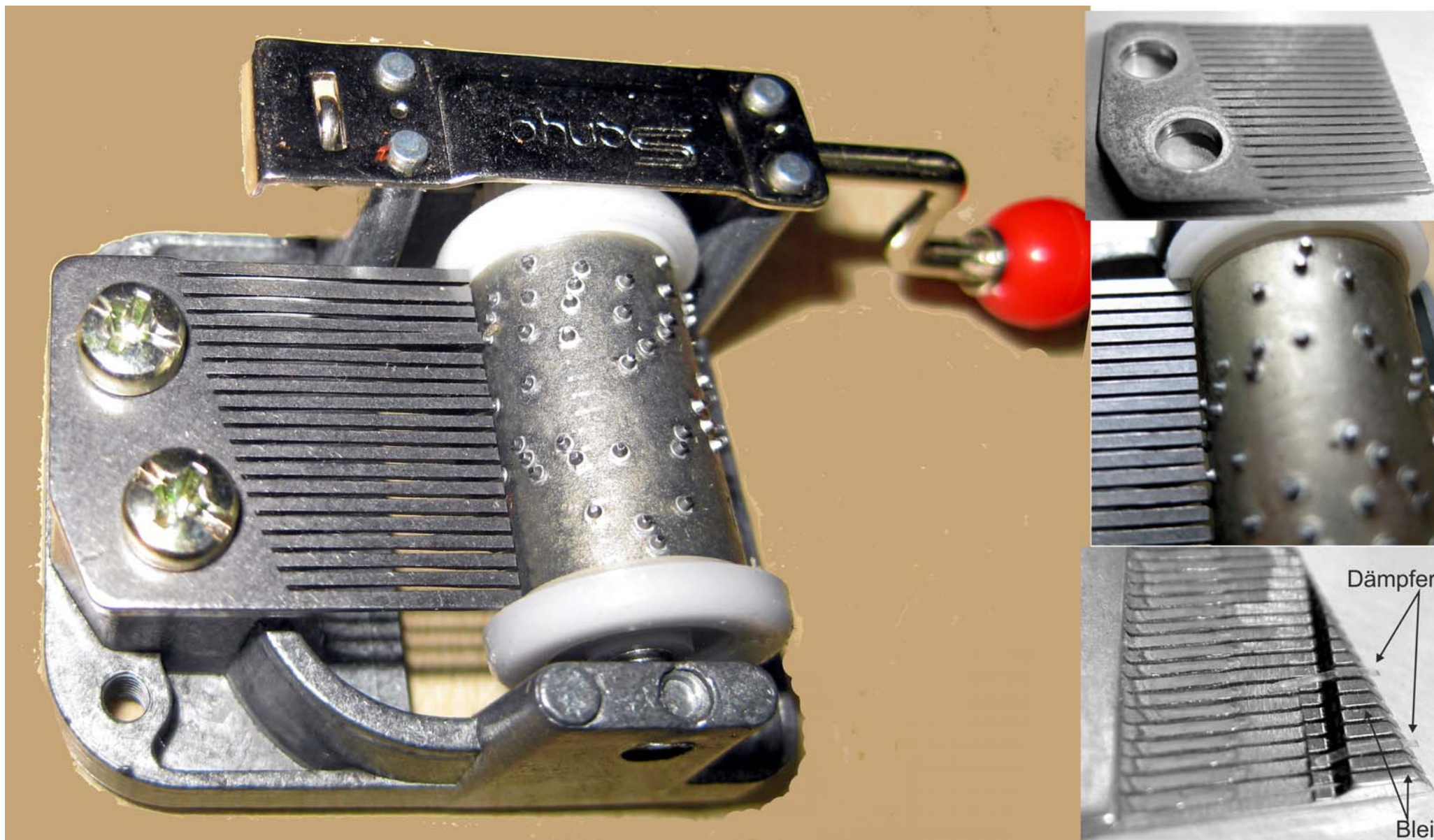
Ab 1825 (ab 1830 = Standare) sind derartige Kämmen mit bis zu **250 Zungen** (ca. 6 Oktaven) möglich.

Von diesem Standardtyp der einfachen Drehspieldose gibt es viele Varianten:

Statt der Kurbel, die fortlaufend und gleichmäßig gedreht werden muss, besitzen sie z. B. ein **aufziehbares Federwerk**.

Für eine gleichbleibende Drehzahl der Walze entstand ein **Windflügelwerk**, z. T. mit sich verstellenden Flügeln.

In seltenen Fällen gibt es auch einen **Schnurzug** oder **elektrischen Antrieb**.



Varianten der Stiftwalze

Die Stiftwalze Sie bestimmt u.a. die zeitliche **Genauigkeit der Melodie**.

Ursprünglich wurden **Messingzylinder** verwendet, die genau gebohrt wurden. In die Löcher steckte man die Stahlstifte.

Später wurde die Walze mit **Harz ausgegossen** und die **Stiftlänge** auf $< \frac{1}{10}$ mm legalisiert.

Zylinder mit größerer Masse erzeugen einen besseren Klang.

Deshalb wurde um 1815 das Harz durch **Zement** und später eine **Mischung aus Harz, Teer und Steinstaub** ersetzt.

Die **Längen** der Stiftwalzen reichen von 5,4 cm bei Tabatieren bis zu 50 cm bei den größeren Spieldosen, Cartel genannt.

Ihr **Durchmesser** bestimmt die Spieldauer. Üblich sind 17, 24, 36 oder 50 Sekunden.

Mit einem Zylinder bzw. einem Spielwerk können n Melodien und m Noten abgespielt werden; Kennzeichnung $n.m$.

Die kleinste Dose für Schlüsselanhänger und Musikuhren ist vom Typ 1.17. Die Miniaturisierung macht sie teuer.

1.18 ist die gebräuchlichste und wesentlich preiswertere „kleine“ Dose.

1.22 und 1.28 sind wenig gebräuchlich. 1.36 wird in hochwertigen Schmuckdosen eingebaut.

1.50 kommt bei großen Musikspielen zur Anwendung.

Wenn mehrere Melodien spielbar sind, wird auch von **Wechselwalzen** gesprochen, z. B. 2.36, 3.36 und 3.50.

Eine **seitliche Verschiebung** wurde erstmalig 1650 von ATHANASIUS KIRCHER (1602 - 1680) beschrieben.

Damit sind bis 12 Melodien möglich: Nach jeder wird der Zylinder 0,4 mm seitlich zur nächsten Stiftreihe verschoben.

Der Stahlstifte-Durchmesser beträgt 0,3 mm besitzen. Da sie um ≤ 1 mm herausragen, ist hohe Präzision erforderlich.

Die Walze 3.72 ist der hochwertige Standard. Werden hiervon zwei Kämme nebeneinander montiert, so entsteht 3.144.

Selten gibt es Walzen, die sich **schraubenförmig** bis zu vier Walzenumdrehungen weiter bewegen.

Sie wurden erstmalig 1738 von JACQUES DE VAUCANSON (1709 - 1782) für seine **Androiden** angewendet.

Später vor allem bei pneumatisch betriebenen Systemen z. B. **Flötenuhren**.

Weitere Varianten

1870 entsteht die Revolver-Spieldose von AMÉDÉE PAILLARD (Ste.-Croix) und HENRI JOSEPH LECOULTRE (Genf). Dabei befinden sich 3 - 6 **auswechselbare Stiftwalzen** in einer drehbaren Trommel.

Je nach der gewünschten Melodie wird eine Walze zum Kamm hin bewegt.

Ab 1885 gibt es Werke für bis zu 5 Zylinder austauschbaren Zylindern (5.50 je eine und 15.72 je drei Melodien).

Da hierbei **kaum Kompatibilität** zu erreichen war, wurden **alle Walzen** gleich **mitgeliefert**.

Um 1840 entwickelte NICOLE FRÉRES die Piano-Forte-Spieldose.

Für abwechslungsreiche Musikstücke besitzt sie eine **laute und leise** oder andere **Klangfarbe** oder **Oktave** höhere Walze.

1874 ließ sich PAILLARD die „Sublime Harmonie“ patentieren: Die Kämme sind um ca. **4 Hz** gegeneinander verstimmt.

Ab 1850 gibt es eine **Orchesterspieldose** mit kleine Halbschalen-Glocken und Trommeln.

1876 werden **Harfen-** oder **Zither-**Effekte eingeführt: ein mit Papier bespannter Bügel drückt auf die Zähne.

1887 entsteht eine „Stereo“-Wiedergabe, indem eine Walze die Melodie und die andere die Begleitung spielt.

Um 1860 überschreitet die Spieldosenindustrie den **Höhepunkt** ihrer Entwicklung.

Es gibt Stiftwalzen bis zu 80 cm Länge und mit bis zu 35 000 Stiften.

Bis zu dieser Zeit waren einfache, rechteckige Kästen aus Ulmen-, Tannen-, Pappel-, Nussbaum- oder Lindenholz üblich.

Dann wurden sie vielgestaltiger, edler und prachtvoller, erhielten Intarsien, Schnitzereien, Gemälde und Vergoldungen.

Bei größeren Truhen und Schränken wurden sich mitbewegenden Figuren ergänzt.

Die Produktionsstätten

Zunächst wurden Spieldosen ausschließlich in Genf hergestellt.

Ab 1811 entstand das wichtige **Zentrum Sainte-Croix** (Schweiz), die heutige Firma REUGE.

1835 wurde in **Berlin** die Fabrik CH. F. PIETSCHMANN u. Söhne gegründet.

Auch im **Erzgebirge, in Augsburg, Schlotheim, Wien, Prag und Frankreich** entstanden bald namhafte Hersteller.

Ernsthafte Konkurrenz für die Schweizer Firmen ergab sich jedoch erst 1960.

In Yverdon (**Japan**) begann die **Massenproduktion** kleiner Spielwerke.

Heute sind mehrere Schritte der Herstellung **automatisiert**.

Doch eine **gute Spieluhr** ist immer noch überwiegend **hochwertige Handarbeit**.

Die Spieluhr hat mehrere **schwierige Etappen** überstanden

Das waren vor allem **Grammophon, Wirtschaftskrise und Kriege**

Doch seit geraumer Zeit erlebt sie wieder eine **Renaissance**.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Geometrien bei Speichermedien

Weil die Speicherkapazität der Stiftwalze (n.m) recht begrenzt ist, entstanden andere **geometrische Formen**.

Dabei gilt: Stiftwalze → Lochplatte → Notenrolle. Diese Entwicklung wiederholt sich bei fast allen Speichermedien.

Schallaufzeichnung: Edison-Walze → Berliner-Platte → Ton- bzw. Schallfilm (Tefifon).

Magnetischen Medien: Trommelspeicher → Festplatte und Diskette → Magnet- und Digitalband.

Inhaltlich ist der **Beginn** mit dem **Zylinder** bzw. der Walze **schwierig** zu erklären.

Eine wichtige Ursache dürften die besonders **übersichtlichen Verhältnisse** sein.

Nur hier sind die 3 Komponenten der Speicherdichte etwa gleichwertig, gleichberechtigt (technologische Vorteile):

1. Stift- bzw. Lochreihen oder Spuren (Zylinderumfang)
2. Abtastgeschwindigkeit (Drehzahl)
3. Abtastabstand: z. B.: Stiftwalze - Zunge und Kopf -Trommel

Unmittelbar einsichtig sind dagegen die Fortsetzungen:

Bei der **Platte** ist praktisch die ganze Oberfläche nutzbar. Außerdem ist stapelbar und leicht auszutauschen.

Beim **Band** wird für die Archivierung das aufgewickelte kleine Volumen vorteilhaft.

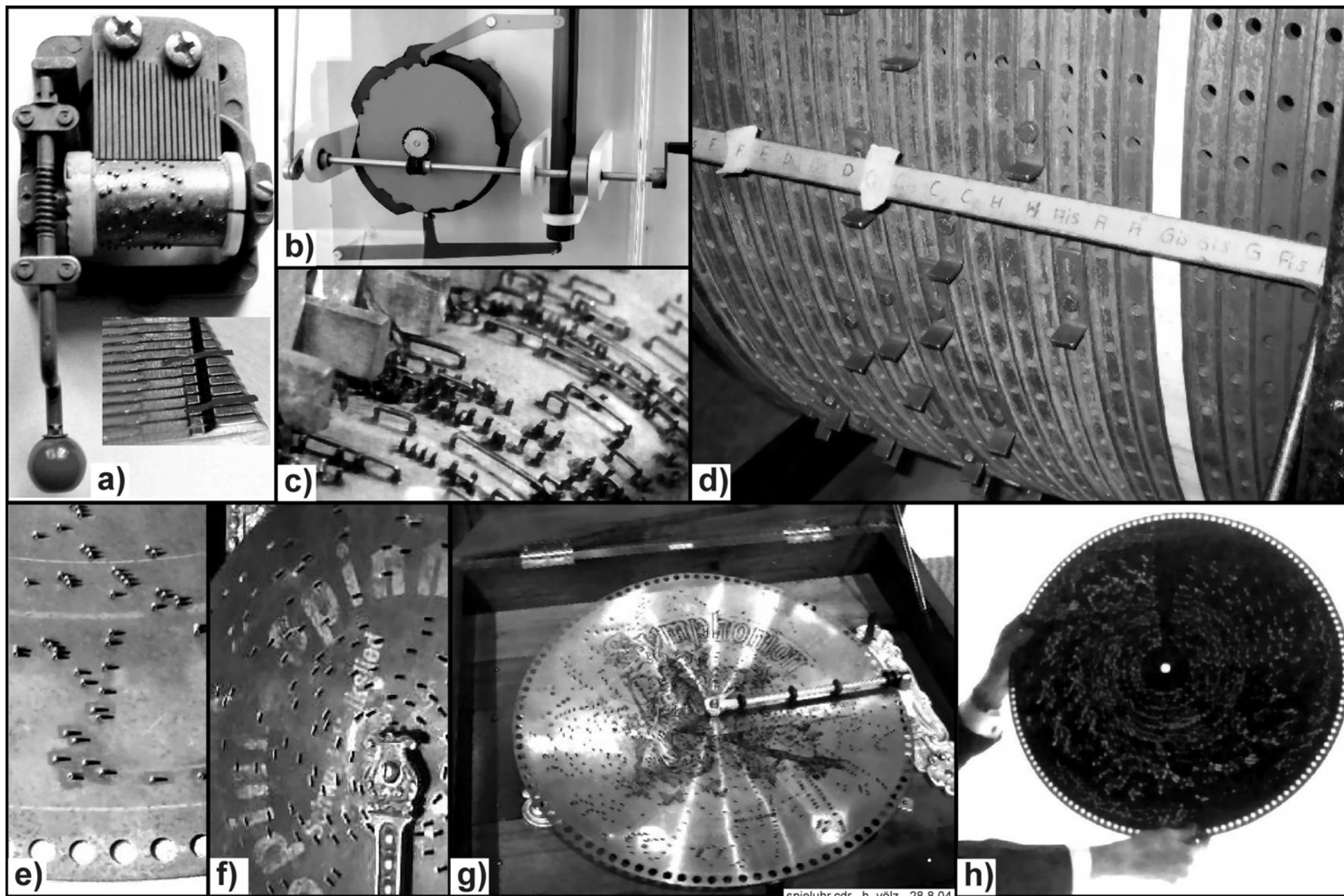
Es hat jedoch den Nachteil, das es auf- und abgewickelt (sowie zurückgespult) werden muss.

Einen Ausweg bieten die Endlosvarianten.

Für die **Spieluhren** erscheint daher folgerichtig zunächst die flache und leicht austauschbare **Loch-Scheibe**.

Dadurch lassen sich **Musiksammlungen** anlegen.

Später erscheint das Band als die aufwickelbare **Musikrolle**.



spieluhr.cdr h. vözl 28.8.04

Legenden zum voranstehenden Bild

- a) Eine kleine manuelle Spieldose mit herausgestelltem, vergrößerten Spielkamm, von der Unterseite gezeigt.
- b) Zwei Kurvenscheiben eines Flötenwerkes, die vordere schließt und öffnet das Ventil, die hintere ändert kontinuierlich die Tonhöhe durch Verschieben des Kolbens in der Pfeife. Das Prinzip hat PIERRE JAQUET-DROZ (1721 - 1790) erstmalig 1752 für eine Vogel-Flöte angewendet.
- c) Eine Orgelwalze mit Brücken für längere Töne.
- d) Die Trommel einer großen Spieluhr.

Bild b) zeigt einen Übergang Zylinder → Scheibe, der nur den Rand der beiden Scheiben nutzt.

- e) Eine Spielscheibe mit Erhöhungen.
- f) Eine Lochscheibe.
- g) Eine Lochscheibe auf einem Symphonium aufgelegt.
- h) Eine sehr große, mit Händen gehaltene Lochscheibe.

Lochscheiben für Spieldosen

Um 1600 enthielt das Orgel-Spielwerk „Babylonischer Turm“ von HANS SCHLOTTHEIM eine **Platte mit Stiften**.
Um 1800 werden in kleinen Uhren oder Schmuckstücken vereinzelt **Zungen-Spielwerke mit Scheiben** benutzt.
Sie enthalten spiralförmig angeordnete Stahl-Zähne

Die **systematische Anwendung** der Stift- oder Lochplatte bzw. Notenscheibe beginnt erst Ende des 19. Jh.
Die vielleicht erste runde und perforierte **Karton-Scheibe** ist in einer Patentschrift für Orgelinstrumente enthalten.
Sie stammt aus dem Jahre 1842 von CLAUDE FELIX SEYTRE.

1882 bzw. 1885 folgten Ideen zu **austauschbaren** Lochplatten von MIGUEL BOOM und 1885 von ELLIS PFARR.

1882 patentierte PAUL EHRLICH eine Lochplatte aus Pressspan, Patent Nr. 21715 „Mechanisches Musikwerk mit kreisförmigen Notenblättern“, auch „EHRЛИCHS-Patent-Notenscheibe“ genannt.

Ab ebenfalls 1882 wurde bei der Organette „Ariston“ genutzt.

Zur Spielzeit-Verlängerung schuf er 1883 für das Ariston Excelsior die fächerförmig in Segmente geteilte Lochplatte.

Eine **gewendelter Lochplatte** erprobte 1883 der Orgelbaumeister MAMERT HOCK (1836 - 1907).

Den **Durchbruch** mit Spieldosen erreichte dann 1886 OSCAR PAUL LOCHMANN (1848 - ?).

Sie wurden ab 1886 in den Symphonion-Musikwerken Leipzig-Gohlis – er war der Direktor – hergestellt.

Der Spielkamm war dabei nahezu unverändert von den Stiftwalzen übernommen.

Ab 1888 bestand die Platte aus Zink, ab 1895 aus Stahl. Sie wird über die Perforation am Außenrand angetrieben.

Auf der Unterseite befinden herausgedrückte Erhöhungen (Nocken als Stanz-Biege-Schnitt).

Sie ermöglichten eine Massenfertigung in der Maschinenfabrik JULIUS BERTHOLD & Co. (1867 gegründet).

Sie wurde nach seinem Tod von WILLIAM THAU (1860 - 1939) weitergeführt.

Weiterentwicklung der Lochplatte

Die Durchpressungen bei den Lochplatten waren wenig stabil

Sie brachen zuweilen ab und wurden später durch andere Formen ersetzt.

Eine deutliche Qualitätsverbesserung brachte 1889 das **Anreißrad** von PAUL WENDLAND (in Fa. LOCHMANN tätig).

Es wird von einem Zacken mitgenommen und reißt dann indirekt den Spielkamm an.

Dadurch werden die Zacken weniger beansprucht und beim Wechseln der Platte gibt es kaum noch Pannen.

Zusätzlich lässt sich eine größere **Lautstärke** erreichen.

1884 gibt es dann ein Patent für ein Anreißrad von GÖPPERT, das dieser später an Ehrlich verkaufte.

Lochplatten lassen sich leicht in **vielen Formen und Größen** herstellen. Typisch sind 10 bis 85 cm.

Zur Umgehung von Patenten gab es sogar **viereckige** oder ringförmige Platten mit **großem Mittelloch**.

Plattenspieldosen existieren in den folgenden, fast immer mit einem Federwerk angetriebenen Varianten:

- **Kleine** auf den Tisch zu stellende Geräte in einem hölzernen Kasten; die Platte liegt waagerecht.
Die Standardplatte spielt 30 Noten und 45 Sekunden.
- **Größere** Geräte in einer kleinen Vitrine mit frontaler Glastür; die Platte steht senkrecht
- **Schrankgeräte**, deren Oberteil ein Spielwerk mit senkrecht stehender Platte enthält
und das Unterteil dem Lagern der Lochplatten dient.

1998 erreichte eine Chemnitzer Weihnachtsmarktspieldose sogar einen Eintrag in das **Guinnessbuch der Rekorde**

Ø = 4,60 m. Ein Weihnachtsmann zieht einen mit Geschenken beladenen Schlitten.

Eine Eisenbahn fährt im Kreis herum. Ein Nussknacker und kleiner Reiter sind Kennzeichen des nahen Erzgebirges.

Nur für **kleine Spieluhren** behielt die **Stiftwalze** deutliche Vorteile.

Konkurrenz entsteht

Die wesentlichen Entwicklungen zur Plattenspieldose erfolgten durch EHRLICH und LOCHMANN.

Doch 1889 machten sich GUSTAV BRACHHAUSEN und PAUL RIESSNER selbstständig.

Sie gründeten die **Polyphon Musikwerke**, die bald zur bedeutendsten Firma für Plattenspieldosen wurde.

1892 ging GUSTAV BRACHHAUSEN in die USA und baute dort 1894 die **Regina Music Box Company** auf.

Danach entstanden **fast überall** auf der Welt weitere, auch bedeutende **Firmen**.

Dabei wurden immer **mehr Instrumente** mit zusätzlichen Glocken und Kämmen usw. hinzugefügt.

Ein Beispiel sind die Patente von PAUL RIESSNER: 1895 Nr. 82688 „Stahlstimmen-Musikwerk mit Einrichtung zum selbstthätigen Auswechseln der Notenblätter und Anzeigen des zu spielenden Stückes“

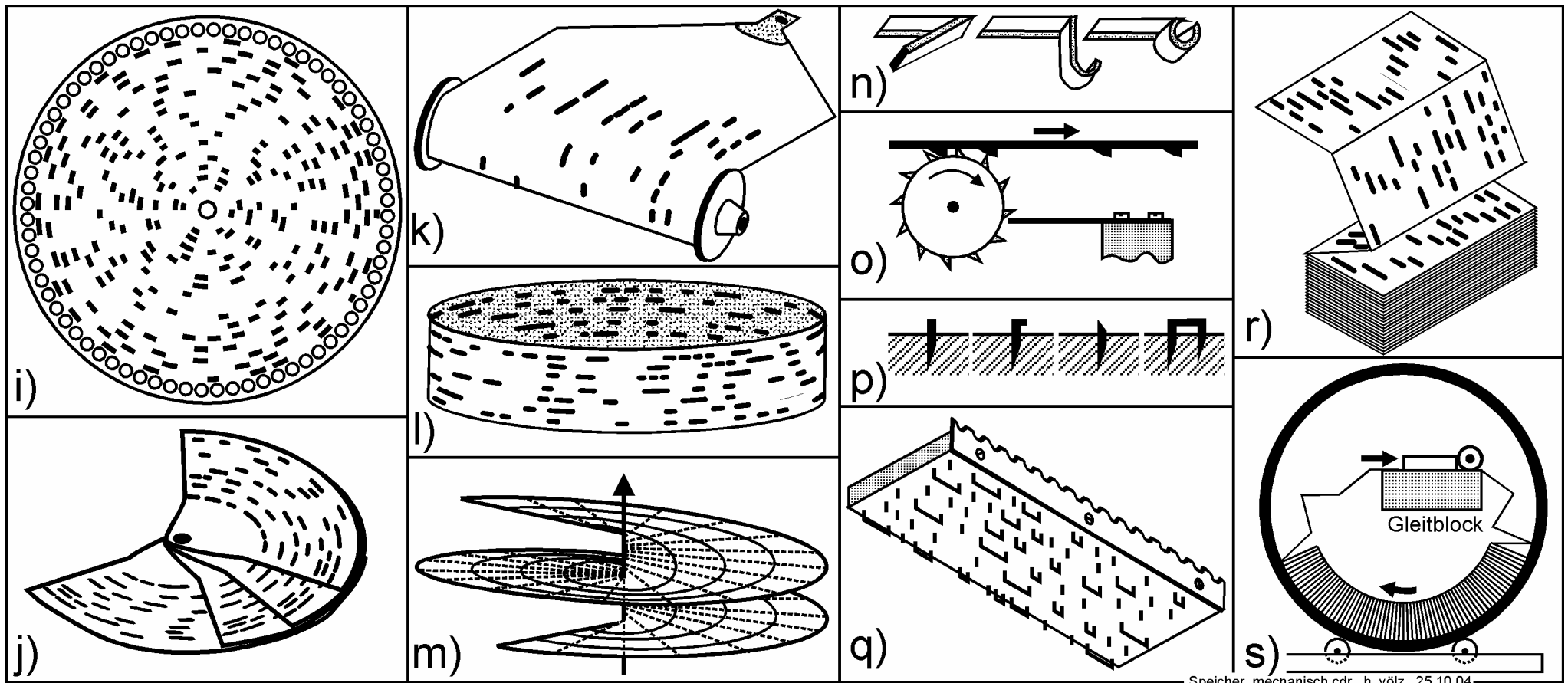
Ein zweites 1896 Nr. 89668 „Mechanisches Musikwerk mit selbstthätig auswechselbaren Notenscheiben“.

Auf seiner Grundlage erschien z. B. 1910 der Polyphon-Plattenwechsler mit 6 (später 10) Wahlmöglichkeiten, Münzeinwurf, Doppelspielkamm und einem Glockenspiel zu 16 Tönen.

Diese Entwicklung kann als Vorläufer zur **Jukebox** betrachtet werden.

Doch durch die Entwicklung des **Grammophons** entstanden nach 1920 kaum noch Plattenspieldosen.

In einer Übergangszeit gab es gemeinsam mit der „Deutschen Grammophon“ auch **Kombinations-Instrumente**, die sowohl Lochplatten als auch Schallplatten abspielen konnten.



Speicher_mechanisch.cdr h. vözl 25.10.04

- i) Schema der Lochscheibe mit Randantrieb.
j) Teillochscheiben, die nacheinander zur Verlängerung der Spielzeit verwendet werden.
k) Lochbandbeginn für Selbstspielklaviere. l) endloses Lochband. m) spiralförmige Lochplatte.
n) Ausstanzungen bei Lochplatten. o) Prinzip des Sternrades. p) unterschiedliche Möglichkeiten der Bestiftung
q) Beispiel einer Planchette. r) gefaltete Karten „keyframe and music book“.
s) Endlossteuerung bei gefalteten Karten.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Drehleiern und -orgeln

Glocken und **Zungen** werden lediglich angeschlagen oder gezupft und klingen danach aus. Das ermöglicht die einfache Steuerung mit diskreten Stiften oder Löchern. Meist wird dabei nicht einmal die Lautstärke variiert.

Für **Musikautomaten mit lang anhaltenden Tönen** sind andere Instrumente notwendig.

Eine Variante leitet sich von der **Drehleier**, auch Rad-, Bauern-, Bettler-Leier (englisch Hurdy-gurdy), ab. Sie besitzt einen fiedel-, lauten- oder gitarrenartigen Körper.

Bei geöffnetem Deckel ist erkennbar, wie die Saiten über ein mit Harz bestrichenes Rad laufen (Bild unten).

Durch Drehen mit der Kurbel werden die Saiten zum Schwingen angeregt.

Sie besitzt bis zu 2 (gleichgestimmte) Melodiesaiten und 2 bis 4 in Oktaven oder Quinten fest gestimmte Bordun-Saiten.

Die Melodiesaiten werden über 5 bis 23 Tasten durch Tangenten (Stifte) umgestimmt (verkürzt).

Es ist ungeklärt, ob die Drehleier in Europa entstand oder von östlichen Kulturen übernommen wurde.

Ihre erste Beschreibung enthält ein Text aus dem 9./10. Jh. „odonis quomodo organistrum construator“ mit Bauanleitung.

Für die mechanischen Musikinstrumente (-automaten) führt sie zu zwei Varianten:

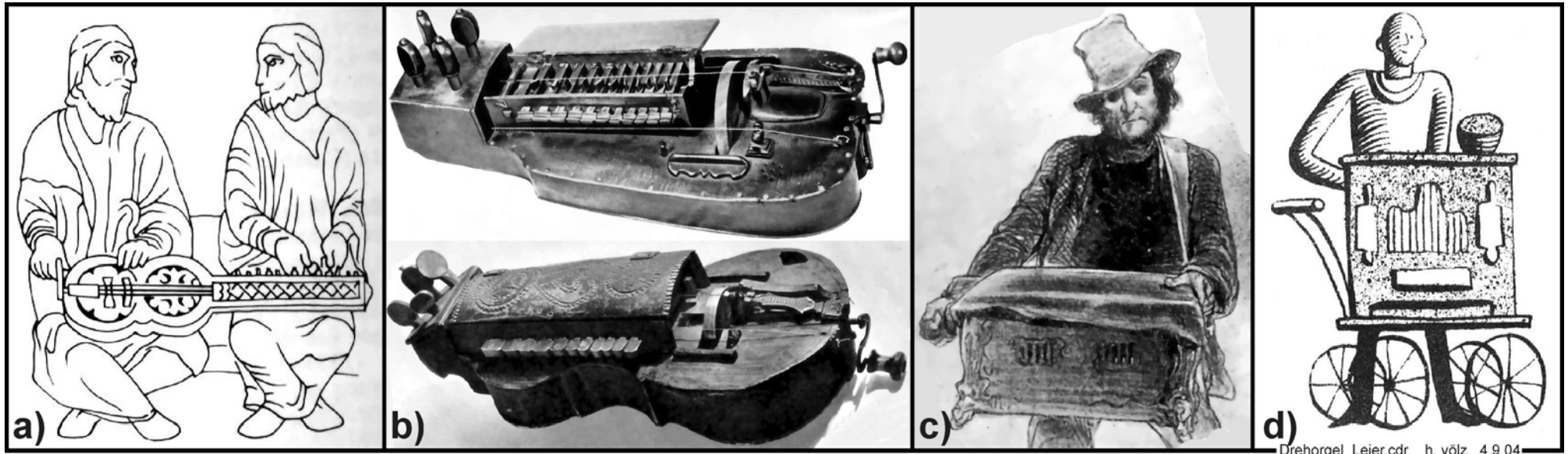
1. dem Vorläufer der **Drehorgel** (≈Leierkasten) und 2. den mechanischen Streichinstrumenten u. a. im **Orchestrion**.

Hinweise:

„Leyern“ wird erstmalig 1528 von MARTIN AGRICOLA benutzt. Zuvor und auch danach hat das Instrument viele Namen.

Bordun italienisch **bordone**, Wanderstab oder französisch *Bourdon* Bass, Hummel, Schnarrpfeife, Schnarrwerk, Pilgerstab.

In der Musik ist Bordun mehrdeutig, vorwiegend lautmalend, hier ist die in Resonanz mitschwingende Saite gemeint.



- a) **Drehleiter von zwei Musikern** gespielt. Das geschah ursprünglich für Musik in der Kirche. Das Bild ist eine Umzeichnung vom Relief am bischöflichen Palast zu Santiago de Compostella aus dem 12. Jh.
- b) Im Laufe der Entwicklung wurde eine Abwandlung wichtiger, bei der **nur ein Spieler** beide Funktionen ausführt. Es wird Symphonia, Chifonie, Armonie, Sambuca rotata oder Zampungna genannt. Zwei typische Ausführungen für einen Spieler; das obere geöffnet.
- c) und d) Vom Musikinstrument zum Musik-„Automaten“ **Drehorgel** zum **Leierkasten**.

Wechselnde Geltung der Drehleier

In der **Kirche** genossen diese Drehleiern bis zum 12. Jh. hohes Ansehen.

Im 13. Jh. wurden sie bevorzugt für **Vor- und Zwischenspiele** sowie für die **Begleitung weltlicher Lieder** eingesetzt.

Daraus erklärt sich vielleicht der Übergang zum **Instrument der Wandermusiker, Pilger, Blinden und Bettler**.

Im 15. Jh. war das Ansehen der Drehleier soweit gesunken, dass sie in der Kirchenmusik nicht mehr vorkommt.

In der damaligen **Tanzmusik** wird sie als „Vielle“ (französisch Leier) bezeichnet, später zuweilen auch „Lyra“ genannt.

Im 18. Jh. gewann sie durch **Schäfermode** und **Empfindsamkeit** als vielle organisée oder lira organizzata an Bedeutung.

Mit bis zu zwei Oktaven chromatischen Tonumfang wurde sie auch an **Adelshöfen** gespielt.

Z. T. werden mit der Kurbel zusätzlich eingefügte Blasebalge und Pfeifen betätigt.

Schließlich gelangte sie in die **Kunstmusik**. Beispiele sind

Die Bauernhochzeit“ (1755) von LEOPOLD MOZART (1719 - 1787)

Menuett Nr. 2. KV 601 und „Vier Deutsche Tänze“ KV 602 (beide 1791) WOLFGANG AMADEUS MOZART (1756 - 1791).

Von FRANZ SCHUBERT (1797 - 1828) „Der Leiermann“ aus dem Liederzyklus „Die Winterreise“ (1827).

Es gab sogar **berühmte Drehleier-Virtuosen**, z. B. ESPRIT PHILIPPE (1696 - 1762), NICOLAS CHÉDEVILLE (1705 - 1782).

Sie schrieben u.a. Violinkonzerte von ANTONIO VIVALDI (1678 - 1741) für die Drehleier um.

Zu dieser Zeit entstand aus der „Vielle“ die Orgelleier (vielle organisée).

Im 19. Jh. wurde die Drehleier abermals Straßeninstrument und geriet allmählich in Vergessenheit.

Mit der Wiederbelebung „alter“ Musik ist sie auch heute zuweilen zu hören.

Entwicklung der Orgel

Die ersten Orgeln (*griechisch organon* Werkzeug, Instrument, Sinn) wurden auch „*Hydraulis*“ genannt.

Sie wurden manuell über Tasten im *antiken Rom und in Byzanz* gespielt.

Wasser stieg in einem geschlossenen Behälter an und erzeugte so den notwendigen Luftdruck (*pneumatisch*).

Sie kamen im 8. Jh. über Konstantinopel nach Europa.

Gegen Ende des 13. Jh. verbreiteten sie sich von den italienischen Schlossgärten über ganz Europa.

Berühmt ist die 1550 im *Garten der Villa d'Este in Tivoli* (Italien) vom 6 m hohen Wasserfall angetriebene Wasserorgel.

Für sie gibt es viele Beschreibungen, u. a. von ERASMUS MAYR (ca. 1545 - 1624), ATHANASIUS KIRCHER (1602 - 1680)

Die *Register* der Pfeifenwerke bei manuell über Tasten gespielten Orgeln entstanden im 15. Jh.

Im 17. und 18. Jh. erfolgte ihre klangliche Erweiterung zur *Barockorgel*.

Ein berühmter Orgelbaumeister war GOTTFRIED SILBERMANN (1683 - 1753).

Jedoch erst im 19. Jh. wurde ein *dynamisches Spiel* vom Piano bis zum Fortissimo möglich.

Im 20. Jh. folgten die *Kinoorgeln* von VAN VALKENBURG in Berkely, es folgten die *elektronischen Orgeln*.

Die *WURLITZER Orgel* von FRANZ RUDOLF WURLITZER (1831 - 1914) besaß sehr viele Register.

Über *zusätzliche Manuale* und *Pedale* ließen sich u.a. eingebaute *Schlaginstrumente* wie Gong, Vibraphon oder kleine Trommel bedienen, aber auch Motoren-, Eisenbahn-, Regen-, Wind- und Donnergeräusche, sowie Pistolenschüsse, Hupen, Tierschreie, Pferdegetrappel usw. erzeugen.

(Die Firma „Wurlitzer Music Business Company“ hatte 1856 sein Vater HOWARD EUGENE WURLITZER (1871 - 1928) gegründet.)

Die HAMMOND-Orgel wurde 1935 von LAURENS HAMMOND (1895 - 1973) gebaut.

Sie benutzt nur noch rotierende, optoelektrisch abgetastete Zahnräder.

Die Schallschwingungen werden nicht durch Pfeifen sondern elektronisch erzeugt und über Lautsprecher abgestrahlt

Pneumatische Automaten

Historisch wurden für die lang anhaltenden Töne zunächst nur Orgel- Pfeifen und für Vogelgezwitscher Flöten genutzt.

Ab etwa 1810 kamen Akkordeon, Harmonium, Mund- und Ziehharmonika hinzu.

Bei ihnen regt der Luftstrom „durchschlagende Zungen“ zum freien Schwingen an.

Zur notengetreuen Steuerung genügen dann aber nicht mehr die Stiftwalzen und Lochscheiben der Spieldosen.

Beispiele sind **Kurvenscheiben** bei der Flötenuhr (Bild b) S. 51) und **Brücken** bei der Stiftwalze einer Orgel (Bild c).

Auch die **Kuckucksuhr** mit 2 Pfeifen, erstmalig 1730/8 von ANTON KETTERER in Schönwald gebaut, gehört hierzu.

Um 1460 wurde die erste Holzwalzen-Orgel für Burgunds Herzogs PHILIP LE BON von JAN VAN STEENKEN gebaut.

In der Burg von Salzburg steht eine noch funktionsfähige Orgel von 1550, die dreimal täglich ihre Melodie spielt.

Ab dem 16. Jh. hat es mehrere, mit einem **Federwerk angetriebene Flötenuhren** gegeben.

Sie hatten aber eine sehr hohe Qualität und waren daher so teuer, dass nur Könige und Fürsten sie besaßen.

Deshalb haben u. a. JOSEPH HAYDN (1732 - 1809) und CARL PHILIPP EMANUEL BACH (1714 - 1788) für sie komponiert.

Von Wolfgang Amadeus Mozart (1756 - 1791) gibt es u. a. das vortreffliche KV 608 „Für eine Uhr“.

1737 stellte JACQUES DE VAUCANSON (1709 - 1782) drei bedeutende Automaten vor.

Der 1,78 m große Flötenspieler (provenzalischer Hirte) spielt mit einer Hand zwölf Musikstücke auf einer Schäferpfeife.

Mit der anderen Hand schlägt er dazu den Takt auf einer Trommel.

Ab 1800 wurden im **Schwarzwald Flötenuhren** auch für das reiche Bürgertum gebaut.

Drehorgel = Leierkasten

Die Herkunft der Drehorgel ist (noch) nicht geklärt. Es ist möglich, dass sie auf JEAN VON STEENKEN (s. o.) zurückgeht. Zuweilen wird auch angenommen, dass sie sich von den Vogelorgeln (englisch bird organ) ableitet. Sie sind ab 1710 nachgewiesen, wurden benutzt, um gezähmten Singvögeln populäre Lieder und Arien beizubringen. Die älteste beschriebene Drehorgel „organo portatile“ befand sich in der Antiquitäten- und Raritätensammlung von ATHANASIUS KIRCHER (1602 - 1680) in Rom. Weitere Details (Handbuch Speicher Bd. 2)

Für die Drehorgeln gab und gibt es **viele Namen**: englisch barrel organ, holländisch Pierement Orgue de Barbarie (ab 1702), organo portatile (ab 1722) Drehorgel (ab 1742), Petit Cabinet d'orgue (ab 1752), kleine Windorgel (ab 1756), Leyerorgel (ab 1758), Barrel Organ (ab 1772), Orgue portatif (ab 1775), Reiseorgel (ab 1785), Trageorgel (ab 1785), Handorgel (ab 1798), Walzenorgel (ab 1805), Straßenorgel (ab 1822), Leierkasten (ab 1826), Spielkasten (ab 1833), Orgelkasten (ab 1834), usw. In Frankreich orgue portative á manivelle, orgue á cylindre oder orgue d'Allemagne, in Italien organetto di Barberia, organetto a cilindro, organino oder organetto a manovell, in England street organ, hand organ, grinder organ oder dutch organ, in Holland Draaiorgel oder Buikorgel, in Österreich Werkel, in Rußland Scharmanka, Kazerinka oder Katerinka und in Polen Katrynka. In Deutschland haben sich ab Mitte des 19. Jh. die Bezeichnungen Drehorgel und Leierkasten durchgesetzt

Im Aufbau entspricht sie etwa der großen Orgel, besitzt ebenfalls Pfeifen-, Wind- und Registerwerk, aber **keine Tasten**. Durch die Kurbel wird abwechselnd mittels zweier **Schöpfungsbälge** der notwendige Luftdruck erzeugt. Gleichzeitig, jedoch wesentlich langsamer, wird eine **Stiftwalze** oder **Lochplatte** gedreht (später Lochstreifen, s. u.). Die Stifte bzw. Löcher öffnen, z. T. erst mittelbar die Ventile zu ca. 16 diatonischen den Pfeifen.

Größere Drehorgeln verfügen über 3 Pfeifenregister mit 20 bis 45 meist chromatischen Tonstufen. Sie erzeugen die Melodie, Begleitung und den Bass.

Außerdem gibt es **zwei kleine Ausführungen** die kleine, **umhängbare**, vorwiegend in Böhmen gefertigte (Bild c) S. 51) und die mehr verbreitete, auf Rädern **fahrbare**. (Bild d)

Verwendung von Drehorgeln

Eventuell wurde die Drehorgel zuerst von den Pilgern, fahrenden Schaustellern und Straßenmusikanten benutzt wurde. Aber anfangs dürfte sie nicht besonders billig gewesen sein.

CARL PHILLIPP EMANUEL BACH (1714 - 1788) hat um 1770 Wq XXVI/193 Nr. 28 u. 29 „Pour Drehorgel“ komponiert.

Es gab auch **Luxusausführungen**, die zusätzlich Trommeln und Schellen erklingen ließen und tanzende Figuren zeigten.

Dennoch wurde ab Ende des 17. Jh. die bevorzugt von den Straßenmusikern gespielt wurde.

Sehr beliebt war sie bei **Bänkelsängern**, die damit ihre Moritaten musikalisch untermalten.

Ihre Musik ist völlig unpersönlich, hat einen starren Klang, ermöglicht weder Änderungen von Tempound Lautstärke.

Es lässt sich zwar die Drehgeschwindigkeit ändern, doch das führt zu keinem höheren Musikgenuss.

Versuche mit einem Tremulanten den Ton in kurzen Abständen zu unterbrechen → verrufene „**Wimmerorgeln**“.

Nach den **Kriegen** des 18. und frühen 19. Jh. waren die **Staatskassen leer**.

So erhielten Kriegsinvaliden anstatt einer Rente einen Drehorgel-Gewerbeschein → große Verbreitung der Drehorgel.

1806 wird im **Schwarzwald der Drehorgelbau** durch IGNAZ BRUDER (1780 - 1845) begründet (mehrere Generationen).

Ab ca. 1820 werden Drehorgeln **maschinell hergestellt**.

Um 1840 erhielten sie ein zuschaltbares Register mit aufschlagenden Zungenpfeifen (Trompetenpfeifen).

Insgesamt gab es allein in Deutschland bis zu 70 verschiedene Firmen für den Drehorgelbau.

Die international höchste Drehorgelqualität wurde in Berlin von drei Generationen der **BACIGALUPO** (s.u.) erreicht.

Hier entstehen ab 1912 die Instrumente, deren **Notenrollen direkt pneumatisch** abgetastet werden.

Vor allem durch G. BACIGALUPO (1889 - 1978) blieb Berlin bis heute ein wichtiges Zentrum für Drehorgeln.

Die Spieler sind jetzt aber keine Bettler mehr, sondern **Hobbyisten und Schausteller**.

Wirkung der „Leierkastenmänner“

Im 19. Jh. trugen sie wesentlich zur Verbreitung populären Musikgutes bei.

„Wir winden dir den Jungfernkranz“ aus dem „Freischütz“ von CARL MARIA VON WEBER (1786 - 1826).

Sie war unmittelbar nach der Uraufführung von 1821 überall in Berlin von den Leierkästen zu hören.

Auch **große Kunstwerke** setzen dem Leierkasten ein **ewiges Denkmal**.

Im Ballett „Petruschka“ (1911) von Igor FJODOROWITSCH STRAWINSKY (1882 - 1971) bewegt sich zunächst eine Tänzerin zur Musik eines Leierkastens. Dann kommt eine zweite Tänzerin hinzu, die zu einer Spieluhr tanzt. Das symphonische Orchester ahmt beide Instrumente hervorragend nach.

Bedeutsam ist weiter die Moritat von **Mackie Messer**: „Und der Haifisch, der hat Zähne...“ aus der „Dreigroschenoper“ von KURT WEILL (1900 - 1950) und BERT BRECHT (1898 - 1956); uraufgeführt 1928 im Berliner Theater am Schiffbauerdamm. WEILL hatte wie üblich, die Vertonung erst kurz vor der Aufführung fertig. Dennoch gingen beide zu G. BACIGALUPO (1889 - 1978) um eine Leierkastenwalze anfertigen zu lassen. Dem begabten Arrangeur gelang dies dennoch hervorragend. Im Programmheft stand: „Die Walzen des Leierkastens wurden hergestellt in der Fabrik BACIGALUPO.“ Heute spielt leider ein Orchester diese Melodie und irgendwie fehlt die Atmosphäre des Moritatengesanges.

Auch in der gegenwärtigen Musik gibt es wieder Werke für die Drehorgel, z. B. von PIERRE CHARIAL (*1943) und M. CONSTANT: Konzert für Drehorgel und Orchester, 1988 in Cannes.

Massenproduktion und Ende

1644 besiegte OLIVER CROMWELL (1599 - 1658) den englischen König Karl I.

Als Folge zerstörten die Puritaner fast alle üblichen Kirchenorgeln.

Bald danach wurden größere **Kirchen- und Salondrehorgeln** (Church Barrel Organ) in englischen Kirchen aufgestellt.

Ende des 18. Jh. entstehen auch komodengroße Drehorgeln für **kleinere Zimmer** (chamber barrel organ).

Sie spielen in Zimmerlautstärke **anspruchsvollere Musik**.

Ab 1820 entsteht das weiter verbreitete **Spinnrad mit Orgelwerk**.

1842 entwickelte CLAUDE FELIX SEYTRE aus Lyon eine auf Tische stellbare Drehorgel, die **Organette**.

Sie war mit Zungenpfeifen und Kurbelantrieb ausgestattet.

Er übertrug dazu das Jacquard-System auf als Autophone oder Autopanphone bezeichneten Instrumente.

Mit 16 bis 25 Tonstufen werden sie in „Fabrik Leipziger Musikwerke, vormals PAUL EHRLICH & Co“ hergestellt.

Ab 1882 wurde hier die „Tisch-Drehorgel“ **Ariston** ($40 \times 40 \times 25 \text{ cm}^3$) serienmäßig produziert.

Sie besaß durchschwingende Tonzungen für 24 Tonstufen und eine runde Lochscheibe mit 33 cm Ø.

Infolge ihres niedrigen Preises gelangt sie in die Wohnungen. Bis 1910 wurde fast eine halbe Million Exemplare verkauft.

Der Plattenkatalog enthielt 4 000 verschiedene Titel.

Auch die **Lochscheiben** verlangten höchste **Perfektion** bei der Fertigung und gut ausgebildete Arrangeure.

Das Musikwerk musste aus wenige Töne (24 statt 88 beim Klavier) und kurze Zeit (≈ 50 Takte) reduziert werden.

Daher waren die „Tonträger“ zunächst sehr teuer. Auch in der **englischen** Kirchen- und Hausmusik gab es im 19. Jh. das ähnliche Barrel-Organ.

Der umfangreiche Drehorgelbau endete um 1925 durch die **Wirtschaftskrise sowie Grammophon und Radio**.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Immer größere, lautere Orgeln

Die umfangreichen Erfahrungen mit mechanisch gesteuerten Instrumenten führten **zu immer komplexeren Automaten**. Neben Glocken, Zungen, Orgelpfeifen, Flöten wurden immer mehr Instrumente und sich bewegende Figuren einbezogen. Darunter auch Blas-, Schlag-, Zupf-, Tasten- und Streichinstrumente. Die Fülle und Geschichte der dabei entstandenen Varianten enthält ausführlich [1].

Zumindest gibt es dafür zwei **historische Vorläufer**:

Ein Geigenwerk (viola organista) hat als erster hat LEONARDO DA VINCI (1452 - 1519) skizziert. Mittels Gewicht oder Spiralfeder sollte ein endloses Geigenband die Saiten anstreichen.

1557 baut der Mechaniker GIOVANNI TURRIANO im Kloster San Jerónimo de Yuste (Extremadura, Spanien) für Kaiser Karl V. (1500 - 1558) bewaffnete Puppen zu Pferde, die Trompeten spielten und Pauken schlugen.

Die immer größeren Musikautomaten forderten auch **neuartige Lösungen**.

Zur **Synchronisation** müssen sie von einem einzigen, immer **umfangreicheren Speichermedium** betätigt werden.

Es war kaum noch ein **Antrieb** per Hand möglich. Ein **Schwungrad** hilft nur bei kleineren Ausführungen.

Eingesetzt werden starke **Federwerke** und **Hängegewichte**; ab 1880 **Dampfmaschinen**, ab 1900 **Elektromotoren**.

Das führt zu immer **größeren Lautstärken**, die auch durch den zunehmenden **Verkehrslärm** erzwungen werden.

Zu den besonders lauten Instrumenten (-Imitationen) gehören die Trompeten. Sie erreichen Pegel bis zu 110 dB_A.

Die höchste Lautstärke erreichte die Calliope (Dampfdrehorgel): Dampf, komprimierter Luft bläst spezielle Signalpfeifen.

Sie wurden 1845 JOSHUA C. STODDART (1814 - 1902) für Leuchttürme vor der Küste Neuschottlands entwickelt.

Später wurden sie auch Signalgeber auf Schiffen benutzt und waren ca. 20 km weit hörbar.

1840 macht sich hierüber GRANDVILLE (1803 - 1847) mit seiner kritisch bis böartigen Karikatur „Dampf-Musik“ lustig.

Mälzel und Beethoven

1802, 1805 und 1808 baute JOHANN NEPOMUK MÄLZEL (1772 - 1838) Panharmonicons mit bis zu 276 Instrumenten. Für das letzte schrieb 1813 LUDWIG VAN BEETHOVEN (1770 - 1827) Wellingtons Sieg oder die Schlacht bei Vittoria op 91. Es betrifft den Spanischen Unabhängigkeitskrieg (1808 - 1814) gegen NAPOLEON. Die englischen Truppen führte ARTHUR WELLESLEY, HERZOG VON WELLINGTON (1769 - 1852). Beim spanischen Ort Vitoria (Hauptstadt des Baskenlandes) wurde NAPOLEON am 21.6.1813 vernichtend geschlagen. BEETHOVEN fühlte sich jedoch durch MÄLZEL finanziell benachteiligt. Daher gab es nur orchestrale Aufführungen. 1817 wurde der Streit zwischen beiden beigelegt, MÄLZEL baute ihm ein Hörrohr.

1815 verbesserte MÄLZEL das 1814 von DIETRICH NIKOLAUS WINKEL (1777 - 1826) entwickelte Metronom unwesentlich. Hieraus ergab sich ein Rechtsstreit, der quasi unentschieden endete. Um dennoch seine Überlegenheit zu beweisen, baute er 1821 das gewichtsbetriebene, zufallsgesteuerte **Componium**. Eine Stiftwalze erzeugte zwei Takte Musik, die andere bewegte sich zufällig an eine der acht möglichen Positionen. Fortlaufend entstanden so 80 Takte. Theoretisch waren so 14 513 461 557 741 527 824 Musikstücke zu generieren. Würde jedes nur 5 Minuten dauern, so wären dennoch 138 Trillionen Jahre zum Anhören erforderlich.

Manuell war dieses Generierungsprinzip bereits ab etwa 1757 von einigen Komponisten eingeführt. Bekannt ist WOLFGANG AMADEUS MOZARTs (1756 - 1791) KV 294d, posthum 1793, als Variante mit 2 Würfeln.

Jahrmarkt-Orgeln usw.

Für Rummelplätze entstand die meist fahrbare, große Jahrmarkt-Orgel = Karussellorgel = fairground organ
Ab 1870 wurde sie vorwiegend im Schwarzwald und in Holland gebaut. Sie übertönte den hier immer vorhandenen Lärm.
Durch ihre reiche Verzierung auf der Frontseite und bewegliche Figuren, u. a. Tänzerinnen, sollte sie Kunden anlocken.
Anfangs wurde sie von einer Stiftwalze gesteuert, ab 1900 von perforierten Kartonstreifen, später von Notenrollen.
Bis 1900 herrschte der Wiener Walzer vor, danach war französische Militärmusik üblich.
Ab 1930 bewirken Weltwirtschaftskrise, Grammophon und Radio, dass kaum noch Jahrmarkt-Orgeln produziert werden.

Ab 1880 gibt es die **Tanz-Orgel** als Gegenstück zur Jahrmarktorgel, jedoch für Festsäle.
Sie wird vorwiegend mit Karton-Noten gesteuert und einem Elektromotor angetrieben.

Später entstehen kleinere **Orchesterspieldosen** mit **Münzeinwurf**, die hauptsächlich in Gasthäusern aufgestellt wurden.
Sie können als Vorläufer der Musikplatten- und Juke-Boxen der 1950/60-iger Jahre gelten.

Orchestrion und Symphonium

Nebenbei: Ab 1850 wurde der Begriff Orchestrion zeitweilig auch für nichtmechanische, orgelähnliche Tasteninstrumente benutzt.

1828 wird das mechanische Musikwerk der Wiener HEINRICH und JOHANNES BAUER erstmalig Orchestrion genannt. Ab 1851 heißen die vielen Orchester-Imitationen des Dresdener Familienbetriebes „Kaufmann und Sohn“ ebenso. Zuvor hatten sie auch schon schrankgroße zweigeteilte Automaten mit mehreren Instrumenten gebaut. Oben die Pfeifen, Schlaginstrumente usw., unten die Schöpfungsbälge und der Antrieb.

Eine völlig unerwartete Wirkung löste Kaufmanns „Belloneon“ von Anfang 1806 mit Trompeten und Pauken aus. 12 freischwingende Zungen imitierten täuschend echt, die elf Töne, die damals auf der Naturtrompete C möglich waren. Es wurde vom König von Preußen gekauft und im Schloss Charlottenburg aufgestellt.

1806 hatte NAPOLEON I. (1769 - 1821) in Jena und Auerstedt die vereinten Preußen und Russen besiegt. Er nahm er im Schloss Charlottenburg Quartier. Kaum schlief er, da zerriss eine preußische Kavallerie-Attacke die Stille. Er ließ Alarm schlagen. Alles eilte unters Gewehr. Doch die Attacke wurde wiederholt, im Schloss geblasen. Erst nach langen Untersuchungen stellt sich heraus, dass es nur das Belloneon gewesen war.

Auch Kaufmanns 1810/12 lebensgroßer automatischer Trompetenspieler in mittelalterlicher Kleidung überraschte. CARL MARIA VON WEBER (1786 - 1826) sagte:

„Die höchst einfache compendiöse Maschine blies auf einer ihr angesetzten Trompete mit vollkommen schönem, gleichem Tone und fertigem Zungenstoß. Aber noch interessanter und an das Unbegreifliche grenzend ist das Hervorbringen von Doppeltönen in der gleichen Stärke und Reinheit. ... (ich war) sehr überrascht, als ich nach einigen einstimmigen Sätzen auf einmal ein paar muntere Aufzüge in Octaven, Terzen und Quinten sowie einen sehr schönen Doppeltriller f/d zu hören bekam“.

Um 1840 bauten die Kaufmanns ihr „Symphonion“ mit Fortepiano, Klarinetten, Flöten, Piccolo, Schallstäbe und Pauke. 1850 baute der Sohn FRIEDRICH THEODOR KAUFMANN (1823 - 1872) ein Instrument, das wie ein Blasorchester klang.

Fortsetzung Orchestrion

Auch WELTE baute „Orchestrions“. Ebenso EHRLICH neben seiner o. g. Tisch-Drehorgel „Ariston“. Sein „Symphonion“ von 1900 besaß Metallplatten von 51 cm Durchmesser und 1,5 min Spieldauer.

Ab 1930 wurden die mechanischen Musikautomaten zunächst schrittweise durch die elektrischen Techniken verdrängt. Die letzten automatischen Orgeln benutzten bald nur noch Stummfilmkinos.

Heute sind die Orchestrions usw. Attraktion auf Vergnügungsplätzen und Weihnachtsmärkten.

Bereits die Kaufmanns richteten in Dresden ein „Acustisches Cabinet“ ein, in dem alle Instrumente vorgeführt wurden. Dieses wurde 1888 nach Berlin verlegt. Hieraus entstand das erste Museum selbstspielender Musikinstrumente.

Ferner ist die große Vielfalt der Musikautomaten in Museen, wie „Pièces à musique mécanique anciennes“ in Sainte-Croix (Schweiz) oder in der Abteilung „Automatophone“ des Märkischen Museums zu Berlin zu bewundern.

Musizierende Androiden

Eigentlich ist es erstaunlich, dass relativ selten musizierende Androiden entstanden.

Denn bereits ARCHIMEDES (287 - 212 v. Chr.) und APPOLONIUS VON PERGA (257 - 205 v. Chr.) beschrieben künstliche Flötenspieler.

Hervorzuheben sind die Werke von PIERRE JAQUET-DROZ (1721 - 1790) und seinem Sohn HENRI-LOUIS JAQUET-DROZ (1752 - 1791):

Eine Orgelspielerin, spielt Stücke auf einer einmanualigen Orgel.

Mit dem Uhrmacher Jean-Frederic Leschot (1747 - 1824) entstand ein flöteblasenden Schäfer.

1784 stellen PETER (PIERRE) KINTZING (1746 - 1816) und der Kunsttischler DAVID RÖNTGEN (1743 - 1804) eine mechanische Hackbrettspielerin her.

Für den Jahrmarkt entstand noch der lebensgroße Alleinunterhalter „Tino Rossi“, der Akkordeon spielte, dabei Grimassen schnitt und mit den Augen blinzelte. In seinem Innern erzeugten weitere Instrumente zusätzliche Klänge.

Oben bei den Orchestrions ist KAUFMANNs Trompeten-Spieler beschrieben (Bild rechts).



Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
12. Reproduktionstechnik
13. Zusammenfassung

Planchette usw.

Stiftwalze und selbst größte Lochplatten sind für längere Musikstücke unzureichend. Dabei entstanden zunächst:

1617 schuf ROBERT FLUDD (1574 - 1637) eine Planchette; seitliche **Federkiele** zupften die Saiten einer Harfe.

1731 ließ sich JUSTINIAN MORSE eine Planchette (bestiftete Platte, Bild) für eine **selbstspielende Orgel** patentieren.

Die 1789 entwickelte von JOSEPH-MARIE JACQUARD (1752 - 1834) die als Vorbild wirkende **Webstuhlsteuerung**.

1842 führte CLAUDE FELIX SEYTRE ähnliche **zickzackförmig gefaltete Lochkarten** für Musikautomaten ein.

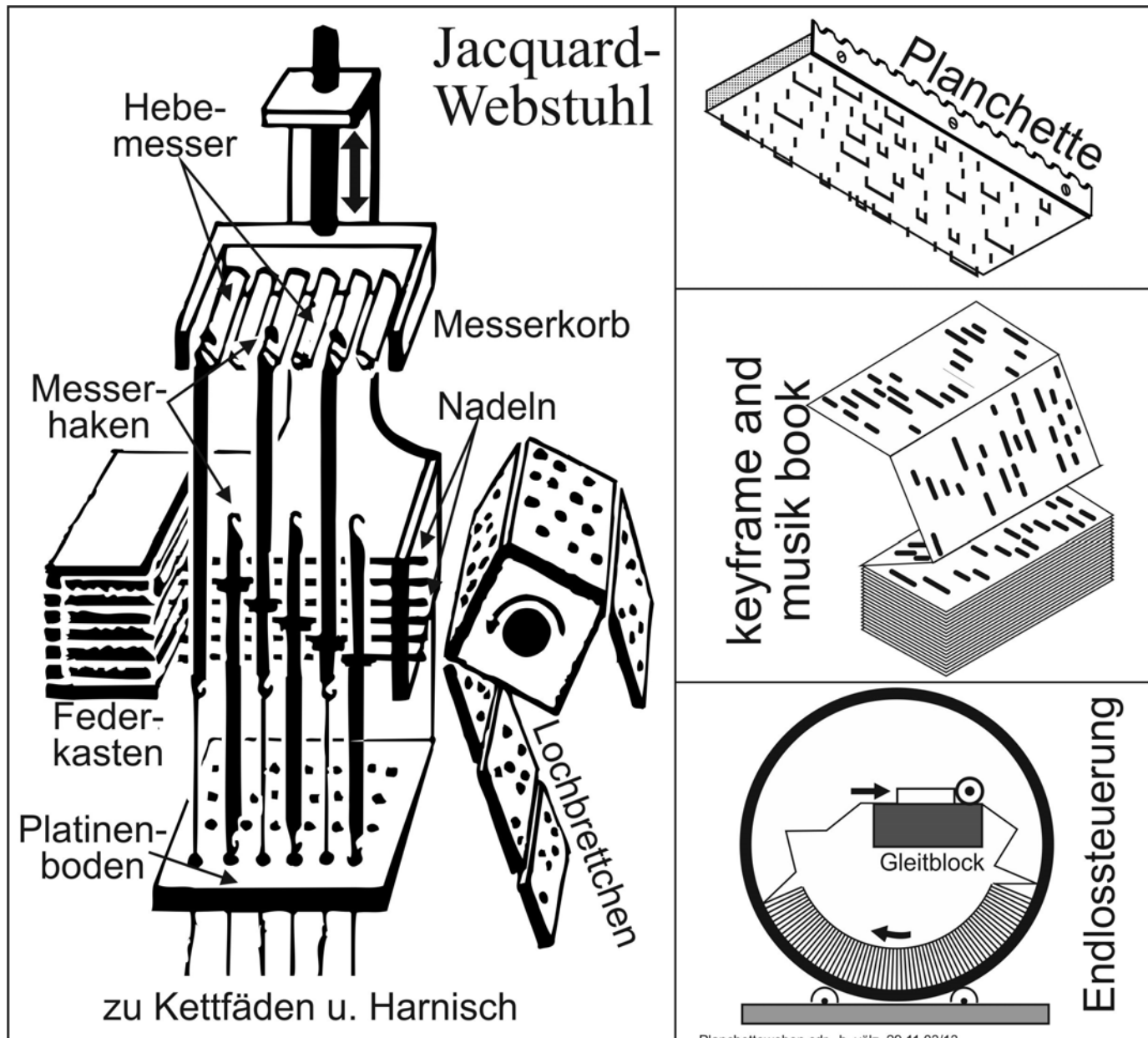
1892 schuf ANSELMO GAVOILI das „keyframe and musik book“ bzw. **Leporello Notenbuch-System** ein.

Dabei wird ein Abtasthebel (Clavis) mit Federn von unten gegen die Kartonnoten gedrückt.

Bei einem Loch rastet er ein und **öffnet ein Ventil** der Windlade zur Orgelpfeife von Dreh-, Jahrmarkts- und Tanzorgeln.

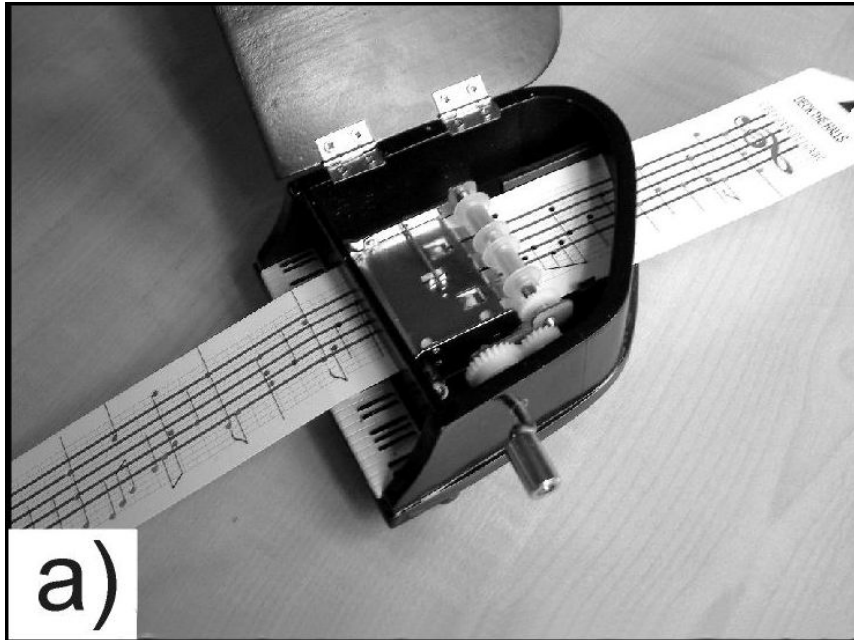
Eine Weiterentwicklung war eine daraus abgeleitete **Endlossteuerung**.

Doch letztlich setzte sich das **Lochband** durch.



Lochband = Lochstreifen → Notenrolle

Die ersten, noch **unvollkommenen Vorstellungen** für ein Lochband entwickelten 1725 BOUCHON und 1728 FALCON.
Die wohl erste realisierbare Idee zur Lochstreifensteuerung stammt 1833 von MICHAEL WELTE (1807 - 1880).
Für seine 1832 in Freiburg gegründete Firma „Welte & Soehne“ hat er sie sich für seine **Orchestrions** patentieren lassen.
Wenig später werden Lochstreifen für das automatische Senden von **Morse-Code** eingesetzt.
1841 CH. WHEATSTONE, 1846 BAIN Patent für Lochstreifentelegraph, 1853 WERNER VON SIEMENS **Schreibtelegraph**.
1887 entsteht ein Patent für eine lochbandgesteuerte **Setzmaschine**.
Die Entwicklung für die **Musikautomaten** verläuft nahezu parallel.
1842 Patentschrift von SEYTRE Lochbaandrolle Rolle mit **Randperforation**.
1847 ALEXANDER DEBAIN: die Notenrolle öffnet über einen Gleitblock die Löcher für **Druckluft-Kanäle** zu Tonzungen.
1848 meldet CHARLES DAWSON ein **notenrollengesteuertes Orgelinstrument** zum Patent an.
1852 schlägt MARTIN COURTEUIL(E) ein verbessertes DEBAIN-System (s.o.) mit Notenrollensteuerung vor.
1861 erscheint eine **Organette** „Cartonium“ von J. A. TESTE.
1887 WELTE **Unterdruck** (Saugwind) öffnet Ventile, die mit Druckluft die Orchestrion-Pfeifen anregen
1895 Notenrollenpatent der Firma Imhof & Muckle dass „keyframe and music book“ ablösen soll.
1900 GIOVANNI **BACIGALUPO** entwickelt mit LINO GATORNA die **Lochbandorgel** (s. o. Leierkasten.) 40 m Papierstreifen.
In den letzten Jahren ist sogar eine **Spielvariante** der Lochstreifentechnik entstanden.
Für sie gibt es Streifen mit vorgedruckten Tonfolgen, die nur noch auszustanzen sind, sondern auch Blanko-Bänder für eigene „Kompositionen“.



- a) Lochstreifen einer kleinen, auch selbst programmierbaren Spieldose mit Übertragungsrolle (ca. $9 \times 11 \text{ cm}^2$).
- b) Lochstreifen aus einem Leierkasten.

Weiterentwicklung

Um 1880 besaßen die Musikrollen Breiten von 15 bis 20 cm und waren für 15 oder 20 Noten eingerichtet.

Ab etwa 1900 werden die Lochbänder auch bei größeren Kirchenorgeln eingesetzt.

Um 1900 entstanden auch die Selbstspiel- und Reproduktions-Flügel.

Das führte vermehrte die Anzahl der Notenrollen-Formate gewaltig.

Es wurden Breiten bis 37 cm mit bis zu 123 Lochreihen benutzt.

1908 die führenden nordamerikanischen Hersteller in Buffalo auf ein instrumentenübergreifendes Notenrollenformat.

Es war 28,5 cm breit, nutzte 88 Lochreihen für Noten (übliche Klaviertastatur), eine für das Pedal und Zusatzspuren

Die Spieldauer betrug 15 Minuten.

1924 erfolgte die internationale Normung zur ENFEK-Notenrolle (Einheits-Notenrolle Für Elektrische Klaviere).

Neben der *pneumatischen* Abtastung gab es auch *mechanische* Varianten.

Um 1900 begann die *elektrische* Abtastung mit erweiterten Möglichkeiten.

Um 1978 nutzten einige Firmen das *Magnetband* z. B. Superscope Co. of Morganton North Carolina mit dem Pinacorder.

Noch später wird die *Diskette* benutzt, z.B. bei dem „Diskklavier“ von Yamaha.

Die *PC-Kompatibilität* bringt neue Vorteile, u.a. Übergang zum *MIDI-Format* (1982), *elektronische Nachbearbeitung*.

Automatische Klaviere, Pianolas

Zur Vereinfachung werden im Folgenden unter „Klavier“ alle **klavierartigen Tasteninstrumente** mit Saiten, wie Clavicord, Cembalo, Spinett, Virginal, Konzertflügel z. T. einschließlich Harmonium und Orgel **zusammengefasst**.

Im Laufe der Musikgeschichte wurde das Klavier zu **dem** Instrument der „ernsten“ (klassischen) Musik. Es besitzt aber auch in vielen anderen **Musikgattungen**, z.B. im Jazz, erhebliche Verbreitung. **Komponisten** benutzen es bevorzugt beim Erschaffen neuer Werke. Es ermöglicht auch herausragende Interpreten. Selbst der **Musikunterricht** beginnt meist mit dem Klavier. Im 19. und 20. Jh. durfte es in den Salons und „**gut bürgerlichen**“ Häusern nicht fehlen.

Doch nicht jeder **lernt gut** Klavier zu spielen. Daher erlangten automatisch spielende Klaviere (**Selbstspielklaviere**), Pianola, Phonola, Player Piano große Verbreitung. Bei „normalen“ Klavieren ermöglichten zwei Arten von **Zusätzen** das Selbstspielen: **Vorsetzer** wurden ans Klavier heran geschoben, **Aufsetzer** wurden von oben auf die Tastatur gesetzt. Klaviere besitzen den Vorteil, dass sich ihrer Tasten und Pedale **sehr einfach automatisch betätigen** lassen.

Eigentlich ist **Pianola** kein Gattungsbegriff für Klaviere mit pneumatisch abgetasteter Notenrolle. Es ist der Markenname eines 1897 von EDWIN SCOTT VOTEY bei „Aeolian“ erschaffenen, mechanischen Vorsetzers und später „Selbstspielendes Klavier“.

Bis etwa 1930 wurden weltweit über **2 Millionen** Pianolas **verkauft**. Zeitweise überstiegen ihre Verkaufsziffern sogar jene, der nur direkt zu spielenden Klaviere. Dann beendete das Grammophon diese Entwicklung. Doch seit kurzem werden in Japan und USA wieder automatische Klaviere gebaut, mit vollelektronischer Steuerung.

Gliederung

1. Einleitung und Abgrenzung
2. Schall, Akustik und Hören
3. Utopien und Beginn von Schallspeicherung
4. Frühe Schallautomaten
5. Vortäuschungen der menschlichen Stimme
6. Mechanische Musikautomaten
7. Spieldosen mit Stiftwalze
8. Die Lochplatte
9. Drehleiern und -Orgeln
10. Große Orgelautomaten
11. Zu Notenrolle und automatischen Klavieren
- 12. Reproduktionstechnik**
13. Zusammenfassung

Die Vorgeschichte

1600 baute SAMUEL BIDERMAN (1540 - 1624) das erste **walzenbestiftete Spinett** (6 Musikstücke, 45 Tasten von E - c3).

In Augsburg schuf ACHILLES LANGBUCHER (ca. 1587 bis 1631/9) mechanische Orgeln.

Um 1674 kam es zum ersten Urheberrechtsstreit bezüglich mechanischer Musikinstrumente (Walzenbestiftung).

Zunächst wurden mittels einer **hölzernen Stiftwalze Hämmer** betätigt, die **direkt auf die Tasten** schlugen.

Beim „Autophon“ von 1842 benutzte CHARLES FELIX SEYTRE aus Lyon gelochte Kartonstreifen.

Luftdruckimpulse (Pneumatik) bewirkten hier den Aufschlag der Klavierhämmer auf die Saiten.

Um 1843 wurde der wohl **erste Aufsetzer** „dump organist“ von der englischen Firma Forster & Andrews hergestellt.

Er war **kurbelbetrieben** für jede „normale“ Orgel einsetzbar. Seine Stiftwalze enthielt maximal 10 geistliche Stücke.

Den **ersten Vorsetzer** „Antiphonel“ schuf 1846 ALEXANDRE FRANCOIS DEBAIN (1809 - 1877), erfand das Harmonium

Er benutzte hölzerne Planchetten (5 kg) und sollte den Organisten ersetzen.

Derartige erlangten Systeme jedoch keine praktische Bedeutung,

Die Herstellung der Walzen war sehr aufwendig, die Musik blieb stark mechanisch und eintönig.

Mit der einfachen Technik war keine variable Anschlagstärke, Dynamik zu erreichen.

Pneumatischer Lochstreifen

1860 wurde das erste Patent für automatische Klaviere mit *pneumatischen Lochstreifen* in den USA erteilt.

1863 beschrieb in Frankreich J. B. NAPOLEON FOURNEAUX einen *halbpneumatischen stiftwalzengesteuerten Vorsetzer*.

Bei seinem „Pianista“ öffnete eine Stiftwalze Ventile und ein Hebelsystem ließ einen *Clavis auf die Taste herabfallen*.

(lateinisch *clavis* Schlüssel, Schloss, hier mehr Hammer).

1887 patentiert die Firma WELTE ein universell einsetzbares *pneumatisches Notenrollensystem*.

Es setzt für alle Klaviere und komplexeren Instrumente, z. B. Orchestrions, die *pneumatische Steuerung* durch.

Später wird es von *über hundert Herstellern* verwendet.

Auf der *Leipziger Herbstmesse* 1891 wurden die ersten von ALEXANDER PETERSON (1862 - 1893) entwickelten, pneumatisch mit Saugluft gesteuerten Klaviere vorgestellt.

Um 1891 produzierten auch die „Leipziger Musikwerke, vorm. *Paul Ehrlich & Co.*“ pneumatische Klaviere.

Kurz darauf folgen von der „Aeolian Organ und Music Company“ ähnliche Instrumente, insbesondere *das Pionola*.

Bei den ersten Instrumenten musste der „Spieler“ noch mit den Füßen (ähnlich dem Harmonium) das Vakuum erzeugen.

Später übernahm das ein Elektromotor.

Klassen der Leistungsfähigkeit

1. Elektromechanische bzw. **elektrische** Klaviere spielen vollständig automatisch

Sie enthalten den Selbstspielmechanismus und benutzen meist ein endloses Lochband für „pausenloses“ Spielen.

Sie nutzen manchmal zusätzlich andere Klangerzeuger, wie Orgelpfeifen oder Glocken.

Häufig sind sie sogar als Münzautomat gestaltet und dienen dann vor allem der „Unterhaltung“ oder „Beschallung“.

2. „Normale“ Pianolas enthalten auch den Selbstspielmechanismus, verwenden **endliche, auswechselbare** Notenrollen.

Sie besitzen meist eine höhere Klangqualität und werden hauptsächlich für „ernste“ Musik eingesetzt.

Ähnlich wie beim Harmonium kann mittels Pedale und Hebel die **Dynamik und Agogik** (s. u.) beeinflusst werden.

Auf den Notenrollen sind dazu häufig **Empfehlungen der Hersteller** aufgedruckt.

Stammen sie von einem kompetenten Musiker, so liegt eine „**Künstlerrolle**“ vor (ähnlich beim Reproduktionsflügel).

Ab 1900 gibt es zusätzliche Lochungen für eine optimale Geschwindigkeit = *metrostylische Linie* von „Aeolian“.

In ihrem System *Themodist* wurden markierte Noten akzentuiert.

Ab 1908 produziert die Firma Hupfeld *Solodant*, das ähnlich arbeitet.

Es gab auch eine Frühform des heutigen Karaoke: Auf den Notenrollen war der Liedtext gedruckt.

Dadurch sollte Gesang während des automatischen Spiels erleichtert werden.

Schließlich wurden selbstspielende Klaviere auch für Stummfilmvorführungen mit zusätzlichen Klangeffekten ausgestattet.

Hinweis: Agogisch stammt von *griechisch agon* Wettkampf, Anstrengung. Es bedeutet etwa frei, individuell gestaltet.

In der Musik wird es hauptsächlich auf das Tempo einer Interpretation bezogen.

Offensichtlich wurde damals eine ähnliche Erfahrung gewonnen, wie in den 70er Jahren bei den fertigen Zusammenstellungen zum

Backen, Kochen usw. Es muss immer eine „wichtige“ Kleinigkeit übrig bleiben, die jemand als seine individuelle Leistung ausgeben kann.

Das könnte auch ein Grund dafür sein, dass die „Künstlerrollen“ keinen größeren Absatz fanden.

Klassen 3 und 4

3. Vor- bzw. Aufsetzer enthalten nur den Selbstspielmechanismus für das Lochband und die filzbezogenen Finger. Sie wirken unmittelbar mechanisch auf die Tasten des Klaviers ein.

Die Notenrollen sind weitgehend identisch mit denen der Pianolas.

Der erste moderne Vorsetzer wurde von KARL BOCKISCH (1874 - 1957) bei der Firma WELTE gebaut für den Großherzog von Baden gebaut, der zweite für Kaiser WILHELM II.

Später gab es auch Vorsetzer anderer Firmen z. B. von Hupfeld und Aeolian.

4. Reproduktionsklaviere (z. B. Welte-Mignon, s. u.) ermöglichen nicht nur die Wiedergabe von Lochbändern.

Sie ermöglichen auch beim individuellen Spiel eines Künstlers ihre weitgehend automatische Herstellung.

Ab 1904 entstand dabei eine Technik, deren Aufzeichnungen von höchsten kulturgeschichtlichem Wert sind.

Ihre Bandrollen ermöglichen Einblicke in die künstlerische Gestaltung, die keine moderne Aufzeichnung leisten kann.

Z. B. lassen sich **Agogik, Dynamik und Melodielinie** einwandfrei voneinander trennen (s. u.).

Dadurch war bereits damals für die Klavierliteratur deutlich leistungsfähiger, als die Schallplattenaufzeichnung.

Höre hierzu mp3. Computer hören, analysieren, spielen Musik. XII-11

Typische Reproduktionstechnik

Der typische Aufbau einer **Notenrolle** sei am Beispiel eines Ampico-Selbstspielklaviers beschrieben.

Das **28,5 cm** breite Lochband wird mit etwa **5 cm/s** über einen **Gleitblock** geführt.

Zwischen der rechten und linken seitlichen Führung befinden sich ca. **100 feine Löcher**.

Die **mittleren** sind den **chromatischen Klaviertönen** zugeordnet, vom Subkontra-H bis zum viergestrichenen A.

Am rechten und linken Ende befinden sich Löcher für **zusätzliche Informationen**:

Lautstärke in 7 Stufen, schnelles (11 s.) und langsames (2 s.) **Crescendo** bzw. **Decrescendi** (Diminuendi) von pp bis ff.

Dieser Aufbau ermöglicht es nach kurzer Übung, **Notenrollen fast wie Partituren zu lesen**.

Unter jeder Taste des Klaviers bzw. jedem Finger des Vorsetzers/Aufsetzers befindet sich eine **kleine Druckkammer**.

Sie wird von einem Blasebalg mit **unterschiedlichem Luftdruck** aufgefüllt.

Jedes Loch der **Notenrolle gibt eine Öffnung** des Gleitblocks frei.

Von jedem Loch führt einen eigener Schlauch über je ein **Ventil** zu einer Druckkammer.

Beim Loch wird das Ventil der Kammer geöffnet.

Dadurch kann der **Hammer** mit dem Druck in der Druckkammer auf die jeweilige **Taste schlagen**.

Lange Anschläge müssten eigentlich durch Schlitze im Lochband realisiert werden.

Weil das aber seine Stabilität verringern würde, werden mehrere **Löcher perlschnurartig** dicht aneinander gesetzt.

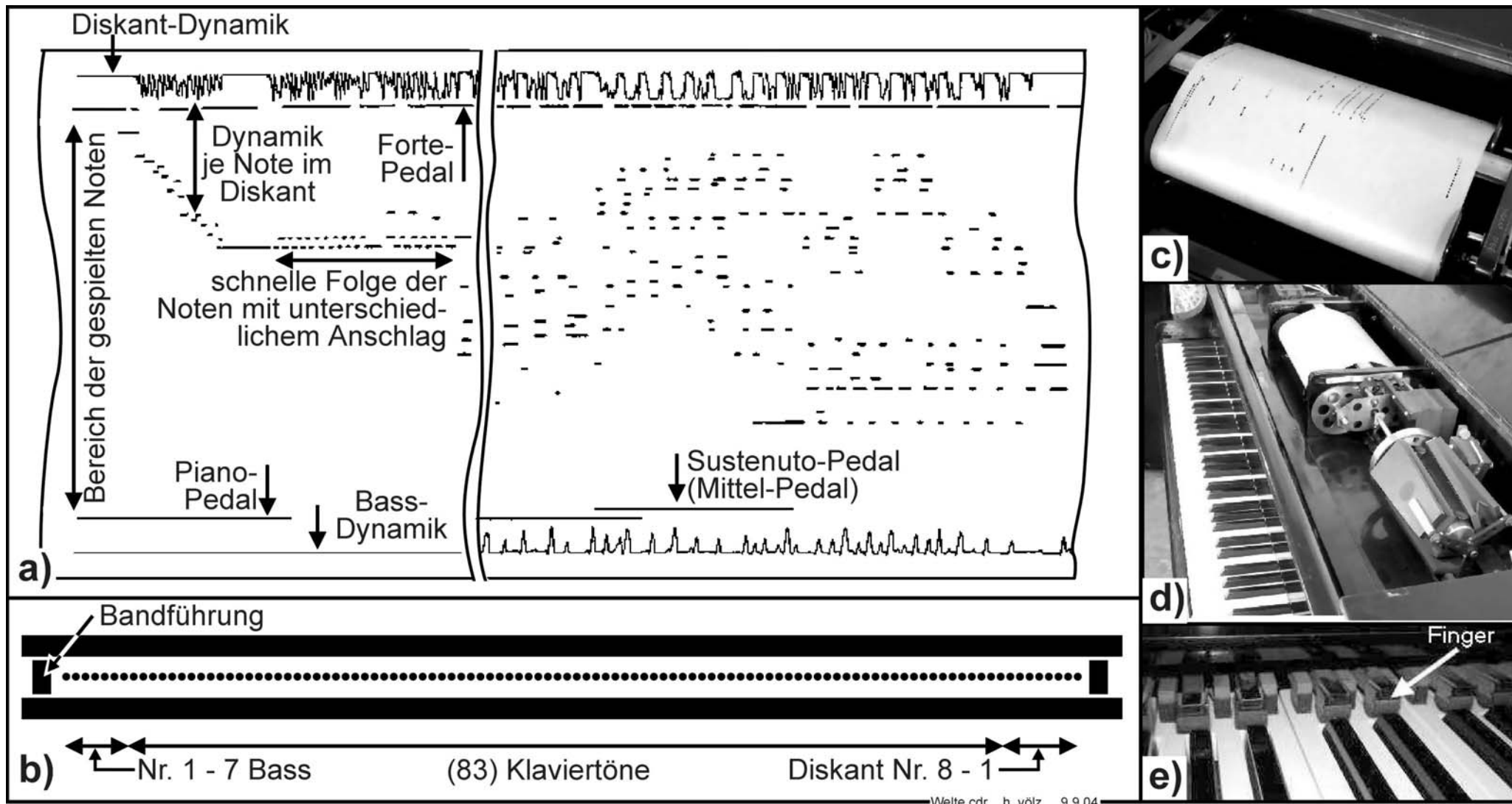
Ihre Abstände sind so, dass sich immer ein oder teilweise zwei Löcher über einer Öffnung des Gleitblocks befinden.

Erst Löcher mit einem **größeren Abstand** führen zur **Repetition** des Tones bzw. zu **Stakkato**-Tönen.

Ein **Lochband** muss ein sicheres Abspielen bei langer Lebensdauer garantieren.

Es ist sehr **hochwertiges Papier** notwendig: alterungsbeständig, unempfindlich gegenüber Temperatur und Luftfeuchte.

Es muss sich **gut lochen lassen**, es dürfen dabei keine Fasern entstehen. Sie würden in der Pneumatik stören.



a) Prinzipieller Aufbau des Lochbandes am Beispiel der Ampico-Technik, b) Einteilung der Löcher eines Gleitblockes, c) Lage des Lochbandes beim Welte-Mignon, d) Einbau der Technik in einen Flügel, e) Eingriff der filzbelegten Finger eines Vorsetzers. Hier geht die Blickrichtung vom Flügel weg zum Vorsetzer hin.

Alte Herstellung der Notenrolle

Aus heutiger Sicht ist das selbstspielende Klavier *Hardware*, die zum „Betrieb“ zu *programmierende Software* benötigt. Anfangs wurden die Notenrollen – analog wie die Pläne bei Stichtwalzen bzw. Lochscheiben – rein manuell hergestellt. Ein musikkompetenter Arrangeur zeichnet – eventuell mit Schablonen – Markierungen für die Löcher auf den Streifen. Von einer technischen Kraft wird er dann mit speziellen Lochgeräten perforiert. Anschließend editiert der Arrangeur das Lochband durch Betrachten und Abhören auf einem Selbstspielklavier. Dabei können Löcher sowohl überklebt als auch zusätzlich gestanzt werden. Bis zum endgültigen Muster für ein Musikstück wurden mehrere Wochen benötigt. Erst danach konnte die Vervielfältigung mit speziellen Kopiermaschinen erfolgen. Eventuell schloss sich noch für die Pianolas der Aufdruck für Dynamik und Agogik an. Die erste Fabrik hierfür wurde 1912 in la Garriga in Katalonien gegründet. Es wurde bald ein beachtlicher Industriezweig.

Die neue Technik

1904 schufen EDWIN WELTE (1876 - 1958) und Sohn BERTHOLD eine neue Qualität. Sie stellten das Reproduktionsklavier Welte-Mignon (*französisch **mignon*** allerliebste, niedlich, reizend) vor. Ab 1895 war der Teilhaber KARL BOKISCH (1874 - 1952) wesentlich beteiligt. Teilideen stammen von HUGO POPPER. Die 88 Tasten und zwei Pedale des **Aufnahme­flügels** waren mit **elektrischen Kontakten** versehen. Sie steuerten die meist im Nebenraum stehende **Aufnahme­appara­tur**. Mittels 88 + 2 elektromagnetischen **Schreibstiften** wurde das Pianisten-Spiel auf die fortbewegte Papierrolle geschrieben. Damit war (im Prinzip) der o. g. **Arrangeur überflüssig**. Nur der Künstler bestimmte die primäre Aufzeichnung. Anschließend wurde der Papierstreifen **manuell gestanzt**. Bereits dabei ließen sich **fehlerhaft gespielte Noten leicht korrigieren**. Es entstand die **Mutterrolle**. Von einem erfahrenen **Notenrolleneditor** – Anfangs von WELTE selbst – wurde sie **mehrfach nachbearbeitet**. Schließlich wurde das **Lochband vom Künstler** als seine Interpretation **akzeptiert**. Dies dokumentierte er durch seine **Unterschrift** auf der nun „lupenreinen“ Notenrolle. Schnell besaß WELTE einen umfangreichen **Katalog** mit über 100 prominenten Pianisten, Komponisten und Dirigenten. Solche „**Künstlerrollen**“ **gibt es** u.a. von GUSTAV MAHLER, MAX REGER, EUGEN D'ALBERT, CLAUDE DEBUSSY, FERRUCCIO BUSONI, RICHARD STRAUSS, EDVARD GRIEG, IGNAZ PADEREWSKI und MAURICE RAVEL BESPIELT.

Weltweite Anwendung

Die Wirkung des Welte-Verfahrens war so revolutionär, dass sehr schnell andere Firmen ähnliche Geräte herstellten. Das waren z. B. 1905 das „DEA“-Instrument, 1908 von Philipps (Frankfurt) das „Duca“, 1913 von Aeolian Company das „Duo-Art“, 1914 von American Piano Company das „Ampico“ und 1918 von der Firma Hupfeld das „Triphonola“.

Bei den „Musikwerkefabriken“ standen bald berühmte *Pianisten* – wie heute bei Schallplattenfirmen – unter *Vertrag*. Zwischen 1905 und 1925 wurden etwa **35 000** verschiedene Notenrollen *eingespielt*.

U. a.. 1 300 verschiedene Einspielungen der Werke von FRÉDÉRIC FRANÇOIS CHOPIN (1810 - 1849). Von seinem Nocturne Op. 15 No. 2 gibt es 28 und von der As-Dur Ballade 26 verschiedene Interpretationen. Die Höchstzahl 36 erreicht LUDWIG VAN BEETHOVEN (1770 - 1827) mit der Sonate Op. 27, No. 2 (Mondscheinsonate). Mit nur 170 Aufnahmen ist WOLFGANG AMADEUS MOZART (1756 - 1791) besonders gering vertreten.

Neue Möglichkeiten für Komponisten

Während ein Pianist maximal etwa **15 Anschläge** in der Sekunde erreicht, sind beim **Pianola** bis zu **200** möglich. Ein Pianist kann zwei verschiedene Metren nur spielen, wenn einfache Zahlenverhältnisse wie 2 : 3 oder 3 : 5 vorliegen. Die Technik kennt dagegen kaum Grenzen. Es entstehen sogar völlig neue Klänge. Das nutzten Komponisten, u. .a.:

GEORGE ANTIEIL (1900 - 1959) schuf das „**Ballet Mécanique**“ ursprünglich als Begleitmusik zu einem Film. Die erste Fassung scheiterte daran, dass es nicht gelang, die 16 Pianolas zu synchronisieren. 1927 erfolgte die Uraufführung für ein Pianola, zwei Klaviere, Schlagzeug, Telefonklingel, Sirene und Flugzeugmotoren. 1928 schuf IGOR FJODOROWITSCH STRAWINSKY (1882 - 1971) seine „Étude pour Pianola“ Op. 7, Nr. 1. Sehr interessante Werke schuf CONLON NANCARROW (1912 - 1997). Auch GYÖRGY LIGETI (*1923) war beteiligt.

Das Ende

Der Erste Weltkrieg, das Grammophon und die Konkurrenz bewirkten den langsamen Niedergang der Firma WELTE.

Sie widmete sich zusätzlich dem Bau von Kinoorgeln.

Nach Einführung des Tonfilms wurden 1932/33 die letzten Welte-Mignon-Instrumente verkauft.

Im Zweiten Weltkrieg wurde die Firma 1944 vollständig zerstört.

Grenzen der Reproduktionstechnik

Zur Leistungsfähigkeit bzw. Authentizität der Reproduktionstechnik gibt es heute unterschiedliche Auffassungen. Unumstritten ist ihr hoher musikgeschichtlicher Wert.

Deshalb fand bereits am 3.2.1920 in der New Yorks Carnegie Hall ein **spezielles Konzert** statt.

Zunächst spielten die berühmten Pianisten LEOPOLD GODOWSKY, MISCHA LEVITZKI, BENNO MOISEWITSCH, LEO ORNSTEIN und ARTUR RUBINSTEIN je eine Komposition live.

Unmittelbar darauf folgte die Wiedergabe einer von ihnen eingespielten Notenrolle.

Dieser **direkte Vergleich** bestätigte die hohe Authentizität der verwendeten Ampico-Technik

Er hätte gewiss auch für jede andere Firma zugetroffen.

Der Pianist JOSEF HOFMANN sagte, dass er durch die Aufnahmen **neue Feinheiten** seiner Interpretation **erkannt** habe. Dadurch habe er seinen Stil weiter ausarbeiten können.

Heute gibt es aber von ein und derselben Rolle **Überspielungen** auf CD mit beträchtlichen Unterschieden.

Von einer mit WLADIMIR-HOROWITZ-Rolle pressten verschiedene Label z. B. die **Wiedergabezeiten** von 11'32" bis 14'15".

Hinzu kommt, dass viele Umspielungen neben anderen Mängeln, häufig eine recht **geringe Dynamik** aufweisen.

Das könnte auch am Zustand und der „Pflege“ der benutzten Klaviere (z.B. verhärtete, feinflöchrige Schläuche) liegen.

Grenzen 2

Beim (üblichen) **Klavier** kann ein **Interpret** Beginn, Ende und Lautstärke jedes einzelnen Tones bestimmen. Diese drei Größen und die Betätigung der Pedale bestimmen **vollständig Phrasierung, Agogik, Rhythmik und Dynamik**. Bei der **Reproduktionstechnik** werden sie erst **nachträglich** – und auch dann **nicht einzeln** für jede Note– hinzugefügt. Hier liegt das bis heute nicht vollständig gelüftete Geheimnis der Aufzeichnungstechniken der einzelnen Systeme. Die **Sensorik** an den Tasten und Pedalen kann nur sehr genau Anfang und Ende eines Tones aufzeichnen. Das Aufzeichnungsverfahren von WELTE kann heute **nicht mehr vollständig rekonstruiert** werden. Die **Konstruktionspläne** und die Freiburger Aufnahmeapparatur wurden im Zweiten Weltkrieg **zerstört**. Einige Fotos zeigen u.a. **zwei Öffnungen**, deren Funktion bis heute nicht geklärt ist (Schalldruckschreiber!?). Die eingespielten **Originalrollen** wurden nach Amerika geschmuggelt und sind bisher **nicht wieder aufgefunden**. WELTE gab an: ein **geheimes Aufzeichnungsverfahren** für die Dynamik zu verfügen. Hätte die Firma es besessen, so hätte sie mit großer Sicherheit hierfür **Patentschutz** beantragt. Es liegt keine vor. Andererseits können selbst Experten maximal 6 bis 8 **Lautstärkestufen** wahrnehmen (7 ± 2 chunks). Nur bei unmittelbar auseinanderfolgenden Tönen könnte das überschritten werden. Für eine originalgetreue Wiedergabe aller **Crescendi** und **Diminuendi** könnte also mehr notwendig sein. Eigentlich müsste auch die unmittelbar sichtbare „Ausstrahlung“ eines Interpreten berücksichtigt werden. Bedeutsam ist weiter, dass **jede Firma** für die Codierung der Dynamik ein **eigenes System** benutzte. Was genau wie geschah (know how) wurde selbst für wichtige Mitarbeiter oder Klavierstimmer **streng geheim** gehalten. Bei einigen Firmen wurde die Dynamik während der Aufnahme von versierten Mitarbeitern in die Partitur eingetragen. Aeolian fertigte zeitweise sogar **Grammophonaufzeichnungen parallel** an.

Weiterentwicklungen

Erst 1926 soll die American Piano Company ein **präzises Aufzeichnungsverfahren** besessen haben. Angeblich sollte die Eigenart jeder einzelnen Note erfasst werden. Doch es entstand keine serienmäßige Herstellung. Mit der **elektrischen** Schallplattentechnik und der CD entstand eine direkte und hochqualitative Aufzeichnungstechnik. Sie erlaubt aber **kein Editieren** der Einspielung. Stattdessen gibt es eine hervorragende Cuttertechnik. So entstand 1878 der „Pianocorder“ mittels Magnetband. Unter jeder **Klaviertaste** befindet sich ein **Elektromagnet**, der in einer Spule eine dynamikabhängige Spannung induziert. Bei der Wiedergabe zieht ein Elektromagnet die Taste genauso intensiv herunter. Da sich kein Verkaufserfolg einstellte, ergab sich auch keine größere Produktion. Ab 1970 entwickelte WAYNE STAHNKE für die Firma **Bösendorfer** Steuerungstechniken und -programme. Sie wurden ab 1985 von Firma „Kimball International“ in den Bösendorfer SE Flügel eingebaut wurden. Direkt unter jeder **Taste** und über jeder **Saite** befindet sich ein **Optokoppler**. So wird die gesamte Anschlagsdynamik mit MIDI (**M**usical **I**nstrument **D**igital **I**nterface) von 1982 gespeichert. Die Messung erfolgt 800mal/s in 1024 Stufen. es können 32 beliebige Tasten parallel aufgezeichnet werden. Genauso werden mit 256 Stufen ständig die Pedale abgefragt. Die Weiterverarbeitung kann auch mit üblichen Sequencer-Programmen erfolgen. Seit 1990 gibt es ein von HORST MOHR entwickeltes System, das alte **Notenrollen optoelektronisch** in MIDI konvertiert. Neuere Entwicklungen sind mir nicht bekannt.

Zusammenfassung

Anfangs sind einige Grundlagen der Schalls, der Akustik und des Hörens behandelt. Es folgen Utopien zur Schallspeicherung, erste Automaten und Vortäuschung der menschlichen Stimme. Da keine direkte Schallspeicherung – schon gar nicht der Stimme – möglich wurde, folgen Automaten, die mit gesteuerten Schallschwingern und Instrumenten Musik erzeugen. Der geschichtliche Weg geht über Spieluhren und -dosen, zur Anwendung der Lochplatte und Notenrolle. Damit entstehen Drehorgeln sehr unterschiedlicher Größe. Für sie alle muss durch Experten das Speichermedium mit hohem Aufwand produziert werden. Eine wesentliche Weiterentwicklung sind daher die Selbstspielklaviere. Ihre Notenrollen sind noch heute wichtige Dokumente von hervorragenden Pianisten usw. Durch die direkte elektronische Speicherung mittels Schallplatte, Tonband usw. ist heute die Selbstspieltechnik weitgehend abgelöst.

Im **Überblick** zeigt das folgende Bild die prinzipiell möglichen Wege zur einer **technischen Schallwiedergabe**:

Mechanische Musikinstrumente und **Musikautomaten** erzeugen ihren eigenständigen Schall. ⑤

Automaten benötigen ein zu programmierendes Speichermedium, wie Stiftwalze, Lochplatte und Lochband.

Diese **Programmierung** musste zunächst mühevoll manuell von Spezialisten vorgenommen werden. ②

Die **Auslösung** des Schalls erfolgt vom **Menschen** oder automatisch zur bestimmten Uhrzeit oder durch ein Ereignis.

Die **Reproduktionstechnik** erlaubt (teilweise) eine automatische Programmierung beim Spielen der Instrumente. ③

Mit all diesen Methoden (diese Folien) kann kein **natürlicher Schall**, z. B. **Sprache** und **Gesang** aufgezeichnet werden.

Hierzu ist eine **direkte Speicherung** ① erforderlich. sie werden im folgenden Teil 2 behandelt,

Bei Ihnen ist dann auch die direkte Wiedergabe ④ möglich.

