

## Past time project: How to build a telegraph set

(Telegrafenbau als Schulprojekt- ein Technikprojekt der „etwas anderen Art“)

Wolfgang Palme, DL8ABH

### 1. Einleitung/ Aufgabenstellung

Als Techniklehrer an einer Realschule und lizenzierter Funkamateurl mit besonderer Neigung zur Morsetelegrafie habe ich immer versucht, Aspekte des Amateurfunks, insbesondere der Telegrafie, in meinen Unterricht einzubeziehen. Kaum einer der Jugendlichen hat heute noch genauere Vorstellungen zum Begriff „Morsen“ oder „Telegrafie“. Wo sonst, als in der Schule, könnte ihnen dies vermittelt werden?

Was lag also näher, als meine durch Handys und unbegrenzten Datenfluss verwöhnten Schüler mit Aspekten der Kommunikationstechnologie vergangener Zeiten zu konfrontieren



Foto: DL8ABH

und ihren Erfahrungshorizont zu erweitern, indem sie einen solchen "veralteten" Morseapparat bauten- Technikgeschichte nachvollzogen mit „Herz und Hand“. Jeder Schüler sollte einen Telegrafengerät, bestehend aus einer Morsetaste und einem Schallgeber (Klopfer), nach einer Phase gemeinsamer Vorüberlegungen planen und bauen, an dem sie das elektromagnetische Prinzip der Nachrichtenübermittlung aus vergangener Zeit nachvollziehen und verstehen könnten. Holzbearbeitung mit einfachen Werkzeugen, stand dabei im Vordergrund. Dabei würden sie selbstverständlich auch mit Morsezeichen als erste digitale Sprachübertragungsform konfrontiert werden.

Das Projekt wurde mit 2 Wochenstunden im Schuljahr 2017/18 mit Schülern einer 9. Realschulklasse im Rahmen des Technikunterrichtes durchgeführt.

### 2. Literaturlage/ Bauvorschläge

Einige neuere Vorschläge zum Bau eines Telegrafengerät findet man heute noch in Experimentierbüchern für Kinder und Jugendliche. Sie entsprechen nicht unseren Anforderungen, da sie viel zu einfach, schlecht funktionierend und hässlich gemessen an ihren historischen Vorbildern sind.

Andererseits gibt es zahlreiche Vorschläge und Dokumentationen zum Nachbau naturgetreuer Replica auf den Webseiten im Netz und in den Ausgaben der Morsevereinigungen (wie Fists, AGCW), die- meist von Funkamateuren geschrieben- viel zu anspruchsvoll für die Schule sind.



Das Foto zeigt einen Gruppentisch im Technikraum mit einigen Arbeits- und Baumaterialien und einfachen Werkzeugen:

Foto: DL8ABH

### **3. Konstruktion der Telegrafenanlage**

#### **3.1 Vorüberlegungen**

Das dominante Ausgangsmaterial beider Geräte sollte Holz in Brett- und Leistenform sein. Gemeinsam festgelegte „Richtlinien“ zum Grundaufbau der Geräte (Aufbau und Funktionsweise einer Taste und eines „Sounders“) sollen den Schülern den Weg weisen. Im Design gilt Kreativität und ergibt die gestalterischen Unterschiede.

Die hier genannten Maße für Holzteile, Schrauben und Muttern, Drahtstärke der Spulen usw. sind nicht zwingend für einen Nachbau. Aber sie sind erprobt und gewährleisten eine zufrieden stellende Funktion.

#### **3.2 Konstruktionsbeschreibung einer Morsetaste**

Die Konstruktion und der Nachbau einer Taste sind unproblematisch und durch die Fotos detailliert dokumentiert.

Bei den Bohrungen ist zu beachten, dass sie nach dem Zusammenbau von Tasthebel und Grundplatte genau gegenüberstehen. Am besten befestigt man den Tastenhebel vorübergehend lagerichtig auf der Grundplatte und führt die Bohrungen für den Telegrafierkontakt, die Federhalterung und die Hubjustierung in jeweils einem Arbeitsgang an einer Ständerbohrmaschine aus. Alle Bohrungen liegen mittig zur Längsrichtung von Grundplatte und Tastenhebel. Die Bohrungen für die Spiralfederhalterung sind kleiner wegen der dünneren Spax-Senkkopfschrauben. Zwei kurze Drahtstücke führen von den beiden Tastenanschlüssen zur Telegrafierkontaktschraube am Tasthebel und zum Gegenkontakt unter der Grundplatte.



Das Foto zeigt ein ordentlich angefertigtes Exemplar einer Holzmorsetaste

Foto: DL8ABH

### Tastenmaße

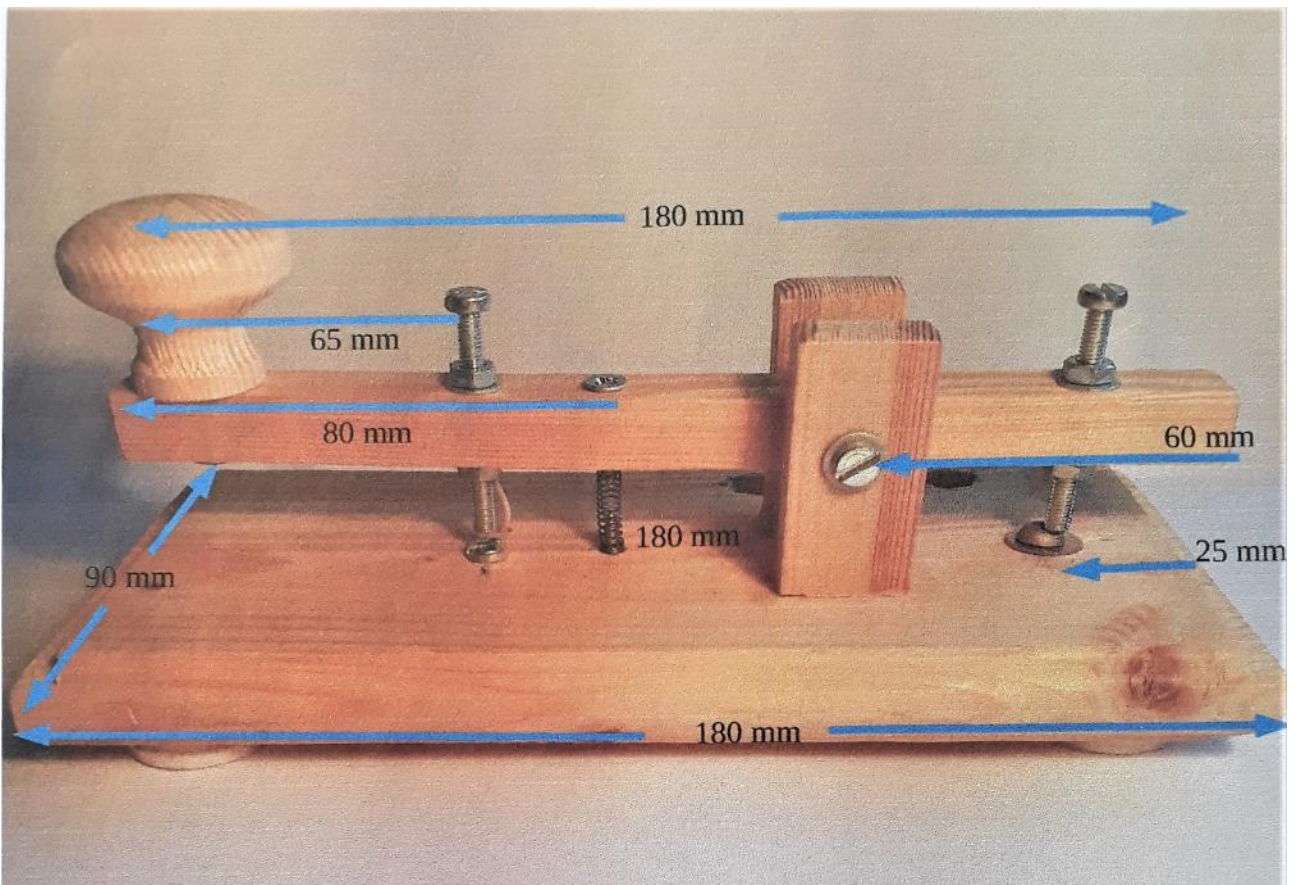


Foto: DL8ABH

## Erforderliche Materialien/ Bemerkungen für die Taste

- 1 Grundplatte aus Kiefernholz 180 x 90 x 18 mm
- 1 Stück Kiefernleiste (Rechteck- oder Quadratleiste 13 x 13 mm oder ähnlich)
  - 170 mm lang, zur Anfertigung des Tastenhebels
- 1 Spiralfeder (aus Kugelschreiber)
- 2 Holzleistenstücke 10 x 20 mm, je ca. 40 mm für die seitlichen Lagerbacken
- 10 Flachkopfschrauben / Zylinderschrauben mit Schlitz M4 x 40 mm
- 10 dazu passende Sechskantmutter und Unterlegscheiben für Telegrafierkontakt, Justierung der Hubhöhe, für 2 elektrische Anschlusspunkte (aus Stahl- oder Messing)
- 1 Spax-Senkopf M2 x 25 Kreuzschlitzschrauben als untere Haltung der Spiralfeder
- 1 Spax-Senkopf M2 x 20 Kreuzschlitzschrauben Spiralfederhalterung oben
- 4 Filz- oder GummifüÙe
- 1 Tastenknopf (Holzknopf für Schubladen o. ähnlich)
- Klingeldraht zum Verschalten (ca. 50 cm)

### 3.3 Die Konstruktion eines Sounders (Klopfers)

Hier das Holzmodell eines Klopfers (Sounders): Durch die Verwendung von Montagematerial aus Messing wurde ein wertigeres Exemplar geschaffen.



Foto: DL8ABH

## Aufbau und Funktionsweise

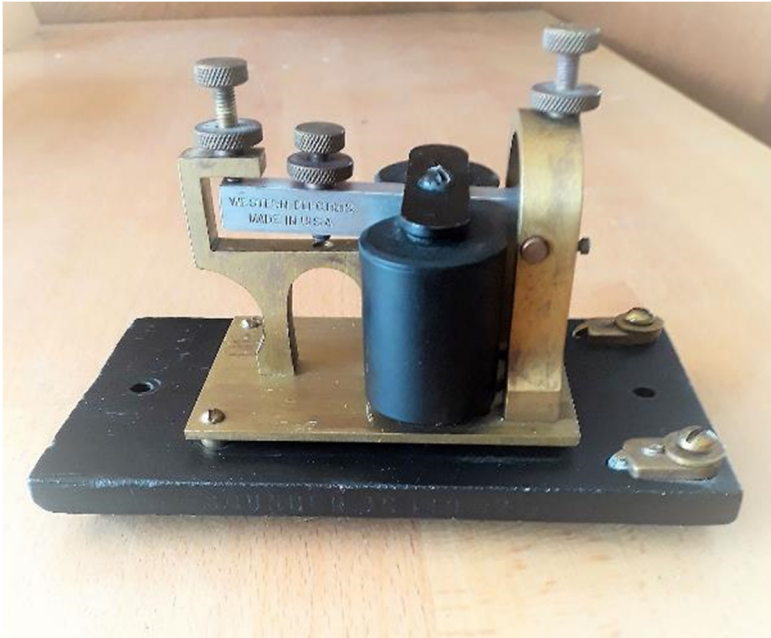
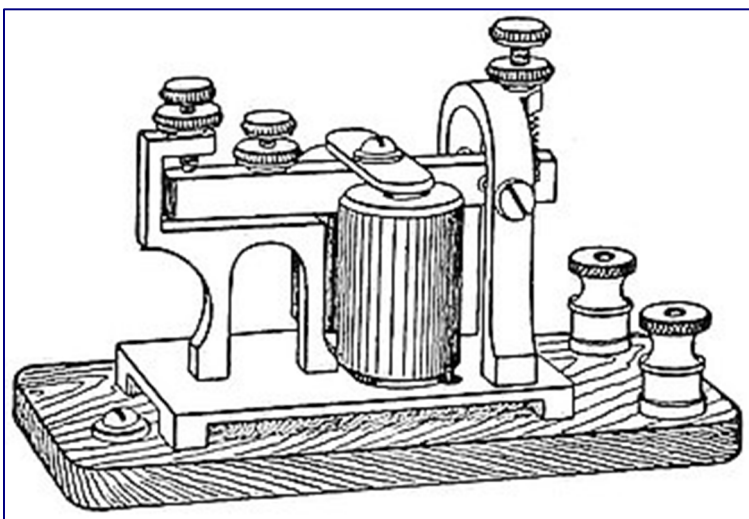


Foto: DL8ABH



Zeichnung Quelle: "Telegraph". The New International Encyclopædia 1st ed. 1905.p. 92)

Das Foto und die Skizze zeigen den typischen Aufbau eines historischen Klopfers. Er besteht im Wesentlichen aus einem Elektromagneten in Hufeisenform, der auf einer Grundplatte montiert ist. Die Spulen sind mit Kupferlackdraht (Isolation) gewickelt und in Zylindern aus Gummi eingeschlossen. Annähernd waagrecht (Position oben) wird der Hebelarm von einem U-förmigen Messingbügel

mit Achse und durch eine Stahlfeder, deren Spannung einstellbar ist, gehalten. Auf ihm ist quer zu seiner Länge ein Anker aus Weicheisen befestigt, welcher sich direkt über den Polen des Elektromagneten befindet. Wenn Strom durch die Spulen fließt, wird er nach unten gezogen und erzeugt beim Auftreffen der Justierschraube auf die Metallfläche unter ihm ein scharfes Klicken. Bei Stromunterbrechung bringt die Feder den Hebel wieder in seine ursprüngliche Position und ein weiteres Klicken erfolgt, wenn der Hebel auf eine Schraube im Rahmen trifft. Für ein klares, lautes Klicken aus dem Schallgeber ist in etwa eine Stromstärke von 250mA aufwärts nötig. Mit einiger Übung gelingt es, den Unterschied zwischen dem „Klick“ (Hebelanzug) und dem „Klack“ (Entlassen und Zurückschnellen des Hebelarms) zu hören, wobei die Zeitspanne zwischen beiden definiert, ob ein „Dit“ oder ein „Dah“ gesendet wird. Und so erklärt sich die Fähigkeit des Operators, die Melodie der Morsezeichen zu erkennen.

#### **Liste der benötigten Materialien/ Bemerkungen für den Klopfer**

- 1 Grundplatte (Kiefer) 180 x 90 x 18 mm
- 1 Gewindestange Messing M4, benötigte Länge ca. 2 x 30 mm (Hubjustierung), 1 x 45 mm (Hebelarmachse),
- 4 Hutmuttern M4 aus Messing
- (oder 3 Flachkopfschrauben mit Schlitz M4 x 24 mit passenden Unterlegscheiben
- und 6 Muttern aus
- 1 Zugfeder/ Spiralfeder aus Kugelschreiber
- 5 Holzschrauben M 2 oder M3 x 20, (Linsensenkkopf, Messing)
- 1 bis 2 Messingholzschrauben M2 x 8
- 1 Stück Quadrat- oder Rechteckleiste (Kiefer) mit Breite 13 mm oder 13 x 13 mm für:
  - 1 Hebelarm, ca. 150 mm Länge
  - 2 x 40 mm lange Stücke als Abstandshalter der seitlichen Lagerbacken
- 1 Stück Rechteckleiste 10 x 15 mm oder ähnlich zur Anfertigung der beiden seitlichen Lagerbacken (Höhe ca. 55 mm)
- 4 Filz- oder Gummifüße
- Tischlerleim

#### **Für den Bau eines möglichst kräftigen Elektromagneten werden benötigt:**

- 2 Sechskantschrauben M8 x 60-65 mit 2 Sechskantschrauben M8 und 4 Scheiben mit großem Außendurchmesser (ferromagnetisches Material: Eisen, Stahl!)
- 2 kräftige Blechstreifen /Riegel aus Eisen, ca. mind. 2 mm dick, 20 x 65 mm
- Kupferlackdraht, Angaben zum Drahtdurchmesser sind in der Literatur etwas widersprüchlich: 22 bis 30 gauge (ca. 0,64 bis 0,26 mm) oder ca. 1/64 inch (ca. 0,4 mm).

Anderswo wird einfacher Klingeldraht empfohlen. Wir hatten eine große Rolle Kupferlackdraht mit Durchmesser 1 mm! Es funktionierte auch.

- 2 Schrauben mit Muttern und Scheiben als Anschlusskontakte /
- Bananenbuchsen wenn vorhanden
- mehrere Meter Fernleitung (Klingeldraht)

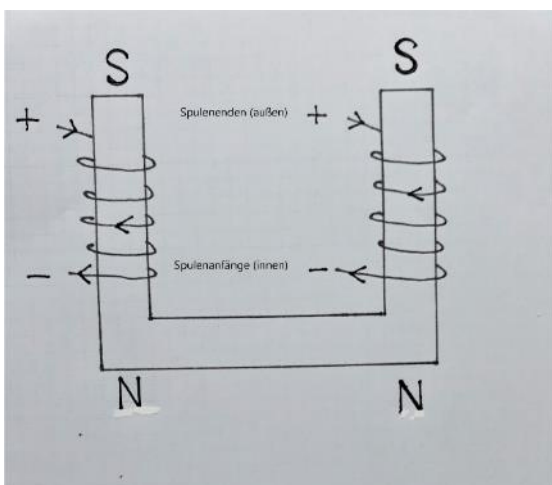
Unser Nachbau erfordert die Beachtung einiger technischer Notwendigkeiten bei der Konstruktion, wenn er funktionieren soll. Dies gilt besonders bei der Herstellung eines möglichst starken Elektromagneten. Die Stärke eines Elektromagneten hängt von folgenden Faktoren ab: der Stromstärke  $I$ , der Art und des Materials des Spulenkerns und der Windungszahl  $N$ ; es gilt verallgemeinernd: Je höher die Stromstärke und je größer die Windungszahl, desto stärker ist die Kraft des Elektromagneten.

Der Elektromagnet besteht aus 2 Eisen- oder Stahlschrauben (Ferromagnetisches Material), die jeweils mit hundert, besser zweihundert Windungen isolierten Kupferdrahtes akkurat umwickelt werden. Beide Spulen sollten dabei die gleichen Windungszahlen bekommen, was dadurch gewährleistet wurde, dass die für ein Spulenpaar benötigte Drahtlänge als Ganzes abgerollt wurde und danach der Draht genau mittig geteilt wurde. Dies hatte den Vorteil, dass jeder Schüler die 2 Drahhälften gleicher Länge zum Bewickeln hatte, was ihnen das Mitzählen der Windungen ersparte und gleiche Windungszahl beider Spulen des Elektromagnetes garantierte.

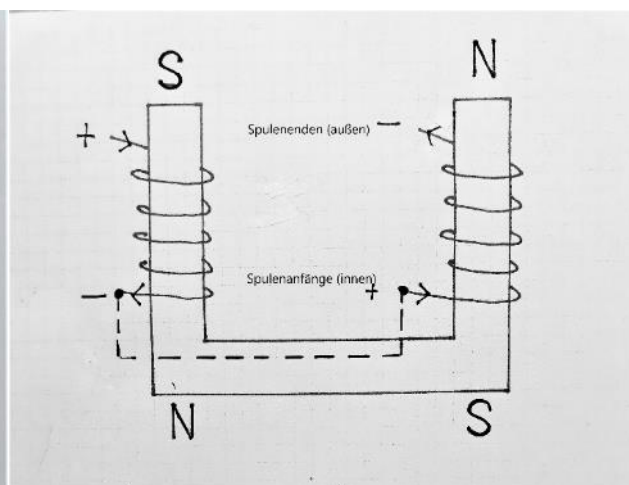
Die beiden Maschinenschrauben werden vor dem Bewickeln versenkt, von unten, durch die beiden genau angelegten Bohrungen in der Grundplatte gesteckt, worauf von oben der vorgebohrte Eisenriegel und je eine der großen Unterlegscheiben aus Eisen aufgesteckt werden, um so einen hufeisenförmigen und somit kräftigeren Magneten zu erhalten. Es erwies sich als klug, eine Lage Isolierband auf die Schrauben zu wickeln, einmal zum Schutz des Kupferlackdrahtes vor Beschädigung durch das Gewinde und zum anderen als Stabilisierung der Scheiben, die als Abstandshalter und Spulenbegrenzung dienen. Die beiden restlichen Scheiben werden dann von oben aufgesteckt und die beiden Muttern locker aufgeschraubt, so dass sich zwei annähernd gleich hohe „Wickelräume“ für die Spulen ergeben. Beide Spulen werden einzeln nacheinander im gleichen Wickelsinn aufgebracht. Anschließend werden die inneren Spulenenenden miteinander verlötet.

### Lage der Magnetpole eines Elektromagneten in Abhängigkeit von der Stromrichtung.

A



B



Quelle: Eigene Zeichnungen (DL8ABH)

Die Abbildungen A und B oben stellen die Verhältnisse unseres selbst gewickelten Elektromagneten dar.

Zeichnung A zeigt die beiden Spulen mit gleichem Wickelsinn, wobei ihr Wickelanfang unten aus dem Inneren der Spule herauskommt und das Spulenende oben und außen liegt. Nach Anlegen einer Spannung mit Pluspol oben und Minuspol unten entstünden zwei identische Magnetfelder mit gleicher Position von Nord- und Südpol.

Wir benötigen einen kraftvollen Elektromagneten mit einem magnetischen Nord- und Südpol an den (oberen) Hufeisenenden! Wie sieht die optimale Verschaltung aus? Die erreichen wir durch „Umpolen“ der zweiten Spule: Wir verbinden die beiden unten liegenden Enden beider Spulen miteinander. (s. Abbildung B)

Dann werden die Schrauben mit den Unterlegscheiben kräftiger angezogen und auf die exakte Höhe einjustiert, ohne jedoch die beiden Spulen zu quetschen und zu beschädigen.

Aus ästhetischen Gründen und zum Schutz werden abschließend beide Spulen mit geeignetem Klebeschumpfschlauch eingeschweißt. Durch Abfeilen können die beiden Pole (Schraubenenden) des Elektromagneten später, nach Fertigstellung des Gerätes, beim genauen Justieren des Sounders auf die erforderliche Höhe gekürzt werden. Der Hebelarm sollte so justiert werden, dass der Querriegel bei magnetischer Anziehung nicht die Magnetpole (Maschinenschrauben) berührt, da er sonst magnetisiert wird und unten am Hufeisen hängen bleibt. Bei sorgfältiger Einstellung der beiden Stell-schrauben und der Federspannung (eventuell Spiralfeder kürzen oder längen) sollte der Klopfer einwandfrei funktionieren.

Mit einiger Übung gelingt es, den Unterschied zwischen dem "CLICK" (Hebelanzug) und dem "CLACK" (Entlassen und Zurückschnellen des Hebelarms) zu hören und daran die Melodie der Morsezeichen wiederzuerkennen.

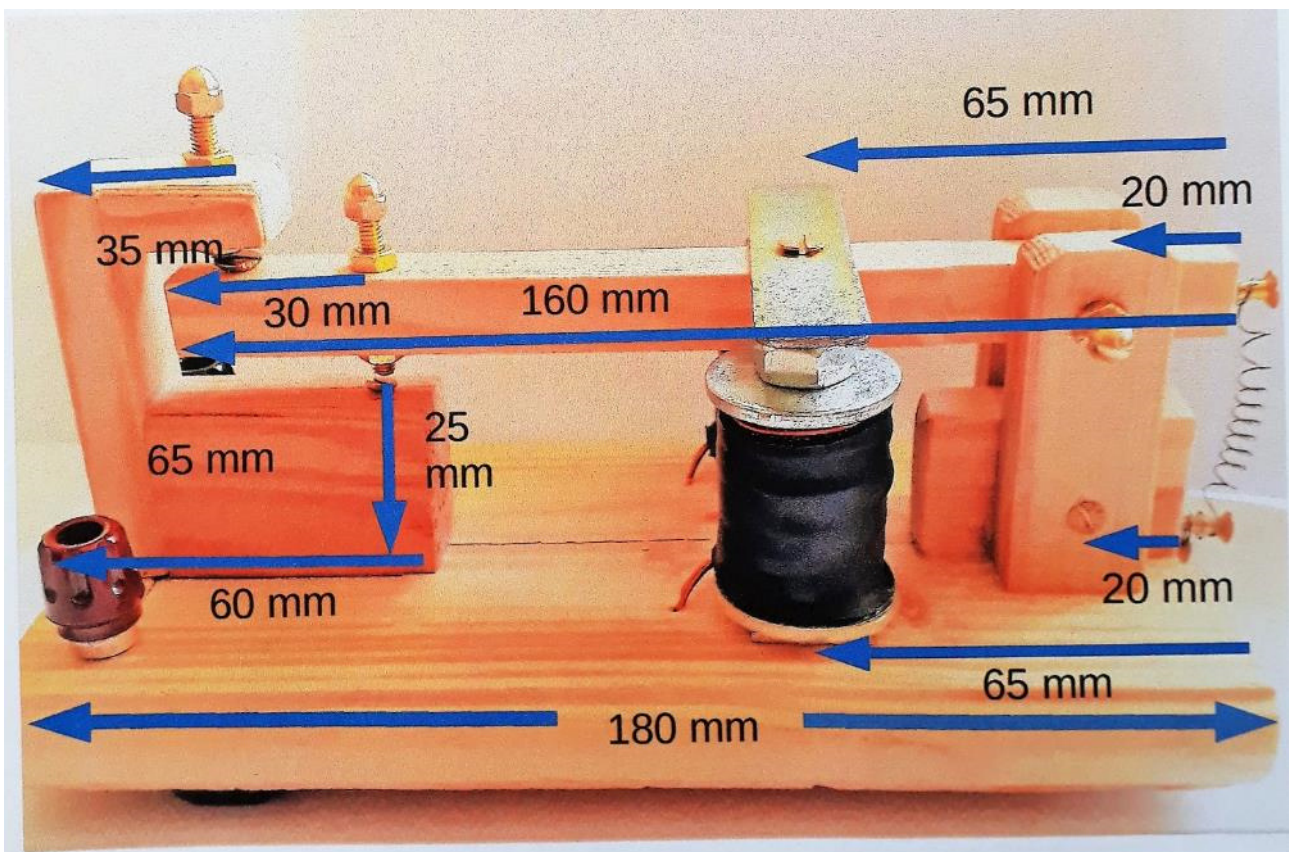


Foto: DL8ABH



Einige weitere Fotos, die den Herstellungsprozess erläutern bzw. veranschaulichen (alle DL8ABH)



#### 4. Nachbetrachtung

In diesem Projekt sollten die Schüler eine einfache, aber grundsätzlich funktionierende Telegrafenanlage planen und bauen. Der Anspruch dabei war, sich an den historischen Originalen zu orientieren und ein „schönes“ Produkt zu schaffen, welches einige „wertige“ Merkmale in Konstruktion und Design erkennen ließ. Dies ist den meisten Schülern gelungen.

Einen Vorschlag für anspruchsvolleres Bauprojekt einer Morsetaste fand ich in einem Heft des Morsemagazins „Morsum Magnificat“. In seinem Artikel beschreibt Barrie E. Brokensha, ZS6AJY seinen „Homemade key“, den er als „Kitchen-Konstruktion“ type bezeichnet. Sie beruht auf der Verwendung einer „hacksaw blade“, also auf einem Sägeblatt. Wie er schreibt, ist dieser Nachbau schon lange Jahre bekannt und verbreitet. Die Sägeblatttaste hat gute Eigenschaften und wird im Amateurfunk auch eingesetzt. (Quelle: s.u.)

## 8. Literatur

Benjamin, Park: Appletons` cyclopaedia of applied mechanics- a dictionary of mechanical engineering and the mechanical arts, Volume 1 and 2

Brokensha, Barrie E./ ZS6AJY: Kitchen Table HOME- MADE KEY, MM 13, S.23-25

Deutsche UNESCO- Kommission: Bundesweites Verzeichnis "Immaterielles Kulturerbe", (2014)

The New International Encyclopædia 1st ed. 1905: Telegraph, p. 92

Trump, L.E. "ED"/ AL7N: Electromagnets in Telegraph Instruments, MM 46 (June 1996), S.12-15".

Nilski, Zyg / G3OKD et al.: Morsum Magnificat- The Morse Magazine (MM), Issues 1-89, Shropshire, England

Nilson, Athur R: Radio Code Manual, Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY, INC. New York and LONDON (1942)

Internet:

[www.alvenh.com](http://www.alvenh.com): How to Build a Telegraph key

[www.w1tp.com](http://www.w1tp.com): How to build simple telegraph sets