

Unterrichtsentwurf für die zweite Lehrprobe
im Fach Biologie
am Studienseminar Oberhausen

Referendarin: Simone Alberts
Schule: Don-Bosco-Gymnasium, Essen
Datum: 29.08.2007
Lerngruppe: GK 13

Thema der Unterrichtsreihe:

Humangenetik: Chromosomenanomalien beim Menschen

Thema der Unterrichtsstunde:

**Numerische Chromosomenaberrationen am Beispiel des Down-Syndroms:
Wie entsteht die Trisomie 21?**

Einordnung der Stunde in die Unterrichtsreihe:

- Einführung in die Humangenetik: Geschichte und Aufgaben
- Chromosomen und DNA des Menschen
- Stammbaumanalyse I: autosomal-dominante Erbgänge
- Stammbaumanalyse II: autosomal-rezessive Erbgänge
- Stammbaumanalyse III: X-chromosomale Vererbung
- Chromosomenanomalien beim Menschen I: strukturelle Chromosomenanomalien
- **Chromosomenanomalien beim Menschen II: numerische Chromosomenanomalien am Beispiel des Down-Syndroms**

1. Lernziele

Stundenziel:

Die SuS sollen das Phänomen der Nondisjunction als Ursache für die Entstehung einer Trisomie 21 selbstständig erarbeiten und begründet darstellen können.

Teilziele:

Die SuS sollen.....

- ein Kind mit Down-Syndrom beschreiben und das Down-Syndrom als genetischen Defekt deklarieren können
- ein menschliches Karyogramm mit einer Trisomie 21 auf die Chromosomenanomalie hin analysieren können
- eine Fragestellung zum fehlerhaften Karyogramm formulieren können
- Hypothesen zur Entstehung der Trisomie 21 aufstellen können
- die Nondisjunction als Ursache für die Entstehung einer Trisomie 21 erarbeiten, benennen und erläutern können
- ihre Arbeitsergebnisse skizzieren und präsentieren können
- die aufgestellten Hypothesen verifizieren oder falsifizieren können
- [einen Merksatz zur Entstehung der Trisomie 21 formulieren können]

2. Lernausgangslage

Der Grundkurs der Jahrgangsstufe 13 setzt sich aus acht Schülerinnen und dreizehn Schülern zusammen. Ich unterrichte die Lerngruppe bereits seit sechs Wochen á drei Wochenstunden, hatte also auch schon in der Jahrgangsstufe 12 Gelegenheiten, die SuS kennen zu lernen. Der Kurs zeichnet sich durch eine deutlich ausgeprägte Heterogenität sowohl im Bereich des Interesses für das Fach Biologie als auch im Bereich der Leistung aus. Wenngleich auch bei einigen SuS deutliche Schwierigkeiten im Verständnis für biologische Phänomene bestehen, ist dennoch auch bei diesen ein stetes Bemühen um Verständnis und Mitarbeit im Unterricht zu verzeichnen. Alle SuS sind bereit, sich am Unterrichtsgeschehen zu beteiligen. Dies ermöglicht ein Unterrichten in verschiedenen Sozialformen und Methoden.

3. Didaktische Analyse

Die obligatorischen Vorgaben für das Zentralabitur 2008 verlangen unter anderem eine unterrichtliche Beschäftigung mit genetischen und entwicklungsbiologischen Grundlagen von Lebensprozessen¹. Im Rahmen der Unterrichtsreihe zur Humangenetik erfüllt die Thematik dieser Stunde die Verknüpfung von Aspekten der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug. Die Beschäftigung mit dem Down-Syndrom und insbesondere der Entstehung einer Trisomie 21 ermöglichen dabei „die Erkenntnis, dass molekulargenetische Prozesse die Grundlage für die Merkmalsausprägung des Individuums sind“² und stellen somit auch eine Verknüpfung von fachlichen Erkenntnissen mit der Alltagswelt der SuS dar.

Der Einstieg in die Stunde erfolgt mittels einer Folie, auf der ein Kind mit Down-Syndrom zu sehen ist. Die SuS werden gebeten, das Bild zu beschreiben und insbesondere Auffälligkeiten bezüglich des Phänotyps des Kindes zu benennen. Da das Down-Syndrom ein gesellschaftlich recht bekanntes Phänomen ist, ist davon auszugehen, dass einige SuS bereits in der Lage sind, diese Krankheit zu benennen und auf einen Gendefekt zurückzuführen. Somit dient dieser Teil des Einstieges vor allem zur Motivation, zur Sensibilisierung und zudem als kommunikatives „warming-up“. An dieser Stelle sollen Beiträge der SuS nicht bewertet werden, vielmehr sollen

¹ <http://www.learn-line.nrw.de/start.html>

² Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes NRW (Hg.): Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe II in NRW Biologie; Düsseldorf 2004.

Impulse von Seiten der Lehrerin langsam auf die Thematik der Stunde hinlenken³. Im Anschluss an diesen ersten Bildimpuls wird der zweite Teil der Folie aufgedeckt. Dieser zeigt das zu einem Down-Syndrom gehörige Karyogramm. Da die SuS bereits mit dem menschlichen Karyogramm vertraut sind, erfolgt durch die Aufforderung, das vorliegende Karyogramm auf Fehler zu untersuchen, eine Förderung der Fachmethodenkompetenz in Hinsicht auf die Analyse menschlicher Karyogramme. Gleichzeitig kann der forschend-entdeckenden Lernweise im Biologieunterricht Rechnung getragen werden. Sollten die SuS wider Erwarten keine Abweichung von der Regel erkennen können, kann eine weitere Folie hinzugezogen werden, die ein normales menschliches Karyogramm zeigt. In diesem Fall sollen die beiden Karyogramme vergleichend untersucht werden.

Die Konfrontation mit einem Phänomen, welches vom bisher Bekannten und Gelernten abweicht, wirft ein Problem und damit verbundene Fragestellungen auf, die von den SuS formuliert werden sollen. In Konsequenz dieser Fragestellungen werden die SuS gebeten, Hypothesen zur Entstehung dieses Gendefekts zu formulieren. Um an dieser Stelle allen SuS die Möglichkeit der Beteiligung einzuräumen, sollen die SuS zunächst alleine und dann in einem Gespräch mit ihrem Sitznachbarn mögliche Hypothesen aufstellen. Auf diese Weise erhalten eventuell auch SuS, die mit der Thematik der Humangenetik im Allgemeinen Schwierigkeiten haben, die Gelegenheit, einen fachlichen Beitrag zu leisten. Sowohl die Fragestellungen als auch die gebildeten Hypothesen werden an der Tafel notiert und dienen so der Transparenz für die gesamte Stunde. Alle SuS haben auch in den folgenden Arbeitsphasen die Möglichkeit, sich den Fokus der Stunde und das Ziel ihrer Arbeit immer wieder in Erinnerung zu rufen.

Die anschließende Erarbeitungsphase erfolgt in Partnerarbeit. Dazu werden die Partnergruppen zunächst durch das Zufallsprinzip durch Abzählen gebildet. Auf diese Weise erfolgt ein Durchmischen der SuS, um häufig gleiche Arbeitsgruppen zu vermeiden und die sozialen Kompetenzen der SuS zu fördern. Da die SuS arbeitsteilig erarbeiten sollen, wie eine Trisomie durch Nondisjunction während der Meiose zustande kommt, bietet sich diese Sozialform des Unterrichts an. Die SuS bewältigen die Aufgabenstellungen gleichzeitig selbstständig und kooperativ. Insbesondere der zweite Teil der Aufgabenstellung, in welchem die Partner sich gegenseitig ihre gewonnenen Erkenntnisse vortragen und im Gegenzug die

³ Mattes, Wolfgang: Methoden für den Unterricht. Paderborn: Schöningh, 2005.

hervorgebrachten Aussagen paraphrasieren sollen, sorgt dafür, dass alle SuS gleichermaßen an der Bearbeitung der Aufgaben beteiligt werden und Verantwortung für das Gruppenergebnis übernehmen. Während es in der Einzelarbeit möglich ist sich mit anderen Dingen als den vorgegebenen Aufgaben zu beschäftigen, findet hier soziale Kontrolle durch den Partner statt. Die SuS werden interaktiv und kommunikativ tätig und jeder kommt zu Wort, ohne jedoch spontane Äußerungen vor der ganzen Klasse tätigen zu müssen. Im Anschluss an die Erarbeitungsphase erfolgt die Präsentation der Gruppenergebnisse am OHP. Um auch die Phase der Ergebnissicherung möglichst schülerzentriert und schüleraktivierend gestalten zu können, wird hier auf die Methode der Meldekette zurückgegriffen. So entsteht in komplexer Zusammenarbeit mit der gesamten Lerngruppe ein Stundenergebnis, ohne dass der Prozess von der Lehrperson deutlich gelenkt wird. Vielmehr fungiert die Lehrperson hier als aktiver Zuhörer und greift nur dann in das Unterrichtsgeschehen ein, wenn ein Fehler nicht durch das Plenum der SuS berichtigt wird. Die Sicherung am OHP ermöglicht schließlich einen Rückbezug auf die Fragestellung und die Hypothesen, die zu Beginn der Stunde formuliert wurden. Mit Hilfe der neu gewonnenen Erkenntnisse können die SuS nun die aufgeworfene Frage beantworten und zudem die aufgestellten Hypothesen ggf. verifizieren oder falsifizieren. Zuletzt soll ein Merksatz zur Entstehung der Trisomie 21 formuliert und notiert werden, um die Arbeitsergebnisse nachhaltig zu sichern. Je nachdem, wie viel Zeit zu diesem Zeitpunkt der Stunde noch gegeben ist, werde ich die SuS bitten, selbstständig einen Merksatz zu formulieren oder einen von mir formulierten Merksatz abzuschreiben. Die abschließend verteilte Hausaufgabe kann bei Bedarf auch als Mittel zur Binnendifferenzierung eingesetzt werden. Da die Lerngruppe in Bezug auf das Leistungsniveau recht heterogen gestaltet ist, ist es möglich, dass einige SuS wesentlich schneller zur Lösung der Aufgaben in der Partnerarbeit gelangen als andere. In diesem Fall können die als Transferaufgaben formulierten Hausaufgaben von diesen SuS bereits in der Stunde begonnen werden.

Problemanalyse:

Da sich die SuS bereits in den vorherigen Stunden intensiv mit der Analyse menschlicher Stammbäume und dem menschlichen Karyogramm auseinandergesetzt haben, ist zu erwarten, dass ein Abweichen von der normalen Anzahl an Chromosomen im menschlichen Karyogramm von den SuS erkannt

werden kann. Sollte dies dennoch nicht möglich sein, kann eine weitere Folie mit einem normalen menschlichen Chromosomensatz als Hilfestellung herangezogen werden, um den SuS trotzdem eine eigenständige Fehleranalyse zu ermöglichen. Eventuelle Schwierigkeiten bei der Hypothesenbildung und der Erarbeitung der Aufgaben, sollen durch die Partnerarbeit behoben werden. Möglicherweise werden durch die zufällige Einteilung der Partnergruppen jedoch vereinzelt sehr leistungsschwache Gruppen gebildet. Bei auftretenden Schwierigkeiten stehe ich den Gruppen beratend zur Seite. Sollten einzelne Gruppen deutliche Probleme mit der Erarbeitung der Aufgabenstellung haben, ist zur Binnendifferenzierung ein weiterer Text vorhanden, der den Sachverhalt der Stunde wesentlich leichter deutlich macht. Schwache Schüler können auf diese Weise auch selbstständig durch eine weitere Hilfestellung zum gewünschten Stundenergebnis kommen.

Gerade weil die Gruppeneinteilung per Zufall vorgenommen wird, ist es möglich, dass zwei leistungsschwache SuS eine Gruppe bilden.

Stundenverlauf

Name: Simone Alberts Lerngruppe: GK 13	Datum: 29.08.2007 Zeit: 12.25– 13.10 Uhr	Fachlehrer: Herr Dreier	Stundenthema: Numerische Chromosomenaberrationen am Beispiel des Down-Syndroms: Wie entsteht die Trisomie 21?	
Phasen	Inhaltliche Schwerpunkte/Operationen	Sozial- /Aktionsform	Medien	Intentionen und Begründungen
Einstieg	<ul style="list-style-type: none"> - Begrüßung - Die Lehrerin legt eine Folie auf, auf der ein Kind mit Down-Syndrom zu sehen ist - Die SuS beschreiben nach eingängiger Frage, was den SuS an dem dargestellten Kind auffällt, das Kind. Eventuell kann von den SuS bereits das Down-Syndrom benannt werden - Die zweite Folie wird aufgedeckt. Das zum Krankheitsbild des Down-Syndroms gehörige Karyogramm wird sichtbar und die SuS werden gebeten, Abweichungen vom normalen menschlichen Karyogramm zu beschreiben. - Die SuS formulieren eine Fragestellung, die sich aus diesem Phänomen ergibt - Mögliche Fragestellungen: 	UG	Folie, OHP	<p>Das Foto eines Kindes mit Down-Syndrom erfüllt zu Beginn der Stunde zweierlei Funktionen: zum einen sollen die Schüler durch den Bildimpuls für das Thema der Stunde motiviert werden. Die dargestellte Alltagsszene soll diesen Effekt dabei unterstützen und die SuS für das Thema sensibilisieren.</p> <p>Eine Motivation zur Beschäftigung mit der Ursache für die Krankheit stellt dann der zweite Teil der Folie dar. Bereits Bekanntes wird hier in Form des fehlerhaften Karyogramms verändert präsentiert und wirft Fragen auf, die von den SuS beantwortet werden können.</p> <p>Die Bildung von Fragestellungen und Hypothesen orientiert sich an biologischen Arbeitsweisen und soll zudem dabei helfen, die SuS weiterhin zu motivieren.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - „Warum ist das 21. Chromosom dreifach vorhanden?“ - „Wie kommt es zu diesem Chromosomensatz?“ 		Tafel	
	<ul style="list-style-type: none"> - Die Lehrerin notiert die Frage(n) an der Tafel 			
Erarbeitung I: Hypothesenbildung	<ul style="list-style-type: none"> - Die SuS werden gebeten, Hypothesen zur Beantwortung der zuvor aufgeworfenen Fragen zu stellen - Mögliche Hypothesen: <ul style="list-style-type: none"> - „Die Eltern hatten eine Trisomie 21 - „Die Eizelle besaß das Chromosom 21 zweimal.“ - „Das Spermium besaß das Chromosom 21 zweimal.“ - „Der Gendefekt beruht auf einer strukturellen Chromosomenaberration.“ - Die Lehrerin notiert die Hypothesen an der Tafel 	<p>PA</p> <p>UG</p>	Tafel	Das Aufstellen der Hypothesen ermöglicht eine erste Annäherung an die Thematik der Stunde und sorgt für eine erste intensive Auseinandersetzung mit dieser.
Erarbeitung II	<ul style="list-style-type: none"> - Die SuS werden durch Abzählen in Partnergruppen eingeteilt - Die SuS erarbeiten in Partnerarbeit die Ursachen zur Entstehung der Trisomie 21 	PA	Arbeitsblätter	Durchmischung der SuS und selbstständige Erarbeitung.
Sicherung I	Die SuS präsentieren in einer Meldekette ihre Ergebnisse am OHP	UG	Folie, OHP	Durch diese Form der Präsentation wird eine Beteiligung von recht vielen SuS ermöglicht, zudem verbleibt der Erkenntnisprozess weiterhin in der

				Hand der SuS, während die Lehrerrolle weiterhin einen beratenden Charakter behält. Auf diese Weise soll die Beteiligung der SuS erhöht und weiterhin eine konzentrierte Arbeitsatmosphäre geschaffen werden.
Sollbruchstelle: mögliches Stundenende				
Sicherung II	<ul style="list-style-type: none"> - Die SuS verifizieren, bzw. falsifizieren die zu Beginn der Stunde aufgestellten Hypothesen bezüglich der Entstehung einer Trisomie 21- - Die Lehrerin notiert einen daraus resultierenden Merksatz an der Tafel, den die SuS abschreiben sollen - Möglicher Merksatz: „Aufgrund von fehlerhaften Chromosomenverteilungen während der 1. oder 2. Reifeteilung in der Meiose können Keimzellen entstehen, die ein Chromosom zweimal (oder gar nicht) besitzen. Verschmilzt eine Keimzelle, die das Chromosom 21 bereits zweimal besitzt, mit einer normalen Keimzelle, entsteht eine Zygote mit Trisomie 21.“ 		Tafel	Die Ergebnisse der Stunde werden nachhaltig gesichert.
Hausaufgaben zur nächsten Stunde: Transferaufgabe zur Entstehung der Trisomie 21 (Arbeitsblatt)				

Literatur

Brüning, Ludger und Saum, Tobias: Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung. Essen: Neue deutsche Schule Verlagsgesellschaft mbH, 2006.

Campbell, Neill A: Biologie. Heidelberg: Spektrum, 1997.

Hafner,Lutz und Hoff, Peter. Genetik. Materialien für den Sekundarbereich II. Biologie. Hannover: Schroedel, 1995.

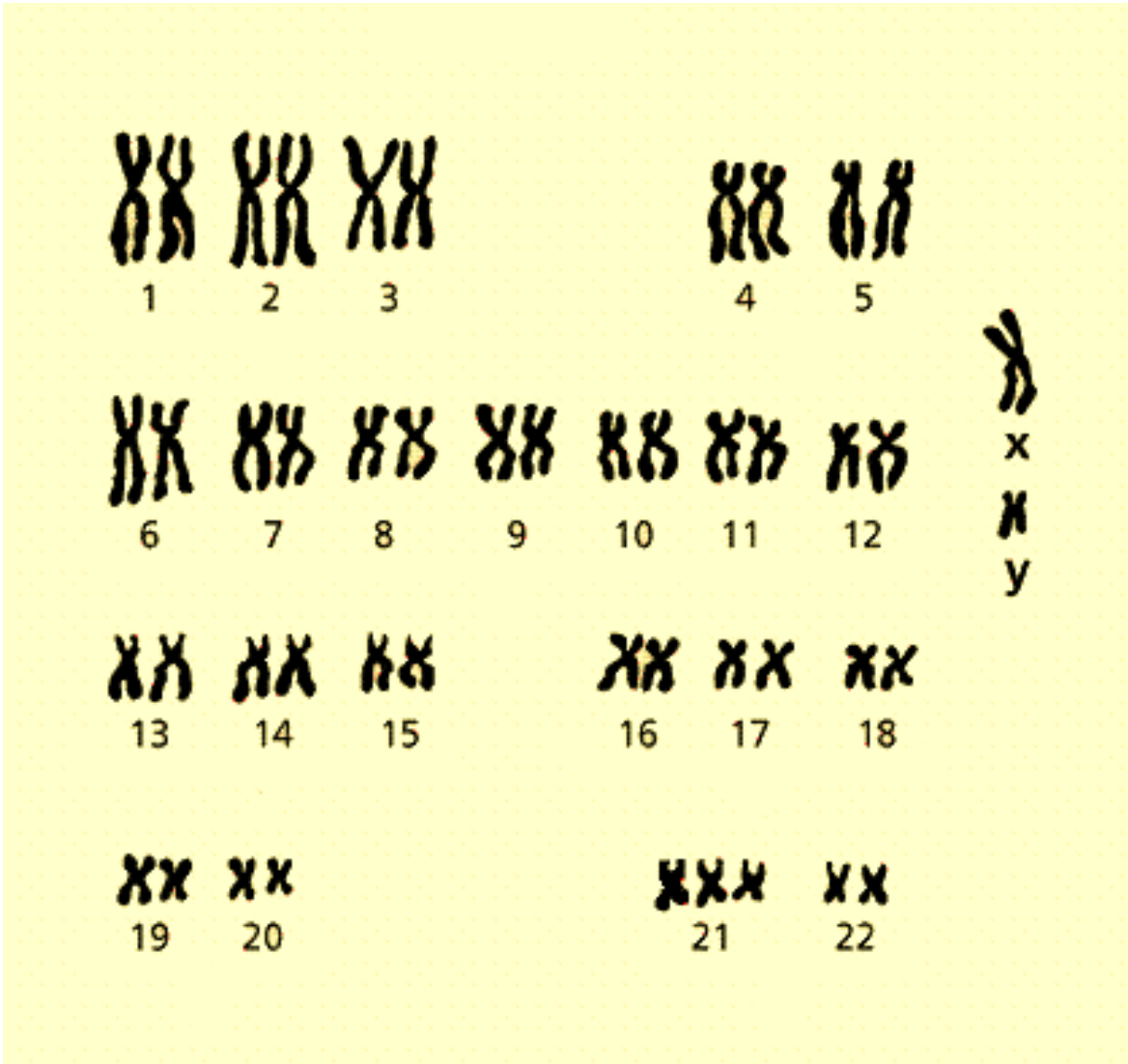
Hennig, Wolfgang: Genetik. Berlin: Springer, 1995.

Mattes, Wolfgang: Methoden für den Unterricht. Paderborn: Schöningh, 2005.

Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes NRW (Hg.): Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe II in NRW Biologie; Düsseldorf 2004.

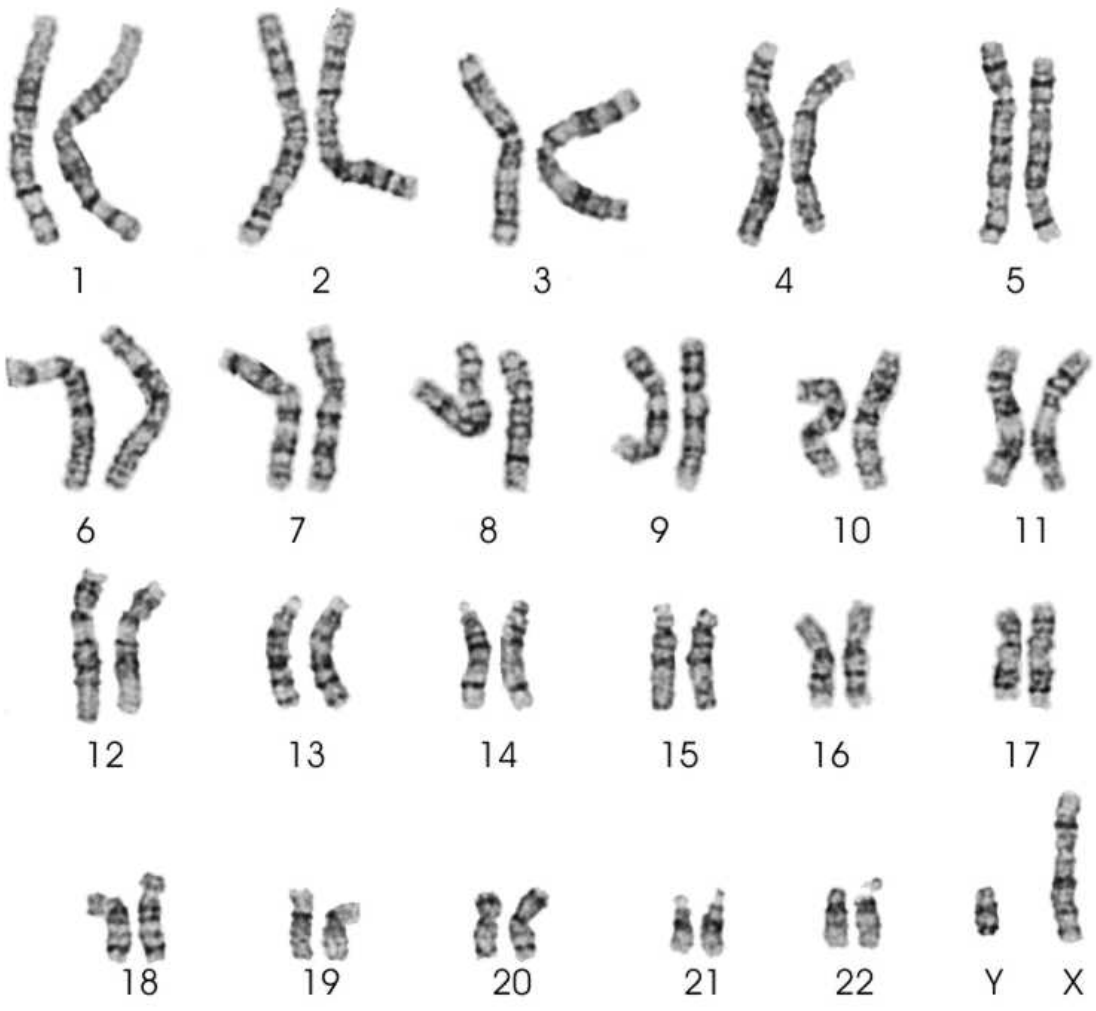
<http://www.learn-line.nrw.de/start.html>





Karyogramm eines Menschen mit Trisomie 21

Anhang (Folie III)



13	Humangenetik – Die Entstehung der Trisomie 21	Biologie
----	---	----------

Deiner „Forschergruppe“ stehen zur Lösung der Aufgaben auf dem Arbeitsblatt und zur Überprüfung der aufgestellten Arbeitshypothesen folgende Informationen zur Verfügung:

Numerische Chromosomenaberration: Abänderung der normalen Chromosomenzahl eines Genoms (Genommutation).

Aneuploidie:

Eine Chromosomenaberration, bei der von bestimmten Chromosomen zu viele oder zu wenige Exemplare vorhanden sind.

Tipp: Der normale Ablauf

der Meiose ist in Schroedel „Genetik“ auf den Seiten 19-20

Trisomie: [tri] griech. = drei; [soma] griech. – Körper; triploider (dreifach) Zustand eines Chromosoms in einer nicht-triploiden genetischen Konstitution

Monosomie: [monos] griech. – einzig; [soma] griech. Körper; haploider Zustand eines Chromosoms in einem diploiden Genom

Down-Syndrom:

Das Down-Syndrom ist ein Beispiel für die Folge eines aneuploiden Chromosomensatzes. Etwa jedes 700ste Kind in Europa weist dieses Syndrom auf. In der Terminologie der Chromosomenforscher bezeichnet man diesen Zustand als Trisomie des Chromosoms 21 oder kurz „Trisomie 21“

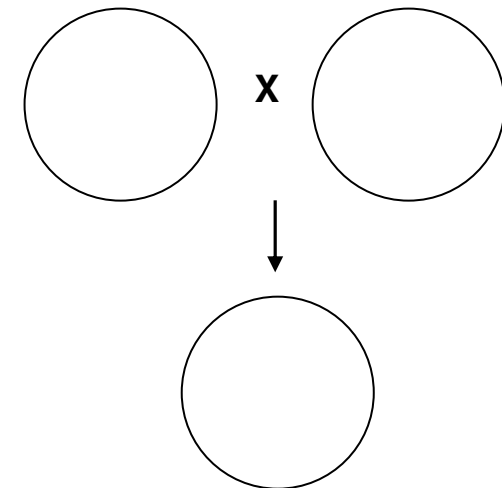
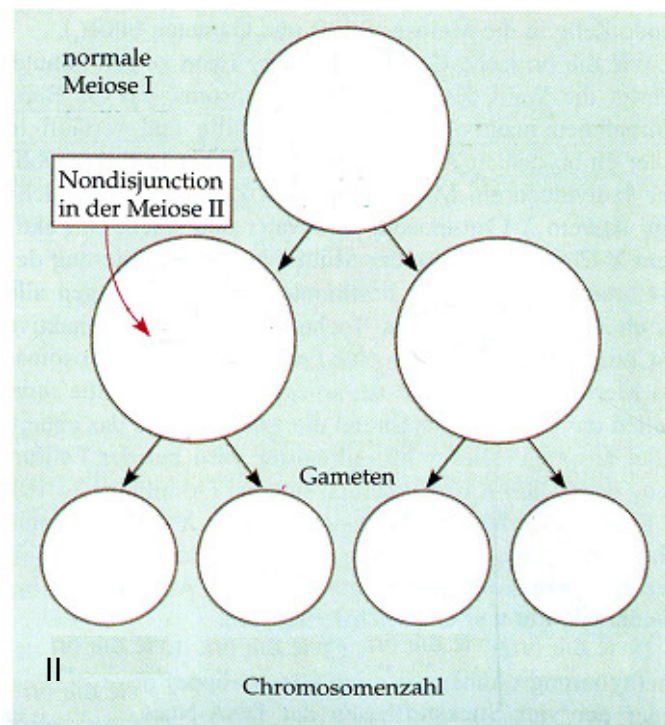
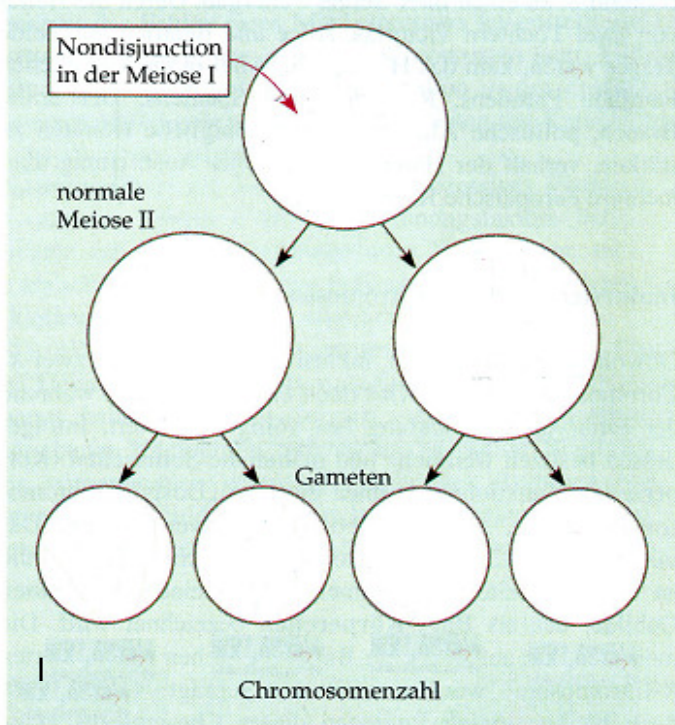
Nondisjunction:

Ein Fehler bei Meiose oder Mitose, bei dem sich entweder zwei homologe Chromosomen oder zwei Schwesterchromatiden nicht richtig voneinander trennen. Man unterscheidet die primäre Nondisjunction während der ersten Reifeteilung der Meiose von der sekundären Nondisjunction während der zweiten Reifeteilung der Meiose.

13	Humangenetik – Die Entstehung der Trisomie 21	Biologie
-----------	--	-----------------

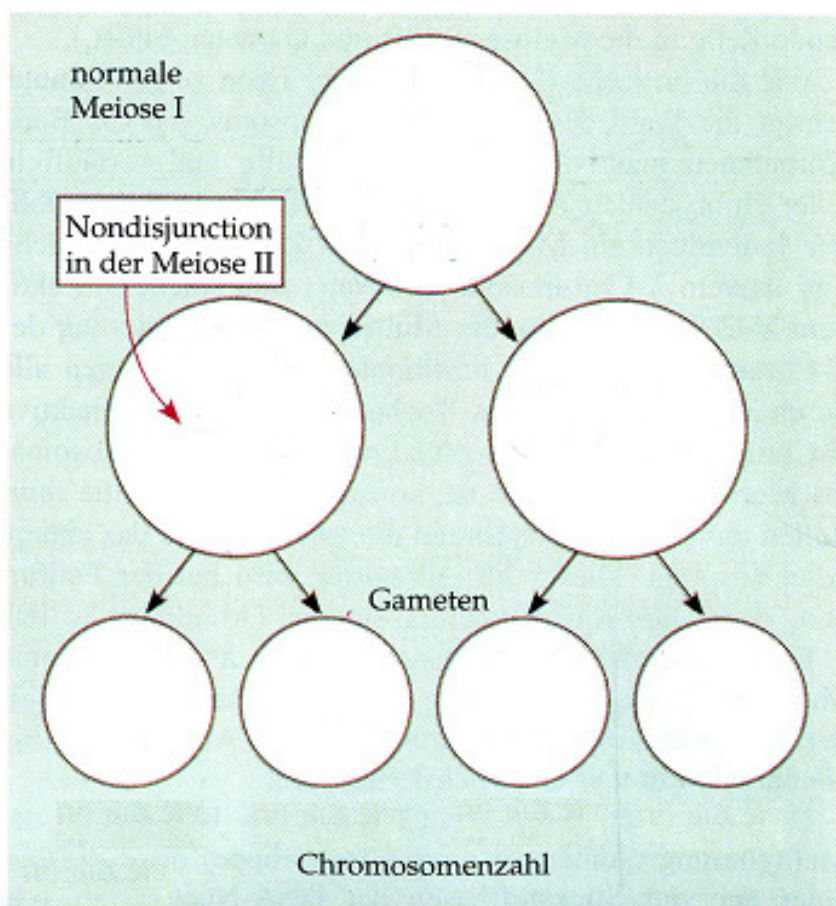
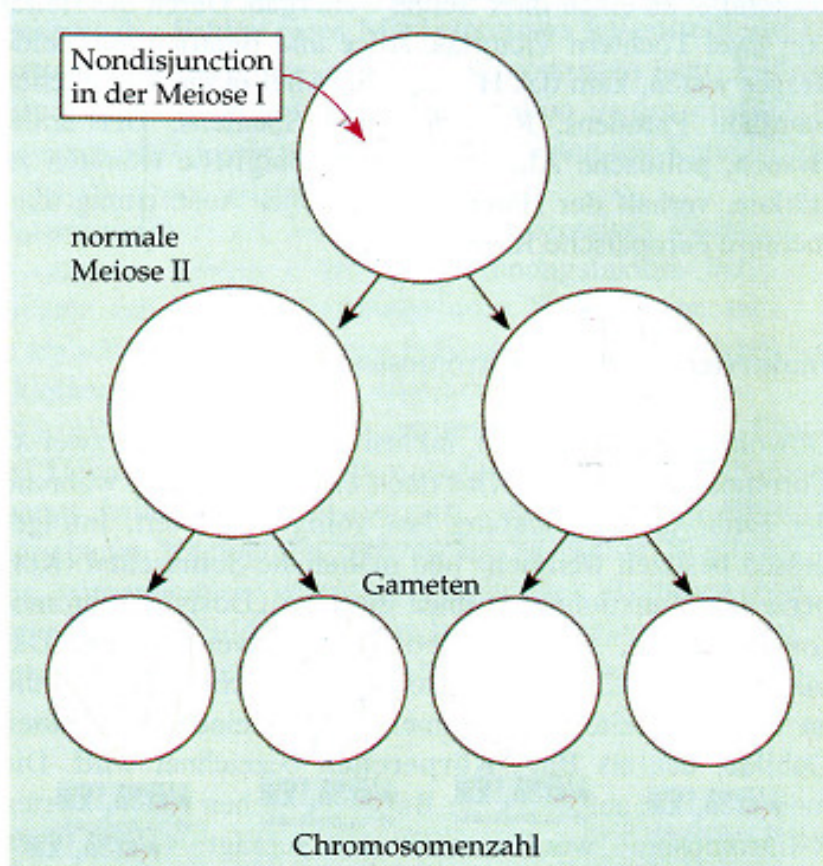
Arbeitsaufträge:

1. Erarbeitet mit Hilfe der vorgegebenen Materialien die Entstehung der Trisomie 21 zunächst alleine!
2. Partner A gibt Partner B die Entstehung der Trisomie 21 in eigenen Worten wieder, im Anschluss daran paraphrasiert Partner B die Ausführungen von Partner A nochmals. Falls nötig, nimmt Partner B Berichtigungen vor. (Partner/in A ist der oder diejenige mit der höheren Hausnummer)
3. Stellt die möglichen fehlerhaften Meiosen für das 21. Chromosom in den unten vorgegebenen Grafiken I und II dar!
4. Stellt die Entstehung einer Zygote mit einer Trisomie aus einer Gamete nach einer Nondisjunction und einer normalen Gamete in Grafik III dar!

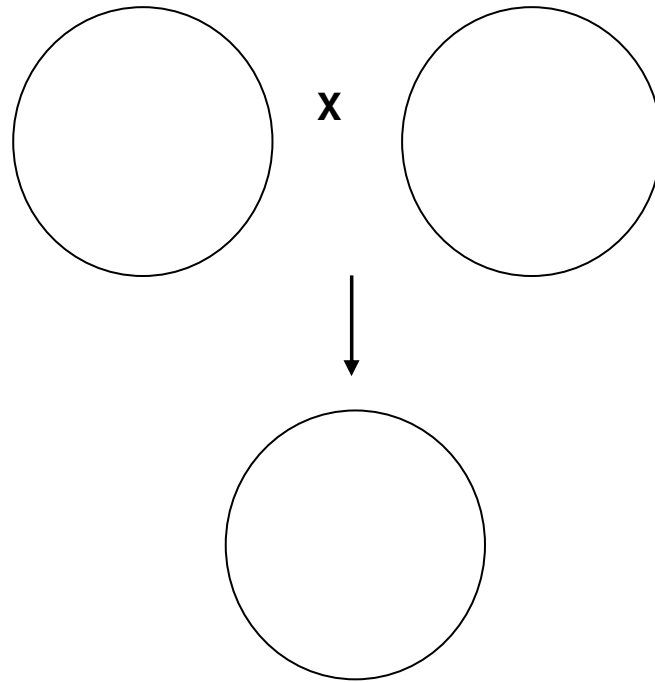


III

Die Entstehung einer Trisomie 21 (Folie 1)



Die Entstehung einer Trisomie 21 (Folie 2)



Die Entstehung einer Trisomie 21

Aufgrund von fehlerhaften Chromosomenverteilungen während der 1. oder 2. Reifeteilung in der Meiose können Keimzellen entstehen, die ein Chromosom zweimal (oder gar nicht) besitzen. Verschmilzt eine Keimzelle, die das Chromosom 21 bereits zweimal besitzt, mit einer normalen Keimzelle, entsteht eine Zygote mit Trisomie 21.

13	Humangenetik – Die Entstehung der Trisomie 21	Biologie
-----------	--	-----------------

Hausaufgaben:

- 1.) Im Gegensatz zu Männern mit Down-Syndrom sind nicht alle Frauen mit Down-Syndrom steril. Ermittle, wie das Karyogramm der Kinder einer Frau mit Down-Syndrom in Bezug auf das 21. Chromosom aussehen könnte!

- 2.) Ein seltener Fall von Trisomie 21 ist die Mosaik-Trisomie 21. Sie ist bei 1-2% der Menschen mit Down-Syndrom zu finden. Bei der Mosaik-Trisomie 21 ist nicht in allen Körperzellen das Chromosom 21 dreifach vorhanden, sondern es gibt gleichzeitig Zellen mit dem üblichen Chromosomensatz. Das Vorliegen mehrerer unterschiedlicher Zelllinien wird in der Genetik als Mosaik bezeichnet. Die Mosaik-Trisomie 21 entsteht erst nach der ersten Zellteilung einer befruchteten Eizelle.
Entwickle eine Hypothese, wie eine Mosaik-Trisomie 21 entstehen kann!