

MINT und BNE in der Grundschule verbinden!

DAS BLAUE PERLE PROGRAMM (BP)

MODUL 2

Die Entstehung und Entwicklung der Erde



Pädagogisches Konzept und Koordination

Dr. Cecilia Scorza, LMU Fakultät für Physik

Entwicklung und Umsetzung

Dr. Cecilia Scorza, Christine Freitag, Giulia Roccetti

Pädagogische Begleitung

Dr. Ute Spiegel und Susanne Hänel

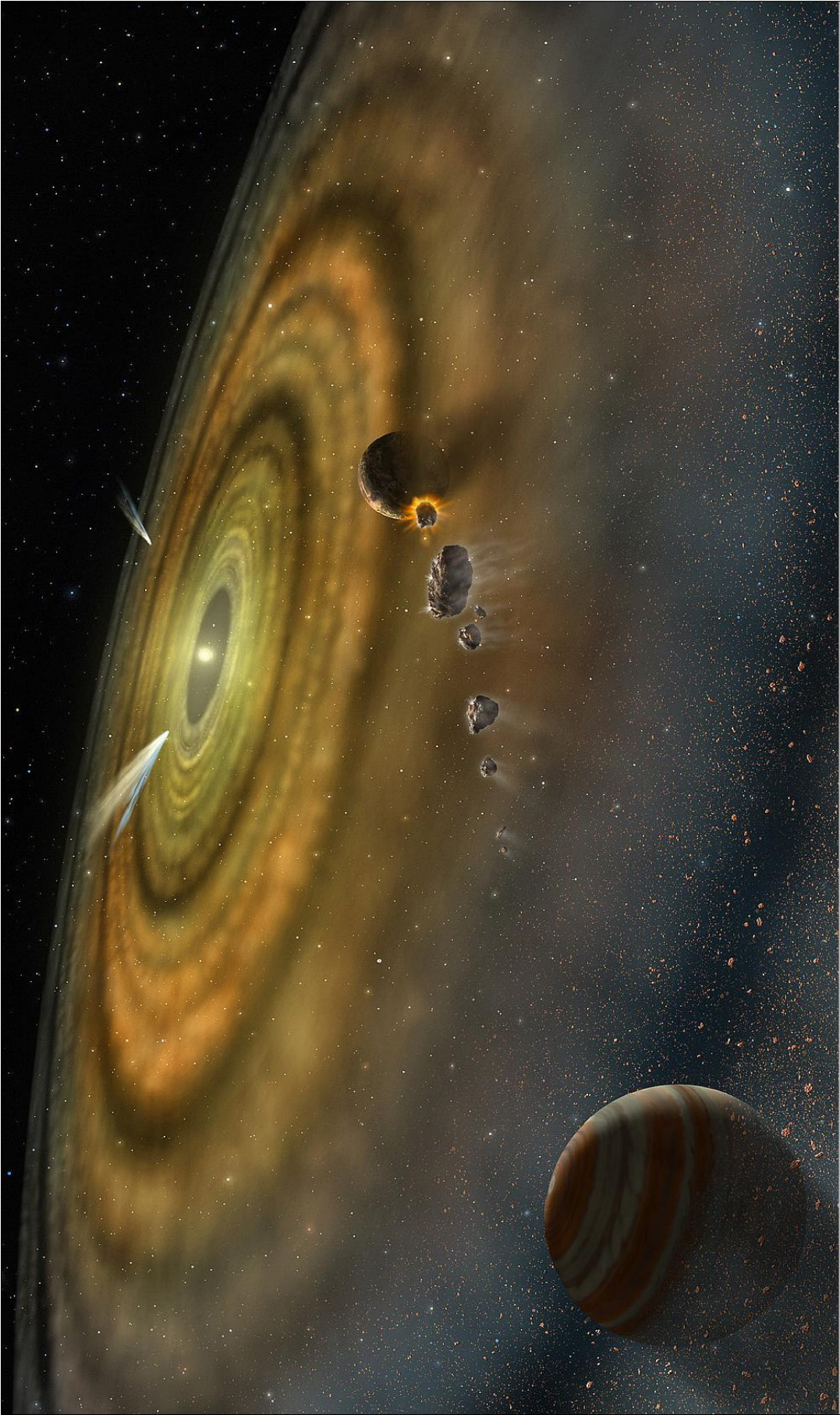
Graphik Design:

Luise Laufer





Copyright: Fakultät für Physik
Ludwig-Maximilians-Universität München



Die Entstehung des Sonnensystems. Quelle: NASA

Inhalt

1. Die Geschichte der Entstehung und Entwicklung der Erde - Grundwissen für Lehrkräfte	5
1.1 <i>Der Ursprung der chemischen Elemente der Erde</i>	5
1.2 <i>Die Entstehung unseres Sonnensystems</i>	7
1.3 <i>Die Entwicklung der Erde und die Entstehung des Mondes</i>	8
1.4 <i>Die Entstehung der Jahreszeiten</i>	9
1.5 <i>Die Entstehung des Magnetfeldes der Erde</i>	10
1.6 <i>Wie das Wasser auf die Erde kam</i>	10
1.7 <i>Die Lebenszone des Sonnensystems</i>	11
1.8 <i>Die Entstehung des Lebens</i>	12
2. Modul 2: Die Entstehung der Erde und des Lebens auf ihr für Kinder	13
2.1 <i>Vom Sternenstaub zu den Planeten!</i>	13
Aktivität 2.1.1: <i>Die Milchstraße, unsere Heimatgalaxie</i>	13
Aktivität 2.1.2: <i>Die Entstehung der Erde</i>	15
2.2 <i>Die Erde entwickelt sich weiter</i>	18
Aktivität 2.2.1: <i>Die Entstehung des Mondes</i>	18
Aktivität 2.2.2: <i>Die Entstehung der Jahreszeiten veranschaulichen</i>	20
Aktivität 2.2.3: <i>Die ganz junge Erde</i>	23
Aktivität 2.2.4: <i>Ursprung und Bedeutung des Wassers auf der Erde</i>	25
2.3 <i>Die Entstehung und Entwicklung des Lebens</i>	28
Aktivität 2.3.1: <i>Die Entstehung des Lebens im Wasser</i>	28
Aktivität 2.3.2: <i>Wie erforscht man die Vergangenheit?</i>	31
Aktivität 2.3.3: <i>Die lebensfreundliche Erde</i>	33
3. Glossar:	34
4. Literatur zu Modul 2:	42
5. Liste der Materialien zu Modul 2	43

1. Die Geschichte der Entstehung und Entwicklung der Erde - Grundwissen für Lehrkräfte

In Modul 1 haben wir einige besondere Eigenschaften der Erde kennengelernt. Wir haben sie mit dem Mond und auch mit den anderen Planeten verglichen und dabei festgestellt, welche wichtige Rolle ihre Atmosphäre und ihre Masse für ihre Bewohnbarkeit spielen.

In diesem Modul stellen wir uns nun die Frage, wie die Erde und die anderen Planeten entstanden sind und wann und wie das Leben auf der Erde begann. Die Entstehungsgeschichte der Erde basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Theorien, die durch Beobachtungen, Analysen und Experimente belegt werden.

1.1 Der Ursprung der chemischen Elemente der Erde

Die erste Frage, die wir uns stellen ist: Woher kommen die vielen verschiedenen Elemente aus denen die Erde besteht? Die Astronomie gibt eine Antwort darauf: Alle chemischen Elemente, die wir kennen, Helium, der Sauerstoff, den wir atmen, Kohlenstoff, Eisen, Iod, Silizium und so weiter, wurden im Inneren von Sternen erbrütet. Ja, wir sind Sternenstaub!

Die Sterne, die wir am Himmel sehen, sind nicht einfach überall im Universum verteilt, sondern befinden sich angesammelt in unserer Heimatgalaxie, die wir Milchstraße nennen. Die Milchstraße besteht aus ca. 200 Milliarden Sterne aber auch aus Gas- und Staubwolken. Sie sieht aus wie eine riesige flache Scheibe mit einem Durchmesser von etwa 150.000 Lichtjahren. Das bedeutet, dass ein Lichtstrahl 150.000 Jahre brauchen würde, um von der einen Seite der Galaxie zur anderen zu gelangen. Unser Sonnensystem befindet sich eher am Rand der Galaxie.

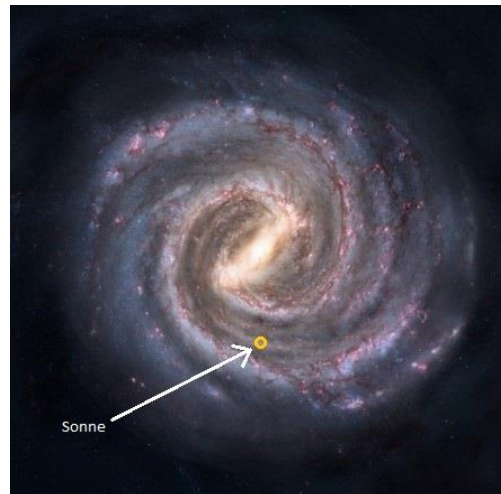


Abbildung 1: Rechts: Künstlerische Darstellung der Milchstraße von oben.
Bild: Gemeinfrei, Markierung und Anmerkung: Christine Freitag

Wenn wir von der Erde zum Himmel schauen, sehen wir die Milchstraße deshalb als ein helles Band. In der Antike glaubten die Menschen, dass dieses Band aus der Milch der Göttin Hera bestand und nannten es deshalb „Milchstraße“.



Die Sterne, die wir am Himmel sehen, sind aus den Gas- und Staubwolken der Milchstraße entstanden. Ein Stern beginnt sein Leben als Wolke aus Gas und Staub. Durch ihre eigene Schwerkraft wird diese immer weiter zusammengezogen und bildet schließlich eine dichte, heiße Kugel. Ist es in ihrem Inneren heiß genug, dann beginnen hier Wasserstoffatome miteinander zu verschmelzen und Heliumkerne zu bilden. Bei diesem sogenannten Fusionsprozess wird Energie freigesetzt, die als Licht und Wärme nach außen abgegeben wird. Der Stern beginnt zu leuchten!

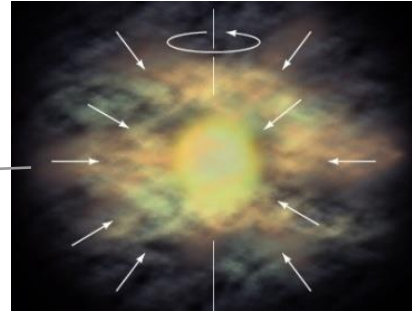


Abbildung 2: Links: Die "Säulen der Schöpfung", aufgenommen mit dem James Webb Space Telescope. In diesen "Wolken" entstehen neue Sterne und Sternsysteme. Bild: NASA, ESA, CSA, STScI. Oben: Ein Stern entsteht. Bild: NASA

Sterne ähnlich unsere Sonne werfen am Ende ihres Lebens die äußere Hülle ab und beenden ihr Leben als so genannter weißer Zwerg. Schwerere Sterne sind in ihrem Inneren so heiß, dass sie durch verschiedene Fusionsprozesse Elemente bis zum Eisen erzeugen können. Am Ende ihres Lebens explodieren sie dann in einer Supernova Explosion. Diese ist so gewaltig, dass alle uns bekannten Elemente dabei entstehen. Die Energie die bei der Explosion frei wird, lässt den sterbenden Stern für wenige Tage so hell leuchten wie alle Stern einer Galaxie zusammen. Die Sternhülle wird dabei fortgeschleudert und der Kern des Sterns fällt in sich zusammen. Das fortgeschleuderte Material aus der Sternhülle, enthält alle uns bekannten Elemente.

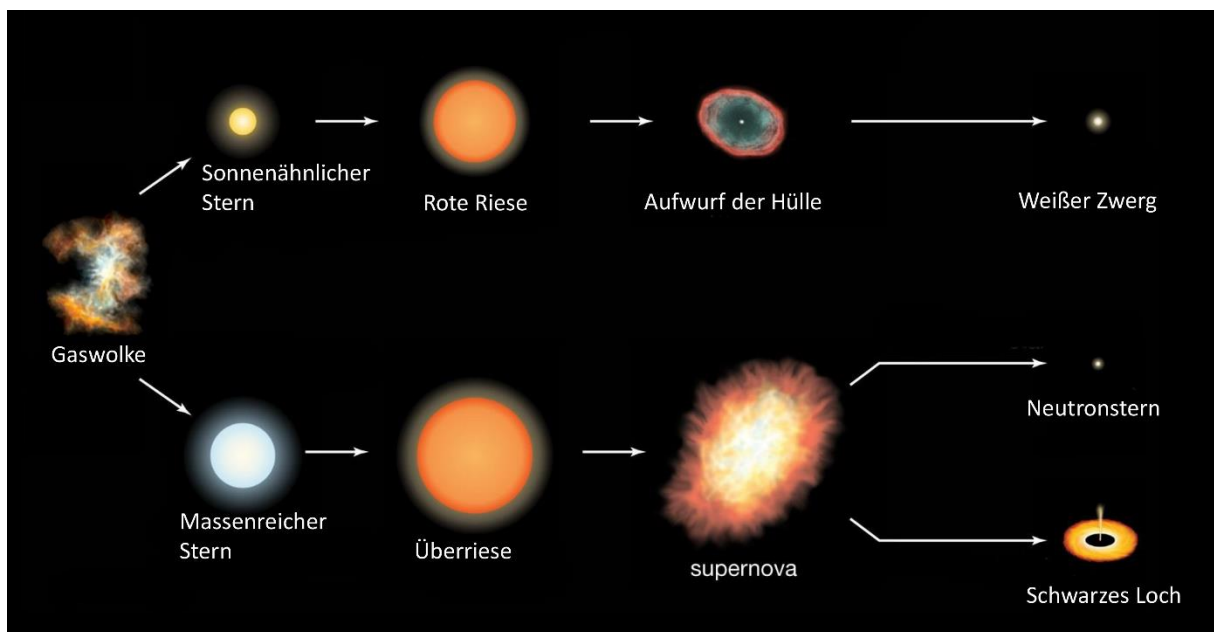


Abbildung 3: Sternentstehung und –Entwicklung aus einer Gas- und Staubwolke. Bild: britische Enzyklopädie

Insgesamt hängt der Lebenszyklus eines Sterns von seiner Anfangsmasse ab. Schwerere Sterne haben kürzere Lebensspannen (einige Millionen Jahre) und enden in einer Supernova Explosion, während leichtere Sterne länger leben und schließlich als weiße Zwerge enden. Das Material das bei einem Sterntod entsteht und in das All geschleudert wird, vermischt sich mit den Gas- und Staubwolken in der Galaxie. Daraus können dann wieder neue Sterne und Planeten entstehen.



I																		VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
H																		He																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
I																		II																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

Abbildung 4: Links: Überreste eine Supernova Explosion, die heute als der Krebsnebel bekannt ist. Bild NASA, ESA. Oben: Alle Elemente, die wir aus der Chemie kennen (Periodensystemtabelle), werden in Sternen erbrütet.

1.2 Die Entstehung unseres Sonnensystems

Unser Sonnensystem entstand vor etwa 4,6 Milliarden Jahren, in einer ruhigen Gegend der Milchstraße. Nach dem Tod eines schweren Sterns, der in einer Supernova explodierte, vermischten sich die Elemente die bei dieser Explosion fortgeschleudert wurden, mit einer großen Gas- und Staubwolke. Diese begann dann in sich zusammenzufallen. Dabei rotierte sie um sich selbst, weshalb sie immer flacher wurde und schließlich eine Scheibe formte. In der Mitte dieser Scheibe entstand ein eher kleiner Stern mit einer Lebensdauer von rund 10 Milliarden Jahren, unsere Sonne.

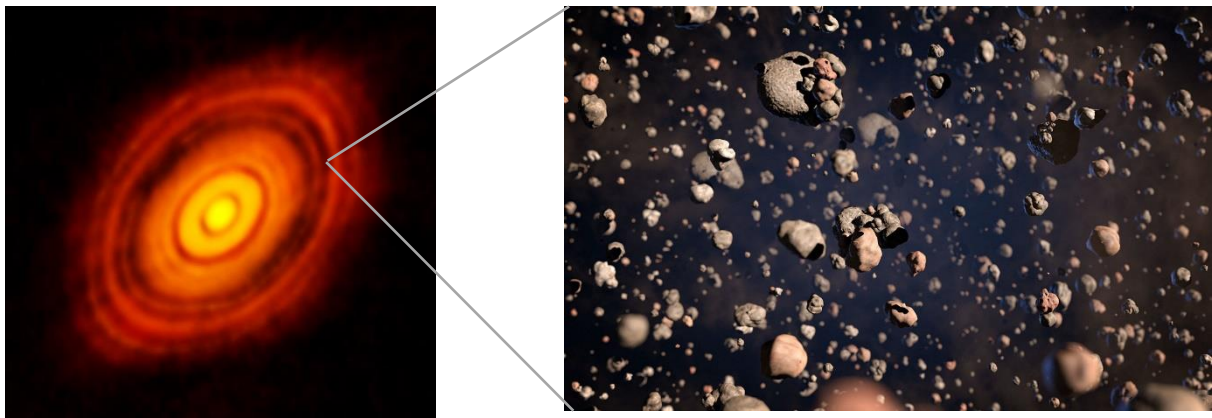


Abbildung 5: Der junge Stern HL Tauri mit seiner protoplanetaren Scheibe, aufgenommen von ALMA. So könnte die Entstehung unseres Sonnensystems ausgesehen haben. Bild: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

In der Scheibe um die Sonne herum begannen winzige Staubteilchen zusammenzukleben. Sie formten immer größere Staubflocken, die schließlich zu kleinen Klumpen wurden. Durch Zusammenstöße mit anderen Teilchen in der Scheibe wuchsen sie immer weiter. Die größeren Klumpen zogen durch ihre Gravitationskraft andere Brocken an, bis schließlich mehrere große Körper entstanden waren. Einige davon wurde schließlich so schwer, dass sie durch ihre eigene Anziehungskraft eine runde Form annahmen. Einer davon war unsere Erde. Manche dieser sogenannten Protoplaneten sammelten eine

dicke Hülle aus Gas um sich herum und wurden damit zu Gas- oder Eisriesen. Andere konnten keine oder nur eine sehr dünne Gashülle ansammeln. Das sind die Gesteinsplaneten und Monde.

1.3 Die Entwicklung der Erde und die Entstehung des Mondes

Zu Beginn war die Erde ein heißer und lebensfeindlicher Ort und die junge Erde wurde von Meteoriten und Asteroiden bombardiert. Dadurch wurde ihre Oberfläche so heiß, dass das Gestein dort schmolz. Der gesamte Planet war deshalb von einer flüssigen Magmaschicht bedeckt. In dieser Zeit stieß die Erde mit einem anderen Planeten zusammen, der etwa halb so groß wie die Erde war und Theia genannt wird. Durch diese gewaltige Kollision, wurde Material aus dem Erdmantel herausgeschleudert und sammelte sich um unseren Planeten herum. Innerhalb von wenigen Stunden verklumpten diese Trümmer und bildeten den Mond. Der Rest des kleinen Himmelskörpers verschmolz mit der Erde, und sein eisenhaltiger Kern sank tief in das Innere unseres Planeten ein. Dieses Ereignis wird durch Untersuchungen von Mondgestein belegt. Während der Apollo-Missionen wurden Gesteinsproben vom Mond zur Erde gebracht, deren Analysen ergaben, dass der Mond aus Material besteht, das dem der Erde sehr ähnlich ist.



Abbildung 6: Künstlerische Darstellung des Zusammenstoßes zwischen Theia und der jungen Erde. Bild: NASA/GSFC

Bevor sich der Mond bildete, drehte sich die Erde sehr schnell, nämlich in nur etwa 6 Stunden, um sich selbst. Außerdem taumelte ihre Achse wild hin- und her. Hätte die Erde bereits eine Atmosphäre gehabt, wären die Wetterbedingungen auf ihr sehr chaotisch gewesen. Winde von über 400 km/h hätten auf der Erde geweht.

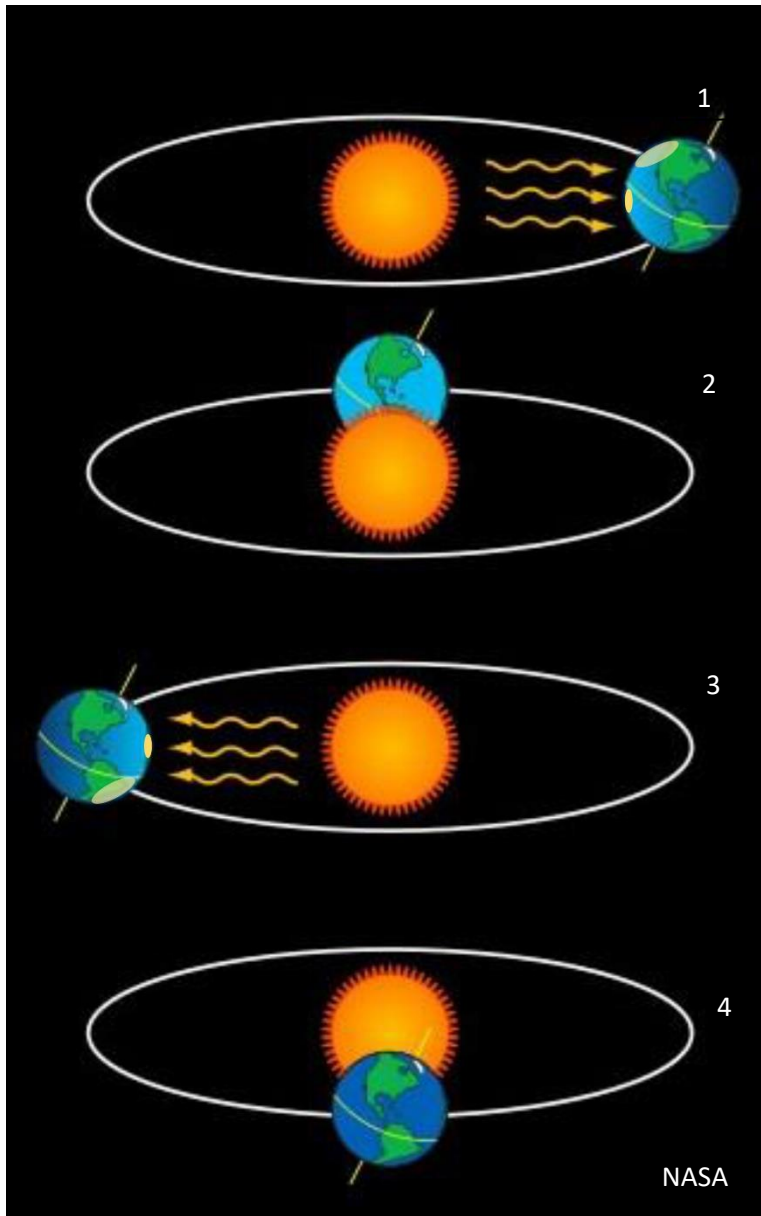


Abbildung 7: Durch die Anziehungskraft des Mondes stabilisierte sich die Rotationsachse der Erde. Bild: Nasa/Scorza

Die gegenseitige Anziehungskraft von Erde und Mond verlangsamte die Rotation unseres Planeten auf 24 Stunden und die Erdachse stabilisierte sich –geneigt- auf 23,5°. Dadurch konnte sich ein stabiles Klima entwickeln und in unseren Breiten entstanden die vier Jahreszeiten.

1.4 Die Entstehung der Jahreszeiten

Die Jahreszeiten beeinflussen stark unseren Alltag, sowie die Art in der wir uns ernähren und bekleiden im Lauf des Jahres. Die Jahreszeiten werden durch die geneigte Erdachse und die dadurch erzeugte unterschiedliche Intensität und Einfallswinkel der Sonnenbestrahlung auf der Erdoberfläche verursacht. Betrachten wir die Erde mit ihrer geneigten Achse in ihrem Umlauf um der Sonne:



1. In dieser Position der Erde um der Sonne, treffen die Sonnenstrahlen in der Nordhemisphäre schräg auf den Boden ein und verteilen sich auf einer großen Fläche. **Im Norden ist deshalb Winter.** Gleichzeitig treffen im Süden die Sonnenstrahlen fast senkrecht auf eine viel kleinere Fläche ein. **Dort ist Sommer.**

2. In dieser Position treffen die Sonnenstrahlen gleich intensiv in Norden wie im Süden. Im Norden beginnt der Frühling, im Süden beginnt der Herbst. Es ist Tag- und Nachtgleich.

3. In dieser Position um der Sonne, treffen in der Nordhemisphäre die Sonnenstrahlen intensiv und senkrecht auf eine viel kleinere Fläche. **Dort ist Sommer.** Im Süden treffen die Sonnenstrahlen schräg auf den Boden und verteilen sich auf einer großen Fläche. **Dort ist Winter.**

4. In dieser Position treffen die Sonnenstrahlen gleich intensiv in Norden wie im Süden. Im Norden beginnt der Herbst, im Süden beginnt der Frühling. Es ist Tag- und Nachtgleich.

Es gibt die weit verbreitete *Fehlvorstellung*, dass die Jahreszeiten dadurch entstehen, dass die Erde während des Jahres unterschiedlich weit von der Sonne entfernt ist. **Dies ist aber absolut falsch!** Genauso falsch ist die Erklärung, dass einmal die Südhalbkugel und einmal die Nordhalbkugel der Sonne näher sind. Da die Erde als Ganzes ca. 150 Millionen km von der Sonne entfernt ist, machen diese wenigen Kilometer Unterschied bei den Abständen der beiden Hemisphären zur Sonne nichts aus.

1.5 Die Entstehung des Magnetfeldes der Erde

Beim Zusammenstoß von Erde und Theia versanken Teile des sehr starken, eisenhaltigen kleinen Planeten tief im Inneren der Erde. Dadurch steigt nun bis heute im Erdinneren geschmolzenes Eisen auf, kühlt sich ab und sinkt wieder zum Erdmittelpunkt hinunter. Dieses geschmolzene Eisen hat eine elektrische Ladung und erzeugt durch seine Bewegung einen elektrischen Strom. Dadurch entsteht um die Erde herum ein starkes Magnetfeld. Das ist für das Leben auf der Erde sehr wichtig, denn das Magnetfeld schützt die Erde vor dem Sonnenwind und kosmischer Strahlung. Ohne diesen Schutz wäre auf der Oberfläche der Erde kein Leben möglich.

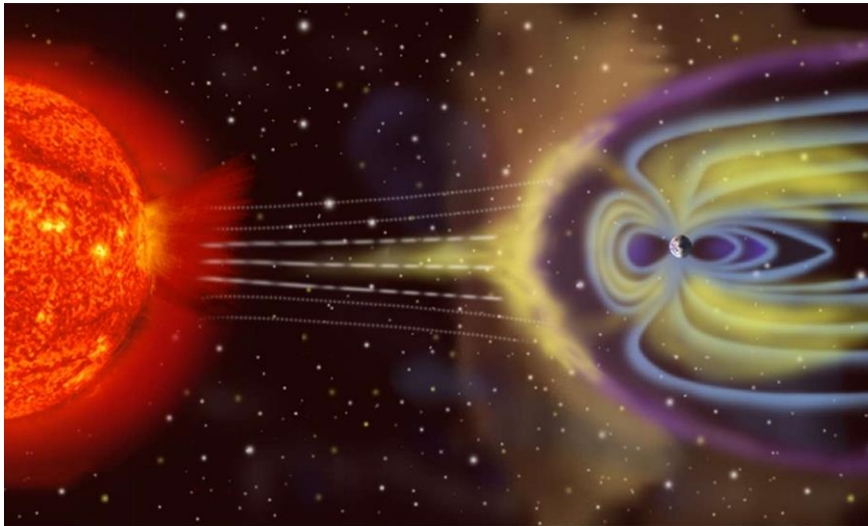


Abbildung 8: Das Magnetfeld der Erde schützt uns vor Sonnenwind und kosmischer Strahlung. Ohne dieses Magnetfeld wäre kein Leben an der Oberfläche der Erde möglich. Größen und Abstände sind hier nicht maßstabsgetreu dargestellt. Bild: NASA

1.6 Wie das Wasser auf die Erde kam

Als die Erde langsam abkühlte und das Magma an der Oberfläche fest wurde, war die Erde trocken. Das Wasser, das wir heute auf der Erde haben, stammt hauptsächlich von Asteroiden, die oft eine große Menge an Eis enthalten. Bald nach der Entstehung des Mondes, schlug eine große Menge an Asteroiden auf der Erde ein. Dabei verdampfte das Eis in ihnen und sammelte sich als Wasserdampf in der Atmosphäre. Als sich die Erde abkühlte, kondensierte der Dampf zu Wolken und fiel dann als Regen auf die Erde. Hunderttausende von Jahren lang hat es damals geregnet! So entstand ein riesiger Ozean namens Panthalassa, der die komplette Erdoberfläche bedeckte.



Abbildung 9: Künstlerische Darstellung der frühen Erde mit Asteroiden, die das Wasser zur Erde brachten. Bild: NASA

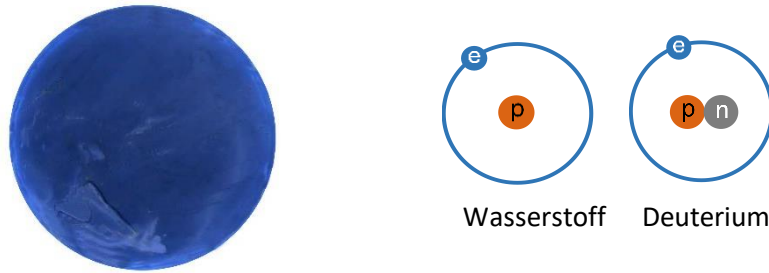


Abbildung 10: Oben links: Die Erde komplett bedeckt vom Ozean Panthalassa. Bild: NASA. Oben rechts: Atome vom Wasserstoff und Deuterium

Um herauszufinden, woher das Wasser auf der Erde stammt haben Wissenschaftler das Wasser auf Kometen und Asteroiden untersucht und es mit dem Wasser auf der Erde verglichen. Dabei nutzten sie die Tatsache, dass es zwei etwas unterschiedliche Wasserstoffatome gibt. *Das gewöhnliche Wasserstoffatom, das im Kern nur ein Proton hat (oben links), und das Deuterium Atom, dessen Kern aus einem Proton und einem Neutron besteht (oben rechts).* Die Analysen zeigten, dass das Wasser auf Asteroiden dasselbe Verhältnis von Wasserstoff zu Deuterium hat, wie man es auch auf der Erde findet. Das Wasser auf Kometen enthält dagegen mehr Deuterium. Wissenschaftler konnten sogar herausfinden, dass das Wasser, das wir heute auf der Erde finden aus den Asteroiden des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter stammt.

1.7 Die Lebenszone des Sonnensystems

Unser Sonnensystem besteht heute aus vier Gesteinsplaneten (Merkur, Venus, Erde und Mars), vier Gasplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) und Hunderten von Zwergplaneten wie Pluto. Zusätzlich befinden sich zwei Asteroidengürtel in unserem Sonnensystem: einer zwischen Mars und Jupiter und ein weiterer außerhalb von Neptun. Außerdem fliegen Kometen auf sehr elliptischen Bahnen von weit außerhalb durch unser Sonnensystem.

Von all den Planeten in unserem Sonnensystem befindet sich gerade die Erde in der richtigen Entfernung zur Sonne, sodass Wasser auf ihrer Oberfläche in flüssiger Form vorkommen kann: etwa 150 Millionen km von der Sonne entfernt. Näher an der Sonne würde das Wasser verdampfen, weiter entfernt wäre es gefroren. Diese Zone um einen Stern, in der flüssiges Wasser vorkommen kann, wird als habitable Zone oder Lebenszone bezeichnet. In unserem Sonnensystem liegt die Erde mitten in der habitablen Zone, während sich Venus und Mars an ihren Rändern befinden.

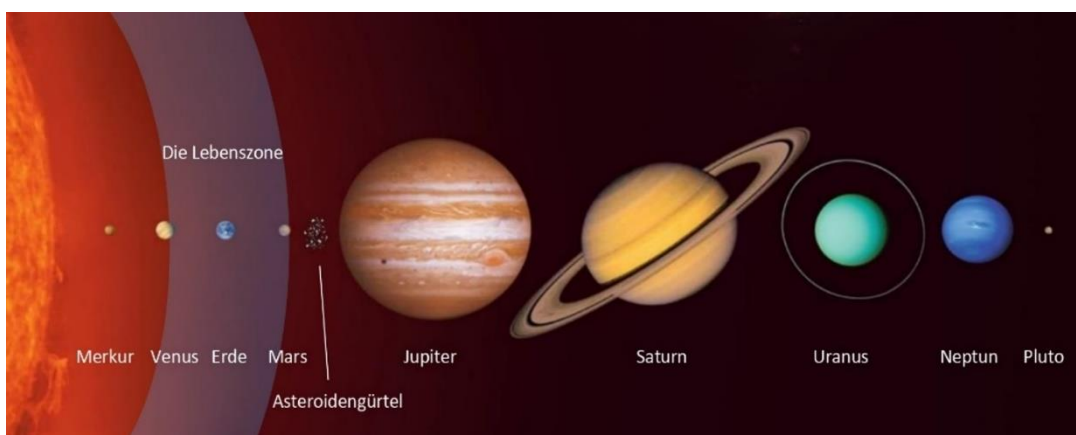


Abbildung 11: Darstellung des Sonnensystems mit der Lebenszone eingezeichnet. Die Größe der Planeten und der Sonne sind maßstabsgetreu dargestellt. Die Abstände zwischen ihnen dagegen nicht. Bild: NASA

Obwohl auch auf den Oberflächen von Mars und Venus Asteroiden eingeschlagen sind, gibt es dort heute kein flüssiges Wasser. Wegen der Nähe zur Sonne wurde das Wasser auf der Venus in Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome gespalten und der leichte Wasserstoff entwich ins Weltall, während der Sauerstoff sich mit Kohlenstoff verband und Kohlenstoffdioxid (CO_2) bildete. Wie wir sehen werden, ist CO_2 ein Treibhausgas und absorbiert Wärme. Deshalb herrscht auf der Venus eine durchschnittliche Temperatur von 450°C Tag und Nacht! Mars liegt zwar auch gerade noch in der Lebenszone aber weil er deutlich kleiner und leichter ist als die Erde, hat er eine schwächere Anziehungskraft und konnte seinen Wasserdampf deshalb nicht halten. Er hat heute insgesamt nur eine sehr dünne Atmosphäre. Die Erde erfüllt damit als einziger Planet die Bedingungen die nötig waren, damit Leben in ihren Ozeanen entstehen konnte.

Etwa 1,5 Milliarde Jahren nach der Entstehung der Erde begannen sich die ersten Kontinente zu bilden und das Klima wurde etwas stabiler. Das war nur wegen der vielen bereits genannten wichtigen Merkmale möglich, die die Erde bewohnbar machen. Hier noch einmal eine kurze Zusammenfassung: Um die Erde bewohnbar zu machen, brauchen wir den Mond (für eine stabile Rotation), das Erdmagnetfeld (zum Schutz vor Sonnenwind und kosmischer Strahlung), eine Erde die groß genug ist (um eine Atmosphäre halten zu können), flüssiges Wasser (die Erde muss im richtigen Abstand zur Sonne sein) und einen leichten Treibhauseffekt (durch die Atmosphäre). Bei so vielen Zufällen kann man von Glück (oder vielleicht auch einem Wunder) sprechen, dass wir existieren.

1.8 Die Entstehung des Lebens

Die Geschichte der Erde geht weiter, als vor ca. 3,8 Milliarden Jahren die ersten einfachen Lebewesen (Einzeller) in weißen Rauchern in den Ozeanen entstanden. In den nächsten 3 Milliarden Jahren wurden die Ozeane ausschließlich von Mikroorganismen besiedelt. Cyanobakterien begannen über Photosynthese CO_2 in den Ozeanen aufzunehmen und Sauerstoff (O_2) freizusetzen; dieser sammelte sich in der Atmosphäre. Dadurch wurde später Leben auf dem Land möglich. Vor etwa 600 Millionen Jahren erschienen die ersten Pflanzen und Tiere (Vielzeller) im Wasser; danach besiedelten sie das Land. Im Laufe der Zeit sind neue Arten entstanden. Insgesamt kam es in der Geschichte der Erde mehrmals zu Massenaussterben. Das bekannteste war vor etwa 66 Millionen Jahren als die Dinosaurier nach einem Meteoritenanschlag ausstarben und die Säugetiere die Möglichkeit bekamen sich weiterzuentwickeln und die dominierenden Landtiere zu werden. Die Menschen haben sich erst vor etwa 300.000 Jahren entwickelt. Im Vergleich zur Länge der Erdgeschichte ist das sehr spät.

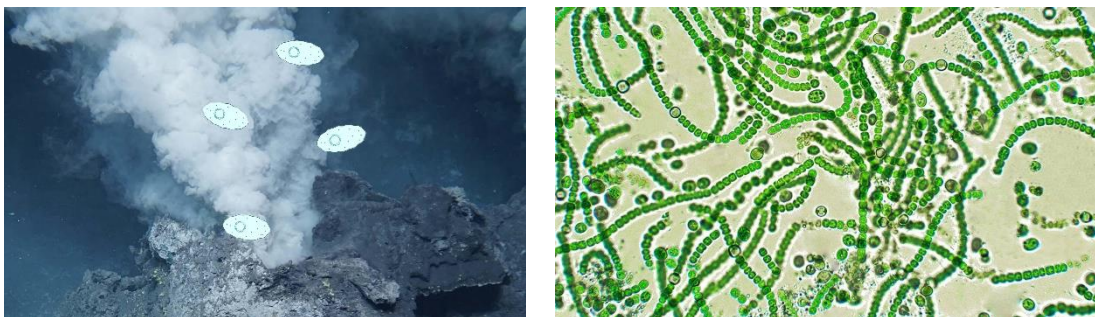


Abbildung 12. Die ersten Lebewesen waren einfache Zellen, die um weißen Rauchern unter Wasser entstanden sind (links). Daraus entwickelten sich die Cyanobakterien, die zusammen mit anderen Einzeller die einzigen Lebewesen in den ersten 3 Milliarden Jahre der Erdgeschichte waren! Bild: Foto: MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen.

Fazit: Die Erforschung des Weltalls und der Erde hat uns gezeigt, dass unser Planet einzigartig ist und dass wir ihn schützen müssen. Die Erde ist der einzige Planet im Sonnensystem, auf dem Leben möglich ist. Daher ist es unsere Aufgabe, ihn für uns und zukünftige Generationen zu bewahren. Die Erde ist unsere blaue Perle!

2. Modul 2: Die Entstehung der Erde und des Lebens auf ihr für Kinder

Modul Beschreibung: Vielen Kindern mag nicht bewusst sein, dass die Erde in der Vergangenheit völlig anders war, dass es Milliarden von Jahren in der Evolution dauerte, bis ein Homo sapiens entstand und dass unsere Lebensspanne nur einen winzigen Bruchteil der Erdgeschichte umfasst. Ähnlich wie bei den großen Entfernungen im Raum sollten die enormen Zeitskalen und völlig anderen planetarischen Bedingungen durch Geschichten und Aktivitäten eingeführt werden. Dieser Abschnitt ist daher der Entstehung und den Evolutionsprozessen gewidmet. *Dabei wird den Kindern gezeigt, dass die Erde nicht immer existiert hat, ebenso wenig wie der Mond oder das Wasser auf der Erdoberfläche und dass sich sowohl die Erdoberfläche als auch ihre Atmosphäre im Laufe der Zeit verändert haben, was zu Umweltbedingungen geführt hat, die ein Leben auf ihr mit einer enormen Artenvielfalt möglich machten.*

2.1 Vom Sternenstaub zu den Planeten!

Beschreibung: In diesem Abschnitt werden Kinder erkennen, dass die Sonne nur einer von vielen Sternen in unserer Heimatgalaxie der Milchstraße ist. Sie erfahren außerdem wie aus Staub ein großer Planet entsteht. Dazu werden sie über längere Zeit das Wachstum von Staubflocken beobachten und dabei erkennen, dass es einige Zeit dauerte, bis größere Staubklumpen entstehen. Außerdem werden sie begreifen, wie aus kleinen Brocken schließlich ein Planet entsteht.

Aktivität 2.1.1: Die Milchstraße, unsere Heimatgalaxie



Gesamtdauer:

Ziel: Die Kinder begreifen, dass die Sonne ein Teil der Milchstraße ist, genau wie viele andere Sterne.

Material:

- Poster 21 (Die Milchstraße)
- Bastelmaterial für das Milchstraßenmodell (siehe Dokument „Vorlagen“)

Partizipative Aktivitäten: Basteln eines Modells der Milchstraße

Schlüsselwörter: Sonnensystem, Galaxie, Milchstraße, Stern, Gas- und Staubwolke

Schritt 1: Was ist die Milchstraße?

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft: *„Jetzt haben wir schon viel über unser Sonnensystem mit Sonne, Planeten, Monden, Asteroiden und Kometen gelernt. Aber wo ist das Sonnensystem überhaupt? Schweben wir einfach irgendwo im Weltall herum?“* (Fragen Sie die Kinder ob sie schon etwas darüber wissen.) *„Unser Sonnensystem befindet sich in einer Galaxie die wir Milchstraße nennen.“*

Lehrkraft zeigt das Poster der Milchstraße: „Das ist die Milchstraße, unserer Heimatgalaxie. Es gibt aber auch noch unzählig viele andere Galaxien. In diesen Galaxien befinden sich viele Sterne und Planeten aber auch große Staub- und Gaswolken. Einer der Sterne in der Milchstraße ist die Sonne. Sie befindet sich hier, zusammen mit der Erde und den anderen Planeten die wir schon kennengelernt haben.“ Zeigen sie die Stelle auf dem Poster.



Schritt 2: Modell der Milchstraße nachbauen

min

Lernarrangement: Kinder arbeiten an ihren Tischen

Durchführung: Die Kinder basteln jeweils ein Modell der Milchstraße aus Pappkarton. Die Kinder können mit Watte Gas- und Staubwolken darauf kleben und dazwischen mit Nachtleuchtfarbe Sterne malen. Die Kinder können auch die Position des Sonnensystems mit einer gelben Perle auf ihrem Modell markieren. Das Milchstraßen-Modell lässt sich drehen. Die genaue Bastelanleitung finden Sie im Dokument „Vorlagen“.

Lehrkraft: „Die Sterne in der Milchstraße sitzen nicht an einem festen Punkt sondern kreisen um das Zentrum, genau wie die Planeten um die Sonne kreisen.“

Lassen sie die Kinder ihre Milchstraßenmodelle vor dem Hintergrund rotieren.



Schritt 3: Reflexion

min

Die Kinder beantworten die folgenden Fragen in ihrem Blaue Perle Heft:

Was ist die Milchstraße?

Was befindet sich alles in einer Galaxie?



Aktivität 2.1.2: Die Entstehung der Erde



Gesamtdauer:

Ziel: Durch Betrachten von Staubflocken lernen Kinder, wie Staubflocken zu größere Klumpen wachsen. Sie erleben wie aus kleine Brocken ein Planet entsteht.

Material:

- Poster 22 (Entstehung des Sonnensystems) und Poster 23 (frühes Sonnensystems)
- kleine Dosen mit Staubflocken in verschiedenen „Stadien“
- Daumenkino zur Planetenentstehung (in Entwicklung)
- Knete, braun und orange

Partizipative Aktivitäten: Aktivierung von Vorwissen, Experimente

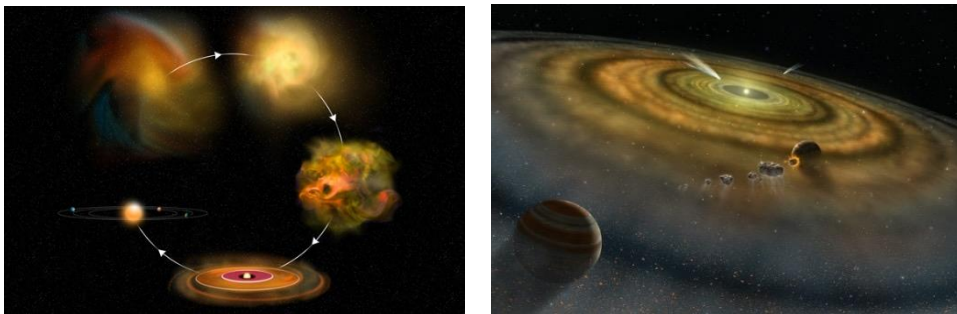
Schlüsselwörter: Staubscheibe, Rotation, Protoplanet, Schwerkraft

Schritt 1: Entstehung des Sonnensystems

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft zeigt Poster des sich bildenden Sonnensystems: „*Unser Sonnensystem hat nicht immer existiert. Es entstand aus einer große Gas- und Staubwolke die rotierte. Dabei wurde die Wolke immer flacher, bis sie schließlich eine Scheibe bildete. In der Mitte entstand die Sonne und in der Scheibe außen herum begannen sich die Planeten zu bilden. Gesteinsplaneten wie die Erde begannen einmal als ein Haufen kleiner Staubkörnern, die aneinander klebten.*“



Die Entstehung des Sonnensystems (links, Quelle: Saxton/NSF/AUI/NRAO; rechts Quelle:: NASA)

Schritt 2: Staubflocken unter dem Bett

min

Lernarrangement: SchülerInnen arbeiten in Gruppen von 3-4 Kindern



Aktivierung von Vorwissen:

„Was passiert, wenn man unter dem Bett länger nicht sauber macht? Sieht der Staub immer gleich aus?“

Warten Sie auf die Antworten der Kinder.

Lehrkraft: „Ihr habt gerade gehört, dass sich die Erde genau wie die anderen Planeten aus einer Staubscheibe gebildet haben. Ihr könnt in den nächsten Wochen zu Hause ein kleines Experiment dazu durchführen. Sucht euch einen Ort unter eurem Bett und macht dort die nächsten Wochen nicht sauber! Dann könnt ihr beobachten, wie dort kleine Staubflocken mit der Zeit immer größer werden.“



Durchführung: Lassen Sie die Kinder in Kleingruppen die Dosen mit Staubflocken in eine zeitliche Reihenfolge bringen. Welche Staubflocke hat am längsten gebraucht um zu wachsen und ist somit als letztes entstanden? Welche war die erste?

Fordern Sie die Kinder außerdem auf, die Dosen mit Staubflocken gegen das Licht zu halten und zu beschreiben, was sie sehen. (Die größeren Flocken sind dichter, so dass weniger Licht durch sie hindurch fällt.)

Schritt 3: Die Erde wächst - Erzählung

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft: „Die Staubflocken in der Scheibe um die Sonne wurden immer größer und dichter, bis sie schließlich kleine Klumpen bildeten. Diese Stücke zogen sich durch ihre Gravitation gegenseitig an, zerbrachen, wurden zusammengepresst und formten so mit der Zeit immer größere und dichtere Stücke. Aus einem solchen Brocken ist die Erde entstanden.“

Nachdem die Erde so an Masse gewonnen hatte, dass sie durch ihre eigene Schwerkraft zu einem runden Objekt wurde, sah sie aber noch nicht wie ein blauer Planet, sondern eher wie eine riesige, orangefarbene Kugel aus. Zu diesem Zeitpunkt war die Erdoberfläche extrem heiß, weil ihre Oberfläche unzählige Male von kleinen Klumpen getroffen wurde, die die Sonne umkreisten. Diese Klumpen schmolzen und wurden zu einem Teil der Erde.“

Schritt 4: Das Wachsen der Erde aus Knete nachstellen

min

Lernarrangement: Die Kinder arbeiten an Tischen

Durchführung: Die Kinder können nun ihr eigenes Modell der frühen Erde aus Knete basteln und dabei den Entstehungsprozess aktiv nachspielen.

Sie können mit vielen kleinen Klumpen beginnen, die zerbrechen und aneinander kleben, bis sich in ihren Händen ein großer runder Gegenstand bildet.



Die Kinder beantworten schriftlich oder durch das malen von Bildern die folgenden Fragen in ihrem Blaue Perle Heft.

Wie sind die Planeten entstanden?

Woraus sind sie entstanden?

Wie sah die Erde früher aus?



2.2 Die Erde entwickelt sich weiter

Beschreibung: Um die Einzigartigkeit der Erde zu würdigen, ist es wichtig den Kindern zu vermitteln, dass die Erde am Anfang kein lebensfreundlicher Ort war. Es brauchte viele Schritte bis die anfangs glühende Erde zu dem wundervollen Ort wurde, der sie heute ist und auf dem Leben entstehen konnte.

In diesem Schritt erfahren die Kinder deshalb, wie die Erde kurz nach ihrer Entstehung aussah. Durch Geschichten hören sie, dass der Mond nicht immer da war und die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne begleitet hat. Sie erfahren, wie der Mond entstand und seine Bedeutung für die Stabilisation der Erdrotation. Außerdem lernen die Kinder, wie die Erdatmosphäre entstand und wie das Wasser auf die Erde kam.

Aktivität 2.2.1: Die Entstehung des Mondes



Gesamtdauer:

Ziel: Die SchülerInnen erfahren, wie der Mond entstand und erkennen seine Bedeutung für das Leben auf der Erde.

Material:

- Poster 23 (heiße Erde), Poster 24 (Entstehung des Mondes) und Poster 25 (Stabilisation der Erdachse)
- Poster 14 (Astronaut auf dem Mond)
- Modell der heißen Erde
- Modell Theia
- Modell heißer Mond
- Daumenkino zur Entstehung des Mondes (in Entwicklung)

Partizipative Aktivitäten: Aktivierung von Vorwissen

Schlüsselwörter: Umlaufbahn, Taumeln, Rotationsachse, Apollo-Mission, Mondgestein

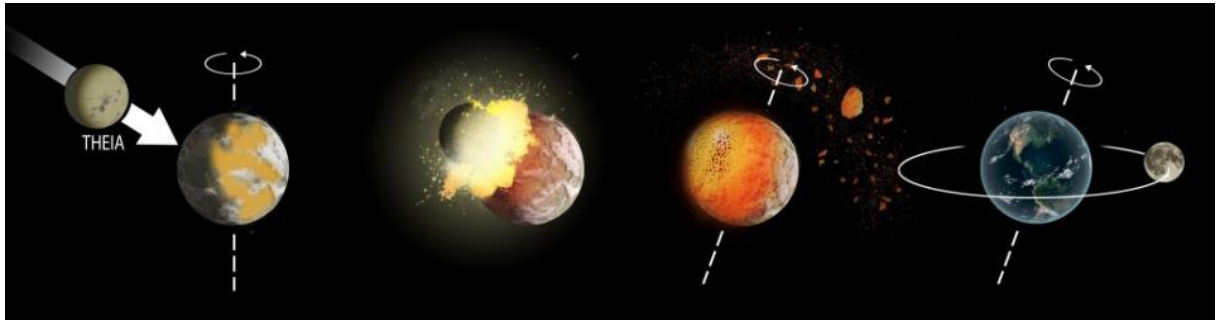


Schritt 1: Geschichte der Entstehung des Mondes

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft zeigt die Poster 23, 24 und 25: „Der Mond war nicht immer da und hat die Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne begleitet. In der frühesten Zeit, als die Erde sehr heiß und noch allein war, drehte sie sich sehr schnell und taumelte hin und her. Ein Tag auf der Erde hatte eine Dauer von nur 6 Stunden! Doch eines Tages passierte plötzlich etwas Erstaunliches: Ein großer Protoplanet, ungefähr so groß wie der Mars namens Theia, stieß mit der Erde zusammen. Millionen kleiner Stücke der Erde und Theia wurden ins All geschossen. Diese Klumpen begannen, die Erde zu umkreisen, und innerhalb weniger Stunden klumpten sie zusammen und bildeten den Mond! Seitdem zieht die Erde durch die Schwerkraft am Mond, und der Mond macht dasselbe mit der Erde. Die Rotation der Erde wurde viel langsamer und ihre Achse stabilisierte sich. Dadurch bekam die Erde ihre vier Jahreszeiten und ein stabiles Klima.“



(Bildnachweis: NASA)

Schritt 2: Woher wissen wir das?

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft



Aktivierung von Vorwissen

**„Woher wissen wir so viel über die Vergangenheit?
Was macht zum Beispiel ein Archäologe?“**
Warten Sie auf die Antworten der Kinder.

Lehrkraft zeigt Poster 14 des Astronauten auf dem Mond:
„Erinnert euch an die Apollo-Missionen zurück. Dabei sind nicht nur zum ersten Mal Menschen auf dem Mond gelandet, sie haben auch Mondgestein mit zur Erde zurückgebracht. Es stellte sich heraus, dass diese Steine aus dem gleichen Material hergestellt waren, das wir hier auf der Erde finden!“



(Bildnachweis: NASA): Die Astronauten sammelten Mondgesteine ein.

Schritt 3: Reflexion

min

Die Kinder beantworten die folgenden Fragen in ihrem Blaue Perle Heft:

Wie ist der Mond entstanden?

Was hat sich verändert nachdem der Mond entstanden war?



Aktivität 2.2.2: Die Entstehung der Jahreszeiten veranschaulichen



Gesamtdauer: 20 min

Ziel: Die Kinder erfahren, wie die Jahreszeiten zustande kommen und warum im Winter kalt und im Sommer heiß ist.

Material:

- aufblasbarer Erdball
- Blatt Papier
- Taschenlampe
- 2 Playmobil Figuren
- UHU-Patafix

Partizipative Aktivitäten: Arbeit mit Modellen

Schlüsselwörter: Strahlung, Strahlungsintensität, Einfallswinkel

Schritt 1: Wann ist es heißer und wann ist es kälter bei uns?

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft: „In manchen Monaten des Jahres wie im Januar und Februar spüren wir mehr Kälte. Es ist Winter. In anderen -wie im Juli und August- es ist heiß. Woran liegt es? Dies wollen wir mit unseren Playmobil Figuren Anna und Peter herausfinden.“

Die Lehrkraft setzt die Playmobil-Figur Anna auf ein weißes Blatt Papier und leuchtet sie mit der Taschenlampe senkrecht von oben an.

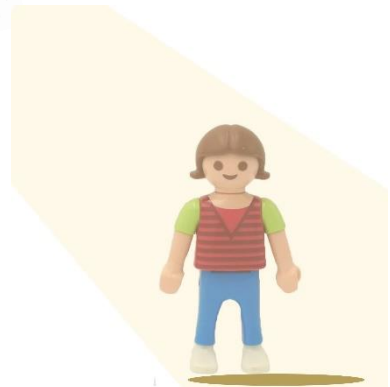
Lehrkraft: „Schaut auf Anna. Die Taschenlampe stellt die Sonne dar. Wenn Anna von oben direkt bestrahlt wird, wird ihr heiß! Ihr Schatten unter ihren Füßen ist klein! Im Sommer steht die Sonne hoch am Himmel!“



„Nun neigen wir die Taschenlampe (die Sonne).“

Die Lehrkraft neigt die Taschenlampe und beleuchtet Anna von einer Seite:

„Wenn die Taschenlampe (die Sonne) schräg am Himmel steht, wird das Licht schwächer und verteilt sich auf einer größeren Fläche des Bodens. Anna ist eher kalt! Und ihr Schatten ist lang. Im Winter steht die Sonne niedrig am Himmel.“

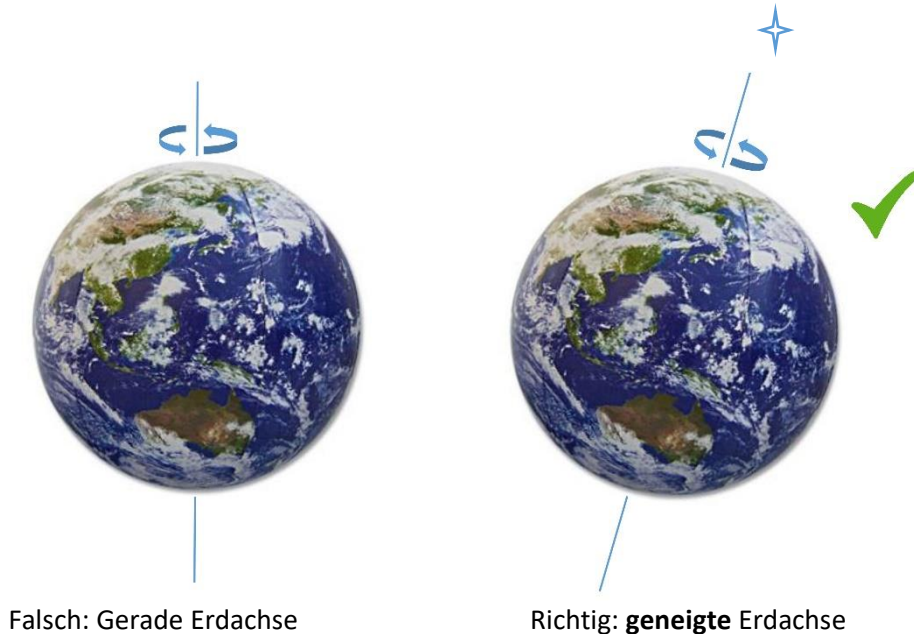


Schritt 2: Wie rotiert die Erde im All?

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Die Lehrkraft nimmt nun den aufblasbaren Erdball: „Und nun schauen uns die Erde an. Die Erde rotiert nicht gerade um ihrer Achse (Bild unten links). Nach der Entstehung des Mondes, fing sie an geneigt und langsamer zu rotieren. Die obere Spitze der Erdachse zeigt immer zum Polarstern am Himmel.“

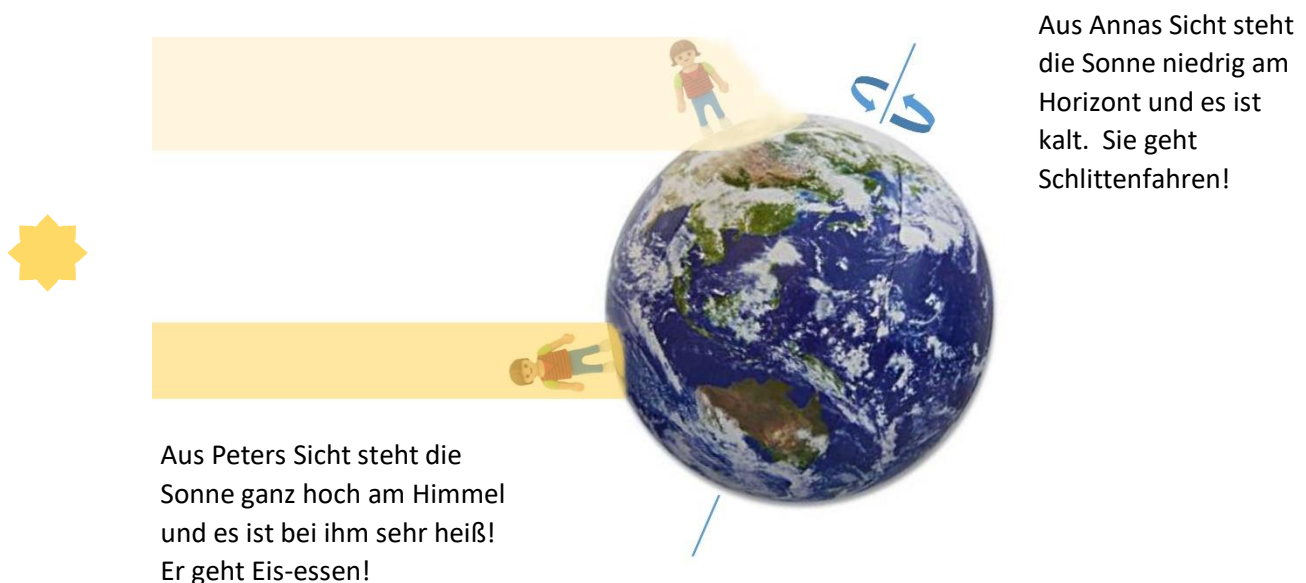


Schritt 3: Die Jahreszeiten verstehen

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

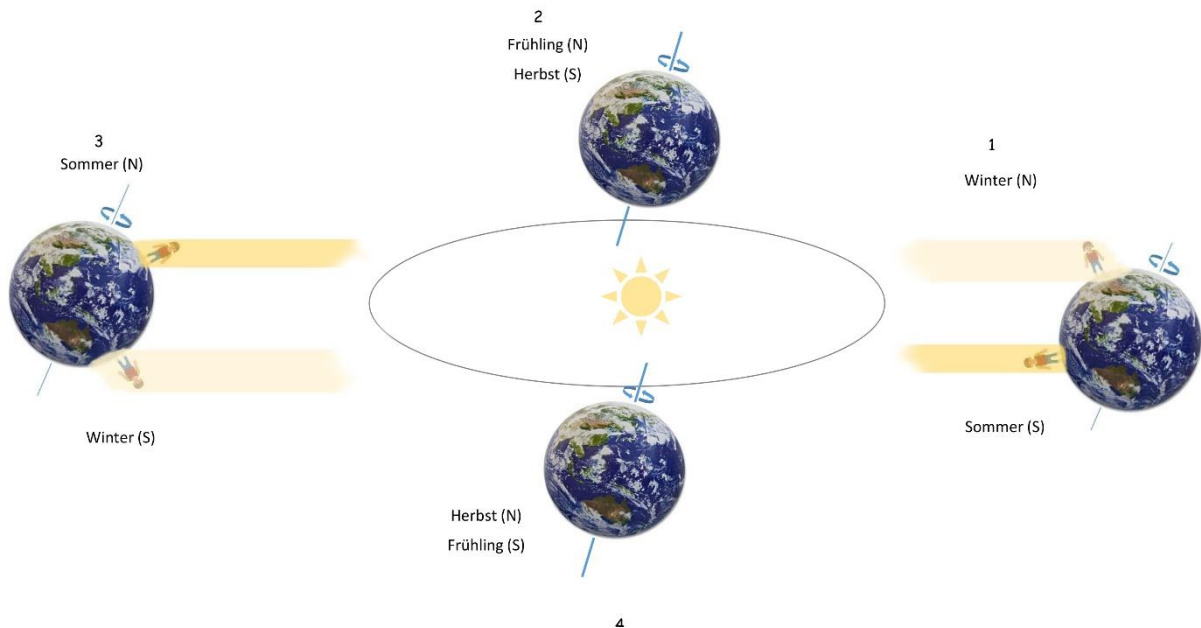
Damit die Kinder verstehen, wie die Jahreszeiten entstehen, betrachten wir die Sonnenstrahlen im unteren Bild mit zwei Playmobil Figuren (nennen wir sie Anna und Peter), die beide auf der Tagseite der Erde stehen (mit Hilfe von Patafix befestigen).



Anna steht in Finnland (Nordhalbkugel). Dort trifft ein Strahlenbündel der Sonne **schräg auf den Boden und verteilt sich dort auf einer großen Fläche**. Peter steht in Chile (Südhalbkugel). Auf ihn trifft das Sonnenstrahlenbündel fast **senkrecht, also von „oben“ verteilt auf eine viel kleinere Fläche**. Im Norden ist dann Winter, im Süden ist es Sommer (siehe unteres Bild Nummer (1)).

Lehrkraft: „Diese unterschiedlichen Einfallswinkel der Strahlen sind es, die einen bemerkbaren Temperaturunterschied während Winter und Sommer verursachen!“

„Und nun sag mir in der Position 1 der Erde: Welches Kind geht Ski fahren und welches Eis essen? Und in der Position 2, welches Kind geht Ski fahren und welches Eis essen?“



Schritt 4: Reflexion

min

Die Kinder arbeiten in Kleingruppen (4 Kinder).

Die Lehrkraft stellt den aufblasbaren Erdball mit den beiden Kinderfiguren in der Mitte des Klassenzimmers auf. Dabei wird eine der Positionen dargestellt, die im oberen Bild zu sehen sind.

Die Kinder geben an, für welches Kind nun Sommer ist und für welches Kind Winter und erklären sich gegenseitig den Grund dafür.

Aktivität 2.2.3: Die ganz junge Erde



Gesamtdauer:

Ziel: Die Kinder begreifen, dass die frühe Erde ganz anders war als heute. Sie erkennen, dass es lange gebraucht hat, bis die Erde zu dem wunderschönen, lebensfreundlichen Ort wurde, den wir kennen.

Material:

- Mond Modell (10cm)
- aufblasbarer Erdball
- Poster 26 (frühen Erdlandschaft)
- Vulkan-Model (Ton, Essig, Backpulver, Gipspulver, Lebensmittelfarbe)

Partizipative Aktivitäten: Experiment

Schlüsselwörter: Atmosphäre, Gas, Sauerstoff, Vulkan

Schritt 1: Entstehung der Erdatmosphäre

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft



Aktivierung von Vorwissen

„Erinnert euch an die Astronauten auf dem Mond. Warum müssen sie Raumanzüge tragen?“

Warum können wir auf der Erde atmen und auf dem Mond nicht?“

Warten Sie auf die Antworten der Kinder

Lehrkraft zeigt den aufblasbaren Erdball und das Modell des Mondes: *„Die Erde ist schwer genug, dass ihre Schwerkraft ausreicht, um eine Gasschicht um die Oberfläche herum zu halten. Diese Gasschicht heißt Atmosphäre. Der Mond ist zu klein und kann deshalb keine Atmosphäre halten. Die Gase entweichen einfach ins All.“*

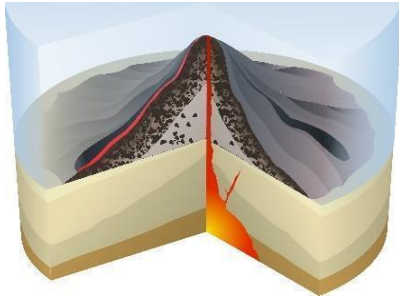
Lehrkraft zeigt Poster 26 der frühen Erde: *„Die Erdatmosphäre bestand am Anfang aus dem Gas das die Erde aus der riesigen Staub- und Gasscheibe aufgesammelt hatte, aus der sich alle Planeten bildeten. Wir hätten in dieser Atmosphäre nicht atmen oder leben können. Damals war die Erde immer noch sehr heiß und Ihre Oberfläche war von Vulkanen bedeckt, die Lava und Gase ausspuckten.“*

Schritt 2: Nachbau der frühen Erdlandschaft

min

Lernarrangement: Kinder sitzen/ stehen um einen Tisch herum

Durchführung: Mit Essig und Backpulver kann ein kleiner Vulkan nachgebaut werden. Genaue Anleitungen finden sich im Internet z.B. unter <https://www.youtube.com/watch?v=WpSfuMljQtU>



Links: Vulkan (Credits Von © Sémhur / Wikimedia Commons); rechts: selbstgebautes Vulkanmodell (Geolino extra)

Schritt 3: Reflexion

min

Die Kinder malen ein Bild der frühen Erdlandschaft in ihr Blaue Perle Heft.

Die Bilder könne anschließend im Klassenverband gemeinsam angeschaut werden.

Aktivität 2.2.4: Ursprung und Bedeutung des Wassers auf der Erde



Gesamtdauer:

Ziel: Kinder erfahren, wie das Wasser auf die Erde kam und seine Bedeutung für die Entwicklung der Erde.

Material:

- aufblasbarer Erdball
- Modell der frühen Erde
- Modell der trockenen Erde
- Bastelmaterial für Asteroiden (siehe das Dokument „Vorlagen“)
- Poster 27 (Asteroiden bringen das Wasser) und Poster 28 (Regen)
- Knet-modell der Erde aus Aktivität 2.1.1
- Knete blau
- leeres Marmeladenglas
- Teller
- Wasser
- Wasserkocher
- Eiswürfel
- Karten mit Evolutionsstufen der Erde (siehe Dokument „Vorlagen“)

Partizipative Aktivitäten: Experiment

Schlüsselwörter: Asteroid, Wasserdampf, Wolken, Verdunsten, Kondensieren, Wasserkreislauf

Schritt 1: Wie kam das Wasser auf die Erde?

min

Lernarrangement: Kinder arbeiten an Tischen; Stehen dann an einer Seite des Zimmers um die Asteroiden fliegen zu lassen

Lehrkraft zeigt den aufblasbaren Erdball: *„Wenn wir uns die Erde heute anschauen, stellen wir fest, dass 71% ihrer Oberfläche von Wasser bedeckt sind. Wir haben aber gerade gehört, dass die Erde ganz am Anfang eine glühende Kugel.“*

Zeigt das Modell der frühen Erde.

Dann müsste all ihr Wasser verdampfen. Als die Erde langsam abkühlte war sie tatsächlich ganz trocken. Zeigt das Modell der trockenen Erde.

Woher kam also das ganze Wasser auf die Erde?“



Lehrkraft zeigt Poster 27 mit Asteroideneinschlägen: *„Es gibt mehrere Belege dafür, dass das meiste heutige Wasser von Asteroiden mitgebracht wurde. Sie sind porös und enthalten in ihrem felsigen Material Wasser, das vor Verdunstung geschützt ist. Während einer Zeit, in der die Umlaufbahnen von Jupiter und Saturn instabil wurden, wurden mehrere zehntausend Asteroiden in das Innere des Sonnensystems katapultiert und trafen auf ihrem Weg zur Sonne auf die Erde. Weil die Erdoberfläche damals noch heiß war, sammelte unser Planet Wasser in Wasserdampf (gasförmiger) Form. Dieser Dampf vermischte sich mit den Gasen in der Atmosphäre.“*

Durchführung: Bauen Sie mit den Kindern selber Asteroiden aus Papier und Krepppapier. Die genaue Bastelanleitung finden Sie im Dokument „Vorlagen“.

Die Kinder können dann versuchen, ihre Asteroiden mit dem aufblasbaren Erdball kollidieren zu lassen!



Asteroiden brachten Wasser auf die junge Erde (Quelle: NASA/JPL-Caltech); Asteroidenmodelle für Kinder (Quelle: Scorza)

Schritt 2: Es regnete sehr lang

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Lehrkraft zeigt Poster 28 mit Regen: „Am Anfang existierte Wasser nur als Wasserdampf um die heiße Erde herum. Sobald sich die Erdoberfläche abkühlte, kondensierte Wasser und begann, als Regen herunterzufallen. Geologen schätzen, dass es 80.000 Jahre lang geregnet hat! Nach so viel Regen bildeten sich die Ozeane und Meere.“

Schritt 3: Der Wasserkreislauf – Regen machen

min

Lernarrangement: Kinder sitzen/ stehen um einen Tisch herum

Durchführung: In dieser Aktivität werden wir den Wasserkreislauf veranschaulichen.

Kochen Sie das Wasser auf und füllen Sie etwa 1/3 des Glasgefäßes damit. Legen Sie den Teller auf das Glas, so dass es verschlossen ist und kein Wasserdampf entweichen kann. Lassen Sie den Teller einige Minuten auf dem Glas sitzen. Geben Sie dann einige Eiswürfel auf den Teller und fordern Sie die Kinder auf, genau zu beobachten, was passiert.

Der Wasserdampf kondensiert an der Unterseite des Tellers und das Wasser fängt an, an der Innenseite des Glases herunter zu tropfen. Es beginnt zu regnen!



Schritt 4: Menge des Wassers auf der Erde veranschaulichen

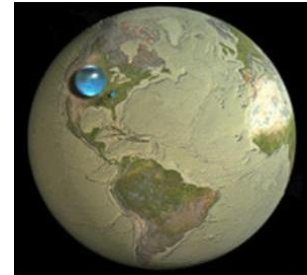
min

Lernarrangement: Kinder arbeiten an ihren Tischen

Lehrkraft: „Ihr habt gerade gehört, dass 71% der Erdoberfläche von Wasser bedeckt sind. Wenn man das gesamte Wasser von der Erde nehmen und zu einer Kugel zusammenfügen würde wie groß wäre sie dann wohl?“

Lassen Sie die Kinder raten.

Durchführung: Um die Menge an Wasser auf der Erde im Vergleich zu ihrem Volumen zu veranschaulichen, wird das Knetmodell der Erde aus Aktivität 2.1.2 wieder verwendet. Die gesamte Wassermenge der Erde wird nun durch eine zweite Knetkugel mit einem Zehntel des Erddurchmessers dargestellt. Die Mini-Erde und das Wassermodell kann von den Kindern als Erinnerung an die Entstehungsgeschichte der Erde aufbewahrt werden. (siehe rechtes Bild; Credits: usgs.gov).



Schritt 5: Reflexion

min

Durchführung: Jedes Kind bekommt jeweils Blatt mit den Bildern der Evolutionsstufen der jungen Erde. (Siehe Dokument „Vorlagen“). Die Kinder schneiden die Bilder aus und bringen sie dann in die richtige Reihenfolge. Beginnend mit der glühenden Erde, den Asteroiden die das Wasser bringen, der Erde mit Wasserdampf in der Atmosphäre, dem Regen und schließlich der Erde wie sie heute aussieht.



Anschließend vergleichen die Kinder ihr Ergebnis mit ihrem Sitznachbarn.

2.3 Die Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beschreibung: Die Kinder erkennen, wie viele, scheinbar zufällige Dinge zusammenkommen mussten, damit die ersten Lebewesen entstehen konnten und begreifen, wie lange es gedauert hat, bis sich komplexere Lebensformen entwickelten. Sie bekommen ein Gefühl für die langen Zeitspannen, die vergangen sind, bis die ersten Tiere und schließlich die Menschen entstanden. Dadurch wird den Kindern die Kostbarkeit jedes einzelnen Lebens bewusst.

Aktivität 2.3.1: Die Entstehung des Lebens im Wasser



Gesamtdauer:

Ziel: Die Kinder erkennen die große Bedeutung des Wassers für die Entstehung der ersten Lebensformen.

Material:

- Poster 30 (weißer Raucher und ersten Zellen) und Poster 31 (Cyanobakterien)
- Bildkarten mit Entwicklungsstufen des Lebens auf der Erde
- Filz Band
- Bastelmaterial für Erdkalender (siehe Dokument „Vorlagen“)

Partizipative Aktivitäten: Ordnen von Bildern zu einer Sequenz

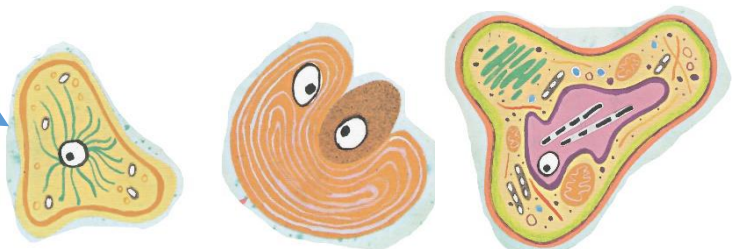
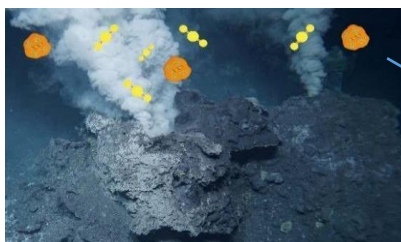
Schlüsselwörter: UV Licht, Zelle, weißer Raucher, Photosynthese

Schritt 1: Die ersten Lebewesen entstehen - Erzählung

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

Die Lehrkraft zeigt Poster 30 eines weißen Rauchers: „*Das erste Leben entstand im Wasser. In der Nähe von weißen Rauchern (Wasservulkanen) geschah etwas Unglaubliches: kleine, winzige Teilchen begannen zusammenzukleben und bildeten die ersten winzigen Wesen, die in einer Blase (eine Zelle) eingehüllt waren!*“



Die ersten Zellen hatten vielen Formen. Einige begannen andere Zellen zu schlucken. Andere bildeten Klumpen und lebten eng zusammen oder bildeten langen Ketten. Während Milliarden Jahren lebten im Wasser nur diese kleinen Zellen! Viel später, bildeten sich daraus die ersten Wassertiere und Wasserpflanzen.“



Abbildung: Oben links Bild: Weiße Raucher, Universität Bremen; Rechts: Zellen (Buch „Woher wir Menschen kommen“ Barr&Williams), und grüne Cyanobakterien (Wikipedia).

Schritt 2: Die Entwicklung des Lebens visualisieren

min

Lernarrangement: Kinder sitzen/stehen um einen Tisch herum

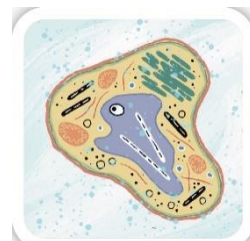
Durchführung: Die Kinder nehmen die Karten mit den Evolutionsstufen der jungen Erde und ordnen sie entlang eines Filzbandes, das die Zeit darstellt.

Beginnend mit dem jungen Sonnensystem, mit der glühenden Erde und dem Zusammenstoß von Theia mit der Erde auf dem orangenen Teil des Filz Bandes,

der trockenen Erde und den Asteroiden die das Wasser bringen auf dem braunen Abschnitt,

danach den ersten Zellen und Wassertieren, auf dem blauen Bereich des Filz Bandes

und schließlich den Dinosaurier, Säugetiere, etc. bis hin zum Menschen auf dem grünen Streifen.

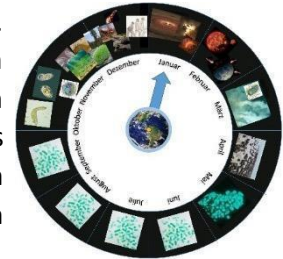


Schritt 3: Der Erd-Geschichtenkalender

min

Lernarrangement: Kinder arbeiten an Tischen

Durchführung: Lassen Sie die Kinder ihren eigenen "Erdkalender" erstellen. Dabei werden die unglaublich langen 4,5 Milliarden Jahre der Erdgeschichte in zwölf gleichen Zeitabständen dargestellt, die die Monate des Jahres in einem Kalender repräsentieren. Das bewegliche Fenster ermöglicht es, sich jeweils auf ein evolutionäres Ereignis zu konzentrieren. Machen Sie den Kindern bewusst, dass erst im letzten der zwölf Abschnitte Tiere und Menschen entstehen. Der Homo sapiens erscheint sogar erst in der letzten Stunde des letzten Tages des Jahres!



Der Erdkalender (credits: Scorza)

Schritt 4: Reflexion

min

Die Kinder beantworten die folgenden Fragen in ihrem Blaue Perle Heft.

Wo entstanden die ersten Lebewesen?

Welche Formen hatten die ersten Lebewesen?

Hat es lange gedauert, bis die ersten große Tieren und Pflanzen erschienen sind?

Wann erschien die ersten Mensch?



Aktivität 2.3.2: Wie erforscht man die Vergangenheit?



Gesamtdauer:

Ziel: Durch die Abschätzung des Alters von Bäumen erhalten die Kinder Einblick in wissenschaftliche Methoden und erkennen, wie wir so viel über die Vergangenheit wissen können.

Material:

- Poster 32 (Baumstümpfe)
- Holzscheiben mit Altersringen

Partizipative Aktivitäten: Experiment

Schlüsselwörter: Baumringe

Schritt 1: Altersbestimmung von Bäumen

min

Lernarrangement: Die Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft



Aktivierung von Vorwissen

**„Hast du schon einmal einen Baumstumpf gesehen?
Wie sah er aus? Hatte er überall dieselbe Farbe? Was ist dir aufgefallen?“**
Warten Sie auf die Antworten der Kinder.

Lehrkraft: „*Bäume können Hunderte - und manchmal sogar Tausende - von Jahren alt werden! Wer schon einmal einen Baumstumpf gesehen hat, dem ist wahrscheinlich aufgefallen, dass die Oberseite eines Stumpfes eine Reihe von Ringen aufweist. Diese Ringe können uns sagen, wie alt der Baum ist! Im Winter wachsen Bäume langsamer als im Frühling oder Sommer. Das Holz hat deshalb eine etwas andere Farbe. Die Anzahl der dunklen Ringe sagt uns deshalb, wie alt ein Baum ist.*“



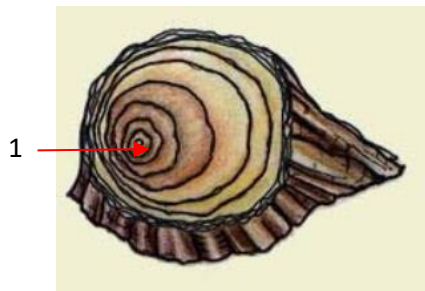
Schritt 2: Das Alter von Bäumen selbst Bestimmen

min

Lernarrangement: Arbeit mit Partner oder in Kleingruppen

Durchführung: Lassen Sie die Kinder die Ringe auf den Holzscheiben und den Bildern der Baumstümpfe zählen um herauszufinden, wie alt die Bäume sind.

Alter:



Alter:



Alter:



Baumstümpfe (credits: NASA)

Schritt 3: Reflexion

min

Die Kinder malen das Bild eines Baumstumpfes mit Altersringen in ihr Blaue Perle Heft und schreiben das Alter des Baumes dazu.

Die Bilder könne anschließend im Klassenverband gemeinsam angeschaut werden.

Aktivität 2.3.3: Die lebensfreundliche Erde



Gesamtdauer:

Ziel: Den Kindern wird noch einmal bewusst, was für ein besonderer und wunderbarer Ort unserer Erde ist und wie viele Ereignisse nötig waren, um Leben auf ihr zu ermöglichen. Dadurch begreifen die Kinder die Notwendigkeit, unsere Erde zu schützen, ebenso wie alles Leben auf ihr.

Material:

- Filzmodell der Erde aus einzelnen Komponenten (Wasser, Land, Atmosphäre, Sonne...)

Partizipative Aktivitäten: Gedanken Experiment

Schritt 1: Wie wäre die Erde ohne ... ?

min

Lernarrangement: Kinder sitzen im Halbkreis um die Lehrkraft

"Wie wäre die Erde ohne... Wasser?" bietet einen Einstieg, um über den ganz besonderen Ort nachzudenken, an dem sich die Erde befindet. Indem wir die lebensfreundliche Erde als ein evolutionäres Produkt betrachten, können wir damit beginnen, die Verbindungen zwischen den Komponenten der Erde mit Kindern zu erforschen.

Durchführung: Zeigen Sie den Kindern die einzelnen Komponenten des Filzmodells der Erde (Land, Wasser, Atmosphäre, Sonne, Pflanzen...). Lassen Sie die Kinder die Komponenten benennen und das Modell zusammensetzen.

Laden Sie die Kinder dann ein, gemeinsam zu überlegen, was mit der Erde und dem Leben auf ihr passieren würde, würde eine der Komponenten fehlen.

Wie wäre die Erde ohne...

- Die Sonne (ohne Sonne: gefrorenes Wasser, keine Pflanzen, keine Energie)
- den Mond (keine Stabile Rotationsachse, keine Gezeiten)
- Luft (wichtig für Klima, Atmung, Wasserkreislauf)
- Pflanzen (kein Sauerstoff für die Atmung, wichtig für Ernährung)
- Boden (wesentlich für die meisten Pflanzen)
- Tiere (in Verbindung mit Pflanzen: z.B. für Hummus)
- Bakterien (der menschliche Körper besteht aus mehr bakteriellen als menschlichen Zellen)



Die Erde (credits: NASA)

Schritt 2: Reflexion

min

Die Kinder diskutieren mit einem Partner oder in der Kleingruppe über die folgenden Fragen:

Weshalb können wir auf der Erde leben aber nicht auf dem Mond oder einem anderen Planeten?

Was macht die Erde so besonders?



3. Glossar:

Legende:

Wörter in **blau** sind **Schlüsselwörter**.

Wörter in **grün** sind zur **weiteren Erläuterung** für Lehrkräfte.

Apollo-Mission: Die Apollo-Missionen waren ein US-amerikanisches Raumfahrtprogramm mit dem Ziel, Menschen zum **Mond** und sicher zur Erde zurückzubringen. Die elfte Mission (Apollo 11) war die Weltraummission, bei der die ersten Menschen auf dem Mond landeten. Die Astronauten machten viele Bilder, führten Messungen durch und brachten auch **Mondgestein** zur Erde mit.

Asteroid: Asteroiden sind kleine Objekte (im Vergleich zu einem **Planeten**) mit einer Größe von einigen Metern bis zu Hunderten von Kilometern, die unter dem **Gravitationseinfluss** der **Sonne** stehen. Sie befinden sich größtenteils im **Asteroidengürtel** zwischen Mars und Jupiter und werden auch von der **Schwerkraft** des größten Planeten unseres Sonnensystems (Jupiter) beeinflusst. Die Anwesenheit des Jupiters schützt uns vor dem Einschlag vieler Asteroiden. Asteroiden haben keine runde Form und Wissenschaftler schätzen, dass es in unserem **Sonnensystem** Hunderttausende von Asteroiden gibt, die um die Sonne kreisen. Wir glauben auch, dass die Erde in ihrem frühen Leben von vielen Asteroiden getroffen wurde: Einer von ihnen brachte den **Mond** hervor (das Ereignis wird als Rieseneinschlag bezeichnet) und viele andere brachten Wasser auf unseren wunderbaren Planeten. Da sie größtenteils aus Eispartikeln bestehen, schmolzen sie beim Einschlag auf der Erde und setzten Wasser auf der Erde frei. Ein Asteroid, der in die Erdatmosphäre eindringt, wird als Meteor bezeichnet, wenn er in der Atmosphäre verglüht (auch bekannt als Sternschnuppe) und als **Meteorit**, wenn er so groß ist, dass er nicht vollständig in der Atmosphäre verglüht, sondern auf der Erde aufschlägt.

Asteroidengürtel: Ein Asteroidengürtel ist ein ringförmiges Gebiet, in dem sich eine große Anzahl von Asteroiden angesammelt hat. In unserem **Sonnensystem** gibt es zwei Asteroidengürtel mit der Sonne im Mittelpunkt. Der eine befindet sich zwischen Mars und Jupiter und der andere außerhalb von Neptun.

Atmosphäre: Die Lufthülle, die einen **Planeten** umgibt, wird Atmosphäre genannt. Nicht jeder Planet oder Gesteinskörper ist in der Lage, eine Atmosphäre zu bilden. Der **Mond** zum Beispiel hat keine Atmosphäre, weil er nicht schwer genug ist, um sie zu halten. Die Atmosphäre eines Planeten kann aus verschiedenen **Gasen** bestehen. Auf der Erde sind die wichtigsten Gase in der Atmosphäre Stickstoff und **Sauerstoff**. Das Vorhandensein einer Atmosphäre auf der Erde ist sehr wichtig, da sie uns vor dem Einschlag von **Asteroiden** und vor der **UV-Strahlung** der **Sonne** schützt.

Atom: Alles um uns herum besteht aus Atomen. Die Luft, das Wasser, die Erde und Steine, die Pflanzen, Tiere und wir Menschen. Ein Atom hat einen Kern, der aus **Protonen** und **Neutronen** besteht. In der Hülle um diesen Atomkern herum bewegen sich **Elektronen**. Die Atome verschiedener Elemente (Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff usw.) unterscheiden sich durch die Anzahl der Protonen und Neutronen in ihrem Kern. Die Anzahl an Protonen legt dabei fest, um was für ein Element es sich handelt. Wasserstoffatome haben z.B. nur ein Proton im Kern, Heliumatome zwei und Sauerstoffatome acht. Die Anzahl an Neutronen für ein bestimmtes Element kann dagegen leicht variieren.

Baumringe: Baumringe oder Jahresringe sind kreisförmige Muster im Querschnitt eines Baumes. Sie entstehen, weil Bäume je nach Jahreszeit unterschiedlich schnell wachsen und das neu entstehende Holz unterschiedlich fest ist. Die Anzahl an Baumringen zeigt damit an, wie alt der Baum ist.

bewohnbare Zone: Siehe **Lebenszone**

Deuterium: Ein Deuterium **Atom** ist ein **Wasserstoffatom** mit einem zusätzlichen **Neutron** im Kern. Der Atomkern besteht also aus einem **Proton** und einem Neutron. Deuterium wird deshalb auch als schwerer Wasserstoff bezeichnet.

Elektronen: Elektronen sind Elementarteilchen. Das bedeutet, sie können nicht weiter zerlegt werden und gehören zu den kleinsten Bestandteilen, aus denen alles andere aufgebaut ist. Sie haben eine negative elektrische Ladung. Elektronen, die sich beispielsweise durch ein Kabel bewegen, erzeugen elektrischen Strom.

Erdmagnetfeld: Unsere Erde ist von einem starken Magnetfeld umgeben. Durch das Aufsteigen und Absinken von Eisen im flüssigen Erdinneren entsteht ein elektrischer Strom, der dieses Magnetfeld erzeugt. Das Erdmagnetfeld schützt die Erde vor dem **Sonnenwind** und **kosmischer Strahlung**, sodass Leben auf der Erdoberfläche möglich ist.

Fusion: Siehe **Kernfusion**

Galaxie: Eine Galaxie ist eine Ansammlung von einigen 100 Milliarden von **Sternen** mit ihren **Planeten** und vielen **Gas- und Staubwolken**. Es gibt verschiedenen Arten von Galaxien. Spiral- und Balkenspiralgalaxien sind flache Scheiben, in denen **Sterne, Planeten** und **Gas** um ein Zentrum rotieren, in dem sich meist ein **Schwarzes Loch** befindet. Elliptische Galaxien sind meist noch größer und bilden keine Scheibe sondern ein Ellipsoid.

Die Galaxie in der sich unser **Sonnensystem** mit der Erde befindet wird **Milchstraße** genannt und ist eine Balkenspiralgalaxie.

Gas: Jeder Stoff wie beispielsweise Wasser kann einen festen (wie z.B. Eis) flüssigen (wie Wasser) und gasförmigen Zustand (**Wasserdampf**) annehmen. Ein Stoff der sich im gasförmigen Zustand befindet wird als Gas bezeichnet. In diesem Zustand bewegen sich die einzelnen Teilchen aus denen der Stoff besteht stärker und sind deshalb nicht mehr so stark miteinander verbunden wie im flüssigen oder festen Zustand. Gase sind aus diesem Grund weniger dicht als Flüssigkeiten oder Festkörper.

Gasplaneten: Planeten, die viel größer sind als die Erde und die aus einer riesigen Menge **Gas** bestehen sind Gasplaneten. Planeten wie Jupiter und Saturn werden als Gasriesen bezeichnet. Sie bestehen aus einem festen Kern, der von einer sehr ausgedehnten Gashülle umgeben ist. Uranus und Neptun werden auch als Eisriesen bezeichnet, weil sie im Gegensatz zu Jupiter und Saturn einen eisigen inneren Kern innerhalb der Gashülle haben. Auch die Gaszusammensetzung unterscheidet sich von derjenigen der **Gesteinsplaneten**: Sie bestehen hauptsächlich aus **Wasserstoff** und Helium.

Gas- und Staubwolke: Eine Wolke aus Staub und **Gas** (hauptsächlich **Wasserstoff**). Wenn sich im inneren ein etwas dichter Kern bildet, kann dieser durch seine **Gravitationskraft** die äußeren Schichten anziehen. Dadurch bildet sich ein immer schwererer und größerer Gasball. Dieser wird mit der Zeit nicht nur dichter sondern auch heißer, bis daraus schließlich ein **Stern** entsteht. Das übrige Gas und der Staub um den neu geborenen Stern herum, kann sich zu einer **Staubscheibe** abflachen, aus der dann **Planeten** entstehen können.

Gesteinsplanet: Ein Gesteinsplanet ist ein **Planet**, ähnlich wie unsere Erde. Er hat eine feste Oberfläche, die sowohl von Ozeanen als auch von Land bedeckt sein kann. Je nach Größe (und Masse) des Planeten können Gesteinsplaneten eine **Atmosphäre** haben. Erde, Venus und Mars haben eine dünne Atmosphäre, während Merkur gar keine hat.

Gravitation: Gravitation ist eine Kraft, durch die leichtere Objekte von schwereren angezogen werden. Je schwerer ein Objekt ist, desto stärker ist seine Anziehungskraft und je weiter man von diesem Objekt

entfernt ist, desto schwächer wird sie. Die Erde ist zum Beispiel deutlich schwerer als ein Mensch. Jeder Mensch wird deshalb wieder von der Erde angezogen wenn er in die Luft springt. Wenn sich Astronauten in einem **Raumschiff** von der Erde entfernen, wird die Erdanziehungskraft aber immer schwächer so dass die Astronauten im Raumschiff schweben.

Die Gravitation sorgt aber auch dafür, dass Objekte wie **Sterne**, **Planeten** oder **Monde** nicht auseinander fallen und viele von ihnen eine nahezu runde Form angenommen haben. Dazu kann man sich einen Planeten als eine Ansammlung von Gesteinsbrocken vorstellen. Wenn dieser Gesteinshaufen schwer genug wird, ist die Anziehungskraft die die äußersten Steinbrocken spüren so groß, dass sie sich möglichst nahe zur Mitte des Haufens hinbewegen. Die ganze Ansammlung wird also zu einer Kugel.

Habitable Zone: Siehe **Lebenszone**

Kernfusion: Als Fusion oder Kernfusion bezeichnet man den Vorgang, wenn zwei **Atomkerne** verschmelzen und einen neuen schwereren Kern bilden. Dabei wird viel Energie frei, der Vorgang ist aber nur bei extremen hohen Temperaturen und hohem Druck möglich. **Sterne**, in deren Innerem solche extremen Bedingungen zu finden sind, erzeugen durch Fusion die Energie, die sie zum leuchten bringt.

Komet: Kometen sind vergleichsweise kleine Himmelskörper mit einem Durchmesser von meist einigen Kilometern. Sie bestehen aus Gestein, Staub, Wassereis, Trockeneis (gefrorenes CO₂) und anderen gefrorenen **Wasserstoff**- und Kohlenstoffverbindungen. Kometen bilden sich am äußeren Rand des **Sonnensystems**. Wenn sie sich der **Sonne** nähern, bilden sie einen Schweif aus. Dieser entsteht, wenn gefrorene Teilchen durch die Hitze der Sonne verdampfen und dann (vom Strahlungsdruck der Sonne) vom Kometen fortgedrückt werden.

Kondensieren: Wenn ein gasförmiger Stoff wie z.B. **Wasserdampf** abkühlt und dabei in seine flüssige Form übergeht (z.B. Wasser) nennt man diesen Vorgang Kondensation. Die einzelnen Wasser Moleküle verlieren dabei Energie. Sie bewegen sich deshalb langsamer und liegen näher beieinander. Im flüssigen Zustand ist der Stoff dadurch dichter als im gasförmigen.

kosmische Strahlung: Als kosmische Strahlung bezeichnet man sehr energiereiche Teilchen, die aus dem **Weltall** kommen. Das sind vor allem **Protonen** und verschiedene **Atomkerne**, die mit großer Geschwindigkeit auf die Erde zufliegen. Sie stammen von der **Sonne**, anderen **Sternen** oder sogar aus anderen **Galaxien**. Wegen ihrer hohen Energien sind diese Teilchen gefährlich für uns und andere Lebewesen auf der Erde. Ein großer Teil der Strahlung wird aber zum Glück durch das **Erdmagnetfeld** abgeschirmt. Die Teilchen, die von der Sonne kommen werden auch als **Sonnenwind** bezeichnet.

Lebenszone: Die habitable Zone oder auch Lebenszone, ist ein ringförmiger Bereich um einen **Stern**, der gerade weit genug vom Stern entfernt ist, so dass dort Wasser in flüssiger Form vorkommen könnte. Näher am Stern ist es so warm, dass das Wasser verdampft, weiter entfernt so kalt, dass es gefriert. Die Lage der habitablen Zone hängt vor allem von der Masse des Sterns ab (Schwerere Sterne sind heißer als leichtere) aber auch vom Druck, der an der Oberfläche des **Planeten** herrscht.

In unserem Sonnensystem ist die Erde der einzige Planet in der habitablen Zone. Mars und Venus liegen an ihren Rändern.

Lichtjahr: Das Lichtjahr ist eine Einheit, mit der man in der Astronomie Strecken und Entfernungen misst. Ein Lichtjahr ist die Strecke die Licht zurücklegt, wenn es ein Jahr lang unterwegs ist. Ein Lichtjahr sind 9 460 730 472 580 800 m also ungefähr 9,46 Billionen km.

Maßstabsgetreues Modell: Ein maßstabsgetreues **Modell**, ist die Nachbildung von einem oder mehreren tatsächlichen Objekten. Dieses Abbild ist je nachdem was man darstellt deutlich größer oder

kleiner als das Original. Die Größen- und Abstandsverhältnisse sind jedoch genau dieselben wie beim wirklichen Objekt.

Meteorit: Ein **Asteroid** der in die Erdatmosphäre eindringt und auf der Erde aufschlägt wird Meteorit genannt. Einen Asteroid der nicht auf der Erde ankommt sondern vorher in der **Atmosphäre** verglüht nennt man dagegen Meteor oder auch Sternschnuppe.

Milchstraße: Die Milchstraße ist unsere Heimat**galaxie**. Es ist eine Balkenspiralgalaxie mit einem **Schwarzen Loch** im Zentrum, das etwa 4 Millionen Mal so schwer ist wie unsere **Sonne**. Unser Sonnensystem liegt am Rand der Milchstraße in einer ruhigen Gegend zwischen zwei Spiralarmen.

Mond: Ein Mond ist ein Objekt, das einen **Planeten** umkreist und wird auch **Satellit** genannt. Monde umrunden einen Planeten, während sie zusammen mit dem Planeten um den **Stern** kreisen. Die Erde hat nur einen Satelliten, den Mond, während andere Planeten mehrere davon haben können. Jupiter hat zum Beispiel etwa 80 Monde.

Monde: siehe **Mond**

Mondgestein: Gesteinsbrocken von der Oberfläche des **Mondes** werden Mondgestein genannt. Die Astronauten der **Apollo Missionen** die auf dem Mond gelandet sind, haben von dort Mondgestein mitgebracht, damit es hier untersucht werden konnte.

Mondphasen: Die Mondphasen beschreiben die verschiedenen Formen des **Mondes** die wir auf der Erde sehen, während der Mond sich um unseren **Planeten** und die **Sonne** dreht. Es ist wichtig zu verstehen, dass Erde und Mond (wie auch alle anderen Planeten) nicht von sich aus leuchten, sondern nur das von der Sonne kommende Licht reflektieren. In der Nacht können wir den Mond in verschiedenen Phasen sehen. Das liegt daran, dass die für uns sichtbare Seite des Mondes je nach seiner Position mal vollständig und mal nur zum Teil beleuchtet ist. So kann die sichtbare, beleuchtete Oberfläche des Mondes von 0 % (bei Neumond) bis 100 % (bei Vollmond) variieren. Die Mondphasen ändern sich allmählich über einen Zeitraum von etwa 29 Tagen.

Neutronen: Neutronen sind kleine Teilchen die in **Atomkernen** zu finden sind und keine elektrische Ladung besitzen. Sie sind ähnlich schwer wie **Protonen** und damit deutlich schwerer als **Elektronen**. In **Fusionsprozessen** können Neutronen in Protonen oder Protonen in Neutronen umwandelt werden.

Orbit: Der Weg auf dem sich ein astronomisches Objekt durch das All bewegt wird Umlaufbahn oder Orbit genannt. Dieser Orbit kann geschlossen sein, wie z.B. bei **Planeten** oder **Asteroiden** die auf einer elliptischen Bahn um einen **Stern** kreisen oder bei **Monden**, die sich um einen Planeten herum bewegen. Es gibt aber auch Objekte die von außerhalb des **Sonnensystems** zu uns kommen, von der **Sonne** abgelenkt werden sodass sie eine Kurve fliegen und dann wieder im All verschwinden ohne wiederzukommen. Solche Bahnen nennt man offen.

Photosynthese: Als Photosynthese wird der Vorgang bezeichnet, durch den Pflanzen wichtige Stoffe wie Zucker herstellen die sie zum Leben brauchen. Dafür müssen sie CO_2 aus der Luft aufnehmen und brauchen außerdem Wasser. Mit Hilfe von Sonnenlicht können sie Wasser und CO_2 dann in die Stoffe umzuwandeln die sie benötigen. Dabei entsteht außerdem **Sauerstoff** den die Pflanze an die Luft abgibt.

Planet: Ein Planet ist ein Körper, der um einen **Stern** kreist. In unserem **Sonnensystem** gibt es 8 Planeten, die sich um die Sonne drehen. Die ersten vier Planeten sind **Gesteinsplaneten**, während die äußeren vier Planeten als **Gasplaneten** eingestuft werden. Ein Planet muss eine runde Form haben und seine Bahn von anderen Objekten freigeräumt haben. Seit 1995 wurden bereits mehr als 5000

Planeten entdeckt, die um andere Sterne als unsere **Sonne** kreisen. Sie werden als Exoplaneten bezeichnet.

Protonen: Protonen sind kleine Teilchen mit einer positiven elektrischen Ladung. Sie sind ähnlich schwer wie **Neutronen** und fast 2 000 mal so schwer wie ein **Elektron**. Die Anzahl an Protonen in einem **Atomkern** legt fest, um was für ein Element es sich handelt. **Wasserstoffatome** haben z.B. nur ein Proton im Kern, Heliumatome zwei und Sauerstoffatome acht Protonen.

Protoplanet: Ein Planet kurz nach seiner Entstehung aus Staub und Gestein, der noch dabei ist sich vollständig zu entwickeln wird Protoplanet genannt. Protoplaneten sind in der Regel sehr heiß, da sie noch die Wärme aus dem Entstehungsprozess in sich tragen. So auch die frühe Erde, die eine vollständig geschmolzene Oberfläche hatte. Protoplaneten können eine primäre **Atmosphäre** haben, die aus Wasserstoff und Helium besteht, den häufigsten **Gasen**, die in der Umgebung der sich bildenden Planeten zu finden sind.

Rakete: Eine Rakete ist ein langes, zylindrisches Objekt, das in die Luft geschossen wird. Raketen können durch die Verbrennung von Material in große Höhen oder in weite Entfernungen katapultiert werden und werden typischerweise als Feuerwerk oder Signal verwendet. Sie werden auch eingesetzt, um Raumfahrzeuge in die Umlaufbahn zu bringen und sie der **Schwerkraft** der Erde entkommen zu lassen.

Raumschiff: Ein Raumschiff ist ein Gefährt, in dem **Astronauten** durch das All reisen können. Es besteht aus einem luftgefüllten Raum, indem derselbe Druck herrscht wie auf der Erde, so dass die Astronauten während des Flugs keinen Raumanzug tragen müssen. Außerdem hat es einen Antrieb und Steuerungselemente und ist meist noch mit verschiedenen Messinstrumente ausgestattet, mit denen die Astronauten das **Universum** erforschen.

Raumsonde: Eine Raumsonde ist ein unbemanntes Raumfahrzeug, das von der Erde aus gesteuert wird. Es ist mit verschiedenen Messinstrumenten ausgestattet um unser **Sonnensystem** genauer zu erforschen und sendet die gemessenen Daten zurück zur Erde.

Rotation: Wenn ein Objekt sich um sich selbst dreht nennt man das Rotation. Fast alle Himmelskörper wie die **Planeten, Monde** und die **Sonne** rotieren um sich selbst. Die Planeten und Monde kreisen zusätzlich noch um einen Zentralkörper also die Planeten um die Sonne und Monde um einen Planeten.

Rotationsachse: Als Rotationsachse bezeichnet man eine gerade Linie um die ein Körper **rotiert**. Die Erde rotiert beispielsweise um die Linie die vom Nordpol gerade durch den Erdkern zum Südpol verläuft. Eine Rotationsachse muss nicht unbedingt durch das Objekt hindurch gehen sondern kann auch weiter von ihm entfernt sein.

Satellit: Ein Satellit ist ein Objekt, das einen Himmelskörper umkreist. Von Menschen gemachte Satelliten sind Apparate, die die Erde oder einen anderen **Planeten** umkreisen, um Daten zu sammeln oder Messungen durchzuführen. Im Gegensatz zu einem Raumschiff bleiben sie in einer festen **Umlaufbahn** um einen Himmelskörper, anstatt sich zwischen ihnen zu bewegen. Der **Mond** ist ein natürlicher Satellit der Erde.

Sauerstoff: Sauerstoff (O₂) ist der Bestandteil der Luft der für uns lebenswichtig ist. Wir atmen Sauerstoff ein und Kohlenstoffdioxid (CO₂) wieder aus. Pflanzen dagegen machen genau das Gegenteil. Sie nehmen CO₂ aus der Luft auf und produzieren daraus wieder Sauerstoff (siehe **Photosynthese**). Sauerstoff macht ca. 20,95% der Luft um die Erde herum aus.

Schwarzes Loch: Ein Schwarzes Loch ist ein Objekt, bei dem die gesamte Masse auf sehr kleinem Raum konzentriert ist. Es ist also extrem dicht. Ab einer bestimmten Nähe zum Schwarzen Loch kann nicht einmal Licht ihm mehr entkommen.

Schwerkraft: Siehe **Gravitation**

Sonne: Die Sonne ist der **Stern** im Zentrum unseres **Sonnensystems** um den die Erde ebenso wie die anderen **Planeten** kreisen. Wie andere Sterne auch erzeugt sie Energie, durch die **Fusion** von **Wasserstoff** zu Helium. Das bedeutet, dass je zwei Wasserstoff-Atomkerne verschmelzen und einen schwereren Helium Kern bilden. Bei diesem Prozess, der nur bei sehr hohen Temperaturen und hohem Druck möglich ist, wird Energie frei.

Die Sonne hat einen Durchmesser von etwa 1,39 Millionen km und ist damit etwa 109-mal so breit wie die Erde. Mit einem Alter von etwa 4,5 Milliarden Jahren hat die Sonne gerade etwa die Hälfte ihres Lebens hinter sich.

Sonnensystem: Das Sonnensystem ist ein Planetensystem. Ein Planetensystem besteht aus einem oder mehreren **Sternen** und einigen **Planeten**, die um den Stern/die Sterne kreisen. Es umfasst auch alle anderen kleineren Objekte, die unter der **Anziehungskraft** des Zentralsterns stehen, wie **Asteroiden**, **Kometen** und **Monde**, die um Planeten und **Zwergplaneten** kreisen.

Sonnenwind: Der Sonnenwind ist ein Teil der **kosmischen Strahlung**. Wenn die sehr energiereiche Teilchen auf das **Erdmagnetfeld** treffen, werden sie von ihrer Bahn abgelenkt. Dadurch entstehen auch die Polarlichter.

Staubscheibe: Als Staubscheibe bezeichnet man eine flache Scheibe aus Staubpartikeln, die um das Zentrum der Scheibe **rotieren**. Eine solche Scheibe kann entstehen, wenn sich aus einer **Gas- und Staubwolke** ein neuer **Stern** bildet. Das übrige **Gas** und der Staub rotieren um den neu geborenen Stern herum. Dadurch flacht die Wolke schließlich zu einer Scheibe ab. In einer solchen Scheibe können die Staubteilchen langsam wachsen und größere Flocken bilden die dann zu kleinen Körnern werden. Mit der Zeit können diese zusammen kleben, mehr Staub aufsammeln und dadurch immer größer werden, bis daraus schließlich große Brocken und irgendwann **Planeten** werden.

Stern: Ein Stern ist ein kugelförmiges Objekt, das aus heißem **Gas** besteht. Sie sind viel größer und schwerer als **Planeten** und haben im Inneren eine so hohe Temperatur und einen so hohen Druck, dass dort **Kernfusion** stattfinden kann. Das bedeutet, dass jeweils zwei **Wasserstoffkerne** zu einem Heliumkern verschmelzen. In sehr schweren Sternen (achtmal so schwer wie unsere Sonne) können auch die Heliumkerne weiter verschmelzen und noch schwerere Elemente bilden, die dann auch wieder verschmelzen können bis sich im innersten des Sterns schließlich Eisen bildet. Bei all diesen Prozessen wird Energie freigesetzt, weshalb Sterne leuchten. Der von uns aus gesehen nächst gelegene Stern ist die **Sonne**.

Supernova: **Sterne** die mehr als achtmal so schwer sind wie unsere Sonne explodieren am Ende ihres Lebens in einer Supernova-Explosion. Dabei schleudern sie ihre Hülle von sich, die aus einem Gemisch verschiedener Elemente besteht. Diese Elemente sind während der Lebenszeit des Sterns in seinem inneren durch **Kernfusion** entstanden (siehe **Stern**). Auf diese Art können Sterne ihre Umgebung mit schwereren Elementen (schwerer als **Wasserstoff**) anreichern.

Taumeln: Ein Objekt das sich um sich selbst dreht hat eine **Rotationsachse**. Wenn diese Achse nicht stabil ist, sondern zum Beispiel hin und her wackelt, nennt man die Bewegung des Objekts taumeln.

Teleskop: Ein Teleskop ist ein astronomisches **Instrument**, mit dem weit entfernte Objekte wie **Galaxien** oder **Sterne** beobachtet werden können. Es besteht aus Linsen und gekrümmten Spiegeln,

um das Licht eines weit entfernten Objekts zu vergrößern. Es wurde im 17. Jahrhundert in den Niederlanden erfunden aber zur Beobachtung von Himmelsobjekten zum ersten Mal von Galileo Galilei eingesetzt. Heute gibt es viele Teleskope, sowohl am Boden als auch in der **Erdumlaufbahn**.

Umlaufbahn: Siehe **Orbit**

Universum: Siehe **Weltall**

UV Licht: Das Sonnenlicht besteht aus verschiedenen Komponenten. Wenn es auf Wassertropfen in der Luft fällt oder auf eine gläsernes Prisma, wird das Licht in seine unterschiedlichen Bestandteile aufgespalten und wir sehen einen Regenbogen. Es gibt aber außer diesem farbigen Licht auch noch Komponenten die wir nicht sehen können z.B. Infrarotlicht (Wärmestrahlung) und Ultraviolettes Licht (UV Licht). UV Licht hat mehr Energie als das farbige Licht das wir sehen können und ist deshalb für uns gefährlicher. Wenn wir zu lange in der Sonne waren und damit zu viel UV Licht abbekommen haben, bekommen wir einen Sonnenbrand. Außerdem können große Mengen an UV Strahlung das Hautkrebsrisiko erhöhen.

Vakuum: Vakuum beschreibt einen Raum oder Bereich ohne Materie (auch ohne Luft). Der Raum zwischen den **Planeten** und **Galaxien** ist beispielsweise sehr leer. Hier herrscht ein fast perfektes Vakuum. Um in einem Behälter auf der Erde ein Vakuum zu erzeugen, muss die Luft aus dem Behälter abgepumpt werden. Meist ist es dabei nicht möglich den Behälter vollkommen zu leeren und ein perfektes Vakuum zu erzeugen aber auch mit einem fast leerer Raum können Experimente durchgeführt werden, die uns z.B. erklären, wie sich unser Körper oder anderer Objekte auf der Oberfläche anderer Planeten verhalten würden.

Verdunsten: Jeder Stoff wie beispielsweise Wasser kann einen festen (wie z.B. Eis) flüssigen (wie Wasser) und **gasförmigen** Zustand (**Wasserdampf**) annehmen. Im Festen Zustand sind die einzelnen Teilchen aus denen der Stoff besteht am engsten beisammen und bewegen sich am wenigsten. Wenn der Stoff ausreichend erwärmt wird fangen die Teilchen an sich stärker zu bewegen und sind deshalb nicht mehr so dicht beisammen. Wenn ein Stoff vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht nennt man das Verdunsten oder auch Verdampfen.

Vulkan: Ein Vulkan ist eine Öffnung in der Erdkruste, durch den Lava, vulkanische Asche und **Gase** aus einer unterirdischen Magmakammer austreten können. Vulkane können sowohl als Riss in der Erdkruste als auch als bergartiger Kegel auftreten. Solche Kegel entstehen aus erstarrter Lava, die aus dem Vulkan selbst ausbricht. Vulkanische Aktivität ist auch unter Wasser möglich, wo durch den Kontakt mit Wasser eine große Menge Asche erzeugt wird. Vulkane befinden sich in der Regel dort, wo zwei tektonische Platten aneinander stoßen (wie der Ring of Fire in Japan), können aber auch in der Nähe von Hotspots vorkommen (wie die Inselgruppe von Hawaii). Auch auf andere **Planeten** in unserem **Sonnensystem** gibt es Vulkane: Der Olympus Mons auf dem Mars ist mit seinen 25 km Höhe der höchste Vulkan des Sonnensystems, während der Jupitermond Io der vulkanisch aktivste Körper des Sonnensystems ist.

Wasserdampf: Auf der Erde kommt Wasser in allen drei verschiedenen Aggregatzuständen vor (fest, flüssig und **gasförmig**). Je nach Temperatur und Druck kann Wasser aus der flüssigen Phase **verdampfen** und in die gasförmige Phase übergehen. Bei normalem Oberflächendruck findet dieser Übergang bei 100 °C statt. Wasserdampf bildet **Wolken**, die große Mengen an Wasser in dieser gasförmigen Form speichern und transportieren können, bevor es **kondensiert** und als Regen wieder auf die Erde fällt. Durch den Klimawandel wird unsere **Atmosphäre** wärmer und kann daher mehr Wasserdampf speichern als früher. Aus diesem Grund wird erwartet, dass sich die Wolken häufiger bilden und extreme Wetterereignisse wahrscheinlicher werden.

Wasserkreislauf: Wasser **verdunstet** in großen Mengen aus den Ozeanen der Erde und wird dann hauptsächlich durch Niederschläge (Regen, Hagel und Schnee) über Land verteilt. Gletscher auf Berggipfeln oder in Hochgebirgsregionen können Eiswasser jahrhundertlang speichern, bevor es schmilzt und über Flüsse wieder in die Ozeane transportiert wird. In niedrigeren Breitengraden werden Flüsse durch Niederschläge gespeist und Wasser kann in Grundwasservorkommen gespeichert werden. Wasser spielt eine entscheidende Rolle für die Bewohnbarkeit unseres **Planeten**. Die Vegetation braucht Wasser zum Überleben, ebenso wie Tiere. Die fortschreitende Erwärmung der **Erdatmosphäre** verändert die Niederschlagsmuster auf unserem Planeten, wodurch sich die komplexen und vielfältigen Ökosysteme der Erde verändern.

Wasserstoff: Wasserstoff ist das häufigste Element im **Universum**. **Sterne** bestehen zum größten Teil aus Wasserstoff, ebenso wie die riesigen **Gaswolken** in den **Galaxien** und die **Atmosphären** von **Gasplaneten**. Es ist außerdem das einfachste **Atom** und besteht nur aus einem **Proton** im Atomkern und einem **Elektron** in seiner Hülle.

Weißer Raucher: Hydrothermale Schloten sind Orte nahe von Rissen im Meeresboden, an denen **Gas** direkt aus dem Erdmantel austritt. Sie befinden sich in der Regel in der Nähe vulkanisch aktiver Gebiete und können sogenannte schwarze oder weiße Raucher bilden. Diese Raucher stoßen nährstoffhaltige Gase, die direkt aus dem Erdinneren kommen aus. Dadurch ermöglichen sie einigen Lebensformen (wie chemosynthetischen Bakterien), sich selbst unter den extremen Bedingungen am Meeresboden (Abwesenheit von Licht, hoher Druck und niedrige Temperaturen) zu entwickeln und zu gedeihen.

weißer Zwerg: **Sterne** die etwa so groß sind wie unsere **Sonne**, werfen am Ende ihres Lebens ihre Hülle ab. Der übrig gebliebene Kern des Sterns fällt dann in sich zusammen und bildet einen so genannten weißen Zwerg. Eine solche Sternenleiche ist sehr klein mit einem Durchmesser etwa ein bis zweimal so groß wie der Erddurchmesser aber sehr viel schwerer als ein **Planet**. Sie sind deshalb sehr dicht und anfangs sehr heiß. Im Lauf der Zeit kühlen sie immer weiter ab und leuchten dabei immer weniger hell.

Weltall: Das Weltall (auch **Kosmos** oder **Universum** genannt) ist der riesige Raum, in dem sich alles andere befindet. Alle **Galaxien**, **Sterne**, **Planeten** und **Monde** sind ein Teil desselben Universums.

Wolke: Wenn **Wasserdampf** am Himmel **kondensiert**, bildet er Wolken. Wolken bestehen aus Wassertröpfchen und/oder Eiskristallen, die in der **Atmosphäre** schweben. Es gibt sie in verschiedenen Formen und Höhen und sie sind in der Regel weiß. Wenn die Wassertröpfchen anfangen zu wachsen und zu verschmelzen, werden sie schließlich so schwer, dass die **Schwerkraft** sie nach unten zieht und sie als Regen oder Schnee auf die Erde fallen. Wenn sich ein Sturm ankündigt, nehmen die Wolken unterschiedliche Farben an, da sich die Zusammensetzung der Wolken und ihre optischen Merkmale ändern.

Zellen: Zellen sind die Bausteine jeder Lebensform und sie sind die kleinsten Einheiten, die den Zyklus von Geburt, Ernährung und Fortpflanzung durchlaufen, der das Leben definiert. Zellen können von unterschiedlicher Komplexität sein und es gibt viele Unterschiede zwischen beispielsweise einer pflanzlichen und einer tierischen Zelle. Zellen können sich mit verschiedenen Mechanismen reproduzieren und sie enthalten das genetische Material der einzelnen Lebensform.

Zwergplanet: Ein Zwergplanet ist ein Gesteinsobjekt, das genau wie ein **Planet** die **Sonne** umkreist. Er ist schwer genug, dass er eine annähernd runde Form angenommen hat (siehe **Gravitation**). Im Gegensatz zu einem Planeten hat ein Zwergplanet seine **Umlaufbahn** jedoch nicht von kleineren Gesteinsbrocken (die Planetessimale genannt werden) freigeräumt. Pluto ist ein Zwergplanet.

4. Literatur zu Modul 2:

Anna Claybourne: Amazing evolution für Kinder

Lisa W. Peters: Our family tree: An evolution story

Butterfield and Lynas, Nosy Crow.: Welcome to or world

5. Liste der Materialien zu Modul 2

	blauer Ordner für Handbücher	
	Blaue Mappe (Din A3) mit Poster zum Geschichtenerzählen	
	Modell der Milchstraße (siehe Dokument „Vorlagen“)	Aktivität 2.1.1
	kleine Dosen für Staubflusen	Aktivität 2.1.2
	heiße Erde (Styroporkugel mit 12 cm Durchmesser, orange rot bemalt)	Aktivität 2.2.1 und 2.2.3
	Theia (Styroporkugel mit 10 cm Durchmesser, orange rot bemalt)	Aktivität 2.2.1
	heißer Mond (Styroporkugel mit 4 cm Durchmesser, orange rot bemalt)	Aktivität 2.2.1
	Aufblasbare Weltkugel	Aktivität 2.2.2, 2.2.3 und 2.2.4
	kleine Taschenlampe	Aktivität 2.2.2
	großer Mond (Styroporkugel mit 10 cm Durchmesser, grau bemalt)	Aktivität 2.2.3

	<p>mittlere Weltkugel (11 cm Durchmesser)</p>	<p>Aktivität 2.2.4</p>
	<p>trockene Erde (Styroporkugel mit 10 cm Durchmesser, grau braun bemalt)</p>	<p>Aktivität 2.2.4</p>
	<p>Asteroid (siehe Dokument „Vorlagen“)</p>	<p>Aktivität 2.2.4</p>
	<p>Karten zur Entstehung der Erde (siehe Dokument „Vorlagen“)</p>	<p>Aktivität 2.2.4</p>
	<p>Filz Band</p>	<p>Aktivität 2.3.1</p>
	<p>Karten zur Entwicklung des Lebens</p>	<p>Aktivität 2.3.1</p>
	<p>Erdkalender (siehe Dokument „Vorlagen“)</p>	<p>Aktivität 2.3.1</p>
	<p>Holzscheiben mit Baumringen</p>	<p>Aktivität 2.3.2</p>
	<p>Filzmodell der Erde aus verschiedenen Komponenten</p>	<p>Aktivität 2.3.3</p>