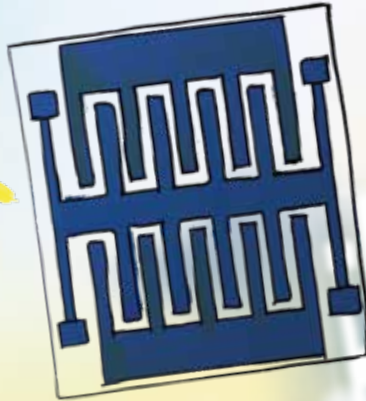


... Und die Elektroingenieurin kann sogar mit Licht bauen



Elena kommt aus der Schule und setzt sich sofort an den Mittagstisch. „Ich habe einen Bärenhunger! Soll ich noch helfen?“

„Ja“, sagt Papa. „Du kannst schon mal den Tisch decken. Der superleckere Kartoffelauflauf ist im Ofen und gleich fertig.“ Papa hat heute Zeit, weil auf seiner Baustelle die Dachziegel nicht geliefert wurden. Da kocht er auch mal gern sein Lieblingsgericht selbst.

Kaum steht der letzte Teller auf dem Tisch, kommt Mama aus ihrem Arbeitszimmer. „Hm, das duftet ja gut. Danke fürs Kochen.“ Sie setzt sich. „Und? Wie war die Schule?“

„Wir haben ein mega spannendes Experiment gemacht!“, platzt Elena heraus. „Wir haben Bilder mit Licht gemacht. Das hieß irgendwas mit Cyano, oder so ähnlich.“



Mama schaut interessiert auf. „Meinst du Cyanotypie?“
„Ja! Genau!“ Elena nickt heftig. „Wir haben Schablonen ausgeschnitten, sie auf spezielles Papier gelegt und das dann in die Sonne gelegt. In der großen Pause haben wir es wieder geholt – und da war das Bild einfach da! Wie gedruckt. Nur mit Licht!“

So begeistert erzählt Elena, dass sie fast vergisst zu essen. Als alle fertig sind, sagt Mama: „Ich räume ab. Ich habe noch ein bisschen Zeit bis zum nächsten Termin.“ Elena ist sofort auf den Beinen. „Super, dann gehe ich raus. Paul kommt auch gleich!“ Und schon ist sie verschwunden.

Als Paul ankommt, sitzt Elena bereits hoch oben im Baumhaus. Die Holzbretter sind warm von der Sonne, die Blätter rauschen leise. Sie hat das Werkzeug schon vorbereitet und



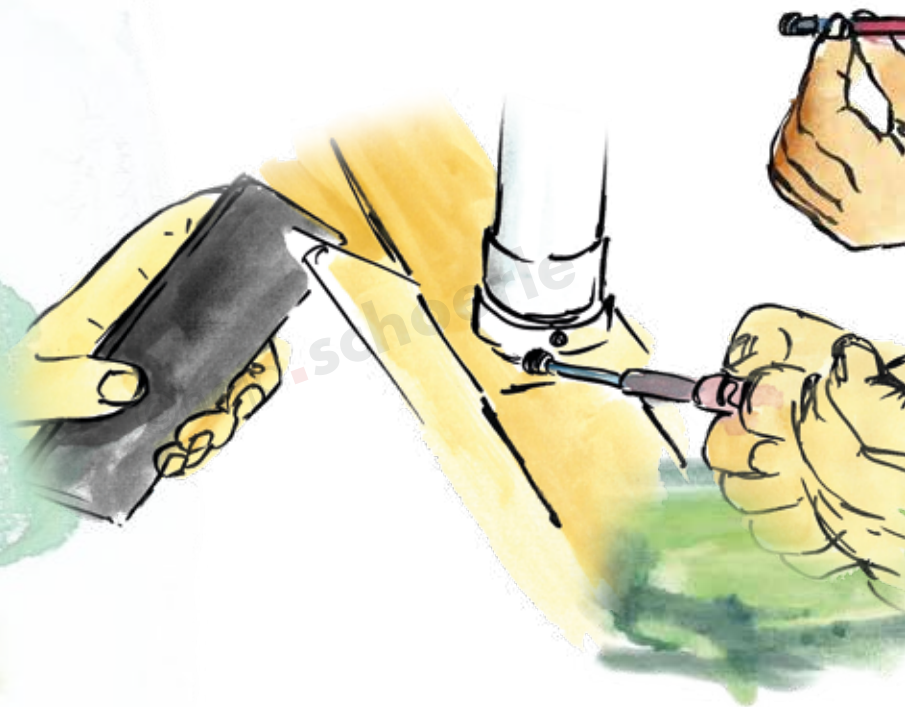
ordentlich neben sich gelegt: verschiedene Schraubenzieher, ein paar Schraubenschlüssel, eine kleine Box mit Schrauben und das Fernglas – genauer gesagt: ein altes Fernrohr, das sie heute endlich fest montieren will.

Paul schaut die Leiter hinauf. „Komm hoch!“, ruft Elena.

„Okay!“, ruft Paul zurück. „Kann ich helfen?“

„Ja. Das Fernrohr soll genau hier ans Geländer. Von da aus sieht man bis zum Waldrand.“ Paul hält das Fernrohr fest. Elena zieht die erste Schraube an. Bei der zweiten stoppt sie. „Hm. Ganz schön eng.“

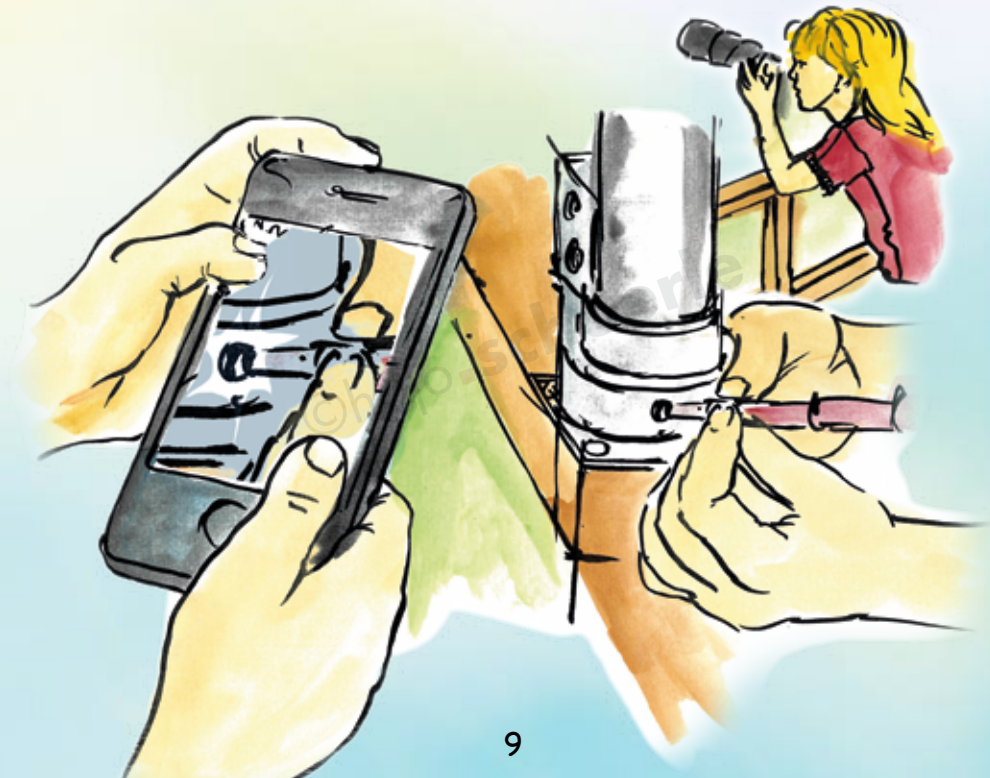
Paul holt sein Handy heraus und schaltet die Taschenlampe ein. „Mehr Licht hilft vielleicht“, sagt er. „Gute Idee.“ Elena nimmt einen kleineren Schraubenzieher.



„Aber ich sehe trotzdem kaum, wo ich hinmuss.“
Sie greift nach einer noch kleineren Schraube. „Kannst du das vergrößern?“

Paul schaltet die Kamera ein. Auf dem Bildschirm werden Holzfasern zu dicken Balken, die Schraube wirkt riesig.
„Langsam ... jetzt, noch ein kleines Stück ... okay!“, sagt Paul. „Geschafft“, sagt Elena und atmet aus.

Sie schaut durch das Fernrohr, um zu testen, ob die Position passt. „Wow! Der Wald ist ganz nah!“
Paul schaut auch. „Ich erkenne sogar Tannenzapfen!“, ruft er begeistert.
Dann dreht Elena das Fernrohr um und schaut verkehrt herum hinein. „Und jetzt ist alles mini-klein!“ Sie lacht laut.



Beim Aufräumen schaltet Paul das Handylicht wieder aus. Elena beobachtet das nachdenklich. „Paul? Wer baut eigentlich die winzigen Dinge in deinem Handy?“

Paul zuckt mit den Schultern. „Ganz kleine Menschen mit ganz kleinen Werkzeugen?“ Elena schüttelt den Kopf.

„Haha, klar. Aber die Teile sind doch so mini-mini-klein, dass man sie fast nicht sehen kann.“ Sie erinnert sich an das kaputte Handy, bei dem man all die kleinen Teile im Inneren gesehen hat.

„Dann vielleicht jemand mit einer supergroßen Lupe?“ „Oder“, murmelt Elena, „mit ganz anderen Werkzeugen.“



Am Abend fragt sie Mama. Schließlich ist sie Elektroingenieurin. „Wie baut man Dinge, die kleiner sind als Staub?“ Mama lächelt. „Was genau meinst du?“ Elena erklärt es ausführlich. „Im Handy sind doch kleine Teile. Und in denen sind wieder technische Sachen. Aber die müssen doch irgendwie eingebaut werden. Dafür braucht man doch mini-mini-kleine Werkzeuge – und die müssten ja auch wieder gebaut werden.“

„Da hast du recht“, sagt Mama. „Deshalb benutzen wir Werkzeuge, die man gar nicht anfassen kann.“ Sie sieht Elenas fragenden Blick. „Genau genommen ist das Werkzeug Licht“, ergänzt sie. „Weißt du was? Bevor ich das lange erkläre, nehme ich dich einfach mal mit ins Labor meiner Kolleginnen und Kollegen. In das Licht-Labor.“

„Licht-Werkzeug, Labor? Echt?“, Elena sprudelt los. „Wann? Und darf Paul auch mit?“ Mama lacht. „Ja, Paul darf natürlich mit. Ich sage euch Bescheid.“



Ein paar Tage später warten Elena und Paul ungeduldig vor der Schule. „Na endlich!“, sagt Elena, als das Elektroauto von Mama vorfährt.

Im Gebäude bleibt Mama stehen. „Bevor wir reingehen, müssen wir uns umziehen.“

Sie ziehen weiße Anzüge, Hauben, Schuhüberzieher und Handschuhe an. „Warum das alles?“, fragt Paul. „Weil Staub hier riesig ist“, erklärt Mama. „Ein Staubkorn wäre für unsere Bauteile wie ein Felsbrocken.“



Elena stellt sich vor, wie riesige Staubkörner durch die Luft fliegen. „Staub, der Technik kaputt machen kann. Echt krass.“ Hinter der Schleuse ist alles hell. Überall stehen große Apparate. „Komisch“, sagt Elena. „So hell, aber ich sehe gar kein Fenster.“

„Das ist Absicht“, erklärt Mama. „Hier darf kein Tageslicht hinein. Im Sonnenlicht steckt auch UV-Licht – und das könnte den empfindlichen Fotolack an den falschen Stellen belichten.“

„Das ist aber ziemlich laut hier“, meint Paul. „Ja, die Lüftungsanlage muss immer laufen und auch die Maschinen hört man ständig,“ erklärt Mama.



Eine Frau mit einer weißen Maske kommt ihnen freudig entgegen. „Hallo, ich bin Chiara. Ich zeige euch heute alles – zusammen mit deiner Mama.“

In einem Gerät liegt eine silbern glänzende Scheibe, in der sich alles spiegelt. „Das ist ein Wafer. Auf ihm bauen wir Sensoren“, erklärt Chiara.

„Werfer? Hä, was wirft man da?“, will Paul nun wissen. „Nein, Wafer. Und wenn man es genau übersetzt, heißt es Waffel, und das passt auch ganz gut“, erklärt Mama.

„Denkt an die leckeren Waffeln, die wir neulich im Waffeleisen gemacht haben.“



Die waren ja auch rund, hatten aber im Kreis lauter kleine Quadrate. So ähnlich ist das hier auch, nur viel, viel kleiner und viel, viel mehr.“

Elena bekommt gleich wieder Hunger, wenn sie an die leckeren Waffeln denkt. „Wie klein?“, fragt Elena. „So klein“, sagt Chiara, „dass du sie fast nicht sehen kannst.“



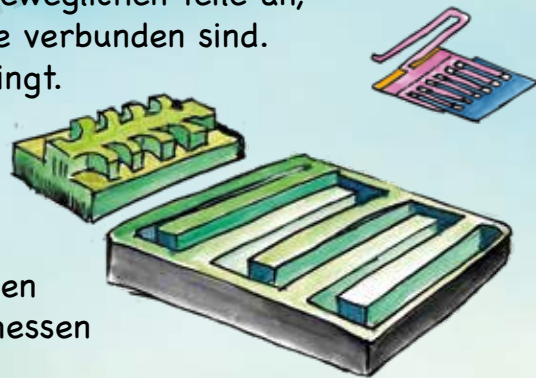
Elena ist etwas enttäuscht, dass sie eigentlich immer noch nicht genau weiß, wie das alles funktioniert. Als ob Chiara ihr das ansehen würde, geht Chiara nun mit allen aus dem Reinraumlabor raus und in einen Besprechungsraum. Dort stehen einige seltsame Teile. „Das sind Modelle von Bewegungssensoren“, erklärt sie.

Elena schaut sich die vielen beweglichen Teile an, die alle miteinander irgendwie verbunden sind.

Chiara stupst sie an. Es schwingt.

Paul hebt das Modell hoch und bringt nun alles in Bewegung. Mama beobachtet ihre Neugierde.

„Alle diese Bewegungen können jeweils mit einem Sensor gemessen



und berechnet werden. So wissen wir, wie schnell du es bewegst, oder wie stark du es bewegst, oder in welche Richtung und mit welcher Drehung.“

„Im echten Sensor“, erklärt Chiara, „ist das alles winzig klein, aber genauso beweglich.“ „Und wie wird das dann so klein?“, fragt Elena.

Chiara zeigt auf ein großes Plakat, das über den Modellen hängt.

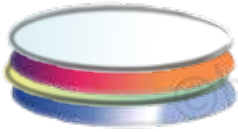
„Wir machen davon ein Lichtbild und das verkleinern wir immer weiter“, beginnt Chiara zu erklären. „Deine Mama hat mir erzählt, dass ihr in der Schule Cyanotypie gemacht habt? Das machen wir hier auch. Wir tragen eine Schicht auf und dann kommt UV-Licht an die Stellen, die weg sollen. Nach dem Belichten können wir das Material dann wegwaschen.“

So werden mikro-elektro-mechanische-systeme mit Licht gebaut. Abgekürzt heißen diese Teile MEMS-Sensoren.



1. Der Wafer

Eine superglatte Scheibe aus Silizium bildet die Grundlage. Auf einem Wafer entstehen später viele kleine Sensoren gleichzeitig.



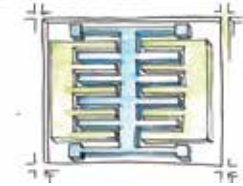
2. Schichten aufbauen

Auf den Wafer werden verschiedene dünne Schichten aufgetragen. Manche leiten Strom, andere dienen als Gerüst oder Schutzschicht.



3. Mit Licht Muster erzeugen

Der Wafer bekommt einen lichtempfindlichen Lack. Durch eine Schablone scheint UV-Licht auf die Oberfläche und zeichnet das Muster der winzigen Maschine auf.

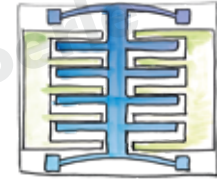


4. Material wegätzen

Jetzt werden ungeschützte Stellen weggeätzt. So entstehen winzige Balken, Gräben oder Federn.

5. Beweglich machen

Eine besondere Schicht unter der Struktur wird entfernt. Dadurch wird die kleine Wippe frei beweglich und kann schwingen.



6. Der fertige Sensor

Die winzige Maschine kann jetzt Bewegungen messen – zum Beispiel

Berührungssensor



Näherungssensor



Beschleunigungssensor



Höhensensor



Bewegungssensor



Und weil es ja, wie im Modell, mehrere Ebenen gibt, wiederholen wir das ein paar Mal.“

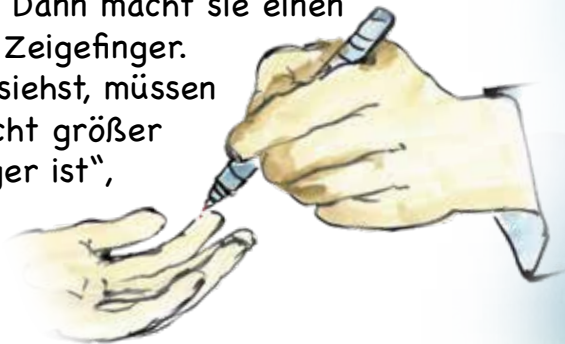
„Also wird aus dem Lichtbild wieder eine Maschine!“, ruft Paul begeistert. „Eine Wackelmaschine!“

„Ja“, sagt Mama. „Aber halt mini-winzig klein.“

Dann nimmt Chiara einen Filzstift. „Gib mir mal deinen Finger“, fordert sie Elena auf. Dann macht sie einen kleinen roten Punkt auf ihren Zeigefinger.

„Das, was du hier als Modell siehst, müssen wir so klein bauen, dass es nicht größer als der Punkt auf deinem Finger ist“,

sagt sie. „Wir nennen diese Teile MEMS: Mikro-elektro-mechanische Systeme.“



Elena denkt an die Schablonen, die sie im Unterricht für ihr Bild gemacht hat, und stellt sich vor, sie würde das Bild dann mit ihrem Fernrohr durch die Vorderseite anschauen. Dann würde ihr Bild vielleicht auch so klein wie der Punkt auf ihrem Finger werden.

Elena und Paul haben noch viele Fragen:

„Und die werden alle auf der Waffel gemacht? Und wie viele passen da drauf und wie kriegt man die dann wieder runter?“

Mama und Chiara versuchen, noch viele Fragen zu beantworten, bevor sich alle dann wieder auf den Heimweg machen.

Als Mama mit ihrem Elektroauto beschleunigt, muss Elena an die Bewegung in dem mini-witzig kleinen Sensor denken. Ob der das jetzt auch merkt? Überlegt sie.

„Ich möchte auch mal so kleine Teile entwickeln, die bei so großen Aufgaben helfen“, meint Elena. „Und am Wochenende mache ich neue Blau-Bilder mit der Sonne. Und ich mache Schablonen für ganz verrückte Sensoren.“

„Ja, mach doch Wackelsensoren, die hüpfen können, oder die Musik machen – oder am besten welche, die unsere Schulaufgaben erledigen!“, meint Paul lachend.

Elena wird nachdenklich und sagt dann:
„Naja, wer weiß, was ich alles noch erfinde.“



So beginnt „Bauen mit Licht“ - Ein Experiment zum Mitmachen

Du brauchst (Sofern du die Sachen nicht zu Hause hast, bekommst du alles auch im Supermarkt oder Drogeriemarkt):

- 2 EL Kurkuma
- 50 ml Reinigungs-Alkohol (Desinfektionsmittel geht auch)
- 1 Päckchen Backpulver
- 100 ml Wasser
- Papier
- Einen alten Pinsel oder ein Schwämmchen
- Papiertücher oder einen alten Lappen
- Eine Schablone für einen Fantasie-Sensor oder Gegenstände, deren Schattenumrisse du drucken möchtest
- Einen sonnigen Tag

Achtung: Kurkuma macht Flecken!

Benutze am besten eine Unterlage und trage alte Kleidung.

- Mische Kurkuma und Alkohol. Lasse die Mischung ein paar Minuten stehen (drinnen oder im Schatten).
- Bemale das Papier (drinnen oder im Schatten) mit der Kurkuma-Mischung. Lasse es kurz trocknen.
- Lege deine Schablone oder die Gegenstände aufs Papier. Lege das Ganze für 2-4 Stunden in die Sonne. Damit nichts vom Wind weggeweht wird, kannst du etwas Schweres auf die Ecken des Papiers legen. Wenn du flache Gegenstände für den Druck benutzt, kannst du auch das Glas eines Bilderrahmens drauflegen.
- Mische Backpulver und Wasser. Tauche ein Papiertuch oder den Lappen in die Mischung und wische das Papier vorsichtig damit ab.
- Trocknen lassen - fertig ist dein Sonnenbild!

Achtung:

Experiment nur mit Unterstützung eines Erwachsenen durchführen.

Reinigungsalkohol nicht trinken und nicht in die Augen bringen.



28



29

Und was für kleine Teile magst du mal bauen?
Und hast du eine Idee für eine Schablone, mit der du
dann eine Cyanotypie machen kannst?

©hajo.schoerle



Über den QR-Code
oder den Link findest du die Webseite
des VDE zum Buch, mit einer PDF-Version
und weiteren Infos.

<https://www.vde.com/kann-durch-Licht-bauen>

Weitere Geschichten in der Reihe: Elektroingenieurin kann ...
Und die Elektroingenieurin kann die Nacht erhellen
Und die Elektroingenieurin kann sogar beim Hören helfen
Und die Elektroingenieurin kann Nachrichten um die Ecke senden
Und die Elektroingenieurin kann sogar Regentropfen zählen
Und die Elektroingenieurin kann die Zukunft riechen
Und die Elektroingenieurin kann sogar durch Stahl schauen

Buch & Bild Verlag Schörle © 2026
Lise-Meitner-Str. 9, 72202 Nagold, info@schoerle.de.
Text und Illustrationen: Hajo Schörle.
Experiment inkl. der Fotos: Pia Marie Braun
Initiiert und unterstützt vom VDE Deutschland.

Mit Klimabeitrag gedruckt,
auf Recyclingpapier, Blauer Engel, FSC.



Viel Freude beim Lesen wünscht:

VDE

Verband der Elektrotechnik Elektronik
Informationstechnik e. V.
Merianstr. 28
63069 Offenbach am Main

www.vde.com

**BUCH & BILD
VERLAG**
www.schoerle.de