GENETISCH BEDINGTE ERKRANKUNGEN

Wissenswertes über verschiedene genetisch bedingte Erkrankungen [auch Erbkrankheiten genannt] haben wir hier für Dich steckbriefartig zusammengestellt. Auch wenn diese nicht heilbar sind, ist bei einigen Erkrankungen durch verschiedene Hilfs- und Fördermöglichkeiten inzwischen ein relativ uneingeschränktes Leben möglich.

Inwiefern in Zukunft Gentherapien helfen können, vermag man heute nur vorauszuahnen.

*Genetische Grundbegriffe und die mendelschen Regeln findest Du übrigens auf den Extra-Seiten* [*https://eqiooki.de/biology/genetic.php*](https://eqiooki.de/biology/genetic.php) *sowie* [*https://eqiooki.de/biology/mendel.php*](https://eqiooki.de/biology/mendel.php)*.*

[Trisomie 21 [Down-Syndrom] 1](#_Toc17977778)

[Mukoviszidose [Mucoviscidose] 2](#_Toc17977779)

[Albinismus 3](#_Toc17977780)

[Phenylketonurie [PKU] 3](#_Toc17977781)

[Hämophilie [Bluterkrankheit] 4](#_Toc17977782)

[Rot–Grün–Sehschwäche 5](#_Toc17977783)

[Andere Erbkrankheiten 5](#_Toc17977784)

[Vererbungs- und Anwendungsbeispiele 6](#_Toc17977785)

[Lexikon einiger Fachbegriffe 8](#_Toc17977786)

[Quellenangaben und Hinweise 10](#_Toc17977787)

Trisomie 21 [Down-Syndrom]

genetische Merkmale

**Chromosom 21** ist **dreifach** vorhanden [statt doppelt];

*verschiedene Formen möglich [z.B. können sich Teile eines Chromosoms 21 oder ganze Chromosomen an ein anderes Chromosom anlagern; meist aber sind die 3 Chromosomen komplett einzeln in jeder Zelle vorhanden]*

Ursache

**Fehler bei der Meiose** [Nichttrennung bzw. Fehlverteilung von Chromosomen]

infolge des Meiosefehlers zählt man Trisomie 21 oft nicht zu den Erbkrankheiten im engeren Sinne

Häufigkeit

2-3% aller Neugeborenen [ca. 1:550], d.h. etwa 50.000 Menschen in Deutschland; *die Wahrscheinlichkeit einer Trisomie 21 nimmt bei Müttern über 45 zu*

Trisomie 21 die die häufigste Chromosomenveränderung bei Neugeborenen

Erblichkeit

viele mit Down-Symptom betroffene Frauen sind auch fruchtbar [Männer nicht so oft]

*die Chance, dass die Kinder einer mit Trisomie 21 betroffenen Frau und eines gesunden Mannes das Down-Syndrom haben, liegt bei 50%*

Trisomie 21 ist nur selten erblich bedingt [da sich Betroffene nur selten fortpflanzen]

Symptome und Folgen

**Fehlentwicklung von Organen** [z.B. häufig Herzfehler, manchmal Darmverschlüsse], kurzer Oberarm und Oberschenkel [häufiger untersetzter Wuchs], **Wachstumsstörungen**; verengte Atemwege; schwächeres Immunsystem, Anfälligkeit für Infektionen; verminderte geistige Fähigkeiten, verringertes Lerntempo, Sprachbeeinträchtigungen, sensorisch-motorische Einschränkungen [z.B. Schwerhörigkeit, schwerfällige Bewegungen, Schielen, Kurz- oder Weitsichtigkeit], mongolenhaftes Aussehen; hohes Risiko einer Alzheimer-Erkrankung nach dem 40. Lebensjahr, erhöhtes Risiko zur Erkrankung an Blutkrebs [Leukämie] u.a. Krebserkrankungen sowie Epilepsie; geringere Lebenserwartung

Die Symptome sind jedoch recht unterschiedlich; einige Betroffene haben sogar einen Hochschulabschluss, andere wiederum haben großen Förderbedarf. Die die körperliche Ausprägung kann recht verschieden ausgeprägt erscheinen.

Diagnostik

vorgeburtliche Untersuchungen [z.B. Bluttest; Untersuchung von Erbmaterial; Ultraschall; z.B. Beobachtung einer übermäßigen Flüssigkeitsansammlung im Nackenbereich vor der Geburt]

Hilfsmöglichkeiten

Medikamente z.B. zur Stärkung von Organfunktionen; soziale Integration und Inklusion, spezielle Lernförderung, Gymnastik, Ergotherapie, speziell dafür eingerichtete Arbeitsplätze bzw. Arbeitsstätten usw.

*Durch entsprechende Frühförderung und Inklusion sind bei vielen Menschen mit Trisomie 21 inzwischen gute schulische und berufliche Chancen möglich.*

Während der Zeit des Nationalsozialismus in Deutschland wurden viele Menschen mit Down-Syndrom in Konzentrationslagern ermordet.

Hinweis

es gibt auch Trisomien anderer Chromosomen [z.B. 18, 22 oder X-Chromosom], die jedoch wegen geringer Überlebenschancen oder Lebenserwartung relativ selten sind

Mukoviszidose [Mucoviscidose]

Wesen

angeborene [erbliche] **Stoffwechselstörung** [Störung im Chlorid-Haushalt, dadurch wenig Wasser in Sekreten der Bronchien, des Darmes, im Schweiß etc. 🠢 zähflüssiger Schleim ist die Folge]

Ursache

**autosomal rezessiv vererbt**

Defekt am langen Arm von Chromosom 7 [es gibt diverse Mutationen, die z.B. dafür sorgen können, dass bestimmte Eiweißbausteine von Zellmembranen nicht produziert werden]

Häufigkeit

ca. 1:2000 Neugeborene *[etwa 8000 Betroffene und jährlich ca. 300 neue Fälle in Deutschland]*

Folgen

Funktionsstörungen bzw. Erkrankungen der Lunge [z.B. Lungenentzündungen], Galle, Bauchspeicheldrüse, Schweißdrüsen, Leber, Hoden etc.; immer wiederkehrende Infekte besonders der Lunge [stark schädigend]; höheres Risiko an Osteoporose zu erkranken; geringere Lebenserwartung

Männer sind meistens unfruchtbar

Diagnose

Schnelltest bei Neugeborenen

Hilfen

Inhalation, Gymnastik, Absaugen des Schleimes, Sauerstofftherapien, Medikamente und weitere Hilfen je nach Organstörung, in einigen Fällen Organtransplantationen

Albinismus

Merkmale und Erscheinungsbild

**Fehlen von Pigmenten** in Haut, Iris und Haaren; genetisch bedingte Stoffwechselstörung, bei der die Bildung von **Melanin** [Farbstoff von Haut und Haaren] infolge des Ausfalls eines Enzyms unterbunden wird

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Eiweiße** [Nahrung] | | |  |
|  | |  | **Verdauung** | |
|  | Aminosäure **Phenylalanin** [essenziell] | | |  |
|  | |  |  | |
|  | Aminosäure **Tyrosin** [nichtessenziell] | | |  |
| **Enzym** vorhanden | |  | **Enzym fehlt** | |
| **Melanin** | |  | **keine Melaninbildung** | |
| *Körper ist geschützt* | |  | ***Albinismus*** | |

Folgen

weiße unpigmentierte Haut, rötliche Regenbogenhaut; kein genügender UV-Schutz durch die Haut möglich

Vererbung

**autosomal**; mutiertes Gen ist **rezessiv** [tritt somit nicht in jeder Generation auf]

Hinweise

bei einigen Völkern [u.a. in Afrika] werden Betroffene oft heute noch diskriminierte oder gar getötet, weil man „böse Geister“ darin sieht

Albinismus gibt es auch im Tierreich häufiger – infolge der meist weißen Fellfarbe fallen die Tiere oft Raubtieren zum Opfer

Phenylketonurie [PKU]

Wesen

genetisch bedingte **Störung des Aminosäurestoffwechsels** [Enzym für den richtigen Abbau der Aminosäure **Phenylalanin** in die Aminosäure Tyrosin fehlt 🠢 dadurch bilden sich u.a. Nervengifte wie Phenylketone, die auch im Urin ausgeschieden werden]

Vererbung

Merkmalsträger muss reinerbig sein, da die Krankheit **autosomal rezessiv** vererbt wird

Ursache

Chromosom 12 betroffen; Punktmutation mit mehreren Möglichkeiten; Gen für Enzymbildung ist mutiert

Häufigkeit

etwa 1:8000 Neugeborene

Folgen

hellere Haut [Störung bei der Pigmentbildung]; ohne Behandlung Schädigung des Nervensystems, Lähmungen, geistige Entwicklungsstörungen, teilweise Epilepsie sowie geringe Lebenserwartung; Aminosäure Tyrosin wird auch für weitere Stoffwechselprodukte [z.B. Hormon Thyroxin] benötigt, die dann ebenfalls nicht bzw. in nicht ausreichender Menge produziert werden

bei Schwangeren mit PKU sind Schädigungen des Fetus möglich

Prophylaxe

PKU-Test bei Neugeborenen

Hilfen

phenylalaninfreie [Diät], dafür tyrosinreiche Nahrung, da Phenylalanin stets mit der Nahrung aufgenommen wird 🠢 dadurch relative normale Entwicklung möglich

gentherapeutische Methoden sind zwar in Entwicklung, aber noch nicht nutzbar bzw. nicht erfolgreich

Tipp

*weiter unten in diesem Dokument Vererbungsbeispiele*

Hämophilie [Bluterkrankheit]

Vererbung

**X-chromosomal rezessiv** vererbt [geschlechtsgebundene Vererbung]

Symptome

Blut gerinnt nicht bzw. Gerinnung dauert über 15 min durch Fehlen von bestimmten Gerinnungsfaktoren; je nach fehlendem Faktor sind **verschiedene Hämophilieformen** möglich; z.B. Hämophilie A 🠢 Fehlen von Faktor VIII; Hämophilie B 🠢 es fehlt Faktor IX

Folgen

hohes Verletzungsrisiko, auch Spontan- und innere Blutungen möglich

Häufigkeit

bei Männern 1:10.000 [da sie nur je 1 X-Chromosom pro Zelle haben], bei Frauen sehr selten [da sie in der Regel noch ein nicht betroffenes X-Chromosom besitzen]

Hilfen

prophylaktisches Spritzen der fehlenden Faktoren [bzw. nachträgliche Gerinnungsmittelgabe bei Verletzungen]

Stammbaum-Beispiel

*... einer Familie mit 4 Generationen*

|  |  |
| --- | --- |
| **Männer** sind stets an Hämophilie erkrankt, sobald das eine X-Chromosom pro Körperzelle betroffen ist, da sie [neben dem Y-Chromosom] nur eines besitzen  **Frauen** sind mit einem betroffenen X-Chromosom Überträgerinnen [**Konduktorinnen**] – da sie je Körperzelle noch ein 2. besitzen, wären sie erst krank, wenn beide X-Chromosomen mutiert sind, zumal die Krankheit rezessiv vererbt wird | Ein Bild, das Objekt, Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

Hinweis

daneben gibt es auch autosomal-dominant vererbte Gerinnungsstörungen

Rot–Grün–Sehschwäche

Vererbung

**X-chromosomal rezessiv** vererbt [geschlechtsgebunden, mutiertes Gen auf dem X-Chromosom]

*dadurch bei Männern wesentlich häufiger, da sie nur eines je Körperzelle besitzen [Frauen hingegen 2]*

Folgen

**Störung des Farbsehens** [Grün-Sehfarbstoff besitzt falsche Empfindlichkeit]; Wahrnehmung als Grauton

leichte Unterstützungsmöglichkeit

Kontaktlinsen/Brille mit Farbfilter

Betroffene können trotzdem einen Führerschein erwerben, da man die Anordnung der Lichter von Verkehrsampeln erlernen kann

Andere Erbkrankheiten

Kurzfingrigkeit [Brachydaktylie]

Verkürzung von einzelnen Knochen der Mittelhand oder der Finger; mutiertes Gen ist dominant [also auch mischerbige Personen sind erkrankt]

diverse Erbkrankheiten [auch rezessiv vererbte] und damit Mutationsmöglichkeiten existierend; oft auch als Symptom bei Trisomien [z.B. beim Down-Syndrom] auftretend

häufig kombiniert mit insgesamt mäßigem Körperwuchs oder Kleinwüchsigkeit

Alkaptonurie

Stoffwechselstörung [Ausfall des Enzyms zum Abbau der Aminosäure Tyrosin]; Harn der Betroffenen ist schwarz gefärbt [keine gesundheitliche Beeinträchtigungen]

Kretinismus

durch einen Enzymausfall kann kein Thyroxin [wichtiges Hormon der Schilddrüse] gebildet werden; schwere Erkrankung mit Wachstumsstörungen, Hörschäden und geringen Gehirnleistungen

Eisenspeicherkrankheit [Hämochromatose]

übermäßige Eisenaufnahme im Dünndarm führt infolge Eisenablagerungen zu unumkehrbaren Schäden von Leber, Gehirn, Bauchspeicheldrüse, Milz, Haut usw. [mutiertes Gen ist rezessiv]; Hilfe durch Aderlässe, Medikamente und Diäten

Trisomie 18 sowie Trisomie 13

entstehen durch Fehler bei der Meiose; schwere Organschäden, Lebenserwartung meist unter einem Jahr

Epilepsie

einige Epilepsie-Formen werden allein genetisch bedingt, andere beruhen zumindest oft teilweise auf genetischen Ursachen; epileptische Anfälle führen zu plötzlich einsetzenden Muskelverkrampfungen  
*epileptische Anfälle können aber auch durch vorgeburtliche Schädigung [z.B. Alkoholeinfluss währen der Schwangerschaft] begünstigt werden [ist dann also keine Erbkrankheit]*

Hinweis

auch für viele andere Erkrankungen [z.B. Kurzsichtigkeit] gibt in einige Familien gehäuftes Auftreten und damit den Verdacht, dass mindestens bestimmte Anlagen dafür vererbt wurden

Vererbungs- und Anwendungsbeispiele

Vererbung des **Geschlechts**

|  |  |
| --- | --- |
| **Geschlechtschromosomen** in **Körperzellen** [**diploid**] | **XX** [**Frau**] bzw. **XY** [**Mann**] |
| **Geschlechtschromosomen** in **Keimzellen** [**haploid**] | X [Eizelle der Frau] bzw.  X oder Y [Samenzellen des Mannes]  Samenzellen entscheiden also über Geschlecht des Kindes |

Vererbung des Geschlechts [Schema]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P** | **XX** | x | **XY** | 🠊 | **F1** |  | X | Y |  |  |
|  |  |  |  |  |  | X | XX | XY |  |  |
|  |  |  |  |  |  | X | XX | XY |  |  |

statistisch entstehen mit einer Wahrscheinlichkeit von je 50% Mädchen bzw. Jungen

*in der Realität überwiegt in vielen Erdteilen der Frauenanteil leicht u.a. infolge der höheren Lebenserwartung*

Vererbung von **PKU** [Phenylketonurie]

**PKU** [Phenylketonurie] 🠢 genetisch bedingte Stoffwechselerkrankung, die **autosomal rezessiv** vererbt wird [d.h. nicht geschlechtsgebunden; das Allel für PKU ist rezessiv]; Allele: **A** – gesund, **a** – an PKU erkrankt

Vererbungsbeispiel PKU 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P** | **Aa** | x | **AA** | 🠊 | **F1** |  | A | A |  |  |
|  |  |  |  |  |  | A | AA | AA |  |  |
|  |  |  |  |  |  | a | Aa | Aa |  |  |

Ein gesunder Mann heiratet eine Überträgerin [**Konduktorin**]. Die Überträgerin ist natürlich phänotypisch gesund. Aus dieser Ehe gehen keine an PKU erkrankte Kinder hervor [sondern 50% gesunde und 50% Konduktoren].

Vererbungsbeispiel PKU 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P** | **Aa** | x | **aa** | 🠊 | **F1** |  | a | a |  |  |
|  |  |  |  |  |  | A | Aa | Aa |  |  |
|  |  |  |  |  |  | a | aa | aa |  |  |

Heiratet die Konduktorin jedoch einen an PKU erkrankten Mann, so liegt die Wahrscheinlichkeit von PKU-kranken Kindern bei 50%; die andere Hälfte wären Konduktoren. Es gäbe nie gesunde Kinder.

Vererbung der **Hämophilie** [Bluterkrankheit]

Hämophilie wird in den meisten Formen **X-chromosomal rezessiv** vererbt [das kranke, rezessive Gen befindet sich also auf dem X-Chromosom; das Y-Chromosom ist dafür genleer]; verschiedene Hämophilie-Formen durch Ausfall verschiedener Gerinnungsfaktoren; **Hämophilie A** oder **B** ...

* Allel **X** gesundes X-Chromosom, dominant [normale Blutgerinnung]
* Allel **XB** ist rezessiv, wird also bei der Merkmalsausbildung unterdrückt
* Allel **Y** genleer für das Merkmal Blutgerinnung

mögliche **Genotypen**: **XX** 🠢 Frau gesund, **XBX** 🠢 Konduktorin [dennoch gesund], **XBXB** 🠢 Bluterin [sehr selten], **XY** 🠢 gesunder Mann, **XBY** 🠢 kranker Mann [Bluter]

Vererbungsbeispiel Hämophilie

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P** | **XBX** | x | **XY** | 🠊 | **F1** |  | X | Y |  |  |
|  |  |  |  |  |  | XB | XBX | XBY |  |  |
|  |  |  |  |  |  | X | XX | XY |  |  |

Ein gesunder Mann zeugt Kinder mit einer Überträgerin [**Konduktorin**]. Die Überträgerin ist natürlich phänotypisch gesund. Aus der Ehe können mit 25%-iger Wahrscheinlichkeit Konduktorinnen, 25% gesunde Mädchen, 25% erkrankte Jungen und 25% gesunde Jungen hervorgehen.

Tipp

Mehr zu Vererbungsgesetzen findest Du auch auf unserer Seite [mendelsche Regeln](https://eqiooki.de/biology/mendel.php).

Lexikon einiger Fachbegriffe

Vererbung

Weitergabe der Chromosomen mit ihren Genen von Generation zu Generation

Gen

einzelne **Erbanlage** [Abschnitt auf der **DNA**] für die Ausprägung eines Merkmals (z.B. Gen für Samenfarbe)

Allel

**Ausprägungsform** [Erscheinungsform] eines **Gens** (z.B. Allel grün und Allel gelb)

dominant

Allel, das sich bei der Merkmalsausbildung über ein anderes hinwegsetzt [merkmalsbestimmendes Gen/Allel]

rezessiv

Allel, das bei der Merkmalsausbildung unterdrückt wird (tritt äußerlich zurück) [merkmalsunterlegenes Gen/Allel]

haploid

einfacher Chromosomensatz [Geschlechtszellen]

diploid

doppelter Chromosomensatz [Körperzellen] besteht aus **Chromosomenpaaren** [**homologe** Chromosomen]

intermediär

beide Allele setzen sich im Phänotyp als Mischung durch [z.B. weiße x rote Blütenfarbe zu Pflanzen mit rosafarbenen Blüten]

kodominant

beide Allele setzen sind gleichberechtigt, aber jedes für sich [z.B. Blutgruppen-Allele A und B des AB0-Systems]

homozygot

**reinerbig**; zwei gleiche Gene für die Ausbildung eines Merkmals auf den homologen Chromosomen an gleicher Stelle vorhanden

heterozygot

**mischerbig**; zwei unterschiedliche Gene für die Ausbildung eines Merkmals auf den homologen Chromosomen an gleicher Stelle vorhanden

Gonosomen

Geschlechtschromosomen; beim Menschen X und Y

X-chromosomaler Erbgang

Gen des vererbten Merkmals liegt auf dem X-Chromosom [z.B. Bluterkranheit]

geschlechtsgebundene Vererbung

mutiertes Gen befindet sich auf Geschlechtschromosomen X bzw. Y [z.B. Bluterkrankheit, Rot-Grün-Sehschwäche]

Autosomen

Chromosomen, die keine Geschlechtschromosomen sind

autosomaler Erbgang

Vererbung nicht geschlechtsgebunden

Parentalgeneration [P]

Elterngeneration

Filialgeneration [F1, F2 usw.]

Tochtergeneration(en)

Genotyp

Genkombination(en) bezüglich eines Merkmals

Phänotyp

äußeres Erscheinungsbild bezüglich eines Merkmals

Mitose

normale Zellteilung bei **Körperzellen**; **Reifeteilung** [aus einer diploiden Mutterzelle entstehen 2 diploide Tochterzellen]

Meiose

Vorgang zur Bildung von **Geschlechtszellen**; **Reduktionsteilung** [aus 2 diploiden Mutterzellen entstehen jeweils 4 haploide Keimzellen]

Konduktor[in]

Überträger[in] bei rezessiven Vererbungsgängen [Träger des rezessiven, also merkmalsunterlegenen Gens; jedoch phänotypisch nicht krank, da es durch ein dominantes Gen unterdrückt wird]

dominanter Erbgang

Merkmalsträger kann bezüglich des mutierten Gens rein- oder mischerbig sein [z.B. einige Formen der Kurzfingrigkeit, erbliche Nachtblindheit])

rezessiver Erbgang

Merkmalsträger muss bezüglich des mutierten Gens reinerbig sein [z.B. Albinismus, Sichelzellenanämie, PKU]

dominant-rezessiver Erbgang

Erbgang, bei dem ein merkmalsbestimmendes Allel [dominant] ein anderes [rezessiv, merkmalsunterlegen] bei der Merkmalsausprägung unterdrückt

intermediärer Erbgang

beide Allele [intermediäre oder kodominante] wirken bei der Merkmalsausprägung gleichberechtigt

Inklusion

pädagogischer Ansatz zum gleichberechtigten Einbezug von behinderten oder/und benachteiligten Menschen in Gruppen, bei dem alle Beteiligten voneinander profitieren

Genogramm

grafische Darstellung eines **Familienstammbaumes** unter Verwendung von Piktogrammen und Linien, die Familienbeziehungen kennzeichnen; darin werden Verwandte, Bekannte, Pflege- und Adoptivkinder, ihr Geschlecht, ggf. deren Krankheiten etc. dargestellt; übliche Visualisierung in der Medizin, Sozialpädagogik, Psychologie

Stammbaum

in der Genetik **vereinfachtes Genogramm**, das nur verwandte Personen, ihr Geschlecht sowie deren Verwandtschaftsbeziehungen und ggf. ihre genetisch bedingte Krankheiten [Erbkrankheiten] über viele Generationen darstellt; übliche Grafikform in der Genetik auch andere Wissenschaften [Evolutionslehre, Ahnenforschung, Geschichte] nutzen Stammbäume für die Darstellung geschichtlicher Zusammenhänge, aber meist in anderer Form

Alzheimer-Erkrankung

meist bei älteren Personen auftretender Verlust der geistigen und Merkfähigkeit [Demenz] mit Einbußen u.a. im Denk- sowie Sprachvermögen

Epilepsie

Anfalls- und Krampfleiden

Trisomie

dreifach [statt doppelt] vorhandenes Chromosom in einer Köperzelle

Monosomie

einfach [statt doppelt] vorhandenes Chromosom in einer Köperzelle

Punktmutation

nur ein Gen mutiert

Quellenangaben und Hinweise

Die Inhalte dieser Webseite wurden urheberrechtlich durch den Autor zusammengestellt und eigenes Wissen sowie Erfahrungen genutzt. Bilder und Grafiken sind ausschließlich selbst angefertigt.

Für die Gestaltung dieser Internetseite verwendeten wir zur Information, fachlichen Absicherung sowie Prüfung unserer Inhalte auch verschiedene Seiten folgender Internetangebote: wikipedia.de, schuelerlexikon.de, seilnacht.com, de.wikibooks.org, aidshilfe.de, unaids.org; darüber hinaus die Schroedel-Lehrbücher Erlebnis Biologie, Klassen 9/10 [Ausgaben ab 2005 für Sachsen] und das Nachschlagewerk Duden Basiswissen Biologie [Ausgabe 2010]. Zitate oder Kopien erfolgten nicht bzw. wurden entsprechend gekennzeichnet.

Dieses Skript wurde speziell auf dem Niveau der Sekundarstufe I erstellt.