

# Dokumentation des Bootes für den Daniel-Düsentrieb-Wettbewerb, entwickelt und gebaut an der Stadtteilschule Wilhelmsburg

## Vorgaben für den Wettbewerb

Baue ein Motorboot, welches

- im Schleppkanal der HSVA eine möglichst lange Strecke geradeaus fährt, ohne den Beckenrand zu berühren (natürlich eigenständig ohne Fernsteuerung) und
- nach Umlegen eines Schalters, eine Strecke von 10 Metern in möglichst wenigen Sekunden durchfährt.
- Das Boot muss in einen Würfel mit der Kantenlänge von einem Meter passen.
- Der Vortrieb darf nur mit dem Motor und den Batterien zustande kommen, die uns zur Verfügung gestellt wurden.

(<http://www.daniel-duesentrieb-preis.de/>)

## Annäherung zum Wettbewerbsboot

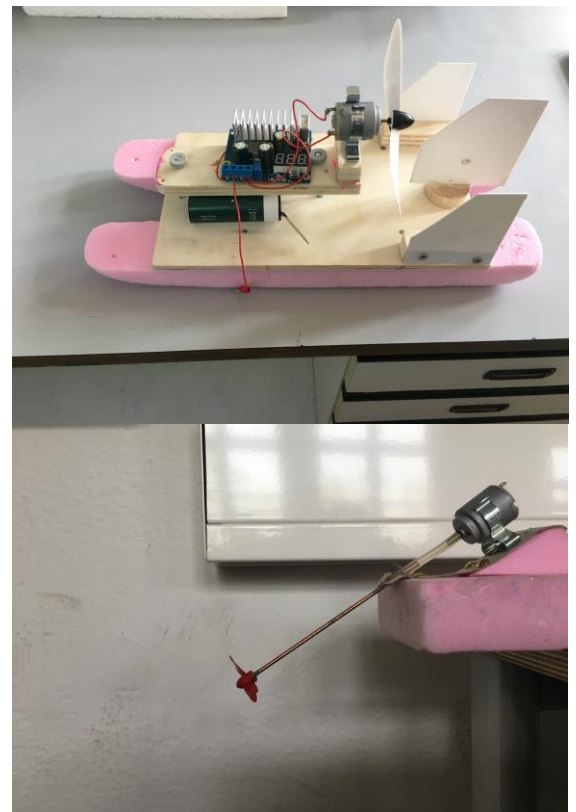
Am Anfang haben wir verschiedene kleine Boote gebaut. Als wir damit fertig waren haben wir in einem kleinen Becken ausgetestet, welches von den kleinen Booten effektiver und schneller war. Danach haben wir sie miteinander verglichen und das Beste haben wir als Wettbewerbsboot genommen (Luftantriebsboot).

Diese Antriebsarten haben wir ausprobiert: E-Ruderboot, Schraubenantrieb, Antrieb mit Luftschraube, mit Schaufelrad und Luftkissen, (das leider nur auf glattem, festen Boden gut fuhr, im Wasser aber umkippte).

Außerdem haben wir über die Rumpfformen nachgedacht. Wir haben Einrumpfboote und Katamarane gebaut.

## Interner Wettbewerb

Nachdem wir die verschiedenen kleinen Fertigmodelle getestet und miteinander verglichen hatten, haben sich mehrere Kleingruppen gebildet um mehrere Rümpfe zu bauen, von denen zu einem späteren Zeitpunkt der beste ausgewählt wurde, um an dem Daniel-Düsentrieb-Wettbewerb teilzunehmen. Einige Mitschüler arbeiteten parallel dazu an einer Halterung für den Motor, die auf jedes der anzufertigen Rümpfe passen sollte.



## Gruppe 1

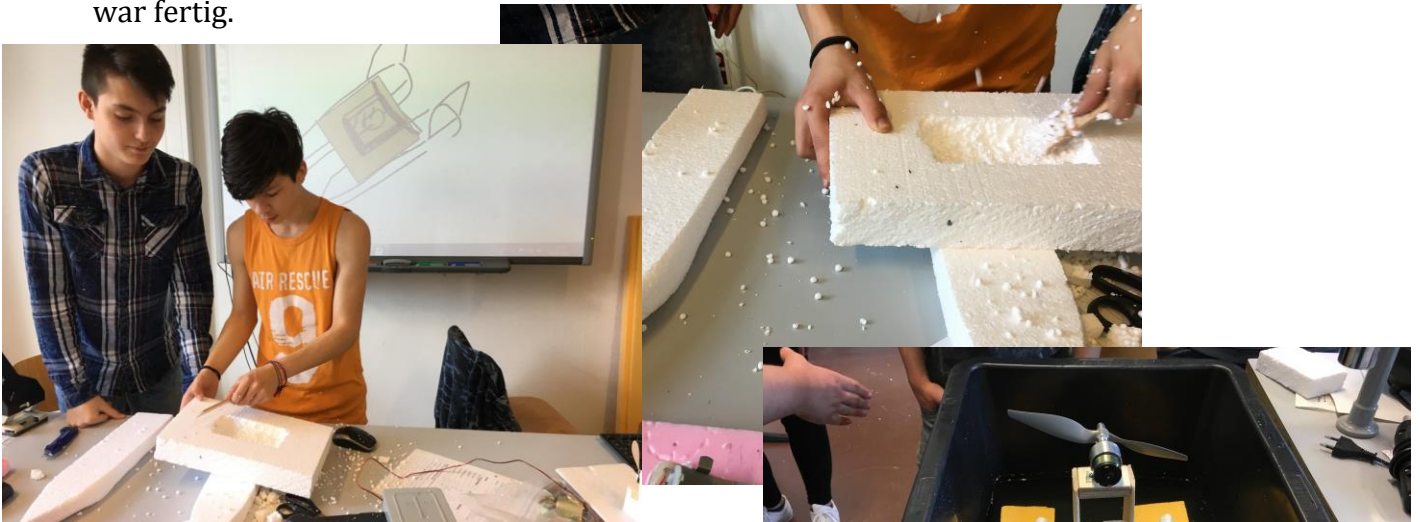
Gruppenmitglieder: Jurij, Adem,(Arsim) (Klasse 8f)

Art des Rumpfes : Katamaran

Maße des Bootes: 30 cm

Benutze Materialien: Styropor, Styrodur, Heißkleber, Plexiglas

Arbeitsschritte: als erste haben wir das Boot geplant. Nach der Planung haben wir eine Zeichnung angefertigt wie das Boot aussehen soll, anhand dieser Zeichnung haben wir angefangen den Rumpf zu bauen und nachdem wir fertig mit dem Bau des Rumpfes waren, haben wir so eine Halterung für die Batterien entworfen und gebaut. Und als Schutz vor dem Wasser haben wir eine Plexiglasscheibe vor der Batteriehalterung befestigt und auch die anderen Teile zusammen gebaut. Dann war es so weit unser Boot war fertig.



## Gruppe 2

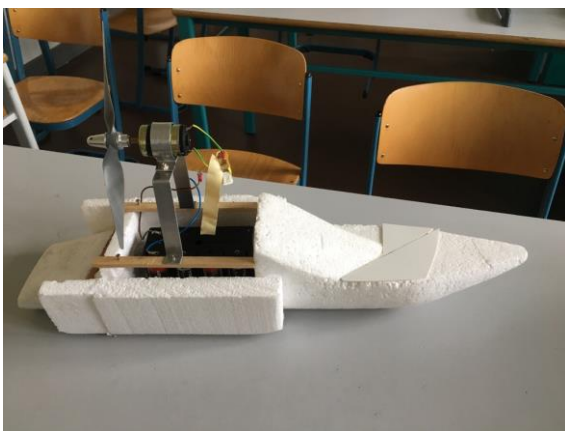
Gruppenmitglied: Mehmet (Klasse 8c)

Art des Rumpfes: Sportboot mit einem Rumpf

Maße des Bootes: ca. 50cm

Benutze Materialien: Styropor

Ich habe ein Sportboot aus Styropor gebaut.



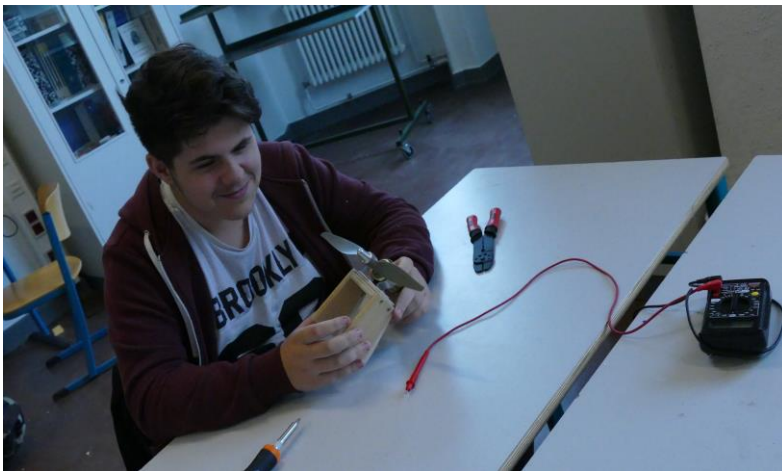
Als erstes sollte man einen großen Styroporblock in Form schleifen. Das Boot sollte nicht so tief sein, aber auch nicht so hoch. Dann sollte man eine Grube für den Motorblock graben. Und außerdem sollte man darauf achten, dass das Gewicht gleichmäßig am Boot verteilt ist, damit meine ich, wenn das Boot im Wasser ist, nicht schief schwimmt, sondern gerade. Danach sollte man unten am Boot einen Kiel dranbauen, damit das Boot besser schwimmen kann und gerade fährt. Das Sportboot zu bauen hat ca. 3 Wochen gedauert.

### Gruppe 3: Motorhalterung für das Wettbewerbsboot

Wir (Isko, Fabio und Bashkim, Klasse 8c) hatten den Auftrag, eine Halterung für den Motor zu bauen. Die Halterung hält den Motor, der den Propeller antreibt. Wir mussten erstmal ausprobieren, welcher Propeller am meisten Kraft hat und sich dazu auch noch schnell dreht. Wir hatten drei verschiedene Modellbau-Propeller getestet, die wir bei Conrad zuvor gekauft hatten. Für die Testläufe bauten wir gemeinsam mit Herrn Münning eine Versuchsstation auf.

### Bestimmung des optimalen Propellers (Fabio, Isko, Bashkim - Klasse 8c)

Wir haben den Motor an ein Netzteil angeschlossen und bei einer Leistung von 12V und 10A die Propeller verglichen. Dann haben wir im Windstrom ein rechteckiges Stück Kunststoff an einem elastischen Stab befestigt. Der mittelgroße Propeller hat diesen „Wedel“ am stärksten ausgelenkt, weil er den stärksten Luftstrom produziert hat. Der große Propeller war auch nicht so gut, weil er zwar auch einen großen Luftstrom erzeugte, aber zu lange brauchte, um auf „Touren“ zu kommen.



Als wir den perfekten Propeller gefunden hatten, haben wir den an dem Motor befestigt. Als erstes haben wir die Halterung provisorisch aus Holz gebaut um sicher zu gehen, dass er auch hält, und dann haben wir die Halterung aus Metall gebaut. Wir mussten darauf achten, dass der Propeller genug Platz hat sich zu drehen ohne das Boot oder das Wasser zu berühren. Wir mussten ebenfalls



darauf achten, dass der Motor nicht rutscht und einen festen Halt hat. Damit der Motor nicht rutscht, haben wir ein breites Gummiband um den Motor gelegt und ihn dann in die Halterung eingesetzt. Bei dem Propeller muss man einfach die Halterung hoch genug bauen.

Die Halterung besteht aus 2 Stützen und oben einer Gerade, wo der Motor darauf befestigt ist. Materialien die wir benutzt haben: einen Motor, ein Propeller, ein breites Gummiband, eine Aluleiste (33cm) und noch eine Aluleiste die den Motor festhält (15cm).

Am Ende haben wir dann den Motor an die Halterung angebracht. Wir haben recht schnell den besten Propeller gefunden, da der kleine Propeller klein ist weht der nicht viel Luft, der große Propeller war auch nicht so gut da der zwar mehr Luft weht, aber zu lange braucht um zu schwingen. Also haben wir

den mittleren Propeller genommen, da er sich schnell dreht und auch noch viel Luft weht.

Wir haben uns für die Aluleisten entschieden da sie leichter ist als Holz und das bei dünnerer Materialstärke.

## Auswertung/unsere Erkenntnisse aus den Versuchen (was wollen wir für unser Boot umsetzen?)

### - Entscheidung zum Luftantrieb

Manche Boote waren sehr langsam, wie zum Beispiel das E-Ruderboot und das Schaufelradboot. Das Schaufelradboot haben wir aber nur mit einem Gummiband angetrieben.

Das Boot mit einem Schraubenantrieb war schneller, aber es gab Probleme, die Kraft des Motors in das Wasser zu kriegen. An dem *Lager der Schraubenwelle* war der *Reibungswiderstand* ziemlich groß und die Schraube zeigte viel zu steil ins Wasser. Damit konnte man keinen guten *Vortrieb* erzeugen und eine andere Kraftübertragung konnten wir einfach nicht bauen.

Gute Ergebnisse haben wir mit einer Luftschaube gemacht. Das Boot war für seine Größe sehr schnell und der Antrieb einfach zu bauen.

### - Entscheidung zur Rumpfform

Unsere Voraussetzungen waren, dass unser Boot das Gewicht vom Batteriepack und vom Motor tragen kann. Dafür musste das Boot größer sein, aber nur so groß, dass es in die Wettbewerbsbedingungen reinpasst.

### - Formstabilität

Wir haben auch herausgefunden, dass nur ein großes und breites Boot mit einer ziemlich rechteckigen Rumpfform die nötige *Formstabilität* hat, um nicht umzukippen (zu *kentern*). Als Beispiel dafür gibt es Flugzeugträger für Jets, die sind auch sehr breit und sehr hoch. Die Formstabilität ist wichtig, denn das Batteriepack und der Motor sind ziemlich weit oben auf dem Boot angebracht, der Gewichtsschwerpunkt liegt also auch sehr hoch.

### - Kursstabilität

Das Boot muss über eine lange Strecke geradeaus fahren können, es muss also *kursstabil* sein. Unser Plan A war, mit LEGO-Mindstorms zu arbeiten, aber es war zu aufwändig zu bauen. Die Steuerung war auch zu ungenau (Einstellung der Steuerwinkel) und es war zu schwer für das Boot. Wir haben uns deshalb entschlossen, einen langen Kiel unter das Boot zu bauen. Wir haben dafür das Beispiel eines schnellen Fisches genommen, der auch eine lange Flosse auf dem Rücken hat.



<https://de.wikipedia.org/wiki/F%C3%A4cherfisch>

### - **Schnelligkeit**

Wir haben heraus gefunden, dass schnelle Boote immer einen flachen und glatten Rumpf haben. Die fahren auch nicht *durch* das Wasser, sondern sie *gleiten* über das Wasser, wie ein Surfer.

### - **Länge und Gewicht**

Die Länge ist auch wichtig, um das Gewicht besser zu verteilen. Dies führt zu einem geringeren Tiefgang des Rumpfes, so dass die *Gleitfähigkeit* steigt. Wir benutzen deshalb auch leichte Baumaterialien: Styrodur für den Rumpf und Aluminium für die Motorhalterung.

## Der Antrieb für den Sprintwettbewerb (von Volkan aus der Klasse 11a)

Ein Ziel des Wettbewerbes ist es eine Strecke von 10m möglichst schnell zurückzulegen. Wenn der Motor an die Batterien angeschlossen wird, fällt die Spannung von 12V auf 7V und es fließen nur 7A. Dies sind dann aber keine optimalen Bedingungen, um möglichst schnell eine hohe Geschwindigkeit zu erreichen.

Deshalb schalten wir zu den Batterien Kondensatoren, die beim Sprint die Batterien unterstützen. Davor werden die Kondensatoren von den Batterien geladen. Beim Einschalten des Motors liefern dann die Batterien und die Kondensatoren Strom. Um ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen, müssen wir die benötigte Energie abschätzen. Dafür haben wir folgenden Ansatz gewählt:

$$E = P \cdot t$$

Mit  $P=U \cdot I$  ergibt sich beispielsweise für  $U=12V$  und  $I=10A$ :

$$E = 120W \cdot 10s = 1200Ws$$

Da wir nun wissen, welche Energiegrößenordnung wir benötigen, können wir jetzt bestimmen welche Kapazität die Kondensatoren haben müssen. Dafür benutzen wir folgende Formel:

$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

Für die Kapazität ergibt sich:

$$C = \frac{2E}{U^2} = \frac{2 \cdot 1200Ws}{(12V)^2} \approx 16,67F$$

Bei 12V benötigen wir also eine Kapazität von ungefähr  $C=16,67F$ .

Da wir zu jeder Batterie einen Kondensator parallel schalten, nutzen wir folgende Kondensatoren:

Typ: Superkondensatoren(SuperCaps)  
Spannung:  $U=2,5V$   
Kapazität:  $C=100F$

Diese neuartigen Kondensatoren, vor ein paar Jahren noch nicht im Handel verfügbar, sind eine Weiterentwicklung von Doppelschichtkondensatoren und zeichnen sich durch

eine sehr hohe Leistungsdichte aus. Sie können sehr schnell geladen und entladen werden. Gleichzeitig sind Modelle mit sehr hoher Kapazität auf dem Markt verfügbar. Entsprechend unserer Schaltung ergibt sich mit 8 der gewählten Kondensatoren eine Gesamtkapazität von

$$C \approx \frac{100F}{8} \approx 12,5F$$

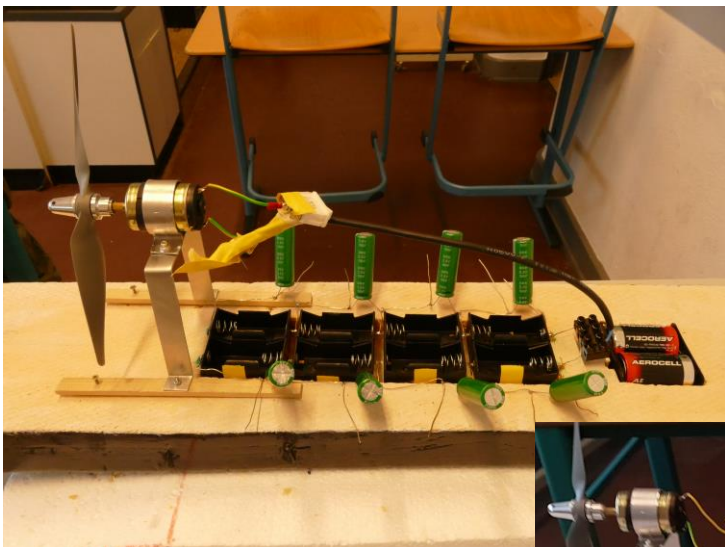
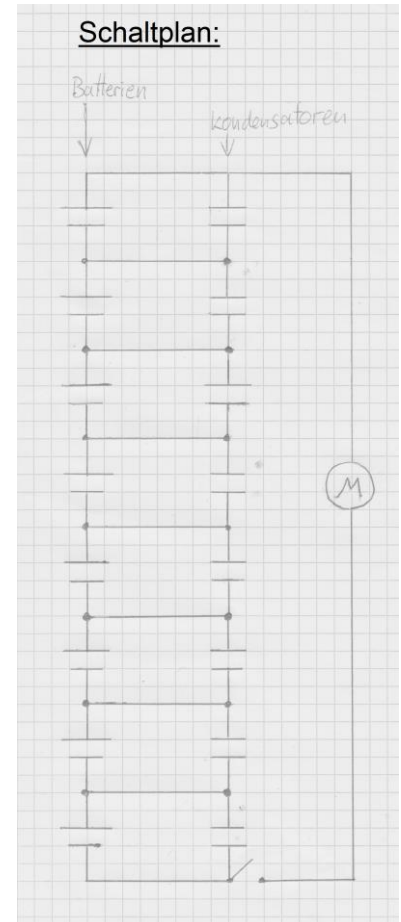
Experimentell haben wir herausgefunden, dass sich mit Hilfe von 8 Kondensatoren der Strom durch den Motor für ca. 5 Sekunden auf ca. 14A verdoppelt. Das bewirkt eine höhere Drehzahl die in der Regel dann für eine höhere Beschleunigung sorgt.

Um die Stromstärke und die Dauer weiter zu erhöhen, kann man weitere 8 Kondensatoren parallel dazu schalten. Allerdings erhöhen sich dabei auch Ladezeit und Gewicht des Bootes.

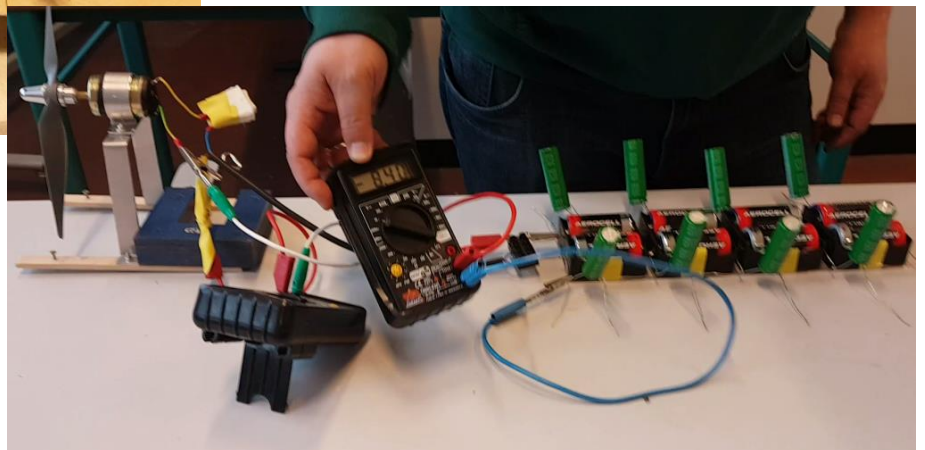
Mit 8 Kondensatoren fiel beim Einsetzen der Batterien die Spannung, da sich die leeren Kondensatoren am Anfang sehr schnell aufladen. Nach ca. 3-5 Minuten erhöhte sich die Spannung wieder auf ungefähr 12,5V. Das bedeutet, dass nach dieser Zeit jede Batterie ihren Kondensator größtenteils geladen hat. Bei 2 Kondensatoren pro Batterie würde sich die Ladedauer verdoppeln, da die Batterie keinen stärkeren Strom liefern kann.

Diese Anordnung aus Batterien und Kondensatoren erlaubt uns eine hohe Energieausbeute für den Sprintwettbewerb, da wir einen möglichst hohen Strom für eine kleine Zeitspanne

benötigen. Die Batterien können diese große Energiemenge nicht ohne die Unterstützung der Kondensatoren bereitstellen.



Motorhalterung (l), Batteriepack mit Kondensatoren für den Sprint (m) und Batteriepack für die Geradeausfahrt (r). Für den Sprintwettbewerb werden die zwei Batterien des vorderen Halters in das Batteriepack für den Sprint umgesteckt.



## Unser Wettbewerbsboot

Gruppenmitglieder: Mertkan , Arsim

Art des Rumpfes : Einrumpfboot

Maße des Bootes: Länge ca. 1 Meter

Benutzte Materialien: Styrodur, Platte aus Kunststoff, Aluleiste

Wir haben unseren Rumpf aus Styrodur gemacht. Wir haben ihn gespachtelt, geschliffen und dann mit Bootslack lackiert.

Die Voraussetzungen haben wir erfüllt. Der Rumpf hat die Formstabilität und ist leicht. Der Rumpf ist flach und windschnittig, damit er schnell ist. Wir haben aus Plastik einen Kiel unter das Schiff gebaut, damit das Schiff geradeaus fährt.



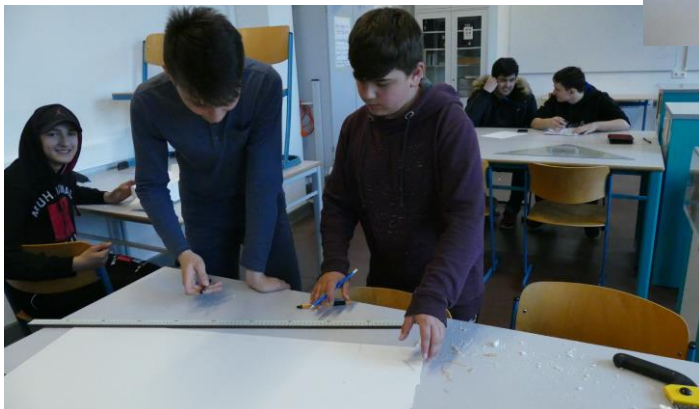
Herstellung der Motorhalterung: Mertkan köhrt die bereits abgekanetete Aluleiste für die nötigen Bohrungen.



Volkan aus der 11, begeisterter Modell-Bauer von Booten, zeigt sein eigenes Boot und berät Mertkan und Techniklehrer Herrn Smarz, wie tief und lang der Kiel sein sollte.

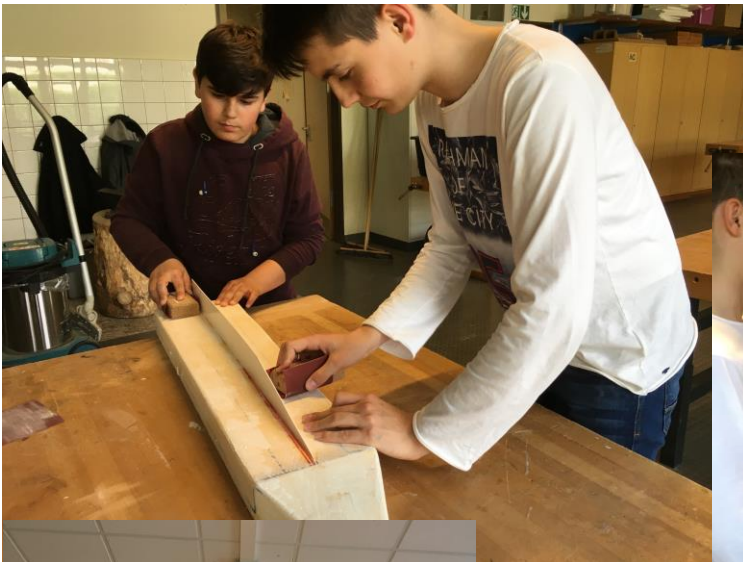


Mertkan und Arsim schneiden den Kiel aus.



Mertkan (Klasse 8c) spachtelt den Rumpf, der dann am nächsten Tag von Arsim (Klasse 8f) und Mertkan geschliffen wird (Bild nächste Seite). Der Kiel ist auch schon angebaut ist.

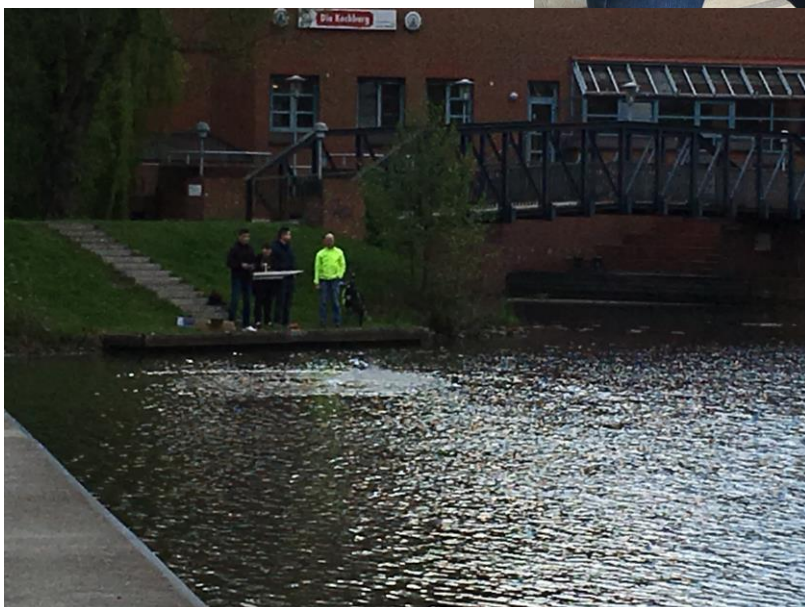




Bevor der Motor eingebaut wird, messen wir mit Herrn Münning die Stromaufnahme des Motors. Dann bauen wir den Motor und das Batteriepack schon einmal ein für den ersten Testlauf.



Vor der ersten Testfahrt. Unser Technik-Lehrer Herr Junge (Klasse 8f) ist mit dabei. Unser Testrevier gleich vor dem Bürgerhaus Wilhelmsburg. Weil es viel zu windig war, waren die Testbedingungen ganz schlecht. Beim zweiten Testlauf fuhr unser Boot eine Kurve, krachte ans Ufer und kenterte.



Unser Team:

**Konstruktion und Bau:** Arsim, Arsime, Mertkan, Mehmet, Jurij, Adem, Abdullatif, José, Awa, Rinesa und Emily (alle Klasse 8); **die Luftschrauben haben getestet:** Fabio, Isko und Bashkim (Klasse 8); **Testteam Batteriepack und Kondensatoren:** Besim, Emre und Timo (Klasse 8); **Planung des Boosters:** Volkan (Klasse 11); **das Dokumentationsteam:** Arsime, Mertkan (Klasse 8) und Volkan (Klasse 11); **begleitet durch die Lehrer:** Herr Münning, Herr Smarz, Herr Junge

Kontakt & Infos: [herr.muenning@stadtteilschule-wilhelmsburg.de](mailto:herr.muenning@stadtteilschule-wilhelmsburg.de), [Fabian.Smarz@web.de](mailto:Fabian.Smarz@web.de), [uc\\_j@gmx.net](mailto:uc_j@gmx.net)