



Einfach(st)es Antennen- Nachführsystem

Eine Präsentation von Wolfgang Bode, DD2HW, E35

Themeninhalte des Vortrags

- Was ist „einfach“?
- Geht „einfach“?
- Die Grundidee
- Die Ausführung
- Mit ein wenig Kopfarbeit funktioniert „einfach“!
- Die praktische Umsetzung in ein funktionsfähiges Gerät

Satelliten beobachten



Bei unseren Beobachtungen von niedrig fliegenden Satelliten ist uns aufgefallen, dass die Antenne während des Überflugs nicht 100%ig nachgeführt werden muss. Das gilt für den Azimutwinkel (\leftrightarrow) genauso wie für den Elevationswinkel (\updownarrow).

Damit war die Idee eines neuen Projekts „Einfach(st)es Antennen-Nachführsystem“ geboren.

Geht einfach?

Was sind die Anforderungen an „einfach“?

- Es darf nicht viel kosten
- Keine aufwändige Elektronik
- Kein Microcontroller, z.B. Arduino und damit keine erforderlichen Programmierkenntnisse
- Material aus der Bastelkiste

Die Grundidee

Für die Nachführung des Azimutwinkels war ein Grillmotor angedacht.

Grillmotoren gibt es batteriebetrieben mit integriertem Batteriegehäuse (1,5 V) bei ebay für wenig Geld (ca. 4,--€).

Ein Grillmotor dreht zwar langsam (2 bis 4 Umdr./Min.), aber das ist für die Nachführung immer noch viel zu schnell.

Eine regelbare Spannung hilft hier nicht weiter, da mit Herunterregeln der Spannung auch die Leistung und damit das Drehmoment des Motors abfällt.

Der zündende Funke

Was ist denn, wenn man den Motor getaktet ansteuert?

Ganz kurz mit der vollen Betriebsspannung (1,5 V), um den Motor in eine Drehbewegung zu versetzen.

Und dann eine ganz lange Pause, die regelbar ausgeführt wird.

Man würde das Pulsweitenmodulation (PWM) nennen.

DAS SOLLTE FUNKTIONIEREN!

Quelle: Wikipedia

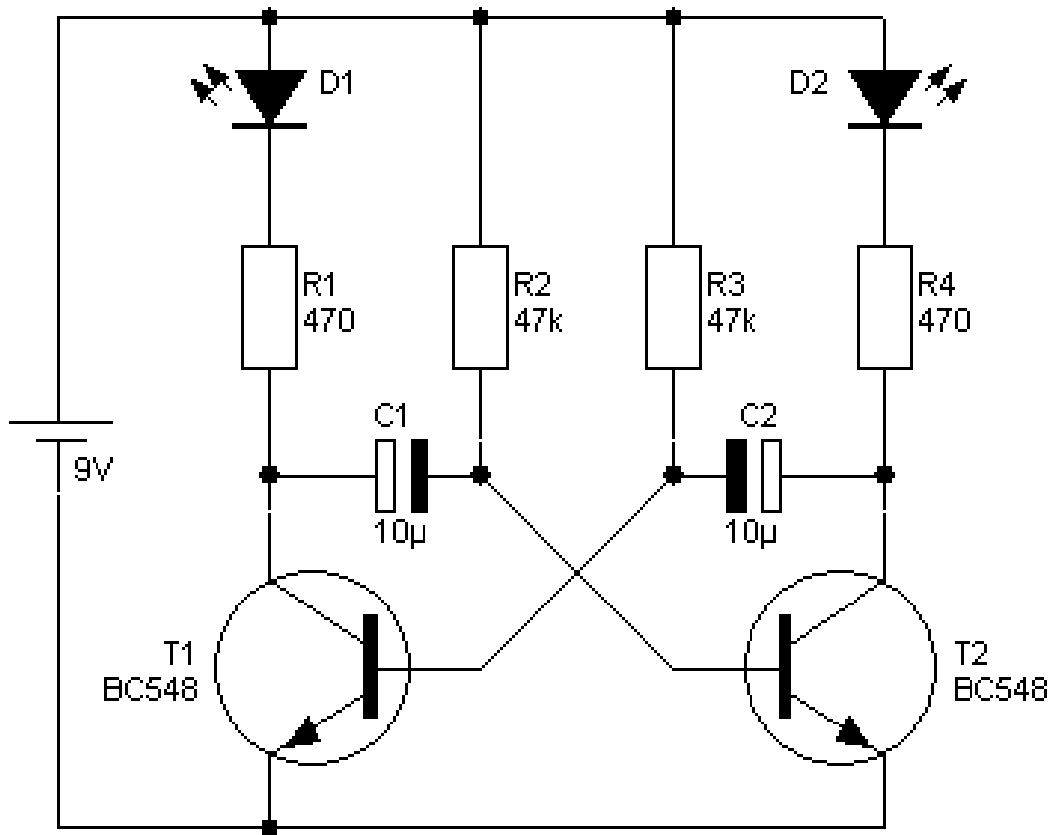
Die Ausführung

Einen Pulsweitenmodulator könnte man z.B. mit einem Microcontroller realisieren. Aber dazu wären Programmierkenntnisse notwendig und die haben wir ausgeschlossen.

Es geht auch mit ein bisschen Analogtechnik. Das Zauberwort heißt

Astabiler Multivibrator

Aufbau eines astabilen Multivibrators

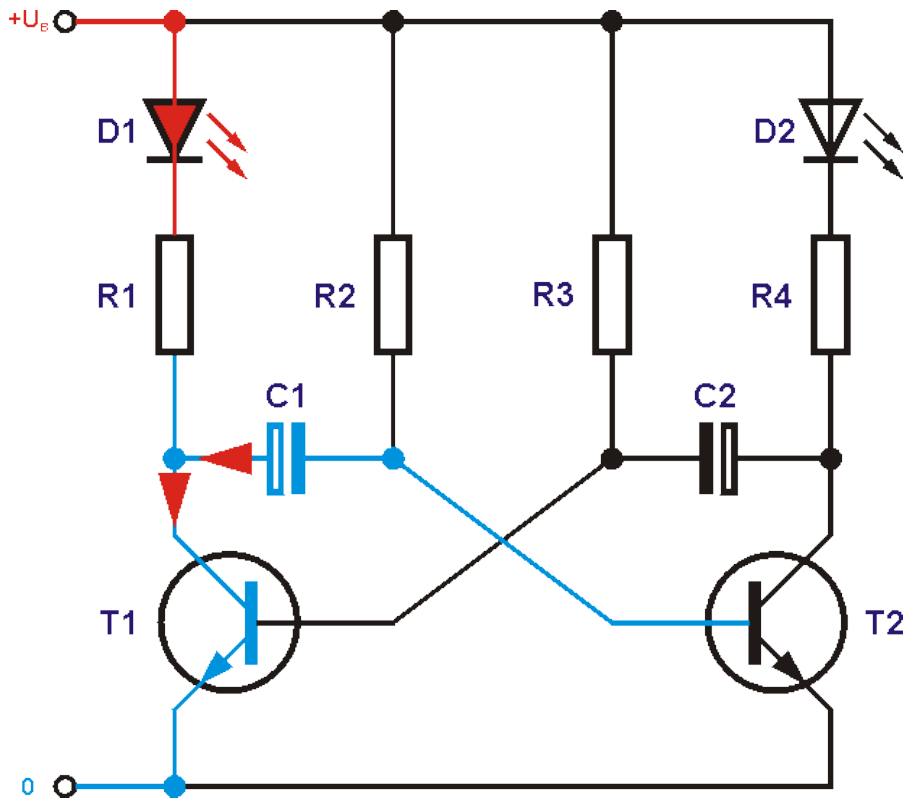


Aufgrund von Toleranzen wird bei Anlegen der Betriebsspannung einer von beiden Transistoren zuerst durchschalten.

Wir gehen davon aus, dass T1 zuerst durchsteuert.

Quelle: dieelektronikerseite.de

Funktion eines astabilen Multivibrators

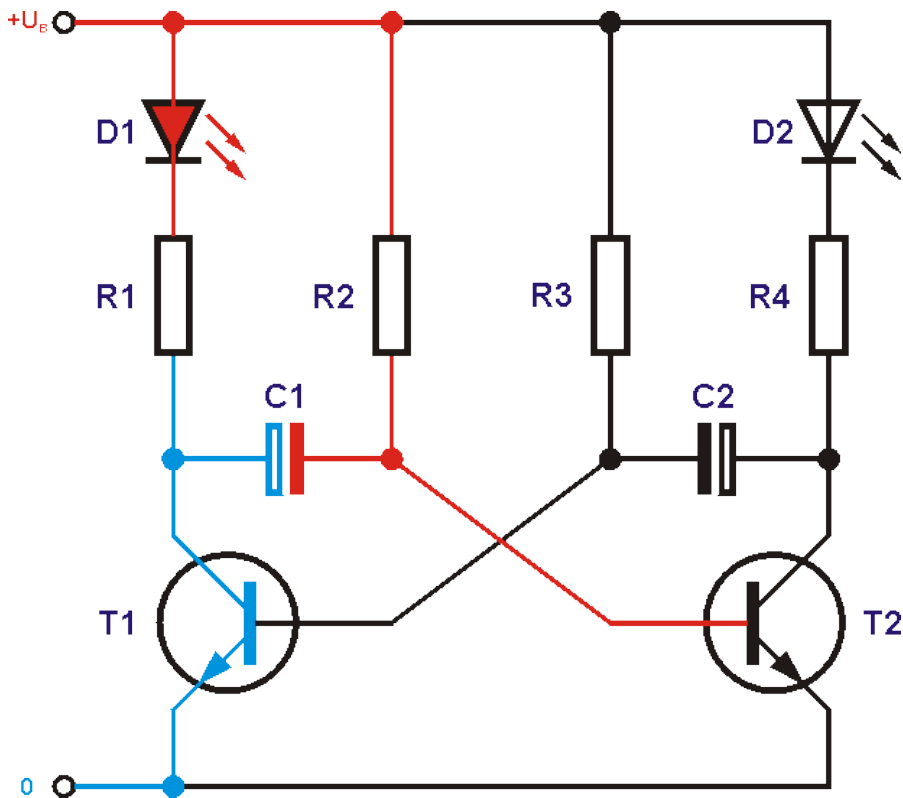


Die LED D1 leuchtet. Der Kondensator C1 wird mit seinem Plus-Pol an Masse gelegt und entladen.

Dadurch wird die Basis des Transistors T2 negativ und er sperrt.

Quelle: <https://technik.reicke.de/schaltungstechnik2.php>

Funktion eines astabilen Multivibrators

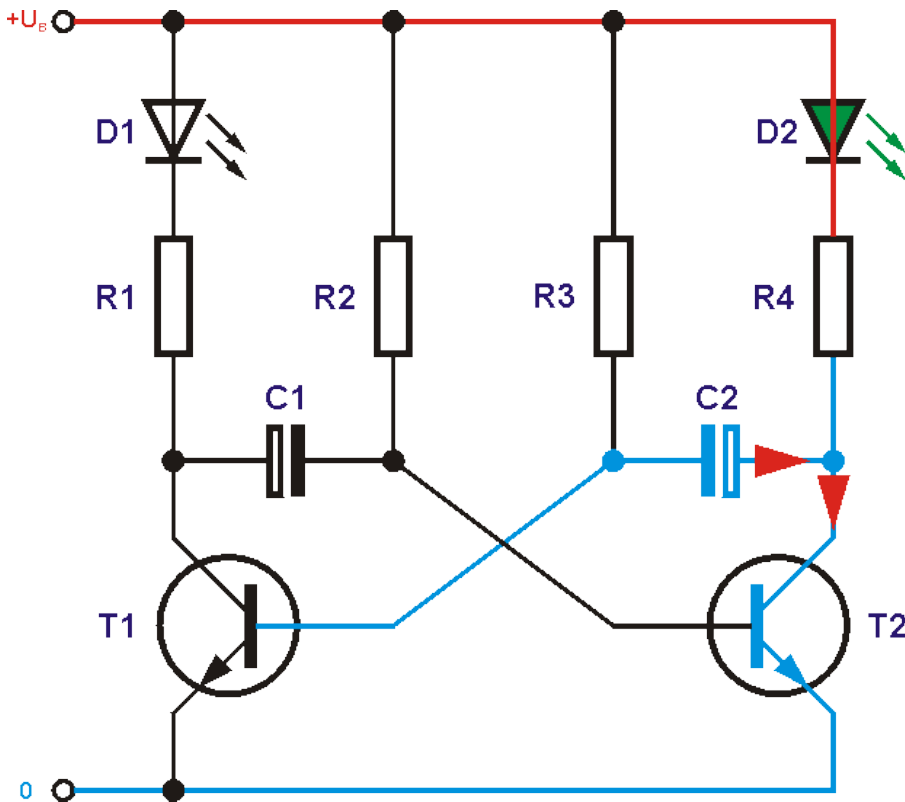


Quelle: <https://technik.reicke.de/schaltungstechnik2.php>

Jetzt kann sich der Kondensator C1 in **UMGEKEHRTER** Richtung aufladen.

Wird die Schwellenspannung der Basis-Emitter-Strecke von T2 erreicht, schaltet dieser durch.

Funktion eines astabilen Multivibrators

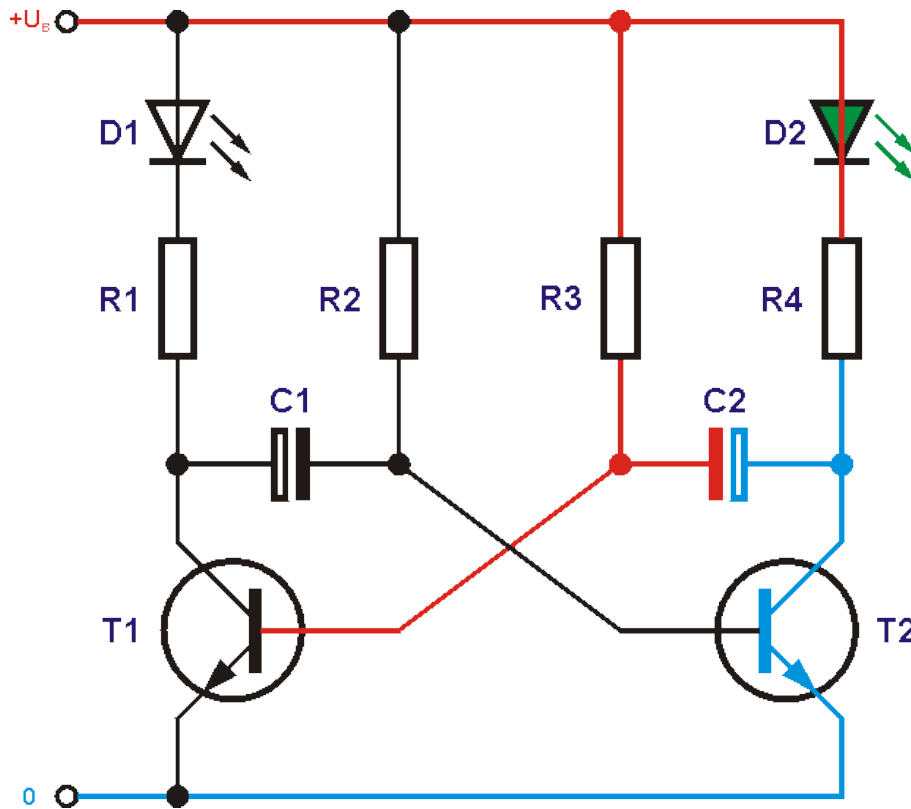


Die LED D2 leuchtet. Der Kondensator C2 wird mit seinem Plus-Pol an Masse gelegt und entladen.

Dadurch wird die Basis des Transistors T1 negativ und er sperrt.

Quelle: <https://technik.reicke.de/schaltungstechnik2.php>

Funktion eines astabilen Multivibrators



Quelle: <https://technik.reicke.de/schaltungstechnik2.php>

Jetzt kann sich der Kondensator C2 in **UMGEKEHRTER** Richtung aufladen.

Wird die Schwellspannung der Basis-Emitter-Strecke von T1 erreicht, schaltet dieser durch.

Dieser Vorgang wiederholt sich jetzt laufend.

Eine Modifikation ist für unser Vorhaben notwendig

In der eben beschriebenen Schaltung liegt das Puls-Pausen-Verhältnis mit den gegebenen Bauteilen bei ca. 1 Sek. zu 1 Sek..

Das bedeutet, jede LED leuchtet ca. 1 Sek. und macht dann 1 Sek. Pause, in der dann die andere LED leuchtet (Wechselblinker).

Wenn wir jetzt den einen Kondensator sehr klein und den anderen Kondensator sehr groß dimensionieren, verschiebt sich das Verhältnis und die eine LED blitzt nur ganz kurz auf, während die andere LED relativ lange leuchtet.

Eine Modifikation ist für unser Vorhaben notwendig

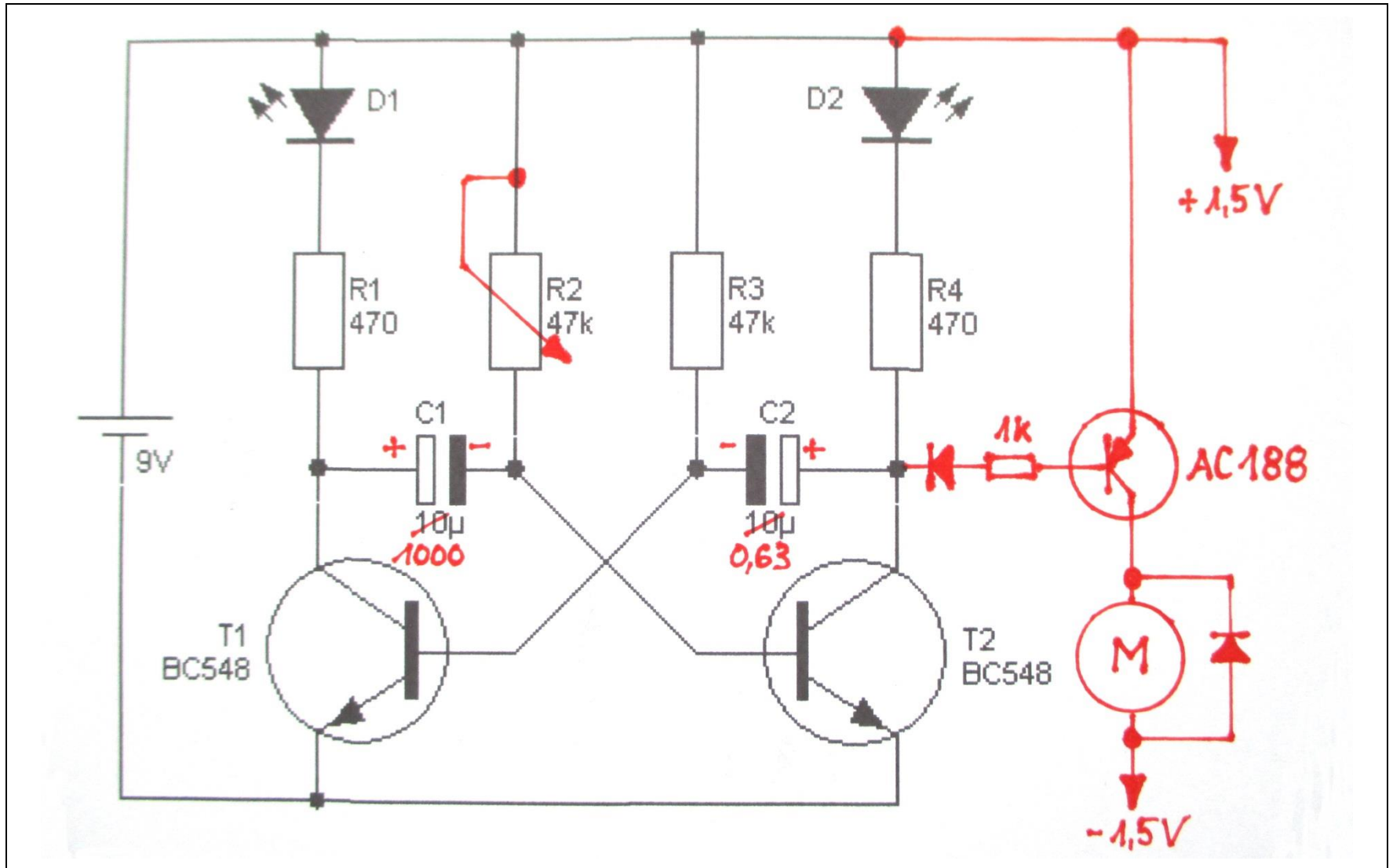
An die LED, die nur kurz aufblitzt, schließen wir unseren Grillmotor über einen Schalttransistor an.

Damit wird der Grillmotor immer nur ganz kurz mit der vollen Betriebsspannung von 1,5 V versorgt (getaktet) und bringt aber sein volles Drehmoment.

Wenn wir jetzt noch den Widerstand, über den der Kondensator mit der größeren Kapazität geladen wird, durch einen regelbaren Widerstand ersetzen, haben wir genau das, was wir für die Antennennachführung benötigen:

Kurze Impulse zur Ansteuerung des Grillmotors und lange, regelbare Pausen.

Der endgültige Schaltplan der Antennen-Nachführung



Und wie geht's nun weiter?

Die Hardware für die Nachführung der Antenne in der Horizontalen (Azimut) haben wir nun.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass es ausreicht, den Winkel in der Vertikalen (Elevation) fest auf einen mittleren Wert einzustellen.

Wie können wir denn nun erfolgreich mit diesem System arbeiten?

ACHTUNG! Nun kommt Kopfarbeit!

10-DAY PREDICTIONS

Object name **SPACE STATION** [Live tracking](#) | [More info](#)
 Catalog # 25544 📍, 1998-067A 📍
 Observing location 95.90.250.39
 Observing coord. Lat: 53.58°, Lng: 10.02° [Change](#)
 Local time zone GMT +1 📍

Uplink (MHz): 437.550
 Downlink (MHz): 437.550
 Beacon (MHz):
 Mode: 1200bps AFSK
 Call sign: RS0ISS-4 11
 Status: Inactive

Start 📈		Max altitude			End 📉		All passes	
Date, Local time	Az	Local time	Az	EI	Local time	Az	Mag ↑	Info
15-Feb 07:15	S 192°	07:20	SE 138°	10°	07:24	E 88°	+0.3	Map and details
15-Feb 08:50	SW 233°	08:56	SSE 155°	34°	09:01	E 83°	-1.3	Map and details
15-Feb 10:27	W 261°	10:32	S 169°	62°	10:37	E 93°	-2.1	Map and details
15-Feb 12:03	W 276°	12:09	SSW 196°	44°	12:14	ESE 118°	-1.6	Map and details
15-Feb 13:40	W 277°	13:45	SW 216°	16°	13:49	SSE 156°	-0.1	Map and details
16-Feb 08:02	SW 223°	08:07	SSE 151°	26°	08:12	E 82°	-0.8	Map and details
16-Feb 09:38	WSW 255°	09:44	S 174°	58°	09:49	E 89°	-2.0	Map and details
16-Feb 11:15	W 273°	11:20	S 186°	53°	11:25	ESE 110°	-1.9	Map and details
16-Feb 12:52	W 278°	12:56	SW 213°	21°	13:01	SE 145°	-0.5	Map and details
17-Feb 07:14	SW 213°	07:19	SE 147°	20°	07:24	E 83°	-0.4	Map and details
17-Feb 08:50	WSW 248°	08:55	S 172°	51°	09:00	E 86°	-1.9	Map and details
17-Feb 10:26	W 270°	10:32	S 184°	60°	10:37	E 104°	-2.1	Map and details

Beispielhaft suchen wir uns einen zu verfolgenden Satelliten aus. Das kann auch die ISS sein. Nehmen wir doch die Daten vom 16. Febr. 2023, 11:15 Uhr MEZ.

Welche Daten benötigen wir?

Folgende Daten werden benötigt:

Elevationswinkel: 53° , fest eingestellt auf ca. 30°

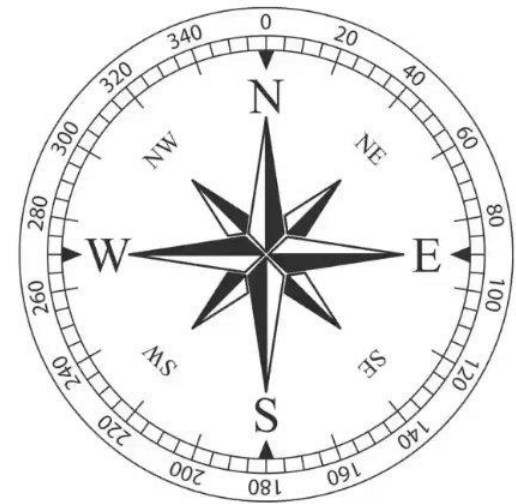
Aufgang der ISS: 274° , Ausrichtung des Systems

Drehrichtung: links

Untergang der ISS: 110°

Zurückgelegter Drehwinkel: 164°

Zeitdauer des Überflugs:
 $11.15 \text{ Uhr} - 11.25 \text{ Uhr} = 10 \text{ Min.}$



Und nun ein bisschen Rechenarbeit!

Frage:

Wie lange bräuchte die Antenne, um bei den oben gegebenen Daten eine volle Umdrehung (360°) zurückzulegen?

$$\frac{\text{Zeitdauer x Vollkreis}}{\text{Zurückgelegter Drehwinkel}} = \text{Min.}$$

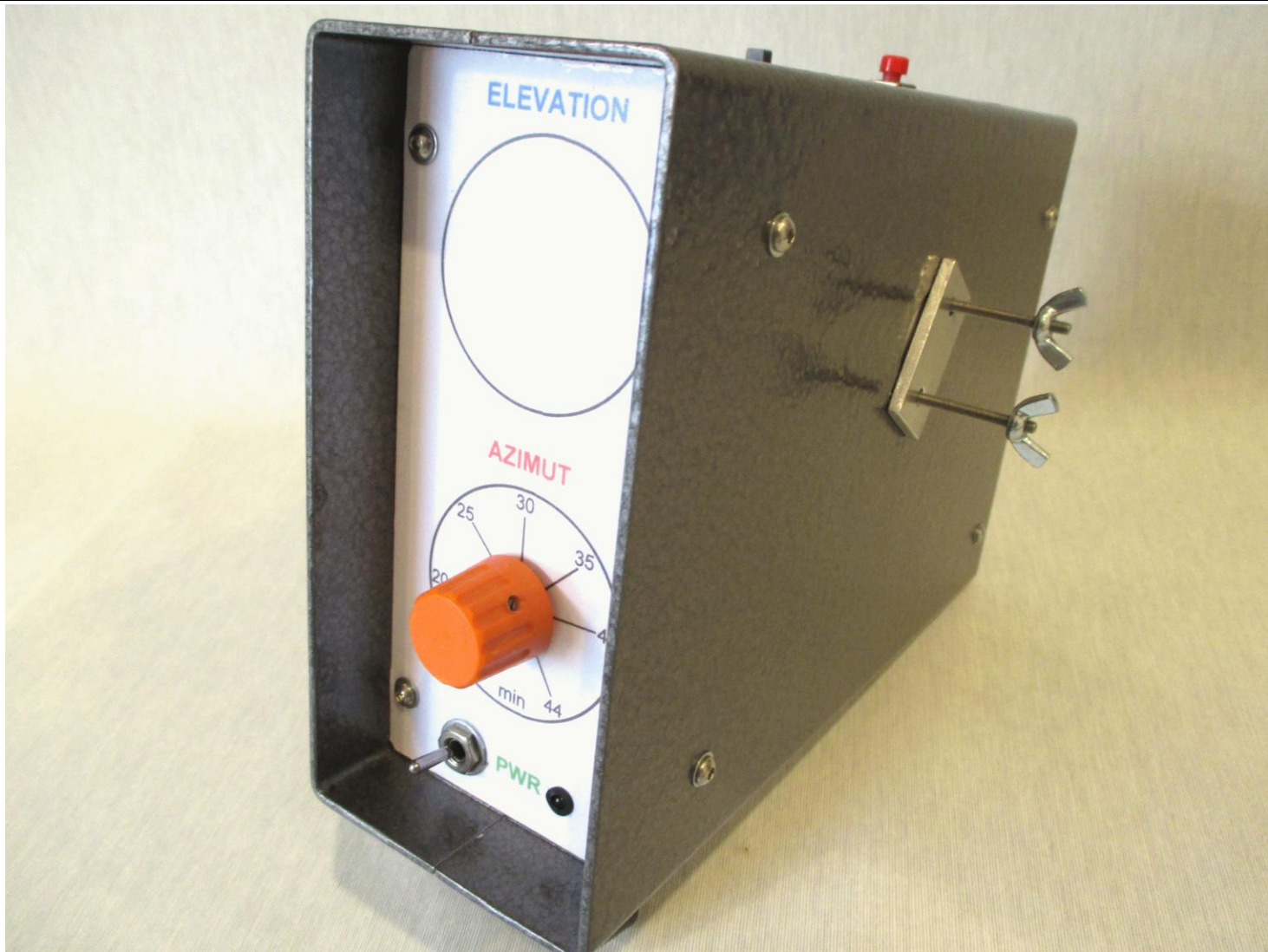
$$\frac{10 \text{ Min.} \times 360^\circ}{164^\circ} = \mathbf{22 \text{ Min.}}$$

Und nun ein kleiner Trick

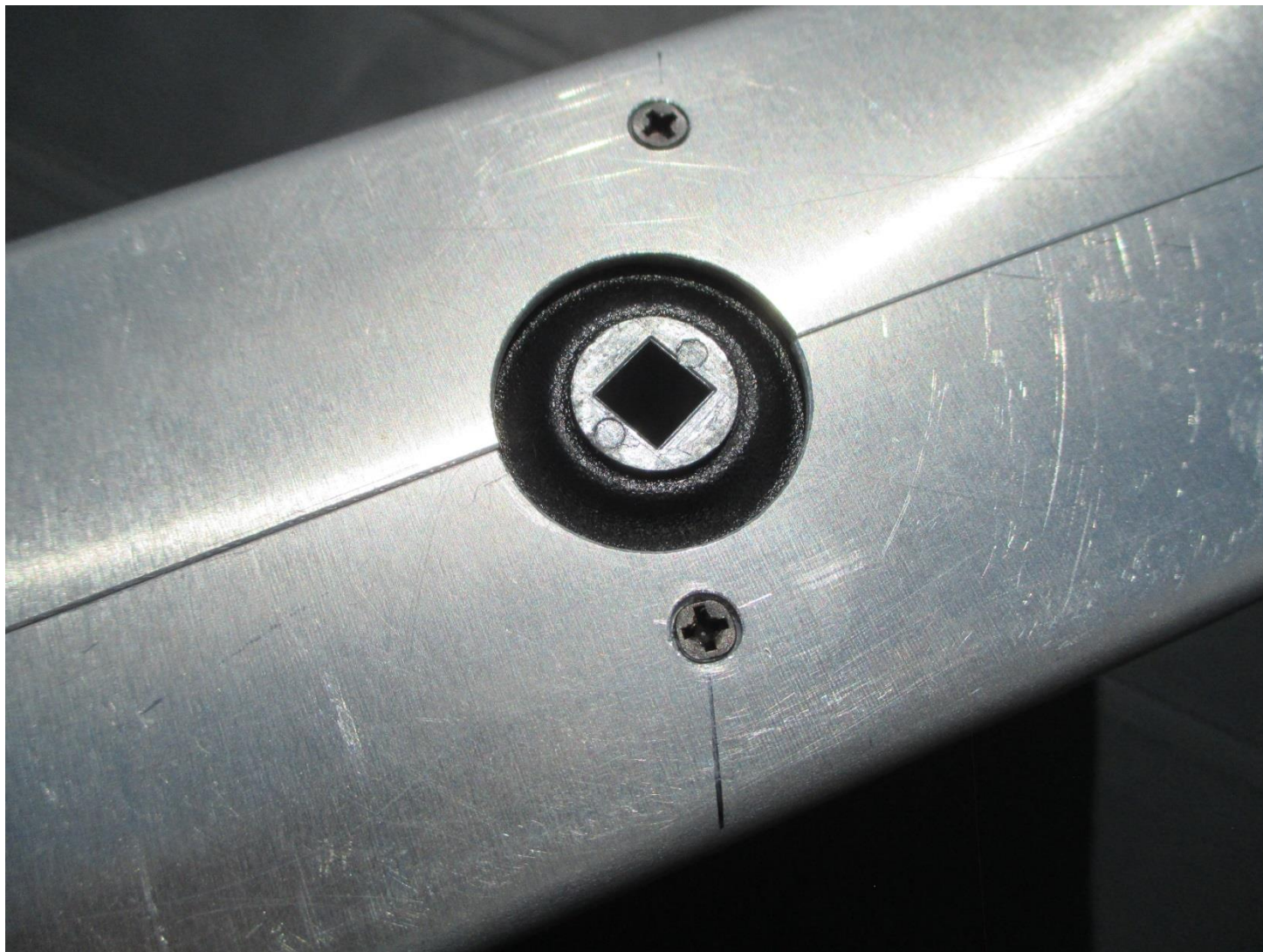
Der regelbare Widerstand, der den Kondensator für die Pause lädt, wird in Min./Umdr. kalibriert. Dann lässt sich die errechnete Zeit, in unserem Beispiel 22 Min. direkt einstellen.



Gesamtansicht



Die Adaptierung des Systems über einen Vierkant



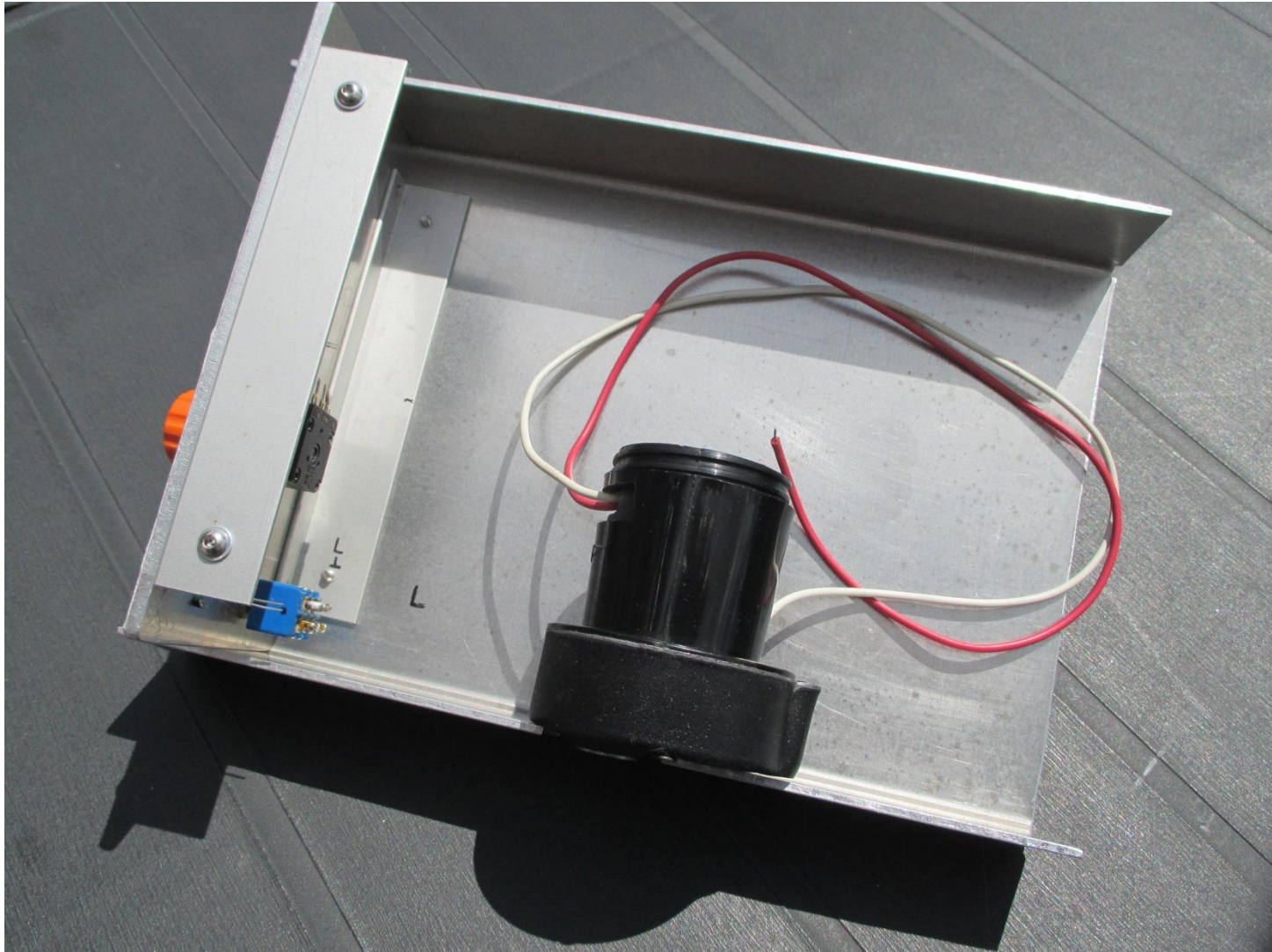
Der Aufnahmehorn für das Stativ



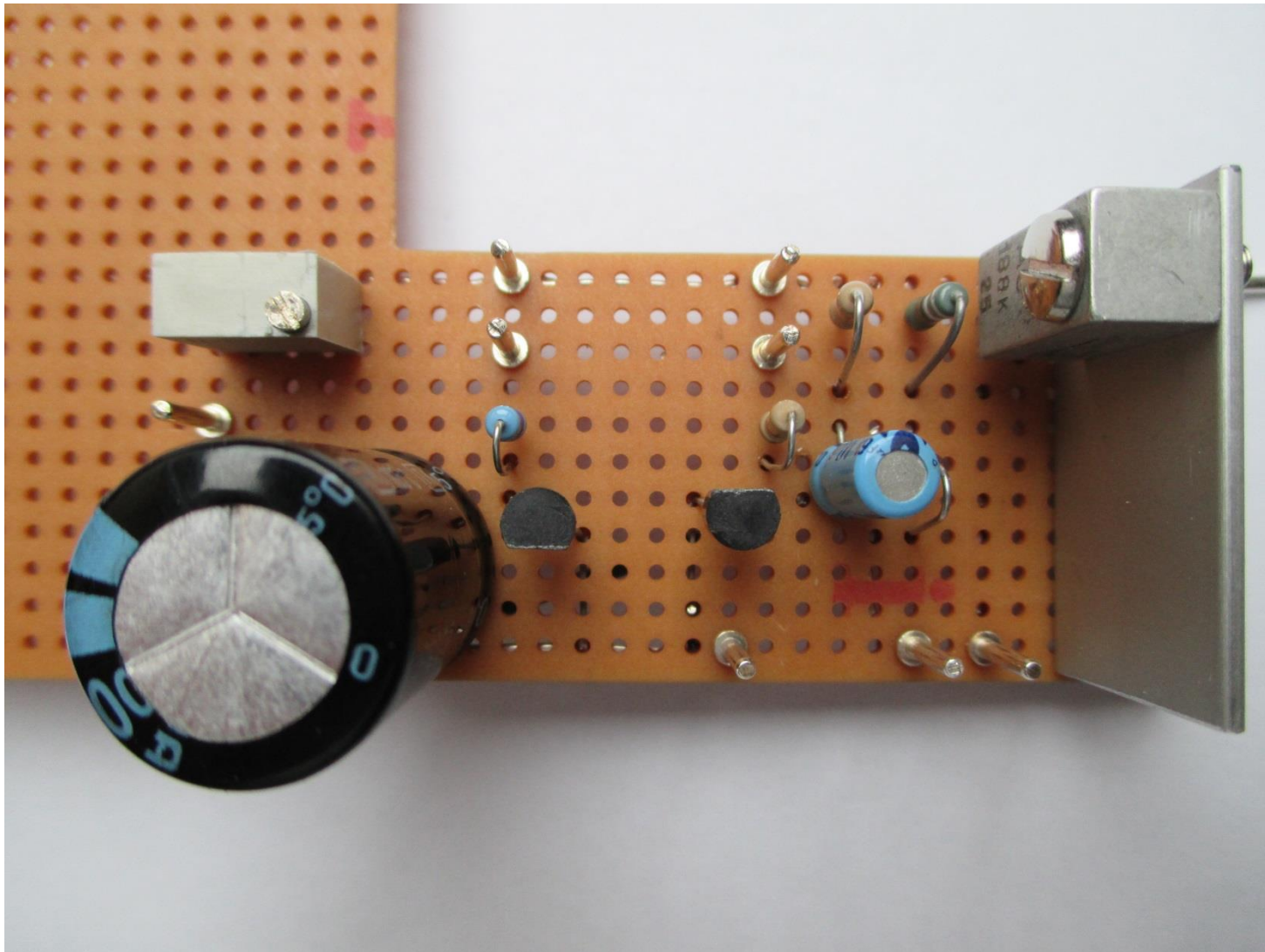
Befestigung der Antenne



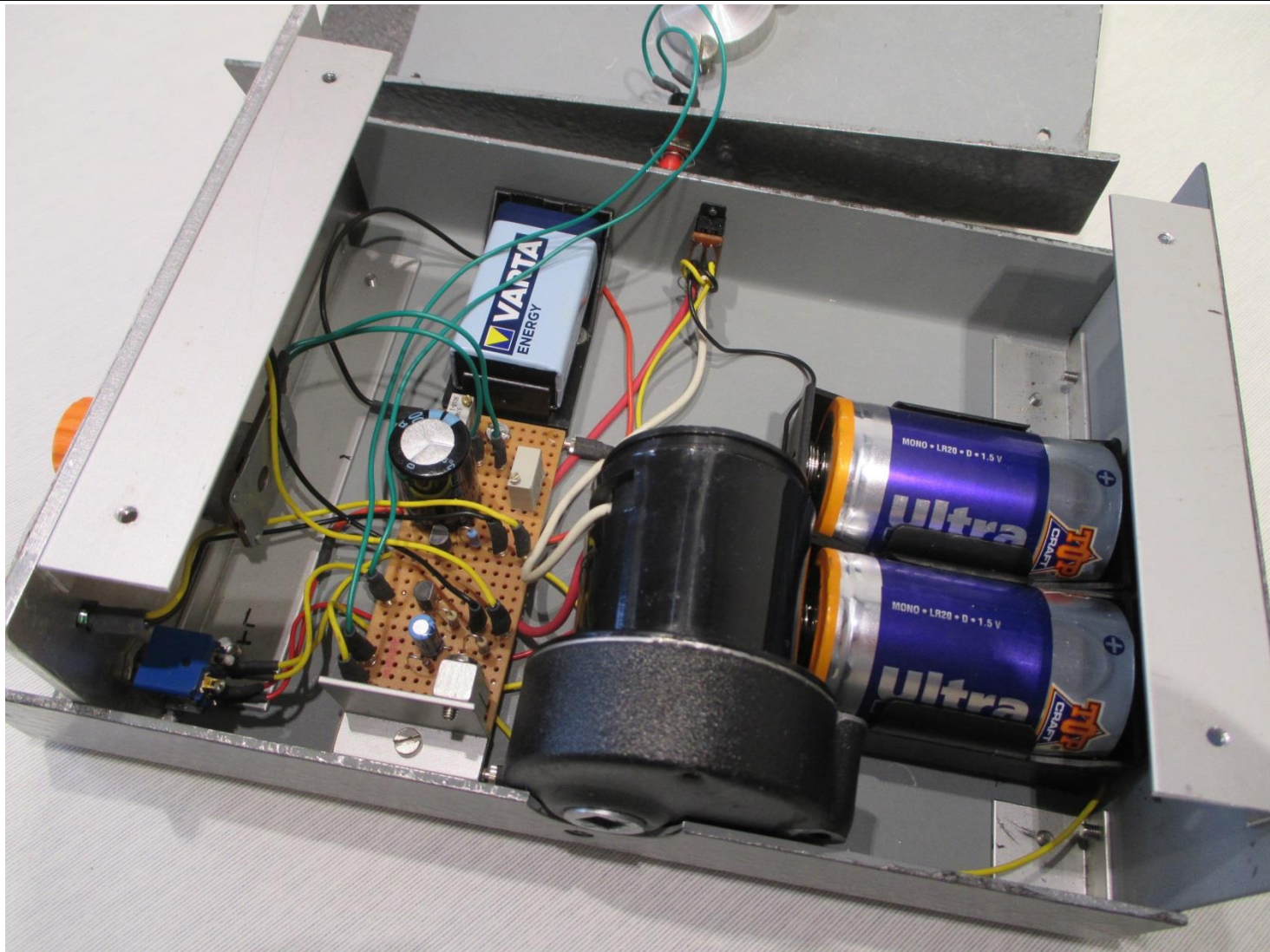
Blick in das Innere – Der Motor



Blick in das Innere – Die Steuerung



Blick in das Innere – Die vollständige Verdrahtung



Fazit

Der Fortschritt geht weiter,
den OM stimmt das heiter.

Dietrich Drahtlos

Danke für das Zuhören. Fragen und/oder Anregungen?