



## Versuche für das Ferienpraktikum Chemie für Schülerinnen und Schüler am 16. und 17. Oktober 2023

### **AC1: Power Crystals – Kristalle und Energiespeicherung**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. Dr. M. Fröba, Anorganische und Angewandte Chemie)

Energie – sie ist in allen Bereichen unseres Lebens unersetzlich. Durch Energie können wir morgens aufstehen, unser Frühstück zubereiten, zur Schule fahren und unsere Computer oder Smartphones nutzen. Doch mit den immer knapper werdenden Ressourcen an fossilen Energieträgern sind wir heute mehr denn je auf alternative Energiequellen angewiesen. Doch was bringt uns eine Solaranlage, wenn die Sonne gar nicht scheint? Wozu brauchen wir eine Windkraftanlage, wenn der Wind gar nicht weht? All diese erneuerbaren Energiequellen haben eins gemeinsam: um sie effizient nutzen zu können, brauchen wir Energiespeicher.

In mehreren kleinen Versuchen stellen wir neue Technologien zur Speicherung von Energie vor und zeigen, welche besondere Rolle Kristalle dabei spielen.

In der Antike glaubten die Menschen, der Bergkristall sei zu Stein gewordenes Eis. Daher stammt auch der Name „Kristall“, dieser Begriff leitet sich von dem griechischen Wort „krýstallos“ ab, welches Eis oder Frost bedeutet. Lange wurden Kristalle nur wegen ihres faszinierenden Aussehens bewundert. Mittlerweile weiß man aber, dass Kristalle noch so viel mehr können, als nur gut auszusehen.



### **AC2: Photokatalyse**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. Dr. A. Jacobi von Wangelin, Anorganische und Angewandte Chemie)

Die wichtigste Energiequelle der Natur ist das Sonnenlicht. Mit dessen Hilfe können Pflanzen und Algen über die Photosynthese Kohlendioxid und Wasser in energiereiche Kohlenhydrate und Sauerstoff umwandeln. Das Grundprinzip solcher Reaktionen, in denen sichtbares Licht als stöchiometrisches Reagenz eingesetzt wird, lässt sich auch für nachhaltige chemische Reaktionen im Labor ausnutzen.

Im Rahmen des angebotenen Versuchs wird eine chemische Umsetzung unter Ausnutzung der Photokatalyse durchgeführt und der Erfolg der Synthese durch Gaschromatographie und Massenspektrometrie überprüft. Zusätzlich erfolgt die Analyse der optischen Eigenschaften des eingesetzten Photokatalysators durch UV/Vis-Spektroskopie.



## **OC: Herstellung und Anwendung von Farbstoffen**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. C. B. W. Stark, Organische Chemie)

Jeans - Es gibt sie in vielen verschiedenen Formen und Farben. Die meisten haben sie im klassischen Blau. Der Farbstoff Indigo gibt der Jeans ihre charakteristische Farbe. Aus der Pflanze Färberwaid kann man den Naturstoff Indikan gewinnen, der zu Indigo oxidiert wird.

Im Praktikum soll Indigo hergestellt und anschließend dessen Eigenschaften als Färbemittel und Indikator untersucht werden.



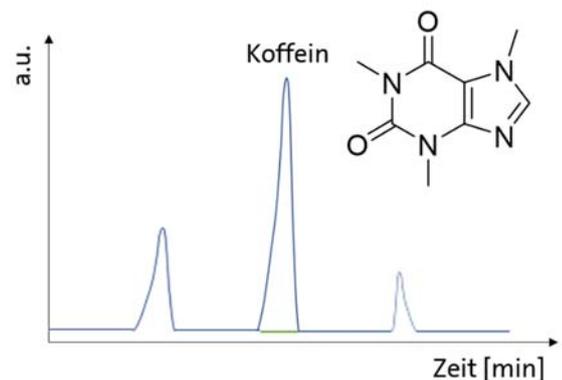
## **LC: Bestimmung des Koffeingehalts in Energydrinks**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. Dr. M. Fischer, Lebensmittelchemie)

Energydrinks sind Getränke, die laut Herstellerangaben einen anregenden Effekt auf den Körper haben sollen. Das enthaltene Koffein wird oft als leistungssteigernd vermarktet. Koffein ist ein natürlich vorkommendes Purinalkaloid, das z.B. aus Teeblättern, Kakao- oder Kaffeebohnen gewonnen werden kann. Es stimuliert das zentrale Nervensystem und fördert die Leistungsfähigkeit. Bei einer Überdosierung oder Überempfindlichkeit gegenüber Koffein kann es zu Nebenwirkungen wie Unruhe, Reizbarkeit, Nervosität, Schlafstörungen bis hin zu Übelkeit, Bluthochdruck oder einer erhöhten Herzfrequenz kommen.

Deswegen gibt es in Deutschland gesetzliche Bestimmungen zum Koffeingehalt von Lebensmitteln. Für Energy Drinks darf nach der Fruchtsaft-, Erfrischungsgetränke- und Teeverordnung ein Höchstwert von max. 320 mg Koffein/L nicht überschritten werden, wobei bei Gehalten über 150 mg/L ein Warnhinweis "Erhöhter Koffeingehalt. Für Kinder und schwangere oder stillende Frauen nicht empfohlen" verpflichtend ist. In einer 250 mL Dose des Marktführers beträgt der Koffeingehalt laut Herstellerangaben 75 mg (300 mg/L)

Im Praktikum wird der Koffeingehalt verschiedener Energydrinks mit Hilfe der Hochleistungsflüssigchromatographie in Verbindung mit einem UV-Detektor (HPLC-UV) ermittelt. Diese Analysentechnik ermöglicht eine Trennung und simultane Bestimmung verschiedener Analyten (z.B. Koffein) aus einem Stoffgemisch (Energydrink). Koffein ist UV-aktiv und kann daher aufgrund seiner spezifischen Absorption von Licht bei einer Wellenlänge von 273 nm detektiert werden. Die gemessene Extinktion ist proportional zur Konzentration, was es ermöglicht, den Koffeingehalt zu berechnen.



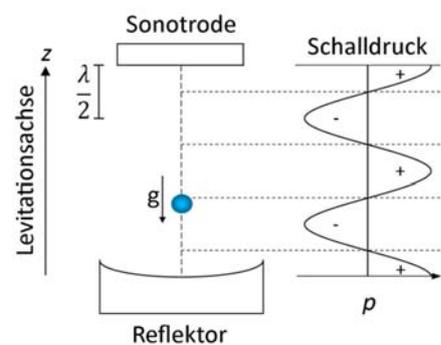
## **TMC 1: Arbeiten unter Mikrogravitationsbedingungen**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. G. A. Luinstra/Dr. W. Pauer, Technische und Makromolekulare Chemie)

**Levitation:** Das Phänomen schwebender Körper in Ultraschallfeldern wird als akustische Levitation bezeichnet. Das Wort Levitation stammt aus dem Lateinischen und bedeutet Leichtigkeit. Die Technik als solche wurde von der NASA und ESA entwickelt und dient in der Weltraumforschung als Verfahren, um die Bedingungen der Mikrogravitation zu simulieren. Es ist möglich, sowohl flüssige als auch feste Proben auf diese Art stabil in Schwebelage zu halten.

Somit ist es möglich diverse Untersuchungen an Einzeltropfen oder einzelnen Partikeln durchzuführen. Beispiele hierfür sind Untersuchungen der Oberflächenspannung und der Viskosität levitierter Flüssigkeitsproben, Schmelz- und Erstarrungsvorgänge fester Proben, kontrollierte Verdampfungs- und Kondensationsprozesse einzelner Tropfen, Einkristallzüchtung und Spektroskopie an kleinen Tröpfchen.

In dem vorhandenen Levitator sollen die Schüler Tropfen zum Schweben bringen und die Auswirkungen von Objekten im Ultraschallfeld auf die Positionierung der Tropfen erforschen. Im Anschluss daran sollen in Schwebelage gehaltene Tropfen allein durch die Kraft des Ultraschallfeldes zum Zerstäuben gebracht werden. Die Verdunstung einiger Tropfen Zuckerlösung wird mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet und die Kristallisation bzw. Partikelbildung beobachtet. Potentiell hergestellte Partikel werden anschließend im Lichtmikroskop untersucht. Zum Abschluss soll der Levitator genutzt werden, um Eiskristalle in den Druckknoten zu erzeugen.



## **TMC 2: Können Kunststoffe nachhaltig sein?**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. G. A. Luinstra, Technische und Makromolekulare Chemie)

Ja, Kunststoffe können nachhaltig sein, wenn sie auf eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Weise hergestellt und verwendet werden. Darüber hinaus können Kunststoffe so gestaltet werden, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus wiederverwendet oder recycelt werden können. Wichtig hierbei ist es, sich die gesamte Energie- und Ressourcenbilanz von den Rohstoffen über den Herstellungsprozess und der Verwendung bis zum Verbleib nach dem Lebenszyklus anzuschauen.

Du erhältst in diesem Projekt Einblicke über einzelne Forschungsbereiche entlang der verschiedenen Phasen eines typischen Kunststoffproduktes und vertiefst diese in den drei Experimenten:

- I) Verwendung von Biopolymer zur Herstellung von Fruchtkaviar
- II) Schäumen – Herstellung von Styropor®-Kugeln
- III) Herstellung von Kunststoffformteilen mittels Spritzgusses

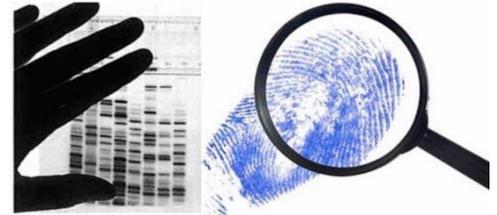


## **BC 1: Genetischer Fingerabdruck**

(**ACHTUNG: ganztägig!** für 2 x 8 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. D. Wilson, Biochemie)

Der genetische Fingerabdruck wird nicht nur in der Kriminologie verwendet, um Straftäter zu identifizieren, sondern auch um den biologischen Vater zu finden (Vaterschaftstest). Im Mittelpunkt des Versuchs steht die PCR-Methode, welche zu den wichtigsten Arbeitstechniken in der Molekularbiologie und Biomedizin gehört. Im Rahmen des Versuchs erstellt jeder Teilnehmer mit seiner eigenen DNA aus der Mundschleimhaut seinen genetischen Fingerabdruck.

Das Erbgut jedes Menschen ist einzigartig. Die Erbinformationen stammen zur Hälfte vom biologischen Vater und zur Hälfte von der biologischen Mutter stammen. In Form von DNA werden diese Informationen im Kern jeder Körperzelle gespeichert. Aus einigen Blut- oder Mundschleimhautzellen kann DNA isoliert und mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) können bestimmte, sehr variationsreiche Bereiche der DNA sichtbar gemacht werden. Das DNA-Muster, das man so erhält, bezeichnet man als genetischen Fingerabdruck. Dieser ist, da das Erbgut eines jeden Menschen einmalig ist, auch bei jedem Menschen unterschiedlich. Vergleicht man die genetischen Fingerabdrücke von Vater, Mutter und Kind, so findet man beim Kind exakt die Hälfte der väterlichen DNA-Merkmale, während die andere Hälfte mit den mütterlichen Merkmalen übereinstimmt. So lässt sich mit einer Sicherheit von mehr als 99,99% sagen, ob das Kind von den bestimmten Eltern abstammt.



## **BC 2: Die Bestimmung von Ammoniak, das aus der Haut diffundiert, zur Untersuchung von Chemie und Physiologie der Haut**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. M. Kerscher, Dr. T. Reuther, Biochemie/Kosmetikwissenschaft)

Die Analyse der Hautoberfläche mittels physikalisch-chemischer Messprinzipien kann verschiedenste Informationen zu Struktur und Funktion der Haut liefern. Standardverfahren sind etwa die Messung von Wasser, das aus der Haut diffundiert oder der pH-Wert der Hautoberfläche. Weniger ist zur Diffusion von Ammoniak durch die Haut bekannt. Auf der anderen Seite ist aber zu erwarten, dass es aufgrund seiner pH-Abhängigkeit und seines guten Wasserbindungsvermögens wichtige Informationen über Chemie und Physiologie der Haut liefern kann. Eine einfache Methode zum Nachweis von Ammoniak ist die photometrische Bestimmung mittels Farbreaktion (Abb.1). Im Rahmen des Kurses soll Ammoniak, das aus der Haut diffundiert zusammen mit dem pH-Wert der Hautoberfläche (Abb.2) vor und nach Auftragen eines sauren Kosmetikums erfasst und gemessen werden. Anschließend lässt sich nicht nur diskutieren wie Ammoniak und pH-Wert in der Haut zusammenhängen, sondern auch wie das Kosmetikum auf die Haut gewirkt hat.



Abb.1



Abb.2

## **PHA: Maßgeschneiderte Arzneimitteltherapie mittels „Drug Monitoring“**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. S. Wicha, Pharmazie)

Infektionserkrankungen sind auch ca. 90 Jahre nach der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Flemming nach wie vor eine der größten Bedrohungen der Menschheit. Das moderne  $\beta$ -lactam Antibiotikum „Meropenem“ wird zur Behandlung von lebensbedrohlichen Infektionen mit hochresistenten Erregern in Patienten auf der Intensivstation eingesetzt. Aufgrund der Krankheitsschwere sind die Blutspiegel von Meropenem stark variabel, sodass die Dosis patientenindividuell angepasst werden muss.

Interessenten werden aus „Blut“proben (Verwendung von Ersatzmaterial) Meropenem mittels einer Hochdruck-Flüssigchromatographie (HPLC) Methode bestimmen. Anschließend werden mittels einer Software (TDMx, in der AG Wicha entwickelt) maßgeschneiderte Dosierungen berechnet. Die Teilnehmer erhalten damit Einblicke in Analytik und typische Fragestellungen der Krankenhauspharmazie.



„Autosampler“ der HPLC-Anlage

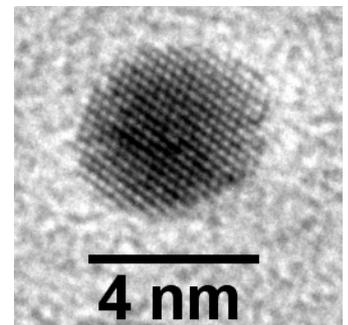


TDMx Software

## **PC 1: Nanogold aus dem Reagenzglas**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. H. Weller, Physikalische Chemie)

Im Größenbereich von einigen Nanometern (ein Nanometer = ein millionstel Millimeter) ändern sich die Materialeigenschaften von Festkörpern sehr drastisch gegenüber herkömmlichen Stoffen. Nanopartikel erobern deshalb auch gegenwärtig zahlreiche Anwendungsgebiete in Elektronik, Optik, Katalyse, Materialforschung sowie in biochemisch-medizinischer Diagnostik und Therapie. Im Rahmen des angebotenen Versuchs werden im Labor nanometergroße Goldpartikel in Lösung präpariert. Die Farbe solcher Lösungen ist tiefrot und unterscheidet sich damit sehr deutlich von großen Goldpartikeln. Die Teilchen werden mithilfe von Absorptionsspektroskopie, Röntgenbeugung und hochauflösender Elektronenmikroskopie untersucht. Durch die atomare Ortsauflösung letzteren Verfahrens kann die Kristallstruktur der Partikel direkt abgebildet werden.



## **PC 2: Magnetische Flüssigkeiten**

(für 4x4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. H. Weller, Physikalische Chemie)

Die magnetischen Eigenschaften von Nanopartikeln in einem Größenbereich zwischen einem und hundert Nanometern unterscheiden sich erheblich von denen großer Magnete. Mit den Nanopartikeln ist es möglich, magnetische Flüssigkeiten herzustellen, die z.B. in Dichtungen oder als fälschungssichere Tinte in Geldscheinen verwendet werden. Dagegen gehen die magnetischen Eigenschaften normaler Magnete bei der Verflüssigung durch Erhitzen verloren.

In diesem Versuch werden superparamagnetische Eisenoxidnanopartikel synthetisiert und zu einer magnetischen Flüssigkeit (einem Ferrofluid) weiterverarbeitet. Ihre Eigenschaften lassen sich durch das Ausbilden der rechts abgebildeten Spitzen gut zeigen.

