

Inhaltsverzeichnis

Ralf Wohlgemuth	Editorial	Seite 2
Yassamine El Mazzouji	Lesen in der Freizeit. Das Leseverhalten der Schülerinnen und Schüler der Q1 der Europaschule Dortmund, beurteilt nach ausgewählten Aspekten.	Seite 3
Daniel Falk	Das epigenetische Phänomen und seine Nutzung in der Medizin	Seite 17
Alexander Koch	Saudi-Arabien - Perspektiven mit und ohne Erdöl	Seite 38
	Impressum	Seite 52

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

Editorial

Viele junge Studenten und Erstsemestler seien nicht studienreif, klagen Vertreter der Universitäten in Deutschland seit einigen Jahren. Neben mangelnder Rechtschreibung oder fehlendem Mittelstufenwissen kritisierten viele der Universitätsprofessoren auch die fehlenden methodischen oder disziplinarischen Fähigkeiten der Abiturienten. Immer mehr Erstsemestler müssten Vorbereitungskurse besuchen, um fehlenden Wissen, aber auch fehlendes methodisches Können auszugleichen oder zu erlernen, dass eine Universitätshausarbeit nicht in ein paar Tagen herunterzuschreiben ist. Den Schulen wird in dem Zusammenhang vorgeworfen, die Schülerinnen und Schüler nicht mehr gut genug auszubilden oder innerhalb der gymnasialen Oberstufe auf das universitäre Arbeiten vorzubereiten - eine der Grundaufgaben der Sekundarstufe II.

Die Facharbeiten übernehmen in diesem Rahmen die wichtige Funktion, die zukünftigen Abiturienten und möglichen Studenten auf eben genau diesem Weg zu begleiten und sie anzuleiten. Dabei gehen die Facharbeiten in ihrem Charakter ein Stück weiter als ein von den Schülerinnen und Schülern gewohntes Referat: Mit Hilfe einer passenden Methode und einer ersten Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten sollen die Schülerinnen und Schüler nicht bloß einen Fachinhalt referieren, sondern auch eine fachliche Fragestellung beantworten oder oder eine Problematik diskutieren. Bei unseren Nachbarn, den Niederlanden, heißt eine solche Facharbeit "het vraagstuk" - ein "Fragestück" - und sie stellt ihren Charakter mit dem Namen direkt in das Zentrum der Aufgabe.

Im jetzt bereits dritten Jahr haben Lehrerinnen und Lehrer der Europaschule Facharbeiten ausgewählt, die sie für besonders geeignet hielten, um in unserem Onlinejahrbuch veröffentlicht zu werden. Dabei ist vor allem auffällig, dass die ausgewählten "Fragestücke" dieses Jahr einen sehr unterschiedlichen Charakter und damit auch eine methodische und formale Vielfältigkeit zeigen: empirische Untersuchungen, vergleichende Analysen oder unterschiedliche Blickwinkel auf ein spezifisches Phänomen beweisen, dass es nicht nur eine mögliche Form der Facharbeit gibt, sondern vielfältige.

An dieser Stelle ist, wieder einmal und gerne, den Schülerinnen und Schülern für ihre gelungenen Facharbeiten zu danken, sowie den Lehrerinnen und Lehrern, die ihre Schülerinnen und Schüler beraten haben und ihnen mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ralf Wohlgemuth, Oktober 2017

Lesen in der Freizeit. Das Leseverhalten der Schülerinnen und Schüler der Q1 der Europaschule Dortmund, beurteilt nach ausgewählten Aspekten.

Yassamine El Mazzouji

1. Einleitung - Jugendliche negieren Bücher?

Das Interesse von Jugendlichen am Lesen ist gebrochen: "Sie chatten mehr und lesen weniger ."

Jugendliche verbringen ihre Freizeit vorzugsweise im Internet oder vor dem Computer und besonders die Jungen zeigen auffallendes Desinteresse an Büchern!

Dass sich eine solche Ansicht in der Gesellschaft verbreitet und Jugendlichen unterstellt wird, defizitäres Interesse an Büchern zu haben, tritt häufig auf. Auch die PISA-Studie² veröffentlichte im Jahr 2001 ein Ergebnis, durch welches diese Sichtweise naheliegend erscheint. So heißt es, dass deutsche Jugendliche über eine nur sehr durchschnittliche Lesekompetenz verfügen.³ Wie dieser "*Pisa-Schock*" in Deutschland zeigte, wird Lesen hoch geschätzt⁴, denn "*Literatur stellt nicht zuletzt das kulturelle Gedächtnis einer Gesellschaft dar*", so Dr. paed. Monika Plath und Dr. phil. habil. Karin Richter.⁵
Das Medium Buch soll bei Jugendlichen in Deutschland zu Gunsten neuer Medien immer mehr an Bedeutung verlieren, denn auch die Medienvielfalt in der heutigen Zeit soll die Neigung der

Ich möchte diese zahlreichen Aussagen und Untersuchungen im Rahmen meiner Facharbeit, welche das Leseverhalten der Schülerinnen und Schüler der Q1 an der Europaschule Dortmund in Hinblick auf das Lesen in ihrer Freizeit thematisiert, überprüfen.

Jugendlichen zu Printmedien verringern und eine Verdrängung des Buchs herbeiführen.⁶

Der primäre Grund meiner Themenwahl ist mein persönliches Interesse am Lesen. In meiner

¹ Zitat: http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/freizeitverhalten-von-jugendlichen-sie-chatten-mehr-und-lesen-weniger/14851782.html [Zugriff am 20.02.17, 17:48 Uhr (MEZ)]

² PISA-Studie: PISA, abgekürzt für "Programme for International Student Assessment" ist ein, durch die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) in Gang gesetztes, Programm, welches im Jahr 2000 eine Studie zur Lesekompetenz von Jugendlichen (im Alter von 15 Jahren) in 32 Staaten durchgeführt hat. Quelle: http://www.hausarbeiten.de/faecher/vorschau/197052.html [Zugriff am 01.03.17, 19:17 Uhr (MEZ)]

³ Vgl. http://www.lesen-in-deutschland.de/html/content.php? object=journal&lid=568 [Zugriff am 13.02.17, 22:10 Uhr (MEZ)]

⁴ Vgl. Garbe und Andere, 2009, S.11

⁵ Plath und Richter, 2010, S.27

⁶ Vgl. http://www.onetz.de/deutschland-und-die-welt-r/lokales/neue-medien-sind-interessanter-buch-verliert-beijugendlichen-an-bedeutung-d1142881.html [Zugriff am 02.02.17, 19:13 Uhr (MEZ)]

Freizeit lese ich gerne und viel und beschäftige mich dementsprechend ausgiebig mit Büchern bzw. Printmedien gemeinhin. Dies stellt auch den Grund für mein Interesse am Leseverhalten von Jugendlichen im allgemeinen dar.

Demgemäß werde ich im Verlauf meiner Erarbeitung zunächst einen Einblick auf den aktuellen Stand des Leseverhaltens von Jugendlichen geben. Dabei werde ich erst einmal die geschlechtsspezifischen Differenzen zwischen Mädchen und Jungen im Leseverhalten erläutern und folglich die Stellung des Buchs in der Mediengesellschaft darstellen. Im nächsten Kapitel (drei) werde ich auf, die von mir durchgeführte empirische Untersuchung eingehen, indem ich zunächst den Aufbau meines konzipierten Fragebogens darlege und anschließend meine Erwartungen an die Untersuchung schildere.

Des Weiteren führe ich im vierten Kapitel die Auswertung meiner Umfrageergebnisse durch, wobei ich diese in Hinblick auf meine oben angeführten Schwerpunkte darstelle, interpretiere und ggf. begründe. Folgend werde ich meine Umfrageergebnisse mit Rückgriff auf ähnliche Studien vergleichen und versuchen mögliche Abweichungen zu ergründen. Zuletzt formuliere ich, mit Rückgriff auf meine Umfrageergebnisse, den aktuellen Forschungsergebnissen und unter Berücksichtigung meiner persönlichen Perspektive ein Fazit.

2. Das Leseverhalten von Jugendlichen

2.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede im Leseverhalten

Heterogene empirische Untersuchungen haben Unterschiede bezüglich des Leseverhaltens von Mädchen und Jungen im Lesestoff bzw. den Lektürepräferenzen, in der Lesequantität, der Lesekompetenz, den Lesemodalitäten und der Lesefreude herausstellen können⁷. Betreffend des Lesestoffs kann zunächst darauf hingewiesen werden, dass Buchlesevorlieben ein besonders heterogenes Feld sind⁸ 7 und sich in einer Zusammenschau von mehreren Studien nur wenige echte Geschlechtsspezifika bei Buchgenres herauskristallisiert haben.⁹ Allgemein lässt sich jedoch festhalten, das Mädchen, im Gegensatz zu Jungen, fiktionale Genres (z.B. Romane), Biographien, Ratgeberliteratur und Lektüre mit Bezug auf das eigene Leben bevorzugen.

Unter Anderem gehören realistische und problemorientierte Literatur sowie Beziehungs- und

⁷ Vgl. Bertschi – Kaufmann, 2007, S.66/67

⁸ Vgl. Philipp, 2011, S.54

⁹ Vgl. Philipp, 2011, S.63

Liebesgeschichten mit menschlichen Schicksalen als Hauptthematik, auch "human-intereststories" genannt, zu den Lektürepräferenzen der Mädchen dazu. 10 Zudem ist die Ähnlichkeitsidentifikation, die man als Annäherung zwischen Lebens-und literarischer Welt interpretieren kann, für das weibliche Geschlecht von großer Bedeutung. 11 Im Kontrast dazu favorisieren die männlichen Jugendlichen Fantasy-Romane, Sach- und Fachliteratur, Zeitungen und Zeitschriften. Geschichten mit Aktionsreichtum und Spannung sprechen ihnen zu, wobei u.a. die Distanz zur Realität und das Eintauchen in andere Welten wichtig für sie sind. Dies ist in Lesestoffen wie z.B. historischen Romanen und Science-Fiction-Romanen verschiedenartig wiederzufinden. 12

Hinsichtlich der Lesequantität lässt sich anmerken, dass Mädchen und Frauen häufiger und länger, dementsprechend quantitativ mehr als Jungen und Männer lesen, was, der PISA-Studie zufolge, ebenfalls Auswirkungen auf die Lesekompetenz hat.¹³

"PISA 2000 hat ins allgemeine Bewusstsein gerückt, dass Mädchen besser lesen als Jungen - und zwar in allen 32 getesteten Staaten", so Prof. Dr. Andrea Bertschi-Kaufmann. ¹⁴ Die Lesekompetenz der Jungen wird, besonders auch durch PISA, welche die Jungen als "[...] weniger leseorientierte und lesekompetente Gruppe[...]" diagnostiziert hat, stark kritisiert. ¹⁵ Denn PISA konnte herausstellen, dass die Mädchen den Jungen besonders in anspruchsvollen Bereichen des Textverstehens voraus sind. Im Hinblick auf die Lesemodalitäten lässt sich sagen, dass Mädchen und Frauen empathisch und emotional involviert lesen, Jungen und Männer hingegen sachbezogen und distanziert, was u.a. auch durch die Genre-Vorlieben widergespiegelt wird. Zudem lesen Mädchen und Frauen auch mit mehr Freude, da es ihnen mehr bedeutet als Jungen und Männern. Für das weibliche Geschlecht stellt es eine Freizeitbeschäftigung dar, wobei sie häufig auch höhere Gratifikationen aus Büchern ziehen als das männliche Geschlecht. ¹⁶

2.2 Medien Konkurrenz oder Medienkoexistenz? - Die Rolle des Buchs in der Mediengesellschaft

Etwa seit 1980 soll das Lesen durch zahlreiche andere Medien Konkurrenz bekommen haben.

¹⁰ Vgl. Bertschi – Kaufmann, 2007, S.67

¹¹ Vgl. Philipp, 2011, S.64

¹² Vgl. Bertschi – Kaufmann, 2007, S.67

¹³ Vgl. Bertschi – Kaufmann, 2007, S.66

¹⁴ Bertschi – Kaufmann, 2007, S.67

¹⁵ Vgl. Plath und Richter, 2010, S.27

¹⁶ Vgl. Bertschi – Kaufmann, 2007, S.67

Das Medienangebot hat sich im Vergleich zu den früheren Generationen stark ausdifferenziert: Neben den Printmedien haben sich die auditiven Medien (Kassetten, CDs, etc.), die audiovisuellen Medien (Fernsehen, Video und Film) sowie die digitalen Medien (Bildschirmmedien) etabliert. Besonders Bildschirmmedien sollen, diversen Befunden zufolge, bei Jugendlichen überwiegend favorisiert sein. 17, Nun kommt es nicht mehr darauf an ,, richtig" bzw. ,, das Richtige" zu lesen, sondern überhaupt zu lesen", so Prof. Dr. Christine Garbe, 18 denn die Buchlesehäufigkeit, besonders in Bezug auf die Freizeit, nimmt tendenziell ab, während Computer und Internet zu verstärkt genutzten jugendkulturellen Medien avancieren. 19 Die Frage, ob die "neuen Medien" die Printmedien verdrängen oder ergänzen, wurde im öffentlichen Medienkurs lange Zeit kontrovers erörtert und muss laut Prof. Dr. Andrea Bertschi-Kaufmann geschlechtsspezifisch differenziert werden. Demnach schreibt sie den Jungen die Ersetzung von Büchern durch Bildschirmmedien zu, während sie den Mädchen eine ergänzende Nutzung der neuen Medien zu den Printmedien nachsagt. 20 Diverse andere empirische Untersuchungen konnten keine oder nur schwache statistische Zusammenhänge, die auf eine Konkurrenz von digitalen Medien und Printmedien schließen lassen, herausstellen.²¹ Denn in quantitativen Studien gibt es keine begründeten Hinweise darauf, dass digitale Medien bzw. Bildschirmmedien das Lesen ernsthaft gefährden oder verdrängen würden. 22 Dennoch lässt sich festhalten, dass die neuen Medien unwiderruflich ihren Platz im Medienalltag von Jugendlichen gefunden haben²³ und die Affinität zum Medium Buch mit steigendem Alter der Jugendlichen nachlässt.

3. Empirische Untersuchung in der Q1

3.1 Aufbau des Fragebogens

Um die vielfältigen Studien und empirischen Befunde überprüfen zu können, habe ich einen Fragebogen für die Schüler/innen meiner Jahrgangsstufe konzipiert, welcher anonym auszufüllen war. Hauptsächlich besteht dieser aus Multiple-Choice-Fragen, bei welchen es eine oder, sofern angegeben, mehrere Antwortmöglichkeiten gibt. Einer dieser Fragen soll,

¹⁷ Bertschi – Kaufmann, 2007, S.73

¹⁸ Garbe und Andere, 2009, S.16

¹⁹ Vgl. Philipp, 2011, S.60/61

²⁰ Vgl. Anm. 17

²¹ Vgl. Anm. 19, S. 20

²² Ebd. S. 63

²³ Ebd. S. 60

sofern verneint wird, eine Begründung zugrunde gelegt werden (Frage vier). Grundsätzlich besteht der Fragebogen aus acht Fragen, wobei bei der ersten Frage lediglich nach dem Geschlecht gefragt wird.

Gliedern lässt sich der Fragebogen wie folgt in vier Bereiche: Im ersten Teil werden Lesemenge (Frage zwei) und Lesesituation (Frage drei) abgefragt. Der nächste Teil beinhaltet zwei Fragen (vier und fünf) zur Leseeinstellung meiner Mitschüler/innen. Folgend sollen die Befragten Aspekte, welche für sie beim Lesen signifikant sind, ankreuzen (Frage sechs) und die präferierten Genres angeben (Frage sieben).

Im letzten Teil ist die Meinung der Schülerinnen und Schüler der Q1 bezüglich ihrer Lieblings-Medienkategorie gefragt (Frage acht), wobei u.a. auch kenntlich gemacht werden soll, ob die angegebene(n) Medienkategorie(n) neben den Printmedien favorisiert wird bzw. werden.

3.2 Erwartungen an das Ergebnis

Gibt es tatsächlich solche starken Abweichungen zwischen Mädchen und Jungen, was das Leseverhalten in der Freizeit angeht? Haben die männlichen Jugendlichen weniger Vergnügen am Lesen als die weiblichen? Empfinden Jugendliche die neuen Medien als Ablösung der "alten" (Print-)Medien? - Mit meiner Umfrage gehen bestimmte Erwartungen meinerseits einher, u.a die nachweisliche Beantwortung dieser Fragen. Obgleich ich damit rechne, ähnliche Ergebnisse, wie die, die bei anderen Untersuchungen herausgestellt wurden (siehe 2.1 und 2.2), zu erhalten, empfinde ich insbesondere mit Hinblick auf die geschlechtsspezifischen Unterschiede große Neugier. Besonders interessant wird es, zu überprüfen, ob zurecht gesagt wird, dass Jungen deutlich weniger lesen als Mädchen.

4. Auswertung der Umfrageergebnisse

4.1 Darstellung, Interpretation und ggf. Begründung der Umfrageergebnisse

Um meine Umfrageergebnisse (siehe 7., tabellarische Darstellung der Umfrageergebnisse) anschaulich und unter Berücksichtigung meiner beiden Schwerpunkte darstellen, interpretieren und ggf. begründen zu können, werde ich auf meine bereits vorhandene Gliederung, welche ich im Rahmen meines Fragebogens formuliert habe, zurückgreifen (siehe

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

2.1).

Zunächst befasse ich mich mit der Lesemenge (Teil eins der Gliederung), wobei ich herausstellen konnte, dass mehr als 63% aller Schüler/innen der Q1 der Europaschule Dortmund die erste oder zweite Antwortmöglichkeit angeben, womit diese mit einer gewissen Regel-mäßigkeit lesen. Besonders hervorstechend ist jedoch, mit Hinblick auf die geschlechtsspezifische Differenzierung, die Tatsache, dass 52% aller Jungen die Angabe "täglich oder mehrmals in der Woche" zu lesen machen, wodurch diese Angabe häufiger von Jungen getätigt wurde, als vom weiblichen Geschlecht. Dem gegenüber geben etwa 33,3% aller Befragten an, "einmal im Monat oder seltener" zu lesen. Nur 3,3% aller Teilnehmer meines Jahrgangs greifen "nie" zum Buch. Auch diesbezüglich lässt sich eine deutliche Parallele zwischen Mädchen und Jungen feststellen, wodurch bei der Lesehäufigkeit zunächst keine erheblichen Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern festzuhalten sind.

Die Situationen (Teil eins der Gliederung), bei denen meine Mitschüler/innen zum Medium Buch greifen, konnten mithilfe meiner Untersuchung ebenfalls deutlich differenziert werden: Fast die Hälfte aller Mädchen gibt an, immer dann zu lesen, wenn ihr "Zeitmanagement" es zulässt. Währenddessen tätigen lediglich 14% der Jungen diese Angabe. Ein Großteil meiner Mitschüler/innen kreuzt jedoch auch an, "am Wochenende bzw. Im Urlaub" oder "zum Zeitvertreib" zu lesen, womit das Lesen überwiegend mit intrinsischer Motivation erfolgt. Nichtsdestotrotz sagen 26% der weiblichen und 29% der männlichen Jugendlichen aus, nur zu lesen, wenn sie es müssen. Somit bedient sich mehr als ein Viertel der Schüler/innen nur bei Aufforderung (z.B. durch die Schule, im Sinne von Pflichtlektüre) an Büchern.

Dennoch verdeutlichen meine ausgewerteten Ergebnisse, dass die Einstellung der Jugendlichen zum Lesen (Teil zwei der Gliederung) sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen positiver Natur ist, denn 87% aller Befragen geben an, zum Vergnügen zu lesen. Kontrovers dazu gibt ein 22 prozentiger Anteil meiner Mitschüler/innen das Gegenteil an, wobei viele Begründungen bei Zeitmangel oder auch bei Desinteresse ansetzen. Auch spiegelt sich durch den 80-prozentigen Satz der Jugendlichen, die angeben "sehr gern" bis "gern" zu lesen, wieder, dass das Lesen ein hohes Ansehen genießt. Der dritte Teil meiner Umfrage umfasst die Lektürepräferenzen, wobei nach den favorisierten Lesestoffen und den signifikantesten Aspekten eines Buchs gefragt wird. Letzteres hat diverse deutliche Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern erkennen lassen: Primäre Bedeutung pflichtet die Mehrheit der männlichen und weiblichen Jugendlichen mit 82% dem Aspekt der

Spannung bei. Zeitgleich stellen der Unterhaltungsfaktor bei den Jungen(67%) und bei den Mädchen der Identifikationsfaktor (64%), das emotional involvierte Lesen (72 %) sowie der Realitätsbezug (38%) relevante Komponenten einer Lektüre dar. Sowohl bei Jungen (33%) als auch bei Mädchen (51%) ist das Eintauchen in andere Welten ebenfalls ein weiteres Kriterium, dessen Wichtigkeit heraussticht.

Auch bezüglich der Genres gibt es einzelne eindeutige Resultate: Während die Mädchen sich größtenteils für Liebesromane (74%), Fantasy-Romane (62%) und Thriller bzw. Horror-Romane (41%) aussprechen, gibt eine Vielzahl der Jungen Science-fiction-Romane (57%), Fantasy-Romane (52%), Sachliteratur (43%) sowie Zeitungen bzw. Zeitschriften (43%) als präferierten Lesestoff an. Präsent ist hier, dass sowohl die weiblichen als auch die männlichen Befragten das Genre Fantasy zu ihren Liebsten zählen und es dementsprechend nicht einer der Gruppen zugeordnet werden kann.

Der letzte Teilbereich meines konzipierten Fragebogens gibt Auskunft über das Verhältnis der Schüler/innen zu den Medien. Zunächst lässt sich anmerken, dass vorzugsweise audiovisuelle Medien für 70% aller Befragen die meist präferierte Medienkategorie ist. Fast zwei Drittel meiner Mitschüler/innen gibt digitale Medien an, wobei der geringste Teil der Schüler/innen (13%) die auditiven Medien zu den meist favorisierten Medien zählt. Zudem machen mehr als drei Viertel der weiblichen Befragten die Angabe, neben diesen Medienangeboten, Printmedien zu favorisieren. Dies trifft mit 67% auf die männlichen Jugendlichen zu. Dementsprechend haben insgesamt 73% aller Befragen angegeben die Printmedien neben anderen Medien zu bevorzugen, was u.a. auch darauf schließen lässt, dass diese parallel bzw. ergänzend genutzt werden. Somit kann auch festgehalten werden, dass eine Verdrängung der Printmedien durch andere Medienangebote eher nicht zu erwarten ist.

4.2 Vergleich mit anderen Studien

Im Folgenden werde ich meine Umfrageergebnisse mit anderen Studien und Untersuchungen zum Bereich Lesen bzw. Leseverhalten vergleichen. Eine dieser Studien, ist die JIM-Studie²⁴, die das Leseverhalten der 12- bis 19-Jährigen jährlich analysiert.

Im Jahr 2016 hat diese Studienreihe ebenfalls wichtige Untersuchungen gemacht und weitestgehend deutliche Ergebnisse festhalten können: Es konnte herausgestellt werden, dass

²⁴ Die JIM-Studie, abgekürzt für "Jugend, Information und (Multi-) Media" erhebt seit dem Jahr 1998 jährlich die Mediennutzung von Jugendlichen. Quelle: Vgl. http://www.klicksafe.de/service/materialien/studien/jim-studie-jugend-information-und-multi-media/ [Zugriff am 02.03.17, 21:14 Uhr (MEZ)]

mit 38 Prozent zwei von fünf Jugendlichen zu den regelmäßigen Lesern, welche mehrmals pro Woche oder öfter gedruckte Bücher lesen, zählen. In diesem Bereich befinden sich die Jugendlichen laut JIM schon seit zehn Jahre. ²⁵ Mit Hinblick auf meine durchgeführte Untersuchung, lässt sich feststellen, dass ein Anteil von 35 Prozent meiner Mitschüler/innen zu den regelmäßigen Lesern gehört. Präsent wird dadurch ein übereinstimmendes Ergebnis bezüglich der Lesemenge der jugendlichen "Vielleser".

Des Weiteren legt die JIM-Studie dar, dass Jungen mit 30% deutlich weniger lesen als die Mädchen (46%) und die "Nichtleser" unter den männlichen Jugendlichen häufiger vertreten sind (23%) als unter den weiblichen Jugendlichen (13%).²⁶

Im Vergleich zu meinen Ergebnissen, wobei lediglich 3,3% aller Befragten angeben Nichtleser zu sein und der Anteil der Jungen mit 3% etwas niedriger ist als der Anteil der Mädchen(5%), ist ein Unterschied bezüglich beider Aspekte unwiderruflich festzumachen. In der Tat kann diese Differenz auch auf die ungleichen Teilnehmerzahlen zurückgeführt werden, da meine empirische Untersuchung lediglich an 60 Jugendlichen durchgeführt wurde. Dennoch ist es bemerkenswert, dass bei meiner Untersuchung weniger Jungen zu den Nichtlesern zählen als Mädchen und vergleichsweise weniger meiner Mitschülerinnen und Mitschüler nicht lesen. Betreffend der Lesesituation hat die PISA-Studie zur Erkenntnis gebracht, dass sich die Einstellung der Jugendlichen zum Medium Buch konstant verschlechtert. Der Anteil der männlichen Jugendlichen, welche nur lesen, wenn sie dazu verpflichtet sind, beläuft sich auf 52%. Dem gegenüber stehen die weiblichen Jugendlichen mit einem Prozentwert von 36%.²⁷ Meine Umfrage hat vergleichsweise erwiesen, dass nur 27% aller Befragen, demgemäß über ein Viertel aller Mädchen und fast ein Drittel der Jungen, nur dann zu einem Buch greifen, wenn es unvermeidlich ist. Dementsprechend lässt sich sagen, dass der prozentuale Anteil der weiblichen Befragten bezüglich beider Untersuchungen zur Lesesituation konform ist. Was die Befunde der männlichen Teilnehmer anbelangt, sind jedoch größere Differenzen zu vernehmen, da der Wert meiner Umfrage bei diesen deutlich niedriger ist.

Des Weiteren hat PISA 2000 verdeutlicht, dass mehr als die Hälfte der deutschen Jungen (55%) und fast ein Drittel (29%) der Mädchen nicht aus Vergnügen lesen. Im Vergleich mit meinen Umfrageergebnissen konnte ich für die Jungen (33%) und für die Mädchen(15%) einen deutlich niedrigeren Wert festhalten. Demgemäß wird durch beide Umfragen präsent, dass mehr Mädchen aus Vergnügen lesen als Jungen, obgleich die Werte meiner Untersuchung

²⁵ Vgl. http://www.lesen-in-deutschland.de/html/content.php? object=journal&lid=1416 [Zugriff am 24.02.17, 23:53 Uhr (MEZ)]

²⁶ Vgl. http://www.lesen-in-deutschland.de/html/content.php? object=journal&lid=1416 [Zugriff am 24.02.17, 23:57 Uhr (MEZ)]

²⁷ Vgl. https://www.querelles-net.de/index.php/qn/article/view/207/215 [Zugriff am 26.02.17, 19:02 Uhr (MEZ)]

(prozentual) kleiner sind, als die der PISA-Studie.

In meinen bisherigen Ausführungen sind die geschlechtsspezifischen Lesestoffe bzw. Lektürepräferenzen (2.1), welche heterogenen Untersuchungen entstammen, bereits hervorgegangen. Folglich konnte ich eine besondere Überschneidung im Vergleich mit meinen Befunden erkennen:

Die Angaben der Mädchen meines Jahrgangs in Bezug auf die Genre-Vorlieben stimmen in Puncto Liebesromane, Thriller bzw. Horror-Romane und teilweise auch in Bezug auf realistische bzw. problemorientierte Literatur mit den Befunden überein. Andere fiktionale Literatur in Form von Fantasy-Romanen wird ebenfalls vom Großteil der Mädchen favorisiert, wobei hier auffällt, dass der prozentuale Wert der Mädchen (62%), die dieses Genre bei meiner Umfrage angeben, höher als der Wert der Jungen(52%) ist. Weil diese Büchergattung, laut den bereits erwähnten Untersuchungen, eher den Jungen zuzuordnen gilt, kann an dieser Stelle auf eine Überschneidung der beiden Geschlechter in Bezug auf Lektüre-Präferenzen hingewiesen werden. Darüber hinaus werden auch historische Romane, welche ebenfalls den Jungen zugewiesen werden, häufiger von meinen weiblichen Mitschülerinnen(23%) aufgeführt, als von meinen männlichen(14%).

Überdies ergeben sich noch andere Besonderheiten bei Gegenüberstellung der Befunde: Den Mädchen wird u.a. auch eine Affinität für Ratgeberliteratur(10%) sowie Biographien (3%) zugesprochen, welche meine Mitschülerinnen in meiner empirischen Untersuchung mit nur sehr geringem Anteil wählen. Mit Blick auf die Lektüre-Präferenzen meiner männlichen Mitschüler, im Verhältnis zu den Feststellungen durch andere Untersuchungen, lassen sich zu Anfang wiederholt deutliche Parallelen im Lesestoff aufführen: Übereinstimmende Ergebnisse sind hinsichtlich des Genres Science-Fiction, bezüglich Zeitungen bzw. Zeitschriften sowie Sachliteratur und partiell auch mit Hinblick auf Literaturklassiker zu vermerken. Unter Berücksichtigung der Deviationen, lässt sich festhalten, dass ein verhältnismäßig großer Anteil (28,5%) der Jungen sich für Biographien interessiert, obwohl diese Büchergattung eher weiblichen Jugendlichen nachgesagt wird.

Angesichts der, für Jugendliche, bedeutungsvollsten Aspekte eines Buchs ist zunächst eine Konformität bezüglich der Angaben meiner Mitschüler/innen und den Untersuchungsergebnissen verschiedenartiger Studien auszumachen: Bei den Mädchen sind diese mit Blick auf das emotionale Lesen, auf den Identifikationsfaktor (betreffend der Charaktere) und den Realitätsbezug zu erkennen. Bei Gegenüberstellung der Ergebnisse bei den männlichen Jugendlichen lassen sich Gleichheiten betreffend des Spannungsfaktors, des Unterhaltungswerts und teilweise auch in Relation zum sachlichen Lesen verdeutlichen. In

Puncto "Eintauchen in andere Welten" stimmt meine Untersuchung bei den Jungen, mit geringem prozentualen Anteil, mit anderen Befunden überein, obwohl die Mädchen in diesem Fall größere Interesse an dieser Komponente zeigen. Demzufolge können einige Spezifikationen, was die präferierten Eigenschaften von Büchern anbelangt, nur begrenzt geschlechtsbezogen unterschieden werden.

Bereits in meine Erarbeitung mit eingeflossen ist auch die Rolle des Buchs in der heutigen Mediengesellschaft. Wie zuvor schon aufgeführt ist die Lebenswelt der Jugendlichen von Medienerlebnissen - und Eindrücken geprägt²⁸, da das Medienangebot sich erweitert hat und ihnen dadurch vielfältige Möglichkeiten zur Verfügung stehen. In diversen Studien und Untersuchungen wird aufgrund dessen von einer Verdrängung der Printmedien durch andere Medien gesprochen. Andere Fachleute wiederum betrachten diese Thematik mit geschlechtsbezogener Konkretisierung, wodurch den Jungen das Ersetzungs-Phänomen zugeschrieben wird und den Mädchen eine ergänzende Nutzungsweise der Medienangebote zugesagt wird. Im Vergleich zu meinen Untersuchungsergebnissen lassen sich diese Ansichten größtenteils nicht bestätigen, da fast drei Viertel aller Befragten Schüler/innen angeben diverse Medien neben den Printmedien zu favorisieren und daher auf eine ergänzende Nutzung, im Hinblick auf beide Geschlechter, zu schließen ist.

5.Fazit

Bei Zusammenfassung meiner Ergebnisse lässt sich resümierend feststellen, dass das Leseverhalten der Schülerinnen und Schüler der Q1 der Europaschule Dortmund, im Rahmen ihrer Freizeit, in der Gegenüberstellung mit anderen Studien und Untersuchungen, größtenteils positiv ausgefallen ist. Mit Rückgriff auf meine Schwerpunkte kann dementsprechend folgendes festgehalten werden: Die Jugendlichen haben das Lesen nicht verworfen, denn die Mehrheit liest noch immer mit einer besonderen Regelmäßigkeit. Besonders im Hinblick auf die Jungen kann festgemacht werden, dass die Mehrheit dieser regelmäßiger liest als die Mädchen. Was die Einstellung zum Lesen anbelangt, empfindet die Mehrzahl meiner Mitschüler/innen Vergnügen und Freude. Zudem erfolgt das Lesen in den meisten Fällen mit intrinsischer Motivation, d.h. von ihnen selbst aus. Mit Hinblick auf die geschlechtsspezifischen Lektürepräferenzen bzw. Lesestoffe können für die weiblichen Jugendlichen besonders Liebesromane (mit Identifikations- und emotionaler Komponente),

²⁸ Vgl. http://www.praxis-jugendarbeit.de/jugendarbeits-blog/T66-Buch-lesen-Kinder-Jugendliche.html [Zugriff am 10.02.17, 18:56 Uhr (MEZ)]

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

Fantasy-Romane (mit dem Eintauchen in andere Welten) sowie spannungsreiche Thriller- und Horror-Romane akzentuiert werden. Für meine männlichen Mitschüler hingegen lassen sich Science-Fiction-Romane, Sachliteratur, Zeitungen bzw. Zeitschriften, Fantasy-Romane (mit dem Eintauchen in andere Welten) sowie Literatur mit Humor , Unterhaltungs- und Spannungsfaktor hervorheben. Nichtsdestotrotz sind Buchlesevorlieben ein sehr heterogenes und sich wandelndes Feld, wodurch Untersuchungen in diesem Bereich mit Vorsicht zu genießen sind.

Und was hat es nun mit der Medienkonkurrenz bzw. -koexistenz auf sich? Mit Berücksichtigung meiner Untersuchungsergebnisse lässt sich grundsätzlich sagen, dass die meisten Jugendlichen in ihrer Freizeit sowohl auf Printmedien als auch auf audiovisuelle und digitale Medien zurückgreifen, womit eine Verdrängung aus meiner Perspektive unwahrscheinlich und eine ergänzende Nutzungsweise eher naheliegend erscheint.

6. Anhang: Tabellarische Darstellung der Umfrageergebnisse (Auszug)

Es haben insgesamt 60 Schülerinnen und Schüler der Q1 an meiner Umfrage teilgenommen, davon waren 39 weiblichen und 21 männlichen Geschlechts.

Diese hatten die Option mehrere Antwortmöglichkeiten bei der dritten, der sechsten, der siebten und der achten Frage (8.1) anzugeben.

			Mädchen	Jungen	Alle				
1) Geschlecht		65%	35%	100%					
2) Lesemenge									
1)	täglich oder mehrmals in	der Woche	1) 26%	1) 52%	1)	35%			
2)	einmal in der Woche ode	er mehrmals	2) 38%	2) 10%	2)	28,5%			
	in 14 Tagen								
3)	einmal im Monat oder se	ltener	3) 33%	3) 33%	3)	33,3%			
4)	nie		4) 3%	4) 5%	4)	3,3%			
_					-				
,	Lesesituation		4) 460/	4) 4.40/	4.	350/			
1)	immer, wenn ich Zeit hal	be	1) 46%	1) 14%	1)	35%			
2)	zum Zeitvertreib		2) 31%	2) 52%	2)	38%			
3)) regelmäßig vor dem Schlafen		3) 8%	3) 19%	3)	12%			
4)	nur, wenn ich muss		4) 26%	4) 29%	4)	27%			
5)	nur am Wochenende/ im	Urlaub	5) 36%	5) 24%	5)	32%			
4)Einstellung zum Lesen: Lesen Sie zum Vergnügen?									
1)	⊢ja 1) 85%		1) 67%	1) 7	78%			
2)	nein 2) 15%		2) 33%	2) 2	22%			
5) Einstellung zum Lesen: Wie gerne lesen Sie?									
1)	sehr gern	1) 41%		1) 29%	1)	37%			
2)	gern	2) 46%		2) 38%	2)	43%			
3)	eher ungern	3) 10%		3) 33%	3)	18%			
4)	sehr ungern	4) 3%		4) 0%	4)	2%			

7. Literaturverzeichnis

Europaschule Dortmund

Bertschi-Kaufmann, Andrea: Lesekompetenz - Leseleistung - Leseförderung : Grundlagen, Modelle und Materialien, Hannover (2007)

Dapd(2013): Das Leseverhalten Jugendlicher wandelt sich. In: https://www.derwesten.de/kultur/das-leseverhalten-jugendlicher-wandelt-sich-id7726548.html

Garbe, Christine (2003): Mädchen lesen ander(e)s als Jungen. Unterschiedliche Leseinteressen und Leseweisen - Empirische Befunde und Erklärungsansätze. In: https://www.querelles-net.de/index.php/qn/article/view/207/215

Garbe, Christine; Philipp, Maik; Ohlsen, Nele: Lesesozialisation: ein Arbeitsbuch für Lehramtsstudierende, Paderborn (2009)

Holtkamp, Jürgen (2011): Voll im Griff - Jugendliche in der Mediengesellschaft. In: http://www.juergenholtkamp.de/2011/01/jugend-und-medien/

Klicksafe(keine Angabe): JIM-Studie (Jugend, Information und (Multi-) Media). In: http://www.klicksafe.de/service/materialien/studien/jim-studie-jugend-information-und-multi-media/

Kravcikova, Julia(2012): Lesen in der Freizeit - Das Leseverhalten der Schüler der Q1 des Beethoven-Gymnasiums in

In: http://www.hausarbeiten.de/faecher/vorschau/197052.html

Onetz (2004): Neue Medien sind interessanter - Buch verliert bei Jugendlichen an Bedeutung. In: http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/freizeitverhalten-von-jugendlichen-sie-chatten-mehr-und-lesen-

In: http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/freizeitverhalten-von-jugendlichen-sie-chatten-mehr-und-lesen-weniger/14851782.html

Philipp, Maik: Lesesozialisation in Kindheit und Jugend: Lesemotivation, Leseverhalten und Lesekompetenz in Familie, Schule und Peer-Beziehungen (Lehren und Lernen), Stuttgart (2011)

Plath, Monika; Richter, Karin: Literatur für Jungen - Literatur für Mädchen: Wege zur Lesemotivation in der Schule (Schriftenreihe der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendliteratur Volkach e.V.), Djurcic, Schorndorf (2010)

Praxis Jugendarbeit(keine Angabe): Kinder und Jugendliche lesen immer noch Bücher. In: http://www.praxis-jugendarbeit.de/jugendarbeits-blog/T66-Buch-lesen-Kinder-Jugendliche.html

Rathgeb, Thomas (2016): JIM-Studie 2016: Zwei von fünf Jugendlichen

lesen regelmäßig gedruckte Bücher. In: http://www.lesen-in-deutschland.de/html/content.php?
http://www.lesen-in-deut

Rövekamp, Marie(2016): Freizeitverhalten von Jugendlichen - Sie chatten mehr und lesen weniger.

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

In: http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/freizeitverhalten-von-jugendlichen-sie-chatten-mehr-und-lesen-weniger/14851782.html

Schraml, Petra (2005): PISA hat Leseschwäche offenbart. Zum Stand der Lesekompetenz deutscher Kinder und Jugendlicher. In: http://www.lesen-in-deutschland.de/html/content.php?object=journal&lid=568

T-Online(2013): Studie: Wie Teenager die Medien nutzen (Bild). In: http://www.t-online.de/eltern/jugendliche/id_51773322/medien-wie-teenager-die-medien-nutzen-.html

Das epigenetische Phänomen und seine Nutzung in der Medizin Daniel Falk

1. Einleitung

Die folgende Facharbeit thematisiert die Epigenetik und soll mir einen Einblick in das biologisch wissenschaftliche Arbeiten geben. Die Biologie ist schon immer ein Fachgebiet gewesen, welches meinen Interessen entspricht. Diese Interessen reichen von der Tier- und Pflanzenhaltung über erste Züchtungsversuche, durch die die Mendelsche-Regeln überprüft werden sollten, bis zu theoretischer Recherche über den biochemischen Verlauf allgemein bekannter, biologischer Vorgänge.

Die Epigenetik ist ein relativ junges Fachgebiet der Biologie und befasst sich mit allen mitotischen und meiotischen, vererbbaren und nicht vererbbaren Veränderungen in der Genexpression, die nicht in der DNA codiert sind. Dazu gehören beispielsweise Modifikationen auf dem DNA-Doppelstrang und auf den Histonen, die die Genexpression verstärken/vermindern, oder sogar komplett verhindern.¹ Diese Modifikationen der DNA entstehen aus Umwelteinflüssen wie zum Beispiel der Ernährung und sind in den Lebewesen als Schutzmechanismus gegen Viren und "schädlicher" DNA" integriert, oder dienen zur Zelldifferenzierung in der Morphogenese (Epigenese).

Die Facharbeit teilt sich in zwei Schwerpunkte ein. Im ersten Themenschwerpunkt wird das "epigenetische Phänomen" vorgestellt und zu erklärt, indem ich einen Einblick in die geschichtliche Entwicklung der Epigenetik gebe und zwei epigenetische Mechanismen auf chemischer Ebene erläutere. Der Begriff "Phänomen" ist absichtlich gewählt worden, um die Epigenetik als einen zunächst unbekannten Mechanismus darzustellen und diesen im Verlauf der Facharbeit zu klären. Die geschichtliche Evolution spielt dabei eine besondere Rolle, da dadurch das Phänomen schrittweise aufgeklärt wird.

Der zweite Schwerpunkt befasst sich mit den Möglichkeiten, die die Epigenetik in der medizinischen Behandlung von Krankheiten bietet. Da die Epigenetik in der Medizin noch nicht häufig angewendet wird, ist dieser Themenschwerpunkt dem anderen untergeordnet. Mithilfe dieser zwei Themenschwerpunkte will ich beantworten, wie sich der Wissensstand über die Epigenetik im Laufe der letzten Jahrhunderte entwickelt hat, woher man weiß, dass die DNA-Expression durch die Epigenetik verändert wird, welchen Einfluss die Epigenetik auf die Morphogenese hat, wie die Methylierung eines Gens und die Modifikation eines Histons funktioniert, wie die Vererbung einer epigenetischen Modifikation abläuft und inwiefern diese Mechanismen bei der Bekämpfung von Krebs und anderen Krankheiten genutzt werden oder

genutzt werden könnten.

Viele im Schulunterricht besprochene Themen haben einen Einfluss auf diese Facharbeit und geben die benötigten Grundkenntnisse vor, um die Epigenetik zu verstehen, wie beispielsweise die Mendelsche Regeln, die Pilzversuche von Beadle und Tatum, der Aufbau der DNA von Watson und Crick, die Proteinbiosynthese, die Genregulation und die Methode zur Fragmentlängenanalyse durch die Gelelektrophorese mit dem Southern-Blotting. Die genannten Unterrichtsthemen werden in meiner Facharbeit angesprochen. Die Kenntnisse dazu werden also vorrausgesetzt bzw. bei Erwähnungen nicht immer erklärt werden. Meine Themenwahl ist primär dadurch begründet, dass mir aufgefallen ist, welche Möglichkeiten sich durch die Kontrolle der epigenetischen Faktoren auf Tiere und Pflanzen eröffnen könnten. Vor allem in Bezug auf die Bekämpfung von Krebs und erblich bedingten Krankheiten könnte die Epigenetik effektive Lösungswege bieten.

Der sekundäre Grund ist, dass das Wissen, welches ich durch die Erarbeitung der Facharbeit bekomme, mir in meinem beruflichen Werdegang behilflich sein kann, da ich dadurch meine Kenntnisse über die Genetik vervielfältige und verinnerliche. Diese Kenntnisse würden mir in einem biologischen Studiengang, welcher mich interessiert, wahrscheinlich Vorteile bringen.

2. Die "Evolution" der Epigenetik

Im ersten Kapitel werde ich zeigen woher man weiß, dass es die Methylierung in der DNA gibt und welchen Effekt sie auf die Genexpression und Morphogenese hat, indem ich die Entwicklung des Wissensstandes über die Epigenetik darstelle.

Um einen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung des Wissensstandes von der Epigenetik zu vermitteln, benutze ich methaphorisch den Begriff der Evolution. Denn die Aufklärung des epigenetischen Phänomens hat sich schrittweise, durch neue Befunde, Experimente und Projekte ergeben. Dieser biologische Mechanismus hat im 18. Jahrhundert durch Unverständins für Unruhen gesorgt, dann wurde er Mitte des 20. Jahrhundert das erste Mal formuliert, danach konnte er gegen Ende der 2000er nachgewiesen werden und hinterher wurde er zu Beginn des 21. Jahrhunderts im menschlichem Genom identifiziert und katalogisiert.

2.1. Der Befund der Peloria (im Jahr 1742)

Die "Evolution" beginnt gegen Mitte des 18. Jahrhunderts mit einem Erstkontakt eines

epigenetischen Phänomens im schwedischen Roslagen. Es wird nämlich eine scheinbar mutierte Pflanze des Leinkrauts gefunden. Diese Pflanze ist mit der Normalform des Leinkrauts (Linaria vulgaris) identisch, mit Ausnahme der Blütenform. Die Normalform der Pflanze hat nämlich irregulär positionierte Blüten und die neu gefundene Pflanze hat symmetrisch positionierte Blüten.

Diese Pflanze wurde als erstes von Carl von Linné untersucht und mit dem Namen 'Peloria' in die Nomenklatur aufgenommen, was ins Deutsche übersetzt 'Monster' bedeutet ². Linné begründete die Namensgebung damit, "dass ein missgebildeter Nachkomme einer Pflanze, die zuvor irreguläre Blüten hervorgebracht hat, nun reguläre Blüten produziert. (…) Es ist sicher nicht weniger bemerkenswert, als wenn eine Kuh ein Kalb mit einem Wolfskopf gebären würde." ³

Linnè vermutete zunächst eine Kreuzung zwischen zwei Arten, also einen Hybrid. Die Peloria wurde deswegen zu einer neuen Art gezählt, was damals für Unverständnis sorgte, da die Erkenntnis, dass neue Arten entstehen können, wegen des stark kreationistisch geprägten Weltbilds noch nicht anerkannt war.

2.2. Lamarcks Evolutionstheorie (im Jahr 1809)

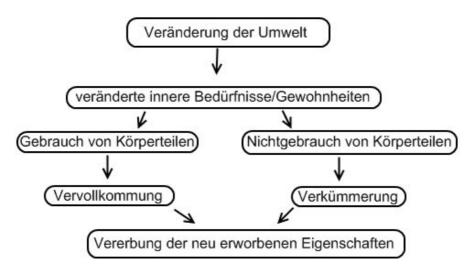
Nachdem wir wissen, dass die Epigenetik einen Bezug zur Entstehung neuer Arten hat, stelle ich eine Evolutionstheorie von Jean Baptiste de Lamarck vor, der erstmals ansatzweise einen Zusammenhang zwischen der Entstehung neuer Arten und der Epigenetik formulierte.

Jean Baptiste de Lamarck ist ein Botaniker und Zoologe, der von 1744 bis 1829 in Frankreich gelebt hat. Im Jahr 1809 veröffentlichte er das Werk "Philosophie zoologique", indem er seine Evolutionstheorie zum ersten Mal vorstellte. Diese erste Veröffentlichung wird in seinem siebenbändigen Werk "Système des animaux sans vertèbres", welches zwischen 1815 und 1822 veröffentlicht wurde, weitergeführt. Er erkannte drei grundlegende Tatsachen, die zur Aufstellung seiner Evolutionstheorie führt. Zum Ersten, dass es abgestufte Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen (nahezu allen) Arten gibt, die sich an einem offensichtlichen Beispiel durch die Ähnlichkeit von Bienen und Ameisen kenntlich macht. Er erkannte ebenfalls, dass sich die Lebewesen an die Umwelt angepasst haben, wie z.B. dass die Größe der Giraffe an die Größe der Bäume angepasst ist. Und zuletzt erkannte er, dass einzelne Lebewesen sich individuell an die Umwelt anpassen können, also dass Individuen einer gleichen Art ihre Organe unterschiedlich intensiv nutzen können.

^{3.} Gustafasson, A.Linnaeus' peloria: the history of a monster. Theor. Appl. Genet. 54, 241-248 (1979)

Darauf aufbauend stellte er die Annahme auf, dass Veränderungen der Umwelt zu neuen Bedürfnissen führen, also das Bedürfnis, sich schneller zu bewegen, länger den Atem anzuhalten etc.. Diese neuen Bedürfnisse können nur durch eine individuelle, stärkere oder schwächere Nutzung der Organe erfüllt werden. Zusätzlich stellt er aufgrund der Tatsache der Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Arten fest, dass Urformen existieren müssten, aus denen sich, durch die stärkere oder schwächere Nutzung von Organen und die Vererbung der veränderte Organe, unterschiedliche Arten entwickelt haben. Lamarcks Theorie zufolge vererben Lebewesen erworbene Eigenschaften, die durch die Umwelt bedingt sind, an die folgenden Generationen weiter, wodurch neue Arten entstehen. ⁴

Das Bild zeigt schematisch, wie aus einer Veränderung der Umwelt eine Veränderung von Eigenschaften eines Lebewesens nach Lamarck hervorgeht.



Bildquelle: http://www.bio-kompakt.de/evolution/grundlagen/von-linne-bis-darwin

Die Richtigkeit der Theorie wird von Darwins Evolutionstheorie, in "On the Origin of species" widerlegt. Allerdings kann man Lamarcks Evolutionstheorie ansatzweise als Ergänzung der Darwin´schen Evolutionstheorie ansehen, da es im Prinzip eine unbewusste Deutung der Epigenetik ist.

2.3. Conrad Hal Waddington als "Gründer" der Epigenetik (im Jahr 1957)

Nachdem man Darwins Evolutionstheorie anerkannt hat, wurde die Rolle der Epigenetik durch den genetischen Determinismus zurückgedrängt.

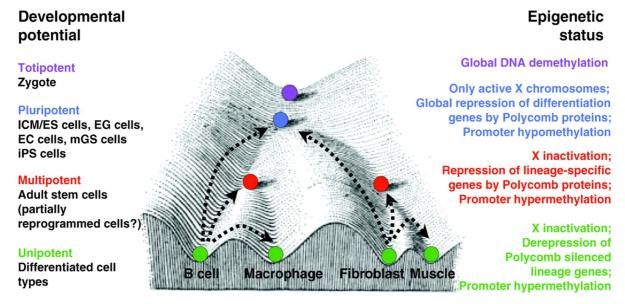
Denn durch die "Wiederentdeckung" der Mendelsche Regeln im Jahr 1900 hat man erkannt,

dass es in Lebewesen etwas geben muss, was den Phänotyp des Lebewesens bestimmt. Diese Vermutung wurde im Jahr 1941 durch die Pilzversuche von George Wells Beadle und Edward Lawrie Tatum bestätigt und man erkannte, dass das Gen als Bauplan für Proteine fungiert. Daraus folgte der genetische Determinismus, wonach Organismen nahezu ausschließlich von den Genen bestimmt werden.⁵

Conrad Hal Waddington stellte dem genetischen Determinismus einen Widerspruch entgegen, indem er einen neuen Zweig der Biologie gründete, worin die kausalen Wechselwirkungen zwischen Genen und ihren Produkten, die den Phänotyp hervorbringen, untersucht werden. Er benutzte dabei zum ersten Mal den Begriff 'Epigenetik', welches sich aus den altgriechischen Wörtern 'epi' (=dazu/außerdem) und 'genetik' (=Abstammung/Ursprung) zusammensetzt.⁶

Um den genannten Widerspruch zu erklären, entwickelte Waddington 1957 in "The Strategy of Genes" eine bildliche Metapher, worin eine Murmel eine Landschaft herunterrollt, bis sie schließlich im Tal stehen bleibt. Die gesamte Landschaft steht für die genetische Grundausstattung, die ein Lebewesen hat. Die Murmel symbolisiert an der Spitze des Berges eine befruchtete Zygote, die noch keine Mehtylierungen besitzt, also ein Stadium indem der Zelle alle genetische Entwicklungsmöglichkeiten offen stehen (totipotent). Wenn die Zygote anfängt sich zu teilen, beginnt die Murmel den Berg herrunterzurollen. Die Murmel könnte nun in viele verschiedene Täler hinunterrollen, in welches Tal sie aber rollt, bestimmen entwicklungsbiologische Vorgaben (bzw. epigenetisch programmierte Mechanismen) und Umweltsignale, also auch epigenetische Faktoren.

Je weiter die Murmel nun rollt, desto mehr wird die DNA methyliert, woraus differenziertere Zellen entstehen, denen nicht mehr alle genetischen Entwicklungsmöglichkeiten offen stehen, da die Methylierungen einige DNA Sequenzen "ausgeschaltet" haben. Wenn die Murmel im Tal angekommen ist und nicht mehr weiterrollt, ist die DNA unipotent, das heißt sie expremiert nur spezifische Zellen. Er nannte den Weg einer toti-/pluri-/multipotenten Zelle zu einer unipotenten Zelle eine Kanalisierung. Dass es diese Zellstadien gibt wurde unter anderem von Hans Spemann um 1900 durch seine Durchschnürungsversuche mit Molchkeimlingen nachgewiesen. Für Waddington können also Umweltsignale oder ein epigenetisches Programm zu einer Veränderung der Kanalisierung führen, was so viel bedeutet, dass der Phänotyp eines Lebewesens nicht zwingend determiniert ist, sondern viele verschiedene Phänotype möglich sind.



Bildquelle: http://dev.biologists.org/content/develop/136/4/509/F1.large.jpg

Das Bild zeigt vier mögliche epigenetische Entwicklungsverläufe von unterschiedlich differenzierten Zellen, deren Ursprung eine totipotente Zelle ist, also in diesem Beispiel eine Zygote. Die Zygote ist komplett demethyliert und hat die Möglichkeit, die Gesamtheit des Genoms zu expressieren und zu nutzen. Die Zygote entwickelt sich durch die epigenetische Programmierung in der Zellteilung zu pluripotenten Zellen. Pluripotente Zellen sind zum Beispiel die Keimzellen in der embyonalen Phase, aus denen sich die Keimblätter (Endoterm, Ektoderm und Mesoderm) entwickeln können. Auf die pluripotenten Zellen folgen dann die multipotente Zellen; diese Zellen haben die Fähigkeit sich innerhalb eines Gewebes zu allen unipotenten Zellen zu entwickeln, die in diesem Gewebe sind. Dies bedeutet am menschlichen Beispiel, dass eine Stammzelle aus dem Knochenmark multipotent ist und sich zu unipotenten Erythrozyten differenzieren kann.

Man kann laut Waddington also sagen, dass die epigenetische Programmierung eine wichtige Rolle in der Morphogenese spielt und neben anderen Genregulatoren dafür sorgt, dass Eukaryoten aus einer "universalen" Zelle spezifische Zellen differenzieren können.

2.4. Identische DNA, aber unterschiedliche Methylierung (Ende der 2000er)

In diesem Kapitel ist die Peloria, welche im 18. Jahrhundert für Unverständnis sorgte, wieder im Mittelpunkt und beschert den Wissenschaftlern nun auf der Ebene der DNA neue Verwirrung. Dieses Mal bleibt es aber nicht beim Unverständnis, sondern P. Cubas, E. Coen und

C. Vincent belegten den Mechanismus der DNA-Methylierung als Deaktivierung von Gensequenzen.

Bis in die 2000er war man sich sicher, dass Peloria und Linaria vulgaris zwei unterschiedliche Pflanzenarten sind. In diesem Jahrzehnt begannen die Wissenschaftler die DNA von Lebewesen zu sequenzieren, d.h. die Reihenfolge der Basen Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin in der DNA zu bestimmen.

Dabei unterliefen P. Cubas, E. Coen und C. Vincent im Jahr 1999 während der Gensequenzierung von Peloria unerwartete Ergebnisse. Man hat erwartet, dass Peloria und Linaria vulgaris unterschiedliche Basen-Sequenzen im LCYC-Gen haben, da die durch das LCYC-Gen synthetisierten Proteine verantwortlich für die Blütenpositionierung sind und die Blütenposition bei den beiden Pflanzen unterschiedlich ist. Linaria vulgaris und Peloria hatten bei deren Sequenzierung allerdings eine identische Basenabfolge in diesem Gen. Doch wie können aus derselben Basenabfolge eines Gens unterschiedliche Phänotypen bei den Pflanzen entstehen?

Das Wissenschaftlerteam führte zur Überprüfung der Ergebnisse eine Fragmentlängenanalyse (eine Genetischer-Fingerabdruck-Methode) durch und erhielt unterschiedlich lange Fragmente vom LCYC-Gen der Peloria und der Linaria vulgaris. Ein unterschiedlicher genetischer Fingerabdruck, bei gleicher Basenabfolge der DNA ist im Normalfall sinnlos. Die Wissenschaftler fanden heraus, dass die Restriktionsenzyme die sie zur Fragmentlängenanalyse benutzten, methylierungssensitiv waren, also bei Methylierungen in der DNA die DNA nicht zerteilten. Bei einer Fragmentlängenanalyse mit Restriktionsenzymen, die immun gegen Methylierungen waren, ergaben sich gleich lange Fragmente.

Man fand also heraus, dass das LCYC-Gen bei der Peloria offenbar durch die Methylierungen deaktiviert ist und diese Deaktivierung zu symmetrisch angeordneten Blüten führt. Peloria hat also aufgrund einer Epimutation (die Methylierung) symmetrisch angeordnete Blüten, welche über mehrere Generationen stabil vererbt wurde. Die Wissenschaftler kamen deshalb zu dem Schluss, dass epigenetische Mutationen eine viel bedeutendere Rolle in der Evolution spielen, als bis dahin angenommen worden war.⁸

2.5. Das Epigenom (2010 mit IHEC)

Abgesehen von den Ergebnissen, die die Peloria-Experimente hervorgebracht haben, hat man erkannt, dass die Epigenetik bei der menschlichen Entwicklung ebenfalls eine wichtige Rolle spielt. Die Rolle der Epigenetik beim Menschen ergab sich beispielsweise aus der Erkenntnis,

dass eineiige Zwillinge im Laufe ihres Lebens Unterschiede entwickeln, obwohl das genetische Erbmaterial identisch ist. Diese Unterschiede entstehen auch durch epigenetische Faktoren, welche unter anderem die Möglichkeit bieten, Zwillinge in einem genetischen Fingerabdruck (Fragmentlängenanalyse) voneinander unterscheiden zu können, indem man methylierungssensitive Restriktionsenzyme benutzt. Diese Identifizierungsmöglichkeit ist für kriminalistische Zwecke nützlich.

Man hat also gewusst, dass die Epigenetik einen starken Einfluss auf das menschliche Leben haben könnte. Man tat also dasselbe, was man mit der DNA gemacht hat: Man katalogisierte und identifizierte die epigenetischen Faktoren im menschlichem Genom und erstellte damit ein sogenanntes Epigenom. Nahezu jede unterschiedlich differenzierte Zelle in einem Körper und die gleiche Zellen zweier unterschiedlicher Lebewesen haben ein unterschiedliches Epigenom. Um die Epigenome trotzdem katalogisieren zu können, wurde 2010 das IHEC (International Human Epigenome Consortium) gegründet, um Referenz-Epigenome zu erstellen. Diese Referenz-Epigenome wurden zu verschiedenen Zellen eines erwachsenen Menschen aufgestellt, wie beispielsweise eine normale oder gesunde Beinmuskelzelle oder Leberzelle. Es wurden auch Epigenome, die der Mensch in der fetalen oder auch in der embryonalen Phase besitzt, wie zum Beispiel das Epigenom eines gesunden Trophoblasts, identifiziert. Mithilfe der Identifizierung der Epigenome kann der epigenetische Einfluss auf Krankheits- und Gesundheitszustände besser bestimmt werden, was z.B. vorteilhaft in der medizinischen Behandlung ist. ¹⁰

Ich will die Erstellung eines Epigenoms einer Zelle mithilfe der Bisulfit-Sequenzierung erklären. Die Biulfit-Sequenzierung ist eine Methode, mitderen man die DNA-Methylierungen in einem Genom identifizieren kann. Man muss zuerst erwähnen, dass sich DNA-Methylierungen an CG-Dimere binden, also an einer Basenabfolge von Cytosin und Guanin. Da Cytosin und Guanin ein komplementäres Basenpaar bilden, ist auf dem gegenüberliegenden DNA-Strang immer ebenfalls ein CG-Dimer. Die Methylierungen sitzen also an beiden DNA-Strängen an derselben Stelle.

Im ersten Schritt der Bisulfit-Sequenzierung wird der zu untersuchende DNA-Strang sequenziert. Dazu eignet sich zum Beispiel die Kettenabbruchmethode, in der die DNA nach dem im Unterricht besprochenem Verfahren vervielfältigt wird. Allerdings ist im Schritt der Polymerisierung immer eines der vier Nucloesidtriphospate, die sich im Medium befinden und als "Baumaterial" für die Ergänzung der DNA dienen, so modifiziert, dass die DNA-Polymerase nach der Verknüpfung des modifizierten Nucleosidtriphosphat aufhört, weitere Nucleotiside an den Matritzenstrang anzubinden. Man erhält also eine DNA, die nur teilweise aus einem DNA-Doppelstrang besteht, welcher immer mit einem modifizierten Nucleotid endet. Um bei der

folgenden Gelelektrophorese genauere Ergebnisse zu bekommen, wird die DNA nochmals denaturiert und polymerisiert, wodurch man doppelsträngige, durch das modifizierte Nucleotid abgebrochene DNA erhält (ohne Matritzenstrang, der die Auswertung erschweren könnte). Wenn man diese Methode mit allen vier modifizierten Nucleosidtriphosphaten durchführt (jeweils immer nur mit einem modifizierten Nucleosidtriphosphat), kann man durch den Vergleich der Ansätze in einer Gelelektrophorese die Basensequenz der DNA erkennen. Die modifizierten Nucleotide oder die Primer sind mit Markern (fluoreszierende/radioaktive Teile im Molekül) gekennzeichnet, wodurch man sie bei der Gelelektrophorese identifizieren kann.¹¹

Nachdem die Basensequenz bekannt ist, gibt man der DNA Natriumhydrogensulfit (Bisulfit) hinzu. Das Bisulfit reagiert dann mit den Cytosin-Basen zu Uracil-Basen. Allerdings verhindern die Methylierungen an den C-Basen eine Reaktion zu Uracil, wodurch nur die nichtmethylierten C-Basen zu Uracil reagieren. Diese veränderte DNA wird dann vervielfältigt und nocheinmal sequenziert. Man kann nun durch den Vergleich der DNA-Sequenz vor der Behandlung und nach der Behandlung mit Bisulfit feststellen, an welchen CG-Dimeren Methylierungen sind, nämlich an den Stellen, wo die C-Basen nach der Behandlung mit Bisulfit geblieben sind. Durch dieses Verfahren kann man also das Methylierungsmuster der DNA identifizieren, welches auch Methylom genannt wird. 12

Das Methylierungsmuster kann auch durch die im Peloria Experiment angewandte Methode identifiziert werden.

Das Methylom ist ein Bestandteil des Epigenoms, welches eine direkte Modifikation der DNA ist. Es gibt allerdings auch Modifikationen, die auf den Histonproteinen liegen, welche ebenfalls im Epigenom aufgefasst sind, weil sie einen Einfluss auf die Chromatinstruktur und damit auf die Genexpression haben. Das "Histon-Modifikationsmuster" also das Muster der modifizierten Histone, wird in deren Gesamtheit im Genom auch Histon-Code genannt. Der Histon-Code, das Methylom und weitere Einflüsse auf die Genexpression, die teilweise noch unerforscht sind, sind die Bestandteile des Epigenoms.

3.0. Der epigenetische Mechanismus am Beispiel der DNA-Methylierung und der Histon-Acetylierung

Wir wissen, dass es eine Epigenese gibt, also eine Entwicklung von unterschiedlichen Epigenomen im Laufe der Zellgenerationen.

Die epigenetischen Prozesse haben also einen Einfluss auf die Morphogenese. Sie steuern die

Zelldifferenzierung und sorgen damit neben den nicht epigenetischen Genregulationen dafür, dass Eukaryoten Entwicklungsstadien und unterschiedliche Zellen haben können. Die Epigenese beschreibt diese epigenetischen Prozesse in der Morphogenese. Wie der Mechanismus funktioniert, welcher die Epigenome während der Morphogenese der Zellen verändert, wird in diesem Kapitel geklärt.

Neben der Rolle in der Morphogenese haben die epigenetischen Prozesse eine weitere Funktion in Lebewesen. Sie können die Lebewesen nämlich vor "falscher Information" in der DNA schützen, welche beispielsweise durch Viren in die DNA eingeschleust werden. Diese falsche DNA kann dann durch epigenetische Prozesse (durch eine Methylierung z.B.) inaktiviert werden, sodass diese nicht expressiert werden und dem Lebewesen nicht schaden. Um den epigenetischen Mechanismus zu verdeutlichen, erkläre ich im folgendem Textabschnitt wie Histonmodifikationen am Beispiel der Acetylierung und die Metylierungen und Demethylierungen der DNA funktionieren, wie die DNA-Methylierungen an die Tochterzellen weitergegeben werden und wie ein epigenetischer Mechanismus (MOP1) über mehrere Generationen weitervererbt wird.

3.1. Der Vorgang der Methylierung

Jedes Gen hat eine Promotorregion, welche die Andockstelle für die RNA-Polymerase zur Transkription des Genes ist. Die Promotorregion spielt deshalb eine besonders wichtige Rolle in der Genregulation. Die Größe der Promotorregion, ob die Aktivatorproteine an Enhancer (Subressor) oder Silencer (Repressor) binden und die Transkriptionsfaktoren haben einen Einfluss darauf, wie "gut" die RNA-Polymerase an die Promotorregion andocken kann. All diese Regulationsmöglichkeiten der Transkription sind allerdings von der DNA abhängig, was sich daran zeigt, dass die Enhancer/Silencer DNA-Abschnitte sind und die Aktivatorproteine und die Transkriptionsfaktoren durch (andere)

Gene synthetisiert werden, es sind also keine epigenetischen Faktoren.

Zu den epigenetischen Faktoren gehört die Methylierung einer Cytosin Base, die meistens in den Promotorregionen der Gene ist, also die "Andockfähigkeit" der RNA-Polymerase beeinflusst.

Wie ich es schon im Thema <u>2.5. Epigenom</u> eingeführt habe, gibt es Methylgruppen nur an Cytosin-Guanin-Dimeren, und dies beidseitig auf der doppelsträngigen DNA. Es gibt zwei Arten der Erstellung einer Methylation: Einmal können Methylgruppen auf beiden DNA-Strängen neu gebunden werden (durch De novo-Methyltransferase) oder es können einseitig

Methylierungen bei der Replikation der DNA (durch Maintenance-Methyltransferase) in der Zellteilung ergänzt werden.

Für eine Neuerstellung einer Methylierung und eine Ergänzung gibt es jeweils unterschiedlichen Mechanismen.

Um Methylgruppen an einen CG-Dimer zu binden, benötigt man das Enzym DNMT3a/DNMT3b und das Molekül S-Adenosylmethionin (auch SAM genannt).

Die beiden Enzyme sind Methyltransferasen welche die Bindung von Methylgruppen an das Cytosin katalysieren, also es zu 5-Methylcytosin reagieren lässt. Das Sam-Molekül wird dabei als Methylgruppen-Donor benutzt. Es lagert sich also eines der beiden Enzyme an einen CG-Dimer an und katalysiert eine Methylübertragung von einem SAM-Molekül zum 5-ten Kohlenstoffatom des Cytosins. Dabei steht noch offen, wie bestimmt wird, dass die DNMT3a/DMNT3b sich an spezifische CG-Dimere binden, denn zufällig ist dieser Vorgang nicht immer, da die Enzyme von der DNA synthetisiert werden. Man hat die Funktion dieser Enzyme in einem Experiment mit Mäusen nachgewiesen, indem die Synthese dieser Enzyme unterbrochen wurde. Die dazu angewandte Methode war Gene Targeting. Dabei wird der natürliche DNA-Doppelstrang parallel zu einem künstlichen DNA-Doppelstrang angenähert und an einer bestimmten Stelle gebrochen, sodass sich die DNA-Doppelstränge mit jeweils einem Abschnitt eines DNA-Strangs austauschen (homologe Rekombination). Dieser Vorgang verläuft so ähnlich wie ein Crossing-over, nur dass der künstliche DNA-Doppelstrang so verändert ist, dass es bei einer Rekombination mit dem natürlichen Doppelstrang dazu führt, dass der rekombinierte DNA-Abschnitt nicht mehr funktioniert, also inaktiv wird. Man hat also die Gene, die DNMT3a und DNMT3b synthetisieren inaktiviert und erkannt, dass das Methylierungsmuster der Mauszellen gleich bleibt, aber keine neuen Methylierungen erstellt worden sind, was zu Entwicklungsstörungen bei den Mäusen geführt hat. Also hat man nachgewiesen, dass DNMT3a und DNMT3b für die Erstellung neuer Methylierungen zuständig sein muss. 12

Bei einer Zellteilung wird der DNA-Doppelstrang geteilt und beide DNA-Einzelstränge werden mit den komplementären Basen ergänzt, sodass zwei "Tochter-DNA-Doppelstränge" entstehen. Dabei stellt sich die Problematik, dass beide Tochter-DNA-Doppelstränge nur eine Methylierung auf jeweils einem Einzelstrang haben (Hemi-methylierte DNA), also wenn sich der Tochter-DNA-Strang nochmal replizieren würde, dann würde es einen Doppelstrang komplett ohne Methylierung geben. Dieses Problem wird durch eine Ergänzung der Methylierungen bei jeder Replikation der DNA gelöst. Dafür ist das Enzym DNMT1 zuständig, welches ebenfalls die Reaktion vom SAM-Molekül mit der Cytosin Base katalysiert, dies aber nur tut, wenn bereits eine Metyhlierung auf einem DNA-Strang existiert. So bleiben die

Methylierungen nach jeder Zellteilung vollständig erhalten. 13

Transkriptionsunterdrückende Methylierungen können im Grund an zwei verschiedenen Positionen bei einer Transkription funktionieren. Zum einen, wenn die Methylierungen an einem Enhancer sitzen und somit die Anbindung des Aktivatorproteins verhindern, was zur Folge hat, dass die Transkriptionsfaktoren die Anbindung der RNA-Polymerase an den Promotor verschlechtern.

Und zum anderen, wenn die Methylierungen direkt im Promotor sitzen. Wenn die Methylierungen im Promotor sind, bindet das Protein MeCP2 an die Methylierungen. Das MeCP2 interagiert dann mit Histondeacetylasen (HDAC Enzyme), welche das Chromatin in eine nicht transkribierbare, räumliche Konformation bringt, indem die Acetylierung eines Histons durch das Enzym entfernt wird. Durch diese Deacetylierung des Histons bekommt die Aminosäure Lysin, an der die Acetylgruppe gebunden war, eine positive, elektrische Ladung. Die positive Ladung des Histon-Proteins und das negativ geladene Phosphatgerüst der DNA führen zu der dichteren, nicht transkribierbaren Konformation des Chromatins. Eine Methylierung eines Promotors führt also zu einer Deacetylierung des Histons, auf der das methylierte Gen liegt.¹⁴

3.2. Der Vorgang der Demethylierung

Der Vorgang der Demethylierung teilt sich ebenfalls in zwei verschiedene Mechanismen auf. Zum einen die passive Demethylierung, in der man der zu demethylierenden Zelle 5-Azacytidin initiiert. 5-Azacytidin ist ein synthetisches Nucleosid, welches von der Zelle anstelle der Cytosin Basen bei der Replikation der DNA in die DNA eingebaut wird. Dieses synthetische Nucleosid in der DNA verhindert, dass Methyltransferasen neue Methylgruppen anbinden können. Es führt also dazu, dass DNMT1 die hemi-methylierten DNA-Doppelstränge, die aus einer Zellteilung hervorgehen, nicht mit einer weiteren Methylgruppe ergänzt werden. Dadurch verschwinden im Laufe der Zellgenerationen die Methylierungen, da sie bei der Zellteilung nicht mehr ergänzt werden.

Da Lebewesen kein 5-Azacytidin synthetisieren können, wenden sie einen Mechanismus an, der die Methylierungen direkt entfernt, man nennt diesen zweiten Mechanismus die aktive Demethylierung. Hierbei katalysiert das Enzym TET1 eine mehrfache Oxidation der Methylgruppe. Also von Methyl (CH₃) zu Formyl (HCO) und von Formyl zum Carboxyl (COOH). Die Carboxylgruppe reagiert dann unter der Katalyse einer Decarboxylase zu Kohlenstoffdioxid (CO₂), dabei bleibt ein Wasserstoffatom am Cytosin Molekül und man erhält eine normale,

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

nicht methylierte Cytosin Base. 16

3.3. Histon-Acetylierung

Damit ein so großes Molekül wie die DNA einwandfrei und in einem kleinen Raum wie dem Zellkern abgelesen werden kann, befindet sich die DNA in einer um Histone aufgespulten Form. Die Histone sind gewissermaßen die Träger der DNA und bieten damit eine weitere epigenetische Möglichkeit zur Genregulation. Wie bei der Erläuterung vom Vorgang der Methylierung erklärt wurde, führt eine Methylierung der DNA zu einer Deacetylierung des Histons. Die Deacetylierung bewirkt, dass die positiv geladenen Histon-Aminosäuren eine elektromagnetische Affinität zur DNA bilden, also dass die DNA durch die elektrische Ladung des Histons kompakt an das Histon gebunden ist und dadurch nicht mehr transkribiert werden kann. Deshalb müsste also eine Acetylierung der Histon-Aminosäuren zum Gegenteil führen. Die Proteine. aus denen die Histone bestehen, haben Amino-Terminus Enden, ein Amino-Terminus-Ende ist eine freie Aminogruppe (NH₂) an den Aminosäuren. Das Amino-terminale Ende einer Aminosäure kann durch Enzyme modifiziert werden und damit die chemische oder physikalische Eigenschaft des Proteins verändern.

Bei der Acetylierung tauscht das Enzym HAT, eine Histon-Acetyltransferase, ein Wasserstoffatom der Aminogruppe mit einem Acetylrest aus. Bei dieser Substitutionsreaktion dient ein Acetyl-Coenzym A als Donor für die Aktivierungsenergie und die Acetylgruppe. Die nun am Amino-terminalen Ende gebundene Acetylgruppe verursacht eine Veränderung der elektrischen Ladung des Histons, sodass die zuvor positiv geladene Aminosäure negativ geladen ist und sich von dem Phosphatgerüst der DNA abstößt. Dadurch ist die DNA nicht mehr "fest" an das Histon gebunden, sondern "lose", was ein Andocken einer RNA-Polymerase am Promotor möglich macht.

Umgekehrt sorgt eine Deacylierung der Aminosäuren der Histone dafür, dass die Ladung der Aminosäuren positiv ist, also eine elektromagnetische Bindung mit der DNA eingehen. Diese Bindung führt dazu, dass der Promotor nicht mehr von der RNA-Polymerase besetzt werden kann.

3.4. Die Vererbung von epigenetischen Genregulatoren

Die Vererbung der epigenetischen Mechanismen will ich am Beispiel von Mais verdeutlichen.

Dass der epigenetische Mechanismus vererbt wird, wurde bereits bei den Ergebnissen des Peloria Experiments klar, denn man weiß, dass die Veränderung des Phänotyps durch eine Epimutation verursacht wird und dass diese Epimutation im Laufe vieler Generationen erhalten bleibt.

Es gibt eine Beobachtung, die weitere Rückschlüsse bezüglich der Vererbung dieser Mechanismen ziehen lässt:

Bei einer Maispflanze führt eine Transkription des b1-Gens dazu, dass purpurne Pigmente gebildet werden.

Maispflanzen, die homozygote B-I Allele bezüglich dieses Genabschnitts haben, weisen eine hohe Expression auf, sie sind also purpurfarbig.

Maispflanzen, die homozygote B' Allele bezüglich dieses Genabschnitts haben, weisen eine geringe Expression auf, sie sind also hell gefärbt.

Bei einer Kreuzung dieser zwei homozygoten Pflanzen kommen in der F₁-Generation nur helle Pflanzen vor, wonach B' dominant gegenüber B-I sein müsste. Die F₂-Generation widerspricht allerdings den Mendelschen Regeln, denn es kommen wieder nur helle Pflanzen vor. Bei Untersuchungen dieses Phänomens kommt heraus, dass das B'-Allel dieselbe DNA-Sequenz wie das B-I Allel hat, wobei auf dem B'-Allel eine Modifikation vorliegt; nämlich das sogenannte 'mediator of paramutation1' (MOP1). Diese Modifikation löst eine Produktion von siRNA zu dem b1-Gen aus.

SiRna ist ein weiterer Mechanismus zur Unterbindung der Genexpression. Allerdings greift dieser Mechanismus nicht bei der Transkription der DNA ein, sondern bei der Translation der RNA, indem es die RNA funktionsunfähig macht. Dabei verbindet sich die siRNA mit Proteinkomponenten zu einem Proteinkomplex, der RISC genannt wird. Das RISC bindet sich dann an mRNA, die komplementär (bzw. teilweise komplementär, denn die siRNA ist oft nur wenige Nucleotide lang) zur siRNA ist und beginnt die mRNA funktionsunfähig zu machen, indem es zerteilt wird. Damit wird dann die Translation der mRNA verhindert.

Wenn das b1-Gen nun heterozygot ist, also ein Allel ein MOP1 besitzt und das andere nicht, geht das MOP1 eine Wechselwirkung mit dem modifikationsfreiem Allel ein. Die Wechselwirkung führt dazu, dass das zuvor nicht modifizierte Allel ebenfalls mit MOP1 modifiziert wird und damit die Expression dieses Gens durch die siRNA verhindert wird.

Daraus ergibt sicht dass alle Filialgenerationen der beiden Maispflanzen homozygot (mit MOP1) modifizierte Allele haben und deshalb keine purpurne Farbpigmente synthetisieren. 18,19

4.0. Epigenetik in der Medizin

Die epigenetischen Mechanismen sind einflussreiche Instrumente zur Regulierung der Genexpression, die dem Menschen in der medizinischen Behandlung eindeutig weiterhelfen könnten. Denn viele Krankheiten sind durch die Genexpression bedingt, wie z.B. Erbkrankheiten, Fehler in der Meisoe (Trisomie 21), Mutationen, oder Viren. Wenn der Mensch also die epigenetischen Mechanismen instrumentalisieren kann, dann bedeutet dies ebenfalls einen großen technologischen Fortschritt. Wie dieser technologische Fortschritt im Moment aussieht, will ich anhand der Behandlung von Krebs darstellen.

4.1. Epigenetik als Mittel zur Krankheitsbehandlung

Tumore sind wohl eine der größten Herausforderungen der Menschheit, denn 2012 ist zum Beispiel jeder vierte Todesfall in Deutschland durch eine Krebserkrankung bedingt. Insgesamt lebten in diesem Jahr 1,6 Millionen krebserkrankte Menschen in Deutschland.²⁰ Krebs ist eine unkontrollierte Zellteilung, die durch Mutationen oder Fehler im Zellzyklus hervorgerufen werden. Oft sind in Krebszellen die Tumorsupressorgene methyliert, also die Gene, die eine unkontrollierte Zellteilung bei gesunden Zellen verhindern. Die Funktionsweise eines Tumorsupressorgens will ich anhand des p53-Gens zeigen, welches ein Protein codiert, das durch einen Fehler im Ras-Gen stabilisiert wird und damit zum Tumorsupressorprotein wird.

Ras-Proteine (die vom Ras-Gen codiert werden) spielen eine wichtige Rolle im Zellzyklus bei Säugetieren. Sie liegen entweder in einer aktiven, an GTP gebundenen Form vor oder in einer inaktiven, an GDP gebundenen Form. Wenn ein Ras-Protein an GTP gebunden ist, fördert es das Zellwachstum und die Zellteilung. Umgekehrt hat das Ras-Protein, wenn es an GDP gebunden ist, keine Auswirkung auf das Zellwachstum, sondern es ist an der inneren Zellmembran gebunden. Die Reaktion von Ras-GDP zu Ras-GTP erfolgt durch eine Wechselwirkung mit Wachstumssignalstoffen und die Rückreaktion erfolgt durch eine katalysierte Reaktion mittels eines Enzyms. Das Gen, welches die Ras-Proteine codiert, ist anfällig für Fehlbildungen, die dazu führen, dass das Ras-GTP nicht mehr durch das Enzym zu Ras-GDP reagieren kann. D.h. also, dass sich in der Zelle hauptsächlich Ras-GTP Komplexe befinden, die das Zellwachstum beschleunigen und den Krebs verursachen. In Säugetierzellen wird ebenfalls ständig das p53-Protein hergestellt, welches allerdings von sich aus instabil ist, also kurz nach dessen Synthese wieder zerfällt. Wenn Kontrollproteine

den Fehler im Ras-Gen identifizieren, lösen sie eine Reaktionskaskade aus, die dazu führt, dass das p53-Protein stabilisiert wird. Wenn das p53-Protein stabil ist, erhöht es die Transkription von Reperaturenzym-Genen und Zellzyklus-Hemmer-Genen. Dies führt dann zu einer Verlangsamung des Zellzykluses und zur Reparatur des fehlgebildeten Ras-Gens, oder zum Zelltod.

Bei bereits stabilen Krebszellen sind die Gene von Tumprsupressoren (wie dem p53-Protein) oft methyliert, d.h. dass z.B. das p53-Protein gar nicht erst synthetisiert werden kann und somit das unkontrollierte Zellwachstum, das durch das Ras-Onkogen verursacht ist, nicht verhindern kann.

Es gibt eine Krebsart, die bereits mit dem uns bekannten 5-Azacytidin behandelt wird. Beim Myelodyplastischem Syndrom (MDS) wurden nämlich Methylierungen an den Tumorsupressorgenen festgestellt und deshalb eine Behandlung mit 5-Azacytidin ausprobiert. Dabei ergab eine Studie im Jahr 2014, dass Patienten (über 65 Jahre alt) die mit konventionellen Methoden behandelt wurden, nach der Erkrankung 6,5 Monate lang weiterlebten. Im Gegensatz dazu lebten Patienten, die mit 5-Azacytidin behandelt wurden 10,4 Monate lang nach der Erkrankung also im Durchschnitt 62,5% länger als Krebserkrankte, die nicht mit 5-Azacytidin behandelt wurden.

Das Medikament wird allerdings erst eingesetzt, wenn der Patient ein hohes Sterberisiko hat, da diese Behandlungsmethode noch wenig erforscht ist. Der große Nachteil dieses Wirkstoffes ist nämlich, dass es durch die Injektion in den Blutkreislauf die DNA aller Zellen demethyliert. Dies hat die Folge, dass eine Vielzahl von Nebenwirkungen auftreten, wie beispielsweise Thrombozytopenie (zu 69,7%), Neutropenie (zu 65,7%), Anämie (zu 51,4%) und viele mehr. ²¹

Ein weiterer Fortschritt der Epigenetik in der Medizin ist, dass durch die Identifizierung des Epigenoms von Krebszellen die Behandlungsmethoden besser eingeschätzt werden können, wie zum Beispiel, dass man eine 5-Azacytidin Behandlung bei Krebsarten bevorzugt, bei denen die Tumorrepressorgene methyliert sind.

Noch ein weiterer Vorteil bei der Krebsheilung ist, dass man durch die DNA-Sequenzierung der Zellen erkennen kann, wie viele CG-Dimere, also mögliche Methylierungsstellen, im Promotor von Tumorsupressorgenen liegen. Daraus ergibt sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Supressorgene methyliert werden, oder nicht. Durch diese Methode könnte man ein Vorhersagemodell für Krebs gefährdete Zellen aufstellen, womit man einer Krebserkrankung möglicherweise vorbeugen kann. ²²

Man merkt, dass die Behandlung von Krankheiten durch epigenetische Mechanismen im Moment noch am Anfang der nutzbaren Möglichkeiten ist.

Wenn der Mensch z.B. eine Technologie entwickelt, mit der man gezielt Methylierungen oder

Modifikationen entfernen oder setzen kann, so könnte man ganze Chromosomen inaktivieren und damit ein Mittel gegen Trisomie 21 haben; man könnte Krebs heilen, man könnte durch Viren eingeschleuste, parasitäre DNA funktionsunfähig machen, man könnte im Grunde jede Krankheit, die aus einer fehlerhaften Genexpression entsteht, heilen.

Denn wenn der menschliche Körper, oder der anderer Lebewesen, die epigenetischen Mechanismen kontrollieren kann, was er auch tut, kann die menschliche Technik das auch. Denn im Grunde entsteht die Aktivierung oder Deaktivierung der Gene und die gezielte Modifizierung spezifischer Gene durch komplexe biochemische Vorgänge, die manchmal kontrolliert (wie bei der Morphogenese) oder unkontrolliert ablaufen (wie bei der Krebsentstehung). Und wenn der Mensch diese Mechanismen kontrollieren könnte, wäre das nicht nur ein großer Vorteil bei der Bekämpfung von Krankheiten, sondern auch beim Verständnis der Funktionsweise der Epigenetik.

4.2. Die Auswirkung der Umwelt auf das Epigenom

Nicht nur die natürliche, epigenetische Programmierung sorgt dafür, wann und wo die epigenetischen Mechanismen aktiviert oder deaktiviert werden, sondern auch die Umwelt hat einen eindeutigen Einfluss auf die Epigenome unserer Zellen und sogar auf die Epigenome unserer Kinder.

Man hat an Mäusen zum Beispiel nachgewiesen, dass Stress, der durch Umwelteinflüsse verursacht wurde, zu ungesunden Epigenomen führt. Die Mäuse wurden nämlich kurz nach der Geburt von der Mutter getrennt, sodass sie keine mütterliche Fürsorge und Pflege erhielten, sondern frühkindlichem Stress ausgesetzt waren. Im Laufe des Lebens dieser Mäuse stellte sich heraus, dass sie schlecht mit Stresssituationen umgehen konnten und ein gestörtes Sozialverhalten zeigten. Bei genaueren Untersuchungen dieser Mäuse wurde festgestellt, dass sie im Gehirn übermäßig viel Vasopressin produzierten. Vasopressin ist ein Eiweißmolekül, welches in den Nervenzellen des Hypothalamus produziert wird. Dieses Eiweißmolekül löst als Peptidhormon eine Reaktionskaskade aus, wodurch am Ende in der Nebennierenrinde Cortisol ausgeschüttet wird.

Das heißt also, dass die traumatisierten Mäuse durch eine übermäßige Produktion von Vasopressin mehr Cortisol im Blut haben als normale Mäuse und dass dies zu dem gestörten Verhalten führt.

Die Gene, die das Vasopressin codieren, sind bei normalen Mäusen methyliert, wobei bei den traumatisierten Mäusen auf diesem DNA-Abschnitt keine Methylierung vorliegt. In diesem Fall hat frühkindlicher Stress dazu geführt, dass sich keine gesunden Epigenome in den Nervenzellen entwickeln und damit manche DNA-Methylierungen fehlen, die ein lebenslanges, gestörtes Sozialverhalten zur Folge haben. ²³

Dieses Experiment macht deutlich, dass auch beim Menschen umweltbedingter Stress zu Veränderungen der Epigenome führen kann. Denn es hat sich gezeigt, dass Menschen, die in der Kindheitsphase missbraucht wurden, oft ein gestörtes Verhalten entwickeln. Zum Beispiel entsteht eine multiple Persönlichkeitsstörung (MPS/DIS), bei der Betroffene mehrere Persönlichkeiten entwickeln, hauptsächlich durch Vernachlässigung oder Missbrauch bis zum 5-ten Lebensjahr.²⁴

Man könnte also, wenn man die epigenetischen Mechanismen kontrollieren könnte, Menschen mit chronischem Stress oder im extremeren Fall Menschen mit MPS durch eine Korrektur des Epigenoms helfen.

5. Fazit

In Anbetracht der präsentierten Erläuterungen ist das epigenetische Phänomen, was die geschichtliche Entwicklung und die grundlegenden Mechanismen betrifft, ein großes Stück weit aufgeklärt worden. Allerdings kann man feststellen, dass die Epigenetik im Bezug auf die medizinische Behandlung leider noch am Anfang der Einsatzmöglichkeiten ist. Doch wenn man sich die Auswirkungen der epigenetischen Mechanismen in der Natur und Evolution deutlich macht, so merkt man, dass sie in der Zukunft eine große Rolle in der Medizin einnehmen könnte. Denn jedes Lebewesen entsteht aus dem Informationscode der eigenen DNA und die Expression dieser Informationen bestimmt nahezu alles (aber trotzdem nicht alles), was wir sind. Denn diese Informationen bestimmen den Aufbau unseres Körpers, welche grundlegende Reaktionen wir auf Reize zeigen und unseren Stoffwechsel. Wenn die DNA also unseren Körper kontrolliert, müsste die Kontrolle der DNA bedeuten, eine endgültige Kontrolle über unseren eigenen Körper zu haben. Die epigenetischen Mechanismen kontrollieren die DNA-Expression, also würde die Beherrschung der epigenetischen Mechanismen ein großes Stück der Kontrolle über unseren Körper bedeuten.

Ich finde die Kontrolle über die DNA gehört zu den Grundbedürfnissen der Menschheit, denn daraus resultiert eine Sicherheit vor Krankheiten und körperlichen Beschwerden. Als Mittel zur Erfüllung dieses Grundbedürfnisses eignet sich möglicherweise die Epigenetik.

Tatsache ist, dass noch nicht vollständig geklärt wurde, wie es von einem Umwelteinfluss zur Veränderung des Epigenoms kommt, also von welchen Mechanismen (deren Ursprung, die

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

Umwelt ist) die Epigenetik beeinflusst ist. Die Aufklärung dieses Mechanismus würde bedeuten, dass der Mensch das Epigenom, duch eine spezifische Veränderung der Umwelt (da der Mensch in der Lage ist die Umwelt zu verändern) beeinflussen oder verändern könnte.

Rückblickend ist die Facharbeit für mich ein Mittel zu Aufklärung gewesen. Denn durch die Erarbeitung der Facharbeit habe ich zum ersten Mal kennengelernt, wie man auf wissenschaftlichen Niveau arbeitet, wozu vor allem das Lesen von englischsprachigen Abhandlungen gehört, bei deren Verständnis ich manchmal große Schwierigkeiten hatte. Das Problem, welches ich bei meinen Thema oft hatte, war nämlich, dass es kaum detaillierte, deutschsprachige Quellen gibt, sondern dass oft auf den verschiedenen Internetseiten dieselben Informationen wiederholt werden. Deshalb war ich manchmal gezwungen die Infos aus komplizierten, englischen Texten zu filtern und diese dann in einem logischen Zusammenhang, auf Deutsch, zu verschriftlichen.

Die Facharbeit hat mir allerdings nicht nur Leid bereitet, sondern hat in manchen Momenten viel Wissensdurst und Interesse ausgelöst. Ich hoffe, dass in der Zukunft noch mehr in der Epigenetik bekannt wird und freue mich jetzt schon darauf im Studium, oder im Laufe meines Lebens mehr Aufklärung über die epigenetischen Mechanismen (und alle anderen Infos im Bezug der Genetik) zu bekommen.

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

Quellenverzeichnis

- 1. Einleitung
- 1. Gerda Egger et al.: Epigenetics in human disease and prospects of epigenetic therapy. Nature 429, S. 457-463 (2004)
- 2.1. DerBefund der Peloria im 18. Jahrhundert
- 2. Epigenetik: Wie unsere Erfahrungen vererbt werden, Bernhard Kegel, S.23-26
- 3. Gustafasson, A.Linnaeus' peloria: the history of a monster. Theor. Appl. Genet. 54, 241-248 (1979)
- 2.2. Lamarcks Evolutionstheorie
- 4. www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie-abitur/artikel/jean-baptiste-de-lamarck, 03.03.2017, 22:00 Uhr
- 2.3. Conrad Hal Waddington als "Gründer" der Epigenetik
- 5. https://www.simplyscience.ch/geschichte-der-gene/articles/gen-story-von-1665-bis-1977.html, 03.03.2017, 21:59 Uhr
- 6. https://de.wikipedia.org/wiki/Epigenetik#cite_note-3, 03.03.2017, 21:59 Uhr
- 7. http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=40529, 03.03.2017, 21:59 Uhr
- 2.4. Identische DNA, aber unterschiedliche Methylierung
- 8. Pilar Cubas, Coral Vincent, Enrico Coen in 'An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry', John Innes Centre, Colney Lane, Norwich NR4 7UH, UK. Auch nachlesbar auf der Seite: http://dev.biologists.org/content/develop/136/4/509/F1.large.jpg, 03.03.2017, 21:58 Uhr
- 2.4. Das Epigenom
- 9. L. Stewart, N. Evans, K.J. Bexon, D.J. van der Meer, G.A. Williams in 'Analytical Biochemistry', Volume 476, 1 May 2015, Seite 36-39
- 10. http://ihec-epigenomes.org/, 03.03.2017, 21:58 Uhr
- 11. http://www.bioclips.de/content/01_biotech/sanger.html, 03.03.2017, 21:58 Uhr
- 12. http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/bisulfit-sequenzierung-2210, 03.03.2017, 21:58 Uhr
- 3.1. Der Vorgang der Methylierung
- 12. M. Okano, D. W. Bell, D. A. Haber in 'DNA Methyltransferases Dnmt3a and Dnmt3b are Essential for De Novo Methylation and Mammalian Development', Cell Press Volume 99, Issue 3, page 247-257, 29 October 1999

- 13. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene?Db=gene&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=1786, 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 14. Video: https://www.youtube.com/watch?v=J-OjEzCaacY&t=1077s, 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 3.2. Der Vorgang der Demethylierung
- 15. https://de.wikipedia.org/wiki/Azacitidin, 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 16. S. Ito, L. Shen, Q. Dai, S. C. Wu, L. B. Collins, J.A. Swenberg und noch viele mehr ... in 'Tet Proteins Can Convert 5-Methylcytosin to 5-Formylcytosyin an 5-Carboxylcytosin', Science Volume 333, Issue 6047, Seite 1300-1303, 2 September 2011
- 3.3. Histon-Acetylierung
- 17. Video: https://www.youtube.com/watch?v=ontZRehBwuQ&t=206s 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 3.4. Die Vererbung von epigenetischen Genregulatoren
- 18. Vicki L. Chandler in 'Paramutation: From Maize to Mice', Cell, Volume 128, Issue 4, Seite 641 bis 645, 23 Februar 2007
- 19. Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=cK-OGB1_ELE&t=239s 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 4.1. Epigenetik als Mittel zur Krebsheilung
- 20. https://www.krebsinformationsdienst.de/grundlagen/krebsstatistiken.php 04.03.2017, 14:07 Uhr
- 21. http://www.pharma-zeitung.de/prasentation-der-ergebnisse-der-phase-iii-studie-a.6611.php, 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 22. C. Bock, M. Paulsen, S. Tierling, T. Mikeska, T. Lengauer, J. Walter in 'CüG island methylation in human lymphpcytes is highly correlated with DNA sequence, repeats, and predicted DNA structure' PLops Genetics, 03 März 2006: http://journals.plos.org/plosgenetics/article? id=10.1371/journal.pgen.0020026 03.03.2017, 21:56 Uhr
- 4.2. Die Auswirkung der Umwelt auf das Epigenom
- 23. https://www.mpg.de/431776/forschungsSchwerpunkt 03.03.2017, 21:55 Uhr
- 24. https://de.wikipedia.org/wiki/Dissoziative_Identit%C3%A4tsst%C3%B6rung, 03.03.2017, 21:55 Uhr

Saudi-Arabien - Perspektiven mit und ohne Erdöl Alexander Koch

1. Vorwort

Ich habe mich für dieses Thema entschieden, da ich Erdöl als Rohstoff schon immer sehr interessant fand. Erdöl ist der Kraftstoff eines ganzen Jahrhunderts und spielt auch heute noch eine große Rolle. Außerdem interessiert mich jetzt, wo ich selber Auto fahren kann, die Endlichkeit des Erdöls, sowie das Leben ohne Erdöl auf wirtschaftlicher, technischer und industrieller Ebene sehr stark. Als Region habe ich mir Saudi Arabien ausgesucht, da diese Stand 2014 mit 268 BBL die zweitgrößten Reserven der Welt hat. Des Weitern ist Saudi Arabien eines der führenden Exportländer von Erdöl (vgl. Q1). Demnach ist Erdöl für Saudi Arabien wirtschaftlich gesehen sehr wichtig.

2. Einleitung

In dieser Facharbeit beschäftige ich mich mit den Perspektiven, die Saudi Arabien mit und ohne Erdöl hat und welche Rolle Erdöl bis jetzt für Saudi Arabien gespielt hat. Aktuell kann man beobachten, dass die Welt sich immer mehr vom Erdöl lösen will. Man setzt auf Elektro- oder Wasserstoffautos und man versucht mit erneuerbaren Energien Strom zu erzeugen. Heute ist Erdöl nach wie vor sehr wichtig für die Welt. Doch wie lange bleibt das so? Hinzu kommt noch der Punkt, dass Erdöl endlich ist und wir irgendwann sowieso ohne Erdöl auskommen müssen. Da stellt sich natürlich die Frage, was mit den Ländern, wie Saudi Arabien passiert, die bekanntlich eine Ölmacht sind. Wie stellt sich das Land wirtschaftlich auf? Bleibt Saudi Arabien auf ihren Reserven sitzen oder wird in Zukunft trotzdem noch Erdöl gefördert? All diesen Fragen werde ich auf den Grund gehen und untersuchen, wie die Perspektiven für Saudi Arabien mit und ohne Erdöl aussehen.

3. Hauptteil

3.1 Saudi Arabien allgemein

Im Folgenden Text werde ich das Land Saudi Arabien im Allgemeinen vorstellen. Saudi

Arabien liegt auf dem Kontinent Asien. Es befindet sich auf der Nordhalbkugel und ist ein Teil der Arabischen Halbinsel. Die Koordinaten von Saudi Arabien betragen 35 - 56 Grad östlich und 17 - 32 Grad nördlich. Die Hauptstadt von Saudi Arabien ist Riad (vgl. Q2). Die zweitgrößte Stadt ist die Hafenstadt Dschidda (vgl. Q1). Die Nachbarländer von Saudi Arabien sind Irak, Jordanien, Kuweit, Oman, Jemen und die vereinigten Arabischen Emirate. Des Weitern grenzt Saudi Arabien an den Persischen Golf und an dem roten Meer. Der Osten des Landes beziehungsweise die Region in der Nähe des Persischen Golfes liegt unter 500 Meter über den Meeresspiegel. Der Westen des Landes weist höheres Gebirge auf. Dort liegt das Land 750 Meter bis 2000 Meter über den Meeresspiegel, während die westliche Küste von Saudi Arabien größtenteils wieder mit unter 500 Metern deutlich niedriger liegt (vgl. Q2). Der höchste Berg Saudi Arabiens ist der Dschabal Sauda mit 3133 Metern. Der Dchabal Sauda liegt in der Provinz Asir (vgl. Q1). Der Niederschlag ist mit unter 100 mm sehr gering. Nur in der Nähe des roten Meeres ist der Niederschlag mit 100 bis 500 mm etwas höher. Teilweise erreicht man dort sogar Niederschlagswerte von bis zu 1000 mm (vgl. Q2). Der Niederschlag fällt in Saudi Arabien hauptsächlich zwischen Dezember und Februar (vgl. Q1). Nach der Klimakarte von W. Köppen und R. Geiger liegt Saudi Arabien in der Trockenklimate. In Saudi Arabien herrscht heißes Wüstenklima. Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 28 Grad Celsius. Es gibt in Saudi Arabien allerdings sehr starke Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht. Im Sommer werden in Saudi Arabien tagsüber Temperaturen von bis zu 50 Grad Celsius erreicht. Im Winter kann die Temperatur nachts sogar unter 0 Grad Celsius fallen. Stand 2015 betrug die Einwohnerzahl 31,4 Millionen. Saudi Arabien zählt zu der Gruppe der zwanzig wichtigsten Industrie und Schwellenländer. Des Weitern ist Saudi Arabien das wichtigste Mitglied der OPEC-Staaten. Die OPEC ist eine Organisation der erdölexportierenden Länder (vgl. Q3). 2015 lagen die Einnahmen des Exports von Saudi Arabien bei 201,5 Milliarden US-Dollar. 90% davon stammen aus dem Export von Erdöl. Die Importausgaben lagen bei 163,8 Milliarden US-Dollar. Das Geld haben die Saudis für Maschinen, Fahrzeuge und elektronische Geräte ausgegeben (vgl. Q4). Aber auch für Nahrungsmittel, da im Land selber aufgrund der klimatischen Bedingungen nur wenig Landwirtschaft betrieben werden kann.

3.2 Saudi Arabien und das Öl

Im Folgenden Text werde ich die Bedeutung und die Förderung des Erdöls in Saudi Arabien erläutern. Das Erdöl, sowie das Erdgas sind heutzutage sehr wichtig für die Wirtschaft in Saudi Arabien. Ungefähr 90% der Staatseinahmen stammen aus den Export von Erdöl. Demnach hängt die Wirtschaftsentwicklung des Landes stark vom derzeit herrschenden Ölpreis ab (vgl. Q4). Damit die Wirtschaft in Saudi Arabien stabil bleibt und wachsen kann, benötigt der Staat einen Ölpreis von mindestens 80 Dollar pro Fass. Besser wären 100 Dollar (vgl. Q5). In Saudi Arabien liegen ca. 25 % der weltweit bekannten Erdölvorkommen. Das macht zwischen 35 und 36 Milliarden Tonnen Erdöl aus. Saudi Arabien fördert seit 1938 Erdöl und exportiert das geförderte Öl seit 1944. Die mittlerweile staatliche Erdölfördergesellschaft Arabian-American Oil Company (Saudi Aramco) ist die größte Erdölfördergesellschaft der Welt und fördert im Durchschnitt 10 Millionen Barrel Öl täglich. Saudi Aramco besitzt das größte Erdölfeld der Welt. Es heißt Ghawar und macht ca. 6 % der Weltförderung aus (vgl. Q6, Q1). Zu Beginn verstaatlichte Saudi Arabien das Öl nicht. Stattdessen engagierte der Staat Saudi Arabien Ölgesellschaften, die ungefähr die Hälfte ihrer Einnahmen als Steuern wieder abgeben mussten. Mittlerweile hat sich Saudi Arabien aber die Anteile an Aramco gesichert. Deshalb heißt die Firma heute auch Saudi Aramco. Davor hieß sie Aramco und gehörte vier US Konzernen. Da Saudi Arabien die Firma übernommen hat, gehört das geförderte Öl wieder den Saudis und nicht den Amerikanern (vgl. Q6, Q7). Saudi Arabien gilt als Hauptstütze der weltweiten Erdölproduktion, da das arabische Land über riesige Reservekapazitäten verfügt und dadurch in Krisenzeiten den Ölmarkt immer stabil halten kann. Ca. 16 % des weltweit geförderten Erdöls kommt aus saudischer Produktion. In Saudi Arabien gibt es 49 bekannte Ölfelder und 28 Gasfelder. Die sechs größten Erdölfelder in Saudi Arabien heißen Ghawar, Abaig, Shayba, Safaniya, Zuluf und Berri. Die Raffineriekapazitäten in Saudi Arabien sind die 8. Größten der Welt. Dank der Raffinerien ist Saudi Arabien in der Lage neben dem Schweröl auch Produkte, wie zum Beispiel Heizöl, Benzin, Diesel und Kerosin zu produzieren und an Länder zu verkaufen, die die Möglichkeiten nicht haben diese Produkte selber herzustellen (vgl. Q1, Q4, Q5, Q6).

3.3 Erdölförderung in Saudi Arabien

Erdöl wurde auf der Welt immer wichtiger und damit auch das Land Saudi Arabien. Die Weltförderung lag 1951 noch bei 609,4 Millionen Tonnen. 1974 waren es bereits 2879,4 Millionen Tonnen. Das ist ein sehr starker Anstieg in einer recht kurzen Zeit. Zwischen den beiden Ölkrisen 1973 und 1979/80 schwankte die weltweite Förderung ständig hin und her. Von 1980 bis 2012 stieg die weltweite Förderung dann bis auf stattliche 4118,9 Millionen Tonnen an. Allerdings stieg die Förderung in dieser Zeit nicht stetig. Saudi Arabien förderte 1970 192,2 Millionen Tonnen. Zwischen 1970 und 1980 stieg die Förderung bis auf 509,8 Millionen Tonnen an. Und das obwohl es zu dieser Zeit die zwei Ölkrisen gab und einige OPEC Staaten ihre Produktion gedrosselt haben. Dies zeigt, dass Saudi Arabien - wie bereits oben erwähnt - immer wieder versucht hat den Markt bei Krisenzeiten stabil zu halten. Allerdings gab es dann in der Zeit von 1980 bis 1990 einen starken Rückgang in der saudischen Erdölproduktion zu verzeichnen. Die Förderung viel von 509,8 Millionen Tonnen auf 342,6 Millionen Tonnen. In den nächsten 10 Jahren stieg die Förderung wieder auf 455 Millionen Tonnen an. Zwischen 2000 und 2011 förderte Saudi Arabien immer zwischen 525,8 Millionen Tonnen und 455 Millionen Tonnen. Im Jahr 2007 war die staatliche Erdölfördergesellschaft Saudi Aramco das stärkste Unternehmen der Erdölbranche und förderte allein 422,1 Millionen Tonnen. Dies macht einen Anteil von 10,9% an der weltweiten Förderung aus. 2012 förderte Saudi Arabien 547 Millionen Tonnen Erdöl. Soviel wie noch nie zuvor. Das machte einen Anteil von 13,3 % der Weltförderung aus. Damit war Saudi Arabien vor Russland und vor den USA. Zum Vergleich: Saudi Arabien förderte 2012 alleine fast so viel, wie die ganze Welt im Jahr 1951. Seit 1971 ist Saudi Arabien immer unter den Top 3 Fördernationen gewesen. Von 1992 bis 2008 und von 2011 bis 2014 waren sie jeweils das führende Förderland. Die stärksten Konkurrenten für Saudi Arabien waren beziehungsweise sind die USA, China und ab 1992 Russland. Zwischen 2008 und 2011 förderte Russland mehr als Saudi Arabien, die erstmals seit 2004 unter 9 Millionen Barrel pro Tag förderten. Experten gehen davon aus, dass Saudi Arabien mit Absicht weniger gefördert hat, um das Erdöl künstlich zu verknappen und damit den Preis in die Höhe zu treiben (vgl. Q1, Q8).

3.4 Was machte Saudi Arabien aus den Gewinnen des Ölbooms?

Wenn man sich die Erfolgsgeschichte des Exports und der Förderung anschaut fragt man sich, was der Ölboom mit Saudi Arabien machte beziehungsweise, was Saudi Arabien mit den Gewinnen machte. Der 70 jährige Ölboom machte Saudi Arabien vor allem reich. Man geht davon aus, dass Saudi Arabien in dieser Zeit ca. 700 Milliarden Dollar an Währungsreserven angespart hat. In der Zeit des Ölbooms hat sich Saudi Arabien nicht nur zum größten Ölproduzent entwickelt, sondern auch zum größten Nachfrager. Das arabische Land hat sich komplett auf das Erdöl eingestellt. Der Großteil des hergestellten Stroms wird mit Hilfe des Öls gewonnen, sodass ohne Öl keine Klimaanlage mehr funktionieren würde und kein Wasser entsalzt werden könnte. Städte, wie die Hafenstadt Damman, die am Persischen Golf liegt, wuchs vom kleinen Fischerdorf zu Metropole und verschmolz mit Städten wie AL-Khobar und Siedlungen, wie Dhahran, die von Aramco Mitarbeitern geschaffen wurden. Wo früher ein kleiner Fischerhafen war, entstand mit der Zeit der größte Ölhafen der Welt, der Ras Tanura. Der langanhaltende Ölboom sorgte in Saudi Arabien für Wohlstand, politischen Einfluss und für die Unterstützung der USA. Mit dem vom Erdöl gewonnen Geld subventionierte der Staat das Öl für die Bevölkerung, sodass die Saudis die ganze Zeit niedrige Benzin und Energiepreise hatten. Saudi Arabien bietet jungen Staatsbürgern außerdem günstige Kredite an, damit diese einen besseren und vor allem sorgenfreien Start in die Karriere haben können. Des Weitern sorgte der Staat mit den Gewinnen aus dem Ölgeschäft für eine gute Gesundheitsvorsorge, eine gute Rente und für eine gute Bildung, die für die Bürger in der Regel kostenlos war. Dies führt dazu, dass Saudi Arabien eine überdurchschnittliche Anzahl an Akademikern hat. Was auf den ersten Blick gut klingt hat aber auch eine schlechte Seite. Auf der einen Seite helfen gebildete Leute dem Land mit der Entwicklung, aber sie wollen auch langfristig einen Beruf haben. Und genau das ist das Problem. In Saudi Arabien gibt es den Ölsektor, der aber nicht alle aufnehmen kann und auch zum Großteil aus Gastarbeitern besteht. Ansonsten gibt es noch den Staat Saudi Arabien als Arbeitgeber, der sehr hohe Beamtengehälter zahlt, aber ebenfalls nicht jeden aufnehmen kann. Hinzu kommt noch, dass die jungen Saudis einen Job unterhalb der Führungsebene nicht annehmen wollen, da sie dafür teilweise überqualifiziert sind. Diese Probleme führen in dem Land zu einer großen Unzufriedenheit und zu einer im Verhältnis hohe

Jugendarbeitslosigkeit. Ein Großteil des Geldes investiert Saudi Arabien in das Militär und in die Terrorbekämpfung (vgl. Q7, Q5, Q9).

3.5 Saudi Arabien in der Zukunft

Saudi Arabien ist eines der Länder, die die größten Erdölreserven und Ressourcen vorzuweisen haben. Mit 15,7% Anteil an den weltweiten Erdölreserven ist Saudi Arabien das Land mit den 2. Größten Reserven. Nur Venezuela hat mit einen Anteil von 17,7 % mehr (vgl. G1). Laut einer Statistik von BP stiegen die Erdölreserven von Saudi Arabien an. 1990 lagen die Reserven noch bei 35,2 Milliarden Tonnen, während es 2015 schon 36,6 Milliarden Tonnen waren. Als Reserven bezeichnet man Vorkommen, die nach dem derzeitigen Technik- und Wirtschaftsstand gefördert werden können. Demnach ist der Anstieg der Reserven in Saudi Arabien höchstwahrscheinlich auf den technischen Fortschritt zurückzuführen (vgl. Q10, G2). Es stiegen mit der Zeit aber nicht nur die Reserven, sondern auch das technisch mögliche Förderungsmaximum. 2011 betrug die maximal mögliche Förderung 12,3 Millionen Barrel pro Tag. 2020 soll Saudi Arabien in der Lage sein 13,2 Millionen Barrel pro Tag zu fördern (vgl. G3). Saudi Arabien hat nicht nur die 2. Größten Reserven, sondern auch die größten Erdölressourcen. Als Ressourcen bezeichnet man Vorkommen, die nachweislich vorhanden sind, momentan aber aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht gefördert werden können. Bei den Erdölressourcen unterscheidet man die Ressourcen in konventionelle Ressourcen und in nichtkonventionelle Ressourcen. Konventionelle Erdölressourcen sind in der Regel fließfähig, wie z.B. Schweröl, Leichtöl und Kondensat. Daher können diese Ressourcen mit verhältnismäßig einfachen, unkomplizierten und billigen Methoden gefördert werden. Nicht konventionelle Erdölressourcen sind nur bedingt oder gar nicht fließfähig, wie z.B. Schwerstöl, Ölsand und Ölschiefer. Um diese Ressourcen zu gewinnen und zu fördern ist mehr Aufwand nötig. Saudi Arabien hat allerdings nur konventionelle Ressourcen. Laut einer Statistik belaufen sich diese auf 36618 Millionen Tonnen. Venezuela hat die zweitgrößten Ressourcen und kommt insgesamt auf 26827 Millionen Tonnen. Das sind fast 10000 Millionen Tonnen weniger (vgl. G4). Allerdings sollten die Angaben mit Vorsicht betrachtet werden, da die OPEC 1985 entschied, die Produktion von den vorhandenen Reserven abhängig zu machen. Das bedeutet, dass

Länder mit großen Reserven mehr fördern durften, als Länder mit kleinen Reserven. Dies führte im Laufe der Zeit zu einer künstlichen Anhebung der Erdölreserven, da jeder bei einem hohen Ölpreis viel Öl fördern und verkaufen wollte. Des Weitern konnten Länder mit großen Reserven höhere und zinsgünstigere Kredite beantragen (vgl. Q11). Wenn man sich die Daten anschaut, könnte man meinen, dass Saudi Arabien eine rosige Erdölzukunft vor sich hat. Doch dies allein reicht dafür nicht aus. Saudi Aramco gab im April 2006 begannt, dass die älteren Ölfelder ihre Stagnationsphase erreicht haben. Dies bedeutet, dass die Förderrate um bis zu 8 % pro Jahr fallen wird. Eine Erhöhung der Förderung kann nur durch eine Aufstockung von Bohrtürmen erzielt werden. Saudi Arabien besitzt zwar noch Ölfelder, wie das riesige Ölfeld Manifa, die noch nicht angezapft wurden, allerdings steigt der eigene Erdölbedarf seit Jahren bedenklich. 1965 verbrauchte Saudi Arabien ca. 20 Millionen Tonnen. 2025 waren es bereits 165 Millionen Tonnen. Allein zwischen 2002 und 2012 verbrauchte man 76% mehr Öl. Das macht ca. ein Viertel der gesamten Erdölförderung in Saudi Arabien aus. Damit verbraucht Saudi Arabien doppelt so viel, wie die USA und viermal so viel, wie Deutschland. Dieser stetige Anstieg zeigt, dass Saudi Arabien wahrscheinlich immer mehr Öl benötigt, um Erdöl zu fördern. Wenn der Trend anhält, könnte Saudi Arabien mit der Zeit immer weniger exportieren. Irgendwann kommt der Punkt, an dem die Förderung für Saudi Arabien unwirtschaftlich wird. Analysten des Bankkonzerns Citigroup analysierten die Erdförderungs- und Verbrauchskurve und kamen zu dem Ergebnis, dass Saudi Arabien 2030 ein Netto-Importeur Land sein könnte (vgl. G5, Q9, Q12, Q1). Hinzu kommt noch, dass Saudi Arabien sehr stark vom Ölpreis abhängig ist. In den letzten Jahren war der Ölpreis für Saudi Arabien mit 40 Dollar pro Fass zu niedrig. Damit der Staatshaushalt stabil bleibt wird ein Ölpreis von ca. 100 Dollar pro Fass benötigt. Da dies in den letzten Jahren nicht erreicht werden konnte, musste der Staat ungefähr 250 Milliarden Rial von den Währungsreserven opfern. Allerdings muss man dazu sagen, dass Saudi Arabien an den niedrigen Ölpreis nicht unbeteiligt war. Sie überschwemmten den Markt mit Öl und versuchten so ihre Konkurrenten in die Knie zu zwingen. Die Folge von dem Machtkampf war ein unaufhaltsam sinkender Ölpreis. Dies führte dazu, dass die Arbeitslosigkeit auf 12% stieg und viele Bauprojekte wie z.B. Industriestädte auf Eis gelegt wurden. Viele Arbeiter warteten oder warten immer noch auf ihren Lohn und viele Gastarbeiter

haben bzw. hatten kein Geld für Essen. Diese Abhängigkeit vom Erdöl veranlagte dem neuen König Salman dazu, eine neue Wirtschaftsreform namens "Vision 2030" anzukündigen. Die Wirtschaftsreform sieht vor, dass bis 2018 5% der weltweit größten Erdölfördergesellschaft Saudi Aramco privatisiert werden sollen. Zusätzlich sollen auch weitere staatliche Firmen, wie Gesundheitsfirmen und Fluggesellschaften, sowie Immobilien privatisiert werden, sodass Saudi Arabien 2 Billionen Dollar einnimmt. Ziel ist es bis 2020 unabhängiger vom Ölpreis zu sein, eine Investment Wirtschaft aufzubauen und sich so zu einem "Global Player" zu entwickeln. Des Weiteren möchte man, dass 2030 50% des Exports aus dem Nicht-Ölsektor kommt. Um das zu erreichen, möchte man die Privatwirtschaft stärken und die Bürokratie lockern. Außerdem sollen neue Industriezweige, wie z. B. die Waffenindustrie und die Autokomponentenfertigung entstehen. Darüber hinaus sollen Investoren aus dem Ausland enger eingebunden werden und neue Investoren in den Bereichen Transport, Landwirtschaft, Erneuerbare Energien und Infrastruktur sollen gewonnen werden. Dadurch soll der Privatsektor von 40% auf 60% wachsen und die Arbeitslosigkeit auf 7,6% sinken. Außerdem möchte Saudi Arabien die Subventionen für Benzin, Strom und Wasser einstellen und eine 5 prozentige Mehrwertsteuer, sowie weitere Abgaben auf Luxusgüter und gesundheitsbedenkliche Produkte einführen. 2020 möchte man mit diesen Methoden 100 Milliarden Dollar pro Jahr unabhängig vom Öl einnehmen. Zusätzlich möchte man die Gehälter der Beamten kürzen und die Anforderungen für die Beamtenberufe anpassen. Neben dem Privatsektor soll auch die Solarenergie eine wichtige Stütze für die Zukunft sein. 2020 soll ca. ein Viertel des Strombedarfs aus Solarstrom gewonnen werden. Dadurch würde deutlich weniger Öl verbraucht werden, da die Saudis bis jetzt einen Großteil ihres Energiebedarfes mit den von Dieselkraftwerken gewonnenen Strom decken. Um Arbeitsplätze zu schaffen hat Saudi Arabien vor, eigene Solarzellenfarbriken zu bauen. Insgesamt möchte Saudi Arabien 109 Milliarden Dollar in die Solarenergie investieren (vgl. Q12, Q13, Q14).

Schluss

Ein Blick in die Zukunft von Saudi Arabien ist in meinen Augen ein Blick in das Ungewisse. Klar ist, dass Saudi Arabien sich auf eine Zeit nach dem Öl vorbereiten muss, da Öl ein endlicher Rohstoff ist. Es ist aber auch klar, dass Saudi Arabien in naher Zukunft dem Öl nicht den Rücken kehren kann. Mit dem Projekt "Vision 2030" soll ein Umbruch gestartet werden, der Zeit benötigt. Da Saudi Arabien all die Jahre nur auf Öl gesetzt hat, ist das Datum 2030, welches anvisiert wurde, meiner Meinung nach zu knapp bemessen. Ich finde das Projekt im Großen und Ganzen gut, da Saudi Arabien sich breiter aufstellen und neue Chancen bekommen könnte. Das Land könnte durch Investoren weltweit attraktiver werden. Hinzu kommt noch, dass ein stabiler Staatshaushalt unabhängig vom Ölpreis erzielt werden soll, was zu einem wirtschaftlichen Wachstum führen könnte. Außerdem kann der Staat mit dem Geld, welches aus dem Projekt erwirtschaftet werden soll, rechnen und in Projekte oder Bauvorhaben, wie z.B. Industriestädte investieren. Dank der "Vision 2030" sollen neue Industriezweige entstehen, wie z.B. die Waffenindustrie. Natürlich ist ein solcher Industriezweig moralisch kritisch zu sehen, aber man muss berücksichtigen, dass Saudi Arabien viele Waffen importiert. Stellen die Saudis die Waffen in Zukunft selber her, können sie viel Geld sparen. Des Weiteren wäre Saudi Arabien durch mehrere Industriezweige Krisensicherer und die Arbeitslosigkeit könnte beträchtlich sinken. Die Solarenergie hat ebenfalls viel Potenzial. Aufgrund der klimatischen Bedingungen bietet sich diese Art der Erneuerbaren Energie auch an. Außerdem könnte man die Solarenergie in Zukunft auch ausbauen, damit der gesamte Energiebedarf durch die Solarenergie gedeckt wird und nicht nur, wie bis 2020 geplant, ein Viertel. Je größer man diesen Industriezweig ausbaut, desto mehr Arbeiter könnten dort beschäftigt werden. Saudi Arabien könnte zum Marktführer der Solarenergie werden. Des Weiteren hat Saudi Arabien durch die Solarenergie noch weitere Vorteile. Zum einen könnte Saudi Arabien mehr Öl exportieren als jetzt, da sie durch die Solarenergie weniger Öl verbrauchen. Zum anderen könnten die Saudis in dem wahrscheinlich wichtigsten Forschungsbereich der Welt eine große Rolle einnehmen. Da die Sonne nicht immer scheint und es deshalb nötig ist Energie über längere Zeit zu speichern, sind Akkus sehr wichtig. Aber nicht nur in den Bereich, sondern überall in der Smartphone und Autoindustrie, aber auch in sämtlichen Erneuerbaren Energien, wie z.B. Wind- und Wasserenergie. Die Saudis könnten durch die Solarenergie die Akkuforschung bedeutend vorantreiben. Allerdings hat die "Vision 2030" auch negative bzw. problematische Aspekte. Die strengeren Auflagen für Beamtenberufe können bei

der eigenen Jugend zu Problemen und Unzufriedenheiten führen, da die Saudis hauptsächlich als gut bezahlte Beamte arbeiten wollen. Stellt der Staat weniger ein, müssen die jungen Saudis umdenken oder die neuentstehenden Jobs attraktiver gemacht werden. Die Gehaltskürzungen, die Abschaffung der Subventionen und die Einführung der Mehrwertsteuer werden höchstwahrscheinlich ebenfalls auf Gegenwehr und Unruhen stoßen. Vielleicht sollte man die drastischen Maßnahmen nicht auf einmal durchsetzen, sondern nach und nach, damit sich die verwöhnten Saudis auf die neue Realität einstellen können. Hinzu kommt noch die Gefahr, dass das Projekt scheitert oder sich hinzieht, da z.B. die Investoren ausbleiben, die Firmen nicht schnell genug privatisiert werden können oder das Volk gegen das Projekt protestiert. Des Weitern sollte man den Ölsektor in Zukunft nicht vernachlässigen. Die Erdölraffinerieindustrie ist einer der wichtigsten Industriezweige in Saudi Arabien und damit sehr wichtig. Öl wird in Saudi Arabien noch lange eine wichtige Rolle spielen und auch auf der Welt wird das Öl noch einige Jahrzehnte benötigt. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Zukunft von Saudi Arabien viele Perspektiven und Chancen aufweist, aber auch einige Gefahren verbirgt. Es kommt auf die Umsetzung des Planes an. Saudi Arabien darf sich in absehbarer Zeit nicht komplett vom Öl entfernen, sollte sich aber für die Zukunft breiter und unabhängiger vom Öl aufstellen und die eigene Bevölkerung dabei immer im Auge behalten.

5. Quellverzeichnis

Quelle	URL/Atlas
Q1	https://de.wikipedia.org/wiki/Saudi-Arabien#Erd.C3.B6l, 9.02.2017, 16:35 Uhr
Q2	Alexander Atlas s.76,77,82,144,145
Q3	https://de.statista.com/themen/1361/saudi-arabien/, 01.02.2017, 20:10 Uhr
Q4	http://www.auswaertiges- amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/SaudiArabien/Wirtscha ft_node.html, 8.02.2017, 19:30 Uhr
Q5	http://www.zeit.de/wirtschaft/2016-01/saudi-arabien-wirtschaft-oel-modernisierung, 10.02.2017, 17:18 Uhr

Q6	http://www.saudi-arabien.info/wirtschaft/oelhandel/, 30.01.2017, 12:40 Uhr
Q7	http://www.zeit.de/wissen/2013-03/erdoel-arabische-halbinsel/seite- 2, 12.02.2017, 11:25 Uhr
Q8	https://de.wikipedia.org/wiki/Erd%C3%B6l/Tabellen_und_Grafiken, 12.02.2017, 12:15 Uhr
Q9	http://www.wiwo.de/politik/ausland/zerreissprobe-moeglich-die-zukunft-von-saudi-arabien-steht-auf-messers-schneide/9938070.html, 11.02.2017, 10:08 Uhr
Q10	http://www.finanztreff.de/wissen/rohstoffe/was-ist-der-unterschied-zwischen-reserven-und-ressourcen/5431, 14.02.2017, 15:25 Uhr
Q11	https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96lvorkommen, 14.02.2017, 16:00 Uhr
Q12	http://www.handelsblatt.com/politik/international/grosser-umbau-in-saudi-arabien-die-zukunft-heisst-bildung-solarenergie-mehrwertsteuer/13500418-2.html, 14.02.2017, 16:30 Uhr
Q13	http://www.spiegel.de/politik/ausland/reformen-in-saudi-arabien-was-heisst-hier-modern-a-1125313.html, 15.02.2017, 19:10 Uhr
Q14	http://www.n-tv.de/wirtschaft/Saudi-Arabien-traeumt-von-Zeit-nachdem-Ol-article19501176.html, 15.02.2017, 20:00 Uhr

Grafiken

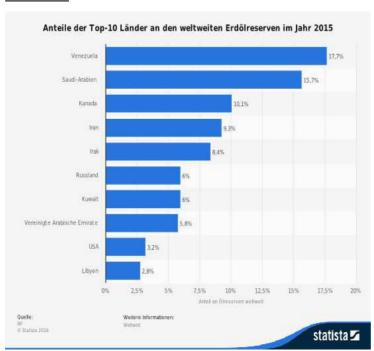


Abbildung 1: Anteile der Top-10 Länder an den weltweiten Erdölreserven

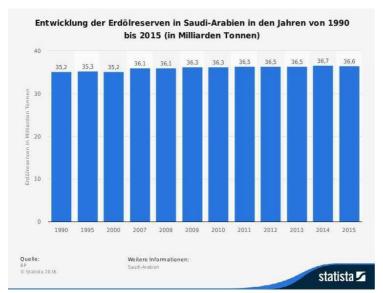


Abbildung 2: Entwicklung der Erdölreserven in Saudi Arabien

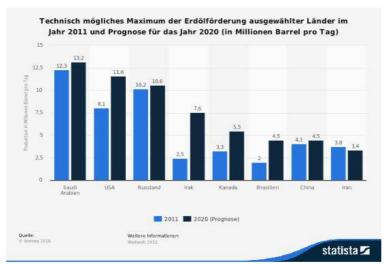


Abbildung 3: Technisch mögliches Maximum der Erdölförderung

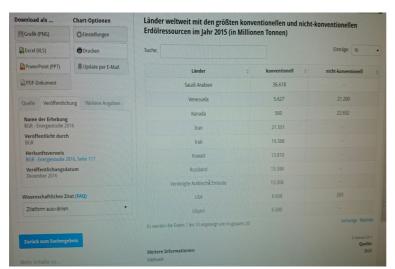


Abbildung 4: Screenshot: Länder weltweit ...

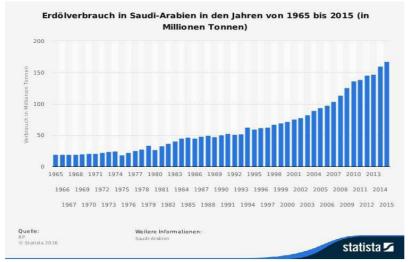


Abbildung 5: Erdölverbrauch in Saudi-Arabien

Europaschule Dortmund

Ausgabe 3 Schuljahr 2016/2017

Impressum:

kontakte - Jahrbuch der Facharbeiten

Online auf der Hompage der Erupaschule Dortmund

unter: europaschule-dortmund.de

Mitarbeiter der Ausgabe:

Ralf Wohlgemuth (Hrsg.)
Sonja Abdinghoff
Sigurd Cordes
Marc Giebel

Yassamine El Mazzouji

Daniel Falk

Alexander Koch