

Humboldt-Universität zu Berlin
Kultur-, Sozial- und Bildungswissenschaftliche Fakultät
Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft
Fachgebiet: Medienwissenschaft
Seminar: Das Studium technischer Dinge – Medienarchäologie konkret
Prof. Dr. Wolfgang Ernst
Sommersemester 2016



Die Bulova Accutron 214

Zu der Funktion und den Besonderheiten einer solchen Uhr
26.09.2016

Lena Kleist
Danckelmannstraße 31
14059 Berlin
kleistle@hu-berlin.de
Kernfach: Musikwissenschaft
Nebenfach: Medienwissenschaft
beides im 2. Fachsemester
Matrikelnummer: 576892

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
2. Die Bulova Accutron.....	3
2.1 Funktionsweise.....	4
2.2 Exemplar des medienarchäologischen Fundus	7
2.2.1 Technische Daten.....	7
2.2.2 Optischer Eindruck	8
2.2.3 Akustischer Eindruck	10
2.3 Probleme bei dem in Gang Setzen der Accutron-Spaceview-Modelle heutzutage	10
3. Fazit.....	11
4. Literaturverzeichnis.....	13
5. Abbildungsverzeichnis	14

Anhang: Eigenständigkeitserklärung
Prüfungsprotokoll

1. Einleitung

Diese Hausarbeit soll den Leser*Innen einen Überblick über die Stimmgabel-Armbanduhr Bulova Accutron in Bezug auf unterschiedliche thematische Bereiche geben und eine Informationsgrundlage für diejenigen darstellen, die sich im Online-Katalog des medienarchäologischen Fundus¹ einen Überblick, über in diesem vorhandene Artefakte, verschaffen wollen. Neben dem Überblick soll ebenso vermittelt werden, was an solchen Uhren im Gegensatz zu anderen Uhren besonders ist.

Einleitend wird dazu ein kurzer Überblick über die Entstehung der Bulova Accutron gegeben, um die Uhr in ihren historischen Kontext einzuordnen. Im Anschluss werden die technischen Daten dieser Uhren, insbesondere des Modells 214, dargelegt sowie die Funktionsweise einer solchen Uhr mit Hilfe von Bildern genauer dargestellt und erläutert. Im Weiteren wendet sich die Arbeit explizit dem Exemplar im medienarchäologischen Fundus der Humboldt-Universität zu – es wird um die Beschreibung des optischen und akustischen Eindrucks sowie die Schwierigkeiten bei dem in Gang Setzen dieser Uhren heutzutage gehen.

Abschließend werden die Besonderheiten dieser Uhren in Bezug auf die vorhergehenden unterschiedlichen Themenbereiche gebündelt dargelegt.

1 Wiki des medienarchäologischen Fundus auf: <https://wikis.hu-berlin.de/maf/Kategorie:Inventar>

2. Die Bulova Accutron

Anfang der 1950er Jahre stellte der französische Uhrenhersteller Société des Montres Lip sowie die amerikanische Elgin National Watch Company das Konzept einer mittels Batterie angetriebenen Armbanduhr vor. Bulova, ein amerikanisches Uhrenunternehmen beschloss sich dem Thema des elektrischen Antriebs von Uhren ebenso anzunehmen und beauftragte damit Max Hetzel, einen Schweizer Ingenieur. Im Zentrum seiner Forschung sollte die Präzisierung der Ganggenauigkeit der Armbanduhren stehen. Hierbei stellte er fest, dass der elektrische Antrieb allein die Genauigkeit der Uhren nicht verbesserte. Springender Punkt bei der Ganggenauigkeit sei nicht der mechanische oder elektrische Antrieb, sondern das Frequenznormal des Uhrwerks^{2,3}

Hetzel begann daraufhin 1952 mit der Entwicklung der ersten elektronischen Armbanduhr – der Bulova Accutron, die die bisherigen mechanisch angetriebenen Uhren in ihrer Ganggenauigkeit überholen sollte. Die Grundidee dafür bildete das Einsetzen einer Stimmgabel als Frequenznormal. Während die Unruh einer mechanischen Uhr Mitte des 20. Jahrhunderts eine Schwingung mit einer Frequenz von höchstens 2,5 Hz erreichte, konnte das Einsetzen einer Stimmgabel einen weitaus präziseren Gang ermöglichen, da eine solche mit mehr als der Hundertfachen Frequenz schwingen kann.⁴

Nach sieben Jahren der Entwicklungszeit und in Zusammenarbeit mit William Bennett wurde die Armbanduhr 1959 fertiggestellt und ab dem Jahr 1960 zum Verkauf angeboten. Durch ihre Genauigkeit mit einer Gangabweichung von lediglich 60 Sekunden im Monat stellte die Accutron die bis dahin präziseste Uhr auf dem Markt dar.⁵

Die ursprüngliche Accutron-Ausführung war das 214er-Modell. Dieses Modell wurde weiterentwickelt bzw. abgewandelt und im weiteren Produktionsverlauf in einigen unterschiedlichen Modellausführungen angeboten (z.B. 218; 219; 2210).

2 Krug, Günter: *Elektrische und elektronische Uhren*. VEB Verlag Technik, 1987, Berlin, S.94.

3 Stephens, Carlene; Dennis, Maggie: *Engineering time: inventing the electronic wristwatch*. in: *The British Journal for the History of Science*, 2000, S. 480f..

4 Berkavicius, Rob: *What's so Special about these Humming Watches?* in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/accspec.htm>.

5 Stephens; Dennis, 2000, S.482.

2.1 Funktionsweise

Die Bulova-Accutron-Uhren sind elektronische, direkt und tonfrequent angetriebene Armbanduhren. Ihre elektronische Eigenschaft erlangen sie aufgrund eines aktiven elektronischen Bauelements – des Transistors, durch welchen elektrische Kontakte eingespart werden können, die Verschleiß, beruhend auf Korrosion und Verschmutzung ausgesetzt wären.⁶ Neben der Eigenschaft elektronisch zu sein, wird der Antrieb der Accutron-Uhren als tonfrequent beschrieben.⁷ Tonfrequent deshalb, da das „Frequenznormal im Bereich der hörbaren Frequenzen arbeitet“⁸ und somit ein Ton⁹ zu hören ist, sobald die Uhr in Betrieb gesetzt wird.

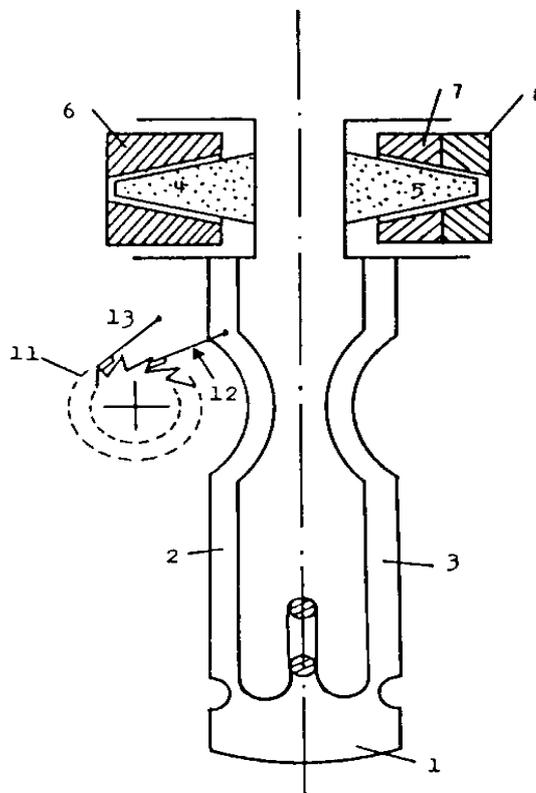


Abbildung 2

Die Frequenznormale einer Bulova Accutron Kaliber 214 sind die Schwinger – also die Miniatur-Stimmgabel (s. Abbildung [Abb.] 2, Punkt [P.] 1) mit ihren zwei Zinken (Abb.2, P.2; P.3)¹⁰. Am Ende der Zinken dieser mit 360 Hz schwingenden Stimmgabel befinden sich zwei Dauermagnete (Abb.2, P.4; P.5). Diese Dauermagnete sind jeweils innerhalb der Antriebsspulen (Abb.2, P.6; P.8), von welchen eine die Steuerspule beinhaltet (Abb.2, P.7), befestigt. Für die Umwandlung der Schwingung der

6 Krug, 1987, S.84.

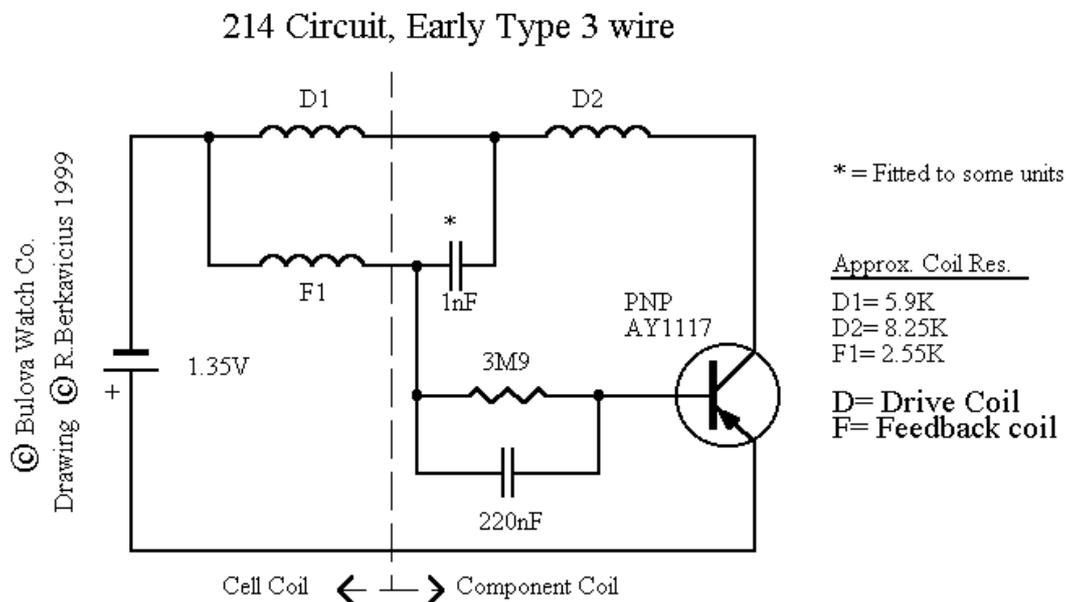
7 Tonfrequent sind die heutzutage von Bulova unter dem Namen Accutron 2 produzierten Uhren allerdings nicht mehr, da die Schwinger dieser Uhren aus Quarzkristallen gefertigt werden. Quarzkristalle bilden in dieser Verwendung piezoelektrische Schwinger, die in hochfrequenten Bereichen schwingen, welche für den Menschen nicht hörbar sind. (Krug, 1987, S. 123).

8 Krug, 1987, S. 96.

9 Gemeint ist ein Ton im musikalischen (Ton = Grundton+Obertöne), nicht im akustischen Sinne (Ton = Sinuston, also lediglich eine Frequenz).

10 Jede Zinke stellt einen selbstständigen Schwinger dar, weshalb von Schwinger im Plural die Rede ist. (Krug, 1987, S. 120).

Stimmgabel in eine Rotationsbewegung, die dazu benötigt wird, das Drehen der Zeiger der Uhr zu ermöglichen, wird ein Sperrwerk (Abb. 2, P.11-13) eingesetzt.



Stromkreis einer 214er Accutron

Abbildung 3

Legt man eine Batterie in die Uhr ein, so fließt Strom durch den Transistor und durch beide Antriebsspulen. Durch den fließenden Strom entsteht ein elektromagnetisches Feld, das die an den Enden der Zinken innerhalb der Spulen befestigten Magneten insofern beeinflusst, dass sich diese nun gegenseitig anziehen. Das führt zu

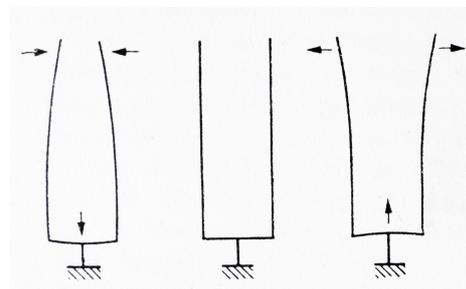


Abbildung 4

einem Ausschlag der Stimmgabelzinken (Abb. 4, links). Im Falle eines solchen Ausschlags wird in der Feedback-Spule eine Spannung induziert, die den Transistor dazu bringt, den bisherigen Stromfluss zu stoppen. Dies führt dazu, dass sich die Magneten gegenseitig abstoßen und die Zinken der Stimmgabel nun in die entgegengesetzte Richtung ausschlagen (Abb. 4, rechts). Dadurch wird in der Steuerspule eine Gegenspannung induziert, die den Transistor dazu anregt, den Strom erneut zum Fließen zu bringen.¹¹

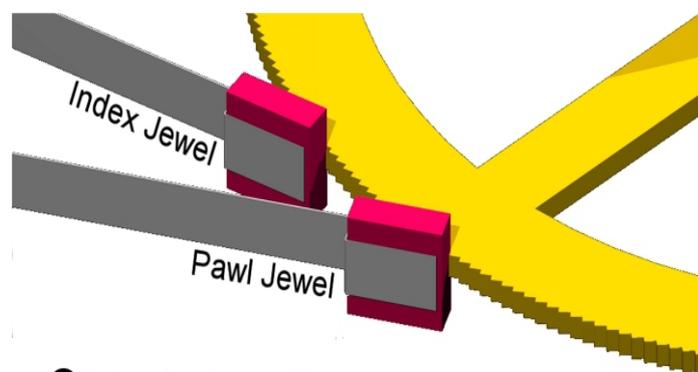
¹¹ Krug, 1987, S. 120f..

Besonders an diesem System ist, dass es sich selbst reguliert. Das bedeutet, wenn die Stimmgabel durch einen Anstoß der Uhr an einem anderen Gegenstand stärker ins Schwingen gerät als eigentlich vorgesehen, so wird im Schaltkreis der Stromfluss solange reduziert, bis die Stimmgabel wieder mit der normalen Amplitude schwingt.¹²

Außerdem ist anstatt des „Tick-Tack-Geräusches“, wie es zu hören ist, wenn eine mechanische Uhr mit Unruh im Gange ist, durch das Einsetzen einer mit 360 Hz schwingende Stimmgabel stattdessen eine Art Summgeräusch zu vernehmen¹³, das sich im Bereich der Töne fis' bzw. ges' des europäischen Tonsystems bewegt.

Um die, durch die Transistorschaltung, konstante Schwingung der Stimmgabel in eine Rotationsbewegung umzuwandeln, wird – wie bereits zuvor erwähnt – ein Sperrwerk eingesetzt.

Wie in Abbildung 5 zu sehen, besteht das Sperrwerk aus zwei Klinken, einer Antriebs- (s. Abb. Index Jewel) sowie einer Sperrklinke (s. Abb. 4, Pawl Jewel) und einem Räderwerk¹⁴. Die Antriebsklinke ist direkt mit der Stimmgabel verbunden, während die Sperrklinke separat



©R. Berkavicius 2009

Abbildung 5

während die Sperrklinke separat mit einem beweglichen Trägerelement verbunden ist. Sobald die Stimmgabel in Schwingung versetzt wird, schwingt die Antriebsklinke mit, stößt einen Zahn des Klinkenrades an und bringt somit das Klinkenrad in Bewegung. Damit diese Bewegung nicht unkontrolliert, sondern immer gleichmäßig mit der Schwingung der Stimmgabel übertragen wird, sorgt die Sperrklinke dafür das Rad zu stoppen, wenn sich die Antriebsklinke um einen Zahn des Zahnrades weiter bewegt hat. Das bedeutet, dass sich die Antriebsklinke pro Schwingung der Stimmgabel um einen Zahn weiterbewegt. Bei einer Frequenz von 360 Hz, bewegen sich Antriebs- sowie Sperrklinke also über 360 Zähne des Klinkenrades hinweg.¹⁵

¹² Berkavicius, Rob: *Technical Information*, in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech.htm>.

¹³ Albert P. Pisano: *Resonant-structure Micromotors: Historical Perspective and Analysis*. in: *Sensors and Actuators*, Band 20, 1. Ausgabe, 1989, S.84.

¹⁴ In Abbildung 5 ist nur das Klinkenrad des fünfrädigen Gebildes abgebildet.

¹⁵ Berkavicius, Rob: *Technical Information*.

Das Klinkenrad übernimmt also die Umwandlung der Schwingung in eine Rotationsbewegung und überträgt diese auf die weiteren Räder des Räderwerks. In Abbildung 5 ist zu sehen wie das Klinkenrad (Index) mit den anderen Rädern des Räderwerks verbunden ist.

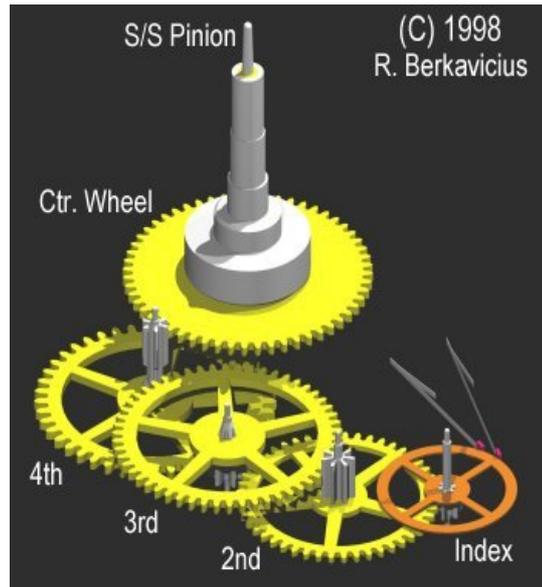


Abbildung 6

2.2 Exemplar des medienarchäologischen Fundus

Im medienarchäologischen Fundus (Am Kupfergraben 5, 10117 Berlin, Souterrain) der Humboldt-Universität zu Berlin befindet sich ein Exemplar einer Bulova Accutron. Genauer – das Spaceview-Modell kaliber 214.

2.2.1 Technische Daten

Armbanduhrentyp:	Stimmgabeluhr
Hersteller:	Bulova Watch Company Inc.
Durchmesser:	≈ 28,7mm
Ziffernblatt:	analog
Energiequelle:	batteriebetrieben
Batterie:	Ursprünglich: 1,35 Volt 387er Quecksilber-Batterien ¹⁶
Wasserdicht:	ursprünglich ja, allerdings kein Verlass mehr, da sehr alt (≈50 Jahre)
Datums-Anzeige:	nein
Material Vorderseite:	Glas, Glassfassung: vergoldet
Material Rückseite:	rostfreier Stahl

¹⁶ Weitere Informationen folgen unter 2.3, Seite 10

2.2.2 Optischer Eindruck

Die Vorderseite

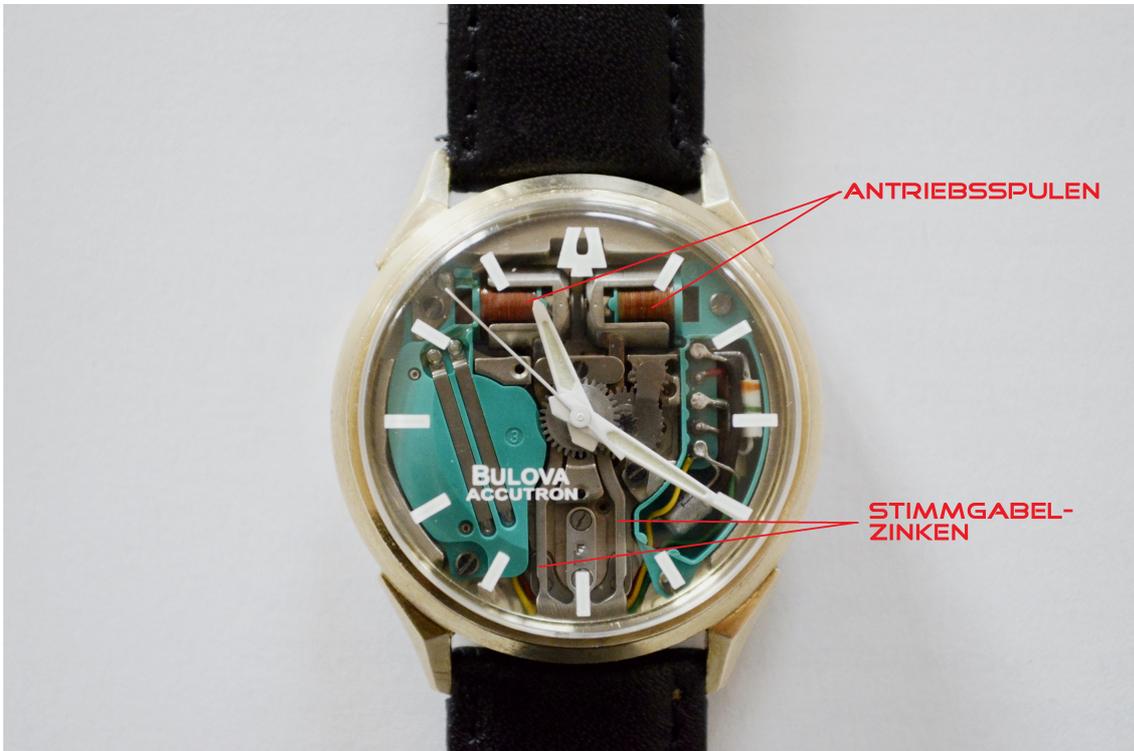


Abbildung 7

Auffällig an dem Modell Spaceview ist, dass es kein Ziffernblatt gibt, das die Elektromechanik verbergen würde. Die Schnittstelle, das Interface zwischen dem Menschen, von dem die Uhr als Zeitgeber genutzt wird und dem Uhrwerk selbst ist transparent. Zwischen der Elektromechanik und dem*der Betrachter*In liegt lediglich abgerundetes Glas, an dessen Rand in weißer Farbe die Stundeneinteilung markiert ist. Die 12 ist hierbei das Piktogramm einer Stimmgabel. Neben den Stundeneinteilungen ist außerdem noch die Bezeichnung der Uhr auf dem Glas aufgebracht. Trotz dieser Markierungen liegt der Blick auf die Antriebsspulen frei und auch die Stimmgabel ist gut zu erkennen. Leider ist die Bulova Accutron zur Zeit (Stand: Dienstag 13. September 2016) jedoch nicht in Betrieb, da die passende Batterie nicht vorhanden ist. Die Glasfassung dieser Uhr ist vergoldet. Dazu ist auf der Rückseite der Uhr eine Eingravierung zu finden.¹⁷

¹⁷ Eingraviert steht exakt: 10 KT. GOLD FILLED BEZEL

Die Rückseite



Abbildung 8

Die Rückseite des Gehäuses ist aus rostfreiem Stahl, dies lässt sich Dank der Eingravierung am unteren Rand der Uhr feststellen. Oberhalb dieser findet sich eine weitere Gravierung, die sowohl Produktionsland als auch Produktionsjahr erkenntlich macht. Es steht dort: *D10204* und darunter *M7*. *M* steht für die 1960er Jahre, d.h. dieses Exemplar wurde im Jahr 1967 hergestellt. Ein *N* vor der 7 würde auf eine Produktion im Jahr 1977 hinweisen.¹⁸ In der Seriennummer darüber lässt der anfängliche Buchstabe darauf schließen, dass diese Uhr in Amerika produziert wurde. Ein Buchstabe am Anfang der Seriennummer gebe die USA als Produktionsland an, während eine Ziffer zu Beginn auf die Schweiz als Produktionsland hinweist.¹⁹ Neben diesen Informationen findet sich hier ebenso das Rädchen zum Einstellen der korrekten Uhrzeit. Die Lokalisierung dieses Rädchens auf der Rückseite der Uhr ist lediglich bei den 214er Modellen der Fall.²⁰ Demnach lässt sich diese Uhr einfach als eine 214er Ausführung der Accutronreihe identifizieren. Ebenso auf der Rückseite des Uhrgehäuses ist der Batterie-Slot zu finden. In diesen ist eine Knopfzelle mit 1,35 Volt einzulegen.

18 Berkavicius, Rob: *How to Date your Watch*. in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/accdater.htm>.

19 Marcus, Martin: *The Accutron Q. & A. Page*. in: <http://www.accutron214.com/AccutronQ&A.htm>.

20 Berkavicius, Rob: *The Accutron 214*. in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech214.htm>.

2.2.3 Akustischer Eindruck

Der akustische Eindruck lässt sich leider nicht anhand des Exemplars aus dem Fundus beschreiben, da diese – wie bereits zuvor erwähnt – im Moment nicht in Betrieb ist.

In der 13-teiligen TV-Serie *Was sucht der Mensch im Weltraum* von Prof. Heinz Haber aus dem Jahre 1968 wird im 12. Teil ab Minute 13 eine Accutron in Betrieb gezeigt und im Anschluss das Summgeräusch über ein Mikrofon verstärkt.²¹ Deutlich ist der Klang der Uhr dort zu hören.

2.3 Probleme bei dem in Gang Setzen der Accutron-Spaceview-Modelle heutzutage

Versucht man eine Accutron 214 heutzutage zum Laufen zu bringen, so können hierbei einige Probleme auftreten. Zum einen wurde die Produktion der 214er Accutron-Modelle 1977 eingestellt und dementsprechend keine neuen Original-Ersatzteile (z.B. Stimmgabel oder Antriebsspulen) mehr angefertigt und zum Anderen werden die benötigten Batterien nicht mehr hergestellt. Ursprünglich verwendete Batterien waren nämlich 387er Quecksilber-Knopfbatterien (im Weiteren: Qksb.) mit 1,35 Volt²². Da Qksb. allerdings wegen der starken Umweltbelastung nicht mehr hergestellt werden, sind solche für den Einsatz in Spaceview-Modellen nicht mehr zu bekommen. Zudem ist es so, dass die heutzutage produzierten 387er bzw. 394er Silberoxid-Zink-Knopfbatterien (Szkb.), die der Größe der ehemaligen 387er Batterien entsprechen würden, keine Spannung von 1,35 Volt, sondern eine von 1,55 Volt liefern. Das Einsetzen einer solchen Batterie mit einer um 0,2 Volt höheren Stromspannung führt in einigen Exemplaren dazu, dass diese permanent etwas vorgehen. Für dieses Problem gibt es eine Lösung, bei der man in den Batteriedeckel eine Diode einsetzen lassen könnte, die die Stromspannung im Stromkreis um etwa 0,2 Volt senken kann.²³

21 Haber, Heinz: *Was sucht der Mensch im Weltraum*. Teil 12, in: <https://www.youtube.com/watch?v=RuIXcEgCtsw>.

22 Marcus, Martin: *Accutron Batteries*. in: <http://www.accutron214.com/AccutronBattery.htm>.

23 Marcus, Martin: *Accutron Batteries*.

3. Fazit

Inwiefern also ist diese Uhr in der Geschichte der Zeitmessung etwas Besonderes? Bezeichnet wurde sie mit dem Begriff Accutron, der vermutlich eine Wortkombination aus *accuracy* (= Genauigkeit) und *electronic* (=Elektronik) darstellt. Und wahrlich sind diese Uhren sowohl sehr genau als auch elektronisch. Jedoch lässt diese Wortkombination schnell darauf schließen, die Genauigkeit rühre daher, dass die Uhr elektronische Eigenschaften besitzt. Da die vergleichsweise hohe Ganggenauigkeit der Uhr jedoch in erster Linie von der Schwingung der Stimmgabel abhängt, die mit einer wesentlich höheren Frequenz schwingt als die bisher in mechanischen Uhren eingesetzte Unruh, wäre dieser Schluss falsch. Vielleicht wäre es daher geschickter gewesen der Uhr eine Bezeichnung zu geben, die auf die Verwendung einer Stimmgabel hinweist und somit diese mit der Ganggenauigkeit in Zusammenhang bringen würde.

Durch die Verwendung der Stimmgabel als Frequenznormal unterscheidet sich der Klang der Accutron-Uhren von dem Klang der bis dahin produzierten Uhren. Zuvor war je Sekunde ein „Tick-Geräusch“ zu hören, während dies nun durch eine Art konstantes „Summ-Geräusch“ ersetzt wird. Man hört die Zeit und dies nicht in Form eines Klanges, des Tickens, sondern eines Tones. Die Zeitmessung erzeugt einen Ton, das ist neu und dadurch etwas Besonderes. Des Weiteren ist dieser Ton, solange die Uhr in Betrieb ist, konstant vorhanden. Und auch der Sekundenzeiger läuft kontinuierlich. Es fällt also eine strikte Sekundeneinteilung weg. Was bleibt, ist eine fließende Bewegung, die die Dauer einer Minute zwar anders, aber ebenfalls erkennbar macht.

Das System der Accutron-Uhren beruht darauf, dass es sich selbst regulieren kann. Dies ist sehr von Vorteil, da es dadurch bei der Zeitmessung weniger leicht zu Beeinflussungen durch äußere Einflüsse wie Stöße oder auch Gravitation kommen kann. Das System sorgt dafür, dass die Stimmgabel, sobald in irgendeiner Weise beeinflusst, immer wieder die vorgesehene Amplitude erreicht und somit eine konstante Frequenz mit eben der benötigten Intensität hervorbringen kann.

Die Modellbezeichnung des Kalibers 214 der im medienarchäologischen Fundus vorliegenden Uhr ist *Spaceview*. Der Blick in einen Raum. Einen Raum, der in ähnlicher Form bisher meist durch ein Ziffernblatt verborgen lag. Das technische Ding – die Uhr – als Zeitmesser wird nicht verborgen durch seine Gestalt. Die Gestalt lässt ein Fenster offen, durch das der Blick auf die Technik gewährt wird.

Und nicht nur die Technik an sich ist dadurch zu betrachten, sondern auch das zeitliche Ereignis, das die Uhr letztendlich erst zu einem Medium macht. Ein Medium vor allem insofern, dass es dem*der Betrachter*In den Zeitverlauf während des technischen Prozesses zu vermitteln vermag.

Jene Grenze zwischen Mediennutzern und Medienapparaten, die im Deutschen treffender Schnittstelle heißt, trennt und verbindet zugleich zwei unterschiedliche Welten: einerseits diejenige der an den Maschinen Tätigen, andererseits diejenige aktiven Maschinen und Programme. - Siegfried Zielinski²⁴

Übertragen wir nun Zielinskis Anmerkung auf das Ziffernblatt einer Uhr als Interface, das also dazu geschaffen wurde, um einerseits den*die Betrachter*In vom technischen Prozess zu trennen und ihn sogleich auch mit ihm zu verbinden, indem die Zeiger der Uhr den verborgenen, technischen Prozess sichtbar machen. In Bezug auf die Spaceview-Modelle fällt hierbei auf, dass das Ziffernblatt, das Interface der Uhr transparent ist und somit die Grenze zwischen Medienkonsument*In sowie Medium als technisches Ding in Vollzug verschwimmt. Der*die Medienkonsument*In erhält somit nicht nur die gemessene Zeit als Produkt des Mediums, sondern ebenso auch Einblick in die „Produktion“ dieser. Das ist sehr besonders, da dadurch auch nicht technikaffinen Menschen ein Zugang für das Verständnis von dem ansonsten meist verborgen liegenden Prozess hinter der Zeitmessung ermöglicht wird.

Um die Besonderheit dieser Uhren wusste auch der damals amtierende Präsident der USA Lyndon B. Johnson, durch den sie 1964 zum *Gift of State* ernannt und unter diesem Titel an einige Menschen in Führungspositionen verschenkt wurden.²⁵

Die Uhren scheinen also in Anbetracht unterschiedlicher Faktoren wie dem Klang, dem Aussehen, des Frequenznormals im Mittelpunkt der Funktion sowie der Selbstregulierung tatsächlich etwas Besonderes darzustellen.

²⁴ Zielinski, Siegfried: *Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens.* Rohwolt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, September 2002, S.297.

²⁵ Marcus, Martin: *Accutron History.* In: <http://www.accutron214.com/AccutronHistory.htm>.

4. Literaturverzeichnis

Bücher:

- Hanus, Bo: *Der leichte Einstieg in die Elektrotechnik & Elektronik*. Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München, 2012
- Krug, Günter: *Elektrische und elektronische Uhren*. VEB Verlag Technik, Berlin, 1987 (4., durchgesehene Auflage)
- Zielinski, Sigfried: *Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens*. Rohwolt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, September 2002

Artikel:

- Pisano, Albert P.: *Resonant-structure Micromotors: Historical Perspective and Analysis*. In: *Sensors and Actuators* Jahrgang 20, Nr.1, S. 83-89, 1989 (verfügbar auf: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0250687489871057>, letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:23h)
- Stephens, Carlene; Dennis, Maggie: *Engineering time: inventing the electronic wristwatch*. in: *The British Journal for the History of Science*, Jahrgang 33, Nr. 119, Seite 477-497, 2000 (verfügbar auf: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-for-the-history-of-science/article/engineering-time-inventing-the-electronic-wristwatch/F7C371876F0CC6861D0E868947704074>, letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:24h)
- Ziff, Matthew: *The Role of Glass in Interior Architecture: Aesthetics, Community, and Privacy*. In: *The Journal of Aesthetic Education*, Jahrgang 38, Nr. 4, S.10-21 (verfügbar auf: www.jstor.org/stable/3527372, letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:25h)

Internetquellen:

- Berkavicius, Rob:
Technical Information. In: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:25h)
What's so Special about these Humming Watches? In: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/accspec.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:26h)
The Accutron 214. in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech214.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:26h)
How to Date your Watch. in: <http://members.iinet.net.au/~fotoplot/accdates.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:27h)
- Marcus, Martin:
Accutron History. in: <http://www.accutron214.com/AccutronHistory.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:27h)
Accutron Batteries. in: <http://www.accutron214.com/AccutronBattery.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:27h)
#06. *How do I identify my particular model & what information is coded into the serial number?* In: *The Accutron Q. & A. Page*. in: <http://www.accutron214.com/AccutronQ&A.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:28h)
Accutron Photo Gallery. In: <http://www.accutron214.com/AccutronGallery/Pages/Default.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016, 18:28h)

Audiovisuelle Quellen:

Haber, Heinz: *Was sucht der Mensch im Weltraum*. Teil 12, in:
<https://www.youtube.com/watch?v=RuIXcEgCtsw> (letzter Zugriff: 23.09.2016,18:28h)

5. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Foto sowie Beschriftung: Lena Kleist

Abbildung 2 – Pisano, Albert P.: *Resonant-structure Micromotors: Historical Perspective and Analysis*. In: *Sensors and Actuators* Jahrgang 20, Nr.1, S. 83-89, 1989

Abbildung 3 – Berkavicius, Rob: *Technical Information*, auf:
<http://members.iinet.net.au/~fotoplot/214el.gif> (letzter Zugriff: 23.09.2016,18:29h)

Abbildung 4 – Krug, Günter: *Elektrische und elektronische Uhren*. VEB Verlag Technik, 1987, Berlin, S. 120

Abbildung 5 – Berkavicius, Rob: *Technical Information*, in:
<http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech.htm> (letzter Zugriff: 23.09.2016,18:30)

Abbildung 6 – Berkavicius, Rob: *The Accutron 214*, in:
<http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech214.htm> (letzter Zugriff:23.09.,18:30)

Abbildung 7 – Foto sowie Beschriftung: Lena Kleist

Abbildung 8 – Foto sowie Beschriftung: Lena Kleist