

Peter Swidersky

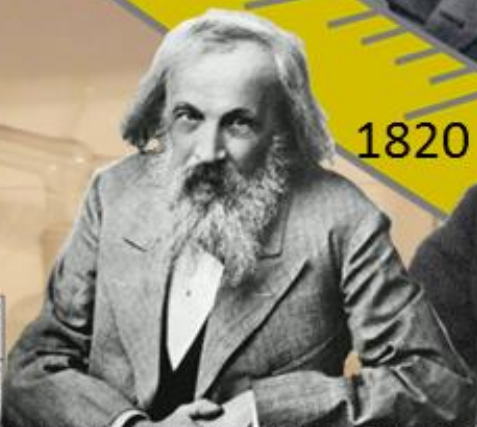
Zeittafeln zur Chemiegeschichte



1920



1820



A periodic table of elements is shown at the bottom of the page. The table is color-coded by groups. A yellow arrow points upwards from the bottom left towards the top right, passing through the portraits of the chemists. A yellow spiral is located on the right side of the table.

1	2											3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
H	He											Li	Be																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Pb	Bi	Po	At	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
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

Prof. Dr. rer. nat. Peter Swidersky
Physikalische Chemie
Reaktionstechnik
peter.swidersky@th-luebeck.de

Einleitung

Die Zeittafeln zur Chemiegeschichte sollen einen geschichtlichen Überblick bieten, der eine schnelle Orientierung in den groben Entwicklungen der vielen Teilgebiete der Chemie erlaubt. Es ist nicht möglich alle wesentlichen Aspekte aus der Chemiegeschichte mit 15 Tafeln (30 Seiten) vollständig darzustellen. Hierfür würden auch 300 Seiten nicht genügen. Damit ein Überblick über wichtige Ereignisse gewahrt bleibt, wurden die Tafeln mit 30 Seiten begrenzt. Am Ende der Tafeln befinden sich noch zwei Gesamtübersichten ***Von der Antike bis zur Neuzeit*** und ***Der Weg in die moderne Chemie, der den Zeitraum von 1700 bis 1900 noch einmal gesondert darstellt.***

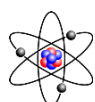
Die Zeittafeln, wurden im Hinblick auf unterschiedliche Aspekte zusammengestellt.

Studierende der Chemie lernen im Laufe des Studiums etliche Namensreaktionen und Gleichungen kennen, die Namen von Wissenschaftlern tragen. Die ***Gibbs-Helmholtz-Gleichung*** ist eine Pflichtkür der Physikalischen Chemie, in der Biochemie werden die Studierenden mit der ***Michaelis-Menten-Kinetik*** konfrontiert und ohne die ***Diels-Alder-Reaktionen*** kennen gelernt zu haben, kommt niemand durch die Organische Chemie. Die drei Beispiele beinhalten bereits die Namen von 6 Wissenschaftlern. Viele Berühmtheiten, die mit ihren Namen für Reaktionen und Gleichungen stehen und im Chemiestudium in den einzelnen Fächern vertreten sind, wurden in den Tabellen chronologisch gelistet, jedoch längst nicht alle. Es wurde jedoch Wert darauf gelegt, dass alle Bereiche der Chemie mit wichtigen Entdeckungen vertreten sind.

In die Tabellen wurden nicht nur Chemiker aufgenommen, sondern auch Mathematiker, Physiker und Entdeckungen von Personen, die den Lauf der Chemiegeschichte maßgeblich beeinflussten. Die Erfindung der Buchdruckkunst von ***Gutenberg*** revolutionierte die Wissensverbreitung auch in der Chemie, das von dem Mathematiker ***Euler*** entwickelte ***Eulerverfahren*** wird heute unter anderem für die numerische Simulation in der Reaktionstechnik eingesetzt, und die lineare Regression nach dem Verfahren von ***Gauß*** wird zum Beispiel für die Auswertung von Kalibrierungen in der Analytischen Chemie verwendet. Für die Datenaufnahme und Messgerätsteuerung werden heute Computer eingesetzt, die unter anderen auf Erfindungen von ***Zuse*** zurückgehen.



Das Kapitel der Entdeckungen von Elementen und die Entwicklung des Periodensystems der Elemente ist ein Thema, das in den Überblick mit aufgenommen wurde. Wasserstoff ist das leichteste und häufigste Element im Universum. Die Reaktion mit Luftsauerstoff macht dem Namen Knallgasreaktion alle Ehre, und die Entdeckung des Wasserstoffs stellt gewissermaßen selbst auch den Urknall für die moderne Chemie dar. Natürlich taucht also Wasserstoff in den Zeittafeln auf. Es wurden aber auch exotischere Elemente ausgesucht, schon alleine, weil zum Beispiel die Geschichten zur Namengebung sehr kurios sind. Alle Elemente sind jedoch nicht vertreten.



Die modernen Atommodelle und Theorien zur chemischen Bindung entstammen im Wesentlichen aus den Entwicklungen von theoretischen Physikern. Auch dieser Aspekt ist in den Zeittafeln vertreten, denn ohne diese wertvollen Arbeiten wäre die moderne Chemie mit dem Verständnis der chemischen Bindung und die Ordnung des heutigen Periodensystems mit den Einordnungen der Elektronenkonfigurationen und Quantenzahlen nicht zustande gekommen.



Nicht alle Erfindungen sind geplant gewesen und so manche Entdeckung verdanken wir dem Zufall. Auch diesem Aspekt wurde mit einigen Beispielen Rechnung getragen.



Eine Liste aller Chemienobelpreisträger würde die Zeittafeln bereits füllen. Die wenigsten Erfindungen, Entdeckungen und Entwicklungen wurden aber mit einem Nobelpreis belohnt. Seit dem ersten Nobelpreis für Chemie, der an **Jacobus Henricus van't Hoff** im Jahr 1901 ging, wurden bis 2018 nur 5 Chemienobelpreise an Frauen verliehen. In Anbetracht an die Möglichkeiten, die Frauen in den Naturwissenschaften zugestanden bekamen, sind deren Leistungen besonders bemerkenswert. Alle fünf Chemienobelpreisträgerinnen wurden in die Tafeln mit aufgenommen.

Entdeckungen, Synthesen und Verfahren zu chemischen Produkten

Soda, **Schwefelsäure**, **Ammoniak**, und **Chlor** stellen vier wichtige Säulen der chemischen Industrie dar. Entwicklungen, die diese Stoffe betreffen, sind deshalb in den Tabellen mit den ganzen Feldern farbig hervorgehoben.

Soda war schon 1750 ein heiß begehrter Rohstoff. Soda wurde von den Bleichereien benötigt und zum Waschen, Gerben, Färben und Bedrucken von Geweben verwendet. Die Seifensieder nutzten Soda zur Seifenherstellung und die Glasmacher konnten ohne Soda kein Glas schmelzen [2].

Schwefelsäure galt mit seinen Produktionsmengen lange Zeit als ein Indikator für den Leistungsstand der chemischen Technik eines Landes. Bei vielen Verfahren wird Schwefelsäure verwendet, sie ist einer der in größten Mengen produzierten Chemikalien der Welt und wird deshalb auch als **das Blut der Chemie** bezeichnet.

Ammoniak ist das Paradebeispiel für den sogenannten **Dual Use**. Es dient bis heute als Grundstoff für die Herstellung von Düngemitteln und Sprengstoff. Das **Haber-Bosch-Verfahren** [7][10] zur Produktion von Ammoniak hat die Düngemittelproduktion aus Salpetersäure ermöglicht und Milliarden von Menschen ernährt und es hat gleichzeitig auch den Einsatz ungeheurer Munitionsmengen möglich gemacht [9]. Mit über 100 Millionen Tonnen Ammoniakproduktion pro Jahr, ist Ammoniak eine der am meisten synthetisierten Stoffe auf der Erde. Etwa 1,4 % des gesamten weltweiten Energieverbrauchs entfallen auf das Haber-Bosch-Verfahren [4].

Chlor ist ebenfalls eines der wichtigsten Grundprodukte der chemischen Industrie. Der größte Teil des Chlors wird zur Synthese von Vinylchlorid und Polyvinylchlorid verwendet. Chlor dient auch zur Herstellung vieler weiterer organischer Verbindungen wie Chlorkohlenwasserstoffe und Chloraromaten und auch zur Herstellung vieler anorganischer Verbindungen [11].

Zeitliche Epochen

Viele Grundsteine der Chemie wurden gelegt, bevor überhaupt Nobelpreise verliehen wurden. Bereits in den **zeitlichen Epochen** der **Ur- und Frühgeschichte**, der **Antike**, des **Mittelalters**, der **Renaissance** und der **Aufklärung** wurden die Grundsteine zur **modernen Chemie** gelegt, wobei gerade die Zeit zwischen **1650 und 1850** die aufregende Epoche der Umgestaltung **von der Alchemie zur modernen Chemie** darstellt, vor allem in Frankreich, England und Deutschland [2]. Die Epochen der Chemiegeschichte sind den bekannten geschichtlichen Epochen ähnlich, aber etwas erweitert oder verschoben. Der Ablauf zwischen den Epochen ist natürlich fließend und die Einteilung mag umstritten sein, da die Entwicklungsstufen in den verschiedenen Ländern und Erdteilen niemals identisch waren. Daher folgen Überschneidungen der Epochen. Die Entwicklungen in den Zeittafeln sind chronologisch dargestellt. Die Epochen **Ur- und Frühgeschichte**, **Antike**, **Mittelalter**, **Renaissance**, **„Geburtsstunde der Chemie“** und **Chemie bis zur Moderne** sind in den Tabellen mit einem Balken jeweils farbig gekennzeichnet.

Themenfelder der Chemie

Mit den Zeittafeln zur Chemiegeschichte ist es möglich sich anhand von Themenfeldern in einer Zeitreise durch die Chemiegeschichte zu bewegen. Eine Übersicht dieser Themen ist in der Tabelle vor den Zeittafeln gegeben. Neben den bereits beschriebenen Themen (Elemente, Atommodelle, Zufall und Nobelpreise) wurden weitere Themen wie geschichtliche Aspekte zu den großen Firmen Bayer und BASF sowie die Entwicklungen von Datenbanken mit aufgenommen. Durch Anklicken der Themenfelder in der Übersichtstabelle gelangt man zum ersten geschichtlichen Ereignis in die Tafeln und kann sich nun durch Weiterklicken chronologisch in diesem Themenfeld auf Zeitreise durch die Tafeln bewegen.















Als Themenfelder wurden auch die großen Teilgebiete der Chemie, die **Anorganische Chemie**, **Organische Chemie/Naturstoffe**, **Biochemie/Biotechnologie**, **Physikalische Chemie**, **Analytische Chemie** und die **Physik und Chemie der Polymere** mit eigenen Symbolen in den Tabellen herausgestellt. Es ist auch möglich sich nur im Hinblick auf diese Teilgebiete in chronologischer Abfolge durch die Tabellen zu bewegen. Nachdem letzten geschichtlichen Ereignis zu einem Thema in der Tabelle gelangt man durch einen weiteren Mausklick wieder in die Themenübersicht zurück. Verlinkte Positionen sind im Dokument stets blau gekennzeichnet. Damit man sich entsprechend der Themenfelder auf Zeitreise bewegen kann, müssen diese blauen Abkürzungen angeklickt werden, nicht die Symbole.

Literaturhinweise sind in den Tabellen mit Zahlen in eckigen Klammern angegeben. Hinter den Tabellen befindet sich eine Liste mit der entsprechenden Literatur.







06.01.2021 Peter Swidersky

ERKLÄRUNGEN ZU DEN SYMBOLEN UND FARBEN IN DEN ZEITTAFFELN:

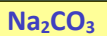
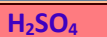
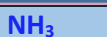
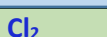
Anklicken der blauen Abkürzungen führt nach Themen in einer Zeitreise durch die Tabellen

 E	Elemente, Entdeckung, Gewinnung, Darstellung, Namensgebung	 CAS	Chemical Abstracts Service / SciFinder / Datenbanken / Gesellschaften / Institute / Ausbildung / Tagungen
 PSE	Periodensystem der Elemente, Bezeichnungen, Entwicklungen	 AC	Anorganischen Chemie
 AM	Atommodelle, chemische Bindung	 OC	Organische Chemie / Naturstoffe
 ZU	Entdeckungen, Entwicklungen bei denen der Zufall eine Rolle gespielt hat	 BC	Biochemie / Biotechnologie
 NO	Nobelpreise, Entdeckungen, Nominierungen, Preisverleihungen	 PC	Physikalische Chemie
 BAY	Entwicklungen bei Bayer	 AN	Analytische Chemie
 BASF	Entwicklungen bei der BASF	 PO	Physik und Chemie der Polymere

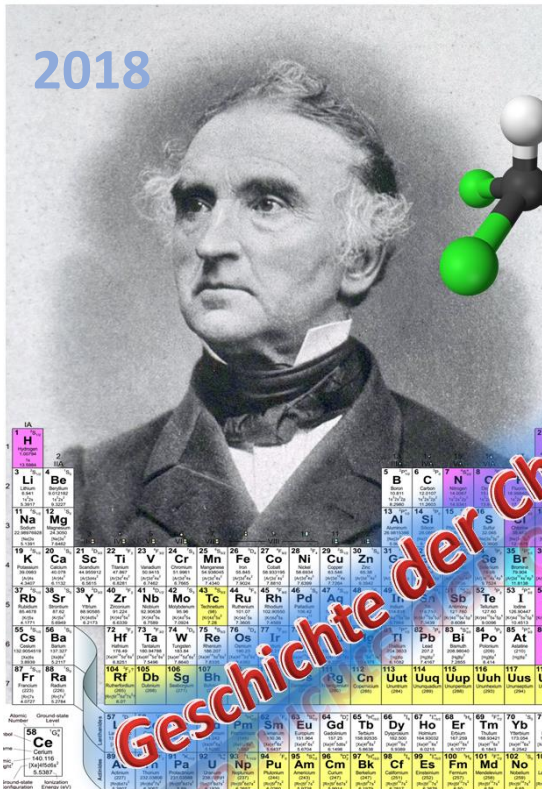
Zeitliche Epochen

Ur- und Frühgeschichte	1,5 Mio v. Chr. – 330 v.Chr.	 Epoche	
Antike	800 v. Chr. - 600	 Epoche	
Mittelalter	600 - 1400	 Epoche	
Renaissance	1400 - 1650	 Epoche	
“Geburtsstunde der Chemie“	1650-1850	 Epoche	
Chemie bis zur Moderne	1850->	 Epoche	


Entdeckungen, Synthesen und Verfahren zu den folgenden Produkten

Soda	Na_2CO_3	 Na_2CO_3	
Schwefelsäure	H_2SO_4	 H_2SO_4	
Ammoniak	NH_3	 NH_3	
Chlor	Cl_2	 Cl_2	

2018







Geschichte der Chemie

Zeittafeln zur
Chemiegeschichte



Epoche 1,5 Millionen v. Chr.

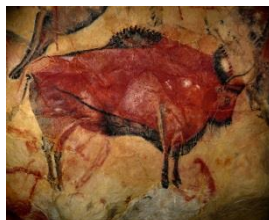
Entdeckung
des Feuers

[4]



Epoche 40.000 v. Chr. - 30.000 v. Chr. ->

Höhlenmalerei



Epoche 20.000 – 2.000 v. Chr. (Ende der Jungsteinzeit)

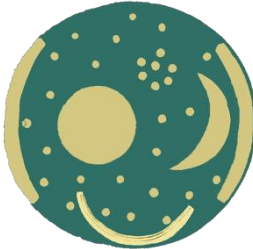


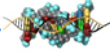


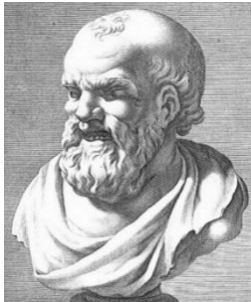
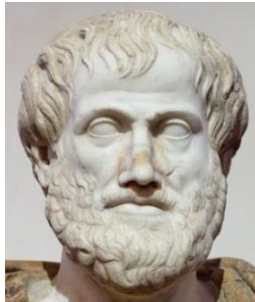




E







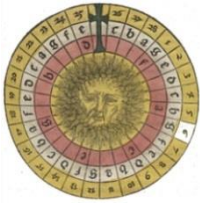



E







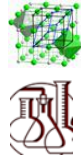





[4]





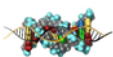








- Erzeugung von Reibfeuer
- Töpferei (Tonbrennerei)
- Kochen und Eindicken
- Trocknen
- Konservieren
- Fett- und Talg-Gewinnung
- Betreibung von Öllampen
- Bekannt waren die Elemente
Au, Ag, Cu, Fe (Meteoriten)









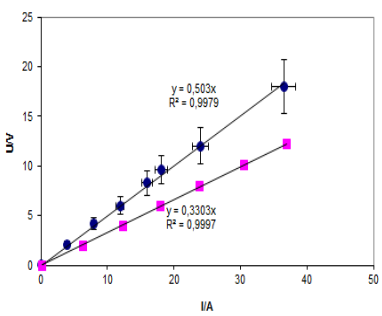



















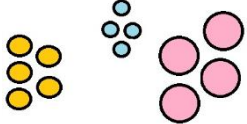
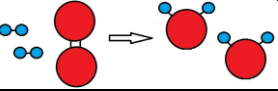

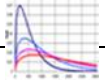



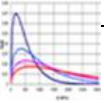
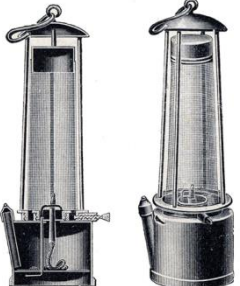
Epoche		1900 v. Chr. – 650 v.Chr. (Bronzezeit)		Tafel 1 Seite 2	
E AC	[4] [13]		<ul style="list-style-type: none">• Bronzeherstellung (Sn+Cu)• Oxidation sulfidischer Erze• Köhlerei• Kohlenstoff als Reduktionsmittel• Kalkbrennen• Glasherstellung		
Epoche		1000 v. Chr. – 330 v. Chr. (Eisenzeit)			
E BC AC OC	[4]		<ul style="list-style-type: none">• Alkoholische Gärung• Ledergerberei• Erzröstung /Eisenherstellung Fe• Quecksilbergewinnung /Amalgamherstellung• Fettverseifung• Leimherstellung• Farbenherstellung• Terpentinöldestillation• Salzgewinnung	  	
Epoche		800 v. Chr. – 600 n. Chr. (Antike)			
AM	E [4] [22]	 	<ul style="list-style-type: none">• Theorien zur Stoffumwandlung• 460-371 v. Chr.: Demokrit (Bild links): Atom => unteilbares kleinstes Elementarteilchen• 384 v. Chr. – 322 v. Chr.: Aristoteles (Bild rechts): Lehre zu den Elementen• 100 n. Chr. Maria: Schriften zur Alchemie in Ägypten		
287-212 v.Chr.	Archimedes von Syrakus	Grundlagen für die entwicklungen der Mechanik Hebelgesetz, Archimedisches Prinzip, Erfindungen und Kombination verschiedener Maschinenelemente			
Epoche		600 - 1400 (Mittelalter)			
800		<i>Book of Kells</i> , in Schottland geschrieben und nach Irland gebracht			
900 AC		Entwicklung des "chinesischen Feuers" in China [4]			
etwa 1150	Theophilus Presbyter [1]		Buch " <i>Schedula diversarum artium</i> ": Kunst- und Handwerkstechniken alchemistische Rezepturen		
1200-1280	Albertus Magnus	Wegbereiter des christlichen Aristotelismus			
1220 - 1292	Roger Bacon [1]		Buch " <i>Opus Majus</i> ": Rezepturen über Schwefelsäure, Scheidewasser und Schwarzpulver		



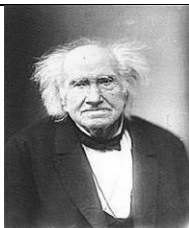
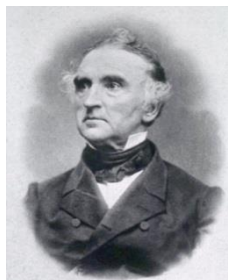
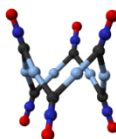




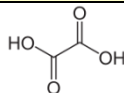



Epoche	600 - 1400 (Mittelalter)	
1235 - 1311	Arnaldus von Villanova	 20 Alchemistische Schriften, die von der Inquisition mit dem Bann belegt wurden
1235-1315	Raimundus Lullus [1]	 Über 280 Schriften (Logik, Theologie, Philosophie)
Epoche	1400 - 1650 (Renaissance)	
1413	Ulmannus [1]	 Das “Buch der heiligen Dreifaltigkeit” (viele Rezepturen und Geräte)
1400 – 1468	Johannes Gensfleisch (Gutenberg)	 Erfindung des Buchdrucks
1452 - 1519	Leonardo da Vinci 	 Der vitruvianische Mensch Anatomische Studien <u>Ideen und Erfindungen:</u> Fluggeräte Taucheranzug Waffen Maschinen
1493 – 1541	Paracelsus [1] Alchemist Astrologe, Arzt	“Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei”
1531-1596	Thurneysser Mineraloge Alchemist Wunderdoktor Astrologe	 Das Buch “Archidoxa” in Form eines Astrolabiums mit Planetentafeln für Vorhersagen zum persönlichen Schicksal und Naturereignissen.
1540 OC	Valerius Cordus	Valerius Cordus stellt Diethylether aus Ethylalkohol und Schwefelsäure her
1545 – 1591	Marco Bragadino [1]	 Alchemistische Tricks – Hochstapler Hingerichtet wegen alchemistischen Betrugs
1614	John Napier	Veröffentlichung der ersten Logarithmentafel
1654	Robert Bissaker	Rechenschieber mit beweglicher Zunge zwischen zwei Skalen
1626-1691 AN	Robert Boyle	Nachweis von Eisensalzen und Kupfersalzen in Wasser mit Galläpfelsaft 
1636-1686	Freiherr von Krohnemann [1]	 geadelt wegen alchemistischer Verdienste, hingerichtet wegen alchemistischen Betrugs






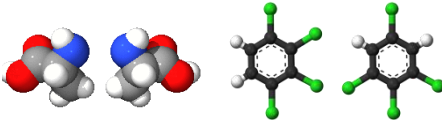









Epoche	1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie				
1663-1727	Doktor Eisenbarth [1]	Landesweiter Ruhm als Wundarzt und Starstecher Quacksalbertruppe mit etwa 180 Mitarbeitern: Hilfsärzte, Händler, Zauberer, Seiltänzer, Feuerspeier, Musikkapellen und Theatergruppen			
1670-1709	Graf von Ruggiero [1]	Alchimist, Betrüger, Hochstapler Zauberkünstler / Taschenspieler, hingerichtet wegen alchimistischen Betrugs			
1600-1800	Johann Rudolph Glauber [1][2]	Isaac Newton [5]	Johann Friedrich Böttger [2]	Carl Wilhelm Scheele [2]	Antoine Laurent de Lavoisier [2]
	 1604-1670 Apotheker Alchimist	 1643-1727 Physiker Alchemist	 1682-1719 Alchemist Erfinder	 1742-1786 Apotheker	 1743-1794 Jurist Privatgelehrter
1655 AC OC	Glauber		Gründung der ersten chemischen Handwerksbetriebe in Amsterdam [2]		
1668	Newton	Entwicklung des ersten Spiegelteleskops (1668-1672)			
<div>E</div> 1669	Hennig Brand	<div>P</div> Gewinnung von weißem Phosphor aus Urin [22]			
1687	Newton	Buch <i>“Philosophiae naturalis principia mathematica”</i> <ul style="list-style-type: none">Veröffentlichung der Gravitationsgesetze,Gründung der klassischen Mechanik			
1709 AC	Böttger	Erfindung des Porzellans zusammen mit Ehrenfried Walther von Tschirnhaus [2]			
1710	Böttger			Technische Leitung der ersten Porzellanmanufaktur [2]	
<div>E</div> 1735	Georg Brandt	<div>Co</div> Darstellung und Charakterisierung von Cobalt [5]			
<div>H₂SO₄</div> 1746 AC	John Roebuck	Erstes Bleikammerverfahren zur Herstellung von Schwefelsäure [22]			
1750 AN	Gabriel Francois Venel	Verwendung von einem Farbindikator (Veilchensaft) bei einer Mineralwasseranalyse und Beobachtung der Rotfärbung beim Zusatz von Schwefelsäure.			
<div>E</div> 1751	Frederic von Cronstedt	<div>Ni</div> Darstellung und Charakterisierung von Nickel [5]			











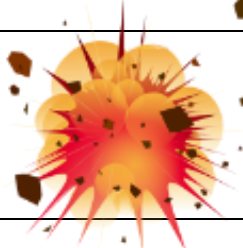


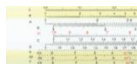


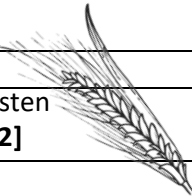


Epoche	1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie	
E 1766	Cavendish	H₂ Auflösung von Metallen in Säuren, Bildung von Wasserstoff (brennbare Luft) [2]
1768	Leonhard Euler	Eulerverfahren im Buch " <i>Institutiones Calculi Integralis</i> "
1769 OC	Scheele	 $ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{COOH} \end{array} $ Entdeckung der ersten Organischen Säure, Weinsäure [2] 
E 1770	Johann Gottlieb Gahn	P Entdeckung von Phosphor in Knochenasche
NH₃ 1771 AC	Scheele	Entdeckung von Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Fluorwasserstoffsäure [2] 
E 1772	Scheele	O₂ Sauerstoff aus Calciumnitrat und Schwefelsäure [2]
1772 PC	Lavoisier	Gesetz der Erhaltung der Masse / Luft ist ein Gasgemisch [2] 
E 1772	D. Rutherford Cavendish 1731-1810 Naturforscher Scheele	N₂ Entdeckung eines Luftbestandteiles, der die Verbrennung nicht unterhält (Stickstoff) [2]
Cl₂	Scheele	Cl₂ Darstellung von Chlor aus Salzsäure und Braunstein [5]
E 1774	Scheele	Entdeckung von Arsenwasserstoff [2], Darstellung von weißem Phosphor aus Knochenasche
1775 BC	Lavoisier	Sauerstoff ist bei der Verbrennung und Atmung unentbehrlich [2] 
1780 OC	Scheele	Entdeckung der Milchsäure $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array} $ 
1781 AC	Cavendish	Synthese von künstlichem Wasser [2] 
1783 OC	Scheele	Isolierung von Glycerin aus Olivenöl Isolierung von Blausäure aus Berliner Blau [2] $ \text{IO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{OH} $ 
1784 OC	Scheele	 Entdeckung der Zitronensäure 
1785 OC	Scheele	 Entdeckung der Äpfelsäure $ \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array} $ 
1786 OC	Scheele	Entdeckung der Gallussäure $ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array} $ 
1785 1787	Lavoisier	Widerlegung der Phlogistontheorie Erste systematische Nomenklatur der Chemie [2]

Epoche	1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie	
1740 – 1850	Nicolas Leblanc [2] Martin Heinrich Klaproth [2] Alexander von Humboldt [2] [5]	
		 1743-1817 Apotheker
		 1769-1859 Naturforscher
		Gay Lussac [2]  1778 - 1850 Chemiker und Physiker
		John Dalton [2]  1778 - 1850 Naturforscher / Lehrer
	1742-1806 Chirurg	
Na_2CO_3 1789 AC	Leblanc	Herstellung von künstlichem Soda, erstes großtechnisches Fabrikationsverfahren in der Chemie [2] [22] 
 1789	Klaproth	U Zr Entdeckung der Elemente Uran und Zirkonium [2]
 1792	Klaproth	Ti Entdeckung von Titan im Rutil [2]
1895	Carl Friedrich Gauß	Entwicklung der Methode der kleinsten Quadrate (Regressionsrechnung) 
 1797	Klaproth Vauquelin	Cr Entdeckung des Elementes Chrom [2]
 1798	Klaproth	Te Entdeckung des Elementes Tellurium [2]
1798	Cavendish	Bestimmung der Dichte der Erde [2] 
1799-1804	Alexander von Humboldt	Amerikanische Forschungsreise 

Epoche 1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie		
1799 CAS		Gründung der "Royal Institution of Great Britain" [2] 
1800 PC	Volta	Konstruktion der Voltaschen Säule (erste Batterie) 
1801 PC	Dalton	Formulierung des Partialdruckgesetzes $p = p_1 + p_2 + \dots$ [2] $p_1 = y_1 \cdot p$ 
 1801	Gustaf Ekeberg	Ta Entdeckung von Tantal als Element
 1801	Charles Hatchett [5]	Nb Entdeckung von Niob in einer Probe Columbit-Erz. Das Element wurde zunächst Columbium genannt.
1802 PC	Gay-Lussac [2]	Gesetz zur Wärmeausdehnung von Gasen 
1770-1870	<div> <div>Sir Humphry Davy [2]</div>  <div>1778-1829 Chemiker</div> </div> <div> <div>Jöns Jakob Berzelius [2]</div>  <div>1779-1848 Mediziner/Chemiker</div> </div> <div> <div>Michael Faraday [2]</div>  <div>1791-1867 Chemiker</div> </div>	
 1803	Berzelius	Ce Entdeckung von Cer (gemeinsam mit Klaproth und Hisinger) [2]
1803 PC	Berzelius	Elektrolyse zur Gewinnung reiner Metalle [2] 
AM  1803	Dalton	 Chemische Atomtheorie [2]
1804	Dalton	 Gesetz der multiplen Proportionen [2]
 1807	Davy	Na K Darstellung von Natrium und Kalium über Schmelzelektrolyse [2] 
1808 PC	Gay Lussac	Gesetz der multiplen Volumina für Gase 
 1811	Bernard Courtois	I₂ Entdeckung von Iod [5] 
1811 PC	Amedeo Avogadro	Das Gesetz Avogadros zur Teilchenzahl in Gasbehältern 
1815 PC	Davy	Erfindung der Grubenlampe gegen Schlagwetter [2]
		

Epoche 1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie		
<div><div>PSE</div><div></div><div>1815</div></div>	Berzelius	Symbolische Kurzbezeichnung für chemische Elemente [2]
<div><div>E</div><div>E</div><div>1817</div></div>	Johan August Arfwedson	<div>Li</div> Entdeckung des Elements Lithium [5]
<div><div>E</div><div>E</div><div>1818</div></div>	Berzelius	<div>Se</div> Entdeckung des Elements Selen [2]
<div><div>PSE</div><div></div><div>1818</div></div>	Berzelius	Erste Atomgewichtstabelle [2]
<div><div>1819</div><div>OC</div></div>	<div>Runge [2]</div> <div>1795-1867</div> <div>Chemiker</div>	Isolation von Koffein aus Kaffeebohnen [2]
<div><div>1823</div><div>OC</div></div>	<div>Chevreul</div> <div>1786-1889</div> <div>Chemiker [22]</div>	<div></div> <div>Begründer der Fettchemie und der modernen Theorie der Farben.</div> <div><i>“Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale”</i> [24]</div>
<div><div>Cl₂</div><div>E</div><div>1823</div><div>E</div></div>	Faraday	Verflüssigung von Chlor [2]
<div><div>1823</div><div>Justus von Liebig [2]</div><div></div><div>1803-1873 / ChemikerAC</div></div>	<div><div></div><div>Liebig und Wöhler machen die Beobachtung, dass zwei verschiedene Stoffe die gleiche Bruttoformel besitzen können (Isomerie) [2] .</div><div><div>Knallsilber AgCNO</div><div>Silbercyanat AgOCN</div><div><div>Friedrich Wöhler [2]</div><div>(1800-1882)</div><div>Mediziner / Chemiker</div></div><div></div></div></div>	
<div><div>1823</div><div>PC</div><div>AC</div></div>	Döbereiner [2]	<div><div></div><div>Erfindung eines Feuerzeugs, bei dem sich Wasserstoff an Platinmohr entzündet, es ist das erste Beispiel für eine Katalyse [2] [4]</div><div></div></div>
<div><div>Na₂CO₃</div><div>1823</div><div>AC</div></div>	James Muspratt	Erste Sodafabrikation in Liverpool nach dem Leblanc-Verfahren [2]
<div><div>1824</div><div>OC AC</div></div>	Wöhler	<div>Gewinnung von Oxalsäure aus Dicyan[2]</div> <div><div></div><div></div></div>
<div><div>E</div><div>E</div><div>1824</div></div>	Berzelius	<div>Si</div> Entdeckung des Elementes Silizium (in einem Bachkiesel) [2]
<div><div>1825</div><div>OC</div></div>	Faraday	<div></div> Isolation von Benzol aus Kokereigas[2]

Epoche	1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie	
<div>E</div> 1825	Antoine Jerome Balard 1802-1876 Chemiker	<div>Br</div>   Gewinnung von Brom aus Meeralgen [5]
<div>E</div> 1827	Wöhler	Gewinnung von Aluminium aus Tonerde [2]
<div>E</div> 1828	Wöhler	<div>Be Y</div> Isolierung von Beryllium und Yttrium [2]
1828 OC	Wöhler	Synthese von Harnstoff, Ende der Theorie von der "vis vitalis" -> Begründung der Organischen Chemie [2] <chem>NC(=O)N</chem> 
<div>E</div> 1829	Berzelius	<div>Th</div>  Berzelius veröffentlicht die Entdeckung des Elements Thorium [2]
<div>E</div> 1829	Wöhler	<div>P</div> Herstellung von Phosphor aus Knochenasche
PSE  1829	Wolfgang Döbereiner	"Triadenregel" – Grundstein für das Periodensystem der Elemente [2]
1830 OC	Berzelius	Prägung des Begriffs "Isomerie" [2]  
1831 AN	Liebig	"Fünf-Kugel-Kaliapparat" zur Verbesserung der Elementaranalyse [2] 
<div>H₂SO₄</div> 1831 AC	Peregrine Phillips	Entwicklung und Patentierung des Kontaktverfahrens zur spontanen Oxidation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid (Pt als Katalysator, noch keine industrielle Umsetzung) [22] 
1832 OC	Liebig / Wöhler	Die gemeinsame Veröffentlichung einer Arbeit über das Benzoylradikal gilt als die Begründung der Radikaltheorie [2] <chem>c1ccccc1C(=O)[O]</chem> 
1833 PC	Faraday	Prägung der Begriffe Kathode, Kation, Anode, Anion Entstehung des Faradayschen Gesetzes [2] 
ZU  1834 OC	Friedlieb Ferdinand Runge	Isolation von Anilin aus Steinkohlenteer -> Begründung der Farbenchemie [2] <chem>Nc1ccccc1</chem> 
1835 AC	Liebig	 Verfahren zur Herstellung von Silberspiegeln [2] 
1835	Berzelius	Prägung des Begriffs "katalytische Kraft" [2]

Epoche		1650 – 1850 (Aufklärung) – Von der Alchemie zur modernen Chemie	
Heinrich Rose Mineraloge und analytischer Chemiker Christian Friedrich Schönbein Deutsch-schweizerischer Chemiker und Physiker Julius Robert Mayer Arzt und Physiker		  	Rose 1795-1864 Schönbein [2] 1799-1868 Mayer 1814-1878
1839 CAS	Liebig	Einführung der praxisorientierten Chemikerausbildung in Gießen [2]	CAS
1839 ZU PO	Charles Goodyear	Entdeckung der Vulkanisation des Kautschuks [4][22]	
1840 OC	Liebig	 Publikation: <i>“Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie”</i> [2] [8]	
1841 AN	Franz Varrentrapp Heinrich Will	Verbesserung von Liebig's Kaliapparat Bestimmung des Stickstoffs als Ammoniak	
1842 PC	Julius Robert von Mayer [17]	Veröffentlichung einer Arbeit über die Umwandlung von mechanischer Energie in Wärme in Liebig's Annalen der Chemie und Pharmazie , Geburtsstunde des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik	
1844 AC	Heinrich Rose	Niob- und Tantalsäure sind unterschiedliche Stoffe	
1844 PC	Petrus Jacobus Kipp	Veröffentlichung der Erfindung des Kippschen Apparates	
1845 ZU OC	Schönbein	Entdeckung der Schießbaumwolle [2] (Nitrozellulose)	 
1848 E	Anton Schrötter	 Darstellung des roten Phosphors	
Epoche 1850 → moderne Chemie			
1850	Amédée Mannheim	 Einheitlicher Rechenschieber mit transparentem Läufer	
1850 OC	Adolph Strecker	Publikation der <i>“Strecker Aminosäuresynthese”</i>	
1853 OC	Stanislao Cannizzaro [22]	Veröffentlichung in Liebig's <i>Annalen der Pharmazie</i> : Gewinnung des ersten aromatischen Alkohols (<i>“Cannizzaro – Reaktion”</i>)	
1853	Liebig	Erfindung des Fleischextraktes [2] [5][18]	
1855	Liebig	<i>“Gesetz des Minimums”</i> , nachdem der am wenigsten verfügbare Nährstoff den Ernteertrag bestimmt [2]	
1855 OC	Alexander Parkes	Patent zur Herstellung von künstlichem Horn aus Schießbaumwolle und Campher [2] (<i>“Zelluloid”</i>)	
1859 OC	A. Kekule E. Erlenmeyer	Beginn der Strukturchemie [21]	



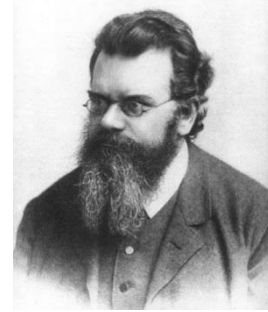
Robert Wilhelm Bunsen [1] [4]
1811-1899
Chemiker



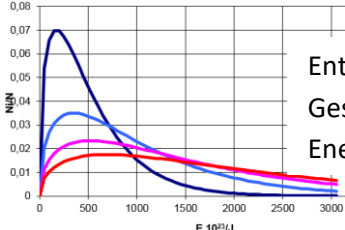



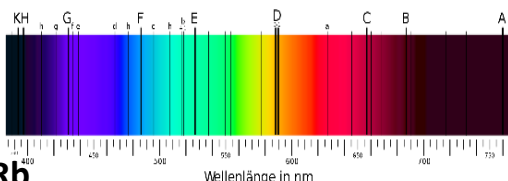







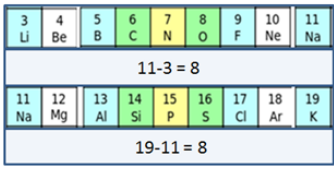
Friedrich August Kekulé [4]
1829-1896
Chemiker




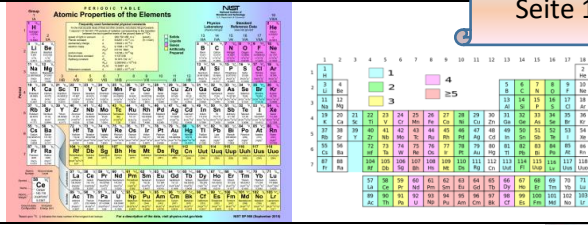







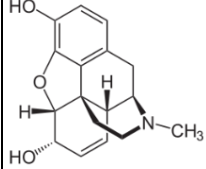


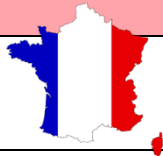

James Clerk Maxwell [2]
1831-1879
Physiker



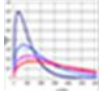


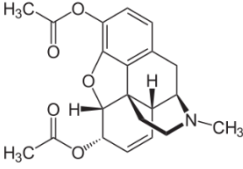


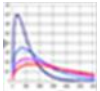









Ludwig Eduard Boltzmann [11]
1844-1906
Physiker

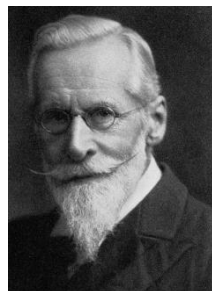

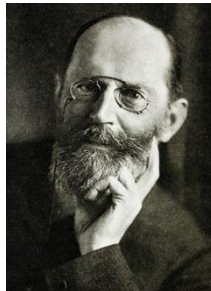
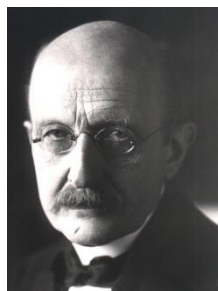
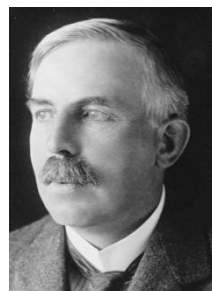

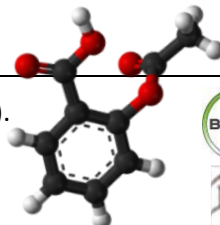





1860 PC	James Clerk Maxwell 1860 Ludwig Boltzmann 1868	 <p>Entwicklung der Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung und Energieverteilung [22]</p> 
1860 CAS	Kekulé	<p>Initiative zum ersten <i>“Internationalen Chemiker-Kongress”</i> mit 140 Teilnehmern in Karlsruhe [4]</p> 
1860 OC	Chemische Strukturformeln von Stoffen können aus der elementaren Zusammensetzung durch gedankliche Kombination ermittelt werden	
 1860 1861 AN	Gustav Robert Kirchhoff [17] Robert Wilhelm Bunsen	<p>Entwicklung der Spektralanalyse [4] Entdeckung von Cäsium und Rubidium [5] Cs Rb</p>  
1862 AC OC	Wöhler	<p>Calciumcarbid aus Calcium und Kohle → Entdeckung des Acetylens [1]</p>   
1863 AN	Johan Kjeldahl	<p>Entwicklung einer Methode zur quantitativen Bestimmung von Stickstoff</p> 
1863 BAY	Gründung der Firma Friedrich Bayer et. Comp. [4]	
1864 OC	<p>Schießbaumwolle in Ether/ Ethanol (1:2) gelöst (Kollodium) als Wundschnellverband [2]. Im Krimkrieg diente Kollodium als Beschichtung für Wunden.</p> 	
<p>PSE</p>  1864	John Alexander Reina Newlands [22]	 <p>Bei einem Intervall von 8 Elementen zeigen sich auffallende Ähnlichkeiten in den Eigenschaften → <i>“Gesetz der Oktaven”</i> [5]</p>






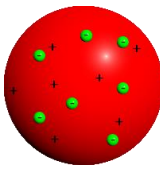








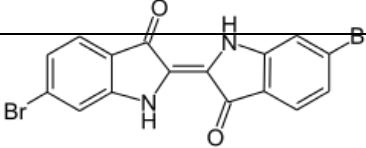










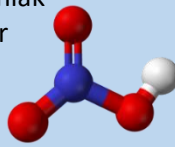



Epoche	1850 → moderne Chemie			Seite 2	
1864 PC	C.M. Guldberg Peter Waage Chemiker	Veröffentlichung des Massenwirkungsgesetzes			
1865 OC	Kekulé 	Veröffentlichung eines Vorschlags für die Struktur des Benzolrings, Grundlage für die Ableitung der Strukturen von aromatischen Verbindungen aus dem Steinkohlenteer [4]			
Na2CO3	Etablierung des Solvayverfahrens zur Herstellung von Soda [4] [22]				
1865 AC					
1865 BASF	Gründung der B adischen A nilin und S oda F abrik (BASF) [1]				
<div><div><p>Johann Wilhelm Hittorf 1824-1914 Chemiker</p></div><div><p>Alfred Nobel [4] [15] 1833-1896 Chemiker</p></div><div><p>Dmitri Iwanowitsch Mendelejew [4] [5] 1834-1907 Chemiker</p></div><div><p>Henri Moissan [5] 1852-1907 Chemiker</p></div></div>					
1865 PC	Josef Loschmidt 1821-1895	Bestimmung der Zahl an Molekülen in 1m³ Gas $L=2,687 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$			
 E 1865	Johann Wilhelm Hittorf	P Auskristallisation von violetter Phosphor			
1867 OC	Nobel	Das Produkt Dynamit wird patentiert [4]			
1867 CAS	Gründung der Deutschen Chemischen Gesellschaft				
 E 1868	Jules Janssen 1824-1907	He	Entdeckung der Spektrallinie 587,49 nm bringt den Hinweis auf ein neues Element [5]		
 E 1868	Joseph N. Lockyer 1836-1920 Sir Edward Frankland 1825-1899	He	Bestätigung der Spektrallinie von 587,49 nm. Als Namen für das neue Element wurde Helium vorgeschlagen [5]		
1869 OC	John Wesley Hyatt [2] 1837-1920		Verbesserung des thermoplastischen Kunststoffes Zelluloid zur Produktion von Billardkugeln in Amerika. Das Elfenbein für Billardkugeln konnte ersetzt werden. Trotz dieser Entwicklung nahm die Elefantenpopulation weiter drastisch ab.		

Epoche		1850 → moderne Chemie		Tafel VII Seite 1	
PSE  1869	Mendelejew [5] Lothar Meyer [5]	Entdeckung einer Periodizität bei den Elementen			
1869 OC	Heinrich Caro Carl Graebe C. Liebermann	Synthese des ersten natürlichen Farbstoffs – Alizarin [11]			
PSE  1869	Mendelejew	Sc	Voraussage des Elementes Eka-Bor mit der Ordnungszahl 21 (Scandium)		
PSE  1871	Mendelejew	Ga Ge	Voraussage der Elemente Eka –Aluminum mit der Ordnungszahl 31 (Gallium) und Eka-Silicium mit der Ordnungszahl 32 (Germanium) [5]		
1871 PC	James Clerk Maxwell		Veröffentlichung des Gedankenexperiments “Maxwellscher Dämon” 		
1873 PC	Johannes Diderik Van der Waals 1837-1923 Physiker		Erstellung der van der Waals – Zustandsgleichung [11] (1910 Nobelpreis für Physik) $R \cdot T = \left(p + \frac{a}{V_m^2} \right) \cdot (V_m - b)$ 		
1874 OC	Charles Romley Alder Wright		Durch die Strukturaufklärung bei verschiedenen Alkaloiden und Terpenen gelang die Konstitutionsaufklärung von Morphin. 		
H ₂ SO ₄ 1875 AC	Industrielles Kontaktverfahren mit Platin als Katalysator zur Schwefelsäureproduktion 				
E 1875	Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran	Ga	Herstellung von elementarem Gallium (“Patriotisches Element”) [3] 		
1876	O.N. Witt	Theorie der auxochromen und chromophoren Gruppen [11]			
1876	Nobel	Herstellung von Sprenggelatine mit Glycerinnitrat und Kollodiumwolle [4]			
1876-1878 PC	Josiah Willard Gibbs	Artikelserie mit dem Gesamttitel “On the Equilibrium of Heterogeneous Substances”, die als eine der größten Errungenschaften in der Physik des 19. Jahrhunderts angesehen wird und als Grundlage der Physikalischen Chemie gilt -> “Gibbs Helmholtz-Gleichung” [11] [22] $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ 			
1877 PC	Ludwig Eduard Boltzmann	Arbeit Über die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung “Boltzmannsche Entropieformel” $S = k_B \cdot \ln(\omega)$ [22]			




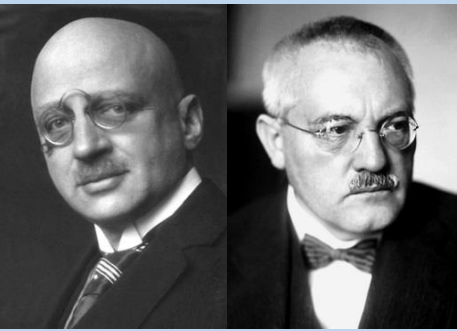







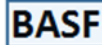

Epoche	1850 → moderne Chemie		
E 1879	Lars Fredrik Nilson	Sc	Entdeckung des Elementes Scandium (<i>"Patriotisches Element"</i>) [3]
E 1882	Luigi Palmieri	He	Nachweis von Helium auf der Erde durch Spektralanalyse von Vesuv Lava
<div> <div>Hermann von Helmholtz [11] 1821-1894 Physiologe /Physiker </div> <div>Josiah Willard Gibbs [11] 1839-1903 Physiker </div> <div>Svante August Arrhenius [11][22] 1859-1927 Physiker/Chemiker </div> <div>Agnes Pockels 1862-1935 Chemikerin </div> </div>			
1882 PC	Agnes Pockels 1862-1935	Erfindung einer Schieberinne zur Untersuchung von Oberflächen (1932 Ehrendoktorwürde der Universität Braunschweig)	
1882 1883 PC	Helmholtz	Drei Abhandlungen über die <i>"Thermodynamik chemischer Vorgänge"</i> Anwendung der Hauptsätze der Thermodynamik auf die Elektrochemie. Einführung des Begriffs der freien Energie → <i>"Gibbs Helmholtz-Gleichung"</i> $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ [11] [22] 	
1883 CAS	Hans Heinrich Landolt 1831-1910 Chemiker	 	Physikalische-chemische Tabellen (<i>"Landolt-Börnstein"</i>), einbändiges Handbuch mit 280 Seiten [11] CAS
1885 PC	Henry Le Chatelier	Gesetz zur Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten <i>Gesetz des kleinsten Zwanges</i> [22] 	
E 1886	Clemens Winkler	Ge	Entdeckung des Elementes Germanium (<i>"Patriotisches Element"</i>) [3] 
1886 AC	Hans Heinrich Landolt	Ausführliche Versuche zur Iodbildung über die Zeitreaktion (<i>Landolt-Reaktion</i>) 	
E 1886	Henry Moissan	F	Darstellung des Elementes Fluor [5] (1906 Nobelpreis für Chemie) 
1889 PC	Walther Nernst [11] 1864-1941 Chemiker Physiker		Nernst-Gleichung [11] $E = E^{\circ} + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \ln \left(\frac{[Ox]}{[Red]} \right)$ 
1889 PC	Svante Arrhenius	Arbeiten zur Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit [11] <i>Arrheniusgleichung</i> $k = k_0 \cdot \exp \left(\frac{-E_a}{R \cdot T} \right)$ 	










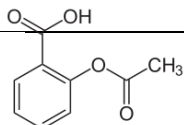





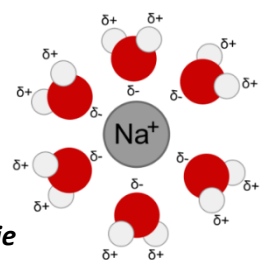


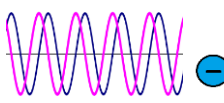

Epoche	1850 → moderne Chemie	
1891 PC	Nernst	Nernstsches Verteilungsgesetz [11] $K = \frac{c(E)}{c(R)} = \frac{n(E) \cdot V(R)}{n(R) \cdot V(E)}$ 
1892 AC OC	Thomas Willson	Erfindung einer wirtschaftlichen Methode zur Gewinnung von Calciumkarbid [22]  
1893 BAY OC	Felix Hoffmann [21]	Darstellung von Diacetylmorphin (Heroin) [11] aus Morphin mit Essigsäureanhydrid bei der Firma Bayer  
1894 PC	Wilhelm Ostwald 1853-1932 Chemiker / Philosoph 	Einführung des Begriff Mol für die Stoffmenge [22] (1909 Nobelpreis für Chemie für Arbeiten zur Katalyse) 
1894	Karbidlampen [11] an Gebäuden	
 1895	Sir William Ramsay [11]	He Gewinnung von Helium aus einem Uranmineral (Zusatz von Mineralsäuren und Isolierung des Gases)
ZU  1895	Conrad Röntgen [20] 1845-1923 Physiker 	 Entdeckung der Röntgenstrahlung [20] (erster Physik Nobelpreis 1901)
1896 OC	Emil Albert Knoevenagel	Darstellung ungesättigter Carbonylverbindungen (Knoevenagel-Reaktion)[11] 
1896 BAY	Bayer entwickelt das Verfahren zur Gewinnung von Diacetylmorphin und lässt das neue Pharmaprodukt unter den Markennamen Heroin [21] schützen.	
1896	Karbidlampen sind in Gebrauch an Fahrrädern und anderen Fahrzeugenidlampen	
1896 NO	Alfred Nobel [18]	 Veröffentlichung des Testaments von Alfred Nobel [4] [18] 
AM  1897 AN	Sir Joseph John Thomson Emil Wiechert	Nachweis des Elektrons [11] bei der Untersuchung von Kathodenstrahlen und Pionierarbeiten zur Entwicklung des Massenspektrometers (John Thomson, 1906 Nobelpreis für Physik) 









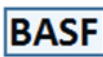

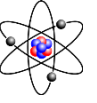

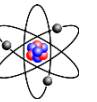

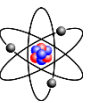
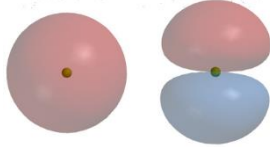




Epoche		1850 → moderne Chemie				
		William Crookes [11] 1832-1919 Physiker /Chemiker	Jacobus Henricus van't Hoff [4] 1852-1911 Chemiker	Hermann Emil Fischer [4] 1852-1919 Chemiker	Max Planck [11] 1858-1947 Physiker	Ernest Rutherford [5] 1871-1937 Chemiker
						
AM  1897	Ernest Rutherford [5]	Die ionisierende Strahlung des Urans besteht aus mehreren Teilchen				
1898 BAY OC	Felix Hoffmann [21]	Herstellung von reiner Acetylsalicylsäure (Aspirin). Der tatsächliche Erfinder war vielleicht Ernst Arthur Eichengrün				
						
Cl₂ 1898	Einführung der elektrolytischen Chlorfabrikation in Ludwigshafen (Chloralkalielektrolyse)					
AM  E 1898	[5] Marie Curie 1867-1934 Physikerin /Chemikerin Pierre Curie 1859-1906 Physiker				Ra Isolierung des Radiums aus Pechblende	
1898 CAS	William Crookes	Rede vor der British Association for the Advancement of Science in Bristol. Bis zum Jahr 1918 kann die Nachfrage nach Düngemitteln nicht mehr gedeckt werden, es droht eine katastrophale Hungersnot.				
AM  1900	Max Planck	Entdeckung des Planckschen Wirkungsquantums [11] 1919 Nobelpreis für Physik für das Jahr 1918				
1900 BAY	Bayer in Leverkusen					
1901 BC	Jökichi Takamine	Isolierung des blutdrucksteigernden Wirkstoffs Adrenalin aus wässrigen Extrakten der Nebenniere [21]				
1901 NO	Röntgen [20]	Nobelpreis für Physik für die Entdeckung der Röntgenstrahlung				
1901 NO	van 't Hoff	Erster Nobelpreis für Chemie. Untersuchungen zur Chiralität des Kohlenstoffs, Reaktionskinetik, Avogadrogesetz für Lösungen				


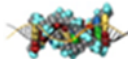



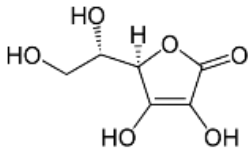




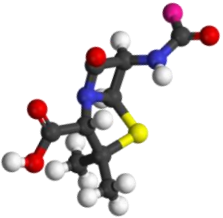



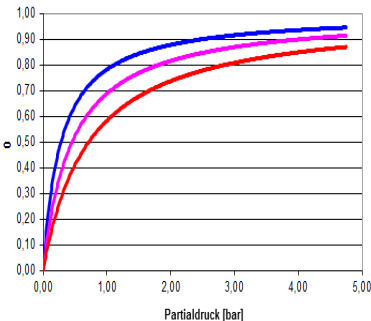








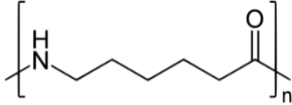

Epoche	1850 → moderne Chemie	
1902 BC	Fischer Hofmeister	Hypothese über den Aufbau der Proteine durch Säureamidbindung 
1902 OC NO	Fischer	Nobelpreis für Chemie, für die bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiet der Zuckerchemie (Fischerprojektionen), Fischer gilt als Begründer der Organischen Chemie [22]  
AM  1903	Joseph John Thomson [11] 1856-1940 Physiker	  Erstes Atommodell, das den Atomen eine innere Struktur zuschreibt (Rosinenkuchenmodell)
AM  1903 NO	Ernest Rutherford	Chemische Elemente können durch radioaktiven Zerfall in Elemente mit kleinerer Ordnungszahl übergehen. Einteilung der Radioaktiven Strahlung in α -Strahlung β -Strahlung und γ -Strahlung (1908 Nobelpreis für Chemie) [11] 
1903 PC NO	Arrhenius	1903 Nobelpreis für Chemie für die Theorie über die elektrolytische Dissoziation  
AM  1903 NO	Pierre Curie Marie Curie Antoine Henri Becquerel	Nobelpreis für Physik für Arbeiten auf dem Gebiet der Radioaktivität  
1903 OC	6,6'-Dibromindigo wurde erstmals synthetisiert (Purpur)	  
NH ₃ 1904 AC PC	Fritz Haber [4]	Beginn mit den Arbeiten zur Ammoniaksynthese (1918 Nobelpreis für Chemie)   
1905 PC	Walther Nernst	Formulierung des dritten Hauptsatzes der Thermodynamik 
1906 NO	John Thomson Henry Moisan	Nobelpreis für Physik für die Forschungen über die elektrische Leitfähigkeit von Gasen / Nobelpreis für Chemie Fluorgewinnung 
1907 PC	Walther Nernst	Beschreibung von Diffusionsschichten (Nernstsche Diffusionsschicht) 
1907 CAS	Gründung der Chemical Abstracts Service (CAS) [11]  	
1908 NO	Rutherford	Nobelpreis für Chemie, für die Untersuchungen zum Zerfall der Elemente 
NH ₃ 1908 1909 AC PC NO	Wilhelm Ostwald [9] [10] [16]	Großtechnische Herstellung von Salpetersäure durch Oxidation von Ammoniak (1909 Nobelpreis für Chemie (Arbeiten zur Katalyse, Gleichgewichtseinstellung und Reaktionsgeschwindigkeiten) (Patent zum Ostwaldverfahren 1902)    
1909	Peter Lauritz Sørensen	Erfindung der pH-Skala (pH von <i>potentia Hydrogenii</i>)

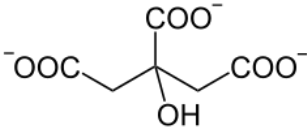
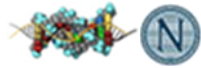

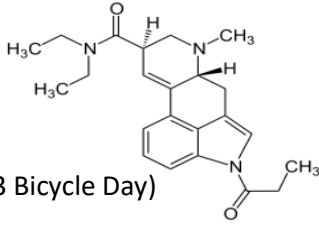
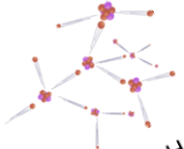
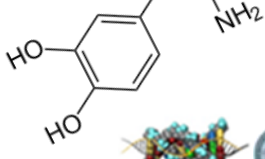
Epoche		1850 → moderne Chemie		Tafel IX Seite 2	
1909 OC	Paul Friedländer	Bestimmung der Struktur des Purpurs als Dibromindigo			
1909	Perrin [11]	Die Zahl der Teilchen in 1 mol Stoff soll als Avogadrokonstante benannt werden $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$			
1910 BC	Maud Leonora Menten 1879-1960 Medizinerin Leonor Michaelis 1875-1949 Biochemiker/ Mediziner	<div>Entwicklung der Michaelis-Menten-Theorie als mathematisches Modell zur Beschreibung der Enzymkinetik</div> <div>$E + S \xrightleftharpoons{k_1} [ES] \xrightarrow{k_2} P + E$<div>[11]</div></div>			
AM 1910 AM NO	Robert Andrews Millikan 1868-1953 Physiker		<div>Bestimmung der Elementarladung [11]</div> <div>(1923 Nobelpreis für Physik)</div> <div>$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ </div>		
AM 1911	Rutherford	<div>Streuversuche mit α-Teilchen auf Goldfolie.</div> <div>Das Atom ist fast leer. Der Durchmesser des Atomkerns ist etwa 10.000 mal kleiner als das Atom selbst - > Neues Atommodell [11]</div>			
AM 1911 NO	Marie Curie			<div>Po</div> <div>Nobelpreis für Chemie, für die Entdeckung des Poloniums [11]</div>	
1911 NO	Heike Kamerlingh Onnes Physiker	<div>Entdeckung des Phänomens der Supraleitung am Quecksilber (1913 Nobelpreis für Physik [11])</div>			
1912 OC	Louis Camille Maillard 1878-1953 Mediziner/ Chemiker		<div>Studien zur Reaktionen von Aminosäuren mit Zuckern – Maillardreaktionen [11] [27]</div> <div></div>		
1912 OC NO	Victor Grignard 1871-1935 Chemiker		<div>$R^1-C(=O)-R^2 + \begin{matrix} \delta^- \\ Br \\ \\ Mg \\ \\ R^3 \\ \delta^+ \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} R^1-O-Mg-Br \\ \\ R^2 \\ \\ R^3 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} R^1-O-H \\ \\ R^2 \\ \\ R^3 \end{matrix} + H_2O - MgBrOH$</div> <div>Nobelpreis für Chemie (Grignard Reaktion [11])</div>		

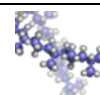
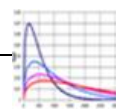
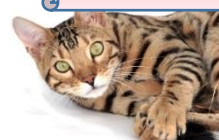
Epoche	1850 → moderne Chemie		
AM  1913	Niels Bohr 1885-1962 Physiker [12]		Bohrsche Postulate [5], Bohrsches Atommodell , Quantelung der Energie. (1922 Nobelpreis für Physik)
PSE  1913	Henry Moseley 1887-1915 Physiker	Moseleysches Gesetz [5]	Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl eines Elementes und den Frequenzen von charakteristischen Spektrallinien elektromagnetischer Strahlung
NH₃ 1913 BASF NO	[9] Fritz Haber [4] 1868-1934 Chemiker Carl Bosch [4] 1874-1940 Chemiker Techniker		Erste Anlage zur Ammoniakproduktion bei der BASF  Nobelpreis für Chemie (an Haber 1918) (an Bosch 1931)  
 1914	Percy Bridgman	P 	Entdeckung des schwarzen Phosphors
1914	Haber	 	Forschungen zum Einsatz von Giftgas als Waffe im 1. Weltkrieg [4]
1914	Nernst-Duisberg-Kommission [4]	Einsatz der Kommission zur Erforschung von chemischen Kampfstoffen und Erprobung am Gegner durch den deutschen Generalstab	
1914 BASF	Salpeter-versprechen [4]	In enger Abstimmung mit Carl Duisberg und Emil Fischer einigten sich Bosch (für die BASF) und die Oberste Heeresleitung Ende 1914 auf einen Vertrag, der Abnahmegarantien und ein Darlehen von 35 Millionen Mark seitens des Reiches vorsah, wodurch der Bau entsprechender Anlagen (Ammoniak, Salpetersäure) ermöglicht wurde. 	
1914 1915	[14] Clara Immerwahr 1870-1915 Chemikerin		Die Chemikerin und Menschenrechtlerin kämpft einen verzweifelten und hoffnungslosen Kampf gegen die Entwicklung und den Einsatz von Chemiewaffen. Protest gegen den Einsatz von Giftgas aus den Forschungsergebnissen ihres Mannes Haber, Selbsttötung 1915



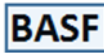


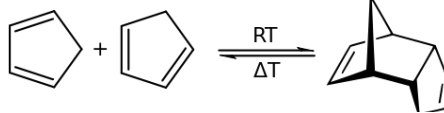


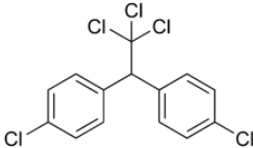
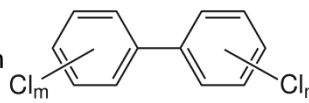




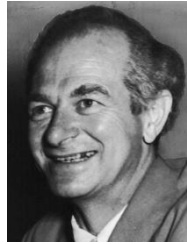
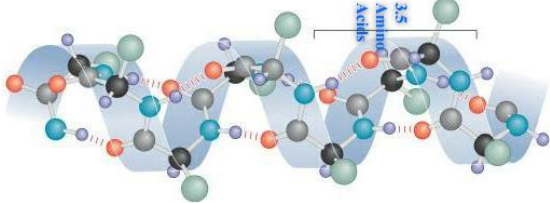
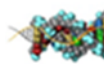




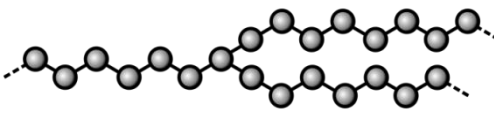


Epoche	1850 → moderne Chemie		
AM  1915	Theorie zur Edelgaskonfiguration und Oktettregel		
Cl₂ 1915		Gasangriff der Deutschen mit Chlorgas zum Auftakt der zweiten Flandernschlacht im 1. Weltkrieg [1] [4]	
1916	Wilhelm Lommel Wilhelm Steinkopf	Vorschlag zum Einsatz von Senfgas als Kampfstoff <chem>ClCCSCC(Cl)Cl</chem> (LOST [11])	
AM  1916	Arnold Sommerfeld	Bohr-Sommerfeldsches Atommodell [11]	
1918 AN	Arthur Jeffrey Dempster	Entwurf des ersten modernen Massenspektrometers	
1919 CAS	Gründung der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) [11]		
1920 AN	Fritz Feigl	 Promotion "Über die Verwendung von Tüpfelreaktionen in der quantitativen Analyse" Wegbereiter der Chromatographie	
1921 NO	Nernst	1921 Nobelpreis für Chemie für die Arbeiten zur Thermochemie	
1921 BASF	Explosion im Werk Oppau der BASF, 500 Menschen kamen dabei ums Leben		
1921 BAY	Firma Bayer meldet ein Patent an, auf der das heutige Verfahren zur Herstellung von Aspirin beruht.		
1922 NO	Albert Einstein	Nobelpreis für Physik (für das Jahr 1921) für die Entdeckung des Gesetzes des Photoelektrischen Effektes	
1923 AN NO	Fritz Pregl	Nobelpreis für Chemie, für die Entwicklung der Mikroanalyse von organischen Substanzen	
1923 PC	Peter Debye 1884-1966 1936 Nobelpreis für Chemie 	Erich Hückel 1896-1980 Chemiker/Physiker 	Lars Onsager 1903-1976 Physikochemiker 1968 Nobelpreis für Chemie  Debye-Hückel-Onsager-Theorie zu den Eigenschaften verdünnter Elektrolytlösungen [11] 
AM  1924 NO	Louis de Broglie	Postulation der Materiewellen Welle/Teilchen-Dualismus (1929 Nobelpreis der Physik) De Broglie - Wellenlänge [12]	 

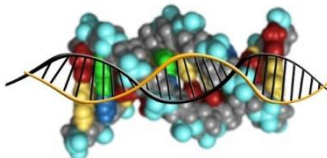
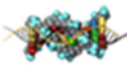


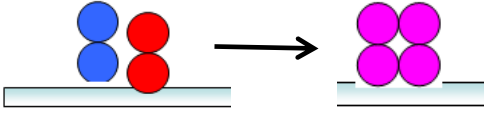




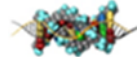
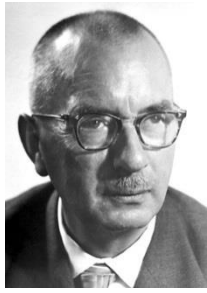



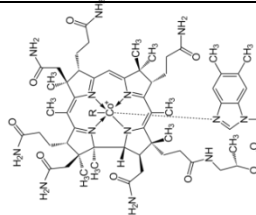
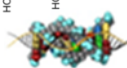

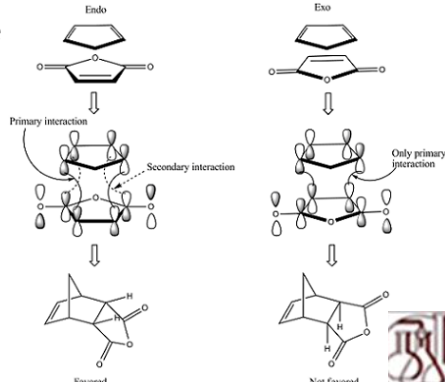


Epoche	1850 → moderne Chemie			
AM 	Erwin Schrödinger 1887-1961 Physiker 	Max Born 1882-1970 Physiker 	Wolfgang Ernst Pauli 1900-1958 Physiker 	Werner Karl Heisenberg 1901-1976 Physiker 
Entwicklung der Quantenmechanik und Wellenmechanik [12]				
AM 	Pauli Friedrich Hund	Formulierung des Ausschließungsprinzips (Pauliverbot). Alle Elektronen eines Atoms unterscheiden sich voneinander, keines gleicht einem anderen (1945 Nobelpreis der Physik)  Entwicklung der Hundschen Regeln [11]		
1925 BASF BAY		Gründung der I.G. Farben aus einer Vielzahl von Chemieunternehmen [4]  		
AM 	Werner Karl Heisenberg	Heisenbergsche Unschärferelation: zwei komplementäre Eigenschaften eines Teilchens sind nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmbar (1932 Nobelpreis für Physik) $\Delta p \geq \frac{h}{4 \cdot \pi}$ [12] 		
AM 	Erwin Schrödinger	Entwicklung der Wellenmechanik – Schrödinger-Gleichung [12] (1933 Nobelpreis für Physik, zusammen mit Paul Dirac) $H \cdot \Psi = E \cdot \Psi$ 		
AM 	Max Born	Statistische Interpretation der Quantenmechanik → Verständnis der chemischen Bindung 1954 Nobelpreis für Physik  		
1926	Albert Einstein 1879-1955 Physiker 	Brief von Albert Einstein an Max Born: <i>„Die Quantenmechanik ist sehr achtunggebietend. Aber eine innere Stimme sagt mir, daß das noch nicht der wahre Jakob ist. Die Theorie liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. Jedenfalls bin ich überzeugt, daß der nicht würfelt.“</i>   <i>“Gott würfelt nicht“ [12]</i>		

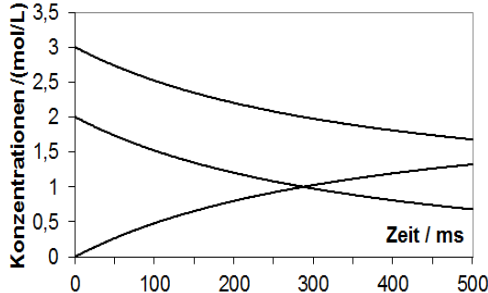
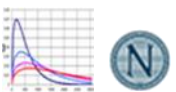






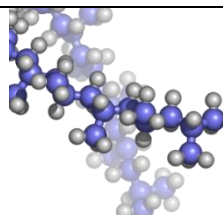
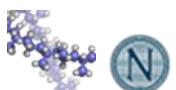

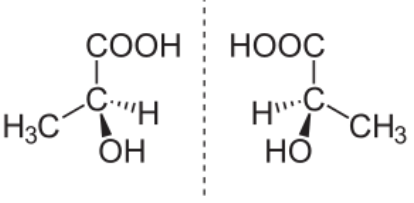

Epoche	1850 → moderne Chemie	
1926 PC BC NO	The Svedberg Chemiker	Nobelpreis für Chemie für die Arbeiten über disperse Systeme   
H₂SO₄	Produktion von Schwefeltrioxid nach dem Kontaktverfahren [10] mit Vanadiumpentoxid als Katalysator (Chemico)	
1927		
AM  1927	Bohr Heisenberg Born	Formulierung der Kopenhagener Deutung [12] 
1928 OC NO	Albert von Szent-Györgyi Nagyrápolt	 Isolierung des Vitamin C [21] (1937 Nobelpreis für Physiologie oder Medizin)  
ZU  1928 BC NO	Alexander Fleming [21] 1881-1955 Bakteriologe	 Entdeckung des Penicillins (1945 Nobelpreis für Medizin) zusammen mit Howard Walter und Ernst Boris Chain  
1931 BAY	Bayer entfernt Heroin aus der Produktpalette 	
1932 PC NO	Irving Langmuir [11] 1881-1957 Chemiker Physiker	  Nobelpreis für Chemie, für die Entdeckungen und Arbeiten zur Oberflächenchemie  
 1933 NO	Irene Joliot Curie [11] 1897-1956 Physikerin	 N Präsentation eines neuen radioaktiven Elements, ein Isotop des Stickstoffs (1934 Nobelpreis für Chemie, gemeinsam mit ihrem Mann Frederic Joliot)  
 1934 NO	Harold Clayton Urey [11]	H Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung des schweren Wasserstoffs (1931) 
1935 PO	Wallace Hume Carothers [1]	 Der Pionier auf dem Gebiet der Polykondensationsreaktionen entwickelt das Nylon [22] 



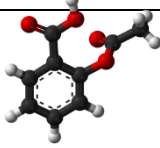
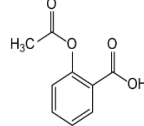
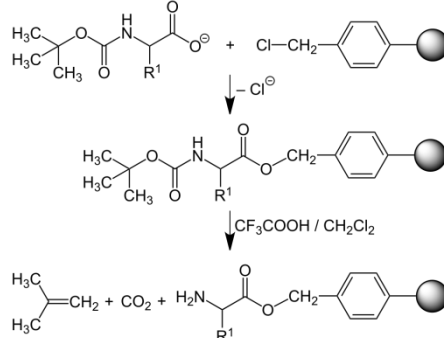


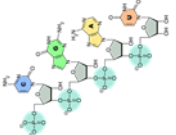
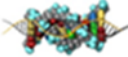




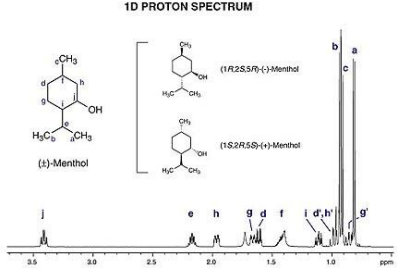





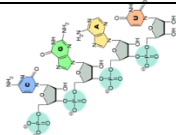
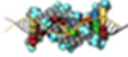


Epoche	1850 → moderne Chemie	
1935	Erwin Schrödinger	Gedankenexperiment "Schrödingers Katze" [12]
1935 PC	Henry Eyring 1901-1981	Eyring-Theorie [22]: Veröffentlichung der Theorie zum aktivierten Komplex bei chemischen Reaktionen
1936 PC NO	Peter Debye [22]	Nobelpreis für Chemie für die Forschungsarbeiten über Dipolmomente
1937 BC NO	Sir Hans Adolf Krebs 1900-1981 Mediziner Biochemiker	Entdeckung des Citratzyklus (Krebszyklus) [22] (1953 Nobelpreis für Physiologie oder Medizin)  
1938	Konrad Zuse 1910-1995 Bauingenieur Unternehmer	Zuse stellt den Z1 fertig, die erste binär rechnende Maschine
1940 PO	Dupont verkauft die ersten fünf Millionen Paar Nylonstrümpfe („N-Day“) in ausgewählten Geschäften in US-amerikanischen Metropolen.	
1940 NO	George Hevesy	Auflösen von Physiknobelmedaillen in Königswasser [22] [23]
1941	Konrad Zuse	Zuse fertigt den Z3, die erste elektromechanische, frei programmierbare Rechenmaschine. Das Angebot Zuses an die Armee einen elektronischen Rechner zu bauen, wurde abgelehnt.
1943 NO	George Hevesy	Nobelpreis für Chemie für die Methode der Isotopenmarkierung [22]
ZU  1943 OC	Albert Hofmann [22] 1906-2008 Chemiker	Entdeckung des LSD [22] (19.04.1943 Bicycle Day) 
1945 NO	Wolfgang Pauli	Nobelpreis für Physik für die Formulierung des Ausschließungsprinzips [12]
1945 NO	Otto Hahn 1879-1968 Chemiker	Nobelpreis für Chemie (für das Jahr 1944) für die Entdeckung der Kernspaltung (radiochemischer Nachweis) [11]
	Alexander Flemming	Nobelpreis für Medizin für die Entdeckung des Penicillins 
1946 BC NO	Ulf Svante von Euler-Chelpin	Entdeckung von Noradrenalin als chemischer Informationsübermittler in den Nervenfasern (1970 Nobelpreis für Physiologie der Medizin) [11] 






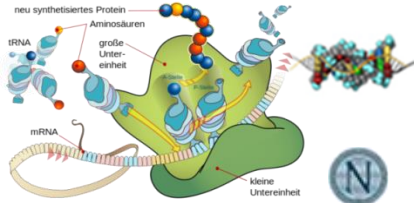









Epoche	1850 → moderne Chemie			Tafel XII Seite 2
1947 BASF BAY	<div></div> <div>IG-Farbenprozess vor einem US-amerikanischen Militärgericht Anklagepunkte: Kriegsverbrechen, Verbrechen gegen den Frieden, Einleitung und Führung von Angriffskriegen, Verbrechen gegen die Menschlichkeit im dritten Reich. Die IG-Farben setzte während des Krieges KZ-Häftlinge aus Auschwitz zur Zwangsarbeit ein [19]</div> <div></div>			
1949 CAS	Gründung der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) [111]			CAS
Reaktion (1928) [22] 1950 OC NO	Otto Diels 1876-1954 Chemiker Kurt Alder 1902-1958 Chemiker	 	 Nobelpreis für Chemie, für die [4+2]-Cycloaddition Diels-Alder-Reaktion  	
1950-1960 OC		Produktion vieler schwer abbaubarer Chlorverbindungen DDT (Insektizid) [11] PCB (gehört zu den "dreckigen Dutzend") 		
1950 BAY	Neuaufbau von Bayer			 
E 1950	Nb IUPAC legt den Namen Niob für das Element Columbium fest			
1950 BC NO	Linus Carl Pauling 1901-1994 Chemiker [22]		 Entdeckung der α -Helix bei Proteinen durch Röntgenstrukturanalyse (1954 Nobelpreis für Chemie)  	
E	Es Entdeckung des künstlichen Elements Einsteinium [6] nach dem Test der ersten amerikanischen			
1952 OC	Stanley Miller H.C. Urey	Miller Urey-Versuch, künstliche Uratmosphäre zur Synthese von organischen Molekülen [22]		
1953 PO NO	Hermann Staudinger 1881-1965 Chemiker [22]		Nobelpreis für Chemie, für die Entdeckungen auf dem Gebiet der makromolekularen Chemie   	

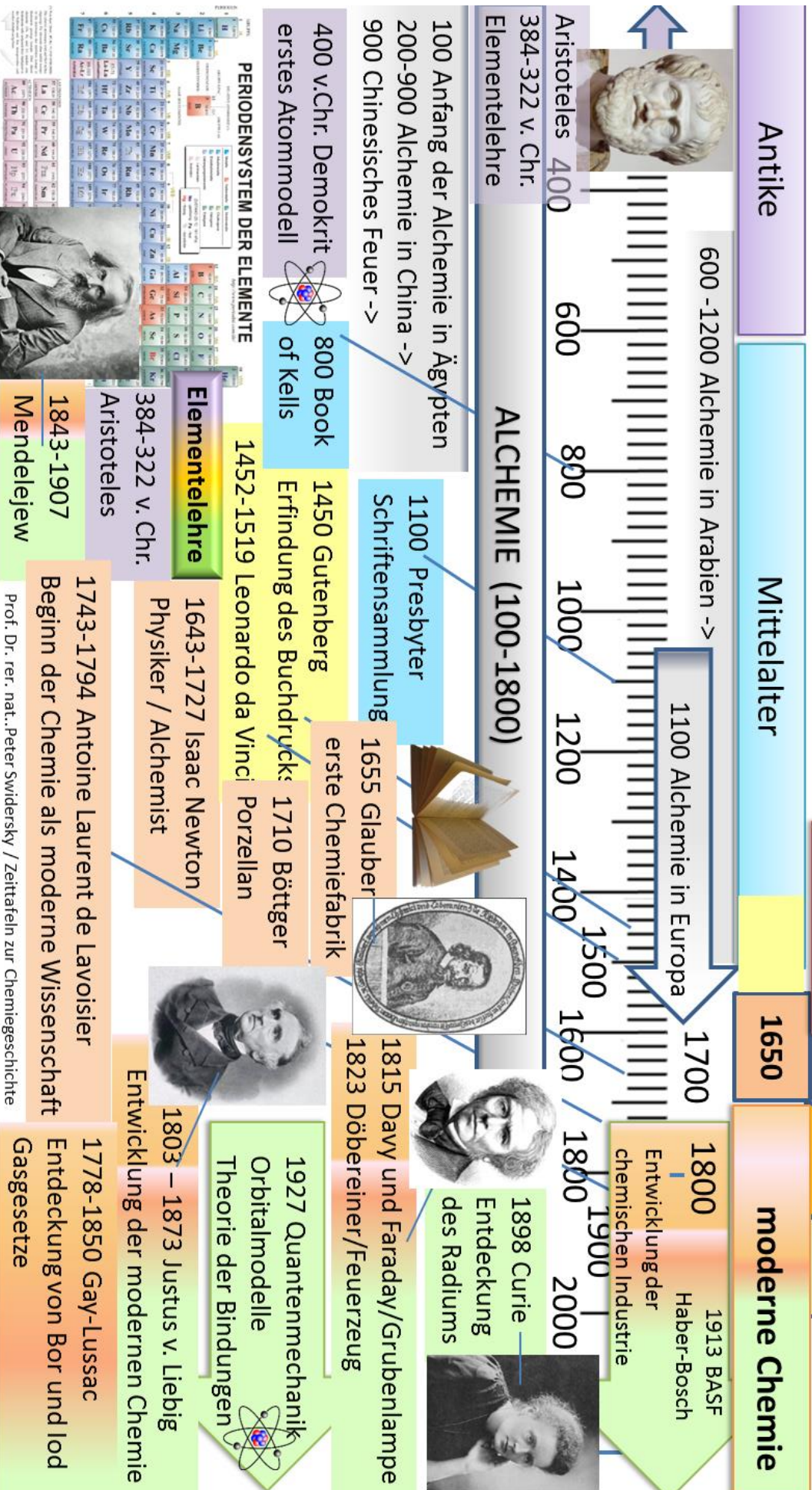
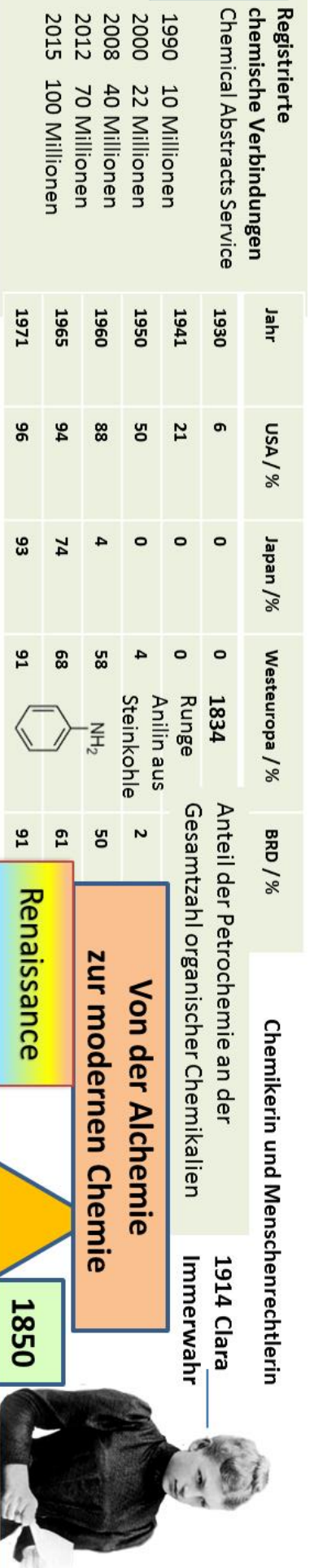
Epoche	1850 → moderne Chemie	
1953 BC NO	Francis Crick James Watson Maurice Hugh Frederick Wilkins	 <p>Veröffentlichung der Molekularstruktur der Desoxyribonukleinsäure [22] (1962 Nobelpreis für Medizin oder Physiologie)</p>  
1956 PC	Cyril Norman Hinshelwood 1897-1967 Chemiker	 <p>Nobelpreis für Chemie zusammen mit Semenov, für die Erforschung der Mechanismen chemischer Reaktionen [11]</p>  
1959 PC AN NO	Jaroslav Heyrovský 1890-1967	<p>Nobelpreis für Chemie, für die Entwicklung der Polarographie [11]</p>   
Cl ₂ 1960 BAY	Bayer Material Science zählt zu einer der weltweit größten Chlorproduzenten	
1961 BC	Marshall Warren Nirenberg Har Gobind Khorana	<p>Poly-U-Experiment (erste Identifikation eines genetischen Codes) (1986 Nobelpreis für Physiologie oder Medizin)</p> 
1963 PO NO	Karl Ziegler 1898-1973 Chemiker Giulio Natta 1903-1979 Chemiker	  $\text{Cl}_3\text{Ti-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-P} \longrightarrow \text{Cl}_3\text{Ti-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-P} + \text{H}_3\text{C-CH=CH}_2$ <p>Nobelpreis für Chemie, für die Reaktionen zur Chemie der Hochpolymere (Ziegler-Natta-Verfahren) [22]</p>  
1964 BC NO	Dorothy Crowfoot Hodgkin [21] 1910-1994 Chemikerin	<p>Nobelpreis für Chemie, für die röntgenologische Analyse und Strukturaufklärung von Vitamin B12 [21]</p>   
1965 OC NO	Robert Burns Woodward 1917-1979 Chemiker Roald Hoffmann 1937 Chemiker	<p>1965 Nobelpreis für Chemie Robert Burns Woodward</p> <p>1981 Nobelpreis für Chemie Roald Hoffmann mit Fukui Ken'ichi</p> <p>Woodward-Hoffmann-Regeln [11]</p>   

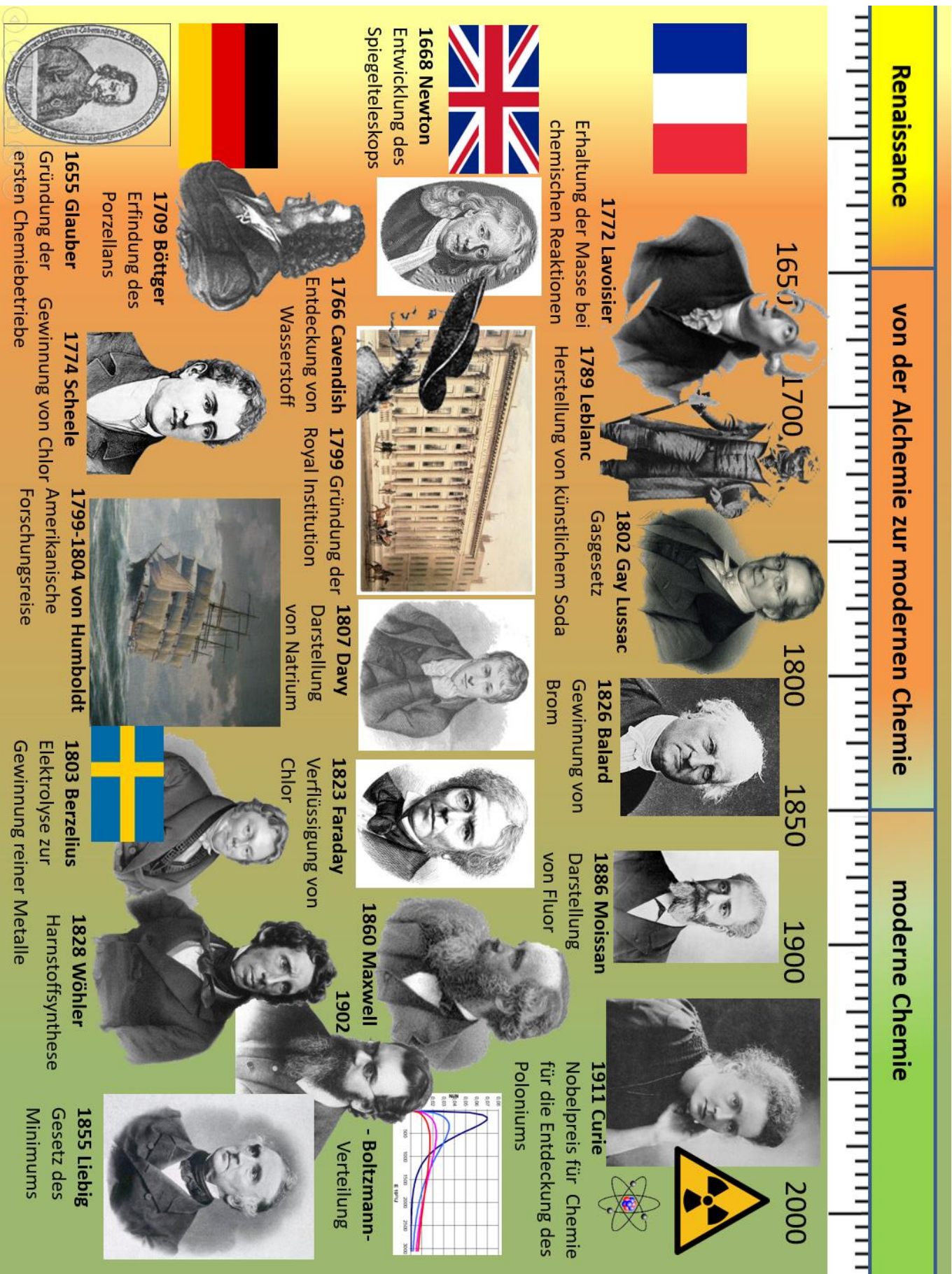
Epoche	1850 → moderne Chemie	
1967 PC NO	Manfred Eigen R. George Wreyford Norrish G. Porter	 <p>Nobelpreis für Chemie, für die Untersuchungen zu schnellen chemischen Reaktionen [11]</p> 
1967		Der erste elektronische, handflächengroße Taschenrechner wurde 1967 von Texas Instruments entwickelt.
1967 AN	Csaba Horvath	Bau der ersten modernen HPLC –Apparatur [22] 
1968 PC	Vorstellung der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion auf einer Konferenz [22] 	
1968 PC NO	Lars Onsager	Nobelpreis für Chemie für die Onsagerschen Reziprozitätsbeziehungen [11] 
1970	Einführung der ersten Computerchemie-Software Gaussian 70	
1970		Einführung der SI-Einheit Watt in der BRD für die Leistung, benannt nach James Watt (1736-1819), dem schottischen Erfinder, der eine erhebliche Verbesserung des Wirkungsgrades von Dampfmaschinen erzielte.
1970	John. E. Franz	Entdeckung von Glyphosphat als Herbizid [22]
1971	John Wesley Hyatt 1837-1920	 Aufnahme in die Hall of Fame des Billard Congress of America Für die Entwicklung der Billardkugeln aus Zelluloid
1971	Einführung des Mol als letzte SI-Basiseinheit [11]	
1974 PO NO	Paul Flory 1910-1985	 <p>Nobelpreis für Chemie, für die grundlegenden Leistungen in der physikalischen Chemie der Makromoleküle, sowohl theoretisch als auch experimentell. [11]</p> 
1974		Vor allem Hewlett Packard und Texas Instruments entwickelten ab 1974 auch programmierbare Taschenrechner
1975 OC NO	Vladimir Prelog 1906-1998 Chemiker	 <p>Nobelpreis für Chemie, für die Forschungen in der Stereochemie organischer Moleküle und Reaktionen“ [11]</p> 

Epoche	1850 → moderne Chemie	
1977 PC NO	Ilya Prigogine 1917-2003 Chemiker	Nobelpreis für Chemie, für den Beitrag zur irreversiblen Thermodynamik, insbesondere zur Theorie der "dissipativen Strukturen" [11]  
1977	Aspirin wird in die Liste der unentbehrlichen Arzneimittel der WHO aufgenommen	 
1984 OC NO	Robert Bruce Merrifield Chemiker	Nobelpreis für Chemie, für die einfache und geniale Methode zur Herstellung von Peptiden und Proteinen" (Merrifield-Synthese)   
1990 BC		Start des Humangenomprojektes 
1990 OC NO	Elias James Corey Chemiker	Nobelpreis für Chemie für die Entwicklung der Theorie und Methodik der Synthese organischer Verbindungen – Retrosynthese [11]  
1990 CAS	CAS (Chemical Abstracts Service) 10 Millionen registrierte chemische Verbindungen	 
1991 AN NO	Richard Robert Ernst 1933 Chemiker	Nobelpreis der Chemie, für die Beiträge zur Entwicklung der hochauflösenden Kernresonanzspektroskopie, einer Methode zur Analyse von Molekülstrukturen   
 1997	Benennung des chemischen Elementes mit der Ordnungszahl 109 als Meitnerium , nach Lise Meitner Mt [6]	
 1997	Die weltweite Sodaproduktion beträgt 39 Millionen t/a. Soda ist für die moderne Welt ein wichtiger Rohstoff. Es wird zum Beispiel zur Glasherstellung, zur Herstellung von Bleichmitteln, Waschmitteln und bei der Papierherstellung verwendet.	
2000 CAS	CAS (Chemical Abstracts Service) 22 Millionen registrierte chemische Verbindungen	
2003 BC		Vollständige Entschlüsselung des menschlichen Genoms 
 2006 PO	Die weltweite Chlorproduktion beträgt 58.9 Millionen t/a. Chlor wird zur Herstellung vieler anderer Ausgangsstoffe verwendet, besonders für Vinylchlorid um daraus das Polymer PVC (Polyvinylchlorid) zu gewinnen.	

Epoche	1850 → moderne Chemie	
2005 OC NO	Yves Chauvin Howard Grubbs Royce Schock	Nobelpreis für Chemie für die Alkenmethasynthese [22] 
NH ₃ 2007 PC NO	Gerhard Ertl Physiker Chemiker	Nobelpreis für Chemie, für die Entwicklung der Oberflächenchemie, unter anderem der Aufklärung des Mechanismus zur Ammoniaksynthese [11] 
2008 CAS	Der Landolt-Börnstein [11] umfasst 350 Bände 	
2008 CAS		SciFinder [11] eine von CAS entwickelte angebotene Datenbank ist im Web präsent. 
H ₂ SO ₄ 2009	Die Schwefelsäureproduktion beträgt weltweit mehr als 200 Millionen Tonnen pro Jahr. Schwefelsäure ist die am meisten produzierte Chemikalie der Welt. Schwefelsäure ist <i>„das Blut der Chemie“</i> , und findet Anwendungen in sehr vielen Lebensbereichen, sie ist zum Beispiel in Autobatterien als Elektrolyt vorhanden.	
2009 BC NO	Ada Yonath Strukturbiologin	Nobelpreis für Chemie zusammen mit Venkatraman Ramakrishnan und Thomas A Steitz Für die Studien zur Struktur und Funktion des Ribosoms. 
2011 CAS	CAS (Chemical Abstracts Service) 22 Millionen registrierte chemische Verbindungen 	
NH ₃ 2013	Die weltweite Ammoniakproduktion beträgt 140 Millionen t / a. Die Ammoniaksynthese hat die Welt verändert. Sie benötigt 1,4 % des weltweiten Energiebedarfs, ernährt die Hälfte der Menschheit und ermöglicht die Produktion riesiger Mengen an Sprengstoff.	
2013 AN	Felix R. Fischer Michael Crommie	Erste Bilder der Molekülveränderung während einer chemischen Reaktion mit der Rasterkraftmikroskopie [22] 
2014 AN NO	Stefan Hell Eric Betzig William E. Moerner	Nobelpreis für Chemie Entwicklung supraauflösender Fluoreszenzmikroskopie 
2015 CAS	CAS / SciFinder 101 Millionen registrierte chemische Verbindungen, 66 Millionen Nukleotidsequenzen, 62 Millionen Reaktionen, 5,8 Milliarden Datensätze zu den registrierten Stoffen 	
2016 OC NO	Jean- Pierre Sauvage Fraser Stoddart Ben Feringa	Nobelpreis für Chemie für den Entwurf und die Synthese molekularer Maschinen 
2017 CAS	CAS / SciFinder: täglich werden 15.000 neue Substanzen registriert 	
2018 BC NO	Francis Hamilton Arnold	Nobelpreis für Chemie Für die gerichtete Evolution von Enzymen 

Geschichte der Chemie Tafelwerk Übersicht 1 Von der Antike bis zur Neuzeit





Literatur:

[1]

Otto Krätz, **Faszination Chemie**, 7000 Jahre Kulturgeschichte und Prozesse, Callwey, München, 1990, ISBN 3-7667-0984-4

[2]

Ernst F. Schwenk, **Sternstunden der frühen Chemie**, von Johann Rudolph Glauber bis Justus von Liebig, Verlag C.H. Beck, 1998, ISBN 3 406 420524

[3]

A.F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, **Anorganische Chemie**, Band 2, 103. Auflage, Nebengruppenelemente, Lanthanoide, Actinoide, Transactinoide, 2017 Walter de Gruyter-Verlag, ISBN 978-3-11-049573-7

[4]

Claus Priesner, **Chemie eine illustrierte Geschichte**, Theiss-Verlag, 2015, ISBN 978-3-8062-2977-6

[5]

Hans- Jürgen Quadbeck-Seeger, **Die Welt der Elemente, die Elemente der Welt**, Wiley-VCH, 2007, ISBN 978-3-527-31789-9

[6]

Theodore Gray, **Die Elemente, Bausteine unserer Welt**, Komet, 2010, ISBN 978-3-86941-000-5

[7]

Jörg Albrecht, **100 Jahre Haber-Bosch-Verfahren, Brot und Kriege aus der Luft**, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 14.10.2008

[8]

Justus von Liebig, **Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie**, neunte Auflage im Auftrage des Verfassers, herausgegeben von Dr.Ph Zöllner, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1876, REPRINT: Buchedition Alfred Strohle, Verlagsgruppe Deutscher Fachverlag, ISBN 3-86037-031-6

[9]

Jens Hagen, **Technische Katalyse, Eine Einführung**, VCH, Weinheim, 1996, ISBN 3-527-28723-X

[10]

A.F. Holleman, E. Wiberg, **Lehrbuch der Anorganischen Chemie**, Walter de Gruyter, 1985, ISBN 3-11-007511-3

[11]

Lexikon der Chemie, Römpp online, Thieme, 2017

[12]

Brian Clegg, **Quantentheorie in 30 Sekunden**, Libero IBP, 2015, ISBN 978-90-8998-490-6

[13]

Florian Neukirchen, **Von der Kupfersteinzeit zu den Seltenen Erden, Eine kurze Geschichte der Metalle**, Springer Spektrum, 2016, ISBN 978-3-662-49347-2

[14]

Erwin Starke, Der Tod von Clara Immerwahr, Das Chemie-Unglück, Der Tagesspiegel, 13.04.2015

[15]

Kenne Fant, aus dem Schwedischen von Wolfgang Butt, Alfred Nobel, Idealist zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Birkhäuser Verlag, 1995, ISBN 3-7643-5059-8

[16]

Jens Hagen, Chemiereaktoren, VCH, Weinheim, 2004, ISBN 3-527-30827-X

[17]

Kirchhoff Gustav Robert, Über das Ziel der Naturwissenschaften, Prorektoratsrede an der Universität Heidelberg am 22. November 1865, Vortrag zum Geburtsfeste des höchstseligen Großherzogs Karl Friedrich von Baden und zur akademischen Preisverteilung am 22. November 1865 / von G. Kirchhoff,– Heidelberg : Mohr, 1865,Seite 3 – 25, Elektronische Ausgabe erstellt von Gabriele Dörflinger, Universitätsbibliothek Heidelberg, 2013

[18]

Günther Klaus Judel, Die Geschichte von Liebig's Fleischextrakt, Zur populärsten Erfindung des berühmten Chemikers, Spiegel der Forschung 20. Jg./Nr. 1 • Oktober 2003

[19]

Auschwitz Birkenau – Museumsführer, Staatliches Museum Auschwitz-Birkenau in Oswiecim ISBN 978-83-60210-35-2

[20]

Albrecht Fölsing, Wilhelm Conrad Röntgen, Aufbruch ins Innere der Materie, Carl Hanser Verlag, 1995, ISBN 3-446-18053-2

[21]

K. C. Nicolaou, T. Montagnon, Molecules that Changed the World, Wiley-VCH, 2008, ISBN 978-3-527-30983-2

[22]

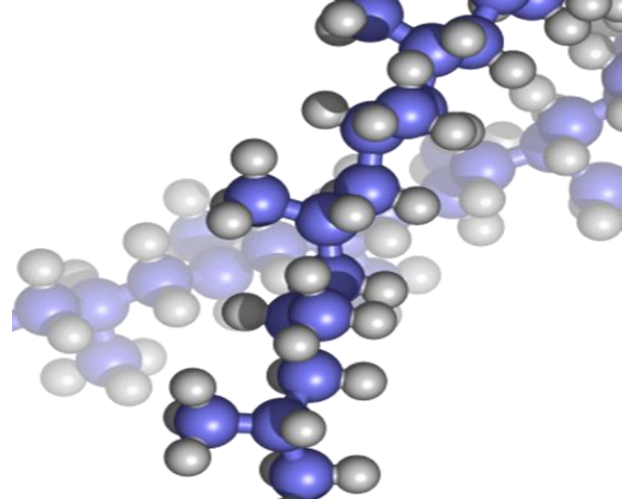
Derek b. Lowe, Das Chemiebuch, Vom Schießpulver bis zum Graphen,Libero, 2016, ISBN978-90-8998-832-4

[23]

Nobelpreismedaillen im Säurebad aufgelöst, Tagesanzeiger, 09.12.2014

[24]

M.E. Chevreul, A Chemical Study of Oils and Fats of Animal Origin, Translated and annotated by Albert J. Dijkstra, Edited by Gary R. List and Jaime Wisniak, 2009, ISBN 978-2-9533244-0-2



Verwendung, Urheberrechte und Lizenzen

Die **Zeittafeln zur Chemiegeschichte** unterliegen keiner Lizenzbeschränkung. Die Seiten dienen der Wissensverbreitung und können für jede nicht kommerzielle Nutzung im privaten Bereich, in Schulen, Instituten, Behörden und Hochschulen zur Vermittlung und Veranschaulichung der Chemiegeschichte oder chemischer Sachverhalte verwendet werden.

Sie sollen eine kostenfreie Möglichkeit darstellen, sich schnell einen Überblick über die historischen Entwicklungen in der Chemie verschaffen zu können. Diese kurze Übersicht zur Chemiegeschichte ist zu dem Zwecke entstanden, Interesse an der Chemie und ihrer Geschichte zu entfachen oder zu vertiefen. Mit den in der Geschichte enthaltenen faszinierenden Themen soll sie einen leichten Einstieg in die Wissenschaft der Chemie unter historischen Gesichtspunkten aus verschiedenen Blickwinkeln bieten.

Alle Bilder entstammen Dateien, die unter **freier Nutzung** verfügbar sind. Bilder die für die Bildcollagen verwendet wurden und die Bildcollagen selbst unterliegen keiner Lizenz-beschränkung. Die Seiten dürfen frei aber nicht kommerziell verwendet werden und nur nach Genehmigung des Autors auf einer Internetseite veröffentlicht werden.

Danksagung

Herrn Dipl.-Ing. (FH) Andreas Sroka danke ich für die Suche nach "Fehlerteufeln". Meinem Freund Dr. Paolo Bondioli, und meinen Kollegen Frau Prof. Dr. Veronika Hellwig, Herr, Prof. Dr. Jendrzejewski und Herrn Dr. Dirk Tuma gilt mein Dank für die vielen interessanten Diskussionen, Anmerkungen und Literaturhinweise zum Thema "Geschichte der Chemie".

Zuletzt geht ein großer Dank an Herrn Herbert Swidersky und Herrn Dipl.-Ing. (FH) Harald Swidersky. Der intensive Austausch im Bereich der Naturwissenschaften mit den vielen wertvollen Gedanken hat mich bis heute geprägt.

Peter Swidersky 14.11.2022

