

# KURS GENETIK: GENial einfach – einfach GENial ???

## Die GENialen TeilnehmerInnen:

### **Carmen:**

Überzeugte in der Theater-KüA als Hexe und als Steinzeitmensch. Im Kurs eher zurückhaltend aber eine echte Stütze. Hervorragende Bootsführerin.

### **Susanne:**

Versorgte uns mit genialen Zeichnungen für die Präsentationen und hat uns im Kurs mit viel Wissen immer wieder auf die Sprünge geholfen. Angeblich nachtragend.

### **Katharina:**

Fehlte am Dokuwochenende. War an der Sommerakademie sportlich und in der Theater-KüA aktiv. Hatte immer gute Laune. Hat sich mit den MolMeds verbündet.

### **Ramona:**

Die Sportskanone. Sie stand jeden Morgen früh auf um zu joggen. Hat gute Vorträge gehalten und war die Größte des Kurses. Auch sie fehlte leider am Dokuwochenende.

### **Brigitte:**

Spitzname Brizi. Fehlte auch am Dokuwochenende. Sie verbrachte ihre Zeit in Ghana. Immer für ein Lächeln gut. Computerfeindlich eingestellt.

### **Gabi:**

Nach eigener Aussage: „Ich bin un kreativ, ich will was essen.“ Erfahren mit Computern. Zeichnet gut und gern und wusste im Kurs auch immer Bescheid. Hat das Gefühl von allen ignoriert zu werden.

### **Leonie:**

Hasst Gabis Computer und er sie. War im Chor aktiv. Spricht viele Sprachen (fünf Fremdsprachen). Besuchte die Chinesisch und Japanisch KüA. Liebt Füllwörter über alles (im Übrigen wohl schon fast). Hat das Prinzip der Benutzung einer Tür nicht verstanden. Ein bisschen verpeilt, aber liebenswert.

### **Daniel:**

Computerspezialist in V(/M)ista. Ist Bayern-Fan. Züchtet Pilze in Saftflaschen in seinem Zimmer. Weiß immer lustige Geschichten zu erzählen. Hat Günther als Biologielehrer. Liebt Pfirsicheistee.

### **Timon:**

Scheint an Farbenblindheit zu leiden (O-Ton: Dieser Frosch ist dann lila, ähhh pink.) Spielte im Impro-Theater sehr überzeugend einen toten Hund. War in der Theater-KüA und in Japanisch und Chinesisch.

### **Sung-Min:**

Hardcore-Spammer, (die Mails von ihm landeten immer im Spam-Ordner). Kein so guter Steuermann wie Carmen. Mag keine Regenbogenfarben in Präsentationen. Hat den

Kurs mit Gummibärchen bzw. Ritter Sport versorgt.

### **Jonathan:**

Immer lustig drauf, Frisur ideal zum Headbängen. Liebt Mohnstangen von Mami. War in der Koch- und Zeitungs-KüA (Früh-aufsteher). Ist „kerngesund“. Kam am Wandertag eine halbe Stunde verspätet an. Gummimensch.

### **Tillmann:**

Mathematiker ehrenhalber, kein ganzer Mathematiker, weil er rechnen kann. Singt gerne und bei jeder Gelegenheit. Tischtennishoffnung des Genetikurses. Sozial engagiert.

### **Die Leiter:**

#### **Günther:**

Besitzt eine kryptische winzige Handschrift, AKF (Abkürzungsfreak). O-Ton: Grüne Handschuhe machen sexy! Ist absolut süchtig nach Riesen und hat schon fast die komplette Welt bereist. Hat uns mit seinen Traumreisen jeden zweiten Morgen verzaubert. Hatte immer einen passenden Spruch parat. Leiter der Fledermaus-KüA. Engagierter afrikanischer Tänzer. Am Dokuwochenende überraschend wegen Krankheit nur verkürzt anwesend

#### **Celia:**

Fehlte ebenfalls am Dokuwochenende. Nervte uns mit ihren schweren Rätseln, deren Antwort sie oft nicht preisgeben wollte. Leitete die Bärenzählen-KüA unter strenger Aufsicht und unter Abnahme eines Schwurs.

#### **Ronja:**

Hat Gummibärchen von ihrer Mama mitgebracht. Jubelnde Torschützin in der Sport-

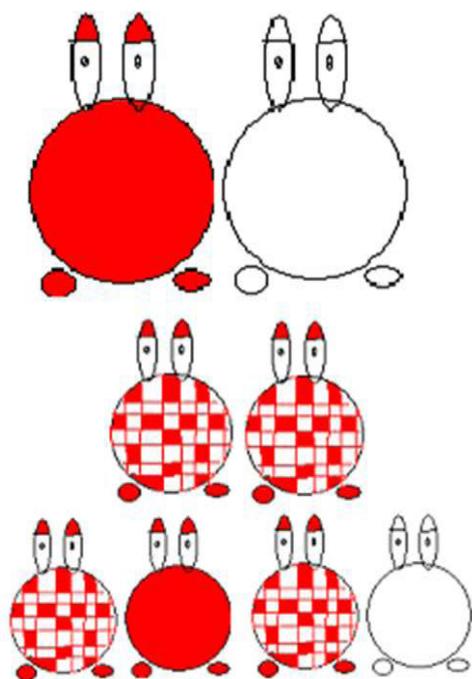
KüA. Rannte überall mit einem Fotoapparat durch die Gegend und kümmerte sich um die DVDs mit Bildern für jeden Teilnehmer.

## **Das Vorbereitungswochenende**

KATHARINA HELWIG, DANIEL FISCH

Ob stundenlang oder in Minutenschnelle, mit Bahn oder Auto, irgendwie haben wir es alle geschafft. Geschafft zu einem Ziel, das uns bis dahin noch unbekannt war. Unwissend was uns erwarten wird, mit vielen Vorstellungen und Erwartungen, nicht nur an die Akademie, sondern auch an Adelsheim selbst. Doch wie schon einmal erwähnt, wir hatten es tatsächlich geschafft und wie sich später herausstellen sollte: zu einer wundervollen, unvergessliche Zeit. Und schon am Anreisetag sollte diese Zeit beginnen. Die Anreise alleine war schon spektakulär: Wie man sich langsam dem Eckenberggymnasium näherte, mit nassen Händen, einem Kribbeln im Bauch, dann endlich ankam, und sein Zimmer bezog. Oder als alle mit verschiedenfarbigen mit Sicherheitsnadeln an der Kleidung befestigten Namensschildern umherirrten. Da diese bei den Genetikern in einem grellen Pink erstrahlten, konnten wir unsere Kursgenossen schon aus großer Entfernung erkennen! An der Tischtennisplatte bildeten sich schon Gruppen, die beim Rundlauf jeweils ihre Leute anfeuerten (natürlich war der Genetikurs immer ganz vorne dabei). Wie wir unseren Kurs kennen lernten? Ja, das fing erstmal mit einem Problem an. Aber nicht, dass wir uns nicht verstanden hätten, nein! Ganz im Gegenteil. Schon in den ersten paar Minuten stimmte die Chemie (hatte natürlich nichts mit dem Chemie-Kurs zu tun ;-)) Das Problem waren Frösche. Jedoch keine lebendigen, sondern vielmehr rote und weiße. Das mag jetzt wohl ein biss-

chen absurd klingen, aber so war es. Zwei Frösche, einer rot, der andere weiß. Diese Kuschtiere allein waren aber nicht das Problem, eher ihre Nachkommen, denn sie waren rot-weiß kariert. Wer hätte das gedacht? Aber das wiederum war auch noch nicht das ganze Rätsel, denn die nächste Generation Frösche enthielt 2 karierte Frösche, 1 weißen und einen roten.



Erbgang bei rot-weißen Fröschen

Um dieses Problem lösen zu können muss man sich in folgendem Thema gut auskennen:

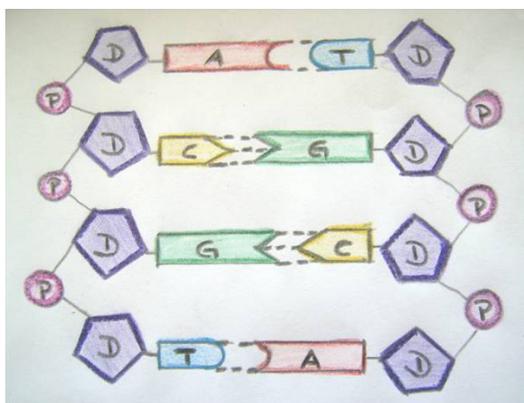
## Die Vererbung

Die Vererbung ist in der Biologie die direkte Übertragung der Eigenschaften von Lebewesen auf ihre Nachkommen. Die Übertragung von Fähigkeiten und Kenntnissen durch Lehren und Lernen ist hiervon zu unterscheiden und wird nicht als Vererbung bezeichnet. Der Träger dieser Erbinformation heißt DNA. Die Vererbung verläuft nach festgelegten Regeln, die bereits 1865 von Gregor Mendel entdeckt wurden.

Ein Beispiel: Markus besitzt 46 Chromosomen, wie jeder andere Mensch, 23 von seiner Mutter und 23 von seinem Vater. Sein Körper benutzt aber lediglich 23 dieser Chromosomen. 23 zufällig ausgewählte Chromosomen werden dann an seine Nachkommen weitervererbt. Auf den Chromosomen liegen Gene. Gene sind Abschnitte auf der DNA die verschiedene Eigenschaften kodieren, z. B.: die Augenfarbe. Es kann jedoch sein, dass die Gene unterschiedlich ausgeprägt sind. Diese Ausprägung nennt man Allele. Bei der Augenfarbe gibt es ein Allel für Blau, eines für Braun und eines für Grün. Allele sind nicht gleichwertig, das heißt, dass manche Allele immer ausgewählt werden sobald sie vererbt werden. Diese Allele sind also dominant. Manche Allele sind hingegen rezessiv. Sie werden also nur ausgebildet, wenn beide Allele von Mutter und Vater gleich sind. Außerdem gibt es Allele, die weder dominant noch rezessiv sind. Bei der Augenfarbe wird Braun dominant vererbt, Blau ist rezessiv und Grün steht dazwischen. Markus Mutter hat blaue Augen, man kann also mit Sicherheit sagen, dass sie 2 blaue Allele hat. Sein Vater hat braune Augen. Er hat also das Allel Braun und ein anderes. Markus hat ebenfalls braune Augen. Er hat also von seiner Mutter das Allel Blau und von seinem Vater das Allel Braun bekommen. Es wurde Braun ausgebildet, da dieses Allel dominant ist. Oft sind Erbgänge jedoch nicht so einfach zu erklären, da Allele auch codominant vererbt werden können, also beide gleichwertig sind. Dann entsteht eine Mischung aus beiden Ausprägungen. Um auf das Froschbeispiel zurückzukommen: Bei den Fröschen gibt es ein Gen für die Hautfarbe. Dieses Gen hat 2 Allele, rot und weiß, welche codominant sind. So kann es zu den unterschiedlichen Farbkombinationen kommen. Aber was sind nun eigentlich diese Chromosomen und die DNA?

## Die DNA

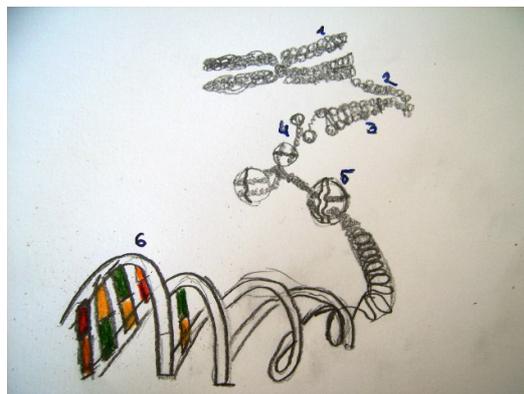
Die DNA ist die Erbsubstanz. Auf ihr ist so zu sagen der Bauplan des Lebens gespeichert, ähnlich wie die Daten auf der Festplatte eines Computers. DNA ist Englisch und heißt Desoxyribonucleinacid und bedeutet dasselbe wie das deutsche Wort DNS - Desoxyribonukleinsäure. Dieser Name verrät eigentlich schon den Aufbau der DNA: Das Rückgrat der DNA besteht aus einem Zucker namens Desoxyribose (D) und einem Teil Phosphatsäure (P). Diese beiden Bausteine wechseln sich immer ab und bilden lange Ketten. Immer zwei Ketten werden zu einer Doppelhelix (Wendeltreppe) verschlungen. Innerhalb dieser Ketten befinden sich die vier Basen. Basen sind winzige Bausteine und heißen Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G). Dabei liegen sich immer 2 Basen gegenüber und sind komplementär zueinander, das heißt nur Adenin und Thymin, bzw. Cytosin und Guanin passen zusammen.



Aufbau der DNA

Mit Hilfe der Basenabfolge sind die Baupläne kodiert. Aber diese Baupläne sagen nichts direkt darüber aus wie wir aussehen. Sie geben dem Körper nur die Information wie er die zum Überleben notwendigen Proteine richtig bildet. Proteine sind Stoffe die in einem mehrzelligen Organismus die verschiedensten Aufgaben übernehmen. Sie transportieren zum Beispiel Sauerstoff

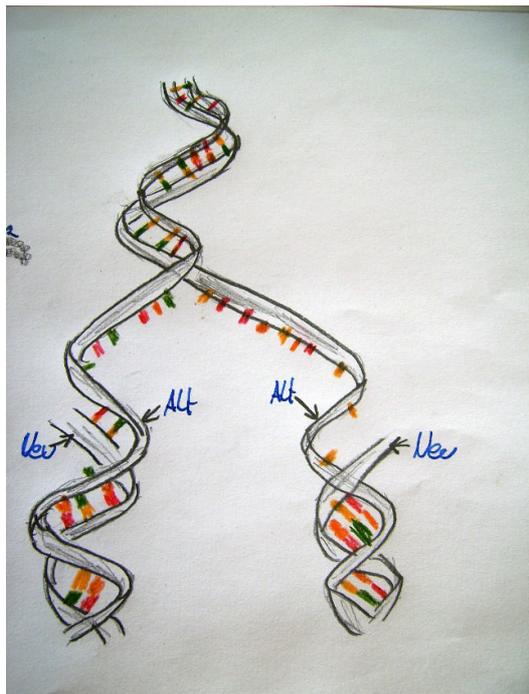
im Blut oder sie helfen als Enzyme (Biokatalysatoren) z. B.: Reaktionen in der Verdauung zu beschleunigen oder sie übertragen als Botenstoffe (Hormone) Nachrichten von Zelle zu Zelle. Proteine bestehen aus bestimmten Grundbausteinen, ähnlich wie bei einem Legospiel. Diese Grundbausteine nennt man Aminosäuren. Wenn Aminosäuren zu längeren Ketten verbunden werden und in eine bestimmte räumliche Struktur gebracht werden, entstehen von diesen Proteinen gibt es ca. 24.000 Stück, und für alle eine vielseitige Anleitung auf der DNA, und das in jeder Zelle. Wenn man die DNA einer einzigen Zelle auf dem Boden ausbreiten würde, wäre sie 2 Meter lang. Natürlich ist in der Zelle nicht so viel Platz. Deshalb wird die DNA platzsparend aufgewickelt. Zunächst werden die Stränge in sich und um Nucleosome aufgewickelt (6+5). Nucleosome sind Proteine. Diese Nucleosome werden ebenfalls aufgewickelt und zu Spiralen verdreht (4+3). Diese Spiralen werden in Form von Chromosomen in der Zelle gelagert (1). Das heißt also, dass die DNA auf Chromosomen sehr stark aufgewickelt ist.



Wie die DNA aufgewickelt wird

Was ist wenn sich die Zelle teilt? Bei diesem sehr häufig vorkommenden Prozess muss die DNA vervielfältigt werden.

Diesen Vorgang nennt man Replikation. Hierbei helfen ebenfalls Enzyme. Sie sind dann so zu sagen die Bastelwerkzeuge des Körpers. Um die DNA zu kopieren muss



Ablauf der Replikation

der Körper zuerst die DNA- Doppelstränge zu Einzelsträngen machen.

Das erste Enzym öffnet dazu den Doppelstrang. Ein anderes ergänzt die so entstandenen Einzelstränge mit DNA - Fertigbausteinen (Nucleotide). Das ist sehr einfach, da die Basen immer komplementär angeordnet sind. Trotzdem entstehen manchmal Fehler, die dann wieder beseitigt werden müssen.

Doch auch das schönste Vorbereitungswochenende ist einmal zu Ende. Jetzt mussten wir uns leider trennen. Doch wir wussten, dass wir uns spätestens in zwei Monaten wiedersehen würden. Aber es standen uns keine genetikfreien Monate bevor, denn wir mussten Arbeitsblätter und Referatsthemen bearbeiten. Ende August war es dann so weit. Am ersten Tag der Sommerakademie trafen wir uns endlich wieder und hatten viele Erwartungen an das bevorstehende Praktikum im BioLab.

## BioLab

SUNG-MIN WI, JONATHAN MAYER,  
TIMON FIEDLER, TILLMANN WURZ

Es war der erste Dienstag der Sommerakademie und während es die anderen Kurse in ihren Kursräumen mollig warm hatten, fror sich der Genetikkurs hinter der Mensa ein nicht unbedeutendes Körperteil ab. Darum kümmerten sich die Teilnehmer aber nicht, denn ihre Aufmerksamkeit richtete sich auf etwas Anderes. Einen blauen, begehbaren Lastwagen mit der Aufschrift „BioLab“. „GENTRUCK (Bio-Kurs)“ war schon groß und fett auf dem Zeitplan der Sommerakademie geschrieben gewesen, und nun war es soweit. Endlich würden wir herausfinden, was sich in diesem Gefährt mit Ausrüstung im Gegenwert eines Einfamilienhauses befand. Und eins können wir sagen: Es war das Frieren wert! Dieser Truck, der auch als „Rollendes Genlabor“ bezeichnet wird, besucht fast jeden Tag Schulen in ganz Baden-Württemberg. Hier werden Experimente durchgeführt oder mit den Schüler/innen durchgeführt. Wird er gerade nicht so genutzt, fungiert er als kleines Museum.



Hier sieht man das Bio-Lab.

Gesponsert wird das Ganze von der Landesstiftung und Chemieverbänden Baden-Württembergs. Das BioLab gilt als Genlabor der Sicherheitsstufe 1, die geringste Sicherheitsstufe. Mit Erklimmen der wenigen Stufen ins „Innenleben“ des Biolab begann

dann die vielleicht schönste Zeit für uns Genetiker. Von nun an sollten wir in der ersten Woche jeden Vormittag drei Stunden im Biolab auf Tätersuche gehen, Bakterien eine andere Farbe geben und weitere Experimente durchführen. Trotzdem arbeiteten wir nie drei Stunden am Stück, was aber daran lag, dass die Bakterien sich vermehren mussten oder unsere Laborleiter etwas vorzubereiten hatten, nicht an fehlendem Eifer unsererseits. In diesen kleinen Pausen, um die uns die Teilnehmer der anderen Kurse beneideten, zückten die meisten rasch einen Tischtennisschläger und mit Hilfe eines kleinen Balles verbrachten wir die Pausen (wie auch die meiste andere freie Zeit. . .) mit Tischtennispielen. Wieder zurück im BioLab und mit Schließen der Glas-tür hinter uns waren wir dann wieder in der kleinen eigenen Welt des Biolabs und mussten erst einmal das anwenden, was wir mit als erstes gelernt hatten: uns korrekt anzuziehen. Für die Arbeit im S1-Labor bedeutete das: Schutzbrille (gab es in grau, kunterbunt und rosa), weißer Kittel und grüne Gummihandschuhe.



der Genetikkurs in voller Montur

So ausgestattet, konnten wir dann an die Arbeit gehen. Dass die Aufgaben normalerweise von Zwölftklässern behandelt werden störte uns wenig. Auch unser Laborleiterteam, das aus drei Biochemikern bestand, hatte keine Probleme, uns den Stoff, der für Oberstufenschüler bestimmt ist, beizubringen. Damit war der Grundstein für eine erfolgreiche Woche gelegt, die es dann auch

wurde, denn die Ergebnisse unserer Experimente waren ordentlich. Neben praktischen Tipps und Anleitungen zu den Experimenten hatten die Laborleiter auch Lebensweisheiten wie „Gentechniker sollten niemals Kaffee trinken“ (zitternde Finger) für uns und erweiterten unseren Horizont so in zweierlei Hinsicht. Auch wenn wir Fragen hatten, standen sie uns zur Verfügung, z.T. mit sehr interessanten Infos. Wusstet ihr zum Beispiel, dass es eine Verdauungsstörung namens Ahornsirup-Krankheit gibt? Unsere eigenen Kursleiter machten sich im BioLab eher rar und kamen höchstens einmal vorbei, um ein paar Fotos zu schießen. Am ersten Tag gab es noch ein Problem: Die stickige Laborluft, die einige von uns einfach nicht gewohnt waren. Die betroffenen Teilnehmer wurden nach draußen gebracht und bekamen etwas zu trinken und schon nach kurzer Zeit waren wir wieder vollzählig. Der Hauptteil unserer Arbeit lag im Pipettieren von Flüssigkeiten in andere Gefäße. Hierdurch konnten wir durch besondere Enzyme z. B. Bakterien DNA aufschneiden oder zusammenkleben. Da das alles aber sehr klein ist, DNA kann man mit bloßem Auge ja nicht erkennen, konnten wir den genauen Vorgang nicht beobachten. Erst als wir am nächsten Tag wieder ins BioLab kamen, die Bakterien also etwas Zeit hatten sich zu vermehren, konnten wir (unter UV-Licht) feststellen, dass sie sich tatsächlich verändert hatten. Sie waren blau. Wir hatten ihnen ein Gen „eingepflanzt“, durch dessen Wirkung die Bakterien eine Blaufärbung bekamen. Bei einem anderen Experiment, dem Mordfall Anna K., wurde das Ergebnis wieder mit UV-Licht sichtbar gemacht. In diesem Fall konnten wir den „Täter“ so überführen. Neben den Experimenten waren natürlich auch die Geräte im Biolab, wie z. B. das „Wasserbad“ (hier konnte man seine Gefäße auf einer genau einstellbaren Temperatur in Wasser lagern) oder der „Vermehrungsapparat“ für DNA sehr interessant. Das Verfahren zur

Vermehrung nennt man Polymerase-Kettenreaktion, über die später noch genau berichtet wird. Im Laufe der Woche haben wir folgende Experimente durchgeführt:

1. Isolierung und Vervielfältigung von DNA
2. DNA-Isolierung von Darmbakterien und Erstellen eines genetischen Fingerabdrucks (dazu später noch etwas mehr)
3. Gentechnische Veränderung und Kultivierung von Darmbakterien
4. Aufreinigung des Grün-Fluoreszierenden-Proteins (GFP)

Alle Experimente führten wir modisch wie technisch korrekt in voller Labormontur durch, wobei wir am Abend zuvor in der Kursarbeit die Theorie durchgenommen hatten. Für uns war das Experimentieren besonders spannend, da vor der Science Academy kaum einer schon im Labor gearbeitet hatte.

Was uns diese eine Woche lang normal vorgekommen ist, nämlich das Arbeiten in einem Labor, war eine sehr seltene Gelegenheit. Zwar dreht der Gentruck wie gesagt in Baden-Württemberg immer wieder seine Runden, aber er schafft es noch lange nicht zu allen Schulen. Und ob wir später mal in unserem Beruf das „Vergnügen“ haben werden in einem Labor zu arbeiten, ist natürlich auch noch nicht klar. Dafür war es für uns umso klarer, dass wir die Zeit im Biolab vermissen würden. Es hatte einfach alles gestimmt, sowohl die Experimente, als auch die „Chemie“ zwischen uns und den Laborleitern.

Als der Gentruck am Samstag der ersten Woche nicht mehr da war, begann für uns zum ersten Mal der normale „Arbeitstag“, wie ihn die Teilnehmer der anderen Kurse bereits eine Woche lang gehabt hatten. Der eine oder andere von uns hing mit seinen Gedanken aber wahrscheinlich trotzdem noch hin und wieder an der Zeit im

Biolab und den dort gewonnenen Erfahrungen. Anders als die Gummihandschuhe werden wir das BioLab an sich vermissen und sagen deshalb noch einmal „Danke“, auch und vor Allem an die Laborleiter, für diese tolle Zeit.

An dieser Stelle jetzt noch etwas für Wissbegierige. Es geht um ein Verfahren, das in vielen Bereichen Anwendung findet, und von dem jeder, direkt oder indirekt, betroffen sind. Die Rede ist von dem Verfahren, mit dem wir beim Mordfall Anna K. den Mörder identifiziert haben, dem: „Genetischen Fingerabdruck“

**Zweck:** Der genetische Fingerabdruck wird zur Identifizierung von Straftätern, für Vaterschaftstests und zum Nachweis gentechnisch verändertes Lebensmittel verwendet.

#### **Verfahrensschritte:**

- Isolieren und Reinigen der DNA
- Polymerasen-Kettenreaktion (PCR)
- Gelelektrophorese

### **Isolieren und Reinigen der DNA**

Um einen genetischen Fingerabdruck z. B. von Blutspuren am Tatort machen zu können, muss aus den Blutzellen zuerst einmal die DNA ohne irgendwelche Verunreinigungen gewonnen werden. Dazu wird in mehreren Schritten mit verschiedenen Lösungsmitteln erst die Zelle zerstört und anschließend werden alle Teile außer der DNA entfernt. Das Ergebnis sind mehrere DNA-Stränge, die vollkommen von anderen Zellbestandteilen gereinigt sind. Allerdings kann man aus mehreren Gründen mit diesen DNA-Strängen noch keinen genetischen Fingerabdruck herstellen: Zum einen ist die Anzahl der DNA-Stücke zu gering, weshalb man die DNA-Probe erst mittels der Polymerasen-Kettenreaktion (PCR) vervielfältigen muss. Zum anderen musste man auch die Größe der DNA-Stücke minimieren.

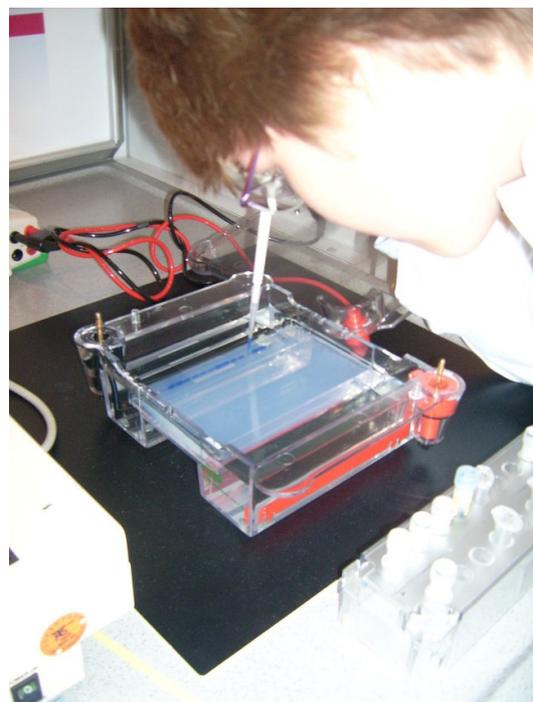
## Polymerase - Kettenreaktion

Nach der Isolierung und Reinigung muss die DNA also mit der Polymerase - Kettenreaktion vervielfältigt werden. Dazu wird die DNA-Probe auf 90°C erhitzt, wodurch sich die Wasserstoffbrücken zwischen den Basenpaaren der DNA auflösen und sich zwei Einzelstränge bilden. Anschließend wird die Probe auf 54°C heruntergekühlt, damit sich die sogenannten Primer anlagern können. Primer sind kleine DNA-Stücke mit bestimmten Basenabfolgen und dienen als Ansatzstelle für das Enzym Polymerase. Bei 74°C ergänzt die Polymerase danach mit Nukleotiden die DNA an den durch die Primer eingegrenzten Stücken (bestehend aus einem Phosphatrest, Desoxyribose und einer der vier Basen). So entstehen aus einem riesigen DNA-Strang kleinere Stücke in zweifacher Ausführung. Dieser Ablauf wird bis zu 30mal wiederholt, sodass am Ende, wenn man von einem DNA-Strang ausgeht, bei 30 Wiederholungen 536 Millionen Kopien entstanden sind. Für Proben von verschiedenen Menschen werden dabei immer die gleichen Primer benutzt. Es werden nur solche Primer benutzt, die sich ausschließlich an den Stellen der DNA anlagern, die keine Informationen enthalten, also von der Zelle nicht abgelesen und zur Herstellung von Proteinen genutzt werden. Das ist nötig, weil die codierenden Stellen bei allen Menschen mehr oder weniger gleich sind. Weil immer die gleichen Primer benutzt werden, verschiedene Menschen aber ganz unterschiedliche nichtcodierende Basensequenzen besitzen, haben auch die bei der PCR entstehenden Stücke unterschiedliche Größen, und das macht sich die Gelelektrophorese zunutze.

## Gelelektrophorese

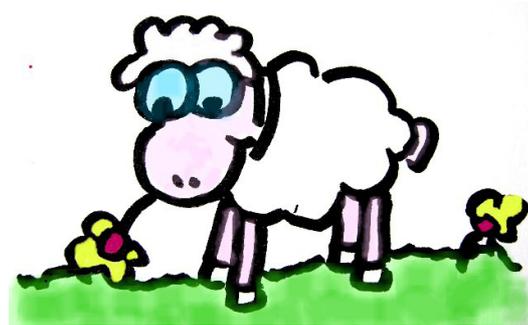
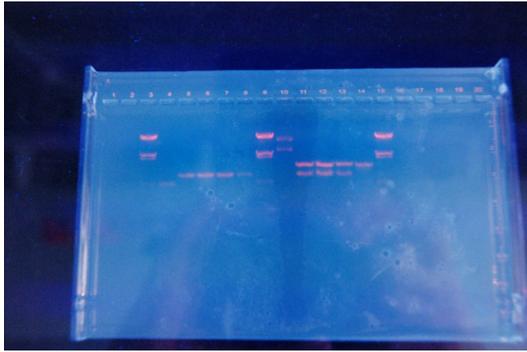
Dieses Verfahren wird angewandt, um aus den entstandenen DNA-Kopien den genetischen Fingerabdruck zu gewinnen. Die mit

PCR vermehrte DNA-Probe wird mit einer unter UV-Licht sichtbaren Farbe durchsetzt und in kleine Vertiefungen, Taschen genannt, in einem speziellen Gel (wir haben Agarose-Gel benutzt), injiziert. Das war gar nicht so einfach, da man die Pipetten Spitze nur ganz behutsam einführen durfte.



Nun wird eine elektrische Spannung an das Gel angelegt. Auf der Seite mit den Taschen liegt der Minus-Pol, auf der anderen Seite der Plus-Pol. Da die DNA negativ geladen ist, werden die DNA-Fragmente der Probe zum Pluspol hingezogen. Hier beginnt die Trennung: Da das Gel eine Art Netzstruktur aufweist, wandern kleinere DNA-Teilchen schneller zum Plus-Pol als größere. Unter UV-Licht betrachtet, sieht man dann die Verteilung der DNA-Stücke. Bei jedem Menschen ergibt sich ein ganz eigenes, für ihn charakteristisches Bild.

Bei einem Kriminalfall werden so DNA - Spuren vom Tatort mit denen der Verdächtigen verglichen. Wenn der Täter darunter ist, sind sein genetischer Fingerabdruck und derjenige der Probe vom Tatort völlig identisch. Somit kann der Täter identifiziert werden.



Nach dem spannenden praktischen Teil folgte der nicht weniger interessante theoretische. Schon am Eröffnungs-Wochenende hatten wir die Aufgabe erhalten, bis zum Sommer einige Kurzreferate vorzubereiten. Diese wurden in den Nachmittagskursen vorgestellt. Die Thematik war weit gefächert, wie z.B. die Zellteilung aber auch Bakteriengenetik und Proteinbiosynthese (Proteinbildung). Auch aktuelle und sehr stark diskutierte Themen wurden aufgegriffen, wie zum Beispiel folgende:

## Dolly (\* 1997 am Roslin Institute in Schottland )

LEONIE BEYRLE, GABI MROZ

### Das berühmteste Schaf der Menschheitsgeschichte

Normalerweise begnügen sich Schafe damit den lieben langen Tag auf ihrer Weide zu stehen und zu fressen, gelegentlich ein majestätisches Blöken von sich zu geben und nebenbei Wolle zu produzieren.

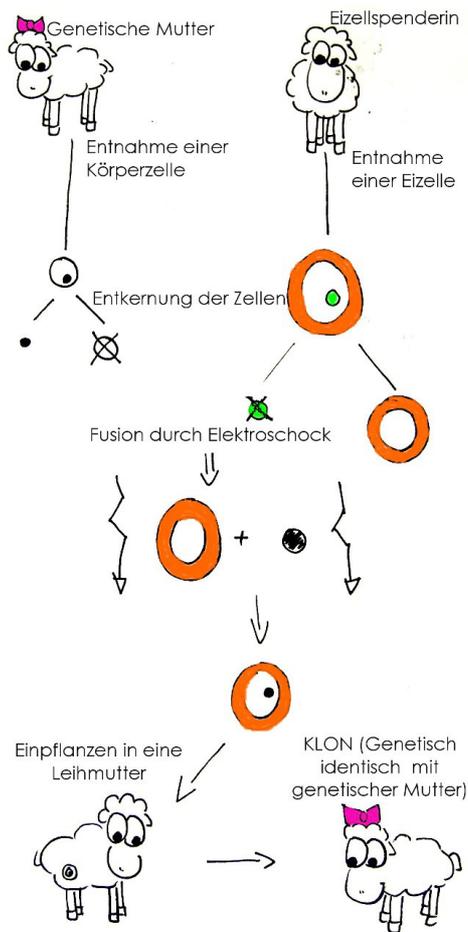
Normalerweise werden Schafe nicht weltberühmt und verursachen keinen riesigen Medienrummel sowie kontroverse Diskussionen über Bioethik. Wie gesagt, normalerweise. Das Schaf, von dem im Folgenden die Rede sein soll, tat genau das. Durch seine bloße Existenz löste es wildeste Spekulationen über Zukunftsszenarien aus und

leitete eine kleine wissenschaftliche Revolution ein. Dieses Schaf war Dolly.

### Was macht Dolly so besonders?

Auf diese Frage antworten die meisten Menschen, Dolly sei das erste Lebewesen, das mit der Methode des Kerntransfers geklont wurde. Doch das stimmt so nicht. Es wurden schon früher Tiere - auch Schafe - auf diese Weise geklont, Dolly allerdings war das erste Lebewesen, das aus einer adulten somatischen Zelle geklont wurde. Was das nun schon wieder ist? Und warum das so besonders und bahnbrechend war? Um das verstehen zu können, muss man zunächst einmal mehr über die angewandte Klonmethode wissen: die Kerntransplantation.

Dabei wird dem Schaf, das man klonen möchte, eine Zelle entnommen. Im Fall von Dollys „genetischer Mutter“ war dies eine Euterzelle (also eine Körperzelle, und damit haben wir auch schon das erste ominöse Fremdwort geklärt: Somatisch bedeutet nichts anderes als körperlich, hört sich aber viel besser an). Gleichzeitig entnimmt man einer anderen „Mutter“ (Eizellenspenderin) eine Eizelle, aus der man den Zellkern, in dem sich die Erbinformation der Eizellenspenderin befindet, entfernt. In diese entkernte Eizelle setzt man nun den Zellkern und damit auch die Erbinformation der genetischen Mutter ein. Durch einen Stromstoß werden die Membranen (Hüllen) von Zellkern und Eizelle zum Verschmelzen gebracht. Der dadurch entstandenen Embryo wird noch einige Tage *in vitro* (d.h. im



Reagenzglas) kultiviert und Gesetz dem Fall, dass er sich viel versprechend entwickelt, einer Leihmutter implantiert, die - wenn alles gut geht - nach ca. fünf Monaten Tragezeit ein Lamm zur Welt bringt, das genetisch mit dem Schaf, das den Zellkern gespendet hat, identisch ist.

### So weit so gut . . .

. . . aber was ist nun eine adulte Zelle und was macht das Klonen mit ihr so schwierig? Das ist so: Bei Zellen kommt es im Laufe ihrer Lebenszeit zu einer sogenannten Differenzierung, d. h. die Zellen spezialisieren sich immer mehr auf ihre ganz eigene Aufgabe; verlieren aber zunehmend ihre Entwicklungspotenz. Zellen in einem jungen Embryo bis zum 4. Tag zum Beispiel haben noch das Potential, sich eigenständig in einen vollständigen, lebensfähigen Orga-

nismus zu entwickeln. In einem älteren Embryo können sie immerhin noch zu allen Zelltypen des menschlichen Körpers werden, aber nicht mehr zu einem eigenständigen Organismus. Zellen aus adultem, also erwachsenem Gewebe schließlich sind meist schon so weit spezialisiert, dass sie sich nur noch zu ganz bestimmten Zelltypen entwickeln können. Jede Zelle enthält den kompletten Bauplan für das jeweilige Lebewesen. Im Laufe der Differenzierung werden aber diejenigen Teile der Erbinformation, die die jeweilige Zelle nicht benötigt, um zu funktionieren, einfach „abgeschaltet“. Das ist vollkommen normal und auch nicht weiter problematisch, wozu braucht schließlich eine Hautzelle, die Erbinfo einer Leberzelle. Wenn man aber aus einer Körperzelle, die schon sehr weit differenziert ist und bei der viele Teile der Erbinfo bereits abgeschaltet sind, einen vollständigen Organismus klonen möchte, wird es problematisch. Gibt es denn keine Möglichkeit die Zelle wieder umzuprogrammieren, so dass alle Teile der Erbinfo wieder „angeschaltet“ sind? Ja die gibt es und genau das ist auch die Erkenntnis zu der Keith Campbell, einer der „Väter“ Dollys, kam und damit dem Projekt zum entscheidenden Durchbruch verhalf. Er hatte sich zu einem früheren Zeitpunkt in seiner Karriere mit Tumoren beschäftigt und in selbigen finden sich oft Zellen, die sich teilweise oder schon vollständig zu Haare, Zähne etc. ausgebildet haben. Diese ausdifferenzierten Zellen haben es geschafft sich zurückzudifferenzieren und zu vollständig anderen Zelltypen zu werden. Wenn tumoröse Zellen dazu in der Lage sind, warum nicht auch die Zellen mit denen man klonen wollte?

### Reprogrammierung der Zelle

Und Keith Campbell hatte Recht! Dem Forscherteam am Roslin Institute gelang es tatsächlich, die Zellen zu reprogrammieren und in ihren Anfangszustand zurückzuver-

setzen. Zu erklären wie genau sie dabei vorgegangen sind würde hier aber den Rahmen sprengen. Es sei nur soviel gesagt, dass man bei der ganzen Prozedur sehr genau darauf achten muss, dass die Zellzyklen von Zellkern und Eizelle genau aufeinander abgestimmt sind.

Dadurch war es wieder möglich, aus dieser einen Zelle einen vollständigen Organismus werden zu lassen. Den Anfangszustand, also den Zustand maximaler Entwicklungspotenz nennt man im übrigen Ompotenz; nur für diejenigen, die gerne eindrucksvolle Fremdwörter lernen, um damit anzugeben.

### Probleme bei Dollys Entstehung

Auch wenn es sich im vorangegangenen Bericht vielleicht so angehört haben mag, die Entstehung von Dolly verlief alles andere als reibungslos. Die Forscher haben nicht mal eben eine Eizelle und einen Zellkern genommen und im Vorbeigehen für einen wissenschaftlichen Durchbruch gesorgt.

Zur „Herstellung“ von Dolly wurden 277 Embryonen konstruiert, nur 29 von ihnen entwickelten sich gut genug um sie Leihmüttern einzupflanzen. Von den 13 Leihmüttern, denen Embryonen eingepflanzt wurden, wurde nur eine trüchtig. Effizienz ist was anderes! Bevor die technischen Schwierigkeiten, die zu dieser hohen Fehlerquote führen, nicht beseitigt sind, werden dem Klonen im großen Stil nicht nur ethische sondern auch ökonomische Beschränkungen auferlegt sein.

### Medienrummel um ein kleines Lamm

Was die Anzahl der über sie verbreiteten Gerüchte angeht kann sich Dolly durchaus mit Nessie messen: Schon kurz nach ihrer Geburt kursierten zum Teil sehr absurde Zeitungsmeldungen. Ein paar Journalisten verbreiteten die Behauptung Dolly sei

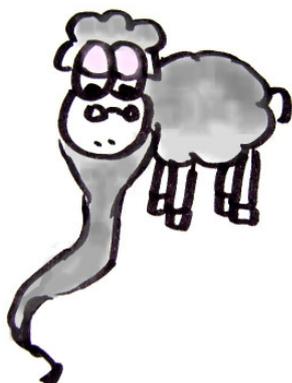


Fleischfresser und verspeise unschuldige, kleine Lämmer, was sie kühn auf die Tatsache zurückführten, dass Dolly als Klon natürlich keine Seele haben könne.



Es gab aber auch ernstzunehmende Fragen, zum Beispiel, die nach Dollys tatsächlichem Alter. Aufgeworfen wurden diese von der Tatsache, dass Dolly schon in jungen Jahren an der typischen Alterskrankheit Arthritis erkrankte und wegen einer Lungeninfektion im Jahre 2003 im Alter von nur sechs Jahren eingeschläfert werden musste. War Dolly frühzeitig gealtert? Oder war sie vielleicht schon mit demselben physischen Alter wie ihre genetische Mutter (also sechs Jahre) zur Welt gekommen?

Addiert man Dollys Alter zu dem ihrer Mutter erhält man 12 Jahre, rechneten uns einige besonders eifrige und clevere Journalisten vor, nicht ohne sofort anzumerken, dass dies durchaus der normalen Lebenserwartung von Schafen entspreche. In der Tat fanden sich an Dollys Erbmaterial gewisse



Merkmale, die eigentlich auf ein weit höheres Alter hindeuteten (Für diejenigen, die es genauer wissen möchten: An den „Enden“ der DNA (Träger der Erbinformation) befinden sich die sogenannten Telomere. Diese verkürzen sich im Laufe des Lebens und können so Aufschluss über das Alter eines Organismus geben. Bei Dolly waren sie deutlich kürzer als erwartet.) Allerdings könnte dies alles auch nur ein Zufall sein und bis jetzt wurden noch keine stichhaltigen Argumente gefunden, die beweisen, dass Dollys Krankheiten darauf zurückzuführen sind, dass sie ein Klon war und neuere Experimente scheinen die Theorie ebenfalls zu widerlegen. Jedenfalls sorgt Dolly auch jetzt, vier Jahre nach ihrem Tod und während sie schon längst ausgestopft im National Museum of Scotland steht, immer noch für Gesprächsstoff.

Hier noch ein weiteres Referatsthema:

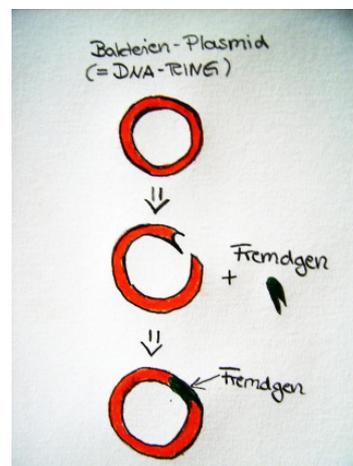
## Transgene Lebewesen

BRIGITTE VOIGT, CARMEN KOWARIK

Hamster, die grün leuchten; Mäuse, bei denen Krebs vorprogrammiert ist, Anti-Matsch-Tomaten, Cholera-Bananen, ... - Nein, das ist nicht aus Men in Black 3 entnommen und ja, das gibt's alles!! Aber welche Möglichkeiten gibt es, an unserem Erbgut, bzw. am Erbgut anderer Menschen

oder Lebewesen herumzudoktern??

- Man schaltet Gene aus! Wie? z.B. durch Manipulation oder Hemmung der Regulatorproteine (schalten Gene an oder aus)
- Man schaltet Gene ein! Wie? Ebenfalls durch Regulatorproteine. Paradebeispiel ist die Pille: Sie enthält ein bestimmtes Östrogen, ein Hormon. Hormone sind starke Regulatoren, in diesem Fall wird dem Körper eine Schwangerschaft vorgeschwindelt.
- Zusätzliche Gene einbauen! Wie? Erbgut zielsicher aufschneiden (mit speziellen Enzymen, den Restriktionsenzymen, auch „Genschere“ genannt, diese schneiden die DNA nur an bestimmten Stellen auf), ein neues Gen einsetzen und mit einem anderen Enzym die Schnittstellen wieder zukleben. Ein Problem ist: Wie bekommt man die veränderte Erbinformation in eine Zelle? Lösung: Man nimmt zum Beispiel Viren als Vektor (=Genfähre). In sie wird das veränderte Erbgut eingebaut. Befallen sie eine Zelle bauen sie in diese einen Teil ihres veränderten Genoms ein.



## Definition GVO:

Lebewesen, die in ihrem Genom zusätzliche Gene aus anderen Arten enthalten nennt man gentechnisch veränderte Organismen (GVOs). Menschen zählen dabei jedoch nicht - niemand läuft nach einer Gentherapie mit einem Schild „Achtung! GVO!“ herum. Übrigens: Auch wir vom Genetikurs haben im BioLab einen Organismus gentechnisch verändert: Wir haben einem Bakterium ein LacZ-Gen (zum Milchzuckerabbau) eingesetzt.

## Gentechnik in der Medizin:

### 1. Die somatische Gentherapie

Bei diesem Verfahren wird ein Gen in Körperzellen eingeführt und das Genprodukt soll z. B. den Krankheitsverlauf aufhalten oder verlangsamen. Alles schön und gut, aber eine kleine Sache hört nicht auf Widerstand zu leisten, widersetzt sich dem Imperium der Wissenschaft und weigert sich, gefunden zu werden: Der perfekte Vektor um Gene in verschiedene Zellen, Gewebe und Organe zu befördern. Einer der keine Immunantwort des Körpers heraufbeschwört, sondern nur an die Zielzellen gelangt und auch sonst keine Nebenwirkungen hat.

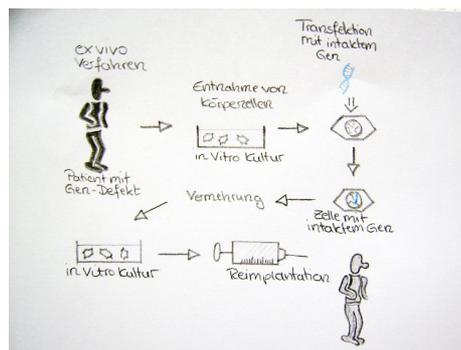
#### Verfahren

In – vitro – Verfahren:

Dem Patienten werden Körperzellen entnommen, im Reagenzglas vermehrt und gentechnisch verändert. Die Zellen erfüllen jetzt die vorher fehlenden Funktionen. Sie werden dem Patienten injiziert oder reimplantiert.

In – vivo – Verfahren:

Die fehlenden Erbinformationen werden dem Körper des Patienten direkt zugeführt. Vektoren (z. B. Viren), die das Gen enthalten, werden injiziert oder inhaliert.



Anwendung:

- bei Erbkrankheiten (z. B. Bluter)
- bei Krebs (z. B. Hautkrebs)
- bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen  
 $\implies$  genetische Änderungen werden nicht zur nächsten Generation weitergegeben.

### 2. Die Keimbahntherapie:

Nur die Keimbahn, also die Fortpflanzungszellen, geben genetisches Material an die Nachkommen weiter. Diese Therapie ist nicht nur ethisch stark umstritten, sondern birgt auch technische Hürden. Ein einfaches Verfahren:

1. Embryonale Stammzellen (Zellen früher Entwicklungsstadien des Embryos, die noch zu einem ganzen Organismus heranreifen können) werden entnommen
2. Einschleusen fremden Erbguts in diese Zellen
3. Entwicklung der Stammzellen zu vollständigen Organismen

$\implies$  neu eingeführtes genetisches Material wird zur nächsten Generation weitergegeben

Paradebeispiele für Erfolg und Misserfolg waren 2001 einerseits das Äffchen ANDi.

Er war der erste transgene Primat, bei dem JEDE Körperzelle ein Fremdgen trug. Es war das Gen einer Qualle, das das GFP (=grün fluoreszierendes Protein) codiert. Doch leider war es in ANDi nicht aktiv



(er leuchtete also nicht grün)... Andererseits zeugt Jesse Gelsinger, der während eines klinischen Versuches zur somatischen Gentherapie starb, von der zerstörerischen Kraft der Gentechnik. Sein Tod konnte klar auf die zugegebenen viralen Vektoren zurückgeführt werden.

### **Transgene Mikroorganismen:**

Transgene Mikroorganismen sind z. B. gentechnisch veränderte Bakterien, die zur Herstellung verschiedener Substanzen wie Antibiotika, Insulin oder Vitaminen verwendet werden.

### **Transgene Tiere:**

Nicht nur in der Medizin gibt es ein großes Anwendungsspektrum für die Gentechnik. Auch mit dem Erbgut von Tieren kann man viel anstellen. Durch Plasmide (=Bakterien-DNA-Teile, die von den Bakterien regelmäßig ausgetauscht oder weitergegeben werden) als Vektor werden Fremdgene in die befruchtete Eizelle eines Tiers eingebracht und diese dann scheinchwangeren Muttertieren implantiert. Die Muttertiere bekommen transgene Nachkommen (Keimbahntherapie). Hier einige Beispiele, die einerseits das Herz jedes Laboranten oder Mitarbeiter der Pharmaindustrie höher schlagen lassen, andererseits jeden Greenpeace-Aktivisten aufschreien lassen.

### **„Knockout“-Mäuse:**

Hierbei wurden Gene ausgeschaltet. Das Resultat sind z. B. Fettmäuse oder Krebsmäuse.



Das Prinzip ist einfach: Was passiert, wenn ich welches Gen ausschalte? Oder: Testen von Medikamenten an den kranken Mäusen, etc.

### **Transgene Tiere zur Medikamentenproduktion:**

Vor allem milchgebende Tiere sind dafür geeignet. Der gesuchte Stoff wird nur im Euter produziert. Aufgrund der Keimbahntherapie sind auch die Nachkommen transgen. So werden bereits ganze transgene Herden erzeugt, bei denen die Milch Bestandteile eines Medikaments enthält.

### **Xenotransplantation:**

Tiere dienen als Ersatzteillager für diverse Organe. Besonders an Schweinen wird diesbezüglich geforscht, da viele Organe die gleiche Größe und Form wie beim Menschen besitzen. Primaten werden aus ethischen Gründen (noch) nicht für die Forschung eingesetzt. Außerdem besteht die Gefahr, dass sich der Mensch an Infekten der verwendeten Primaten ansteckt.

## Ausflug nach Heidelberg

RAMONA ROLLER, SUSANNE DOMSCHKE

Es war Donnerstagmorgen, genauer gesagt 8:00 Uhr. Auf dem Gelände des LSZU schienen alles friedlich zu sein. Die kühle Luft und der eisklare Himmel versprachen einen schönen sonnigen Tag, welcher sich auch durch den Gesang der Vögel ankündigte. Alles schien daher nach einem ganz normalen Tag auf der Science Academy auszu- sehen. Wie gesagt ... es schien. Doch die Idylle wurde durch ein fremdes Geräusch gestört: Unten am Wendezirkel knatterte lautstark der Motor eines Reisebusses. Wie ein nervöses Rennpferd ohne Jockey vor seinem wichtigsten Rennen stand er da, wartete auf seine Insassen, um endlich losfahren zu können. Aber wo waren die „Jockeys“? Eine Gruppe im Halbschlaf versunkener Jugendlicher schlenderte über den Parkplatz. Die Augen waren noch fast geschlossen, der Geist im Standby Zustand. Hier und da fiel mal ein Satz, ein Lachen. Manche der müden Augen warfen sehnsuchtsvolle Blicke zur Mensa. Ja, da würden sie jetzt normalerweise sitzen, einigermaßen wach und gemütlich frühstückend. Doch heute war nicht „normalerweise“. Heute waren sie da schon gesessen, allerdings bereits um 7:15 Uhr. Mit „sie“ sind die Teilnehmer der Kurse Astronomie, MolMed und Genetik gemeint, welche an diesem Donnerstag zu einer Exkursion nach Heidelberg aufbrachen, um dort ihre Kursarbeit im Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) bzw. an der Landessternwarte Heidelberg vertiefen zu können. Endlich waren alle am Bus angekommen. Das Rennpferd, dessen Adrenalin ihm eigentlich schon aus den Ohren raus tropfen müsste, konnte jetzt starten. Die Fahrt verlief alles in allem sehr angenehm - zumindest für die Mitfahrer. Der Busfahrer wurde hingegen von manchen Kursleitern als wandelndes Straßenverlaufslexikon missbraucht. In Heidelberg

angekommen verabschiedeten sich die MolMeds, um vor ihrem Besuch im DKFZ noch das Heidelberger Schloss zu besichtigen. Kurz vor 10 Uhr fuhr der Bus dann auf das Gelände des DKFZ. Endstation für die Genetiker. Da die Astros erstmal 20 Minuten zur Sternwarte hochtuckern mussten, die MolMeds sich immer noch das Schloss anguckten, das jeder (oder zumindest fast jeder) ohnehin schon kannte und der Genetikkurs sowieso der beste Kurs ist, begleiten wir doch die Genetiker bei ihrem Exkursionstag: 10:00 Uhr. Nachdem wir alle die Toilette einer echten Forschungseinrichtung benutzt hatten und deren Kaffeemaschinen - Armada gesehen hatten, begaben wir uns in den Seminarraum, wo wir einen Vortrag zu Krebs, speziell zum Gebärmutterhalskrebs, hören würden. Wenig später kam auch schon der Referent: Professor Gissmann. Nach einer kurzen Einführung zum Thema Krebs im Allgemeinen, in der seine Ursachen sowie seine Entstehung geklärt wurden, widmete sich Professor Gissmann dem Gebärmutterhalskrebs. Dieser wird durch ein Virus (HPV-humanes Papillomvirus) ausgelöst, indem er die Apoptose (programmierter Zelltod) in der befallenen Zelle ausschaltet, die zelleigene Krebsvorbeugung wird also gestört. Deshalb können sich aus diesen Zellen Tumoren entwickeln. Daher stellte Herr Gissmann dem ein Verfahren zur Krebsfrüherkennung vor, welches er auch zugleich als sehr positiv bewertete. Dazu werden Zellen aus der Scheide entnommen, abgestrichen und auf Missbildungen (Dysplasien) untersucht. So entdeckte Tumore können dann mechanisch entfernt werden. Während des Vortrags betont Professor Gissmann immer wieder die Wichtigkeit der Impfung, was wohl auch damit zusammen hängt, dass er und sein Team den Impfstoff gegen HPV am DKFZ mitentwickelt haben. Auf jeden Fall lobte er Impfungen sehr und erklärte uns auch gleich die Herstellung sowie die Wirkungsweise des apathogenen, also

Tot-Impfstoffes gegen HPV. Die Hülle des Virus mit ihrer Oberflächenstruktur nennt man Kapsid. Sie besteht aus Kapsomeren, welche wiederum aus fünf Molekülen aufgebaut sind. Diese Hülle wird künstlich hergestellt, wirkt aber auf das Immunsystem genau so wie ein echtes Virus. Verabreicht man dem Körper nun diese Virus-Kopien, bildet das Immunsystem Antikörper. Die „Viren“ können für den Körper aber nicht gefährlich werden, da sie nur Proteinhüllen sind, also keine Virus-DNA enthalten. Bei einer echten Infektion kann das Immunsystem sofort Antikörper aussenden und die Viren bekämpfen. Neben dem Verlauf des Testverfahrens einer Impfung, informierte uns Professor Gissmann außerdem über die Maßnahmen, welche zu treffen wären, um ein Virus auszurotten. Er betonte, dass die Impfung nur 70-80 prozentigen Schutz bietet, da sie nur gegen die 2 häufigsten HPV-Erreger wirkt, und somit die Krebsvorsorgeuntersuchung trotzdem unverzichtbar sei.



Darüberhinaus sprach er sich für Impfungen beider Geschlechter aus, da diese HPV hauptsächlich durch Geschlechtsverkehr übertragen werden. Nach einer kurzen Frageunde und Diskussion wurden wir von zwei Doktoranden, Kristina und Markus, abgeholt, welche uns die Arbeitsweise in der Forschung näher bringen sollten. Nachdem alle sicherheitsgerecht eingekleidet waren, ging es hoch zu den Labors.



Neben Lagerräumen für Bakterien, Zellen und Co. wie den 37°C-, 4°C- und 20°C-Räumen, zeigten Markus und Kristina uns einen Behälter mit Flüssigstickstoff, der ebenfalls zur Aufbewahrung der zu erforschenden Stoffe dient. Darüberhinaus war es uns sogar möglich, in die Labore der Sicherheitsstufe 3 zu lugen, in denen mit infektiösen HI-Viren gearbeitet wird. Aufgrund der Sicherheitsvorschriften wurde uns angehenden Forschern der Zutritt zum S3-Labor leider verwehrt. In zwei Gruppen wurden wir in die Forschungsarbeit der S2-Labore eingeweiht. Hautnah konnten wir die Forscher und deren Arbeitsplätze erleben und uns von unseren Führern Fragen zu deren Arbeit beantworten und erklären lassen. Insgesamt waren wir von der Atmosphäre in den Labors überrascht. So locker hatten sich die wenigsten die Arbeitsweise vorgestellt. Bei Musik aus dem Radio und offenem (!!!) Schutzkittel den Computer HPV-DNA in Gewebeproben nachweisen zu lassen, stimmte nicht ganz mit unseren Erwartungen überein. Doch letztendlich gestanden wir uns dann doch ein, dass jemand, der erforscht, ob HPV ein Mitverursacher des schwarzen Hautkrebs ist, nicht den ganzen Tag nur den Computer arbeiten lassen kann! Nach dem dreistündigen Aufenthalt im DKFZ wurde eine Merci-Packung an Kristina und Markus überreicht und unser Kurs steuerte auf den Ausgang zu. Draußen war, wie der Morgen es schon angekündigt hatte, ein herrlicher Tag. Der Fotofanatiker Günther nutzte natürlich die Gunst der Stunde und ließ zum Gruppenfoto aufstellen.

Danach knurrte auch beim letzten Genetiker der Magen, so dass sich unsere Truppe in Richtung Bäcker aufmachte. Dort deckten wir uns dann mit Fressalien ein und schlenderten anschließend zum Neckar. Unter einer schattenspendenden Trauerweide auf der Wiese wurde dann gerastet. Bei Brötchen, Süßigkeiten und Günthers Trockenobstrunden konnte sich jeder entspan-

nen. Um 14:15 waren dann Celias, Günthers und Ronjas Verhandlungsstrategie gefragt. Alle befanden sich beim Bootsverleih und die drei oben Genannten versuchten auf ihre charmanteste Art den Bootsbesitzer von einem Gruppenrabatt zu überzeugen. Der anfangs noch nicht kompromissbereite Mann wurde von unseren Leitern dann letztendlich weichgeklopft und ermäßigte den Fahrpreis. Wir alle waren glücklich und stiegen in vierer- bzw. dreier-Gruppen in die Tretboote. Dann wurde gestrampelt. Obwohl jede Gruppe ein anderes Ziel auf dem abgegrenzten Fahrbereich des Neckars verfolgte (Wettrennen, Fotos machen, Enten erschrecken, etc.) vereinte uns doch alle etwas: Die Tatsache, dass wir uns zwar das Blatt mit den Verhaltensregeln durchgelesen hatten, aber uns nicht daran hielten.



So sah man wenige Minuten später filmreife Tretbootkollisionen oder Uferabstände, die eine wesentlich geringere Entfernung aufwiesen als die vorgeschriebenen 10 m. Es wurde natürlich viel gelacht, gesungen, geknipst und nass gespritzt. Die prachtvollen Häuser wurden mit Neid bewundert, ein Boot rauschte geradewegs in den Uferbewuchs hinein (ünsere Steuerung hat nicht mehr funktioniert) und jeder reckte seine Nase der Sonne entgegen. Nach einer Stunde schließlich war der Spaß vorbei und wir befanden uns trockenen Fußes wieder an Land. Da uns bis zur Busabfahrt noch fast 3 Stunden blieben, machten wir uns zusammen in Richtung Stadtmitte, zur Shoppingmeile auf. Celia erzählte vom Heidelberger

Zuckerladen und versicherte, nachdem jeder traurig gemeint hatte, noch nie etwas von ihm gehört zu haben, dass es ein Muss sei, den Zuckerladen kennen zu lernen. Kurzerhand konnte sie alle für den Laden begeistern und versprach, uns hinzuführen. Auf dem Weg erfuhren wir die kuriossten Geschichten über den als Zahnarztpraxis getarnten Zuckerladen. Nach mehreren Anläufen, einem Besuch in jeder Gasse und Straße abseits der Fußgängerzone, und einem verzweifelten Anruf bei Celias Freundin, erreichten wir endlich den Zuckerladen! Die Eingangstür wurde weit aufgerissen und unsere Gruppe von 15 Leuten stapfte, sich neugierig umguckend, in den Laden. „Tüüür zu!“, brüllte es da schon von der anderen Seite der Ladentheke - die erste Bekanntschaft mit dem Ladenbesitzer! Die 10 nächsten sollten bald folgen! Nach einer Standpauke, dass wir doch gefälligst grüßen sollten, wenn wir hier reinkämen, schnauzte er Ronja an, die aus Versehen das „Bitte keine Fotos machen“ - Schild übersehen hatte. Nachdem wir den ausdrucksstarken Worten des Ladenbesitzers gelauscht hatten und vor Schreck zu Salzsäulen erstarrt waren, da die Realität wieder einmal nichts mit unseren Vorstellungen gemein hatte, nahmen Gestik und Mimik des Besitzers nettere Züge an und er verteilte kurzerhand eine Runde Cola-Lollies mit Zitronenpulver im Inneren. Während wir still und schweigsam an unseren Lollies rumlutschten, erzählte der Ladenbesitzer von der Philosophie und der Geschichte des Zuckerladens. Jenen Zuckerladen kann man sich wie eine Mischung aus Hexenlabor, Räuberhöhle, Ramschladen, Fußballfanshop und Süßigkeitenparadies vorstellen. Die Regale, die Wände und der Tresen sind aus dunklem altem Holz. Jedes bisschen Platz wird genutzt, es gibt keine Lücke in den Regalen. Sofort hat man den Eindruck, als ob es sich hier um ein vergessenes Warenlager handeln könnte, dreckig mit Spinnenweben in allen Ecken. Doch weit gefehlt! Bei ge-

nauerem Betrachten würde selbst Sherlock Holmes kein Staubkörnchen entdecken. Der Laden ist wirklich sauber. Der Ladenbesitzer mag vielleicht auf den ersten Blick für die meisten unfreundlich ausgesehen und eine abschreckende Wirkung gehabt haben, doch ein Teil seines Verhaltens rechtfertigte sich, nachdem man ihm eine Weile zugehört und seine Worte auch verstanden hatte. Danach stellte er den Teilnehmern noch ein Würfelspiel vor, welches er immer an der Kasse mit seinen Kunden spielt. Gewinnt er, purzelt die Ehre des Kunden auf die letzte Treppenstufe eines Hochhauses. Gewinnt der Kunde, darf dieser sich in einem Kasten neben der Kasse eine weitere Süßigkeit umsonst aussuchen. Das sei dazu gesagt: Das Spiel basiert auf Glück und wirklich nur auf Glück! Nach diesem lehr- und erfahrungsreichen Besuch des Zuckerladens, teilten wir uns in 3 Gruppen auf und schlenderten die verbleibenden zwei Stunden noch durch die Fußgängerzone. Um 18:00 Uhr fanden sich dann alle am Neckar- Münzplatz ein. Von da aus ging's mit dem Bus weiter zum DKFZ, um die MolMeds abzuholen. Anschließend fuhren alle hoch auf die Sternewarten, damit die Astros auch noch eingesammelt werden konnten. Die Rückfahrt glich der Hinfahrt zu 99 Prozent. Alle waren müde, außer den MolMeds, die irgendwie mehr Power zu haben schienen, und es wurde ein Extrastop am Rewe eingelegt. Schließlich, um 20:30, trafen wir und die anderen Kurse auf dem Eckenberg ein und machten sich auf den Weg zu unseren Zimmern. Unten im LSZU2 stand sogar noch ein spätes Abendessen für die Exkursionsteilnehmer bereit: Kalte Pizza. Für den einen ekelerregend, für den anderen ein Hoffnungsschimmer, den knurrenden Magen zu beruhigen.

An diesem Abend fielen wir alle müde, aber zufrieden in unsere Betten. Ein erlebnisreicher Tag ging zu Ende.

## Schluss

JONATHAN MAYER, TIMON FIEDLER

Genetik - die Technologie der Zukunft. Ein enormes Potential steckt in diesem Bereich der Naturwissenschaften, von dem sich erst ein kleiner Teil den Menschen erschlossen hat. Doch auch in zwei Wochen konnten wir uns nur oberflächliche Einblicke in die beständig wachsende Welt der Genetik verschaffen. Es war einfach großartig für uns, dass sich uns Möglichkeiten wie die Arbeit in einem Genlabor eröffneten, was durch das fantastische Umfeld der Science Academy abgerundet wurde. Genetik ist heutzutage ein eher problematisches Thema: Viele Leute lehnen sie ab, ohne sich je wirklich eingehender mit ihr beschäftigt zu haben. Sicher ist Vorsicht bezüglich der Gentechnik angebracht, denn in den falschen Händen könnte sie in naher Zukunft eine schlimme Waffe darstellen. Umso besser war es, dass wir im Kurs sachlich und unvoreingenommen an die Genetik herangegangen sind, weder wurden Fakten beschönigt, noch hysterisch reagiert und ablehnend bewertet. Wir haben die Genetik zwar wissenschaftlich betrachtet, jedoch auch die ethischen Aspekte diskutiert und die Problematik behandelt. Zuletzt sahen wir uns am Doku-Wochenende ernsthaften Problemen gegenüber: Nicht nur drei von zwölf Teilnehmern fehlten, sondern auch unsere beiden Leiter Günther und Celia waren krank, sodass Ronja kurzum von einer Mentorin zur einzigen Kursleiterin befördert wurde. Daher an dieser Stelle noch mal ein besonderer Dank an Ronja für ihren Einsatz und ihr Durchhaltevermögen. Wir danken hiermit auch allen, die uns diese wunderbaren Erfahrungen ermöglicht haben und wünschen Leitern wie Teilnehmern alles Gute und ein baldiges Wiedersehen. Es waren zwei GEEENiale Wochen für uns!!!

**Genetik rocks!**



