

Nr. 3/2020

Fr.- 8.00

HIS_{tory} TEC_{nic} JOURNAL

Schweizer Zeitschrift für historische Technik



HRO-7T: als 1935 der HRO Empfänger von National Corp. auf den Markt kam, war das ein Paukenschlag. Es war einfach der mit Abstand beste Kurzwellenempfänger, den es weltweit gab!

**Erinnerungen ...
Hausräumung von Konrad Greuter, Radiogeschäft in Rüti ZH**

**Neues aus dem
Museum ENTER**

**Der GRUNDIG 3035 WF/3D
Fern-Dirigent
Konzertempfänger**

**National HRO-7T
KW-Empfänger:
Der Letzte einer Legende**

**Fritz Fischer (1898–1947),
Ingenieur und Erfinder
2. Teil Das erste Patent**



Öffentliche Führung

**1. Samstag
im Monat**

13.30 – 15.00 Uhr

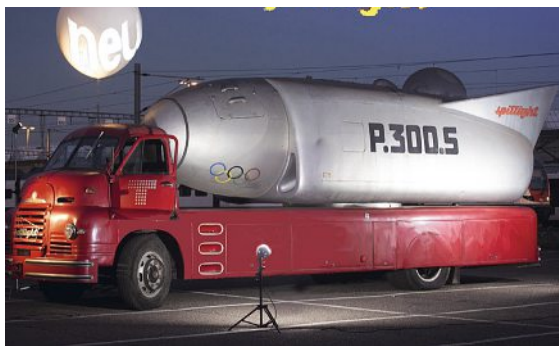
Museum ENTER
Zuchwilerstr. 33
4500 Solothurn

Eintritt und Führung: CHF 20.–

(Mitglieder Förderverein: CHF 10.–)

Mehr Infos: www.enter.ch
info@enter.ch, 032 621 80 52

ENTER.ch
Das Museum
für Computer und
Unterhaltungselektronik



INHALTSVERZEICHNIS

3 Editorial

4 CRGS-Aktuell

4–5 Erinnerungen ... Hausräumung von Konrad Greuter, Radiogeschäft in Rüti ZH

6 Hausbesuch bei Klaus Egger in Dentlein

7–8 Neues aus dem Museum ENTER

9 We made it!

10 Der GRUNDIG 3035 WF/3D Fern-Dirigent Konzertempfänger

11–15 National HRO-7T KW-Empfänger: Der Letzte einer Legende

16–19 Fritz Fischer (1898–1947), Ingenieur und Erfinder 2. Teil Das erste Patent

20–23 Die Hacking Geschichte Teil 3: Das Computervirus

24–25 Das Leben von Steve Jobs Teil 18

26–28 Bau eines Airhockey Roboters

Editorial

Dass nicht nur im Museum ENTER gesammelt wird, zeigt die Sammlung von Klaus Egger in Dentlein (D) und der Nachlass von Konrad Greuter in Rüti. Zum Teil wurden von den Radiofreunden einzelne Zimmer für ihr Hobby belegt, teils sind es ganze Häuser mit Unmengen an technischen Geräten!

Corona macht uns immer noch zu schaffen, die CRGS Aktivitäten und Events sind fast gänzlich abgesagt. Auch im Museum ENTER sind mehrere Führungen verschoben worden, doch zum Glück nehmen die Buchungen wieder zu.

Ulrich Fierz berichtet uns von der Rettung eines HRO-7T samt Lautsprecher und Spulensätzen, den er vor über 25 Jahren geschenkt erhalten hat. Das Resultat kann sich sehen lassen! Der grosse Einsatz hat sich gelohnt!

Walter Vollenweider erzählt die spannende Geschichte von Fritz Fischer, Ingenieur und Erfinder (1898 – 1947) weiter. Im Teil 2 seiner Serie befasst er sich mit den Patenten, die Fischer für die Telephonwerke Albisrieden bzw. Siemens&Halske anmeldete.

Bruce Nikkel hat viele Leser fasziniert mit seinen beiden ersten Teilen der Hacking Geschichte. In diesem Heft beschreibt er Viren und Malware, welche auch in Zukunft ein Problem bleiben. Noch heute sehen wir nicht nur Software-, sondern auch Hardware-Schwachstellen, die ausgenutzt werden können.

Ich bin stolz auf meinen Sohn Felix, der eine sehr gute Maturaarbeit zum Bau eines Airhockey Roboters geschrieben hat. Wir werden die Arbeit in diesem Heft in mehreren Teilen abdrucken.

Ich wünsche eine interessante Lektüre.

Felix Kunz
Direktor Museum ENTER



CRGS Club der Radio- und Grammophon-Sammler
Präsident: Ernst Härri
Einsiedlerstrasse 424
8810 Horgen, Tel. 044 726 15 58 oder 079 313 41 41
oldradio.haerri@bluewin.ch, www.crgs.ch

ENTER.ch
Das Museum

für Computer und
Unterhaltungselektronik
Förderverein ENTER
Präsidentin: Violetta Vitacca
Zuchwilerstr. 33
4500 Solothurn, Tel. 032 621 80 52
info@enter.ch, www.enter.ch

Geschätzte CRGS Mitglieder

Auch diesmal gibt es nicht viel Gutes zu berichten: Infolge der nach wie vor präsenten Covid - 19 Pandemie ist eine Planungssicherheit unmöglich. Im Herbst könnten weitere Einschränkungen in Kraft treten.

Wahrscheinlich kann die Retro-Technica vom 24./25. Okt. 2020 in Fribourg nicht durchgeführt werden. Die Schutzvorgaben wären nur schlecht einzuhalten. Mit einer Maske vor dem Gesicht wollen wahrscheinlich nur Wenige in diese Halle!

Wie schon in unserer Homepage zu sehen ist, wurde der Radioflohmarkt vom 31.10.2020 in Zofingen abgesagt. Unseren jährlichen CRGS Ausflug haben wir provisorisch auf das letzte Wochenende im Mai 2021 verlegt. Ob das machbar ist hängt von der dann aktuellen Corona Situation ab. Wir wollen keine Risiken eingehen und stellen die Gesundheit unserer Mitglieder an die oberste Stelle.

Kollegiale Grüsse und bleibt gesund!

Ernst Härri, Präsident

Erinnerungen ... Hausräumung von Konrad Greuter, Radiogeschäft in Rüti ZH

Ernst Härri



Ernst Härri, Präsident CRGS

Anfang Februar 2019 hat mich die Nachricht von *Hugo Bössinger*, CRGS erreicht, dass das Haus seines Onkels in Rüti geräumt werden müsse, da dieser verstorben sei. Ich solle mithelfen zu klären, was von der unvorstellbaren Menge an Material und Geräten noch brauchbar wäre.

Hugo hat in Absprache mit der Familie das gesamte Material, welches museal und sonst verwendbar ist, dem Museum ENTER überlassen.

Am Samstag, 2. Februar machte ich mich frühmorgens auf den Weg zum Ort des Geschehens.

Dort wurde ich bereits von Hugo Bössinger und *Christian Rath*, Museum ENTER, sowie *Paul Häne*, dem Nachlassverwalter und Schwerarbeiter, empfangen.

Ein erster Rundgang durch das Gebäude zeigte, dass uns eine gewaltige Aufgabe bevorstand.

Konrad Greuter hatte die 1985 Konkurs gegangene **Alfred Matern AG**, Elektronikbauteile in Zürich, aufgekauft. Er beabsichtigte in seinem ehemaligen Radio/TV Geschäft einen Elektronik-Shop zu eröffnen. Dazu ist es aber aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr gekommen. Grosse

Kleinteilregalwände voll mit Bauteilen aus den 70er und 80er Jahren, dazu unzählige Kleingehäuse, Transformatoren und sonstige Teile, die jeden Winkel des Hauses füllten, machten die Suche nach Brauchbarem nicht einfacher. Radiogeräte, welche das Sammlerherz höher schlagen lassen, waren nicht zu finden. Auch Röhren sind nur wenige gesichtet worden. Dafür waren zahlreiche Video- und TV-Geräte aus der früheren Farbfernsehzeit zu finden. Einige davon haben den Weg nach Solothurn gefunden.

Ein Wochenende später kamen noch *Stefan Kälin* und *Paul Keller*,



sowie weitere fleissige Helfer dazu. Am Mittag wurden jeweils alle Teilnehmer in die Pizzeria eingeladen und anschliessend stürzten wir uns gestärkt und gut gelaunt wieder in die Katakomben des Schreckens.

Leider war das Dach des Hauses undicht, so dass jahrelang Wasser über Geräte und Bauteile tropfte – das mit schlimmen Folgen. Ein grosser Teil davon musste in die Mulde! Hugo hat festgestellt, dass in den acht Wochenenden rund 20 Tonnen Material entsorgt wurden!



Am 2. März kam *Felix Kunz* mit seinem Lastwagen. Alles, was brauchbar und interessant war, wurde verladen. Die erwähnten Regalwände stehen heute gereinigt und fein säuberlich beschriftet im Elektronik – Shop im ENTER. Das Haus ist nun geräumt und verkauft. Viele Stunden in dieser Wundertüte bleiben uns in Erinnerung. Danke Hugo!



Hausbesuch bei Klaus Egger in DE-Dentlein

Stefan Kälin



Stefan Kälin, CRGS



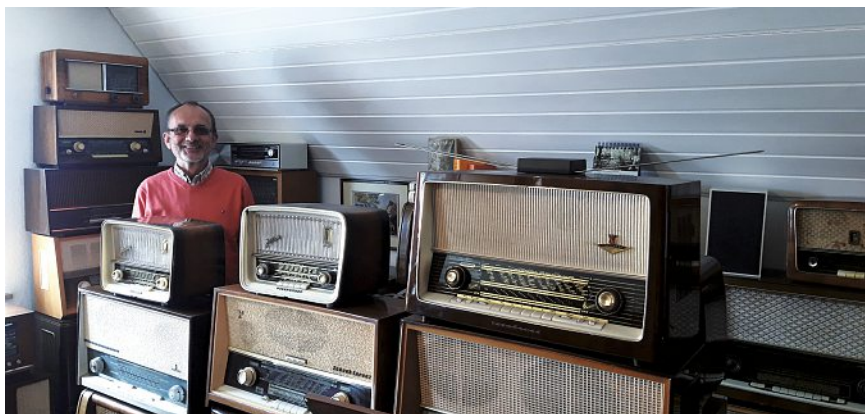
Im Juli dieses Jahres besuchte ich wieder einmal, mit *Holger Knauer*, unser Mitglied *Klaus Egger* in Dentlein, Mittelfranken, Deutschland. Dabei stellte ich ein kontinuierliches Wachstum seiner Sammlung

fest. Sein Interesse gilt vor allem den Radioapparaten mit UKW-Teil. Auch einige Geräte ohne die Welle der Freude und auch sogenannte Vorkriegsradios sind in seiner Sammlung zu finden.

Seine Schätze verteilt er auf drei Räume, in denen es einiges zu entdecken gibt. Denn nebst den Radios finden sich auch Schallplatten, alte Radiozeitschriften und andere Raritäten, die zum Teil praktisch nichts mit Radio zu tun haben, aber dennoch das Interesse des Besuchers auf sich ziehen. Bezugsquelle seiner Exponate sind vielfach Flohmärkte, welche in dieser Gegend und vermutlich in ganz Deutschland häufiger, grösser und auch reichhaltiger sind als in der Schweiz. An diesem Besuchstag durfte er einen Schweizer Philips-Radio, welcher er bei mir gekauft hat, in Empfang nehmen. Mittlerweile besitzt er schon einige Radios aus Schweizer Produktion, welche in dieser Gegend doch eher selten anzutreffen sind.

Nach dem Rundgang durch die «heiligen» Räume sassen wir noch bei angenehmen Temperaturen vor dem Gartenhäuschen und erfrischten uns mit kühler Tranksame. Dabei sollte auch der grosse Garten in einer sehr ruhigen Wohngegend nicht unerwähnt bleiben.

Wer bei ihm in der Gegend ist, sollte unbedingt einen Besuch bei Klaus einplanen, es macht ihm Freude, mit Gleichgesinnten zu plaudern und seine Lieblinge zu zeigen. Da er nun Jungrentner ist, dürfte es am Finden eines passenden Termins nicht scheitern.



Neues aus dem Museum ENTER

Violetta Vitacca



Violetta Vitacca, Leiterin Museum ENTER

Nach einer ersten etwas flauen Zeit nach der coronabedingten Wiedereröffnung, wurden wir positiv überrascht: Der Juli und der August haben uns aussergewöhnlich viele Besucher gebracht. Schön zu sehen, wie die Schweizer die Schweiz neu entdecken. Und auch bei den Führungsbuchungen stellen wir einen Aufwärtstrend fest. Wir freuen uns sehr über die vielen Gäste und hoffen, dass die Situation sich weiter verbessert. In diesem Sinne: Bleiben Sie gesund.

Crowdfunding geschafft: Dank euch!

Wir sind überwältigt von der grossartigen Unterstützung: Über 100 Leute haben uns geholfen, den Spitlight-Wolkenprojektor zu retten. Im Crowdfunding sind über 30'000 CHF zusammengekommen. Die Arbeit kann also weitergehen. Die **BSU** in Zuchwil ist schon fleissig dran, das Bremssystem zu erneuern, alle Flüssigkeiten auszutauschen und die Belichtungsanlage wieder in Betrieb zu nehmen. Gegen Ende Jahr kommt der Spitlight dann zur **Carrosserie Hug** nach Bellach, wo auch die Blech- und Chromarbeiten durchgeführt werden.

Erfolgreiches Fundraising ENTER 2023

Während wir auf der Planungsseite langsam aber sicher einen grossen Schritt vorankommen, können wir auch bezüglich Finanzierung erste Erfolge verzeichnen:



Die **Ernst Göhner Stiftung** und die **Hasler Stiftung** haben uns ihre Unterstützung zugesagt. Genau so auch die Standortgemeinde Solothurn. Wir freuen uns sehr über diesen wichtigen Schritt für unser Projekt. Gerne werden wir an der GV am 19. September im Detail über den Projektstatus berichten.

Video-Portrait über den Förderverein ENTER

Der Förderverein ENTER wurde vom lokalen Kabelanbieter **GAW** für ein TV-Vereinsportrait ausgewählt. Die Aufnahmen wurden vom **Jump-TV** Team im Juli gemacht und die Ausstrahlung konnte vom 24.7.–6.8.2020 regelmässig auf Jump-TV gesehen werden. Falls Sie es verpasst haben, das Video gibt es auch auf unserer Internetseite: <https://enter.ch/aktiv-werden/foerderverein-muse->

um-enter/. Danke an alle Mitwirkenden!

Hygienekonzept implementiert und bewährt

Das in Zusammenarbeit mit dem **Verband der Schweizer Museen** und dem **Musesol** entwickelte Corona-Schutzkonzept ist ein fester Bestandteil unseres Museumsalltags geworden. Die Plexiglaswand am Empfang, stündliche Reinigungsrundgänge und optionale Masken und Schutzhandschuhe – all das hat sich gut etabliert. Und dank der grosszügigen Museumsfläche von 2000m² ist auch das Abstandhalten einfach möglich. Wir freuen uns auf Ihren Besuch oder die Führungsbuchung.

Besserwisser gefunden

Vielen Dank für all die zahlreichen Zusendungen mit Verbesserungs-

vorschlagen und Ergänzungen zu unserem Online Katalog. Die Auslosung unter all den Zusendungen hat *Walter Haring* zum Gewinner gekürt. Er erhält 2 Eintritte zum Museum ENTER. Herzliche Gratulation.

Sicherlich schlummert auch bei Ihnen noch ganz viel Wissen zu unseren Objekten. Werfen Sie einen Blick in die Online Sammlung (<https://enter.ch/sammlung/online-sammlung>) und senden Sie ihre Ergänzungen an info@enter.ch.

Luft- und Raumfahrt im ENTER

Der Drang die Welt von oben zu entdecken, hat schon immer technische Höchstleistung hervorgebracht. Somit darf auch dieses Thema bei uns nicht fehlen. Wir

haben die Objekte aus der Luft- und Raumfahrt neu gruppiert und ausgestellt. Zu sehen gibt es



Raketenmodelle von der Aggregat 4 bis zur Ariane 5, Modelle von Satelliten und Kapseln sowie eine spannende Sammlung an Computern und Messgeräten aus der Luftfahrt. Viel Spass beim Entdecken.

Kommende Veranstaltungen

19.9.2020, 10.00–11.30 Uhr:

GV Förderverein Museum ENTER, Museum ENTER

19.9.2020, 12.30–14.00 Uhr:

GV CRGS, Museum ENTER

3. Oktober, 7. November, 5. Dezember 2020, 13.30 Uhr: Öffentliche Führung durch das Museum ENTER, 90 Min., CHF 20.–, Anmeldung erwünscht: info@enter.ch

Portrait

Jessica Binggeli

Mitarbeiterin Empfang und Administration



«Seit fast zwei Jahren bin ich Mitglied des Museum ENTER-Teams. Mein Job ist sehr abwechslungsreich: Als Empfangsmitarbeiterin stehe ich im ständigen Kontakt mit technisch interessierten Besuchern und versuche, auf ihre Wünsche so gut wie möglich einzugehen. Zusätzlich darf ich immer wieder bei grösseren Projekten mitwirken und so die Entwicklung des Museums hautnah miterleben. Langweilig wird's hier bei uns im Museum garantiert nie und ich bin froh, ein Teil dieses Ganzen sein zu dürfen.»

Jessica Binggeli lernt aktuell für die Fachmaturität (FM) an der KSSO mit dem Profil Pädagogik. Ihr Ziel ist es, Primarschullehrerin zu werden (3./4. Klasse). Sie unterstützt das Museums-Team seit 2018 und kümmert sich jeweils am Mittwoch um die Besucher, das Bistro, den Shop und den Museumsbetrieb.

We made it!

Jan Liechti



Jan Liechti, Museumsmitarbeiter

Am 24.7.2020, 12:00 Uhr war es soweit: Nach einer intensiven Kampagne konnten Dank Ihrer riesigen Unterstützung über 30'000 Franken für die Restauration des Spitlight gesammelt werden!

Im Sommer 2019 übernahm das Museum ENTER den Spitlight Wolkenprojektor. Es handelt sich dabei um den grössten Projektor der Welt, gebaut vom Tessiner Ingenieur *Gianni Andreoli* in den 50er Jahren.

Es zeigte sich rasch, dass grössere Restaurationsarbeiten für einen langfristigen Erhalt des Projektors notwendig sind. Hinzu kommt, dass Ersatzteile für den einzigartigen Oldtimer kaum oder gar nicht existieren. Im Frühjahr 2020 entstand die Idee, die fehlenden finanziellen Mittel durch ein Crowdfunding zu erreichen. So startete Ende Juni unser Crowdfunding Projekt nach 2 Monaten intensiver Vorbereitung mit einem Event in der BSU-Halle in Zuchwil. Bereits wenige Minuten nach dem Launch gingen die ersten Spenden ein. Als Dank standen den Unterstützern stilvolle Gadgets und einmalige Erlebnisse wie eine private Rundfahrt zur Auswahl.

Unser Team merkte jedoch schnell, dass das Projekt sehr ambitioniert war. Um neue Impulse zu setzen, starteten wir eine Social-Media



Der Spitlight wird bei der BSU in Zuchwil technisch wieder auf Vordermann gebracht
Foto: SolothurnerZeitung, Hanspeter Bärtschi

Werbekampagne, wodurch viele potenzielle Unterstützer erreicht werden konnten. Zudem informierten wir die Mitglieder des Fördervereins Museum ENTER und des CRGS per Brief über das Projekt.

Bis zum Schluss blieb es spannend: Einen Tag vor dem Auslaufen des Crowdfundings hatten wir die 30'000 CHF Marke geknackt. Unser Projekt wurde von über 106 Spendern unterstützt und 31'221 CHF konnten gesammelt werden. Wir sind überglücklich und danken den vielen Spendern!

Spannende Aussichten für den Wolkenprojektor

Die Restauration des Spitlight ist bereits in vollem Gange. Einerseits stehen diverse Arbeiten an der Carrosserie, sowie sicherheitstechnische Reparaturen am 170 PS starken Bedford-Lastwagen an. Der Fokus der Restaurationsarbeiten liegt momentan auf der

Verkehrstauglichkeit sowie dem langfristigen Erhalt der Technik. Inwiefern die alte Projektionstechnik wieder in Betrieb genommen werden kann, wird momentan geprüft. Möglich wäre auch, die alte Projektionstechnik mit moderner Technik zu erweitern. Dadurch wären Projektionen im grossen Stil wieder möglich. Dies natürlich nur unter dem Vorbehalt, dass die alte Technik erhalten bleibt. Interesse daran haben bereits die Solothurner Filmtage sowie das Verkehrshaus der Schweiz bekundet. Nach Plan werden die Restaurationsarbeiten im Frühjahr 2021 beendet sein. Im gleichen Zug wird ein Buch über die Geschichte des Spitlight und dessen Erfinder Gianni Andreoli publiziert.

Haben Sie das Crowdfunding verpasst? Auf enter.ch/spitlight stehen der Film und weitere Infos zur Verfügung.

Der GRUNDIG 3035 WF/3D Fern-Dirigent Konzertempfänger

Michel Receveur



Michel Receveur, CRGS/CHCR



Der GRUNDIG 3035 WF/3D
Fern-Dirigent Konzertempfänger

Der GRUNDIG 3035 WF/3D fiel durch den 3D-Sound und die 5-Ton-Fernbedienung per Kabel auf.

Der GRUNDIG Fern-Dirigent

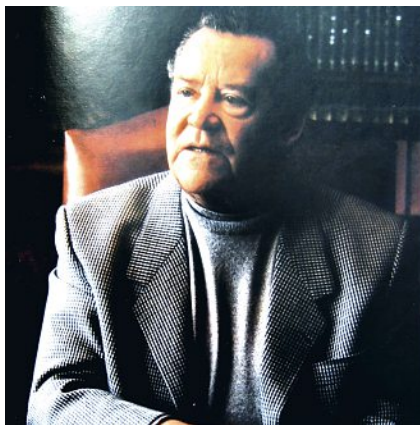


In der Verkaufsperiode 1954/55 hat das Modell 3035 WF/3D, das für Fern-Dirigent (Fernbedienung) steht, ein Chassis, das zur Familie der folgenden 5 Modelle gehört; 3033 WF/3D, 3035 W/3D, 3035 WF/3D, 3090 WF/3D und 3095 WF/3D.

Der hier beschriebene Empfänger ist via eine Steuerung mit 5 Musikalitätsmodi verbunden, aus denen mit Tasten via ein Kabel ausgewählt werden kann.

Die Firma GRUNDIG

Max Grundig (1908 – 1989) gründete eine erste Radiofabrik in Fürth/Bayern.



Max Grundig (1908–1989)

In der Verkaufsperiode 1954/55 wurde ein erstes tragbares Mini-Boy-Radio mit den ersten Subminiaturröhren 1V6, 1AH4, 1AJ5 und 1AG4 ausgestattet.

Grundig konkurriert SABA mit dem motorisierten Modell 5040W Automatic.

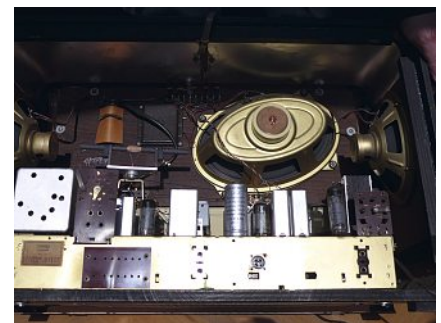
Es ist auch das Jahr, in dem GRUNDIG der weltweit erste Hersteller von Tonbandgeräten wird. 1956 erschien beim Modell 3068 das erste «HiFi-Wunschklangerregister» (oder Equalizer) -System mit 4 Potentiometern.

1957 verkaufte GRUNDIG 1092 Millionen Geräte, darunter 5 Millionen Radios, mit einem Umsatz von 312 Milliarden DM bei 14'777 Mitarbeitern.

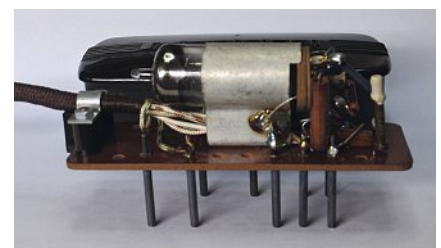
Die Vorteile des GRUNDIG 3035 WF/3 D Fern-Dirigent

Das Schema des 3035 3D gibt die Zuordnung der 7 von 12 Stiften der Fernbedienungssteckdose an. Dieses 3D-Konzept bedeutet das Vorhandensein von 2 Lautsprechern für akute Geräusche an den Seiten des Empfängers zusätzlich zu den Lautsprechern an der Vorderseite.

Einzigartig ist die 5-Tasten-Konsole, auf der man zwischen 5 Musikmodi wählen kann. 3D, Orchester, Jazz, Solo und Sprache dank 5 Lautsprechern, darunter ein grosser elliptischer Lautsprecher, 2 Lautsprecher an den Seiten und 2 Lautsprecher an der Vorderseite.



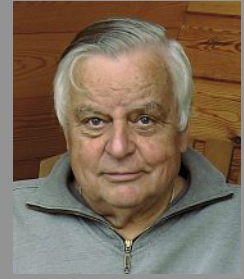
Ein elliptischer Lautsprecher



Eine EC92 Triode ist in dem Stecker des Fern-Dirigent-Kabels eingebaut.

National HRO-7T KW-Empfänger: Der Letzte einer Legende

Ulrich Fierz



Ulrich Fierz dipl.El.Ing.ETHZ



Bild 1: HRO-7T, s/n 189 0107, 1947 (restauriert)

Vorbemerkung:

Einen Artikel über den HRO und seine Geschichte zu schreiben, ist schwierig, zu viel ist im Internet [z.B. 1, 2] und in Büchern, vor allem in englischer Sprache, schon publiziert. Natürlich ist mein Text unvollständig und nur ein Blick durch einen schmalen Türspalt. Hier ist er trotzdem, vielleicht weckt er das Interesse für mehr?

Der Anfang

Als 1934/35 der HRO Empfänger von **National Corp.** (Bild 2) auf den Markt kam, war das ein Paukenschlag. Es war, trotz einem nicht dem damaligen Mainstream entsprechenden Design, einfach der mit Abstand beste Kurzwellenempfänger, den es weltweit gab: «The Cream of the Crop». Die Basis für diesen Spitzenplatz bildeten die Überlegungen und der Prototyp von *James Lamb* [3] von 1932, die sorgfältige Problem-

analyse des Vorgängergeräts AGS sowie die damals breit diskutierten Anforderungen an einen kommerziellen (Telegrafie-) Nachrichteneempfänger. Der daraus resultierende, geniale Entwurf mit der hohen Präzision und Qualität der mechanischen und elektrischen Komponenten von *James Millen* bei National zusammen mit dem Schaltungsdesign von *Herbert Hoover Jr.* ergab dieses besondere Gerät.



Bild 2: HRO 1935, Einbauversion
© H. Rogers

Der HRO (1.7-30MHz) verwendet 9 Röhren der US 2,5V Serie. Durch 2 HF-Vorstufen mit doppelt abgeschirmten Steckspulensätzen (A,B,C,D), erreicht er eine besonders hohe Empfindlichkeit und Vorselektion. Der Mischer und Oszillator sind mit separaten Röhren ausgeführt. Der 4-fach Drehkondensator PW-4 mit dem Feintrieb (Bild 6 und 8) und der runden Mikrometerskala (Bild 2) – daran erkennt man jeden HRO sofort – erlaubt mit einer Skalenlänge von knapp 4m eine ausserordentliche Treffsicherheit einmal geloggtter Stationen. Die zugehörige Frequenz musste dagegen aus Eichkurven auf den Spulensätzen abgeschätzt werden. Mit Ausnahme dieser Eigenheit ist die Bedienung einfach und effizient, gut für Funker wie für angelernte Bedienerpersonen.

Die Stabilität der Oszillatorfrequenz wird durch die kühle Lage der Spulensätze unten im Radio und die Auslagerung der Stromversorgung verbessert. Die gute Vorselektion erlaubt eine niedrige Zwischenfrequenz (456kHz) mit 2 Verstärkerstufen und hoher Trennschärfe. Mit einem Lamb-Quarzfilter kann die Bandbreite für Telegrafiesignale in Stufen bis 200Hz heruntergeschaltet werden. Ein S-Meter zeigt den Empfangspegel an. Der Lautsprecher mit Ausgangstrafo ist ein externes Zubehör.

Entwickelt für kommerzielle Benutzer, besonders die Luftfahrtbehörden in den USA, wollte National auch Radioamateure – wenigstens die vermögenden Kunden – ansprechen. Die Spulensätze sind deshalb umschaltbar auf gespreizte Frequenzbänder dieser Nutzer, viel genauer als die damals gebräuchlichen Bandspreizregler.

Produktion

Der HRO wurde bald weltweit in der Schifffahrt, bei Behörden, im diplomatischen Dienst, bei Amateuren usw. geschätzt und galt als Massstab für solche Nachrichtenempfänger. Natürlich gab es auch andere Firmen, die mit den Ideen von Lamb Empfänger bauten, den HRO ganz oder teilweise kopierten oder Komponenten von National für ihre Geräte einsetzten. Nur als kleines Beispiel zwei Schweizer Empfänger: der E39 von **Autophon AG** (mit Mikrometerskala und PW-3 Drehkondensator, 8 Spulensätzen aber anderem Schaltungskonzept) und der E41 von **Zellweger AG** (Bild 3, mit PW-4, Linear- statt Mikrometerskala, 10 Spulensätzen, nahe am HRO-Schaltungskonzept aber mit K-Batterieröhren).



Bild 3: E41, PW-4 und ZAG Skalenantrieb

Natürlich begannen sich auch die Streitkräfte für dieses Gerät zu interessieren, die **US Navy**, die **Coast Guard** und englische Organisationen kauften Empfänger aus laufender Produktion. Für die elektronische Aufklärung war

dieser Empfänger besonders interessant: die Genauigkeit mit der eine Station wiedergefunden werden konnte, blieb noch bis gegen 1960 unerreicht. Der HRO erhielt zwar bis 1940 verschiedene technische Anpassungen: 6.3V Glasröhren, ein beleuchtetes S-Meter, andere Knöpfe, Varianten mit eingebautem Ausgangstransformator, neue Spulensätze unterhalb 1.7MHz usw. In Form, Farbe, Aufbau sowie Schaltungs- und Bedienkonzept blieben die HRO jedoch die gleichen «schwarzen, viereckigen Kisten mit der Scheibe in der Mitte».

Der Weg zur Legende

Mit Beginn des Kriegs in Europa benötigte Grossbritannien (GB) mangels geeigneter eigener Empfänger dringend mehr HRO. Die Beschaffung war umständlich, bis 1941 die USA in den Krieg eintraten und «Lend Lease» kam. Damit begann der Höhenflug des klassischen HRO. Allein GB beschaffte rund 10'000 Stück für zahlreiche Anwendungen, mit Schwergewicht für die Funkaufklärung von zunächst deutschen und italienischen Aussendungen [2, 4].

In GB und, wo sinnvoll, in den «Kolonien» wurden vom **GC&CS** [5] dafür die Y-Stationen [6] eingerichtet, die meist mit Schwergewicht den mit der ENIGMA verschlüsselten Funkverkehr für die Station X «Bletchley Park» [7] aufzunehmen hatten. Die abgehörten 5er-Gruppen mussten vollständig und fehlerfrei sein, keine einfache und eine enorm stressige Aufgabe bei den oft gestörten Empfangsverhältnissen. Als besonders talentiert erwiesen sich die vielen rekrutierten jungen Damen (Wrens [8]), die nach einer harten Ausbildung (Bild 4) vor allem eingesetzt wur-

den. Ein sehr guter Empfänger ist entscheidend und – obwohl auch andere Geräte verwendet wurden – galt der primär eingesetzte HRO bei den Wrens als der Beste und Beliebteste, «the Rolls-Royce of Receivers».



Bild 4: Wren in der Ausbildung am HRO, 1941 ©IWM A4777

Mit HRO ausgerüstet wurden auch die ausgesuchten freiwilligen Aufklärer des VI/RSS [9], die aufwändig nebenberuflich Aufträge ausführten und Entscheidendes beitrugen [2]. In beiden Szenarien waren die kontinuierlich in Details verbesserten HRO ein Schlüsselement bei der Arbeit für den erst Jahrzehnte später offengelegten ENIGMA-Entschlüsselungserfolg. Der HRO wurde so zur Legende.

Nach dem Krieg

Während die US Streitkräfte auch spezielle Ausführungen des HRO anfertigen liessen (z.B. RAS, RBJ, RAW) blieb man in GB beim Standardmodell. Dieses erfuhr 1941/42 Verbesserungen und gegen Ende des Krieges Oktalstrahlröhren und erstmals eine neue Funktion, einen Störbegrenzer, blieb aber sonst in Konzept und Layout unverändert. Dieses letzte Modell wurde von National ab 1946 als HRO-5A(-1) vermarktet und erlaubte die Verwendung von Lagerbeständen an Geräten, Baugruppen und Komponenten.

Der HRO-7T

Das in den späten 40er Jahren aufkommende «Industrial Design» rückte allerdings die «schwarzen Kisten» als Tischmodell im (Radioamateur-)Markt in eine ungünstige Lage. Ein «Facelift» war dringend notwendig und das Resultat war 1947 der HRO-7T und ein passender Lautsprecher, die mit ihrem neuen «Look» beworben wurden (Bild 5).



Bild 5: HRO-7T Inserat, 1947

Innen war das Radio nicht neu, die ersten Geräte enthielten sogar ein echtes, nur leicht abgeändertes HRO-5TA1 Chassis (Bild 6), das mit zwei seitlichen Schienen ins Gehäuse geschraubt wurde. Zwei Verbesserungen gab es: der Oszillator wurde, mit Spannungsstabilisator und Korrekturkondensator bei der Röhre, nochmals stabiler und ein neuer Zusatzgerätestecker ermöglichte den Anschluss des «Select-O-Jet» [10] oder des Schmalband-FM Adapters NFM-07.

Der HRO-7 war natürlich eine Zwischenlösung, nach über 12 Jahren schien eine grössere Erneuerung angezeigt. Die Folgemodelle ab dem HRO-50 (ab 1950)

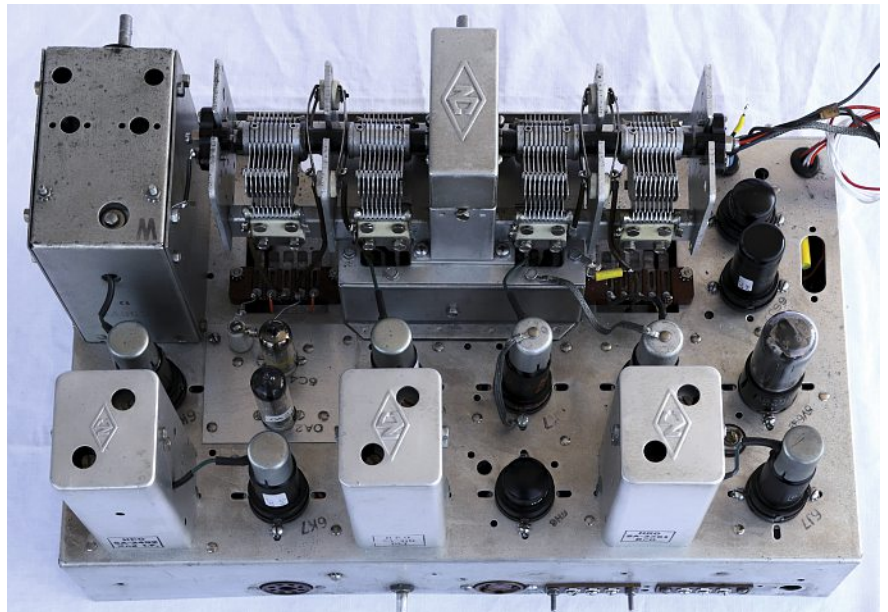


Bild 6: HRO-7 Chassis: ein HRO-5TA1 mit eingetieteter Aluplatte beim Oszillator

entsprachen, bei nur schrittweise verändertem Grundkonzept, nicht mehr dem ursprünglichen Layout. Das Gehäuse und Chassis wurden neu entworfen, eine Linearskala hinzugefügt, das Netzgerät integriert usw. Der hier beschriebene HRO-7T ist damit mit seinem Ur-Layout eben «der Letzte einer Legende».

«Rettung» meines HRO-7T

Vor über 25 Jahren habe ich einen HRO-7T samt Lautsprecher und Spulensätzen A,B,C,D geschenkt erhalten. Das Radio war nach vielen Betriebsstunden müde, unansehnlich und vermutlich von seinem Besitzer längst aufgegeben worden. Aber es war eben ein «HRO» und ich habe ihn natürlich abgeholt. Zeit dafür hatte ich damals nicht und so landete das Radio auch bei mir im «Lager» – bis vor kurzem.

Dass die Aufarbeitung viel Zeit in Anspruch nehmen würde, war klar. Ob sie erfolgreich wird, war zunächst unklar, z.B. konnte das Radio wegen der blockierten Mikrometerskala nicht einmal aus dem Gehäuse genommen werden! Den Tipp, wie da vorzugehen ist,

fand ich zum Glück bei *H. Rogers* [1], wo auch beschrieben wird, wie man die Mikrometerskala und das Getriebe wieder fit macht und richtig zusammensetzt! Mit dem ausgebauten Chassis war es möglich, den Zustand der übrigen Teile zu beurteilen. Modifikationen – bei den HRO leider häufig – waren hier zum Glück fast keine zu finden. Der eingebaute fremde Ausgangstransformator und die falschen Stecker an der Rückwand waren schnell entfernt. Der Schmutzfilm überall, eine klebrige Mischung von Wachs, Rauch, Staub usw., war ein grösseres Problem. Die Inspektion zeigte auch, dass die Potentiometer oder die Schalter keinen brauchbaren Kontakt mehr hatten, mehrere Kondensatoren Schadsuren zeigten und einzelne Widerstände Hitzespuren aufwiesen. Die Röhrensockel, mechanischen Teile und die Verdrahtung waren trotz Schmutz noch in gutem Zustand. Das festsitzende Schneckengetriebe, einmal zerlegt, zeigte starke Abnutzung, war aber nicht defekt. Das S-Meter funktionierte. Das Gehäuse war schmutzig, zerkratzt und mit Rostspuren, teilweise blankes Metall sichtbar, die

Knöpfe mässig, die Hebel für die Schublade rostig und die Mikrometerskala stark oxydiert und unschön. Alles in allem: für eine wirkliche Instandstellung und Reinigung brauchte es eine Zerlegung und einen Neuaufbau.

Zuerst wurden sämtliche Widerstände, Papier- und Elektrolytkondensatoren, Potentiometer und Schalter sorgfältig ausgelötet. Dann wurden der PW-4, die Quarzfiltereinheit und die ZF-Filterbüchsen ausgebaut. Jetzt konnte das Chassis gewaschen, getrocknet und in Detailreinigung mit Kontakt WL und 60 wieder fit gemacht und geschützt werden. Der PW-4 mit seinem Getriebe wurde zerlegt und mit WD-40 gereinigt, das eingetrocknete Fett entfernt, sorgfältig wieder gefettet und zusammengebaut. Die Plattenpakete mit WL benetzt, durchgeblasen und die Schleifkontakte mit wenig kupferhaltiger Paste geschmiert. Von den Potentiometern konnte einzig das Drahtpotentiometer «RF Gain» gerettet werden, es war, samt Schalter, nach Zerlegung und Reinigung wieder in Ordnung. Das S-Meter wurde demontiert und die orange Skala, durch die Glühlampe angedunkelt, vorsichtig etwas gereinigt. Wo nötig wurden die gereinigten Drähte des Kabelbaums neu angeschlossen – ein kleines Stück Schrumpfschlauch verhindert das Abschmelzen – und die Strips und Röhrensockelkontakte gereinigt – trotz EntlötKolben mit Pumpe wurde viel Lötsauglitze verbraucht! Jetzt konnte der Wiederaufbau der Schaltung nach den Originalvorlagen beginnen. Durchwegs neue Komponenten fanden Verwendung: Kohle- oder Metallfilmwiderstände, Folienkondensatoren, Tantalkondensatoren. Die Keramik- und Glimmerkonden-

satoren wurden belassen, da sie oft für die Frequenzstabilität wichtig sind, würden sie erst bei einem Ausfall ersetzt. An der Rückwand sind die neuen Klemmen und Lautsprechersockel montiert. Die Bakelitsockel des Oszillators, schwierig zu reinigen, sind neu und keramisch. Fast überall entspricht der Neuaufbau dem ursprünglichen Layout. Das Chassis sieht natürlich jetzt etwas leer aus, die neuen Elemente sind deutlich kleiner! (Bild 7)

Für den weiteren Zusammenbau braucht es den U-förmigen, vorderen Teil des Gehäuses. Alle Gehäuseteile wurden gewaschen, getrocknet und das Resultat beurteilt. Die Oberflächen waren sauber, aber aussen wirklich mässig, trotzdem sollte die Originalfarbe erhalten bleiben, schliesslich zeigt das auch die «Leidensgeschichte» dieses Radios. Die Farbe wurde von Hand mit Autolackreiniger aufgearbeitet und anschliessend mit Autowachs versiegelt – das schützt auch die Kratzer und blanken Stellen etwas vor Feuchte. Die eingravierten Beschriftungen wurden unter der Lupe mit einer Nadel ausgekratzt und mit einem Laquer-Stik® ausgefüllt – etwas

zu weiss für Perfektionisten. Das Resultat sieht gut aus und das Chassis konnte in das Gehäuse eingebaut, die Potentiometer, Schalter, der BFO-Drehko, das S-Meter montiert und die Verdrahtung komplettiert werden (Bild 8).

Die Schalter sind neu, doch haben sie dieselbe Hebelform und die alten Ziermuttern passten. Einzig die abgeschirmten Leitungen beim Tonblendeschalter (Bild 7, oben links) mussten verlegt werden. Der neue Lautstärkeregler war kein Problem, eine Schicht Mylar®-Band ist nötig um den ¼-Knopf anzubringen. Der Einstellregler für den Störbegrenzer war schwieriger zu ersetzen. Ein Audioregler passt zwar, aber er braucht einen Umschalter: das war wohl eine Spezialausführung! Die Lösung ist eine Printplatte mit einem von der Heizspannung betriebenen Umschaltrelais, die hinten auf dem Schalter des Reglers montiert ist.

In Bild 8 (rechte Seite) ist auch die Printplatte hinter dem S-Meter zu sehen. Sie enthält statt der Glühlampe eine SMD Leuchtdiode «auf Stelzen», die das nötige Licht spendet, aber die Skala nicht

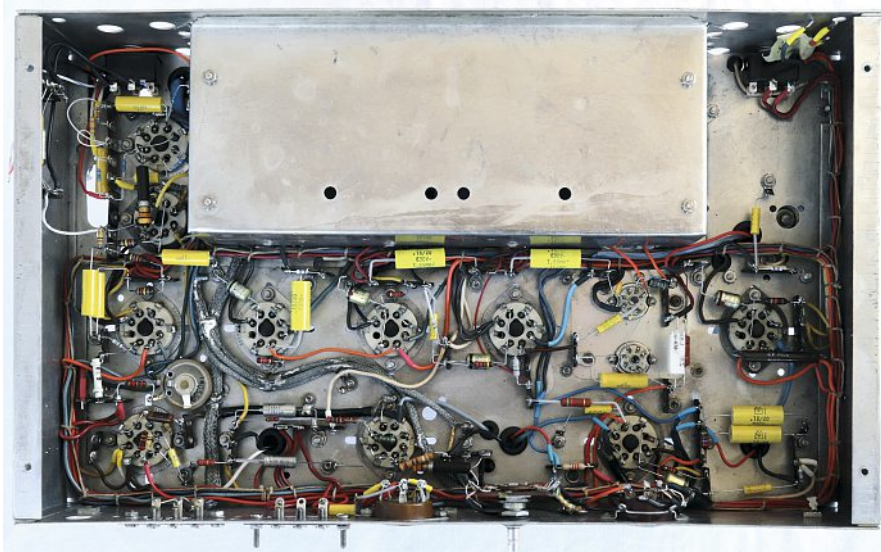


Bild 7: Chassis, erneuert, noch ohne Frontelemente



Bild 8: Rückansicht mit Frontteil, betriebsbereit

weiter beschädigt. Weiter sieht man die Ersatz-6V6G mit einer 6AQ5A (wie in 3/2019 beschrieben). Alles ohne Änderungen am Radio selbst.

Es fehlen noch die Knöpfe, die beiden Hebel für die Spulensätze und vor allem die Mikrometer-skala. Diese wurde zerlegt und gereinigt, die Skala war jedoch so stark oxidiert, dass sie abgelaut, angeschliffen und neu bemalt werden musste. Die Teilstriche sind ebenfalls mit Laquer-Stik® gefüllt. Obwohl eine im Baucen-ter «gematchte» Farbe verwendet wurde, ist das ein Flop: zu hell, zu gelb und zu wenig glatt. Das muss später nochmals gemacht werden! Die beiden Hebel wurden ange-schliffen, poliert und im Heimver-fahren mit einer Paste galvanisch vernickelt.

Für einen ersten Test wird jetzt noch eine Spulenschublade be-nötigt und der Lautsprecher mit Ausgangstransformator. Die Schublade A wurde aufgearbeitet – besonders schön sieht sie zwar nicht aus, aber funktioniert. Der Lautsprecher wurde zerlegt, das Gehäuse gereinigt und poliert, das Lautsprechertuch gewaschen und

der Lautsprecher, besonders die Si-cke, mit VISATON LTS50 behan-delt. Der Originaltrafo war nicht vorhanden, dafür ein gebrauchter Ausgangstrafo von Telefunken, der auf die Montagewinkel passte und die nötigen Impedanzen hatte. Mit einem neuen, abgeschirmten Kabel ist er betriebsbereit (Bild 9).



Bild 9: MCR Lautsprecher zu HRO-7T

Einmal zusammengesetzt, wurden, um stabile Messbedingungen zu erreichen, zwei Laborspeisegeräte (für Röhrenheizung und Anoden-spannung) angeschlossen und erste Messungen waren erfolgreich. Al-lerdings konnten die Test- und Abstimmarbeiten bis Redaktions-schluss noch nicht abgeschlossen werden, am erfreulichen Resultat dieses Neuaufbaus wird das jedoch nichts mehr ändern. Viel Arbeit – aber es hat sich gelohnt: mein HRO-7T (Bild 1 und Titelseite) lebt wieder und ist «gerettet»!

Anmerkungen:

[1] <http://www.radioblvd.com/National HRO.htm>, Seiten von Henry Rogers. Umfangreiche und gute Informa-tionen zum Thema HRO, Geschichte und Instandstellungstipps in 4 Teilen mit vielen Bildern.

[2] https://hb9aik.ch/Publi/Evolu-tion_of_the_HRO_by_KD5VC.pdf. Eine umfassende und sehr gute Geschichte des HRO (ohne Bilder) von Barry Williams, inkl. Einsatz in England im Krieg.

[3] <http://n4trb.com/AmateurRadio/National/Lamb/JamesLamb.htm> . Sein Prototyp von 1932 ist heute im Museum der ARRL.

[4] z.B. «The Secret Wireless War», Geoffrey Pidgeon, Arundel Books, 2008.

[5] Government Code & Cypher School, ab 1946 GCHQ, Government Communications Headquarters.

[6] z.B. «Backing Bletchley», Ronald Koorm, Amberley Publishing, 2020 oder, mit vielen Details, <http://www.goldbeach.org.uk/ysevice/index.html>

[7] Museum: <https://www.bletchley-park.org.uk/>, Buch z.B. «Station X: The Codebreakers of Bletchley Park», Michael Smith, Boxtree Reprint, 1998.

[8] Women's Royal Naval Service WRNS, umgangssprachlich, aber auch offiziell, «Wrens».

[9] Voluntary Interceptors VI, später Radio Security Services RSS. z.B. «Radio War», David Abrutat, Fonthill Media, 2019.

[10] https://www.prismnet.com/~nielw/nat_list/selec.htm , der «Select-O-Jet», Barry Williams.

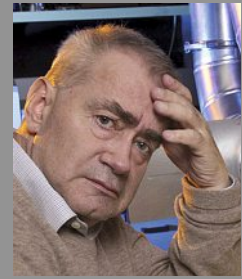
Bildernachweis:

Bild 2: Henry Rogers, <http://radioblvd.com/National HRO.htm> . Bild 4: Imperial War Museums, A4777, <https://www.iwm.org.uk/> . Bild 5: Ad der National Company in CQ, August 1947, S. 47. Scan Autor. Alle übrigen Bilder: Autor.

Fritz Fischer (1898 – 1947), Ingenieur und Erfinder

2. Teil Das erste Patent

Walter Vollenweider



Walter Vollenweider

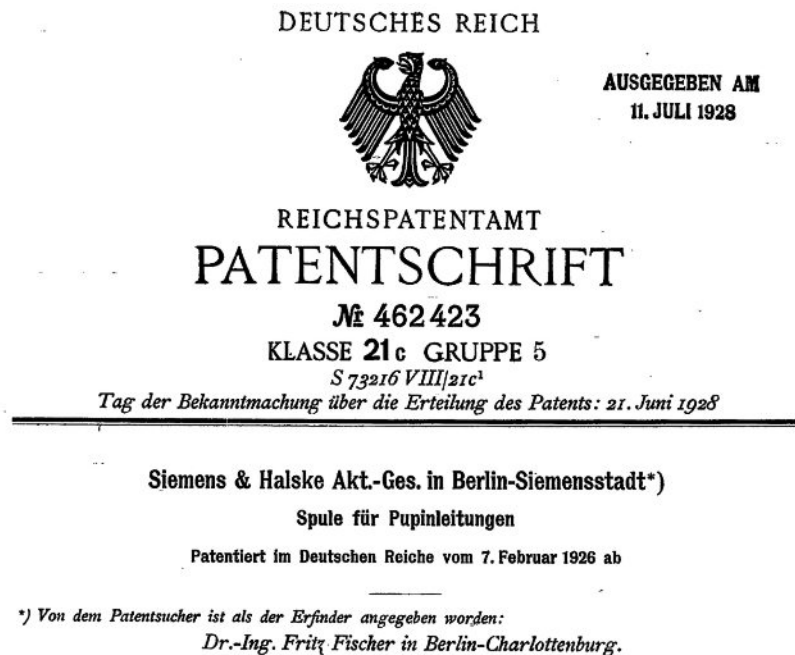
Die erste Erfindung

Die erste Erfindung von *Fritz Fischer* betraf eine Belastungsspule, oder Pupinspule. Pupinspulen waren in langen Telefonleitungen wichtig für die Verständlichkeit.

Fritz Fischer ist am 1. Oktober 1924 in die **Telephonwerke Albisrieden** eingetreten. Diese Firma hat **Siemens&Halske** gehört. Fritz Fischer war somit nicht nur Mitarbeiter in einem bescheidenen Fabriklein in Zürich Albisrieden, sondern auch in einer Weltfirma. Wir wissen nicht, welches seine Aufgaben waren. Offenbar hat er nicht nur Dienst nach Vorschrift geleistet, sondern selbstständig gedacht, so dass bereits 1926 eine Erfindung von Fritz Fischer zum Patent angemeldet wurde.

Arbeitsverträge sehen meistens vor, dass Erfindungen dem Arbeitgeber gehören. Als Fritz Fischer seine erste Erfindung machte, wurde sie von Siemens&Halske zuerst in Deutschland angemeldet.

Offenbar wollte man diesen klugen Kopf in Berlin, im Zentrallabor haben. Vom Gesuchsteller, also der Firma Siemens&Halske, wurde ein Dr.-Ing Fritz Fischer in Berlin-Charlottenburg als Erfinder angegeben. Charlottenburg war ein bevorzugter Wohnort.



Auch *Werner v. Siemens* hat dort seine Villa gehabt. Es scheint, dass es sich Fritz Fischer gut gehen liess.

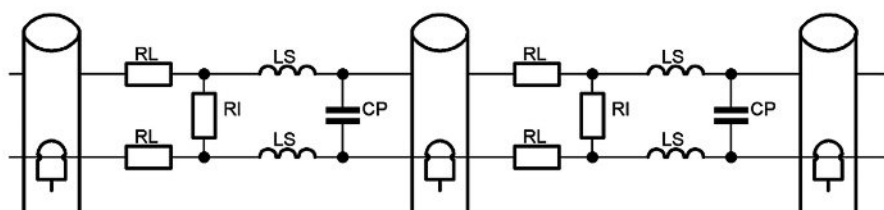
Gemäss dem Patentrecht kann die gleiche Idee innerhalb eines Jahres in einem anderen Staat ebenfalls patentiert werden. Das ist kurz vor Ablauf der Frist in der Schweiz geschehen. Die Schweiz war für Siemens&Halske ein kleiner Markt, so dass ein Patent eigent-

lich nicht nötig war. Wenn ein Patent angemeldet wurde, können wir das wohl als Ehrung für Fritz Fischer auffassen.

Quellen:

Fritz Fischer, «Spule für Pupinleitungen», DE 462 423, Anmeldedatum 7.2.1926

Fritz Fischer, «Belastungsspule», CH 125'076, Anmeldedatum 31.1.1927



Ersatzschaltung einer Telefonleitung

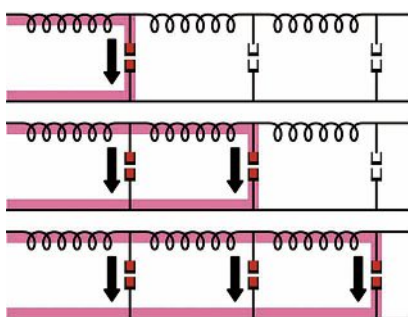
Eigenschaften einer Telefonleitung

In der Anfangszeit des Telefons waren Freileitungen üblich. Es gab damals noch keine Verstärker. Mit genügend dicken Drähten konnte man trotzdem über einige 100 km telefonieren. Um dieses recht erstaunliche Ergebnis zu verstehen, müssen wir die elektrische Ersatzschaltung einer Telefonleitung aufzeichnen.

Im Bild ist R_L der Widerstand des Leiters, und R_I ist der Widerstand der Isolation. R_I kann meistens vernachlässigt werden. R_L bestimmt die Dämpfung, und muss genügend klein sein.

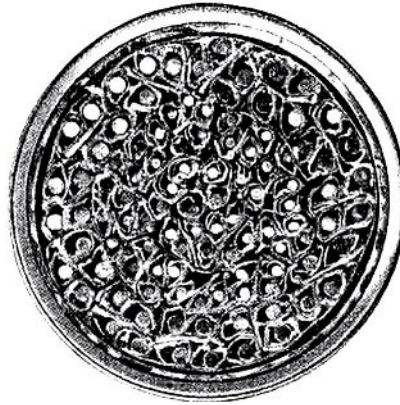
L_S ist die Serieinduktivität. Sie entsteht, weil in den Drähten ein Strom fließt. In der Folge ist in der Fläche zwischen den Drähten ein magnetischer Fluss vorhanden. L_S ist recht gross, weil die umschlossene Fläche gross ist. C_P ist die Kapazität zwischen den Leitern. Die Drähte liegen weit auseinander, so dass C_P klein ist.

Die Effekte werden wissenschaftlich korrekt durch die Leitungstheorie, beschrieben. Sie ist aber mathematisch anspruchsvoll. Der Autor zieht die folgende, weniger wissenschaftliche Erklärung vor:



Signale in einer Freileitung

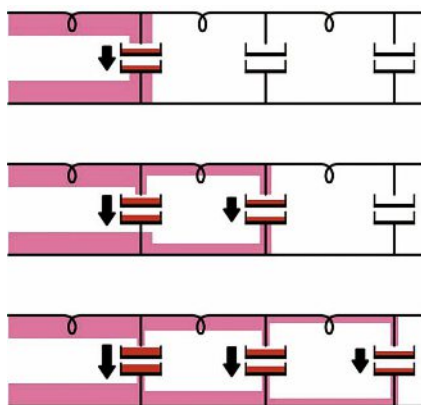
Wir nehmen an, dass in einem bestimmten Moment plötzlich eine Spannung an die Leitung angelegt wird. In der Folge werden



Querschnitt durch ein Telefonkabel

die Kapazitäten der Leitung aufgeladen. Das geschieht aber nicht augenblicklich.

Die erste Serieinduktivität begrenzt den Strom, der in die erste Kapazität fließt. Es wird somit eine gewisse Zeit benötigt, um sie zu laden. Mit zunehmender Spannung wird auch Strom durch die zweite Längsinduktivität fließen, so dass die zweite Kapazität geladen wird. Danach folgt die dritte, und eine nach der anderen der nachfolgenden Kapazitäten. Ein Signal am Anfang der Freileitung wird somit einigermassen verfälscht am anderen Ende ankommen. Man wird die Sprache deshalb gut verstehen.



Signale in einem Kabel

Als der Telefonverkehr immer stärker wurde, war es nicht mehr möglich, noch mehr Freileitungen zu erstellen. Sie waren zu störungsanfällig. Sie haben auch nicht gerade

zur Verschönerung der Landschaft beigetragen. Die Lösung waren unterirdische Kabel. Zwischen 1912 und 1921 wurde zwischen Berlin und dem Ruhrgebiet das Rheinlandkabel verlegt. Das Bild zeigt einen Querschnitt durch dieses Kabel.

In Telefonkabeln sind aber unerwartete Schwierigkeiten aufgetreten. In einem Telefonkabel war die Isolation zwischen den Leitern vorzugsweise aus Papier. Das Papier war aber gefaltet, so dass auch viel Luft zwischen den Leitern war. Die Parallelkapazität ist in der Folge so klein wie möglich, aber weit grösser als im Falle einer Freileitung.

Die Serieinduktivitäten sind dagegen weit kleiner, weil die von den Drähten umschlossene Fläche kleiner ist. Sobald im Kabel etwas Spannung an der ersten Kapazität anliegt, beginnt bereits Strom in der zweiten Induktivität zu fließen. Dieser Strom fehlt um die erste Kapazität zu laden. In der Folge breitet sich das Signal zu schnell aus, und die Kapazitäten können nur teilweise geladen werden. Die Kurvenform ist stark verzerrt. Man wird schliesslich nichts mehr verstehen.

Gleichstrom hat genügend Zeit, um die Kapazitäten zu laden. Mit zunehmender Frequenz steht aber immer weniger Zeit zur Verfügung, und die Kapazitäten werden immer weniger geladen. Somit werden insbesondere die hohen Frequenzen stark geschwächt.

Wir hören ein Gespräch über eine lange Leitung mit einem schlechtem Frequenzgang mit:

... Was, In der Saufhalle von Neuseeland ... Aha, in der Kaufhalle am Kaffeestand.

Ist ja die reinste Reichsbahnverbindung. Ich verstehe bloss Bahnhof.

Wir Fachleute wissen natürlich, dass die hohen Frequenzen in Zischlauten nicht übertragen werden. Ein "s" lässt sich deshalb nur schlecht von anderen Buchstaben unterscheiden. Die Teilnehmer fangen schliesslich an zu buchstabieren, aber das ist ja auch keine Lösung.

Quellen:

«Das Rheinlandkabel», herausgegeben vom Reichspostministerium, 1921

J. Mischke, «Fasse dich kurz! Telefonieren in der DDR.»

www.youtube.com/watch?v=YHcUNKTKsIE

v=YHcUNKTKsIE

Die Idee von Pupin

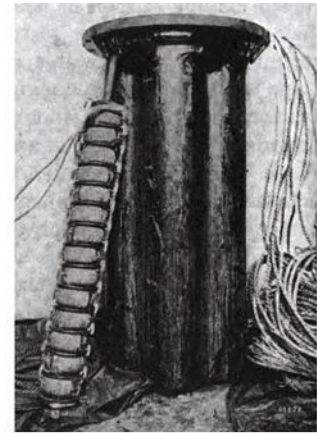
Die Schwierigkeiten mit dem Telefonkabel entstehen offenbar, weil das Verhältnis von Induktivität zu Kapazität ungünstig ist. Die entscheidende Idee war, durch zusätzliche Elemente wieder ähnliche Verhältnisse wie in einer Freileitung zu erreichen. Man kann die Kapazität nicht verrin-

gern. Man kann die Induktivität aber erhöhen. *Michael Pupin* hat vorgeschlagen, in regelmässigen Abständen Induktivitäten einzubauen. Diese Induktivitäten werden Pupinspulen genannt. Die untenstehende Abbildung zeigt die Dämpfung einiger Leitungstypen, die in den 50er Jahren gebraucht wurden.

Die rot markierte Kurve entspricht einem nicht pupinisierten Kabel. Der Leitungstyp H-88,5 1,0mm mit besonders günstigen Eigenschaften ist grün markiert. Er verwendet einen Drahtdurchmesser von 1,0 mm und Pupinspulen mit 88,5 mH Induktivität. Die Pupinisierung führt somit zu einer wesentlich kleineren und weniger frequenzabhängigen Dämpfung. (Wie in der Telefonie üblich, wird die Dämpfung in Neper angegeben).

Pupinspulen wurden im Abstand von etwa 2 km eingebaut. Es ist nicht möglich, nur je eine Spule am Anfang und Ende der Leitung zu verwenden, weil so Resonanzen im Sprachband entstehen würden.

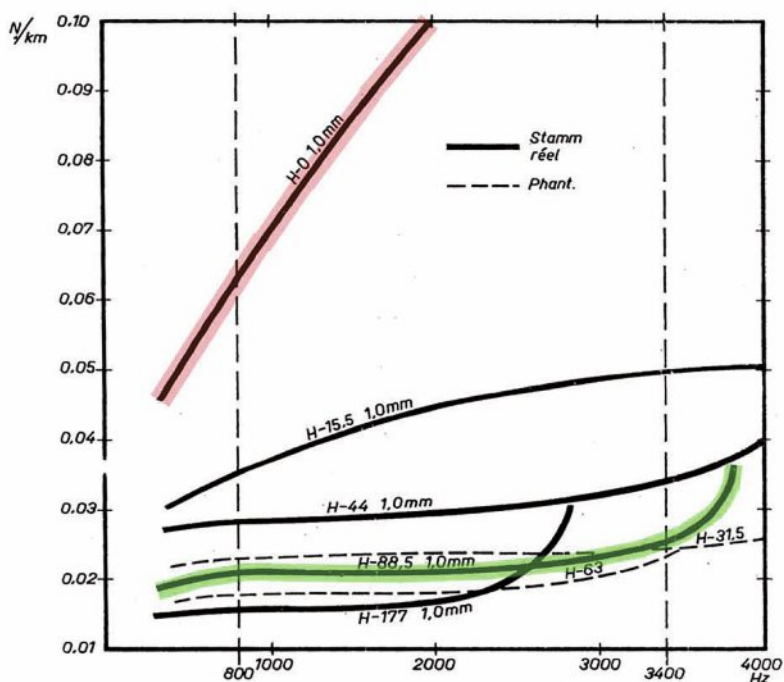
Für jeden Sprechkreis war eine Spule nötig. In einem typischen Kabel waren es insgesamt mindestens 100 Spulen. Sie wurden in einem gemeinsamen Kasten zusammengebaut.



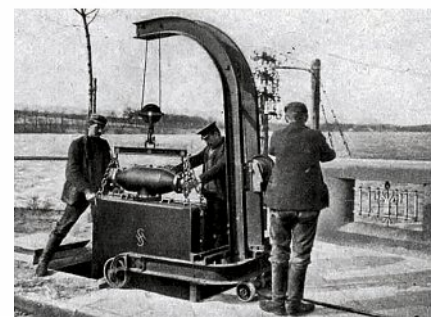
Pupinspulen im Telefonkabel
New York - Chicago

Die Abbildung zeigt Pupinspulen, wie sie von AT&T in einem Kabel zwischen New York und Chicago verwendet wurden. Die Spulen sind auf einer Spindel aufgereiht. Das magnetische Feld, das von einer Spule erzeugt wird, durchdringt zu einem kleinen Teil die benachbarten Spulen. In der Folge tritt Übersprechen ein.

Siemens&Halske hat die Spulen so auf Gestelle gelegt, dass benachbarte Spulen senkrecht zueinander stehen. Die Pupinspulen wurden in einen eisernen Kasten eingebaut. Die Abbildung zeigt das Verlegen eines solchen Kastens. Im Idealfall sind alle Spulen vollständig symmetrisch, so dass sich die in den benachbarten Spu-



Dämpfung von Pupinleitungen



Verlegen eines Kastens mit Pupinspulen

len induzierten Spannungen ausgleichen. In der Praxis gibt es aber keine ideale Spule. Das Übersprechen wird zwar klein, aber weil das menschliche Gehör einen grossen Dynamikbereich hat, ist es trotzdem zu erkennen. Hier setzt die Erfindung von Fritz Fischer ein. Seine Pupinspulen sind symmetrischer, und erzeugen deshalb weniger Übersprechen.

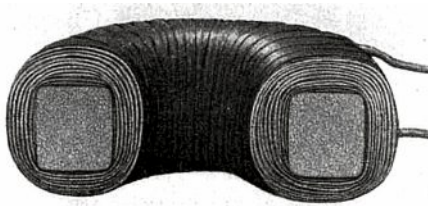
Quellen:

M. Pupin, «Art of reducing attenuation of electrical waves», US 652,231, Anmeldedatum 28.5.1900

[https://en.wikipedia.org/wiki/Loading_coil#/media/File:Telephone_loading_coils_1922.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki>Loading_coil#/media/File:Telephone_loading_coils_1922.jpg)

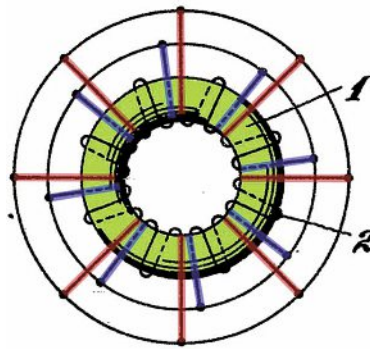
J. Schaltenbrand, «Lehrkurs über Telephonie», Biel, 1956

Funktion und Herstellung von Fischers Pupinspulen



Querschnitt durch eine Pupinspule

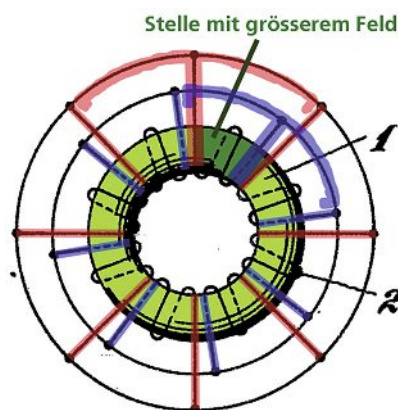
Die Pupinspulen wurden auf Ringkerne gewickelt. Sie haben in einem kleinen Volumen die bestmöglichen magnetischen Eigenschaften. Siemens&Halske hat die Kerne meistens aus isolierten Eisendrähten gewickelt. Es haben sich so gute elektrische Eigenschaften bei einem günstigen Preis ergeben. Für besonders hohe Anforderungen konnte auch ein Kern aus chemisch abgeschiedenen Eisenteilchen verwendet werden. Er war aber sehr teuer und wurde nur verwendet, wenn in einem sehr langen Kabel Wert auf kleinste Verzerrungen und die bestmögliche Verständigung gelegt wurde.



Spule mit homogenem Feld

Fritz Fischer hat einen Weg gefunden, um das Übersprechen zu vermindern. Die Fischer'sche Pupinspule hat eine zusätzliche Saugwicklung, die zwischen dem Magnetkern und der eigentlichen Wicklung liegt. Die Saugwicklung besteht aus einer Anzahl Teilwicklungen mit einer geringen Windungszahl, die parallel geschaltet sind.

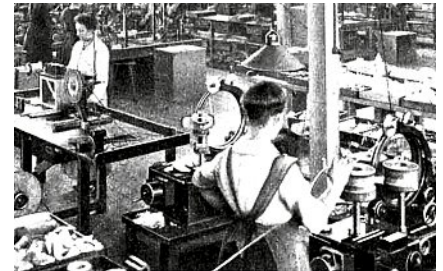
Im Bild wird das Feld durch eine gleichmässig grüne Farbe angedeutet. Wenn das Feld im Kern homogen ist, werden in allen Teilwicklungen die gleichen Spannungen induziert. In den Verbindungsleitungen fliesst so kein Strom.



Spule mit inhomogenem Feld

Wenn dagegen das Feld aus irgend einem Grund nicht homogen ist, wird in einer der Teilwicklungen eine grössere Spannung induziert. Der Grund kann ein nicht völlig homogener Kern, oder eine nicht völlig gleichmässige Wicklung sein. In der Folge fliesst in den

Verbindungsleitungen ein Strom. Dieser Strom erzeugt einen Magnetfluss, der der Inhomogenität entgegenwirkt. Die Fischer'sche Pupinspule hat somit die Eigenschaften einer beinahe perfekten Spule. So einfach das Prinzip der Saugwicklung ist, so mühsam ist aber deren Herstellung.



Fertigung von Pupinspulen bei Siemens&Halske in Berlin

Die Abbildung zeigt rechts im Vordergrund eine Maschine zum Bewickeln von Ringkernen. Der Draht ist auf einem Schiffchen. Es wird kreisförmig durch die Öffnung des Kerns geschossen. Wenn aber acht einzelne Wicklungen nötig sind, muss diese Maschine acht mal in Gang gesetzt werden. Die Teilwicklungen müssen schliesslich einzeln von Hand verlötet werden. Solche Arbeitsgänge passen schlecht in eine hoch rationalisierte Fertigung.

Man stellt immer wieder fest, dass ein Produkt mit zunehmender Erfahrung und durch Automatisierung gleichmässiger hergestellt wird. Es ist anzunehmen, dass das auch beim Wickeln von Pupinspulen der Fall ist. Möglicherweise hat sich das Problem somit von selbst erledigt.

Quelle:

F. Hörning, «Übertragungssystem für grosse Entfernungen mit Pupinleitungen», DE 597 037, Anmeldedatum 26.4.1927

Im nächsten Heft: Fernwirktechnik

Die Hacking Geschichte

Teil 3: Das Computervirus

Bruce Nikkel



Bruce Nikkel Museumsführer
im Museum ENTER

Dies ist Teil drei einer vierteiligen Serie zur Geschichte des Computer-Hacking. In den ersten beiden Artikeln haben wir uns mit dem frühen Hacken globaler Telefonvermittlungssysteme und dem Hacken mit DFÜ-Modems befasst. Dieser Artikel beschreibt die Geschichte des Computervirus.

Wir alle haben es satt, über Viren zu lesen, aber dieser Artikel wurde lange vor Beginn der aktuellen Gesundheitskrise geplant. Der Vergleich von biologischen Viren mit bestimmten Arten von Computercode ist auf die Ähnlichkeiten im Verhalten zurückzuführen. Ein Virus verbreitet sich durch verschiedene Kontaktformen, verringert die Funktionalität des infizierten Körpers, verursacht unerwünschte Symptome und kann schwierig zu heilen (zu entfernen) sein.

Sogar die Virenprävention weist Ähnlichkeiten auf, anstelle von Masken haben Computer Firewalls und anstelle von Impfungen verfügen Computer über Antivirensoftware. Die IT-Abteilungen des Unternehmens verwenden sogar das Wort Quarantäne, um die Trennung infizierter Computer von einem Netzwerk «gesunder» Computer zu beschreiben.

Die Verwendung des Wortes «Virus» zur Bezugnahme auf bestimmte Arten von Computercode wurde Mitte der 1980er Jahre von

Fred Cohen in einem Artikel beschrieben. Ein Wurm ist ein Virus, der sich über ein Netzwerk selbst auf andere Computer repliziert. Ein Trojanisches Pferd bezieht sich auf die griechische Mythologie, in der eine Person etwas (eine Datei oder einen Link) erhält, das harmlos erscheint, aber später bösartigen Code auf ihrem Computer ausführt. Das Wort Malware wurde später als allgemeinerer Begriff für alle schädliche Computersoftware vorgeschlagen.

Andere Beispiele für schädliche oder unfreundliche Software sind Spyware, Adware, Ransomware oder Forkbombs. Die ersten Computerviren wurden von Informatikern, Akademikern und Amateuren entwickelt. Ziel war es, Software zu lernen, zu experimentieren und zu erforschen, die sich selbst replizieren oder bösartig sein kann. Der Virencode wurde als Proof of Concept geschrieben und soll keinen Schaden anrichten.

Eines der ersten Beispiele für ein selbstreplizierendes Programm war der Creeper-Wurm. Es wurde in den frühen 1970er Jahren erstellt und infizierte vernetzte Computer mit dem Betriebssystem TENEX. Der Creeper war harmlos und druckte einfach eine Nachricht mit der Aufschrift «I'M THE CREEPER: CATCH ME IF YOU CAN». Ein Programm namens Reaper wurde später ge-

schrieben, um den Creeper-Code zu löschen.

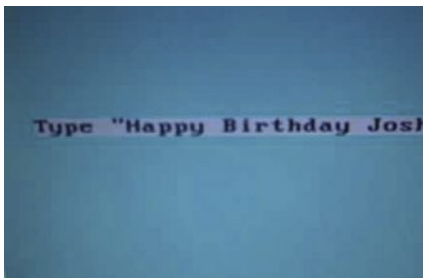
```
BBN-TENEX 1.25, BBN EXEC 1.30
@FULL
@LOGIN RT
JOB 3 ON TTY12 08-APR-72
YOU HAVE A MESSAGE
@SYSTAT
UP 05133119 3 JOBS
LOAD AV 3.87 2.95 2.14
JOB TTY USER SUBSYS
1 DET SYSTEM NETSER
2 DET SYSTEM TIPSER
3 12 RT EXEC
@
I'M THE CREEPER : CATCH ME IF YOU CAN
```

Creeper Worm Output

Einer der ersten Würmer, der weitverbreitete Störungen verursachte, war der Morris-Wurm, der 1988 von dem Studenten *Robert Tappen Morris* geschrieben wurde. Dies war auch der erste Schadcode, der sowohl bei den Nachrichtenmedien als auch bei den Strafverfolgungsbehörden (FBI) grosse Aufmerksamkeit auf sich zog.

Der Morris-Wurm hat eine buffer-overflow Schwachstelle im Finger-Dämon verwendet und die im sendmail-Dämon aktivierte Debug-Funktionalität ausgenutzt. Der Code betraf nur BSD UNIX-Systeme und verbrauchte Ressourcen. Er löschte oder stahl keine Informationen. Innerhalb von 24 Stunden nach seiner Veröffentlichung hatte der Wurm das Internet zum Stillstand gebracht. Dieser Vorfall motivierte die Schaffung von CERTs (Computer Emergency Response Teams) auf der ganzen Welt und war die Geburtsstunde des Bereichs Malware-Analyse und Reverse Engineering, der bis heute aktiv ist.

Mit der zunehmenden Beliebtheit von PCs nahmen auch PC-Viren zu. Ursprünglich wurden die Viren von Leuten geschrieben, die versuchten, lustig oder boshaft zu sein. Diese Viren waren grösstenteils harmlos, im schlimmsten Fall ärgerlich. PC-Viren verbreiten sich normalerweise durch Disketten oder Software, die von BBS-Systemen heruntergeladen wurden (wie in meinem letzten HISTEC-Artikel beschrieben). Wenn die kopierten oder heruntergeladenen Programme ausgeführt wurden, infizierten sie das System. Ein Beispiel war der Joshi-Bootsektor-Virus. Am 5. Januar eines jeden Jahres wurde der Virus aktiv und der Benutzer musste «Happy Birthday Joshi» eingeben, bevor er fortfahren konnte.



Stoned Virus

Der stoned Virus ist ein Beispiel für einen harmlosen, aber ärgerlichen Virus, der den Bootsektor von Festplatten und Disketten infiziert hat. Der stoned Virus wurde bei zufälligen Starts aktiv und hinterliess die Meldung «Ihr PC ist jetzt stoned!». Es gab viele Variationen des Stoned-Virus nach der Originalversion.

Die ersten Virens Scanner und Antivirenprogramme wurden mit Mustererkennung erstellt, um Viren zu finden und zu entfernen. Aber Virenschreiber waren sich dessen bewusst und suchten nach Möglichkeiten, um einer Entdeckung zu entgehen. Eine übliche Methode, um eine Erkennung zu vermeiden, bestand darin, die ausführbare Binärdatei dynamisch zu ändern, sodass jeder infizierte Computer eine eindeutige Version zu haben scheint (sogenannte polymorphe Viren). Dies reduzierte die Wahrscheinlichkeit einer Erkennung basierend auf dem Mustervergleich drastisch.

Das Wachstum des Internets veränderte die Verbreitung von Viren. Es war trivial, E-Mails mit böswilligen Anhängen oder Weblinks an böswillige ausführbare Dateien auf Websites zu senden. Personen, die die Anhänge geöffnet oder auf die Links geklickt haben, wurden infiziert. Eine andere Methode der Client-Infektion wird als Drive-by-Infektion bezeichnet, bei der Benutzer im Internet surfen und eine gefährdete Website mit böseartigem Code besuchen, der unabsichtlich auf den PC heruntergeladen wird. Alle diese Methoden werden heute noch verwendet.

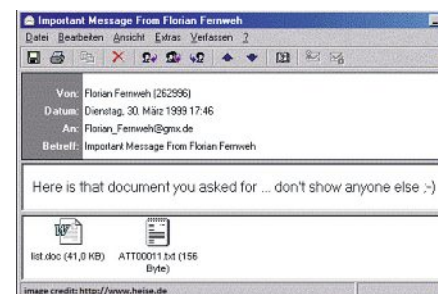
Viren betrafen nicht nur Endbenutzer-Clients, sondern auch die Serverinfrastruktur. In den frühen Tagen des Internets waren Server weniger geschützt (keine Firewalls), die Konfiguration war nicht defensiv (unsichere Standardeinstellungen) und Software-Schwachstellen machten es einfach, exponierte Dienste auszunutzen. Ein Beispiel ist der SQL Slammer, der einen Fehler in Microsoft SQL Server ausnutzte und 2003 weit verbreitete Störungen verursachte. Der SQL

Slammer ist ein Beispiel für einen Virus, der Denial of Service (DoS) verursacht und das UDP-Protokoll verwendet, um sich so schnell wie möglich selbst zu replizieren.

Als die Leute anfangen, Firewalls und Antivirenprogramme zu verwenden, brauchten Virenschreiber eine neue Methode, um Benutzer zu infizieren. Funktionsreiche Anwendungen und Office-Programme bieten nun erweiterte Skript- und Makrofunktionen, die (zu diesem Zeitpunkt) nicht von Antivirenprogrammen überwacht wurden.

Dies führte zur Entstehung des Makrovirus, der Office-Dokumente infizierte. Ein berühmter Makrovirus, der 1999 gestartet wurde, war Melissa, die MS-Word-Makros verwendete, um sich selbst zu replizieren.

Das Öffnen eines Anhangs mit einem mit Melissa infizierten Word-Dokument, führt dazu, dass Kopien des infizierten Dokuments an die eigenen E-Mail-Kontakte gesendet werden. Diese überlasteten E-Mail-Systeme auf der ganzen Welt.



Melissa Virus

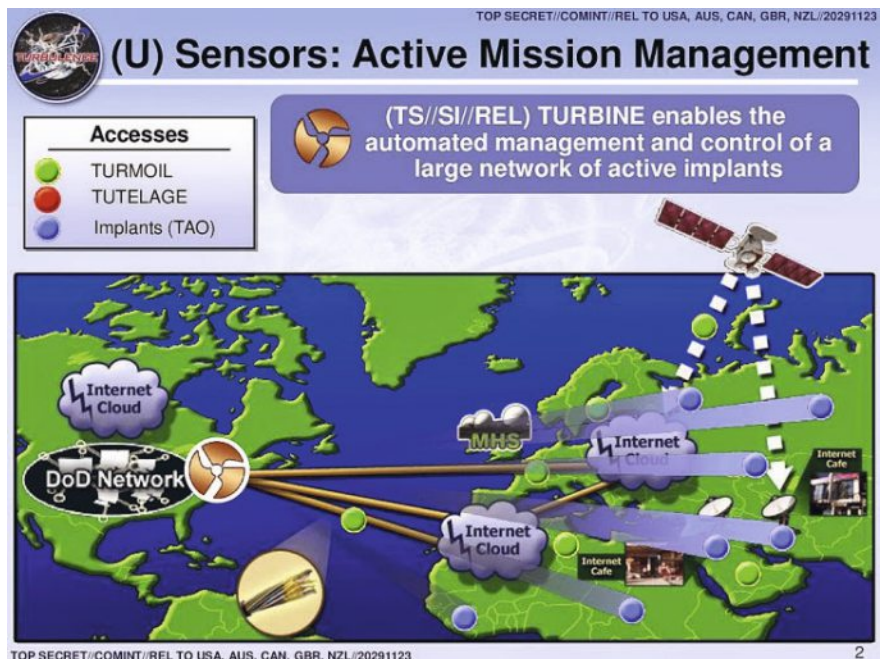
Ein Problem bei der typischen Virusverteilung bestand darin, dass es nach der Freisetzung eines Virus keine Möglichkeit gab, ihn zu kontrollieren. Die Idee eines zentralen Command & Control-Servers (C&C oder C2) löste dieses Problem und ermöglichte die

Verwaltung von Malware im aktiven Zustand.

Die Malware auf infizierten Computern, sogenannte Bots, blieb in Kontakt mit einem C&C-Server, der Befehle, Konfiguration und andere Anweisungen bereitstellte. Eine grosse Anzahl (Hundert oder Tausende) infizierter PCs unter zentraler Kontrolle wird als botnet bezeichnet und kann von einer einzelnen Person, die als bot herder bezeichnet wird, ferngesteuert werden. Durch die Verwendung eines C&C konnte Malware auch mit neuen Versionen aktualisiert werden, die von Antivirenprogrammen weniger erkannt wurden.

Die Botnetverwaltung war einfach und verwendete häufig komfortable Webschnittstellen. Das SpyEye-Botnet-Management-Panel ist ein gutes Beispiel dafür, wie ein Hacker Passwörter, Kreditkarten, E-Mails stehlen, Screenshots erstellen und andere Botnet-Wartungsaufgaben ausführen kann.

Mitte der 2000er Jahre interessierten sich kriminelle Banden für Malware, um Kreditkarten zu stehlen und auf Online-Bankkonten



Leaks von Snowden zeigen die Verwendung von staatlich gesponserter Malware

zuzugreifen. Organisierte kriminelle Banden würden Botnets erstellen oder mieten, die Web-Injects verwendeten, um den Browser eines Benutzers zu manipulieren, während sie in ihrer Bank angemeldet waren. Die Malware würde es Kriminellen ermöglichen, betrügerische Zahlungen zu leisten, ohne dass das Opfer dies bemerkt.

Die Geheimdienste der Regierung hatten auch ein Interesse daran, Malware zum Zwecke der verdeckten Überwachung, des Diebstahls von Informationen oder der

Verursachung von Störungen zu verwenden. Die Leaks von *Edward Snowden* im Jahr 2013 zeigen die Verwendung staatlich gesponserter Malware. Dies wird häufig als APT oder Advanced Persistent Threat bezeichnet. Die bekannteste staatlich geförderte Malware, die zur Störung verwendet wurde, war Stuxnet, das verdächtigt wurde, das iranische Atomprogramm beschädigt zu haben.

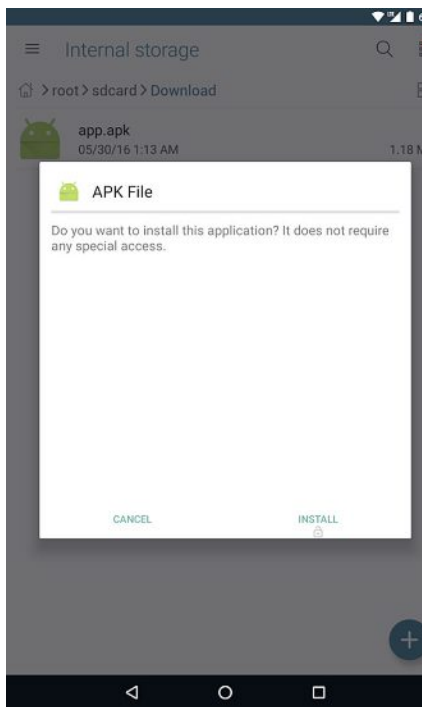
Als Smartphones populär wurden, konzentrierten sich Kriminelle auf mobile Malware. Die meisten mobilen Malware-Programme wurden für Android geschrieben (Apple war schwieriger, da die Hardware, das Betriebssystem und die App-Stores strenger kontrolliert wurden). Beliebte mobile Malware verwendete einen Overlay-Angriff, der das Tippen mit dem Finger abfing und gefälschte Bildschirmaktivitäten präsentierte. Mobile Malware wurde verwendet, um Passwörter, PINs zu stehlen, SMS-Nachrichten abzufangen und vieles mehr.

Dies war besonders interessant für kriminelle Banden, die ver-



SpyEye Botnet Management Panel mit 10k bots 2011

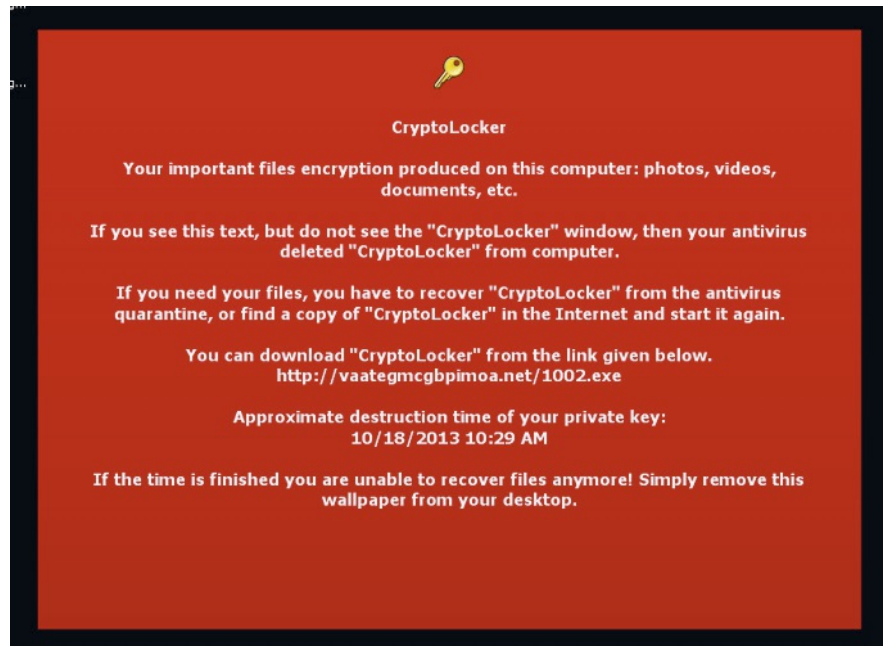
suchten, das MTAN für Bankanwendungen zu stehlen. Ein Telefon kann infiziert werden, indem dem Opfer ein Link zu einer APK gesendet wird, bei der es sich um ein Android-Softwarepaket handelt. Wenn der Benutzer der Installation zustimmt, wird das Telefon infiziert. Diese Techniken werden heute noch verwendet.



Google APK Install

Malware namens Ransomware verschlüsselt die Dateien eines Benutzers und verlangt dann, dass ein Lösegeld gezahlt wird (normalerweise heute in Bitcoin), um den Entschlüsselungsschlüssel zu erhalten. Kriminelle erwarteten, wenn der Benutzer keine Backups hatte und die Dateien wertvoll genug waren, würden sie bezahlen.

Einer der frühesten Ransomware-Viren war Ende der 1980er Jahre, der auf Diskette an AIDS-Forscher verteilt wurde. Der Virus verschlüsselte Dateien und verlangte eine Zahlung von 189 US-Dollar an ein Postfach in Panama. Der erste beliebte moderne Ransomware-Angriff war 2013 CryptoLocker.



Cryptolocker Ransomware

Es gibt so viele interessante und berühmte Viren, dass wir sie unmöglich alle beschreiben können. Zum Beispiel Brain, der ILOVEYOU-Virus, der Zeus-Banking-Trojaner, MyDoom, Nimda (Administrator rückwärts geschrieben), CodeRed und viele, viele andere.

Viren und Malware werden auch in Zukunft ein Problem bleiben. Noch heute sehen wir nicht nur Software-, sondern auch Hardware-Schwachstellen, die ausgenutzt werden können (z. B. Heartbleed und Spectre). Da die Hardware immer komplexer wird und sich schlecht gesicherte IoT-Geräte vermehren, werden in Zukunft mehr Formen von Malware erstellt.

Quellen:

Computer viruses: Theory and experiments, Fred Cohen Elsevier Computers & Security, Volume 6, Issue 1, February 1987 [https://doi.org/10.1016/0167-4048\(87\)90122-2](https://doi.org/10.1016/0167-4048(87)90122-2)
The Internet Worm Program: An Analysis Eugene H. Spafford Purdue Technical Report CSD-TR-823, November 1988

<https://spaf.cerias.purdue.edu/techreps/823.pdf>

The Virus Information Summary List (VSUM): (Enthält 7 Viren, von denen vermutet wird, dass sie aus der Schweiz stammen) Patricia Hoffman <http://wiw.org/~meta/vsum/>

The Malware Museum: Mikko Hypponen <http://archive.org/details/malwaremuseum&tab=collection>

The History and Evolution of Computer Viruses Mikko Hypponen DEF CON 2011 <https://youtu.be/yswPIwDFYDY>

Der Artikel wurde von Florence Kunz übersetzt. Der englische Originalartikel befindet sich auf: <https://digitalforensics.ch/nikkel20d.pdf>

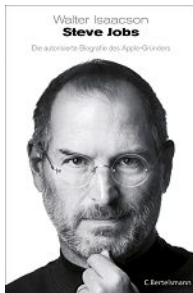
Original English version can be found here: <https://digitalforensics.ch/nikkel20d.pdf>

Das Leben von Steve Jobs

Teil 18

Florence Kunz

Florence Kunz, Stiftungsrätin Museum ENTER



Der Mac wird gebaut

Jobs' Hauptkriterium für die Einstellung von Mitarbeitern für seine Gruppe fröhlicher Piraten im Frühjahr 1981, war, dass sie von dem Produkt leidenschaftlich begeistert waren. Manchmal brachte er einen Bewerber in einen Raum, in dem ein Prototyp des Mac stand, unter einem Tuch verhüllt, das Jobs dann dramatisch herunterriss. Wenn die Augen des Bewerbers aufleuchteten, wenn er sofort zur Maus griff und anfang zu klicken, lächelte Steve und stellte ihn ein.

Jobs warb persönlich die besten Programmierer von anderen Firmen ab oder von anderen Apple-Teams. Diese sehr gefragten Topleute unterschrieben, weil die Begeisterung von Jobs ansteckend war. Jobs versuchte sogar, Wozniak wieder anzuheuern und konnte ihn tatsächlich vom Mac überzeugen. Doch Wozniak erlitt mit seinem einmotorigen Flugzeug einen schweren Unfall, von dem er sich lange nicht erholte und deshalb für das Mac Projekt nicht mehr zur Verfügung stand. Das



Das Mac-Team 1984: George Crow, Joanna Hoffman, Burrell Smith, Andy Hertzfeld, Bill Atkinson und Jerry Manock ...



... und weitere fröhliche Piraten

Team wuchs auf 20 Mitarbeiter an und musste in ein grösseres Lokal umziehen. Weil sich das Gebäude neben einer Texaco-Tankstelle befand, nannte man es «Texaco-Tower».

Als *Andy Hertzfeld* zum Mac-Team kam, erklärte ihm *Bud Tribble*, ebenfalls Softwareentwickler, wie viel Arbeit noch zu erledigen war. Jobs wollte bis Januar 1982 fertig

werden, also in weniger als einem Jahr. Da wurde der Begriff von **Star Trek** für Steve Jobs angewendet: Er habe ein «Reality Distortion Field»! In seiner Gegenwart wird die Wirklichkeit formbar. Er kann jeden von praktisch allem überzeugen. Jobs bediente sich einer charismatischen Rhetorik, hatte einen unbeugsamen Willen und bog die Fakten so hin, wie er sie brauchte.



Das erste Macintosh-Modell von 1984 (Macintosh 128k)

Lisa und Mac in Konkurrenz

Im Januar 1983 – ein ganzes Jahr vor der Marktreife des Mac – brachte Apple den Lisa heraus. Jobs kündete bei der Einführung des Lisa schon die Vorteile des Mac an, er werde der unglaublichste Rechner der Welt sein! Dies war der Todeskuss für den 10.000 USD teuren Apple Lisa. Nach nur zwei Jahren wurde seine Produktion eingestellt.

Erneuter Umzug

Als das Mac-Team wuchs, zog es 1983 aus den «Texaco Towers» in die Apple-Zentrale am Bandley Drive um. Halbjährlich gingen die mittlerweile 50 Mitarbeiter in eine zweitägige Klausur, wo Jobs sie als «Spezialeinheit mit einer wichtigen Mission» betitelte. Die Zukunft werde hier erfunden und Kompromisse würden keine gemacht. Auch angekündigte Markteinführungstermine würden notfalls verschoben, wenn das Produkt noch nicht perfekt sei.

Eigenschaften des Mac

Der Macintosh 128k wurde am 24. Januar 1984 von Jobs vorgestellt. Der Werbespot «1984» für den Mac wurde beim Super Bowl XVIII aufgeführt. Zum Preis von 2.495 USD (entsprachen damals etwa 7.200 DM/ungefährer Verkaufspreis in Deutschland: 10.000 DM, entspricht rund 9.300 EUR heute) erhielt man einen Rechner auf der Basis von Motorolas 68000-CPU, der mit 8 MHz getaktet war und auf 128 KB Arbeitsspeicher (RAM) zugreifen konnte – was sich schnell als zu wenig erwies. Ein 3,5-Zoll-Diskettenlaufwerk mit 400 KByte Speicherplatz und ein integrierter 9-Zoll-Monitor vervollständigten den ersten Macintosh.

Ebenso wie der Vorgänger Lisa war auch der Macintosh mit einer grafischen Benutzeroberfläche und einer Maus ausgestattet. Lizenziert wurde die Mausbedienung und Grundzüge der gra-

fischen Oberfläche von der Firma **Xerox**, die 1973 mit dem Xerox Alto dieses Konzept entwickelte, welches Apple dann per Lizenz für seine Modelle ab 1979 übernahm und modifizierte.

Das Betriebssystem

Das Betriebssystem des Macintosh hatte ursprünglich keinen Namen und wurde nur «System» (mit angehängter Versionsnummer) genannt. Ab Version 7.5.1 hieß es dann Mac OS (abgeleitet von Macintosh Operating System). Es war von Beginn an auf die Bedienung mit der Maus zugeschnitten und enthielt zu diesem Zeitpunkt revolutionäre Konzepte, wie den «Papierkorb», mit dem das Löschen von Dateien wieder rückgängig gemacht werden konnte, den «Schreibtisch», Drag and Drop, das Auswählen von Text oder Objekten zwecks Änderung der Attribute und das Navigieren im Dateisystem mit Hilfe von Icons. Weitere grundlegende Konzepte, die den Anwendern die damals noch weitverbreitete Scheu vor der Benutzung von Computern nehmen sollten, waren die Undo-Funktion und die durchgängig einheitliche Bedienung verschiedener Anwendungsprogramme.

Verkaufszahlen des Mac

Der neue Computer verkaufte sich anfangs nur in kleinen Stückzahlen. Gründe dafür wurden in seinem hohen Preis und darin gesehen, dass er in seiner Form und Art der Benutzung weit von dem entfernt war, was man zu jener Zeit unter einem professionellen Computer verstand (Monitore mit grüner Schrift auf schwarzem Hintergrund und die Eingabe langer Kommandozeilen). Erst Nachfolgemodelle erreichten einen hohen Gesamtmarktanteil.

Bau eines Airhockey Roboters Maturaarbeit KSSO

Felix Kunz



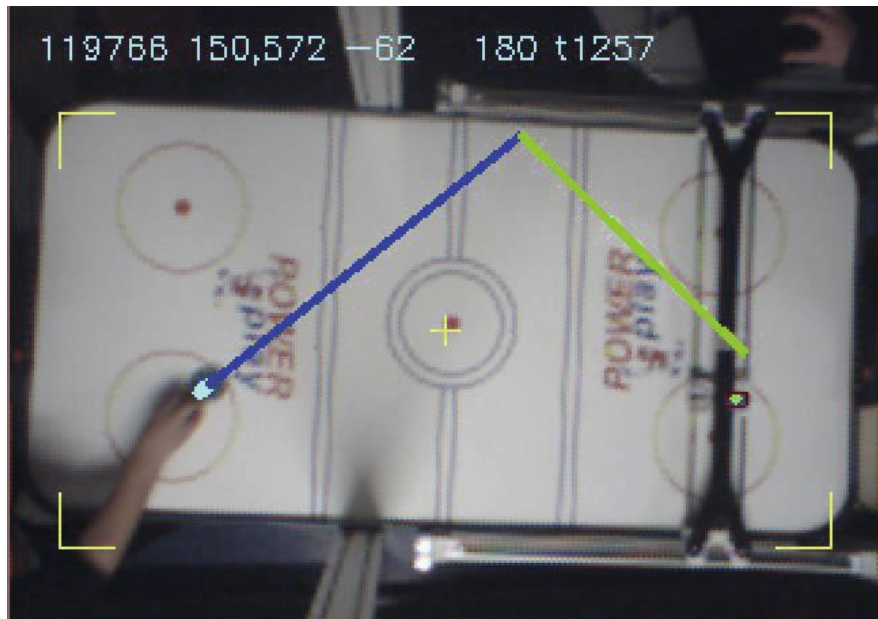
Felix Kunz Jr. Museumsmitarbeiter

Abstract

In dieser Arbeit habe ich einen Airhockey Roboter gebaut. Der Roboter basiert auf einem bereits existierenden Roboter, welcher im Rahmen einer Gruppenarbeit an der ETH gebaut wurde. Von dieser Arbeit wurden einzig die Motoren und der mechanische Aufbau übernommen. Für diese Maturaarbeit wurde eine Motorensteuerung entwickelt, welche von einer Kamera die aktuelle Position des Pucks bekommt, und so berechnet, wo er hinfliegen wird. Es gab den Ansatz, den Schlag mittels eines Pneumatikzylinders zu verstärken, jedoch musste dieser Ansatz wieder verworfen werden. Ich habe ein anderes Programm, welches für den jrobots Airhockeyroboter gemacht wurde, als Grundlage für meine Software genommen. Damit ist es gelungen, einen «unbesiegbaren» Airhockey Roboter zu bauen.

1. Einleitung

Ich habe mich schon früh mit Elektrotechnik befasst und wollte deshalb eine Maturaarbeit auf diesem Gebiet machen. In der Arcade1 war Airhockey immer mein Lieblingsspiel und ich bin bis heute fast ungeschlagen darin. Ich will herausfinden, ob ein Roboter das ändern kann. Durch Zufall habe ich in der ETH-Studienwoche den Studenten *Tino Gfroerrer* kennengelernt, der in seinem Elektrotechnik Studium an der ETH eine



Arbeit geschrieben hat, welche sich genau mit diesem Projekt befasste. Er hat mir erklärt, dass ihr Roboter keine zufriedenstellende Leistung erbracht hatte. Ich habe diese Arbeit als Grundlage für meine genommen und habe den Roboter weiterentwickelt, um ihn «unbesiegbar» zu machen. Ich habe versucht, mittels eines Pneumatik Antriebs den Roboter zu entlasten.

2. Theoretische Grundlagen

Der Roboter basiert mechanisch auf einer Gruppenarbeit der ETH, in welchem der Bau eines Airhockey Roboters bereits behandelt wurde. In dieser Gruppenarbeit hatten sie vor allem mit der Trägheit des mechanischen Systems zu kämpfen. Sie hatten unter anderem Probleme damit, den Puck schnell genug anzustossen.

2.1 Begriffserklärung

2.1.1 Airhockey

Airhockey ist ein Geschicklichkeitsspiel, welches man vor allem aus Arcades oder Bowlingcentern kennt. Es spielen zwei Personen gegeneinander, mit dem Ziel, den Puck mittels seines Schlägers in das jeweils gegnerische Goal zu befördern.

Die Spielfläche ist mit sehr vielen kleinen Löchern versehen, durch welche Luft geblasen wird. Dadurch entsteht unter dem Puck ein Luftkissen, welches ihm erlaubt, mit vergleichbar wenig Reibung über das Spielfeld zu fliegen. Dadurch ist es sehr einfach möglich, den Puck mit wenig Kraft, stark zu beschleunigen. In der folgenden Arbeit werde ich mich nach den Regeln der USAA richten.

2.1.2 Ground

Das Elektrische Ground oder auf Deutsch «Erde», ist in einer elektrischen Schaltung das Spannungspotenzial, welches als Referenz genutzt wird. In der folgenden Arbeit ist Ground als 0V definiert.

2.1.3 Microcontroller

Ein Microcontroller unterscheidet sich vom Computer darin, dass er alle Computerfunktionen in einem Chip integriert hat. Er benutzt normalerweise kein Betriebssystem und nur beschränkte Anzahl Schnittstellen. Meistens läuft auf einem Controller ein Programm, welches in der Sprache C++ geschrieben wird und durch den Compiler in die Maschinsprache übersetzt wird. Dieses Programm nimmt z.B. einen Input von einem Sensor, verrechnet diesen mit anderen Inputs und Variablen und gibt das Resultat an einem Output aus. Dieser kann z.B. ein LED-Lämpchen sein, welches aufleuchtet. Ein bekannter Vertreter der Microcontroller sind alle Arduinos.

2.1.4 Stepper Motor

Ein Stepper Motor (deutsch Schrittmotor) ist ein Bauelement, mit welchem man kontrollierte Drehbewegungen durchführen kann. Der Stepper Motor unterscheidet sich von einem normalen brushless DC-Motor darin, dass er die Drehung in einzelnen «steps» macht. In der Abb. 6 (im Anhang) sind die einzelnen Steps gut erkennbar. Ein Step in diesem Beispiel ist 15°. Zum Zeitpunkt dieser Abbildung sind die Stator Spulen B und B' aktiv (Stromführend). Um den Rotor einen Step zu drehen müssen die Spulen C und C' eingeschaltet werden und dabei die Spulen B und B' wieder ausgeschaltet. Dasselbe passiert danach mit dem Spulenpaar D

und D', und fängt dann wieder bei A und A' an. Bei jedem Umschalten eines gegenüberliegenden Spulenpaares kann ein Schritt gezählt werden. Um die Spulen korrekt ein- und auszuschalten, wird ein Stepper Controller benötigt. Mittels diesem Controller kann man die Geschwindigkeit oder die Umdrehungen des Motors genau steuern. Wenn man den Motor in seiner Position halten will, kann der Controller den Stromzufluss auf die beiden zur gegebenen Zeit eingeschalteten Spulen erhöhen und damit den Rotor im Magnetfeld einrasten, so dass er sich nicht mehr drehen kann. In diesem Zustand ist ein sehr grosses Drehmoment möglich. Je schneller der Motor dreht, desto kleiner wird das Drehmoment. Bei höheren Geschwindigkeiten ist es möglich, dass der Motor Schritte «verliert». Wenn dies passiert, ist es nicht mehr möglich, die Position des Motors klar zu bestimmen.

2.1.5 Datenübertragungsprotokolle

In dieser Arbeit werden verschiedene Datenübertragungsprotokolle verwendet. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, werden diese Protokolle als Grundwissen vorausgesetzt. Im Anhang unter dem Punkt A.1 sind alle verwendeten Protokolle ausführlich erklärt.

2.1.6 OpenCV

Die OpenCV Library ist eine Sammlung von sehr vielen Funktionen, welche für CVb und Machine-Learning benutzt werden. Dies umfasst vor allem Filter, welche es ermöglichen, gewisse Objekte in einem Bild zu erkennen. Durch das Anwenden verschiedener Filter kann ein kompliziertes Bild um ein Vielfaches vereinfacht werden.

Im Beispiel von Abb. 7 (im Anhang) wird mittels der Edge detection Funktion eine sehr detaillierte Kameraaufnahme aufs Einfachste heruntergebrochen. Mit diesem vereinfachten Bild, kann ein weiterer Algorithmus das Gesicht der Person erkennen und verfolgen. Gerade in Realtimeanwendungen, in denen Zeit sehr beschränkt ist, kann durch das Vereinfachen von Bildern sehr viel Rechenzeit gespart werden.

2.1.7 HSV Farbmodell

Es gibt sehr viele verschiedene Ansätze, einen Farbwert zu speichern. Der wohl Bekannteste ist das RGB Modell. Beim RGB Modell wird einfach das Verhältnis von Rot zu Grün und zu Blau angegeben. Bei der 8-Bit Farbcodierung gibt es für jede Farbe 256 Werte, welche die Intensität beschreiben. Die Farbe (255,0,0) würde ein reines Rot beschreiben, wobei (0,255,255) die Mischung von Grün und Blau, also ein Cyan beschreibt. Dieses Farbmodell ist sehr einfach und man kann sich gut vorstellen, was welcher Wert bedeutet. Für Computer Vision Applikationen eignet sich dieses Farbmodell leider gar nicht. In der realen Welt ist die Farbe, welche von der Kamera wahrgenommen wird, abhängig von vielen verschiedenen Faktoren. Vor allem die Helligkeit der Farbe ändert sich sehr schnell. Wenn man die Farbe (238,73,233) nimmt, und die Helligkeit sich ändert, wird daraus (135,12,131). Alle drei Werte ändern sich. Damit ist es sehr schwierig eine Funktion zu schreiben, welche entscheidet, welche Farbe eine dunklere Version einer anderen ist. Das HSV7 Modell basiert auf einer ganz anderen Ansicht. H steht für «Hue», S steht für «Saturation» und V steht für «Value». Das H ist eine

Zahl zwischen 0 und 360. Diese Zahl gibt an, um welche Grundfarbe es sich handelt. Unabhängig von den anderen beiden Werten entspricht ein H von 240 beispielsweise einem Blau. Ein anderer H-Wert zum Beispiel 100, entspricht dann einem Grün. Der S Wert bestimmt, wie viel Weiss der Grundfarbe H dazu gemischt wird. Wenn wir wieder die Farbe mit dem H Wert 240 nehmen, und ein S von 50 dazugeben, entsteht ein Pastellblau. Den S Wert vergleicht man auch oft mit der Sättigung. Der V Wert sagt aus, wie viel Schwarz beigemischt wird. Man könnte es auch die «Helligkeit» der Farbe nennen. Im Falle der Farbe mit dem H Wert von 100, können wir einen V Wert von 50 dazugeben. Daraus entsteht dann ein Dunkelgrün. Mit diesen drei Werten kann man eine Farbe durch ihren Farbton, ihre Sättigung und ihre Helligkeit bestimmen. Man kann sich dieses Farbmodell als einen Zylinder, welcher alle Farben enthält, vorstellen wie abgebildet in Abb. 8 (im Anhang). Durch die drei Werte, welche wir haben, können wir einen eindeutigen Punkt im Zylinder definieren.

Wenn wir wissen, dass das Objekt, welches wir identifizieren wollen, eine rote Farbe hat, können wir nach allen Pixeln suchen, welche einen H Wert von 0 (rot), mit einem ΔH von ± 5 haben. Den S und den V Wert können wir vernachlässigen. Da das rote Objekt auch bei schlechter Beleuchtung ein H von 0 haben wird, können wir es theoretisch immer noch eindeutig identifizieren.

2.1.8 H-Bot

Der H-Bot ist eine Bauweise für einen zweidimensionalen Roboter. Mittels zweier Motoren kann

der Roboter einen Schlitten in der X und Y-Achse frei bewegen. Der H-Bot Antrieb hat den grossen Vorteil, dass die bewegte Masse sehr klein ist, da beide Motoren stationär montiert sind und nicht bewegt werden. Der grosse Nachteil dieser Konfiguration ist, dass der Roboter relativ schnell mechanisch verkeilt. Um dies zu verhindern, muss die Geschwindigkeit und vor allem die Beschleunigung des Roboters begrenzt werden.

2.2 Physikalische Grundlagen

2.2.1 Die Reflexion an der Bande

Wenn der Puck gegen eine Wand fliegt, wird er davon abprallen und in einem gewissen Winkel wieder austreten. Um zu ermitteln, wo der Puck im Endeffekt hinfliegt, ist es sehr wichtig zu wissen, in welche Richtung der Puck abprallen wird. Theoretisch ist das ganz einfach, denn die Formel für die Geschwindigkeit nach einem elastischen Zusammenstoss im eindimensionalen System mit $V_2=0$ ist:

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 \quad (1.1)$$

Da die Wand sich nicht bewegen lässt, können wir m_2 gegen unendlich streben lassen, um den Zusammenhang von v und v' zu erhalten:

$$\begin{aligned} v_1' &= \lim_{m_2 \rightarrow \infty} \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 \\ v_1' &= -v_1 \end{aligned} \quad (1.2)$$

Im zweidimensionalen System können wir den Vektor $\vec{v}$ als

$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$$

schreiben. Da der Puck in unserem Fall nur in X Richtung gegen eine Wand fliegt, können wir sagen:

$$\begin{pmatrix} v_x' \\ v_y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -v_x \\ v_y \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Der Y-Vektor bleibt dabei unberührt. Mithilfe der Gleichung (1.3) ist es ganz einfach aus dem Eintrittsvektor den Austrittsvektor zu berechnen. Leider ist die Realität nicht so einfach. Im realen Spiel tritt sehr oft ein Drall auf. Das bedeutet, der Puck dreht sich um die eigene Achse. Dieser Drehimpuls verfälscht unser Ergebnis. Dieser ist leider nicht ohne Weiteres mittels unserer Kamera zu erkennen. Auch weitere Faktoren wie Reibungswärme und plastische Deformation werden unser Ergebnis verfälschen.

2.2.2 H-Bot Position berechnen

Die Position des H-Bots lässt sich wie folgt berechnen:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = r \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \end{pmatrix} \quad (1.4)$$

X und Y sind die Koordinaten, r ist der Umfang der Umlenkrollen am Motor und q_1 und q_2 die Rotationswinkel. Wenn wir dieses Matrix-Vektor-Produkt ausrechnen, bekommen wir:

$$\begin{aligned} x &= r(-1 * q_1 + 1 * q_2) \\ y &= r(-1 * q_1 - 1 * q_2) \end{aligned} \quad (1.5)$$

Durch das Umformen nach q_1 , respektive q_2 erhält man:

$$\begin{aligned} q_1 &= -\frac{1}{2r}(x+y) \\ q_2 &= \frac{1}{2r}(x-y) \end{aligned} \quad (1.6)$$

Dabei ist zu beachten, dass q_1 und q_2 in Radianten berechnet werden. Da Stepper Motoren mit Grad rechnen, müssen wir das umrechnen.

$$\begin{aligned} \theta_1 &= -\frac{90}{r\pi}(x+y) \\ \theta_2 &= \frac{90}{r\pi}(x-y) \end{aligned} \quad (1.7)$$

Der Faktor $\frac{90}{r\pi}$ kann als konstant angesehen werden. X, Y und r sind in Metern angegeben.

«Fortsetzung folgt»

Jetzt Mitglied werden bei den Bewahrern historischer Technik

CRGS

CLUB DER RADIO- UND GRAMMOPHON-SAMMLER
CLUB DES COLLECTIONNEURS DE RADIO ET DE GRAMOPHONE

www.crgs.ch



ENTER.ch

Das Museum

für Computer und
Unterhaltungselektronik

Der CRGS besteht seit 1991. Seine Mitglieder geniessen die fröhliche Sammler-Kameradschaft beim Zusammentreffen an den regelmässig stattfindenden Flohmärkten. Dabei braucht man weder Sammler noch Bastler zu sein – Freude am «Dampfradio» oder am Grammophon ist Grund genug, um dabei zu sein.

Als Stiftung, getragen von einem Förderverein, widmet sich das Technikmuseum ENTER nebst Radio und verwandten Gebieten der mechanischen «Rechenkunst» und dem Computer. Mitglieder haben ganzjährig unentgeltlich Zutritt zu den Ausstellungen.

HISTEC Journal, die vierteljährlich erscheinende Schweizer Zeitschrift für historische Technik, wird gemeinsam herausgegeben vom Club der Radio- und Grammophonsammler und dem Technik Museum ENTER in Solothurn. Das Heft ist im Mitgliederbeitrag inbegriffen.

☐

Doppelmitgliedschaft zum Jahresbeitrag von CHF 100.- (Eintritt Museum ENTER gratis)

oder

☐

CRGS Mitgliedschaft zum Jahresbeitrag von CHF 50.- (ohne Eintritt Museum ENTER)

oder

☐

ENTER Mitgliedschaft zum Jahresbeitrag von CHF 80.- (Eintritt Museum ENTER gratis)

oder

☐

ENTER Mitgliedschaft Familie zum Jahresbeitrag von 100.- (Eintritt Museum ENTER gratis)

oder

☐

ENTER Mitgliedschaft auf Lebzeiten zum einmaligen Beitrag von CHF 800.-

oder

☐

Nur Abonnement HISTEC Journal (4 Ausgaben pro Jahr) CHF 30.-

Abschicken an violetta.vitacca@enter.ch

Name, Vorname

Adresse

Interessensgebiet(e)

oder per Post an:

Museum ENTER
Frau Violetta Vitacca
Zuchwilerstr. 33
4500 Solothurn

HISTEC Ausgabe verpasst? Bestellen Sie die vergangenen Journale nach.

Ich bestelle die folgenden HISTEC Journale für CHF 8.– pro Ausgabe (plus Porto):

2013	2016	2019
☐ 1/2013	☐ 1/2016	☐ 1/2019
☐ 2/2013	☐ 2/2016	☐ 2/2019
	☐ 3/2016	☐ 3/2019
	☐ 4/2016	☐ 4/2019
2014	2017	2020
☐ 1/2014	☐ 1/2017	☐ 1/2020
☐ 2/2014	☐ 2/2017	☐ 2/2020
☐ 3/2014	☐ 3/2017	
☐ 4/2014	☐ 4/2017	
2015	2018	
☐ 1/2015	☐ 1/2018	
☐ 2/2015	☐ 2/2018	
☐ 3/2015	☐ 3/2018	
☐ 4/2015	☐ 4/2018	

Bestellungen per E-Mail an:
info@enter.ch

oder mit diesem Talon an:

Museum ENTER
Zuchwilerstrasse 33
4500 Solothurn

Wir senden Ihnen die gewünschten Ausgaben mit einer Rechnung per Post zu.

Name: _____

Vorname: _____

Adresse: _____



Samstags-Treff im Museum ENTER

An jedem 1.
Samstag
im Monat treffen sich
Interessierte
im Museum ENTER zum
Gedankenaustausch,
Lesen in der Museums-
bibliothek, Museumsbe-
sichtigung, Kaffeetrin-
ken und Plaudern

Informationen gibt
Christian Rath
crath@bluewin.ch

Wenn...
in der neuen Wohnung der Platz für die Ra-
diosammlung fehlt, wenn sie zu gross, aus
irgendwelchen Gründen untragbar geworden
oder gar verwaist ist...

Ich kann helfen!
Übernahme (auch Einzelgeräte und Zubehör)
zu fairem Preis und stehe ebenfalls für Schät-
zungen zu Diensten.

Nach allfälliger Reinigung und Gehäuse-Auffri-
schung werden die Apparate (bei Bedarf auch
komplettiert bzw. revidiert) zu günstigen Prei-
sen wieder an Sammler abgegeben — nicht
mehr brauchbares Material wird fachgerecht
entsorgt.

Kurt Thalmann, Tieracker 9
4616 Kappel bei Olten

Permanenter Flohmarkt
in der "Radio-Scheune"
Tel. 062 216 31 68/
kuthalmann@bluewin.ch

Geschichten von Elektronenröhren



und Transistoren

Vom 6. Juni bis 31. Oktober 2020.
Aus aktuellem Anlass nur für Gruppen
bis max. 4 Personen und nach Vereinbarung über das
Kontaktformular „Termin anfrage“
www.radiomuseumdorf.ch
Eintritt frei.

Radiomuseum Dorf
Flaachtalstrasse 19
8458 Dorf



Historische Radiogeräte Reparaturen Restaurationen

Ernst Härri
Einsiedlerstrasse 424
8810 Horgen
Telefon/Fax 044 726 15 58
Mobile 079 313 41 41
Mail oldradio.haerri@bluewin.ch



sokutec Verlag
www.sokutec.ch





Bruderer, Herbert: Meilensteine der Rechentechnik, De Gruyter Oldenbourg, Berlin / Boston, 3., völlig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage, 2020, 2 Bände, 2025 Seiten, 715 (meist farbige) Abbildungen, 151 Tabellen.

Die Bandbreite des preisgekrönten Werks reicht vom Kerbholz über den Abakus bis zum Internet und zum Smartphone. Es deckt die analoge und die digitale Welt gleichermaßen ab. Der Schwerpunkt liegt auf der Vor- und Frühgeschichte der Informatik mit mechanischen, elektromechanischen und elektronischen Analog- und Digitalrechnern. Der digitale Wandel wird in Form eines Überblicks dargestellt. Das Buch ist bei weitem das grösste Werk der Welt zur Informatikgeschichte.

Die beiden Bände vermitteln eine weltweite Übersicht über Museumsbestände. Zur Sprache kommen die prächtigsten Rechenmaschinen und Figurenautomaten, ferner grossartige Musikautomaten und Uhren. Es wird auf zahlreiche Nachbauten von Leonardo da Vincis Robotern eingegangen. In Wort und Bild werden alle bekannten originalen römischen Handabaki (und ein verschollener Handabakus aus Elfenbein) vorgestellt. Ferner sind unzählige wissenschaftliche Instrumente aus den Bereichen Mathematik, Astronomie, Geodäsie und Zeitmessung mit einbezogen. Hinzu kommen lochstreifengesteuerte mechanische Webmaschinen und die Anfänge der Schreibmaschine.

Das Buch berichtet über sensationelle Funde von Rechenhilfsmitteln und Dokumenten in mehreren Ländern: weltgrösste serienmässig hergestellte Rechenwalze, kleinster mechanischer Parallelrechner, erster (mechanischer) Prozessrechner, Zuse-Rechenlocher, Gebrauchsanleitung für Zuse Z4, Dokumente zur Firma H.W. Egli AG (Millionär, Madas).

Die Entwicklung der Informatik in der Schweiz, vor allem an der ETH Zürich, wird eingehend behandelt. Auch die ETH Lausanne wird in Wort und Bild eingeschlossen. Eine ausführliche Untersuchung befasst sich mit der Datierung bedeutender Analog- und Digitalrechner, u.a. anhand von Handelsregistereinträgen und Messekatalogen.

20 ausführliche Schritt-für-Schritt-Bedienungsanleitungen erleichtern die Handhabung historischer analoger und digitaler Rechengерäte.

IMPRESSUM

Das HISTEC JOURNAL wird vom Förderverein ENTER und vom Club der Radiosammler CRGS realisiert.

Redaktion:

ENTER: Felix Kunz

CRGS: Ernst Härri

Redaktionelle Mitarbeiter:

Ulrich Fierz, Ernst Härri, Stefan Kälin, Felix Kunz Jr., Florence Kunz, Jan Liechi, Bruce Nikkel, Violetta Vitacca, Walter Vollenweider

Layout: Florence Kunz

Erscheinungsdaten:

Ausgabe 29: September 2020

4 x jährlich, März, Juni, September, Dezember.

Verschiebungen möglich

Auflage: 2000 Exemplare

Druck: FO-Fotorotar AG, Egg

Preise und Abonnemente:

Preis Einzelnummer: Fr. 8.-

Jahresabonnement: 4 Ausgaben, Fr. 30.-

Für Mitglieder vom Förderverein ENTER und vom Radiosammlerclub CRGS ist das Abonnement vom «HISTEC-JOURNAL» im Jahresbeitrag inbegriffen.

Redaktionsadresse:

Florence Kunz

Obere Steingrubenstrasse 9

4500 Solothurn

florence.kunz@sokutec.ch

Hinweis: Redaktionelle Beiträge bitte als Word-Datei bis Ende Oktober 2020 einreichen.



Rediscover Music

Musik bewegt unsere Herzen und bereichert unser Leben. Mit der neuen Technics Generation der Reference Class R1 Serie haben wir ein marktführendes Sound System für echte Musikliebhaber entwickelt.

Hergestellt aus feinsten Materialien und sorgfältig von Hand gefertigt, setzt es einen neuen Standard für ein bislang beispielloses Audioerlebnis. Lassen Sie sich an den Ort zurückversetzen, wo Sie Musik noch einmal neu entdecken – mit Technics.



Rediscover Music

Technics

Technics.com