

LEGO™-Modell des Periodensystems, Elektronegativität.

Das Periodensystem wird normalerweise als Tabelle oder Poster dargestellt und ist somit nur zweidimensional. Es ist jedoch durchaus möglich, die Eigenschaften der Elemente auch in der dritten Dimension zu veranschaulichen. In diesem Text wird beschrieben, wie mit LEGO-Steinen™ ein dreidimensionales Periodensystem aufgebaut werden kann, wobei die Höhe jedes Elements die Elektronegativität des Elements veranschaulicht. Das ist die Tendenz eines Atoms, gemeinsame Elektronen an sich zu binden.

Allgemeine Bauanleitung

Heute kennen wir 120 verschiedene Elemente und haben für 102 davon Werte für die Elektronegativität berechnet.

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 Fliesen (2x2). Ein Block wird zur Bezeichnung ganzer Einheiten verwendet (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.

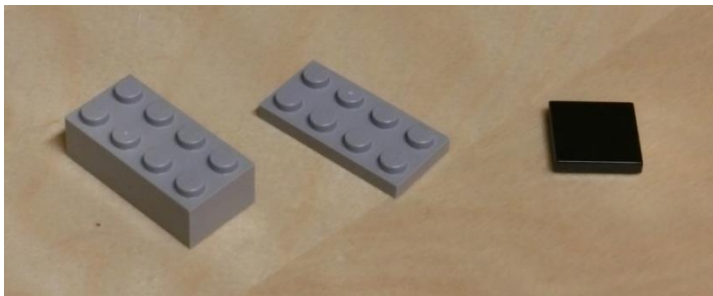


Abbildung 1 LEGO™ Block, Platte und Fliese

Beim Bauen mit LEGO-Steinen™ 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.

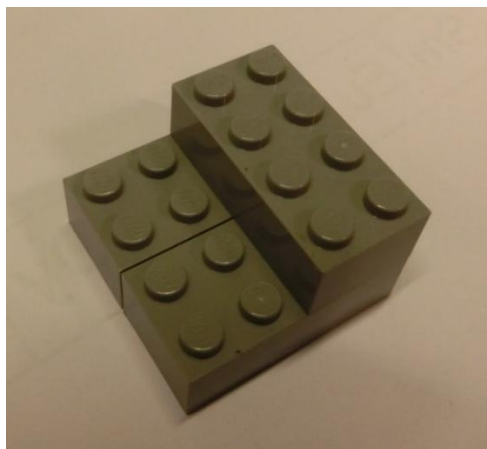


Abbildung 2 eine 90-Grad-Drehung zwischen den Schichten.

Namensschilder

Um die Benutzerfreundlichkeit 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), 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 Elementetikett wird ausgeschnitten und auf die Kacheln geklebt. Es kann sinnvoll sein, zwei Sätze auszudrucken, da die Etiketten leicht verloren gehen können.

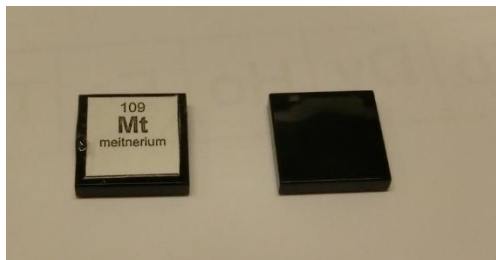



Abbildung 3 Kachel mit und ohne Namensschild.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H hydrogen (1.008, 1.008)																	2 He helium (4.003)																																																																				
3 Li lithium (6.94, 6.94)	4 Be beryllium (9.01)																	13 B boron (10.81, 10.81)	14 C carbon (12.01, 12.01)	15 N nitrogen (14.01, 14.01)	16 O oxygen (16.00, 16.00)	17 F fluorine (18.99, 18.99)	18 Ne neon (20.18)																																																														
11 Na sodium (22.99, 22.99)	12 Mg magnesium (24.30, 24.30)																	19 K potassium (39.10, 39.10)	20 Ca calcium (40.08, 40.08)	21 Sc scandium (44.96)	22 Ti titanium (47.88, 47.88)	23 V vanadium (50.94)	24 Cr chromium (51.99, 51.99)	25 Mn manganese (54.94, 54.94)	26 Fe iron (55.85, 55.85)	27 Co cobalt (58.93, 58.93)	28 Ni nickel (58.69, 58.69)	29 Cu copper (63.55, 63.55)	30 Zn zinc (65.38, 65.38)	31 Ga gallium (69.72, 69.72)	32 Ge germanium (72.64, 72.64)	33 As arsenic (74.92, 74.92)	34 Se selenium (78.96, 78.96)	35 Br bromine (79.90, 79.90)	36 Kr krypton (83.798)																																																		
37 Rb rubidium (85.47, 85.47)	38 Sr strontium (87.62, 87.62)	39 Y yttrium (88.91, 88.91)	40 Zr zirconium (91.22, 91.22)	41 Nb niobium (92.91, 92.91)	42 Mo molybdenum (95.94, 95.94)	43 Tc technetium (98.91)	44 Ru ruthenium (101.07, 101.07)	45 Rh rhodium (102.91, 102.91)	46 Pd palladium (106.37, 106.37)	47 Ag silver (107.87, 107.87)	48 Cd cadmium (112.41, 112.41)	49 In indium (114.82, 114.82)	50 Sn tin (118.71, 118.71)	51 Sb antimony (121.76, 121.76)	52 Te tellurium (127.60, 127.60)	53 I iodine (126.91, 126.91)	54 Xe xenon (131.29, 131.29)											87 Fr francium (223)	88 Ra radium (226)	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium (261)	105 Db dubnium (262)	106 Sg seaborgium (266)	107 Bh bohrium (264)	108 Hs hassium (277)	109 Mt meitnerium (268)	110 Ds darmstadtium (271)	111 Rg roentgenium (272)	112 Cn copernicium (285)	113 Nh nihonium (284)	114 Fl flerovium (289)	115 Mc moscovium (288)	116 Lv livermorium (293)	117 Ts tennessine (294)	118 Og oganeson (294)																																								
																																		57-71 lanthanoids																																																			
																																		72 Hf hafnium (178.49, 178.49)	73 Ta tantalum (180.95, 180.95)	74 W tungsten (183.84, 183.84)	75 Re rhenium (186.21, 186.21)	76 Os osmium (190.23, 190.23)	77 Ir iridium (192.22, 192.22)	78 Pt platinum (195.08, 195.08)	79 Au gold (196.97, 196.97)	80 Hg mercury (200.59, 200.59)	81 Tl thallium (204.38, 204.38)	82 Pb lead (207.2, 207.2)	83 Bi bismuth (208.98, 208.98)	84 Po polonium (209)	85 At astatine (210)	86 Rn radon (222)																			201 P polonium (209)	202 At astatine (210)	203 Bi bismuth (208.98, 208.98)	204 Po polonium (209)	205 Ac actinium (227)	206 Th thorium (232.04, 232.04)	207 Pa protactinium (231)	208 U uranium (238.03, 238.03)	209 Np neptunium (237)	210 Pu plutonium (244)	211 Am americium (243)	212 Cm curium (247)	213 Bk berkelium (247)	214 Cf californium (251)	215 Es einsteinium (252)	216 Fm fermium (257)	217 Md mendelevium (258)	218 No nobelium (259)	219 Lr lawrencium (262)



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

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



Abbildung4 Periodensystem der IUPAC

Grundplatte

Das gebaute System wird ziemlich groß sein, gemessen in 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. **In diesem Modell befindet sich der Startpunkt 12 Noppen innen und 4 Noppen unterhalb 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.

Das Modell wird insgesamt etwa 1250 Teile umfassen. Da wir uns für verschiedene Farben entschieden haben, bedeutet dies in der Regel, dass Sie die erforderlichen LEGO-™ -Teile nicht haben. Sie müssen

diese Teile kaufen, was über LEGOs Pick-A-Brick auf deren Website möglich ist. Die empfohlenen Teile mit ID-Nummer und Farben sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle1 Übersicht über die LEGO-Teile, die für den Bau des Modells benötigt werden.

LEGO™ Element-ID				Farbe
Stein	#	Platte	#	
4165967	70	4537936	8	Leuchtendes Gelbgrün
4625629	42	4655256	4	Mittleres Azurblau
300121	12	302021	16	Rot
4153827	20	4158355	14	Orange
4211201	46	4211186	6	Rotbraun
300124	54	302024	10	Gelb
4211385	54	4211395	10	Hellgrau
4211085	188	4211065	54	Dunkelgrau
4260493	60	4586057	16	Erdgrün
4106356	58	302028	28	Dunkelgrün
Grundplatte				
10701	2			Grau
Kachel zum Markieren				
306826	102			Schwarz

Bitte beachten Sie, dass jeder Block etwa 0,22 € und Fliesen etwa 0,15 € kosten. Die Gesamtkosten belaufen sich also auf etwa € 200.

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 gebaut hat.**

Die Anordnung der Elemente kann im Prinzip frei nach dem Periodensystem erfolgen, aber ich empfehle, mit Wasserstoff 8 bis 12 Noppen vom linken Rand und 4 Noppen vom oberen Rand entfernt zu beginnen. Auf diese Weise können Sie die Lanthaniden und Actiniden unter Hf platzieren.

Das von uns entwickelte System ist für den Einsatz in der Schule gedacht, daher haben wir in der unteren linken Ecke eine Skala angebracht. Alle Elemente sind abnehmbar und können neben anderen Elementen oder der „Skala“ 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 Mitarbeiter 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.

Dank

An Linnea, die das Modell gebaut hat.

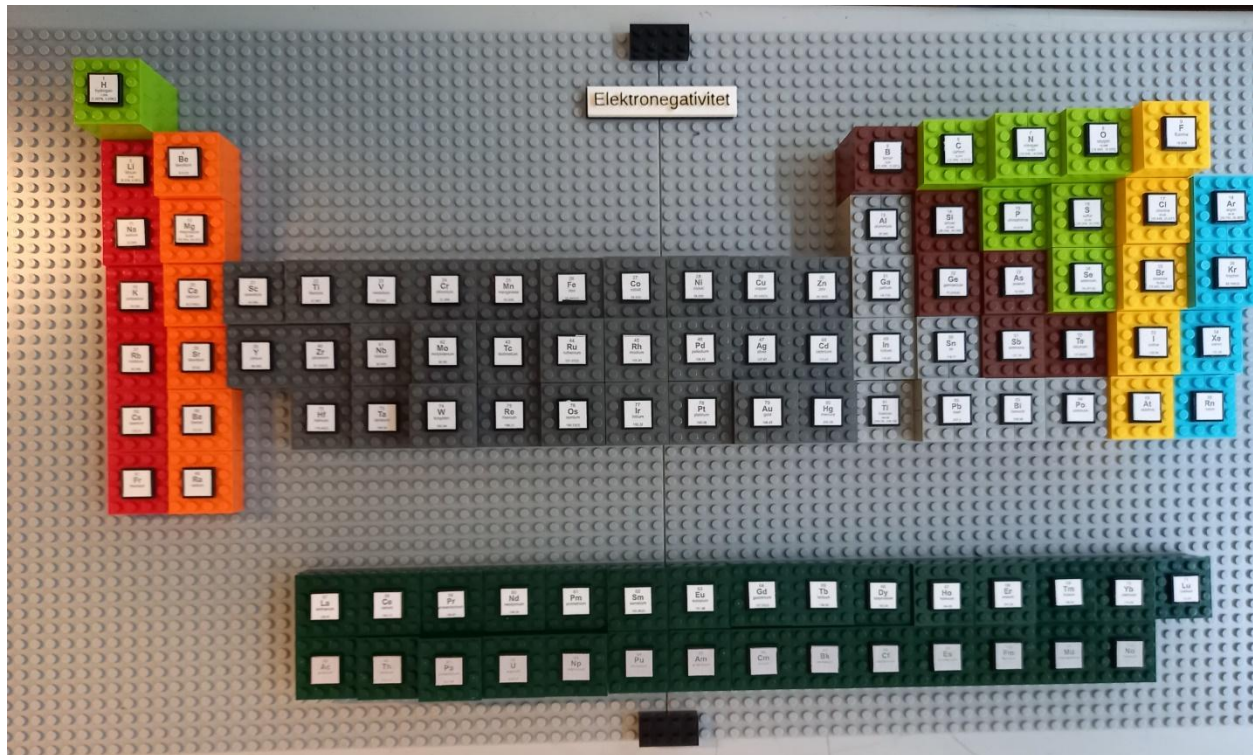


Abbildung 4 Das fertige Modell.

Tabelle 3 Anzahl der Schichten der Elemente nach Ordnungszahl.

Z	Symbol	Farbe	Steine	Platte
1	H	1	4	1
2	He	2	0	0
3	Li	3	1	2
4	Be	4	3	0
5	B	5	4	0
6	C	1	5	0
7	N	1	6	0
8	O	1	6	2
9	F	6	7	2
10	Ne	2	0	0
11	Na	3	1	2
12	Mg	4	2	1

13	Al	7	3	0
14	Si	5	3	2
15	P	1	4	1
16	S	1	5	0
17	Cl	6	6	0
18	Ar	2	6	1
19	K	3	1	1
20	Ca	4	2	0
21	Sc	8	2	2
22	Ti	8	3	0
23	V	8	3	0
24	Cr	8	3	0
25	Mn	8	3	0
26	Fe	8	3	1
27	Co	8	3	2
28	Ni	8	3	2
29	Cu	8	3	2
30	Zn	8	3	0
31	Ga	7	3	1
32	Ge	5	4	0
33	As	5	4	1
34	Se	1	5	0
35	Br	6	5	2
36	Kr	2	6	0
37	Rb	3	1	1
38	Sr	4	1	2
39	Y	8	2	1
40	Zr	8	2	1
41	Nb	8	3	0

42	Mo	8	4	0
43	Tc	8	3	2
44	Ru	8	4	1
45	Rh	8	4	1
46	Pd	8	4	1
47	Ag	8	3	2
48	Cd	8	3	1
49	In	7	3	1
50	Sn	7	3	2
51	Sb	5	4	0
52	Te	5	4	0
53	I	6	5	0
54	Xe	2	5	0
55	Cs	3	1	1
56	Ba	4	1	2
57	La	9	2	0
58	Ce	9	2	0
59	Pr	9	2	0
60	Nd	9	2	0
61	Pm	9	2	0
62	Sm	9	2	1
63	Eu	9	2	1
64	Gd	9	2	1
65	Tb	9	2	0
66	Dy	9	2	1
67	Ho	9	2	1
68	Er	9	2	1
69	Tm	9	2	1
70	Yb	9	2	0

71	Lu	9	2	1
72	Hf	8	2	1
73	Ta	8	3	0
74	W	8	4	2
75	Re	8	3	2
76	Os	8	4	1
77	Ir	8	4	1
78	Pt	8	4	1
79	Au	8	5	0
80	Hg	8	4	0
81	Tl	7	3	0
82	Pb	7	4	1
83	Bi	7	4	0
84	Po	7	4	0
85	Bei	6	4	1
86	Rn	2	4	1
87	Fr	3	1	1
88	Ra	4	1	2
89	Ac	10	2	0
90	Th	10	2	1
91	Pa	10	3	0
92	U	10	2	2
93	Np	10	2	2
94	Pu	10	2	1
95	Am	10	2	1
96	cm	10	2	1
97	Bk	10	2	1
98	Cf	10	2	1
99	Es	10	2	1

100	Fm	10	2	1
101	Md	10	2	1
102	Nein	10	2	1

Tabelle 4 Anzahl der Schichten der Elemente nach Gruppe.

Gruppe	Z	Symbol	Farbe	Steine	Platte
1	1	H	1	4	1
	3	Li	3	1	2
	11	Na	3	1	2
	19	K	3	1	1
	37	Rb	3	1	1
	55	Cs	3	1	1
	87	Fr	3	1	1
2	4	Sei	4	3	0
	12	Mg	4	2	1
	20	Ca	4	2	0
	38	Sr	4	1	2
	56	Ba	4	1	2
	88	Ra	4	1	2
3	21	Sc	8	2	2
	39	Y	8	2	1
4	22	Ti	8	3	0
	40	Zr	8	2	1
	72	Hf	8	2	1
5	23	V	8	3	0
	41	Nb	8	3	0
	73	Ta	8	3	0
6	24	Cr	8	3	0
	42	Mo	8	4	0
	74	W	8	4	2
7	25	Mn	8	3	0
	43	Tc	8	3	2
	75	Re	8	3	2
8	26	Fe	8	3	1
	44	Ru	8	4	1
	76	Os	8	4	1
9	27	Co	8	3	2
	45	Rh	8	4	1
	77	Ir	8	4	1
10	28	Ni	8	3	2

	46	Pd	8	4	1
	78	Pt	8	4	1
11	29	Cu	8	3	2
	47	Ag	8	3	2
	79	Au	8	5	0
12	30	Zn	8	3	0
	48	Cd	8	3	1
	80	Hg	8	4	0
13	5	B	5	4	0
	13	Al	7	3	0
	31	Ga	7	3	1
	49	In	7	3	1
	81	Tl	7	3	0
14	6	C	1	5	0
	14	Si	5	3	2
	32	Ge	5	4	0
	50	Sn	7	3	2
	82	Pb	7	4	1
15	7	N	1	6	0
	15	P	1	4	1
	33	Als	5	4	4
	51	Sb	5	4	0
	83	Bi	7	4	0
16	8	O	1	6	2
	16	S	1	5	0
	34	Se	1	5	0
	52	Te	5	4	0
	84	Po	7	4	0
17	9	F	6	7	2
	17	Cl	6	6	0
	35	Br	6	5	2
	53	I	6	5	0
	85	Bei	6	4	1
18	10	Ne	2	0	0
	18	Ar	2	6	1
	36	Kr	2	6	0
	54	Xe	2	5	0
	86	Rn	2	4	1
	57	La	9	2	0
	58	Ce	9	2	0

	59	Pr	9	2	0
	60	Nd	9	2	0
	61	Pm	9	2	0
	62	Sm	9	2	1
	63	Eu	9	2	1
	64	Gd	9	2	1
	65	Tb	9	2	0
	66	Dy	9	2	1
	67	Ho	9	2	1
	68	Er	9	2	1
	69	Tm	9	2	1
	70	Yb	9	2	0
	71	Lu	9	2	1
	89	Ac	10	2	0
	90	Th	10	2	1
	91	Pa	10	3	0
	92	U	10	2	2
	93	Np	10	2	2
	94	Pu	10	2	1
	95	Am	10	2	1
	96	Cm	10	2	1
	97	Bk	10	2	1
	98	Cf	10	2	1
	99	Es	10	2	1
	100	Fm	10	2	1
	101	Md	10	2	1
	102	Nein	10	2	1