

LEGO-ELECTRONIC

VON

Max Nolde

WEIRD SCIENCE CLUB

Darmstadt

an der

Lichtenbergschule

Europaschule
MINT –Excellence Center
Internationale Begegnungsschule

Ludwigshöhstr. 105
64285 Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

Einleitung des Projektes mit Zielsetzung

Experimente

Ergebnisse des Projektes

Diskussion

Danksagungen

EINLEITUNG

Legosteine sind eine praktische Sache und bei vielen Kindern sehr beliebt, weil man sich immer wieder neue Baumöglichkeiten ausdenken kann. Sie sind sehr passgenau und leicht zu immer neuen Mustern zusammensteckbar. Mit Lego-Technik kann man technische Maschinen bauen. Mit Teilen der Lego-Mindstrom hat man sogar die Möglichkeit Computersteuerung in die Lego-Bauten so zu integrieren, dass man Roboter oder ähnliche Sachen erhält.

Das hat mich auf die Idee gebracht, dass man eigentlich auch elektronische Schaltungen mit den Legosteinen bauen könnte. Durch einfaches Zusammenstecken sollte es doch möglich sein, Strom fließen lassen zu können. Dazu müssten die Legosteine natürlich mit elektronischen Bauelementen versehen werden. Sie müssen mit Draht und speziellen Kontakten so modifiziert werden, dass sie durch das Aneinanderstecken auf einer Platte Strom leiten können.

Mein Ziel ist bei diesem Projekt, solche Legosteine zu entwickeln und zu testen um so Kindern die Spielmöglichkeit durch elektrisch leitende Legosteine mit elektronischen Bauteilen zu vergrößern und noch mehr die Experimentierlust in Kindern zu wecken. Spielerisch können sie sich mit der Elektrizität und der Elektronik auseinandersetzen.

EXPERIMENTE

Es gibt Legosteine (siehe Bild 1) in mehreren Größen. Ich habe verschiedene Legosteine ausgesucht, die ich mit Kontakten versehen wollte. Dadurch, dass ich verschiedene Legosteine genommen habe, konnte ich auch überprüfen, ob die Größe des Legosteins einen Einfluss auf die Kontakte hat.

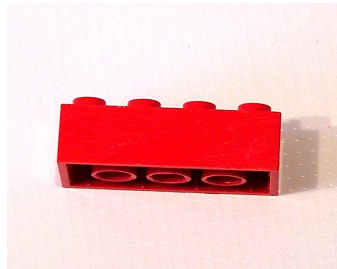


Bild 1: Legostein

Die Steine wurden alle in der gleichen Art und Weise vorbehandelt.

An den gegenüberliegenden Seiten habe ich jeweils ein kleines Loch gebohrt (siehe Bild 2). Durch diese Löcher wurde ein Draht geschoben (siehe Bild 3) und mit Abschluss des Steines auf die Länge des Legosteines gekürzt (siehe Bild 4).



Bild 2: Bohrung

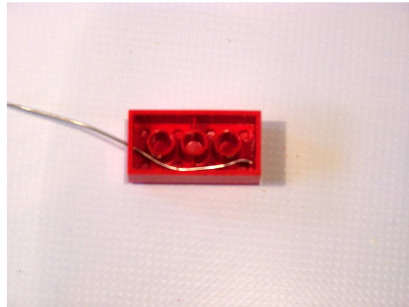


Bild 3: Draht

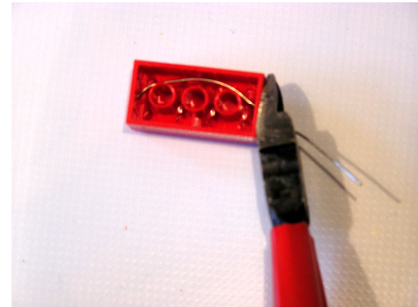


Bild 4: Abschneiden

Versuch 1

Um einen Stromfluss zu bekommen, habe ich mit Sekundenkleber an den Seiten, wo der Draht durchgeschoben wurde, dünne Metallplatten geklebt. Nachdem Alufolie nicht stabil genug war, habe ich Edelstahl genommen. Der Draht hatte etwas Spannung und drückte so von Innen gegen die Kontaktplatten. Der Stein war dadurch sehr robust, aber die Leitfähigkeit war nicht immer gut. An manchen Steinen fand gar kein Stromfluss statt.

Der Kleber ist teilweise in die Bohrung eingetreten und hat den Kontakt zwischen Draht und Kontaktplatte verhindert oder der Draht hatte sich verbogen und nicht mehr genug Druck gegen die Metallplatte.

Die leitenden Steine mussten eine weitere Prüfung in einem 12 –stündigen Wasserbad überstehen.

Danach leitete kein einziger Stein mehr.

Nachdem ich feststellen musste, dass der Kontakt durch das Wasserbad verloren gegangen war, musste ich nach Alternativen suchen. Das Hauptproblem war der Kontakt zwischen der Metallplatte, die sehr dünn, fest und gleichzeitig rostfrei sein musste und dem Kupferdraht. Der Kupferdraht hat je nach Art und Weise wie er abgesägt oder geschnitten (Zange) ist, eine mehr oder weniger spitze Spitze. Bei hohem Druck ist der Kontakt nicht schlecht aber eben nicht von Dauer. Löten oder schweißen ist am Legosteine wegen der Hitze nicht gut möglich. Da hatte ich die Idee, leitfähigem Kleber zu nehmen. Im Internet stieß ich auf die Firma Panacol, die sich mit der Herstellung von leitenden Spezialklebern beschäftigt. Per Mail nahm ich mit der Firma Kontakt auf und schrieb folgende Anfrage:

Sehr geehrte Damen und Herren,

Mein Name ist Max Nolde und ich bin Schüler der 8F in der Lichtenbergschule in Darmstadt. Ich arbeite für meine Jugend-Forscht Arbeit an der Entwicklung von "Lego-Elektronik", das sind umgebaute Legosteine, mit denen man elektrische Schaltungen realisieren kann. Um den Kontakt zwischen den im Inneren der Legosteine liegenden Zuleitungen und den von mir gebastelten Kontakten (Metallplättchen) zu verbessern, würde ich gerne den von Ihnen hergestellten leitfähigen Klebstoff verwenden, auf den ich auf Ihrer Webseite aufmerksam geworden bin.

Leider ist der Kleber sehr teuer und ich brauche immer nur einen sehr kleinen Tropfen pro Klebung. Die Packung und die Bilder im Internet sehen so aus, als ob man erst ein paar Komponenten zusammenrühren muss. Es ist unklar, wie lange der entstehende leitfähige Kleber dann verarbeitbar bleibt.

Ich würde den Kleber am liebsten mit einer Spritze mit Nadel in die kleinen Bohrungen spritzen und dann die Drähte einstecken.

Vielleicht können sie mir erklären, ob das mit Ihrem Kleber geht und wie man das mit der Packungsgröße hinbekommen könnte. Ich wäre auch sehr froh, wenn Sie mir eine Probe von dem Kleber schicken könnten, denn mein Taschengeld reicht nicht dafür und die Schule hat leider keine Mittel, den Klebstoff zu bezahlen.

Wenn sie Fragen haben, können sie sich auch gerne direkt an meinen Betreuungslehrer wenden:

Dr. Milan Dlabal
science@dlabal.de

Ich hoffe, dass ich bald von Ihnen höre und bedanke mich schon mal im Voraus für die Mühe, die sie sich machen.

Viele Grüße,

Max Nolde

Glücklicherweise habe ich recht schnell eine positive Antwort bekommen:

Hallo Max,
wir wollen das Projekt gern unterstützen und werden Dir 2 Klebstoffproben kostenlos zur Verfügung stellen.
- Elecolit 336 ist ein silbergefüllter 2K Leitklebstoff auf Epoxidharzbasis mit einer Topfzeit von 2 Stunden, d.h. die Mischung muß in 2 Stunden verarbeitet werden, der Rest wird entsorgt. Die Komponenten A und B werden im Mischungsverhältnis 1:1 eingewogen und gut gemischt. Um Material zu sparen kann man kleine Mengen von ca.1g auf einer Platte anmischen und im Nadeltransfer verarbeiten. Für die Dosierung mit Dispenser braucht man min.10g für eine Kartusche, weil die Dichte so hoch ist. Die Aushärtung erfolgt bei Raumtemperatur in 16 Stunden.
- Wenn eine elektrisch leitende Kontaktierung ausreicht, dann ist Elecolit 342 eine praktische Lösung.
Elecolit 342 ist eine silbergefüllte, elektrisch leitende Beschichtung mit guter Haftung auf Glas, Metall und vielen Kunststoffen. Das Produkt ist lösemittelhaltig, es kann mit Pinsel, Dispenser oder im Nadeltransfer verarbeitet werden. Die elektrische Leitfähigkeit ist gut. Eine hohe mechanische Festigkeit kann mit diesem Produkt nicht erreicht werden.
Die Aushärtung erfolgt bei Raumtemperatur in 12 Stunden oder im Wärmeschrank bei 120°C in 10 Minuten.

Wir würden uns freuen, wenn Du uns nach Beendigung der Arbeit den Bericht zur Verfügung stellen würdest.
Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Panacol - Elosol GmbH
Sieglinde Hinsdorf
Tel.: 06171/6202-22
Fax: 06171/6202-98
e-mail: hinsdorf@panacol.de

Nachdem der Kleber angekommen war, konnte ich meinen 2.Versuch starten.

Versuch 2

Eine neue Gruppe von Legosteinen wurde mit den Bohrungen versehen. Dabei stellte sich heraus, dass die Zwischenwand der Legosteine auch durchgebohrt werden sollte (siehe Bild 5). Dadurch wurde der leitende Draht insgesamt im Stein verborgen. Die aufwändigen Leiterplatten am Ende des Steines wurden durch einen speziell leitenden Kleber ersetzt (siehe Bild 6).

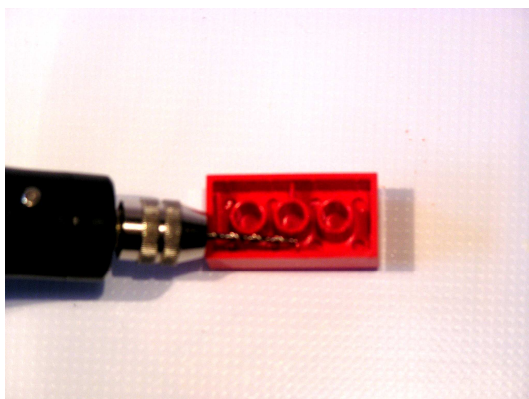


Bild 5: Durchbohrung der Zwischenwand

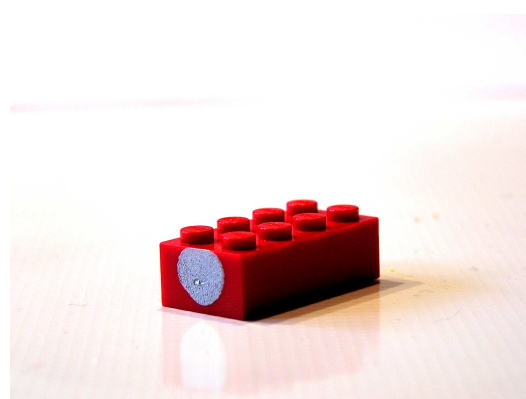


Bild 6: Die Kontaktfläche

Durch den dünn aufgetragenen Kleber „Elecolit 342“ haben sich die Steine kaum verändert. Im Gegensatz zu den Metallplättchen, die ich zuerst verwendet hatte, ist die Klebeschicht dünn. Dadurch gibt es keine Platzprobleme und die Steine lassen sich sehr gut nebeneinander auf eine Platte stecken. Dadurch haben die Steine guten Kontakt zueinander. Damit hatte ich mein größtes Problem schon gelöst. Ich habe nun Legosteine mit elektrisch leitenden Kontakten.

Ebenso wie im Versuch 1 wurden die Legosteine auf ihre Löslichkeit getestet. Nachdem sie auch 12 Stunden im Wasser lagen, leiteten sie den Strom genauso gut wie vor der Lagerung in Wasser. Die Grundversorgung des Legostromkreises kommt aus einer handelsüblichen 9Volt-Eblock-Batterie. Damit der Strom zu den Legosteinen kommt, habe ich einen Anfangslegostein entsprechend präpariert.

In den Stein bohrte ich zwei Löcher und setzte eine zu den Bohrungen passende Leiterplatte aus einem Elektrobaukasten der Firma „Kosmos“ auf. In die jeweiligen Löcher kommt dann der +- und - Pol, der mit einem passenden Draht zur Batterie verbunden ist. Um die Leiterplatte noch sicherer zu befestigen, klebte ich mit Alleskleber die Leiterplatte, die an sich durch ihre Eigenspannung schon halten könnte, fest. Als Anschlussstein zum Stromkreis musste ich noch zusätzlich einen Legostein in der Mitte des Steines anbohren. Dafür brauchte ich einen 8er Legostein, da in der Unterseite drei Löcher sind, die man zur Befestigung auf der Legoplatte braucht. Der Rest des Legosteines wurde vorgebohrt wie oben beschrieben. Das mittlere Bohrloch wurde mit dem Spezialkleber gefüllt und somit hatte der Draht in der Mitte des Steines ankommend, die Möglichkeit den Strom zu den „Polen“ weiterzuleiten. Um den fließenden Strom sichtbar zu machen, habe ich an zwei verschiedenen Orten LEDs eingebaut (siehe Bild 7).

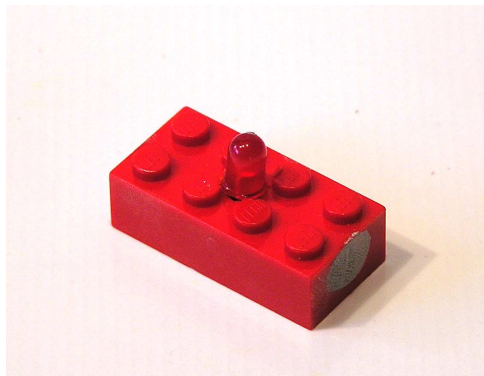


Bild 7: Legostein mit LED

Habe ich den Stromkreis geschlossen, leuchteten beide LED's mit gleicher Intensität. Ich konnte die LED's im Stromkreis umsetzen, ohne dass sich irgendetwas änderte. Nun hatte ich meinen ersten Stromkreis mit Legosteinen gebaut.

ERGEBNIS

Am Anfang der Experimentes gab es viele Rückschläge. Die Leiterplatten ließen sich anfänglich schwer befestigen. Außerdem nahmen sie auch mehr Platz ein, sodass der eigentlich vorgesehene Platz auf einer Legoplatte zu eng war.

Beim Durchbohren der Legosteine, um den Draht zu befestigen, brach auch mal ein Bohrer ab .

Im Versuch 1 war ich über die Leitfähigkeit der Steine begeistert. Nachdem sie aber 12 Stunden im Wasserbad waren, stand ich wieder am Anfang des Projektes.

Mit der Suche im Internet nach einer geeigneten Lösung war ich glücklicherweise schnell bei der Firma Panacol fündig.

Eigentlich sind die Packungsgrößen der Kleber viel größer. Durch den freundlichen Schriftverkehr unterstützte mich die Firma mit einer kleinen Einheit, die auch völlig ausreichend war, da man nur einen kleinen Tropfen des Klebers brauchte.

Mit der Verarbeitung des Klebers und der Routine im Bohren konnte der Versuch zügig umgesetzt werden. Manchmal musste allerdings ein Draht zweimal zugeschnitten werden, denn er geriet bei schneller Entscheidung schon mal zu kurz.

Nachdem ich nun im Versuch 2 mit den neuhergestellten Legosteinen das Projekt neu starten konnte, gab es sehr schnell positive Ergebnisse.

War der Stromkreis geschlossen, leuchteten die eingesetzten LED –Lampen (siehe Bild 8). Sie konnten innerhalb des Stromkreises versetzt werden und verloren dennoch keine Intensität.

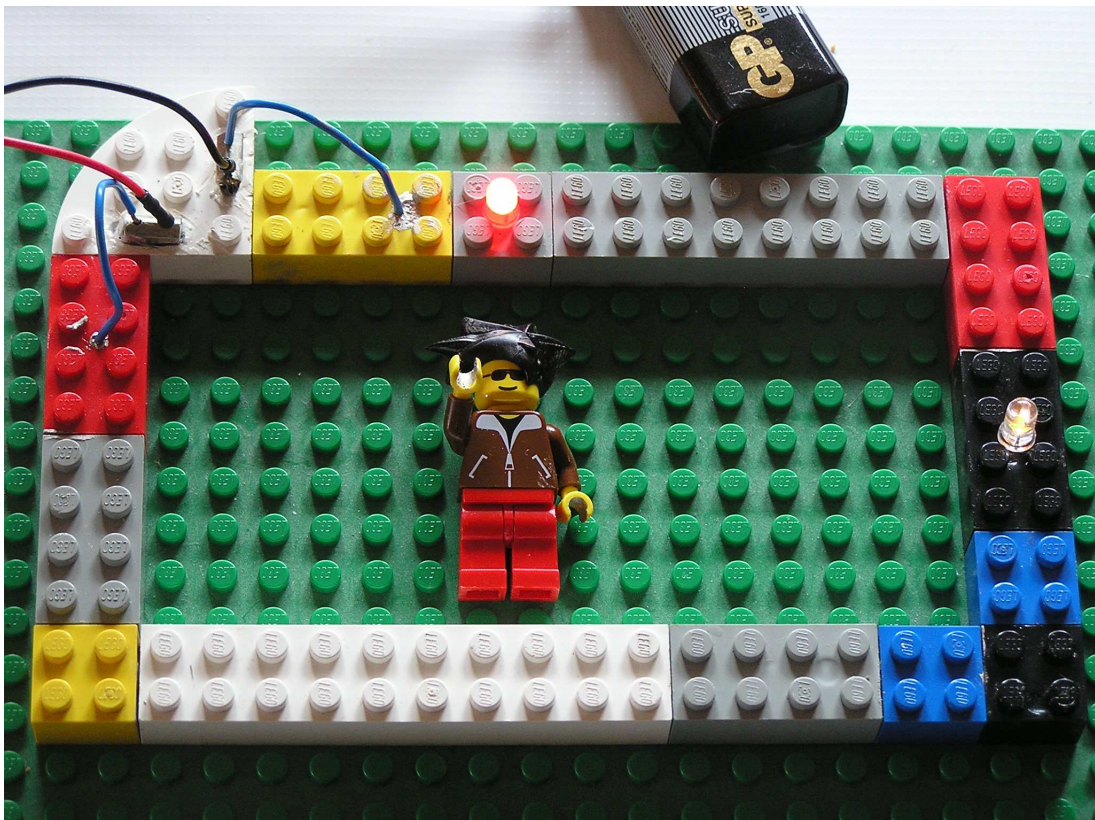


Bild 8: Der erste Lego-Elektronik-Stromkreis

DISKUSSION

Mein Ziel dieses Projektes war, den Kindern mehr Spielmöglichkeiten durch elektrisch leitende Legosteine zu ermöglichen. Mit den Variationen der Bausteine sollte die Experimentierlust und die Auseinandersetzung mit Elektrizität stattfinden können.

Mit dem Leuchten der LED –Lampen konnte ich feststellen, dass mein Projekt funktioniert.

Mit den erforderlichen Maschinen könnte man Legosteine, die so modifiziert wurden in größeren Mengen herstellen. Kombiniert mit Teilen aus dem Kosmosbaukasten können Kinder mit einem entsprechenden Alter Elektrizität besser kennenlernen. Diese Baukästen könnten dann auch in Schulen eingesetzt werden, um das Thema Elektrizität zu bearbeiten.

Die von mir hergestellten Legosteine leiten den Strom und bringen die Lampen zum Leuchten, aber sicherlich könnte man das Aussehen der Steine noch verbessern, da der Kleber an manchen Stellen etwas grob aufgetragen wurde. Dies lässt sich aber mit einer entsprechenden Maschine sicherlich leicht verbessern.

Mit dem Spezialkleber als Unterstützung könnte ich mir auch die Herstellung von leitenden Legofiguren vorstellen. Ich habe mich auch schon mal an einem Prototyp versucht und ihn dem Versuchsaufbau hinzugefügt.

Spielerisch mit Physik umgehen und damit die physikalischen Gesetze kennenlernen, ist doch ein sehr positiver Ansatz für die Herstellung dieser Legosteine.

Ich freue mich , dass ich zu einem positiven Ergebnis bei meinem Projekt kommen konnte.

Danksagungen

Als erstes möchte ich mich bei meinem Physiklehrer Dr. Dlabal bedanken. Durch seine anschauliche Art Physik darzustellen , bin ich mit seiner Hilfe zu diesem Projekt gekommen.

Ebenso wichtig ist mein Dank an die Firma Panacol, durch die die Legosteine erst richtig leitend wurden. Mit der schnellen und unbürokratischen Hilfe ermöglichten sie mir das positive Ergebnis meines Projektes.

Außerdem gilt mein Dank auch meinen Eltern, die mich bei diesem Projekt tatkräftig unterstützten. Sie haben in keiner Phase den Glauben an mich und das Projekt verloren. Auch wenn manchmal ein Stimmungstief aufkam, konnte ich auf ihre Hilfe zählen.