

Wissensbox: Unbekannten Flüssigkeiten auf der Spur Klare Flüssigkeiten Analysieren



Schon lange versuchen Forschende, hinter das Geheimnis von unbekannten Substanzen zu kommen! Für die Aufdeckung von Kriminalfällen sind die genauen Analysen von Spuren, die man am Tatort gefunden hat, von entscheidender Bedeutung. Noch vor gar nicht so langer Zeit konnten Fälle, in denen zum Beispiel Giftstoffe eine Rolle gespielt haben, nicht aufgeklärt werden, da man diese Stoffe nicht einwandfrei nachweisen konnte.

Heute kann man mit verschiedenen Mess- und Untersuchungsverfahren nahezu jede zunächst unbekannte Substanz ermitteln und bestimmen. Hierfür gibt es verschiedene Methoden:

Einfache Stoffanalyse: Wahrnehmung mit den Sinnen

- Nase: Art und Intensität des Geruches **Vorsichtig zufächeln!**
- Auge: Farbe, Beschaffenheit, Struktur des Stoffes (fest, dickflüssig, dünnflüssig, gasförmig, glatte/raue Oberfläche ...)
- **WICHTIG: Niemals den Geschmack von unbekannten Substanzen ausprobieren!**

Experimentelle Stoffanalyse: Löslichkeit von Flüssigkeiten

Du hast 10 verschiedenen klaren Flüssigkeiten Wasser zugesetzt und dabei ihr unterschiedliches Lösungsverhalten untersucht.

Bei deinen Versuchen hast du festgestellt, dass sich 8 von 10 klaren Substanzen problemlos mit Wasser vermischen ließen; nicht aber das Babyöl oder das Paraffinöl, sie schwammen als Ölschicht oben auf dem Wasser. Untereinander ließen sich die beiden Stoffe jedoch vermischen.

Warum ist das so?

Um das Lösungsverhalten eines Stoffes in Wasser zu beschreiben, verwendet man die beiden aus dem Griechischen stammenden Begriffe "**hydrophil**" und "**hydrophob**".



Hydrophil bedeutet „Wasser liebend“. Ein hydrophiler Stoff ist also sehr gut wasserlöslich. Stoffe, die sich gut mit Wasser mischen, sind immer **polar** (so wie das Wasser selbst) oder elektrisch geladen.

Wasser ist ein **Universallösungsmittel für sogenannte polare hydrophile Stoffe** wie Salze, Zucker, Trinkalkohol und viele andere Substanzen.

Das Gegenteil von hydrophil ist **hydrophob**, was so viel wie **„Wasser abweisend“** bedeutet. Man bezeichnet einen Stoff als hydrophob, wenn er schlecht oder gar nicht in Wasser löslich ist. Das sind immer **unpolare** oder elektrisch neutrale Moleküle. Fette, Öle und Alkane (zum Beispiel viele Verbindungen aus Erdöl wie Benzin) sind solche hydrophoben Stoffe.

Öle lösen sich also nicht in Wasser, weil sich die polaren Wassermoleküle nicht an die unpolaren Ölteilchen anlagern können - sie stoßen einander ab. Da sie zudem auch „leichter“

sind als Wasser (der Physiker sagt, sie haben eine geringere „Dichte“), schwimmen Fettaugen oben auf der Suppe.

Das Phänomen, dass sich nur ganz bestimmte Stoffe in bestimmten Flüssigkeiten lösen, haben die Forscher*innen früher mit dem Merksatz bezeichnet:

„Gleiches löst sich in Gleichem“

Exkurs zur Bedeutung in unserem Alltag: Um dieses Problem der Unlöslichkeit von Öl in Wasser - z.B. beim Waschen - zu umgehen, werden dem Wasser Waschmittel mit **waschaktiven Substanzen**, sog. **Tenside**, zugefügt. Tenside sind Substanzen, die die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit herabsetzen und bewirken, dass zwei eigentlich nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten, - wie zum Beispiel Öl und Wasser - fein vermengt werden können. Die Tensid-Moleküle haben eine Seite, die sich an die Wasserteilchen anlagert und eine Seite, die an die Oberfläche des Öls andockt. Diese Verbindung macht das Fett zwar immer noch nicht löslich, aber sie sorgt dafür, dass sich beim Schütteln aus einem großen Öltropfen viele winzig kleine Tröpfchen bilden, die sich gleichmäßig im Wasser verteilen. So kann der Fleck von der Oberfläche des Stoffes gelöst und mit dem Waschwasser weggespült werden. Auch in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie werden Tenside verwendet, um Öle und Flüssigkeiten miteinander zu vermischen, wie z.B. in Milch, Mayonnaise und Hautcremes; hier nennt man sie aber **Emulgatoren**. Emulsionen wirken durch die enthaltenen Fettteilchen milchig trüb, denn diese streuen das Licht. Dies konntest du beim ODOL® beobachten: Bei der Zugabe von Wasser entstand aus der zunächst farblosen Mikroemulsion eine weiß erscheinende Emulsion.



Welche anderen Analysemethoden für Flüssigkeiten gibt es zum Beispiel?

Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert ist ein Maß für eine saure, neutrale oder basische (alkalische) Reaktion einer Lösung. Er wird in einer Skala von 0 (= stark sauer, rot) bis 14 (=stark basisch, blau) angegeben:



Anhand der jeweiligen Verfärbung des pH-Papiers konntest du erkennen, ob es sich bei den klaren Flüssigkeiten jeweils um eine saure Substanz (wie die Essigessenz), eine neutrale (wie das Wasser), oder um eine basische (wie das Soda) gehandelt hat.

Für genauere Werte verwendet man elektronische pH-Meter, deren Messfühler man nur noch in die betreffende Flüssigkeit tauchen muss, um dann nach kurzer Zeit den genauen Wert ablesen zu können.

Exkurs zur Bedeutung in unserem Alltag: Die Kontrolle des pH-Wertes ist in vielen Bereichen der Abwasser- und Umwelttechnik sehr wichtig, u.a. bei der Feststellung der Wasserqualität von Seen und Flüssen. Ebenso wird in Schwimmbädern und Aquarien u.a. der pH-Wert regelmäßig gemessen, um Rückschlüsse auf die Wasserqualität ziehen zu können. Ist der pH-Wert nicht ideal, kann man ihn mit entsprechenden Wasseraufbereitungsmitteln wieder optimal einstellen.



Auch bei Untersuchungen von Körperflüssigkeiten des Menschen, wie z.B. Blut oder Urin, kann ein Arzt den pH-Wert feststellen, um Hinweise auf mögliche Erkrankungen oder Mangelerscheinungen zu bekommen.

In der Industrie gehört die pH-Wert Messung zu den Eingangs- und Ausgangsanalysen der Rohstoffe bzw. am Ende zur Qualitätskontrolle der im Unternehmen hergestellten Produkte. In der Lebensmittelindustrie wird die Ermittlung des pH-Wertes u.a. auch für Haltbarkeitsvoraussagen von Lebensmitteln genutzt, da das Wachstum von Mikroorganismen auch von pH-Wert und Temperatur abhängt.

Chemische Stoffanalyse: Untersuchung mit einem Fotometer

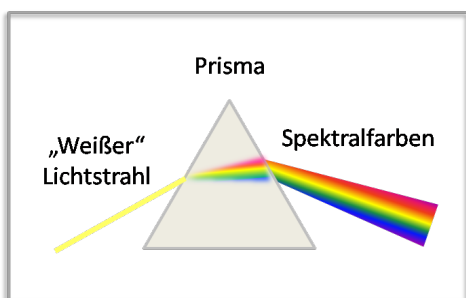
Bei dieser Untersuchung kann man die Menge eines bestimmten Stoffes in einer Probe ermitteln, also seine Konzentration. Wenn man z.B. den Eisengehalt einer Wasserprobe nachweisen will, gibt man zunächst eine chemische Substanz zu der Wasserprobe hinzu, von der man weiß, dass sie darauf mit einem bestimmten Farbumschlag reagiert.

Je nach Konzentration des nachzuweisenden Stoffes fällt diese Farbreaktion mit unterschiedlicher Intensität aus. Man kann diese Farbstufen mit Farbtäfelchen vergleichen (leider relativ ungenau). Genauer misst ein Fotometer die Stärke der Farbreaktion. Es vergleicht diese Werte mit bereits vorhandenen Farbdaten und kann so exakte Werte über die Konzentration eines bestimmten Stoffes in einer Probe liefern.

Diese Untersuchungsmethode findet z.B. Anwendung in Aquarien, wenn die Werte von Phosphat, Nitrat, Nitrit, Magnesium, Kalium, CO_2 und Chlorid im Wasser gemessen werden sollen. Auch die ersten elektronischen Blutzuckermessgeräte haben die Konzentration des Zuckers im Blut fotometrisch analysiert.

Untersuchung mithilfe der Spektralanalyse

Du hast bestimmt schon beobachtet, dass ein Regenbogen nur dann entsteht, wenn bei Regen die Sonne scheint. Die uns weiß erscheinenden Lichtstrahlen der Sonne werden dann durch die Regentropfen wie in einem Prisma gebrochen (abgelenkt) und dadurch in ihre eigentlich bunten Bestandteile zerlegt. Da die Farben unterschiedlich stark gebrochen werden, erscheinen alle Farben des sogenannten Spektrums nun für uns sichtbar nebeneinander in einem Regenbogen.



Diese Regenbogenfarben nennt man auch den sichtbaren Teil des **elektro-magnetischen Spektrums**. – Dies ist wichtig für das Verständnis der Spektralanalyse. Schon 1859 haben der Chemiker Bunsen und der Physiker Kirchhoff, die Entdeckung gemacht, dass verschiedene chemische Elemente die Flamme eines Gasbrenners jeweils auf charakteristische Weise färben. Jedem chemischen Element lässt sich eine ganz bestimmte Flammenfarbe zuordnen. Später hat man diese Erkenntnis weiterentwickelt und festgestellt, dass jeder Stoff Strahlen (bzw. Farben) des elektromagnetischen Spektrums unterschiedlich stark absorbiert (aufnimmt)

bzw. reflektiert (wieder abgibt), so dass man an dem Farbspektrum einer Probe also erkennen kann, welche Elemente darin enthalten sind. Jeder Stoff hat nun praktischerweise quasi seinen ganz eigenen farblichen „Fingerabdruck“, der sich heute mithilfe der Spektralanalyse auf einem Bildschirm sichtbar machen lässt und der so einzigartig ist wie dein eigener Fingerabdruck auch.

Wo ist es wichtig, unbekannte Flüssigkeiten schnell untersuchen zu können?



Warum es so wichtig ist, Flüssigkeiten untersuchen zu können, kannst du vielleicht bald selbst erleben. Hast du dir schon einmal überlegt, warum du deine Trinkflasche nicht mit an Bord eines Flugzeuges nehmen darfst? Der Grund dafür: Im Jahr 2006 konnte ein Anschlag auf ein Flugzeug durch mit an Bord geschmuggeltem flüssigem Sprengstoff gerade noch rechtzeitig verhindert werden.

Seitdem ist die Mitnahme von Flüssigkeiten und Gelen aller Art – von Getränken und Medikamenten über Kosmetika und Hygieneartikel – außer in kleinen Mengen separat und durchsichtig verpackt, - im Handgepäck nicht mehr erlaubt. Ob sich das wohl bald wieder ändern wird?



Wissenschaftler*innen haben nämlich ein vielversprechendes Modell eines Messgerätes entwickelt, das zuverlässig und blitzschnell zwischen explosiven Flüssigkeiten bzw. entsprechenden flüssigen Bestandteilen und harmlosen Substanzen unterscheiden kann.

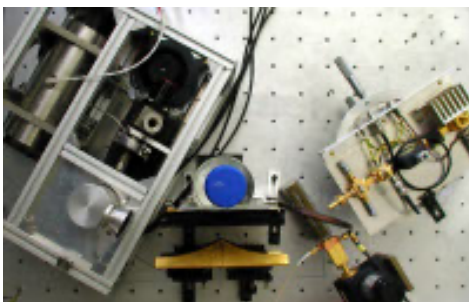


Bild: Forschungszentrum Jülich

Die Forscher*innen am Forschungszentrum in Jülich verwenden für ihren Detektor eine besondere Form der **Spektroskopie**, mit der man Substanzen mithilfe elektromagnetischer Strahlung analysieren kann. Ihre Idee, elektromagnetische Strahlung zu verwenden, um gefährliche Flüssigkeiten aufzuspüren, war dabei noch nicht einmal neu. Der experimentelle Aufbau zeigt den Prototypen des Detektors links im Bild, rechts die

Lichtquelle und in der Mitte die untersuchte Flüssigkeit in einer Flasche. Das neue System kann schnell (in 0,2 Sekunden) und zuverlässig unterschiedliche Flüssigkeiten wie Wasser, verschiedene leicht entzündliche Alkohole oder Lösungsmittel erkennen und bei verdächtigen Flüssigkeiten ein Alarmsignal erzeugen. Die Forscher*innen arbeiten nun daran, das Gerät zu verkleinern, Details zu verbessern und auch andere Anwendungen zu untersuchen. Vielleicht wird ja auch dein Handgepäck bei einem Flug in den nächsten Jahren von einem solchen Detektor geprüft!

