

# Was ist Chemie und warum sollte man darüber etwas wissen?



## In diesem Kapitel

- ▶ Die Wissenschaft von der Chemie definieren
- ▶ Einen Überblick über Bereiche der Chemie erhalten
- ▶ Überall ist Chemie

---

**W**enn Sie einen Kurs in Chemie belegen, kann es sein, dass Sie dieses Kapitel auslassen und direkt zu dem Bereich springen wollen, mit dem Sie Schwierigkeiten haben. Aber, wenn Sie dieses Buch gekauft haben, um zu entscheiden, ob Sie einen Kurs in Chemie belegen oder ob es Spaß macht, etwas Neues zu entdecken, möchte ich Sie ermutigen, dieses Kapitel zu lesen. Ich setze die Stufe für den Rest des Buches hier dadurch, dass ich Ihnen zeige, was Chemie ist, was Chemiker tun, und warum Sie an Chemie wirklich interessiert sein sollten.

Mir macht Chemie richtig Spaß. Sie ist viel mehr als eine einfache Sammlung von Fakten und ein Gebilde von Wissen. Ich denke, es ist faszinierend zu beobachten, wie chemische Veränderungen stattfinden, Unbekanntes herauszufinden, Instrumente zu benutzen, die Sinne zu erweitern und Voraussagen zu machen und zu begreifen, warum sie richtig oder falsch sind. Alles fängt hier mit den Grundlagen an – herzlich willkommen in der faszinierenden Welt der Chemie.

## Was ist genau Chemie?

Einfach ausgedrückt, behandelt dieser ganze Zweig der Wissenschaft alles über Materie, die irgendetwas ist, das Masse hat und Platz einnimmt. Chemie ist die Studie über die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Materie und die Veränderungen, denen sie ausgesetzt ist.

Chemie kommt hauptsächlich dort ins Spiel, wo Veränderungen stattfinden. Materie besteht entweder aus reinen Substanzen oder aus Mischungen davon. Die Veränderung von einer Substanz in eine andere nennen die Chemiker *chemische Änderung* oder *chemische Reaktion*. Wenn diese stattfindet, ist das ein Höhepunkt im Leben des Chemikers, denn es entsteht etwas gänzlich Neues (siehe Kapitel 2 zu den Details hierzu).

## Zweige der Chemie

Chemie ist so umfassend, dass sie anfänglich in verschiedene Spezialbereiche unterteilt wurde. Heute jedoch gibt es ein hohes Maß an Überlappung zwischen den verschiedenen Bereichen

der Chemie, genau wie bei den verschiedenen Wissenschaften. Hier sind die traditionellen Bereiche der Chemie:

- ✓ **Analytische Chemie:** Dieser Zweig befasst sich mit der Analyse von Substanzen. Es kann sein, dass Chemiker aus diesem Bereich versuchen herauszufinden, welche Substanzen in einer Mischung (qualitative Analyse) sind oder wie viel von einer besonderen Substanz darin enthalten ist (quantitative Analyse). In der analytischen Chemie finden wir eine große Menge verschiedenster Laborinstrumente.
- ✓ **Biochemie:** Dieser Zweig spezialisiert sich auf lebende Organismen. Biochemiker studieren die chemischen Reaktionen, die auf dem molekularen Niveau eines Organismus stattfinden – der Ebene, in der die Dinge mit bloßem Auge nicht mehr wahrgenommen werden können. Biochemiker studieren Prozesse wie Verdauung, Stoffwechsel, Vermehrung, Atmung usw. Manchmal ist es schwierig, zwischen einem Biochemiker und einem molekularen Biologen zu unterscheiden, weil sie beide Systeme auf einer mikroskopischen Ebene studieren. Jedoch konzentriert sich ein Biochemiker wirklich mehr auf die Reaktionen, die auftreten.
- ✓ **Biotechnik:** Dies ist ein relativ neuer Bereich der chemischen Wissenschaft. Es ist die Anwendung von Biochemie und Biologie, wenn es darum geht, genetisches Material oder Organismen für bestimmte Zwecke zu schaffen oder zu modifizieren. Es wird in solchen Bereichen wie dem Klonen oder der Schaffung von krankheitsresistenten Ernten verwendet, und sie hat die potenziellen Möglichkeiten, genetische Krankheiten zukünftig zu eliminieren.
- ✓ **Anorganische Chemie:** Dieser Zweig befasst sich mit dem Studium anorganischer Verbindungen wie den Salzen. Er schließt das Studium über die Struktur und die Eigenschaften dieser Verbindungen ein. Dazu gehört auch das Studium der einzelnen Elemente der Verbindungen. Anorganische Chemiker würden wahrscheinlich sagen, es handele sich um das Studium aller Verbindungen ohne den Kohlenstoff. Diesen überlassen sie den organischen Chemikern.

Was sind nun Verbindungen und Elemente? Sie sind die Anatomie der Materie. Materie besteht entweder aus reinen Substanzen oder Mischungen aus reinen Substanzen. Substanzen selbst bestehen entweder aus Elementen oder Verbindungen daraus. (Kapitel 2 gliedert die Anatomie der Materie. Und wie bei allen Dingen der Zergliederung ist es am besten, vorbereitet zu sein – mit einer Nasenklammer und leerem Magen.)

- ✓ **Organische Chemie:** Diese ist das Studium des Kohlenstoffs und seiner Verbindungen. Es ist wahrscheinlich der organisierteste Bereich der Chemie – aus gutem Grund. Es gibt Millionen organische Verbindungen und Tausende, die jedes Jahr neu entdeckt oder geschaffen werden. Industrien wie die Kunststoffindustrie, die Ölindustrie und die Pharmaindustrie verlassen sich auf organische Chemiker.
- ✓ **Physikalische Chemie:** Dieser Zweig analysiert, wie und warum sich ein chemisches System so verhält, wie es das tut. Physikalische Chemiker studieren die physikalischen Eigenschaften und das physikalische Verhalten der Materie und versuchen, Modelle und Theorien zu entwickeln, die dieses Verhalten beschreiben.

### ***Was ist Wissenschaft?***

Wissenschaft ist viel mehr als eine Sammlung von Fakten, Zahlen, Kurven und Schreibfächern. Wissenschaft ist eine Methode, das physische Universum zu prüfen. Es ist eine spezielle Art, Fragen zu stellen und zu beantworten. Wissenschaft wird am besten durch die Persönlichkeit der Wissenschaftler selbst beschrieben: Sie sind skeptisch – sie müssen ja in der Lage sein, Phänomene zu prüfen. Und sie halten die Ergebnisse ihrer Experimente vorläufig fest und warten darauf, dass ein anderer Wissenschaftler sie widerlegt. Was nicht getestet werden kann, ist keine Wissenschaft. Wissenschaftler wundern sich, wollen das »Warum« herausfinden, und sie experimentieren – sie sind in dieser Beziehung wie kleine Kinder. Vielleicht ist dies eine gute Definition von Wissenschaftlern – sie sind Erwachsene, die die Wunder der Natur und den Wunsch zu lernen nie aus den Augen verloren haben.

### ***Makroskopische und mikroskopische Perspektive***

Die meisten Chemiker, die ich kenne, arbeiten wie selbstverständlich in zwei Welten. Die eine ist die makroskopische Welt, die Sie und ich wahrnehmen, fühlen und berühren. Dies ist die Welt der fleckigen Laborkittel und Dinge wie Natriumchlorid abzuwiegen, um Dinge wie Wasserstoffgas zu schaffen. Dies ist die Welt der Versuche oder das, was einige Nichtwissenschaftler die »wirkliche Welt« nennen.

Aber Chemiker arbeiten auch in der mikroskopischen Welt, die Sie und ich nicht direkt sehen, fühlen oder berühren können. Hier arbeiten Chemiker mit Theorien und Modellen. Sie können das Volumen und den Druck eines Gases in der makroskopischen Welt messen, aber sie müssen die Messungen geistig in die mikroskopische Welt übersetzen, wie klein die Gaspartikel auch sind.

Wissenschaftler sind oft daran gewöhnt, zwischen diesen beiden Welten vor und zurück zu schalten, ohne dass sie dies real bemerken. Ein Auftreten oder eine Beobachtung in der makroskopischen Welt generiert eine auf die mikroskopische Welt bezogene Idee und umgekehrt. Sie könnten meinen, dass dieser Fluss von Ideen zunächst etwas irritiert. Aber, sobald Sie die Chemie kennen lernen, stellen Sie fest, dass so etwas zur zweiten Natur wird.

### ***Reine und angewandte Chemie***

In der reinen Chemie sind Chemiker frei, das zu tun, wofür sich die Forschung auch immer interessiert – oder, welchen Forschungsauftrag auch immer sie bekommen. Es gibt hier keine wirkliche Erwartung praktischer Anwendung. Der Forscher will einfach »wissen um des Wissens willen«. Diese Art von Forschung (oft auch Grundlagenforschung genannt) wird am häufigsten an Schulen und Universitäten durchgeführt. Der Chemiker setzt Studenten und Graduierte für die Forschung ein. Diese Arbeit ist Teil der beruflichen Ausbildung des Studenten. Der Forscher gibt seine Ergebnisse in professionellen Zeitschriften heraus, damit andere Chemiker diese prüfen und ggf. widerlegen können. Geld ist fast immer ein Problem, weil das Experimentieren, die Chemikalien und die Ausrüstung ziemlich teuer sind.

In angewandter Chemie arbeiten Chemiker normalerweise für private Unternehmen. Ihre Forschung ist auf ein sehr bestimmtes, vom Unternehmen gesetztes kurzfristiges Ziel gerichtet – Produktverbesserung oder die Entwicklung einer krankheitsresistenten Maissorte zum Beispiel. Normalerweise ist bei angewandter Chemie mehr Geld für Ausrüstung und Instrumente verfügbar, aber es gibt auch hier den Druck, den Zielen des Unternehmens zu dienen.

Diese beiden Arten der Chemie, rein und angewandt, besitzen dieselben grundsätzlichen Unterschiede wie Wissenschaft und Technik. In der Wissenschaft ist das Ziel einfach der Erwerb des Wissens. Dort muss es scheinbar keine praktische Anwendung geben. Wissenschaft ist einfach Wissen um des Wissens willen. Technik ist die Anwendung der Wissenschaft in Richtung eines sehr bestimmten Ziels.

Es gibt einen Platz in unserer Gesellschaft für Wissenschaft und Technik – ebenso für die zwei Arten der Chemie. Der reine Chemiker generiert Daten und Information, die dann vom »angewandten« Chemiker genutzt werden. Beide Arten von Chemikern haben ihre eigenen Stärken, Probleme und auch den Druck. Tatsächlich werden viele Universitäten wegen der geringeren Forschungsmittel immer mehr in das Entwickeln von gewinnträchtigen Patenten involviert und für Technologietransfers in den privaten Sektor bezahlt.

### *Was macht nun der Chemiker den lieben langen Tag?*

Sie können die Aktivitäten eines Chemikers in diese größeren Kategorien einteilen:

- ✓ **Chemiker analysieren Substanzen.** Sie stellen fest, was und wie viel davon in einer Substanz ist. Sie analysieren Festkörper, Flüssigkeiten und Gase. Es kann sein, dass sie versuchen, die aktive Zusammensetzung in einer in der Natur gefundenen Substanz zu finden, oder es kann sein, dass sie Wasser analysieren, um zu sehen, wie viel Blei darin ist.
- ✓ **Chemiker schaffen oder synthetisieren neue Substanzen.** Es kann sein, dass sie versuchen, die synthetische Version einer Substanz zu schaffen, die man in der Natur gefunden hat. Oder sie können eine ganz neue und einzigartige Verbindung schaffen. Es kann sein, dass sie versuchen, einen Weg zu finden, Insulin zu synthetisieren. Sie können einen neuen Kunststoff, eine Tablette oder eine Farbe schaffen. Oder es kann sein, dass sie versuchen, einen neueren, effizienteren Verfahrensprozess zu finden, um diesen für die Herstellung eines bestehenden Produkts zu verwenden.
- ✓ **Chemiker schaffen Modelle und testen die Vorhersagekraft von Theorien.** Dieser Bereich der Chemie wird als *theoretische Chemie* bezeichnet. Chemiker, die in diesem Zweig der Chemie arbeiten, benutzen Computer, um chemische Systeme zu modellieren. Ihre Welt ist die der Mathematik und der Computer. Manche dieser Chemiker besitzen nicht einmal einen Laborkittel.
- ✓ **Chemiker messen die physikalischen Eigenschaften von Substanzen.** Sie messen die Schmelz- und Siedepunkte neuer Verbindungen. Sie können die Stärke eines neuen Polymerstrangs messen oder die Oktanzahl es Benzins bestimmen.

### **Die wissenschaftliche Methode**

Wissenschaftliche Methodik wird normalerweise als die Art beschrieben, wie Wissenschaftler vorgehen, die Welt um sie herum zu prüfen. Tatsächlich gibt es keine wissenschaftliche Methode, die ausnahmslos angewendet wird, aber die, die ich hier behandle, beschreibt die meisten kritischen Schritte, die Wissenschaftler früher oder später hinter sich bringen müssen.

Wissenschaftler machen Beobachtungen und beachten Fakten, die irgendetwas im Universum betreffen. Die Beobachtungen können eine Frage oder ein Problem hervorbringen, das der Forscher dann lösen will. Er oder sie kommt zu einer Hypothese, einer versuchsweisen Erklärung, die mit den Beobachtungen übereinstimmt. Der Forscher entwirft dann Experimente, um die Hypothese zu testen. Dieser Versuch generiert Beobachtungen oder Fakten, die verwendet werden können, um dann eine andere Hypothese zu generieren oder die vorhandene zu modifizieren. Dann werden weitere Versuche angestellt und die Schleife setzt sich weiter fort.

In der seriösen Wissenschaft endet diese Schleife nie. Wie Wissenschaftler in ihren wissenschaftlichen Fähigkeiten fortgeschrittener werden und immer bessere Instrumente bauen, werden ihre Hypothesen immer wieder geprüft. Aber ein paar Dinge können sich aus dieser Schleife ergeben. Zuerst könnte ein Gesetz gefunden werden. Ein Gesetz ist eine Verallgemeinerung dessen, was im untersuchten wissenschaftlichen System geschieht. Und wie die Gesetze, die für das juristische System geschaffen wurden, müssen wissenschaftliche Gesetze manchmal auf der Grundlage von neuen Fakten modifiziert werden. Eine Theorie oder ein Modell kann auch als Theorie vorgeschlagen werden. Eine Theorie oder ein Modell versucht, zu erklären, warum etwas geschieht. Es ist ähnlich wie eine Hypothese, jedoch von weit höherer Evidenz. Die Macht der Theorie oder des Modells ist Vorhersage. Wenn der Wissenschaftler das Modell dazu verwenden kann, ein gutes Verständnis des Systems zu erzielen, dann kann er, basierend auf dem Modell, Voraussagen machen und sie dann mit weiteren Experimenten überprüfen. Die Beobachtungen im Rahmen dieser Experimente können wieder dazu verwendet werden, die Theorie oder das Modell zu verfeinern oder zu modifizieren, und starten auf diese Art eine weitere wissenschaftliche Schleife. Wann das endet? – Niemals.

### **Und wo arbeiten Chemiker tatsächlich?**

Es kann sein, dass Sie denken, dass man alle Chemiker tief in einem muffigen Labor findet, wo sie für irgendeine große Chemiegesellschaft arbeiten. Chemiker haben jedoch eine Vielzahl von Aufgaben in einer großen Vielfalt von Arbeitsstellen:

- ✓ **Chemiker in der Qualitätskontrolle:** Diese Chemiker analysieren Rohstoffe, Zwischenprodukte und Endprodukte, damit man sich vergewissern kann, dass deren Reinheit in den vorgeschriebenen Rahmen fällt. Sie bieten auch technische Unterstützung für den Kunden oder analysieren zurückgegebene Produkte. Viele dieser Chemiker lösen oft Probleme bereits innerhalb des Herstellungsprozesses.

- ✓ **Industriechemiker:** Chemiker in diesem Beruf führen eine große Zahl physikalischer und chemischer Tests durch. Sie können neue Produkte entwickeln, aber auch vorhandene Produkte verbessern. Es kann sein, dass sie mit besonderen Kunden arbeiten, um Produkte zu spezifizieren, die einen bestimmten Bedarf decken. Ferner liefern sie technischen Kundensupport.
- ✓ **Vertriebschemiker:** Chemiker können als Vertreter für Gesellschaften arbeiten, die Chemikalien oder Pharmaka verkaufen. Sie können ihre Kunden besuchen und sie über neu entwickelte Produkte informieren. Oft helfen sie auch ihren Kunden, Probleme zu lösen.
- ✓ **Gerichtschemiker (Forensischer Chemiker):** Diese Chemiker analysieren Proben von Tatorten von Verbrechen oder prüfen das Vorhandensein von Medikamenten (z.B. im Blut). Sie können auch bei Gericht als sachverständige Zeugen aussagen.
- ✓ **Umweltchemiker:** Diese Chemiker können für Kläranlagen, ein Umweltamt, die Energiebehörde oder ähnliche Einrichtungen arbeiten. Diese Art der Arbeit zieht Leute an, die Chemie mögen, aber auch gerne in die Natur hinausgehen. Sie gehen oft hinaus, um ihre Proben selbst zu holen.
- ✓ **Restauration von Kunst und historischen Arbeiten:** Es kann sein, dass Chemiker daran arbeiten, Bilder oder Statuen wiederherzustellen, oder sie versuchen, Fälschungen aufzudecken. Wenn Luft- und Wasserverschmutzung künstlerische Arbeiten zerstören, arbeiten diese Chemiker daran, diese ererbten Werte zu erhalten.
- ✓ **Chemielehrer:** Chemiker, die als Pädagogen arbeiten, lehren Physik und Chemie an öffentlichen Schulen. Oder auch an Hochschulen und Universitäten. Universitätsprofessoren betreiben Forschung und arbeiten oft mit Diplomanden und Doktoranden.

Diese sind nur einige der Berufe, in denen sich Chemiker wiederfinden können. Ich habe dabei noch nicht einmal die Juristerei, die Medizin, technische Dokumentation, Unternehmensberatung oder gar die Politik genannt. Chemiker sind an fast jedem Aspekt der Gesellschaft beteiligt. Einige Chemiker schreiben sogar Bücher.

Wenn Sie nicht daran interessiert sind, Chemiker zu werden, warum sollten Sie trotzdem an Chemie interessiert sein? (Die Antwort ist wahrscheinlich »um eine Prüfung zu bestehen«.) Chemie ist ein integraler Bestandteil unserer täglichen Welt und etwas über Chemie zu wissen hilft, mit unserer alltäglichen technischen und chemischen Umwelt besser zurechtzukommen.