

# LEGO™-Modell des Periodensystems, Ionisationspotential.

Das Periodensystem wird in Form einer Tabelle oder eines Posters dargestellt und ist somit nur zweidimensional. Es ist jedoch durchaus möglich, die Eigenschaften der Elemente mithilfe der dritten Dimension zu veranschaulichen. In diesem Text wird beschrieben, wie mit LEGO™-Steinen ein dreidimensionales Periodensystem aufgebaut werden kann, indem die Höhe jedes Elements das Ionisationspotenzial des Elements veranschaulicht. Das ist die Energie, die benötigt wird, um ein Elektron aus dem Atom zu entfernen. Diese Werte sind experimentell bekannt, außer bei den schwersten Elementen, für die Berechnungen verwendet wurden.

## Allgemeine Bauanleitung

Heute kennen wir 120 verschiedene Elemente und verfügen für alle über experimentell ermittelte oder berechnete Werte für das Ionisationspotenzial.

### Zu den Abmessungen von LEGO-Steinen

Die Einheit „Noppen“ wird häufig verwendet, um die Größe eines Steins zu messen. Beispielsweise heißt Teil 3001 „BRICK 2X4“, wobei „2X4“ darauf hinweist, dass er zwei Noppen breit und vier Noppen lang ist. Steine ohne Noppen, wie beispielsweise flache Platten, werden ebenfalls in Noppen gemessen. Wir werden dies in der gesamten Anleitung verwenden.

LEGO™-Teile gibt es in verschiedenen Formen, aber in diesem Fall verwenden wir nur Steine (2X4), Platten (2x4) und Plättchen (2x2). Ein Block wird verwendet, um ganze Einheiten zu bezeichnen (1 Block = 1 Einheit, 2 Blöcke = 2 Einheiten ...), eine Platte hat die gleiche Höhe wie 1/3 Block, oder ein Block entspricht drei Platten. Damit entspricht eine Platte 1/3 Einheit. Auf diese Weise können wir die Höhe in Schritten von 0,33 Einheiten variieren.

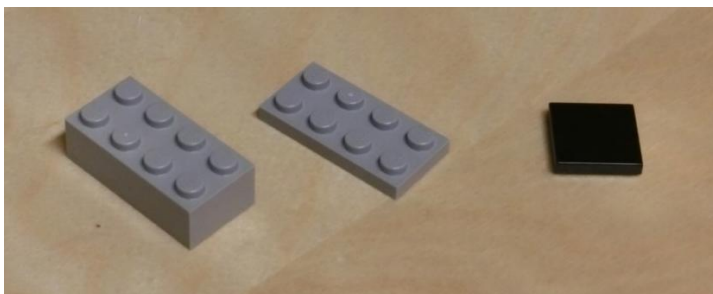


Abbildung 1 LEGO™ Block, Platte und Fliese

Beim Bauen mit LEGO™ ist Stabilität wichtig, insbesondere wenn das Design hoch ist, also mehr als 10 Blöcke umfasst. In diesem Fall ist es nicht ratsam, 2X2- oder 4X4-Blöcke zu verwenden, sondern man sollte 2x4-Blöcke verwenden, aus denen ein 4X4-Block gebildet wird. Durch die Drehung der Blöcke um

90° zwischen verschiedenen Schichten wird das Design stabiler. Außerdem kann so ein Element des LEGO-Modells leicht entfernt werden, um es mit anderen Elementen zu vergleichen.

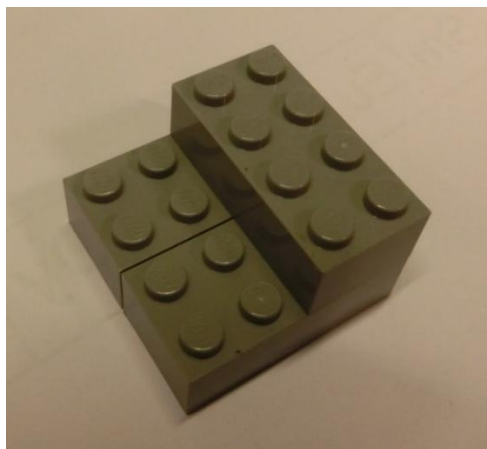


Abbildung 2 90-Grad-Drehung zwischen den Schichten.

### Namensschilder

Um die Verwendbarkeit des Modells zu erhöhen, sollte man eine Möglichkeit haben, die einzelnen Elemente zu identifizieren. In meinem Modell habe ich mich dafür entschieden, Etiketten auf eine „Kachel“ mit glatter Oberfläche zu kleben. Die Größe einer Kachel ist etwas größer als die Kästchen im Periodensystem der IUPAC ([https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC\\_Periodic\\_Table-01Dec18.pdf](https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.pdf)), das heruntergeladen und ausgedruckt werden kann. Es ist zu beachten, dass die Lanthaniden und Actiniden in der Tabelle schattiert sind, daher sollte man einen möglichst hellen Druck wählen, um die Schattierung zu minimieren.

Jedes Element-Etikett wird ausgeschnitten und auf die Kacheln geklebt. Es kann sinnvoll sein, zwei Sätze auszudrucken, da die Etiketten leicht verloren gehen können.

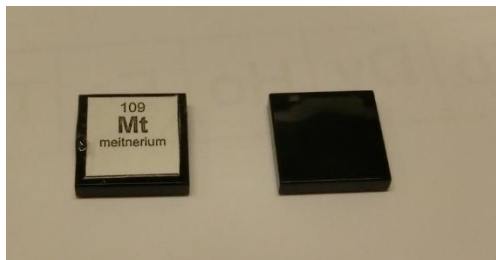


Abbildung 3 Kachel mit und ohne Namensschild.

**IUPAC Periodic Table of the Elements**

1 H hydrogen (1.008, 1.008)																	2 He helium 4.003
3 Li lithium (6.941, 6.941)	4 Be beryllium 9.012											5 B boron (10.811, 10.811)	6 C carbon (12.011, 12.011)	7 N nitrogen (14.007, 14.007)	8 O oxygen (15.999, 15.999)	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305, 24.305											13 Al aluminum 26.982	14 Si silicon (28.086, 28.086)	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur (32.06, 32.07)	17 Cl chlorine (35.45, 35.45)	18 Ar argon (39.95, 39.95)
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.88	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546	30 Zn zinc 65.38	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.96	35 Br bromine 79.904	36 Kr krypton 83.798
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium 98.906	44 Ru ruthenium 101.07	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.6	53 I iodine 126.905	54 Xe xenon 131.29
55 Cs cesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium (204.38, 204.38)	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium 209	85 At astatine 210	86 Rn radon 222
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganeson

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.967
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 1 December 2018.  
Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.








Abbildung 4 Periodensystem der IUPAC

## Grundplatte

Das System wird recht groß sein, gemessen an LEGO™ -Einheiten mindestens 72 Noppen, was bedeutet, dass Sie 2 graue Grundplatten (48 x 48, siehe Liste in Tabelle 1. LEGO™ verkauft 32 x 32 Grundplatten) verwenden müssen. Die Größe bietet viel Platz um das Modell herum auf den Platten. Man sollte planen, wo das Modell platziert werden soll, damit es so symmetrisch wie möglich ist. **Bei diesem Modell befindet sich der Startpunkt 12 Noppen nach innen und 4 Noppen nach unten von der oberen linken Ecke. Um den weiteren Aufbau zu erleichtern, kann man mit einem Bleistift skizzieren, wo die verschiedenen Elemente platziert werden sollen.**

## Elemente

In Modellen werden verschiedene Farben verwendet, um die Unterscheidung zwischen verschiedenen Elementen zu erleichtern und Elemente mit ähnlichen Eigenschaften darzustellen. Wir haben uns dafür entschieden, die Elemente auf diese Weise zu unterteilen und verschiedene Farben auszuwählen (siehe Tabelle 2). Dies ist nicht notwendig, aber ästhetisch ansprechender.

Da wir uns für einen Block von 2 eV entschieden haben, beträgt die maximale Höhe etwa 12 Schichten LEGO™ -Steine. Das bedeutet, dass das Modell insgesamt etwa 1250 Steine enthalten wird. Da wir uns für verschiedene Farben entschieden haben, bedeutet dies in der Regel, dass Sie nicht über die

erforderlichen LEGO-™ -Steine verfügen. Sie müssen diese Teile kaufen, was über LEGOs Pick-A-Brick auf deren Website möglich ist. Die empfohlenen Teile mit ID-Nummer und Farbe sind in Tabelle 1 aufgeführt.

*Tabelle „1 “ Übersicht über die LEGO-Teile, die für den Bau des Modells benötigt werden.*

LEGO™ Element-ID				Farbe
Stein	#	Platte	#	
4165967	78	4537936	20	Leuchtendes Gelbgrün
4625629	104	4655256	10	Mittleres Azurblau
300121	24	302021	8	Rot
4153827	32	4158355	20	Orange
4211201	58	4211186	8	Rotbraun
300124	64	302024	16	Gelb
4211385	66	4211395	24	Hellgrau
4211085	274	4211065	84	Dunkelgrau
4260493	74	4586057	23	Erdgrün
4106356	86	302028	14	Dunkelgrün
Grundplatte				
10701	2			Grau
Kachel zum Markieren				
306826	120			Schwarz

Bitte beachten Sie, dass jeder Block etwa 0,22 € und Fliesen etwa 0,15 € kosten. Die Gesamtkosten belaufen sich also auf etwa € 220.

Tabelle 2 zeigt, wie viele Schichten (bestehend aus zwei Teilen) für jedes Element benötigt werden. Die H- und Alkalimetalle sollten den Ausgangspunkt bilden und dann mit den anderen Elementen erweitert werden. **Wenn Sie alle Teile haben, dauert es etwa 4 Stunden, bis eine Person das Modell aufgebaut hat.**

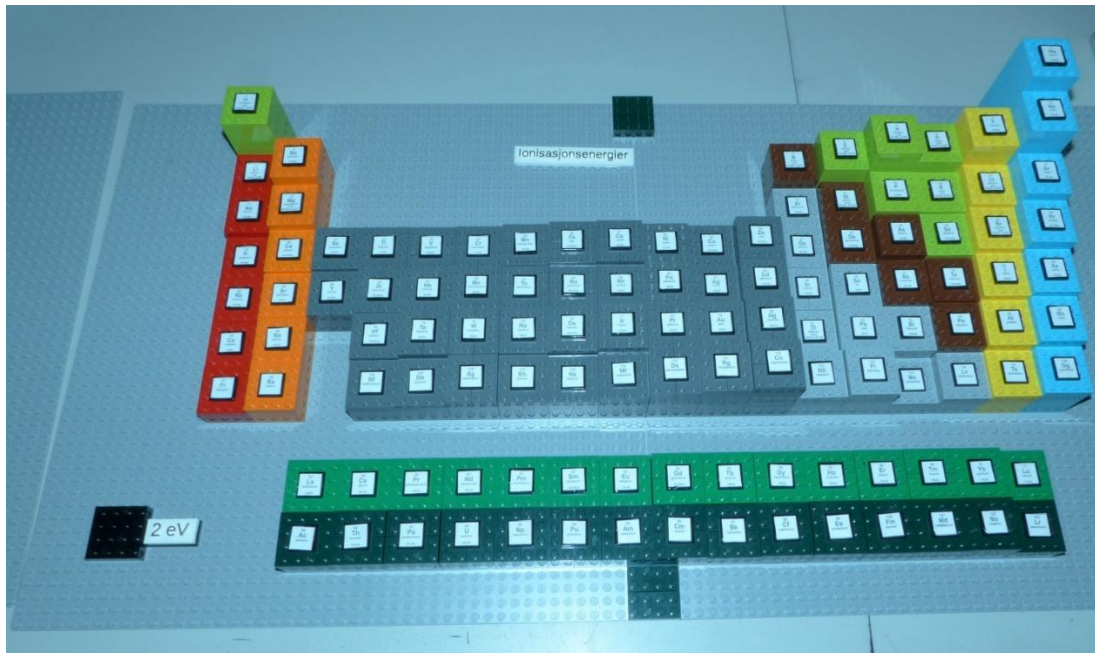


Abbildung 5 Komplettes System.

Das von uns entworfene System ist für den Einsatz in Schulen vorgesehen, weshalb wir in der unteren linken Ecke eine Waage angebracht haben. Alle Elemente sind abnehmbar und können neben anderen Elementen oder der „Waage“ platziert werden.

Tabelle 2 Farbcodierung der Elemente

		Farbe
1	Nichtmetalle	Hellgelbgrün
2	Edelgase	Mittleres Azurblau
3	Alkalimetalle	Rot
4	Erdalkalimetalle	Orange
5	Metalloide	Rotbraun
6	Halogene	Gelb
7	Post-Übergangsmetalle	Hellgrau
8	Übergangsmetalle	Dunkelgrau
9	Lanthaniden	Erdgrün
10	Actiniden	Dunkelgrün

### Hinweise zum Bauen

Die obige Beschreibung gilt für eine einzelne Person, die das Modell mit der Absicht baut, ein fertiges Modell im Unterricht zu zeigen und zu verwenden, wie es im ursprünglichen Entwurf vorgesehen ist.

Es ist jedoch auch möglich, den Bau des Modells als didaktischen Ansatz zu nutzen. In diesem Fall muss die Aufgabe entsprechend vorbereitet werden. Es ist möglich, den Lernenden jeweils eine Reihe zufälliger „Elemente“ zum Bauen zu geben und diese dann an ihren Platz zu setzen. Damit dies richtig funktioniert, sollte der Umriss des Periodensystems mit einem geeigneten Stift auf der Grundplatte markiert werden, sodass sowohl die Eigenschaften als auch die Position zu sehen sind. Alternativ kann

den Lernenden eine bestimmte Gruppe zugewiesen werden, beispielsweise Alkalimetalle oder Halogene, die auf einer vorab markierten Grundplatte platziert werden können.

### Haftungsausschluss

Ich bin kein ANGESTELLTER von LEGO™ und habe auch keine andere Verbindung zu diesem Unternehmen. Das Projekt wurde auch nicht von LEGO™ finanziert. LEGO™ ist eine eingetragene Marke und wird hier zur Veranschaulichung des Konzepts verwendet.

### Vielen Dank

An Linnea, die das Modell gebaut hat.

*Tabelle 3 Anzahl der Schichten der Elemente.*

Element	Stein	Platte	Farbe	Element	Stein	Platte	Farbe	Element	Stein	Platte	Farbe
H	6	2	1	Nb	3	1	8	Hg	5	1	8
Er	12	1	2	Mo	3	2	8	Tl	3		7
Li	2	2	3	Tc	3	2	8	Pb	3	2	7
Be	4	2	4	Ru	3	2	8	Bi	3	2	7
B	4		5	Rh	3	2	8	Po	4	1	5
C	5	2	1	Pd	4	1	8	Bei	4	2	6
N	7	2	1	Ag	3	2	8	Rn	5	1	2
O	6	2	1	CD	4	2	8	Fr	2		3
F	8	2	6	In	3		7	Ra	2	2	4
Ne	10	2	2	Sn	3	2	7	Ac	2	2	10
Na	2	2	3	Sb	4	1	5	Th	3		10
Mg	3	2	4	Te	4	2	5	Pa	3		10
Al	3		7	I	5	1	6	U	3		10
Si	4		5	Xe	6		2	Np	3		10
P	5	1	1	Cs	2		3	Pu	3		10
S	5	1	1	Ba	2	2	4	Am	3		10
Cl	6	1	6	La	2	2	9	cm	3		10
Ar	8		2	Ce	2	2	9	Bk	3		10
K	2		3	Pr	2	2	9	Cf	3		10
Ca	3		4	Nd	2	2	9	Es	3	1	10
Sc	3	1	8	Pm	2	2	9	Fm	3	1	10
Ti	3	1	8	Sm	2	2	9	Md	3	1	10
V	3	1	8	Eu	2	2	9	Nein	3	1	10
Cr	3	1	8	Gd	3		9	Lr	2	1	10
Mn	3	2	8	Tb	3		9	Rf	3		8
Fe	4		8	Dy	3		9	Db	3	1	8
Co	4		8	Ho	3		9	Sg	4		8
Ni	3	2	8	Er	3		9	Bh	3	2	8
Cu	3	2	8	Tm	3		9	Hs	3	2	8
Zn	4	2	8	Yb	3		9	Mt	4		8

Ga	<b>3</b>		7	Lu	<b>2</b>	<b>2</b>	9	Ds	5		8
Ge	<b>4</b>		5	Hf	<b>3</b>	<b>1</b>	8	Rg	5	1	8
As	<b>5</b>		5	Ta	<b>4</b>		8	Cn	6		8
Se	<b>5</b>		1	W	<b>4</b>		8	Nh	3	2	7
Br	<b>6</b>		6	Re	<b>4</b>		8	Fl	4	1	7
Kr	<b>7</b>		2	Os	<b>4</b>	<b>1</b>	8	Mc	2	2	7
Rb	<b>2</b>		3	Ir	<b>4</b>	<b>2</b>	8	Lv	3	1	7
Sr	<b>2</b>	<b>2</b>	4	Pt	<b>4</b>	<b>2</b>	8	Ts	3	2	6
Y	<b>3</b>		8	Au	<b>4</b>	<b>2</b>	8	Og	4	1	2
Zr	<b>3</b>	<b>1</b>	8								