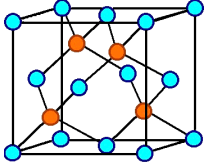
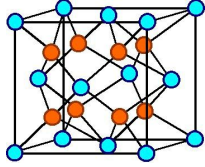
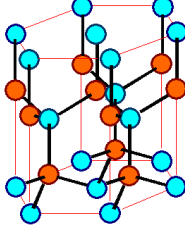


### 3.2.2 Kristallgalerie

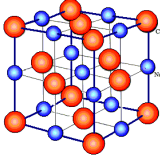
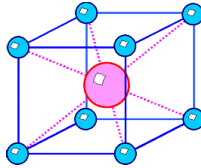
#### Einfache Kristalle

Schauen wir uns mal ein paar Kristallbildchen an – nur um ein Gefühl dafür zu bekommen, was man mit einem Gitter und einer Basis so alles anfangen kann.

- Erst mal wichtige Strukturen für die *Elektrotechnik*. Die Striche sind Hilfslinien. Sie illustrieren zwei völlig verschiedene Dinge: 1. das Bravaisgitter (z. B. die "Würfel"), 2. die kovalenten Bindungen.

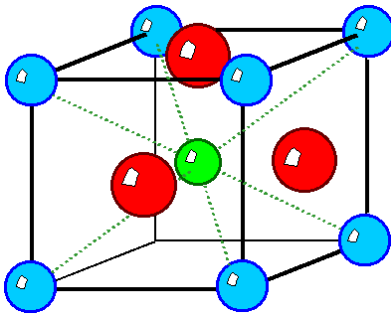
		
<b>Zinkblende-Struktur</b> (wegen <b>ZnS</b> ), auch <b>Sphalerit</b> genannt; bei nur einer Atomsorte: <b>Diamantstruktur</b>	<b>Calciumfluoridstruktur</b> ( <b>CaF<sub>2</sub></b> ); auch Zirkonoxid-Struktur genannt	<b>Wurtzit-Struktur</b>
<b>C<sub>dia</sub>, Si, Ge, GaAs, InP, GaP, ...</b> Fast alle wichtigen Halbleiter	Wichtige Sensoren (z. B. <b>Lambda-Sonde</b> )	<b>GaN</b> (auch <b>SiC</b> ) GaN ist Schlüsselmaterial für die <b>Optoelektronik</b>

Hier sind die einfachsten Ionenkristalle:

	
<b>NaCl-Struktur</b> <b>KCl, AgBr, KBr, PbS, ...</b> oder <b>MgO, FeO, ...</b>	<b>CsCl-Struktur</b> <b>TlJ, ...</b> , oder <b>AlNi, CuZn</b>

- Wer glaubt, dass die **CsCl-Struktur** entsteht, indem man Atome auf ein **bcc-Gitter** setzt, hat etwas gründlich mißverstanden!

**Perowskite** gewinnen immer mehr an technischer Bedeutung. Es sind immer *drei* verschiedene Atome beteiligt, und der przipielle Aufbau ist sehr einfach:


Typischer Vertreter: <b>BaTiO<sub>3</sub></b> [ <b>Ba</b> bei (0,0,0), <b>O</b> bei (1/2, 1/2, 0) und <b>Ti</b> im Zentrum bei (1/2, 1/2, 1/2)] oder <b>CaTiO<sub>3</sub></b> ; aber auch <b>YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub></b> .

- Bei der etwas merkwürdigen Substanz **YBaCuO<sub>7</sub>** sollte jetzt vielleicht leise ein Glöckchen im Hirn zu klingeln anfangen.

#### Kompliziertere Kristalle

Schon die einfachsten natürlichen Mineralien haben in der Regel komplizierte Kristallstrukturen.

Das ergibt sich meist schlicht aus der Tatsache, dass **3,4,5,...** viele Atomsorten beteiligt sind. Aber schon mit nur zwei Atomsorten kann's trickreich werden:

<p>Halbe Elementarzelle von <b>Korund</b> = schlichtes Aluminiumoxid (<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>)</p>	<p><b>Opal</b> im Rasterelektronenmikroskop</p>
<p>Verwendet für Schmirgelpapier oder, falls einkristallin, als Substrat für Optoelektronik, kratzfestes "Glas" für teure Uhren; mit etwas <b>Cr</b> oder <b>Ti</b> verunreinigt als Schmuckstein (Rubin bzw. Saphir).</p>	<p>Dichte Kugelpackung (<b>fcc</b>) von kleinen amorphen <b>SiO<sub>2</sub></b>-Kügelchen (= Quarzglas). Sehr merkwürdig!</p>
<p><b>Spinelle</b> = die Welt der Mineralien. Grundformel: <b>A<sub>8</sub> B<sub>16</sub> O<sub>32</sub></b></p>	<p>Spinnell: <math>\text{Mg}^{2+}(\text{Al}^{3+})_2(\text{O}^{2-})_4</math>, Magnetit: <math>\text{Fe}^{3+}(\text{Fe}^{2+} \text{Fe}^{3+})(\text{O}^{2-})_4</math></p>

Wenn wir jetzt noch die Biologie bemühen, wird's richtig kompliziert. Wer überdies noch den [Link](#) betätigt, lernt sogar noch was über Kristalle in **6** (!) Dimensionen.

<p>Relativ simples Protein als Basis; Anordnung in einem Kristall.</p>	<p>Ein komplexes Protein als Basis. Die "Bänder" symbolisieren <b>C-Ketten</b> mit Nebengruppen</p>
<p>Realer Proteinkristall mit komplexer Basis</p>	

Jetzt müsste sich eine Frage aufdrängen: Woher weiß man eigentlich, dass das komplexe Protein oben rechts räumlich so aufgebaut ist wie gezeichnet? Oder ganz allgemein: dass alle hier gezeigten Strukturen so sind wie gezeichnet?

- Antwort: Aus der **Strukturanalyse** von Kristallen mit Hilfe der **Röntgenstrukturanalyse** (man kann auch Elektronenstrahlen oder Neutronenstrahlen nehmen). Um die räumliche Struktur eines Proteins aufzuklären (die seine Funktion bestimmt), muss man
  1. das Molekül dazu bringen zu kristallisieren (schwierig, mühsam und nicht immer möglich);
  2. die Struktur durch Röntgenbeugung bestimmen (nur mit Großrechner und sehr viel Theorie machbar).
- Das paradigmatische Beispiel ist: [Bestimmung der DNA-Struktur](#) durch Watson, Crick und Franklin; Anfang der **1950er** Jahre

[Fragebogen](#)

**Schnelle Fragen zu 3.2**