

*Untersuchung einer Methode zur Herstellung von  
künstlichem Fleisch*



Wettbewerb „Jugend Forscht“ 2006

**Alexander Höper ( 18 Jahre )**

Arbeitsgemeinschaft „Jugend Forscht“  
des Christian Gymnasiums Hermannsburg

Leitung: StD Thomas Biedermann



## ***Inhaltsverzeichnis:***

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung.....</b>                         | <b>3</b>  |
| 1.1      | Wie bin ich auf dieses Thema gekommen? .....   | 3         |
| 1.2      | Anwendungsgebiete /Beispielmöglichkeiten ..... | 3         |
| <b>2</b> | <b>Mein Versuch .....</b>                      | <b>4</b>  |
| 2.1      | Aufbau des Versuches.....                      | 4         |
| 2.2      | Versuchsablauf .....                           | 6         |
| 2.3      | Schritt 1: Die Isolierung der Zelle .....      | 6         |
| 2.4      | Die Nährlösung .....                           | 6         |
| 2.5      | Schritt 2: Die Vermehrung der Zelle.....       | 7         |
| 2.6      | Schritt 3: Die Verbindung der Zellen .....     | 7         |
| 2.7      | Schlussbetrachtungen.....                      | 8         |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse.....</b>                         | <b>8</b>  |
| 3.1      | Ist diese Methode gut?.....                    | 8         |
| 3.2      | Gibt es andere/bessere Möglichkeiten? .....    | 8         |
| 3.3      | Vor- und Nachteile des Fleisches .....         | 9         |
| <b>4</b> | <b>Diskussion (Probleme) .....</b>             | <b>10</b> |
| 4.1      | Probleme mit dem Aufbau des Versuches .....    | 10        |
| 4.2      | Probleme mit der Methode.....                  | 10        |
| <b>5</b> | <b>Anhang.....</b>                             | <b>11</b> |
| 5.1      | Danksagung.....                                | 11        |



## ***1 Einleitung***

### ***1.1 Wie bin ich auf dieses Thema gekommen?***

Die Idee dieses Projektes entstand im Unterricht meines Biologie-Leistungskurses. In einer Stunde sagte uns Herr Dr. Ganzer, dass es möglich sei, tierisches Fleisch künstlich herzustellen. Sofort stellte ich Überlegungen an, wie dieses zu bewerkstelligen sei. Schnell fand ich heraus, dass es ein Grundprinzip gibt. Einzelne Zellen werden isoliert und sooft vermehrt, bis daraus Fleisch entsteht. Es hört sich zwar einfach an, aber so etwas umzusetzen ist schwierig. Bei den Recherchen fand ich heraus, dass sich damit noch nicht viele Menschen beschäftigt haben, sodass sich die Suche nach geeigneten Informationen als sehr schwer herausstellte.

Dabei stellte ich mir die Frage, ob es nicht möglich sei, die Herstellung für den Einzelnen zu vereinfachen.

### ***1.2 Anwendungsgebiete / Beispielmöglichkeiten***

#### **- Raumfahrt**

Das Thema des künstlich hergestellten Fleisches, findet vor allem in der Raumfahrt Zuspruch. Die Möglichkeit das Fleisch im All zu züchten wäre ein großer Fortschritt, da somit längere Aufenthalte möglich wären. Die Astronauten bräuchten fast keine Lebensmittel mehr mitzunehmen, da sie diese vor Ort herstellen könnten.





- **Schnellrestaurants**

Ein anderes Beispiel wären die Schnellrestaurants und Fast-Food-Ketten. Diese würden so viel weniger Tiere benötigen um ihre Hamburger oder Fleischgerichte verkaufen zu können. Bei der Zubereitung wäre es nicht mehr nötig Sehnen oder Knochen zu entfernen, um die Herstellung zu beschleunigen.



- **Vegetarier**

Auch für die Vegetarier könnten sich neue Möglichkeiten der Gestaltung ihres Ernährungsplans ergeben. Da bei diesem Fleisch kein Tier mehr getötet werden muss, wäre es grundsätzlich vorstellbar, dass auch Vegetarier künstlich hergestelltes Fleisch essen würden. Diese Möglichkeit ist jedoch umstritten. Viele Vegetarier würden sich wohl auch weiterhin dagegen wehren, um ihre ethischen Überzeugungen nicht zu verletzen, da es sich ja immer noch um Fleisch handelt.



## 2 Mein Versuch

### 2.1 Aufbau des Versuches

Als erstes ist zu sagen, dass ich mehrere Versuche gemacht habe, die leider ohne Erfolg blieben. Im Nachhinein erkannte ich immer mehr Probleme, so dass ich auf weitere neue Ideen stieß.

Mein erster Versuch sah wie folgt aus:

Als erstes habe ich mir frisch geschlachtetes Rinderfleisch besorgt. Das Fleisch muss sehr frisch sein, da lebende Zellen erforderlich



Skizze 1: Aufbau Versuch 1



sind. Dieses habe ich zuerst in kleine Stücke zerschnitten. Danach nahm ich eines von diesen und legte es auf ein Stück Gummi-Handschuh, welcher in einer großen Petrischale untergebracht war. Das kleine Stückchen Fleisch bekam nun seine Nährstofflösung, welche aus dem Blutserum des Rindes bestand. Bei einer konstant gehaltenen Temperatur von etwa 35°C habe ich das Fleisch trainiert, d.h. die Muskelzellen wurden künstlich kontrahiert. Dabei wurde der Gummi-Handschuh mehrmals täglich gedehnt. Nach einigen Tagen beobachtete ich meinen Versuch unter dem Mikroskop genauer und fand heraus, dass sich nichts getan hatte. Die Zellen waren abgestorben und hatten sich nicht vermehrt. Nach einigen Überlegungen, warum dieser Versuch nicht geklappt hat, kam mir eine andere Idee. Vielleicht wäre eine geringere Menge an Fleisch besser.

### Mein zweiter Versuch:

Bei diesem Versuch habe ich genau dasselbe gemacht wie im ersten Versuch jedoch mit einer Ausnahme; ich nahm viel weniger



Skizze 2: Aufbau Versuch 2

Zellen als vorher. Nach mehreren Tagen untersuchte ich das Fleisch wieder unter dem Mikroskop, doch alleine nach dem äußeren Anschein her, hatte es wieder nicht geklappt. Dies bestätigte sich rasch. Die Zellen waren wieder abgestorben und hatten sich nicht vermehrt. Irgendetwas musste verändert werden. Ich stieß bei meinen Recherchen auf die künstliche Herstellung von Organgeweben. Dabei muss zuerst eine gesunde Zelle isoliert werden, damit sie sich vermehren kann. Vielleicht war dies eine Fehlerquelle. Also habe ich mich auf die Suche gemacht, um zu sehen, wie sich Zellen isolieren lassen. Jedoch ist dies ein sehr schwieriges Unterfangen.

### Mein dritter Versuch:

Der dritte Versuch beinhaltet zwei Änderungen, die ich vorgenommen habe, zum Einen die Isolierung einer Zelle und



Skizze 3: Aufbau Versuch 3

zum Anderen das häufigere Trainieren der Zelle. Bei Forschern, die sich damit schon länger beschäftigen, hat dieser Versuch geklappt, jedoch habe ich noch keine nützlichen Ergebnisse bekommen.



## 2.2 *Versuchsablauf*

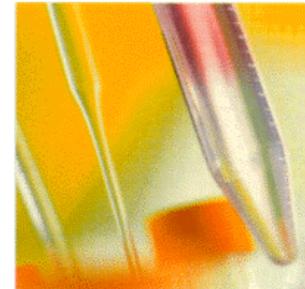
Den letzten Versuch möchte ich nun detaillierter schildern.

### 2.3 Schritt 1: Die Isolierung einer Zelle

Wie bereits vorher erwähnt, muss das Fleisch direkt vom Schlachter in eine sterile Pufferlösung getan werden. Diese muss umgehend in einem gekühlten Gefäß zur weiteren Untersuchung ins Labor gebracht werden. Anschließend wird die Probe mehrmals gespült, damit keine Verunreinigungen die Testergebnisse verfälschen können. Das Fleisch wurde nun stark verkleinert, um möglichst wenige Zellen in dem bisherigen Verband zu haben. Nun wird das Stückchen enzymatisch aufgeschlossen, d.h. in eine Lösung mit Enzymen gelegt, welche die Zellen voneinander trennen. Die gewonnenen Zellen werden aufgeteilt, wobei eine davon in das Blutserum gelegt wird. Als nächstes folgt die Vermehrung der Zelle; dazu beschreibe ich zunächst die Nährlösung genauer.

### 2.4 Die Nährlösung:

Sie ist für die Zellen sehr wichtig. Da bei Lebewesen ein Blutkreislauf die Zellen mit Nährstoffen versorgt, so ist es bei einzelnen Zellen besonders schwierig sie mit den notwendigen Nährstoffen zu versorgen. Zellen benötigen vor allem Sauerstoff um zu überleben. Sind sie lange Zeit ohne Sauerstoff, so sterben sie sehr schnell ab. Des Weiteren



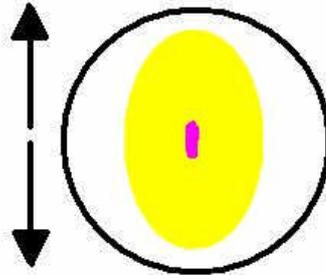
brauchen sie noch einige Stoffe aus dem Blut. Bei meinem Versuch habe ich das Blut zentrifugiert, um das Blutserum zu gewinnen, in dem diese Stoffe vorhanden sind. Das Blutserum bildete auch meine Nährlösung, welche ständig erneuert wurde, damit die Zellen nicht absterben. Allerdings werden diese Zellanlagerungen nicht besonders dick, da die Nährlösung zwar durch die Zellen diffundiert, aber es keinen geregelten Blutkreislauf gibt. Ohne geregelten Blutkreislauf und ohne durchgehende Sauerstoffversorgung, wird dieses Fleisch nicht so wie man sich normales Fleisch vorstellt. Man müsste mehrere Membranen mit vorhandenen Zellkulturen übereinander



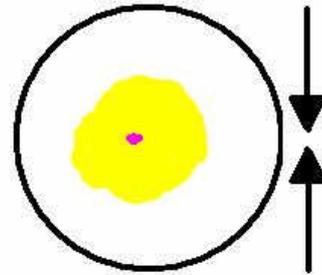
stapeln, damit eine gewisse Dicke erreicht wird. In meinem Versuch beschränkte ich mich auf eine Schicht.

## 2.5 Schritt 2: Die Vermehrung der Zellen

Nachdem die Zelle isoliert war, musste ich sie vermehren. Bei Muskelzellen geschieht dies durch „Training“. In der freien Natur



Skizze 4: Streckung der Zelle



Skizze 5: Stauchung der Zelle

laufen die Rinder auf der Wiese hin und her. Dabei trainieren sie ihre Muskeln. Beim Menschen ist es nicht anders. Je nach Anzahl der Muskelzellen verändert sich auch die Qualität des Fleisches. Die Tiere werden gemästet, damit sie viel Fleisch und Fett anlagern, ansonsten müssten viel mehr Tiere sterben, da öfter geschlachtet werden müsste. Bei einer einzelnen, isolierten Zelle kann man die Vermehrung auch durch Bewegung erreichen. Dazu habe ich die Membranschicht, auf der die Zelle in der Nährlösung geschwommen ist, immer wieder gedehnt. Dadurch werden die Zellen gestaucht bzw. gestreckt. So kann sich die Zelle vermehren. Eine andere Möglichkeit ist, die Zellen mit Hilfe von elektrischen oder magnetischen Feldern zu vermehren. Durch diese Felder werden sie um circa 5 – 10% gedehnt. Das gleiche Ergebnis wird jedoch auch auf mechanische Weise erzielt.

## 2.6 Schritt 3: Die Verbindung der Zellen

Die Zellen verbinden sich automatisch beim Trainieren. Aus einer einzelnen Zelle entsteht nach einiger Zeit wieder ein Zellverband. Dieser Verband stellt später das Fleisch dar. Das Rindfleisch besteht aus vielen, miteinander verbundenen, Muskelzellen, sowie auch Fettzellen, welche für den Geschmack sehr wichtig sind. Wird die Zelle nicht trainiert, so entsteht auch kein neues Muskelgewebe. Bei meinem Versuch werden die Zellen hoffentlich eine Art Gewebe ergeben. Dieses Muskelgewebe wäre fast genauso aufgebaut wie das Muskelgewebe eines Rindes mit der Ausnahme, dass in den Versuchsmuskeln keine Fettzellen vorhanden sind.



## **2.7 Schlussbetrachtungen**

Die Herstellung von künstlichem Fleisch erwies sich als komplexer als erwartet. Auch die Isolierung einer Zelle ist sehr schwierig und nicht für jedermann geeignet. Ich bin gerade dabei meinen Versuch zu vollenden, damit ich sehen kann, ob es wirklich möglich ist, Fleisch auf einfache Art und Weise herzustellen.

Zu beachten ist auch noch, dass dieses so entstandene Fleisch nicht für den Verzehr geeignet ist, da die Nährlösung aus Blutserum besteht. Dieses Blutserum enthält Prionen, welche beim Menschen die Krankheit „Creutzfeld-Jakob“ (Hirnkrankheit) auslösen. Forscher sind gerade dabei eine serumfreie Lösung zu erschaffen, ein Kulturmedium, welches aus Champignons hergestellt wird. Doch bis dies der Fall ist, kann das Fleisch noch nicht gegessen werden.

## **3 Ergebnisse**

### **3.7 Ist diese Methode gut?**

Dass es möglich ist, Fleisch zu züchten, haben viele Forscher schon gezeigt und es ist in der heutigen Zeit auch schon vielfach vorgekommen, dass Fleisch gezüchtet werden musste. Man denke an die Operationen bei denen den Patienten künstlich hergestellte Muskeln implantiert wurden. Doch dies ist ein anderes Thema.

Ob sich diese Methode durchsetzen wird, ist noch sehr fraglich, da zuerst auch noch einige Fragen bezüglich des so entstandenen Fleisches geklärt werden müssen.

### **3.8 Gibt es andere/bessere Methoden?**

Andere Methoden gibt es, doch ob sie besser funktionieren ist mir unklar. Eine andere Methode wäre die Zellen rund um ein kleines Kügelchen wachsen zu lassen, welches sich bei Temperaturschwankungen in der Form verändert. Dabei muss jedoch beachtet werden,



dass die Zellen so ständig anderen Temperaturen ausgesetzt wären, was vielleicht nicht so gut sein kann. All diese Methoden befinden sich noch im Teststadium, da es einige Probleme gibt, mit denen man sich auseinandersetzen muss. Dies habe ich auch bei meinen Versuchen gemerkt. Das größte Problem ist die Nährstoff-Versorgung. In einem Rind werden die Zellen durch den Blutkreislauf versorgt, doch man hat bis heute noch keine Lösung gefunden, wie man die Zellen ausreichend mit Sauerstoff usw. versorgen kann. Vielleicht wird sich dies bald ändern, so dass die Herstellung einfacher ablaufen kann.

### ***3.9 Vor- und Nachteile des Fleisches***

Künstlich hergestelltes Fleisch bietet eine Vielzahl von Vorteilen, welche meiner Meinung nach große Fortschritte wären. Zum Einen wäre da die tierfreundlichere Herstellung des Fleisches. Forscher bräuchten nur noch eine Zelle, um daraus beliebig viel Fleisch herstellen zu können. Dieses wäre dann frei von Sehnen und Knochen, was auch eine schnellere Zubereitung ermöglicht. Die Umwelt wird durch die herkömmliche Massentierhaltung belastet. Dabei entstehen Abgase, welche für das Klima sehr schädlich sind. Zudem beinhalten die Ausscheidungen oftmals Rückstände von Chemikalien, welche später in das Grundwasser gelangen und es somit kontaminieren. Die Tiere können sich bei einer solchen Haltung viele Krankheiten einfangen, die dann auf den Menschen übertragbar wären. Das Kunstfleisch könnte für den Verbraucher gesünder gemacht werden, indem die schädlichen Omega-6-Fettsäuren durch unschädliche Omega-3-Fettsäuren ersetzt werden würden. Auch Krankheiten wie BSE oder Krankheitserreger wie z.B. Salmonellen würden im künstlich hergestelltem Fleisch nicht vorhanden sein. Besonders im Hinblick auf den enormen Fleischkonsum in der Gesellschaft wäre es sicherlich besser, gesünderes Fleisch zu essen, damit hohe Cholesterinwerte den Menschen nicht mehr zu schaffen machen.

Jedoch gibt es auch einige Nachteile. Der Schwerste würde sicherlich sein, die Menschen davon zu überzeugen, Kunstfleisch zu essen. Diese Hemmschwelle müsste erst einmal überschritten werden, um einen regelmäßigen Konsum zu gewährleisten, da traditionelle Produkte im Allgemeinen mehr geschätzt werden. Heutzutage gibt es schon eine Vielzahl von verschiedenen Produkten auf dem Markt, welche unter anderem gentechnisch



manipuliert wurden ( Bsp: der Genmais). Der Ekel vor künstlichem Fleisch ist bei vielen groß, da es nichts mehr mit der Natur zu tun hat. Ein Nachteil ist außerdem auch der hohe Arbeitsaufwand, der bisher aufgebracht werden muss. Auch die Tatsache, dass das Kunstfleisch nur ca. einen halben Millimeter dick ist, wirft noch einige Probleme auf, denn so ähnelt es eher Mett, welches nur für Produkte wie Hamburger und Würstchen geeignet ist. Ganze Fleischstücke sind so nicht herstellbar.

## ***4 Diskussion***

### ***4.1 Probleme mit dem Aufbau des Versuches***

Während meinen Recherchen fand ich heraus, dass es nicht einfach ist Fleisch künstlich herzustellen. Auch die Art und Weise wie es gemacht wird, war nicht deutlich zu erkennen. Somit musste ich mir vieles einfallen lassen und habe viel probiert, was mich einige Zeit gekostet und, wie oben bereits erwähnt, meistens nicht funktioniert hat. Auch der Versuch an sich, so wie ihn viele Forscher gemacht haben, ist für mich sehr schwer gewesen, da die Techniken wie z.B. die Isolierung einer Zelle sehr komplex und schwierig sind. Oftmals ist dies bei mir schief gegangen.

### ***4.2 Probleme mit der Methode***

Die Methode ist sicherlich nicht gerade einfach gewesen, da sehr viele Sachen mit der Hand auszuführen waren. Man kann bestimmt bald vieles automatisieren, um es etwas simpler zu gestalten, doch ich habe so viel es ging mit der Hand gemacht, wie z.B. auch das Trainieren der Zellen. Die Methode mit den Kügelchen ist meiner Meinung nach einfacher, da vieles von alleine geht. Jedoch wusste ich nicht, um was für eine Kugel es sich da handelt.



## ***5 Anhang***

### ***5.1 Danksagung***

Ich möchte Herrn Dr. Ganzer und Herrn Webel danken, da sie mir sehr viele wertvolle Tipps gegeben haben und mich auch bei meinen Experimenten unterstützt haben.