

# Schul- und Haushefte der 11. Klasse C 2004/2005 des Holbein-Gymnasiums Augsburg

Ingo Blechschmidt

12. Dezember 2006

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Chemie</b>	<b>21</b>
1.1 Geschichte der Atommodelle . . . . .	21
1.2 Das Orbitalmodell . . . . .	21
1.2.1 Kästchenschreibweise der Elektronenkonfiguration . . . . .	22
1.3 Komplexverbindungen . . . . .	23
1.3.1 Bau und Benennung von Komplexen . . . . .	23
1.3.2 Die koordinierte Bindung . . . . .	24
1.3.3 Anwendung und Bedeutung von Komplexen	25
1.4 Geschwindigkeit bei Reaktionen . . . . .	25
1.4.1 Einflussgrößen auf die Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	26
1.5 Das chemische Gleichgewicht . . . . .	30
1.5.1 Reversible Reaktionen . . . . .	30
1.5.2 Das dynamische Gleichgewicht . . . . .	31
1.6 Das Massenwirkungsgesetz . . . . .	33
1.6.1 Anwendung im Labor . . . . .	34

## INHALTSVERZEICHNIS

2

1.6.2	Die großtechnische Anwendung des Massenwirkungsgesetzes . . . . .	35
1.7	Protopolyse-Gleichgewichte . . . . .	36
1.7.1	Protoplysereaktionen . . . . .	36
1.7.2	Autoprotolyse des Wassers . . . . .	37
1.7.3	Der pH-Wert . . . . .	38
1.8	pH- und pOH-Wert starker Säuren und Basen . . .	39
1.8.1	Säure- und Basenkonstante . . . . .	39
1.9	Redox-Gleichgewichte . . . . .	43
1.9.1	Die Redoxreihe der Metalle . . . . .	43
1.9.2	Ein galvanisches Element . . . . .	45
1.9.3	Die Spannungsreihe . . . . .	46
1.9.4	Die nutzbare Energie $\Delta G$ . . . . .	47
1.9.5	Das Redox-Potential – Einfluss der Konzentration auf $E^0$ . . . . .	49
1.9.6	Der Bleiakkumulator – ein Sekundärelement	52
1.9.7	Ionenkonkurrenz um die Entladung . . . . .	53
1.10	Hausaufgaben . . . . .	54
1.10.1	1. Hausaufgabe . . . . .	54
1.10.2	2. Hausaufgabe . . . . .	54
1.10.3	3. Hausaufgabe . . . . .	55
1.10.4	4. Hausaufgabe . . . . .	55
1.11	Tests . . . . .	55
1.11.1	Formelsammlung zur 1. Schulaufgabe . . . .	55
1.11.2	Formelsammlung zur 2. Schulaufgabe (Fietz-powered) . . . . .	56
<b>2</b>	<b>Deutsch</b>	<b>58</b>
2.1	Schulheft . . . . .	58
2.1.1	Diskussion . . . . .	58
2.1.2	Überleitende Wörter . . . . .	59

2.1.3	Stilfragen . . . . .	59
2.1.4	Stilnormen . . . . .	60
2.1.5	Immanuel Kant: „Was ist Aufklärung?“ (1784)	60
2.1.6	Absolutismus . . . . .	60
2.1.7	Die Situation des Buchhandels im 18. Jhd. .	61
2.1.8	Bürgertum als Publikum im 18. Jhd. . . . .	61
2.1.9	Literaturgattung Schwank . . . . .	61
2.1.10	Gottscheds Regeln für ein Drama . . . . .	62
2.1.11	Juden in Deutschland zur Zeit der Aufklärung	62
2.1.12	Ein Brief von Mendelssohn an Lavater (1769)	62
2.1.13	Johann Benjamin Erhard (1766 bis 1827): „Über das Recht des Volkes zu einer Revolution“ . . . . .	63
2.1.14	Lessings Theatertheorie . . . . .	63
2.1.15	Nathan der Weise – ein dramatisches Gedicht in fünf Aufzügen . . . . .	64
2.1.16	Die Nationaltheaterbewegung . . . . .	65
2.1.17	Gotthold E. Lessing . . . . .	65
2.1.18	Der Blankvers . . . . .	66
2.1.19	Die Interpretation von Texten . . . . .	66
2.1.20	Parabel . . . . .	68
2.1.21	Vergleich der Ringparabeln von Boccaccio und Lessing . . . . .	69
2.1.22	Die Entwicklung des Tempelherrn . . . . .	69
2.1.23	Lessing: „Erziehung des Menschengeschlechts“	70
2.1.24	Anakreontik . . . . .	70
2.1.25	Prometheus . . . . .	70
2.1.26	Der Sturm und Drang . . . . .	71
2.1.27	Cicero: „Pro Milone“ (52 v.Chr.) . . . . .	78
2.1.28	Franz Josef Strauß am 20.3.1958 vor dem Bundestag . . . . .	79

2.1.29	Epochenvielfalt zu Beginn des 20. Jahrhunderts . . . . .	80
2.1.30	Literatur der Moderne – Krise des Heldenstums . . . . .	81
2.1.31	Siegmund Freud (1856 - 1939) . . . . .	81
2.1.32	Franz Kafka (1883 - 1924) . . . . .	82
2.1.33	Beerholms Vorstellung . . . . .	83
2.1.34	K. Pinthus: „Die Überfülle des Erlebens“ . . . . .	85
2.1.35	Das Programm des literarischen Expressionismus . . . . .	86
2.1.36	Van Hoddis: „Weltende“ (1911) . . . . .	86
2.1.37	O. Loerke: „Blauer Abend in Berlin“ . . . . .	87
2.1.38	G. Benn: „Kleine Aster“ (1912) . . . . .	88
2.1.39	Aufbau des Referats . . . . .	89
2.1.40	Kommunikation und Sprache . . . . .	89
2.1.41	Homo faber . . . . .	90
2.1.42	„Der Tod in Venedig“ (Eingangsszene) . . . . .	91
2.2	Hausaufgaben . . . . .	92
2.2.1	1. Hausaufgabe . . . . .	92
2.2.2	2. Hausaufgabe . . . . .	94
2.2.3	3. Hausaufgabe . . . . .	95
2.2.4	4. Hausaufgabe . . . . .	98
2.2.5	5. Hausaufgabe . . . . .	99
2.2.6	6. Hausaufgabe . . . . .	100
2.2.7	7. Hausaufgabe . . . . .	103
2.2.8	8. Hausaufgabe . . . . .	103
2.2.9	9. Hausaufgabe . . . . .	105
2.2.10	10. Hausaufgabe . . . . .	105
2.2.11	11. Hausaufgabe . . . . .	105
2.2.12	12. Hausaufgabe . . . . .	106
2.2.13	13. Hausaufgabe . . . . .	108
2.3	Referat: Biografie Lessings unter besonderer Beachtung des Fragmentenstreits . . . . .	110

<b>3 Englisch</b>	<b>113</b>
3.1 Schulheft . . . . .	113
3.1.1 Thennessee Williams (* 1911, † 1983) . . . . .	113
3.1.2 Ernest Hemingway: Cat in the Rain . . . . .	114
3.1.3 Shirley Jackson: The Lottery . . . . .	115
3.1.4 Civil Rights Movement . . . . .	118
3.2 Hausaufgaben . . . . .	118
3.2.1 1. Hausaufgabe . . . . .	118
3.2.2 2. Hausaufgabe . . . . .	118
3.2.3 3. Hausaufgabe . . . . .	119
3.2.4 4. Hausaufgabe . . . . .	119
3.2.5 5. Hausaufgabe . . . . .	120
3.2.6 6. Hausaufgabe . . . . .	120
3.2.7 7. Hausaufgabe . . . . .	121
3.2.8 8. Hausaufgabe . . . . .	121
3.2.9 9. Hausaufgabe . . . . .	122
3.2.10 10. Hausaufgabe . . . . .	123
3.3 Vokabeln . . . . .	127
3.3.1 2. Woche . . . . .	127
3.3.2 3. Woche . . . . .	127
3.3.3 8. Woche . . . . .	127
3.4 Tests . . . . .	128
3.4.1 1. Schulaufgabe . . . . .	128
3.4.2 Press vocab zur 4. Schulaufgabe . . . . .	131
<b>4 Erdkunde</b>	<b>132</b>
4.1 Die politische Gliederung Deutschlands . . . . .	132
4.2 Die naturräumliche Gliederung Deutschlands . . . .	134
4.2.1 Norddeutsches Tiefland . . . . .	135
4.2.2 Mittelgebirge . . . . .	135

## INHALTSVERZEICHNIS

6

4.2.3	Alpenvorland und Alpen . . . . .	135
4.2.4	Alpen . . . . .	135
4.3	Deutschland: Endogene und exogene Kräfte . . . . .	136
4.3.1	Endogene Kräfte (aus der Erde selbst stammende Kräfte) . . . . .	136
4.3.2	Exogene Kräfte (von außen wirkende Kräfte) .	137
4.3.3	Exogene Formung . . . . .	138
4.4	Küstenformen Südkandinaviens . . . . .	139
4.4.1	Ostsee/Baltic Sea . . . . .	141
4.4.2	Fjorde . . . . .	141
4.4.3	Schären . . . . .	143
4.5	Böden in Deutschland . . . . .	144
4.5.1	Einflussfaktoren auf Bodenbildung . . . . .	144
4.5.2	Der Aufbau von Böden . . . . .	145
4.5.3	Wichtige Termini . . . . .	145
4.6	Deutschland: Klima, Böden, Landwirtschaft . . . . .	146
4.6.1	Klima . . . . .	146
4.6.2	Landwirtschaft . . . . .	147
4.7	Entwicklung des Wirtschaftsraums Deutschland .	148
4.7.1	Agrarstaat . . . . .	148
4.7.2	Industriegesellschaft . . . . .	148
4.7.3	Dienstleistungsgesellschaft . . . . .	149
4.8	Gesellschaftlicher Strukturwandel in Deutschland von der Agrargesellschaft zur postindustriellen Gesellschaft . . . . .	149
4.8.1	Veränderungen am Beispiel der Grunddaseinsfunktionen . . . . .	149
4.9	Aufgaben der Bevölkerungsgeographie . . . . .	151
4.10	Die Entwicklung der Bevölkerung . . . . .	152
4.10.1	Ursachen der aktuellen Bevölkerungsentwicklung	152
4.10.2	Folgen der aktuellen Bevölkerungsentwicklung	153

4.11	Die räumliche Bevölkerungsbewegung . . . . .	154
4.11.1	Erscheinungsformen der räumlichen Mobilität	154
4.11.2	Aufgaben der Mobilitätsforschung . . . . .	154
4.11.3	Stadt-Umland-Wanderung (Suburbanisierung) am Beispiel von Bremen . . . . .	155
4.11.4	Bevölkerungsentwicklung in Augsburg . . . .	155
4.12	Landwirtschaft in Deutschland . . . . .	156
4.12.1	Leistungs- und nutzungsbeeinflussende Fak- toren in der Landwirtschaft . . . . .	156
4.12.2	Gunst- und Ungunstgebiete . . . . .	157
4.12.3	Beobachtungen im „Güleland“ – Massentier- haltung im Münster . . . . .	158
4.13	Der Industriestandort Deutschland . . . . .	159
4.13.1	Industriestandorte in Deutschland . . . . .	159
4.13.2	Standortfaktoren . . . . .	159
4.13.3	Vor- und Nachteile des Industriestandortes .	160
4.13.4	Gefahren für den Industriestandort Deutsch- land . . . . .	160
4.13.5	Maßnahmen zur Standortsicherung . . . .	160
<b>5</b>	<b>Evangelisch-Lutherische Religionslehre in Bayern</b>	<b>160</b>
5.1	Theologische Problembearbeitung . . . . .	160
5.2	Inwiefern ist die Bibel „Gottes Wort“? . . . . .	161
5.2.1	Die Inspirationslehre der altprotestantischen Orthodoxie (16./17. Jhd.) . . . . .	161
5.2.2	Das Aufkommen der historischen Kritik in der Zeit der Aufklärung (18. Jhd.) . . . . .	161
5.2.3	Warum kann man auch heute noch die Bibel als „Gottes Wort“ bezeichnen? . . . . .	161
5.2.4	Ist die ganze Bibel gleichmaßen „Gottes Wort“? – Die Frage nach der „Mitte“ der Schrift . . .	161
5.2.5	Die Bedeutung des Alten Testaments . . . .	162

5.3	Verschiedene Zugänge und Auslegungswege zur bzw. der Bibel . . . . .	162
5.3.1	Die historisch-kritische Methode . . . . .	163
5.3.2	Die sogenannte „2-Quellen-Theorie“ (als häufigste Antwort auf die synoptische Frage) . . . . .	164
5.3.3	Die tiefenpsychologische Auslegungsmethode anhand Joh 5,1-18 . . . . .	164
5.3.4	Ernesto Cardenal . . . . .	164
5.3.5	Kennzeichen der Theologie der Befreiung . .	165
5.4	Kirche . . . . .	165
5.4.1	Kirche – was ist das? . . . . .	165
5.4.2	Pro und contra Kirchensteuer . . . . .	166
5.4.3	Diakonie . . . . .	166
5.4.4	Dialog und Zeugnis (s. AB) . . . . .	168
5.4.5	Kirche im NT . . . . .	169
5.4.6	Spannungen unter den ersten Christen . . .	170
5.4.7	Was ist ein Bekenntnis? . . . . .	171
5.4.8	Das Kirchenverständnis der röm.-kath. Kirche	174
5.4.9	Vergleich der Organisationsstruktur . . . .	176
5.4.10	Zusammenschlüsse ev. Kirchen in Deutsch- land . . . . .	176
5.5	Aufklärung . . . . .	177
5.5.1	Immanuel Kant (1824-1804) . . . . .	177
5.5.2	Der Prozess gegen Galilei . . . . .	177
5.5.3	„Wunder“ Jesu . . . . .	178
5.5.4	Die Unterscheidung von „natürlicher Religi- on“ und „positiven Religion“ in der Aufklärung	179
5.5.5	Anfragen an das aufklärerische Religionsverständnis	179
5.5.6	Auswirkungen der Aufklärung auf das Verhältnis Staat-Kirche . . . . .	181
5.6	Glaube und Wissenschaft . . . . .	182

5.6.1	„Das Netz des Physikers“ . . . . .	182
5.6.2	Wir wirklich ist die Wirklichkeit? (Erkenntnistheorie) . . . . .	183
<b>6</b>	<b>Geschichte</b>	<b>184</b>
6.1	Schulheft . . . . .	184
6.1.1	Merkmale der modernen und aktiven Demokratie . . . . .	184
6.1.2	Merkmale der modernen Demokratie . . . . .	184
6.1.3	Merkmale der antiken Demokratie . . . . .	185
6.1.4	Der Weg zur attischen Demokratie . . . . .	185
6.1.5	Außenpolitische Ursachen der Demokratisierung Athens . . . . .	186
6.1.6	Das Theater in Athen als stützende Kraft der Demokratie . . . . .	186
6.1.7	Architektur als Machtdemonstration . . . . .	187
6.1.8	Der attisch-delische Seebund (Gründung 478 v.Chr.) . . . . .	187
6.1.9	Das Bürgerideal des Perikles . . . . .	188
6.1.10	Vorzüge der Demokratie . . . . .	188
6.1.11	Die Kritik des Pseudo-Xenophon an der attischen Demokratie . . . . .	189
6.1.12	Gründung Roms und Entstehung der Republik	190
6.1.13	Grundlagen des privaten und öffentlichen Lebens . . . . .	190
6.1.14	Die traditionellen Führungsschichten . . . . .	191
6.1.15	Grundlagen der Verfassung . . . . .	191
6.1.16	Das römische Beamtentum . . . . .	192
6.1.17	Die Volksversammlung . . . . .	192
6.1.18	Die Mischverfassung der Römischen Republik	193
6.1.19	Gründe für die herausragende Rolle des Senats	193
6.1.20	Gründe für den Untergang der Republik . . .	193

## INHALTSVERZEICHNIS

10

6.1.21	Das Prinzipat unter Augustus . . . . .	194
6.1.22	Die Verfassung des Prinzipats . . . . .	194
6.1.23	Das römische Kaiserreich – vom Prinzipat zum Dominat (27 v.Chr. - 305 n.Chr.) . . . . .	195
6.1.24	Traditionelle Elemente von Königsherrschaft und Kaisertum . . . . .	195
6.1.25	Das Mittelalter . . . . .	196
6.1.26	Die Staufer und ihre Italienpolitik . . . . .	196
6.1.27	Reichslandpolitik zur Stauferzeit . . . . .	197
6.1.28	Religion im Mittelalter . . . . .	198
6.1.29	Bauernleben im Mittelalter . . . . .	198
6.1.30	Das Leben in mittelalterlichen Städten . . . .	199
6.1.31	Der Absolutismus . . . . .	202
6.1.32	Der Merkantilismus . . . . .	204
6.1.33	Die französische Außenpolitik unter Ludwig XIV. (1661-1715) . . . . .	205
6.1.34	Zusammenfassung Absolutismus . . . . .	206
6.1.35	Der Absolutismus in Bayern (1623-1726) . .	206
6.1.36	Politische Theorie und Aufklärung . . . . .	207
6.1.37	Die Französische Revolution . . . . .	207
6.1.38	Von der Republik zur Diktatur des Wohlfahrts- ausschusses . . . . .	210
6.1.39	Warum übersteht Frankreich die Krise 1793/94	211
6.1.40	Sansculottenherrschaft und legaler Terror . .	211
6.1.41	Von der konstitutionellen Monarchie zur Schre- ckensherrschaft . . . . .	212
6.1.42	Die letzte Phase der Revolution . . . . .	212
6.1.43	Napoleons Herrschaft in Frankreich . . . . .	213
6.2	Lernen durch Lehren: Papsttum generell und Verhältnis zu den Staufern . . . . .	215
6.2.1	Stoffsammlung . . . . .	215

<b>7 Mathematik: Infinitesimalrechnung</b>	<b>220</b>
7.1 Schulheft . . . . .	220
7.1.1 Funktion . . . . .	220
7.1.2 Typen von mathematischen Funktionen . . .	220
7.1.3 Monotonie von Funktionen . . . . .	225
7.1.4 Einschub zur Symmetrie . . . . .	225
7.1.5 Infimum und Supremum . . . . .	225
7.1.6 Umkehrfunktion . . . . .	225
7.1.7 Erweiterte Symmetriebetrachtung . . . . .	227
7.1.8 Rationale Funktionen . . . . .	227
7.1.9 Folgen . . . . .	228
7.1.10 Reihen . . . . .	229
7.1.11 Grenzwerte . . . . .	229
7.1.12 Differentialrechnung . . . . .	232
7.1.13 Eigenschaften von intervallweise stetigen Funktionen . . . . .	237
7.1.14 Näherung des Sinus für kleine Winkel . . .	238
7.1.15 Krümmungsverhalten, Wendepunkte . . . .	238
7.1.16 Zusammengesetzte Funktionen und Kettenregel . . . . .	239
7.2 Hausaufgaben . . . . .	240
7.2.1 1. Hausaufgabe . . . . .	240
7.2.2 2. Hausaufgabe . . . . .	241
7.2.3 3. Hausaufgabe . . . . .	242
7.2.4 4. Hausaufgabe . . . . .	244
7.2.5 5. Hausaufgabe . . . . .	244
7.2.6 6. Hausaufgabe . . . . .	245
7.2.7 7. Hausaufgabe . . . . .	246
7.2.8 8. Hausaufgabe . . . . .	247
7.2.9 9. Hausaufgabe . . . . .	247

7.2.10	10. Hausaufgabe . . . . .	248
7.2.11	11. Hausaufgabe . . . . .	249
7.2.12	12. Hausaufgabe . . . . .	251
7.2.13	13. Hausaufgabe . . . . .	251
7.2.14	14. Hausaufgabe . . . . .	251
7.2.15	15. Hausaufgabe . . . . .	252
7.2.16	18. Hausaufgabe . . . . .	253
7.2.17	19. Hausaufgabe . . . . .	254
7.2.18	20. Hausaufgabe . . . . .	255
7.2.19	21. Hausaufgabe . . . . .	256
7.2.20	22. Hausaufgabe . . . . .	257
7.2.21	23. Hausaufgabe . . . . .	257
7.2.22	24. Hausaufgabe . . . . .	258
7.2.23	25. Hausaufgabe . . . . .	258
7.2.24	26. Hausaufgabe . . . . .	258
7.2.25	27. Hausaufgabe . . . . .	259
7.2.26	28. Hausaufgabe . . . . .	259
7.2.27	29. Hausaufgabe . . . . .	260
7.2.28	30. Hausaufgabe . . . . .	260
7.2.29	31. Hausaufgabe . . . . .	261
7.2.30	32. Hausaufgabe . . . . .	261
7.2.31	33. Hausaufgabe . . . . .	262
7.2.32	34. Hausaufgabe . . . . .	262
7.2.33	35. Hausaufgabe . . . . .	262
7.2.34	36. Hausaufgabe . . . . .	263
7.2.35	37. Hausaufgabe . . . . .	263
7.2.36	38. Hausaufgabe . . . . .	264
7.2.37	39. Hausaufgabe . . . . .	265
7.2.38	40. Hausaufgabe . . . . .	265

7.2.39	41. Hausaufgabe . . . . .	266
7.2.40	42. Hausaufgabe . . . . .	267
7.2.41	43. Hausaufgabe . . . . .	267
7.2.42	44. Hausaufgabe . . . . .	269
7.2.43	45. Hausaufgabe . . . . .	270
7.2.44	46. Hausaufgabe . . . . .	271
7.2.45	47. Hausaufgabe . . . . .	272
7.2.46	48. Hausaufgabe . . . . .	274
7.2.47	49. Hausaufgabe . . . . .	275
7.2.48	50. Hausaufgabe . . . . .	276
7.2.49	51. Hausaufgabe . . . . .	276
7.2.50	52. Hausaufgabe . . . . .	277
7.2.51	53. Hausaufgabe . . . . .	278
7.2.52	55. Hausaufgabe . . . . .	278
7.2.53	56. Hausaufgabe . . . . .	279
7.2.54	57. Hausaufgabe . . . . .	281
7.2.55	58. Hausaufgabe . . . . .	281
7.2.56	59. Hausaufgabe . . . . .	282
7.2.57	60. Hausaufgabe . . . . .	284
7.2.58	61. Hausaufgabe . . . . .	285
7.2.59	62. Hausaufgabe . . . . .	287
7.2.60	63. Hausaufgabe . . . . .	288
7.2.61	64. Hausaufgabe . . . . .	288
7.2.62	65. Hausaufgabe . . . . .	289
7.3	Tests . . . . .	289
7.3.1	1. Extemporale aus der Mathematik . . . . .	289
7.3.2	Übungen zur 1. Schulaufgabe von 1337Ingo	291
7.3.3	1. Schulaufgabe . . . . .	292
7.3.4	Estels Problem . . . . .	294
7.3.5	Estels 2. Problem . . . . .	295

<b>8 Mathematik: Komplexe Zahlen</b>	<b>295</b>
8.1 Schulheft . . . . .	295
8.1.1 Regeln für Zahlenbereichserweiterungen . . .	295
8.1.2 Rechengesetze . . . . .	295
8.1.3 Die Erweiterung der reellen Zahlen . . . . .	296
8.1.4 Anordnung in $\mathbb{C}$ . . . . .	298
8.1.5 Anschauliche Deutung der komplexen Zahlen	298
8.1.6 Komplexe Abbildungen . . . . .	301
8.1.7 Allgemein: Die Abbildung $z \mapsto w = az; a \in \mathbb{C}$ ;	301
8.2 Hausaufgaben . . . . .	303
8.2.1 1. Hausaufgabe . . . . .	303
8.2.2 2. Hausaufgabe . . . . .	304
8.2.3 3. Hausaufgabe . . . . .	304
8.2.4 4. Hausaufgabe . . . . .	305
8.2.5 5. Hausaufgabe . . . . .	306
8.2.6 6. Hausaufgabe . . . . .	306
8.2.7 7. Hausaufgabe . . . . .	306
8.2.8 8. Hausaufgabe . . . . .	307
8.2.9 9. Hausaufgabe . . . . .	307
8.2.10 10. Hausaufgabe . . . . .	308
8.2.11 11. Hausaufgabe . . . . .	308
8.2.12 12. Hausaufgabe . . . . .	308
8.2.13 13. Hausaufgabe . . . . .	308
8.2.14 14. Hausaufgabe . . . . .	309
8.2.15 15. Hausaufgabe . . . . .	309
8.2.16 16. Hausaufgabe . . . . .	309
8.2.17 17. Hausaufgabe . . . . .	310
8.2.18 18. Hausaufgabe . . . . .	310
8.2.19 19. Hausaufgabe . . . . .	311

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>15</b>
8.2.20 20. Hausaufgabe . . . . .	312
8.2.21 21. Hausaufgabe . . . . .	312
8.2.22 22. Hausaufgabe . . . . .	315
8.2.23 23. Hausaufgabe . . . . .	315
8.2.24 24. Hausaufgabe . . . . .	315
8.2.25 25. Hausaufgabe . . . . .	316
8.2.26 26. Hausaufgabe . . . . .	317
8.2.27 27. Hausaufgabe . . . . .	317
<b>9 Kunst</b>	<b>317</b>
9.1 Projekt: Gestaltung im Dritten Reich . . . . .	317
<b>10 Latein</b>	<b>318</b>
10.1 Schulheft . . . . .	318
10.1.1 Archaisierendes Latein . . . . .	318
10.1.2 Erwartungen an eine Personencharakteristik	318
10.1.3 Zu Sprache und Stil des Sallust . . . . .	319
10.1.4 Die Entwicklung Roms in Sallust Cat. 6-13 .	319
10.1.5 Zu Sall. Cat. 10.1 . . . . .	320
10.1.6 Entspricht die Schilderung Sallusts der his- torischen Wirklichkeit? . . . . .	320
10.1.7 Zeitlicher Rahmen der Schilderung . . . . .	321
10.1.8 Sprachliche Analyse von 10.4 und 10.5 . .	321
10.1.9 Bedeutungswandel . . . . .	322
10.1.10 Sall. Cat. 20 . . . . .	322
10.1.11 Ideal einer röm. Matrona . . . . .	324
10.1.12 Was wird erwartet von . . . . .	324
10.1.13 Der Brief . . . . .	324
10.1.14 Plin. Ep. I. 15: Verschmähte Einladung . .	325
10.1.15 Plin. Ep. I. 9 . . . . .	326

10.1.16 Persönliche Wertung von otium und negotium	327
10.1.17 Plinius und der Wert von Massenveranstaltungen (ep. IX. 6)	327
10.1.18 Das gloria-Motiv bei Plin. Ep. VI. 16	328
10.1.19 Plin. Ep. VI. 20	328
10.1.20 Plinius' humanitas (Ep. VIII. 16)	329
10.1.21 Die Neoteriker	329
10.1.22 Catull, 51	330
10.1.23 Otium	330
10.1.24 Zur Metrik	331
10.1.25 Catull carm. 2	332
10.1.26 Catull carm. 3	332
10.1.27 Vivāmūs, měā Lēsbī[a], ātqu[e] āmēmūs!	332
10.1.28 Catull carm. 70	333
10.1.29 Catull carm. 72	333
10.1.30 Technik und Themen in Martials Epigrammen	334
10.2 Projekte	335
10.2.1 Sallust-Vokabeln	335
10.2.2 Yellow-Press-Artikel zu Catull und Lesbia	342
10.3 Vokabeln	343
10.3.1 1. Woche	343
10.3.2 2. Woche	347
10.3.3 3. Woche	348
10.3.4 4. Woche	349
10.3.5 5. Woche	350
10.3.6 6. Woche	351
10.3.7 7. Woche	351
10.3.8 8. Woche	352
10.3.9 9. Woche	352
10.3.10 10. Woche	352

10.3.11	11. Woche . . . . .	352
10.3.12	12. Woche . . . . .	353
10.4	Hausaufgaben . . . . .	353
10.4.1	1. Hausaufgabe . . . . .	353
10.4.2	2. Hausaufgabe . . . . .	354
10.4.3	3. Hausaufgabe . . . . .	355
10.4.4	4. Hausaufgabe . . . . .	355
10.4.5	5. Hausaufgabe . . . . .	356
10.4.6	6. Hausaufgabe . . . . .	356
10.4.7	7. Hausaufgabe . . . . .	357
10.4.8	8. Hausaufgabe . . . . .	358
10.4.9	9. Hausaufgabe . . . . .	358
10.4.10	10. Hausaufgabe . . . . .	359
10.4.11	11. Hausaufgabe . . . . .	359
10.4.12	12. Hausaufgabe . . . . .	359
10.4.13	13. Hausaufgabe . . . . .	360
10.5	Tests . . . . .	360
10.5.1	1. Schulaufgabe . . . . .	360
<b>11</b>	<b>Musik</b>	<b>361</b>
11.1	Epochenüberblick . . . . .	361
11.1.1	Barock (ca. 1600 bis 1750) . . . . .	361
11.1.2	Klassik (ca. 1760 bis 1820) . . . . .	362
11.2	Niccolò Paganini (Geburt 1782 in Genua) . . . . .	362
11.3	Franz Liszt (Geburt 1811 in Ungarn, Tod 1886 in Bayreuth) . . . . .	363
11.4	Richard Wagner (Geburt 1813 in Leipzig) . . . . .	363
11.4.1	„Der fliegende Holländer“ – Romantische Oper in drei Aufzügen . . . . .	364
11.5	„Aus der Neuen Welt“ . . . . .	365

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>18</b>
---------------------------	-----------

11.6 Jazz . . . . .	365
11.6.1 Chicago ( $\approx$ 1920) . . . . .	365
11.6.2 Bebop (1940) . . . . .	366
11.6.3 1950: Cool Jazz . . . . .	366
<b>12 Physik</b>	<b>366</b>
12.1 Schulheft . . . . .	366
12.1.1 Teilgebiete der Mechanik . . . . .	366
12.1.2 Geradlinige Bewegungen . . . . .	367
12.1.3 Die Grundgleichung der Mechanik . . . . .	372
12.1.4 ATWOODsche Fallmaschine . . . . .	375
12.1.5 Freier Fall . . . . .	375
12.1.6 Bewegungen auf der Schiefen Ebene . . . . .	377
12.1.7 Mechanische Arbeit . . . . .	377
12.1.8 Das 3. NEWTONsche Gesetz (Wechselwirkungsgesetz) . . . . .	379
12.1.9 Der Impuls . . . . .	379
12.1.10 Der Impulserhaltungssatz . . . . .	379
12.1.11 Stoßprozesse . . . . .	380
12.1.12 Würfe . . . . .	381
12.1.13 Kreisbewegung . . . . .	382
12.1.14 Beschreibung des Sonnensystems . . . . .	385
12.1.15 Mechanische Schwingungen . . . . .	390
12.1.16 Wellenlehre . . . . .	392
12.2 Hausaufgaben . . . . .	393
12.2.1 1. Hausaufgabe . . . . .	393
12.2.2 2. Hausaufgabe . . . . .	395
12.2.3 3. Hausaufgabe . . . . .	395
12.2.4 4. Hausaufgabe . . . . .	396
12.2.5 5. Hausaufgabe . . . . .	397

12.2.6 6. Hausaufgabe . . . . .	398
12.2.7 7. Hausaufgabe . . . . .	400
12.2.8 8. Hausaufgabe . . . . .	401
12.2.9 9. Hausaufgabe . . . . .	401
12.2.10 10. Hausaufgabe . . . . .	403
12.2.11 12. Hausaufgabe . . . . .	404
12.2.12 13. Hausaufgabe . . . . .	405
12.2.13 14. Hausaufgabe . . . . .	406
12.2.14 15. Hausaufgabe . . . . .	407
12.2.15 16. Hausaufgabe . . . . .	407
12.2.16 17. Hausaufgabe . . . . .	408
12.2.17 18. Hausaufgabe . . . . .	408
12.2.18 19. Hausaufgabe . . . . .	409
12.2.19 20. Hausaufgabe . . . . .	409
12.2.20 21. Hausaufgabe . . . . .	410
12.2.21 22. Hausaufgabe . . . . .	411
12.2.22 23. Hausaufgabe . . . . .	412
12.2.23 24. Hausaufgabe . . . . .	412
12.2.24 25. Hausaufgabe . . . . .	412
12.2.25 26. Hausaufgabe . . . . .	413
12.2.26 27. Hausaufgabe . . . . .	414
12.2.27 29. Hausaufgabe . . . . .	415
12.2.28 30. Hausaufgabe . . . . .	415
12.2.29 31. Hausaufgabe . . . . .	415
12.2.30 32. Hausaufgabe . . . . .	416
12.2.31 33. Hausaufgabe . . . . .	417
12.2.32 34. Hausaufgabe . . . . .	417
12.2.33 35. Hausaufgabe . . . . .	417
12.2.34 36. Hausaufgabe . . . . .	418

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>20</b>
12.2.35 37. Hausaufgabe . . . . .	418
12.2.36 38. Hausaufgabe . . . . .	419
12.2.37 39. Hausaufgabe . . . . .	419
12.2.38 40. Hausaufgabe . . . . .	420
12.2.39 41. Hausaufgabe . . . . .	420
12.2.40 42. Hausaufgabe . . . . .	421
12.2.41 43. Hausaufgabe . . . . .	421
12.2.42 44. Hausaufgabe . . . . .	422
12.2.43 45. Hausaufgabe . . . . .	422
12.2.44 46. Hausaufgabe . . . . .	423
12.2.45 47. Hausaufgabe . . . . .	423
12.2.46 48. Hausaufgabe . . . . .	423
12.2.47 49. Hausaufgabe . . . . .	424
12.2.48 50. Hausaufgabe . . . . .	424
12.2.49 51. Hausaufgabe . . . . .	426
12.2.50 52. Hausaufgabe . . . . .	426
12.3 Tests . . . . .	427
12.3.1 1. Extemporale aus der Mathematik . . . . .	427
12.3.2 Formelsammlung zur 1. Schulaufgabe . . . . .	428
12.3.3 Formelsammlung zur 2. Schulaufgabe . . . . .	430
<b>13 Sonstiges</b>	<b>432</b>
13.1 Stundenplan . . . . .	432
13.1.1 2. Halbjahr . . . . .	432
13.1.2 1. Halbjahr . . . . .	433
13.2 Lehrer . . . . .	434
13.3 ToDo . . . . .	434
13.4 Technik hinter klasse11.tk . . . . .	434
13.5 1337 . . . . .	435
13.5.1 Infothek-Aufbau . . . . .	435

13.5.2 John the Ripper . . . . .	435
13.5.3 Mini-HowTo: Wie bekommt mein Netz IPv6 .	437
13.6 Stuff . . . . .	441
13.6.1 ICQ-Log „Planetopia“ . . . . .	441
13.7 Impressum . . . . .	443

# 1 Chemie

## 1.1 Geschichte der Atommodelle

- Demokrit (ca. 460 bis 370 v. Chr.): atomos, unteilbar („Wasser-Atom“, „Holz-Atom“)
- Dalton (um 1800): Atome können verbunden und getrennt werden, empirische Messungen
- Thomson (1897): „Zwiebelmodell“
- Rutherford (1903): Elektronen auf Bahnen, Vakuum in „Lücken“, Streuversuche
- Bohr: Die Elektronen kreisen auf verschiedenen Energieniveaus (Schalen)

## 1.2 Das Orbitalmodell

Heisenberg (1901 bis 1986): „Elektronen haben keine Bahnen - sie bewegen sich bahnlos“

⇒ Der Aufenthaltsbereich eines Elektrons ist nur statistisch fassbar.

Definition des Orbitals: Raum, in dem sich ein Elektron mit 99% Wahrscheinlichkeit aufhält.

### Pauli-Prinzip

Keine zwei Elektronen eines Atoms stimmen in allen vier Quantenzahlen miteinander überein.

**Aufbauregel**

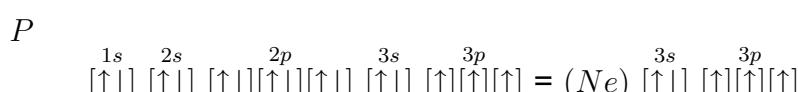
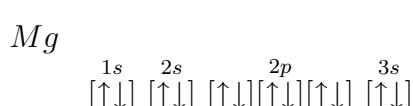
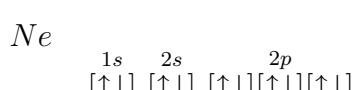
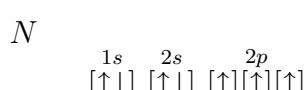
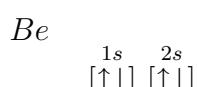
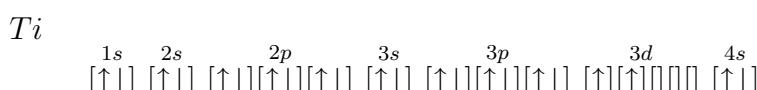
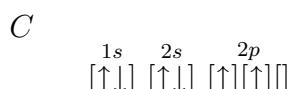
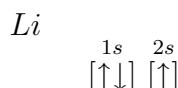
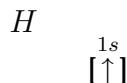
Die Orbitale werden ihrem Energieniveau entsprechend sukzessive besetzt.

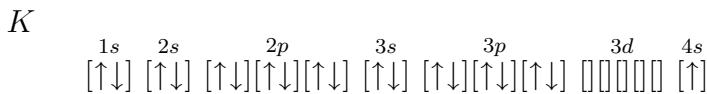
**Hundsche Regel**

Energiereiche Orbitale werden zuerst mit **einem** Elektron besetzt.

**1.2.1 Kästchenschreibweise der Elektronenkonfiguration**

Die Kästchen werden nebeneinander geschrieben, ihrer Energiestufe entsprechend.



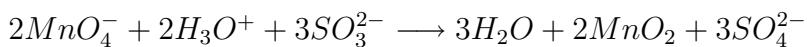


Beispiel: Mangan tritt in vielen verschiedenen Oxidationsstufen auf.

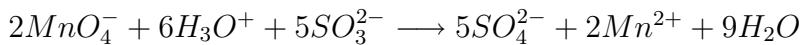
- Im alkalischen Milieu:



- Im Neutralen:



- Im Sauren:



## 1.3 Komplexverbindungen

Versuch:  $CuSO_4$  wird in verschiedenen Lösungsmitteln gelöst.

Hypothese: Der Farbwechsel bei gesättigtem Kochsalz als Lösungsmittel beruht nicht auf einer Redoxreaktion oder einer Protolyse. Die  $Cu^{2+}$ -Ionen reagieren offenbar mit den Teilchen des Lösungsmittels.

Versuch: Leitfähigkeitsmessung

Beobachtung: Die Lösung wird grün. Die Stromstärke (als Maß der Leitfähigkeit) sinkt.

Erklärung:  $Cu^{2+} + 4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$  (dabei ist  $Cu$  das Zentralatom und  $Cl_4$  sind die Liganden)

### 1.3.1 Bau und Benennung von Komplexen

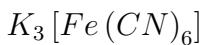


Koordinationszahl (KoZ): 4

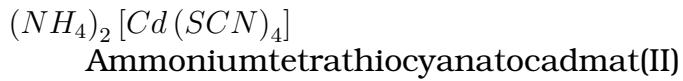
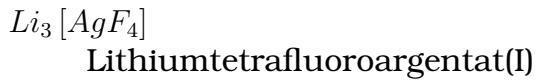
Tetrachlorocuprat(II)ion



Hexacyanoferrat(II)ion



Kaliumhexacyanoferrat(III)



### 1.3.2 Die koordinierte Bindung

#### Eigenschaften von Liganden

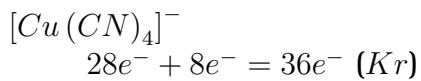
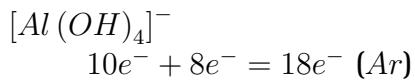
- neutral:  $H - \overline{O} - H$ ,  $\begin{array}{c} H - \overline{N} - H \\ | \\ H \end{array}$
- Anionen:  $|\overline{Cl}|^-$ ,  $[|\overline{S} - C \equiv N|]^-$ ,  $[|C \equiv N|]^-$

Alle Liganden besitzen mindestens ein freies Elektronenpaar.

#### Eigenschaften von Zentralatomen

- Immer Metallkationen:  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$
- Häufig in „ungünstigen“ Oxidationsstufen!

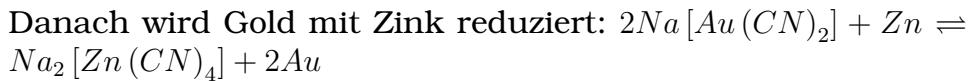
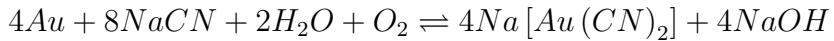
Beispiele:



### 1.3.3 Anwendung und Bedeutung von Komplexen

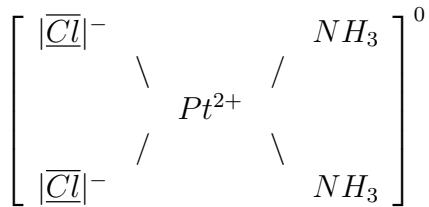
Beispiele:

- Cyanidlauge



Problem: Cyanidhaltige Abfälle in großen Mengen (hoch giftig)

- Färben von Textilfasern über  $Cr^{3+}$ -Komplexe
- Medizin: „Cis-Platin“ (Krebstherapeutikum)

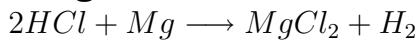


### 1.4 Geschwindigkeit bei Reaktionen

#### Versuch

Salzsäure reagiert mit Magnesium

#### Erklärung



#### Beobachtung

Das  $Mg$ -Pulver reagiert schneller mit der Salzsäure als die  $Mg$ -Späne.

Definition: Reaktionsgeschwindigkeit =  $\frac{\text{Stoffumsatz}}{\text{Zeit}}$ ;

(Hier: Siehe Abbildung zu 'Geschwindigkeit bei Reaktionen'.png)

### 1.4.1 Einflussgrößen auf die Reaktionsgeschwindigkeit

#### Abhängigkeit vom Zerteilungsgrad

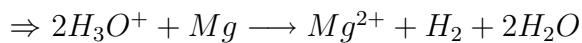
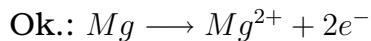
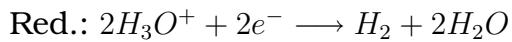
##### Versuch

Änderung des Zerteilungsgrades von Magnesium mit Salzsäure

##### Beobachtung

Heftige Gasentwicklung ( $H_2$ )

##### Ergebnis



Bei feinerer Verteilung wird die Oberfläche des Feststoffes vergrößert. Damit wächst die Zahl und somit die Konzentration der reaktionsbereiten Teilchen an der Oberfläche. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird dadurch gesteigert.

#### Anwendungen im Alltag

- Wirbelschichtverfahren
- Lunge
- Darm

#### Abhängigkeit von der Temperatur

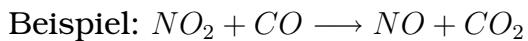
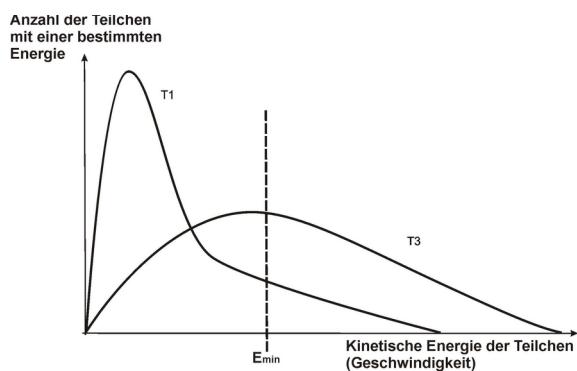
##### Versuch

Zwei Reagenzgläser, beide mit 0,1 molarer Thiosulfatlösung, das eine erhitzt, das andere nicht

##### Beobachtung

- Trübung

- Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit bei steigender Temperatur



Ein erfolgreicher Zusammenstoß setzt eine Mindestenergie und die richtige Orientierung der Teilchen voraus.

Bei Erhöhung der Temperatur wird die Anzahl der Teilchen, die die Mindestenergie überschreiten, größer. Für den Reaktionserfolg von Teilchen ist der Zusammenstoß von Teilchen mit einer bestimmten, für das jeweilige Stoffsystem typischen, kinetischen Mindestenergie erforderlich.

RGT-Regel: Bei einer Temperaturerhöhung um  $10^{\circ}\text{C}$  verdoppelt bis verdreifacht sich die Reaktionsgeschwindigkeit (in einem Temperaturbereich von  $0^{\circ}\text{C}$  bis  $40^{\circ}\text{C}$ ).

## Abhängigkeit von der Konzentration

### Versuch

Natriumthiosulfatlösungen (verschiedener Konzentration) mit verdünnter Salzsäure

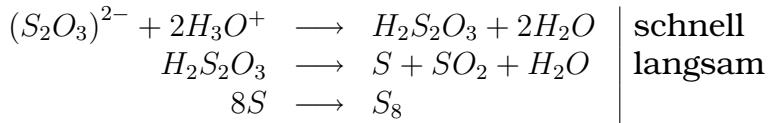
### Beobachtung

Je höher die Konzentration an Natriumthiosulfatlösung, desto schneller erfolgt die Reaktion (Trübung).

Fazit:  $t \sim \frac{1}{c}$ ;

Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist proportional dem Produkt der Konzentration der Ausgangsstoffe. Bei höherer

Konzentration ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich zwei Teilchen treffen, größer als bei niedriger Konzentration (nach der Kollisionstheorie).

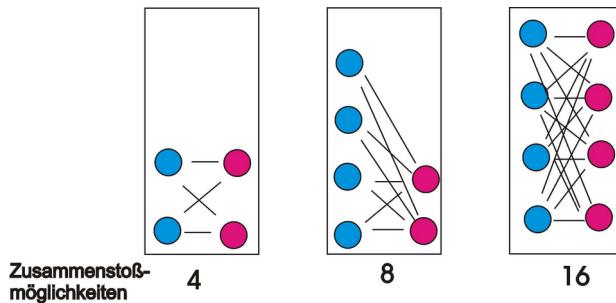


Gesamtreaktion:



Die langsamste Teilreaktion ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt.

Massenwirkungsprodukt



Beispiel:  $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI \Rightarrow RG = (k_1 \cdot k_2 = k) \cdot c(H_2) \cdot c(I_2)$ ;

Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist proportional dem Produkt der Konzentration der Ausgangsstoffe.

### Abhängigkeit vom Druck

#### Versuch

Einleiten von  $CO_2$  in Wasser mit unterschiedlich hohem Druck

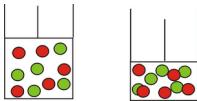
#### Beobachtung

Bromthymolblau wechselt Farbe von Blau nach Gelb.

#### Auswertung



Fazit: Druckerhöhung beschleunigt Reaktionen bei denen mindestens ein gasförmiger Reaktionspartner beteiligt ist.



Fazit: Die Reaktionsgeschwindigkeit ist dem Druck direkt proportional, da eine Druckerhöhung eine Konzentrationserhöhung bewirkt.

### **Abhängigkeit vom Katalysator**

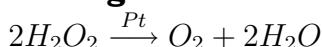
#### **Versuch**

Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Platin

#### **Beobachtung**

Gasentwicklung

#### **Auswertung**



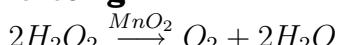
#### **Versuch**

Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Braунstein ( $MnO_2$ )

#### **Beobachtung**

Glimmspanprobe fällt positiv aus, Gasentwicklung.

#### **Auswertung**



Heterogene Katalyse: Katalysator und reagierende Stoffe liegen in verschiedenen Phasen vor (hier: fest/flüssig).

#### **Versuch**

Iodidkatalysierte Wasserstoffperoxidzersetzung

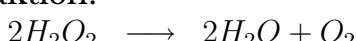
#### **Beobachtung**

Glimmspanprobe positiv

#### **Auswertung**



Gesamtreaktion:



**Homogene Katalyse:** Der Katalysator gehört der gleichen Phase an wie das Reaktionssystem (hier: flüssig/flüssig).

Fazit: Katalysatoren beschleunigen chemische Reaktionen durch Herabsetzen der Aktivierungsenergie. Sie liegen nach der Reaktion unverändert vor.

1. Diffusion der Reaktionspartner zur Katalysatoroberfläche

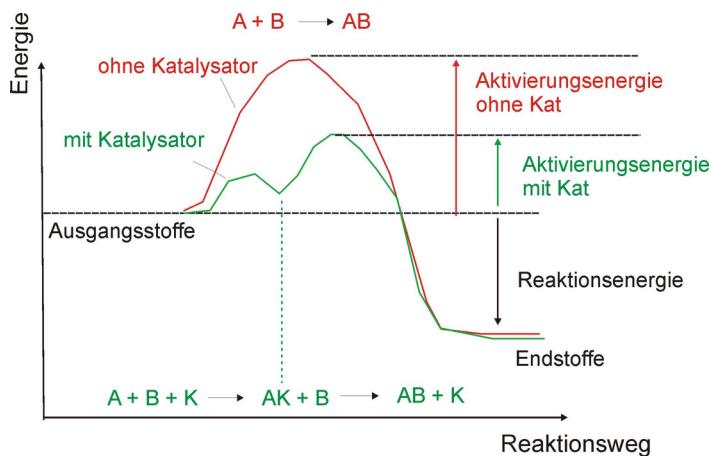
2. Adsorption der Moleküle auf der Oberfläche

3. Reaktion auf der Oberfläche:

Da bei den adsorbierten Sauerstoffmolekülen die O-O-Bindung gelöst wird, können nun auftretende Wasserstoffmoleküle mit ihnen in Wechselwirkung treten. Unter Spaltung der H-H-Bindung bilden sie mit den Sauerstoff-Molekülen Wasser-Moleküle.

4. Desorption der Reaktionsprodukte von der Oberfläche

5. Diffusion der Reaktionsprodukte von der Katalysatoroberfläche in die angrenzende Phase.



## 1.5 Das chemische Gleichgewicht

### 1.5.1 Reversible Reaktionen

- Einleiten von  $CO_2$  in Kalkwasser:



- Einleiten von  $CO_2$  in eine Kalksuspenion:

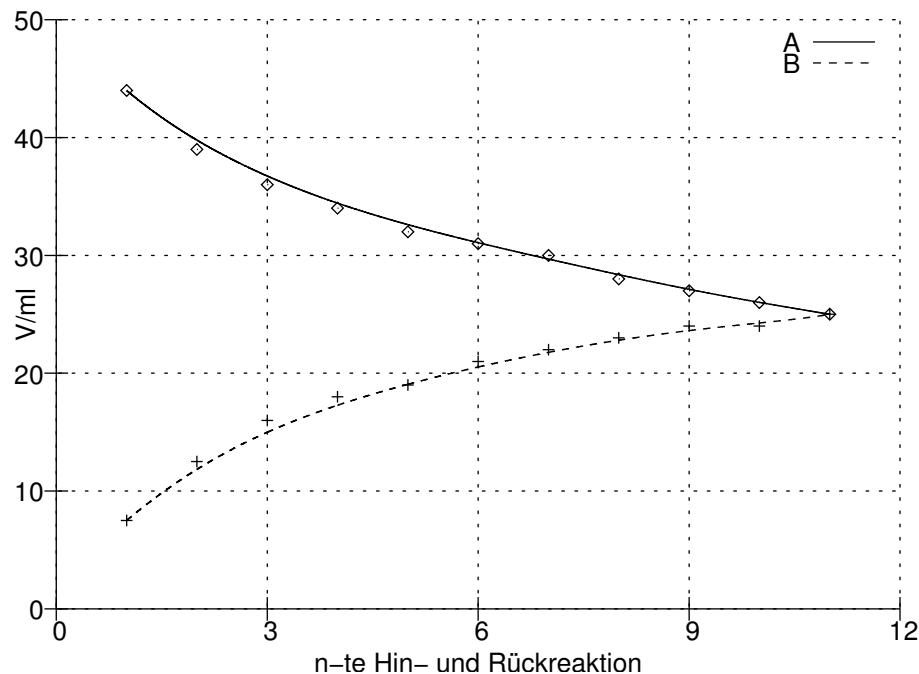


- $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{T} CaCO_3 + H_2O + CO_2$

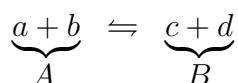


Geschlossenes System: Hin- und Rückreaktion einer umkehrbaren Reaktion führen in einem geschlossenen System zu einem Gemisch aller an der Reaktion beteiligten Stoffe.

### 1.5.2 Das dynamische Gleichgewicht



Modellhafte allgemeine Gleichung für eine Gleichgewichtsreaktion (A: Edukte, P: Produkte):



Hin- und Rückreaktion einer reversiblen Reaktion führen zu einem Gleichgewichtszustand, in dem alle Reaktionspartner vorliegen.

Im dynamischen Gleichgewicht sind die Konzentration der Edukte und Produkte konstant, da Hin- und Rückreaktion (Bildung und Zerfall der Moleküle) gleich schnell verlaufen.

Im Gleichgewicht ist die Reaktionsgeschwindigkeit 0.

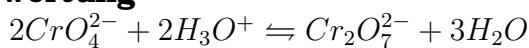
### **Einflüsse auf das chemische Gleichgewicht**

#### **Konzentration**

##### **Versuch**

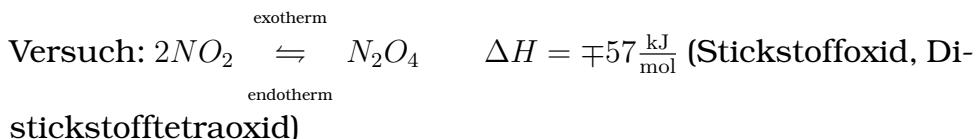
Chromat/Dichromat-Gleichgewicht

##### **Auswertung**



Die Erhöhung (Erniedrigung) der Konzentration eines Reaktionspartners verschiebt das Gleichgewicht in die Richtung, in die dieser verbraucht (gebildet) wird.

#### **Temperatur**



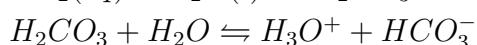
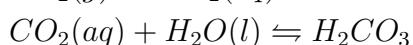
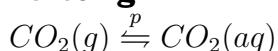
Eine Temperaturerhöhung (Temperaturerniedrigung) verschiebt das Gleichgewicht in Richtung der endothermen (exothermen) Teilreaktion.

#### **Druck**

##### **Versuch**

Isotherme Volumenänderung

##### **Auswertung**



[ABBILDUNG]

Eine Druckerhöhung (isotherme Volumenverkleinerung) verschiebt ein Gleichgewicht in Richtung kleinerer, Druckerniedrigung (isotherme Volumenvergrößerung) in Richtung größerer Teilchenzahl.

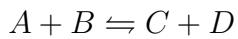
### Katalysator

Ein Katalysator setzt die Aktivierungsenergie herab. Dies beschleunigt die Einstellung des Gleichgewichts durch die gleichmäßige Förderung beider Teilreaktionen. Dabei verändert er die Lage des Gleichgewichts nicht.

Das Prinzip von Le Chatelier (Prinzip des kleinsten Zwanges): Übt man auf ein im Gleichgewicht befindliches chemisches System Zwang aus (Druck-, Volumen-, Konzentrations- oder Temperaturänderung), so verschiebt sich das Gleichgewicht in die Richtung, in der die Folgen des Zwanges verringert werden.

Chemische Systeme: [ABBILDUNG]

## 1.6 Das Massenwirkungsgesetz

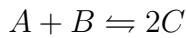


$$RG = k_1 c(A)c(B) = k_2 c(C)c(D)$$

$$k_1 c(A)c(B) = k_2 c(C)c(D)$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{c(C)c(D)}{c(B)c(A)} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = K_c$$

$$K_c = \frac{c(C)c(D)}{\underbrace{c(A)c(B)}_{Q_c}}$$



$$K_c = \frac{c(C)c(C)}{c(A)c(B)} = \frac{c^2(C)}{c(A)c(B)}$$

Ein System im Gleichgewicht besitzt die Gleichgewichtskonstante  $K_c$ . Der Quotient  $Q_c$  aus dem Massenwirkungsprodukt der Produkt-Seite und dem der Edukt-Seite hat bei konstanter Temperatur einen konstanten Wert.

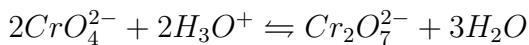
### 1.6.1 Anwendung im Labor

Versuch:  $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$

$$K_c = \frac{c(Fe(SCN)_3)}{c(Fe^{3+})c^3(SCN^-)}$$

Da  $K_c$  konstant bleibt, muss eine Erhöhung der Konzentration der  $Fe^{3+}$ -Ionen im Nenner des Massenwirkungsgesetzes eine Erhöhung der Konzentration der Eisenthiocyanat-Ionen im Zähler und eine Erniedrigung der Konzentration der  $SCN^-$ -Ionen nach sich ziehen.

Versuch: Chromat/Dichromat-Gleichgewicht:



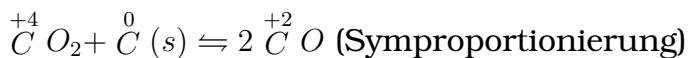
$$K_c = \frac{c(Cr_2O_7^{2-})c^3(H_2O)}{c^2(CrO_4^{2-})c^2(H_3O^+)}$$

In verdünnten wässrigen Lösungen ist die Konzentration von Wasser praktisch konstant und wird deshalb bereits in den Wert von  $K_c$  aufgenommen.

$$\Rightarrow K_c = \frac{c(Cr_2O_7^{2-})}{c^2(CrO_4^{2-})c^2(H_3O^+)}$$

### Anwendungen in der Technik

Boudouard-Gleichgewicht:



$$\text{MWG: } K_c = \frac{c^2(CO)}{c(CO_2)c(C)} \Rightarrow K_c = \frac{c^2(CO)}{c(CO_2)} \quad \Delta H_R = +173 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Die Konzentration  $n$  eines Feststoffes lässt sich nicht angeben, und wird deswegen als konstant angesehen. Ihr wird der einheitenlose Wert 1 zugewiesen.

### Berechnungen des konstanten $K_c$

1. Im Boudouard-Gleichgewicht liegen bei  $T = 700^\circ\text{C}$ , 25% Volumenprozent an  $CO_2$  vor. Das molare Volumen beträgt  $V_M = 75 \frac{1}{\text{mol}}$ . Berechne  $K_c$ .

$$K_c = \frac{c^2(CO)}{c(CO_2)} = \frac{n^2(CO)V}{V^2 n(CO_2)} = \frac{V^2(CO)V_M}{V_M^2 VV(CO_2)} = \frac{(75\%)^2 V^2}{V_M V \cdot 25\% V} = \frac{(75\%)^2}{25\%} \frac{1}{V_M} = 0,03 \frac{\text{mol}}{1}$$

$$K_c > 1$$

Gleichgewicht liegt auf der Seite der Produkte

$$K_c < 1$$

Gleichgewicht liegt auf der Seite der Edukte

## 2. Berechne für das Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht

- a)** das Volumen des Gases bei  $p = 20\text{ MPa}$  und  $T = 500^\circ$  und
- b)** die Gleichgewichtskonstante  $K_c$  bei Vol.-%(HI) = 64%, Vol.-%(Iod) = 23%, Vol.-%(Wasserstoff) = 13%.

$$\mathbf{a)} \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$V_1 = \frac{p_2}{p_1} \frac{T_1}{T_2} V_2 = 0,32\text{l}$$

$$\mathbf{b)} V = 0,32\text{l}$$

$$K_c = \frac{c^2(\text{HI})}{c(\text{H}_2)c(\text{I}_2)}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c(\text{HI}) = \frac{0,64\text{mol}}{0,32\text{l}} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

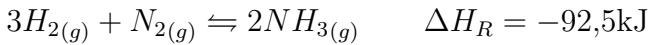
$$c(\text{I}_2) = \frac{0,23\text{mol}}{0,32\text{l}} = 0,72 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c(\text{H}_2) = \frac{0,73\text{mol}}{0,32\text{l}} = 0,4 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$K_c = 13,9$$

### 1.6.2 Die großtechnische Anwendung des Massenwirkungsgesetzes

#### Haber-Bosch-Verfahren



Optimierung der Reaktionsbedingungen:

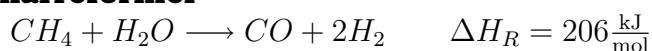
- Hohe **Konzentration** der Ausgangsstoffe
- **Temperaturerniedrigung**, da Reaktion exotherm ist; Temperatur muss aber hoch genug sein, um genug Aktivierungsenergie für reaktionsträgen Stickstoff aufzubringen, darf aber nicht zu hoch sein, da sonst der Zerfall von Ammoniak begünstigt wird ( $400^\circ\text{C}$ - $500^\circ\text{C}$ )
- **Druckerhöhung** begünstigt Hinreaktion (250bar-350bar) (Le Chatelier)

- Ammoniak immer aus dem Gasgemisch entfernen (gut da Sie-depunkte weit auseinander liegen)
- Verhältnis: Wasserstoff : Stickstoff = 3 : 1
- Katalysator: Poröse Eisenkörner, denen zur Aktivierung Oxide von Calcium, Kalium und Aluminium zugesetzt werden

Großtechnische Verwirklichung:

- Synthesegas:

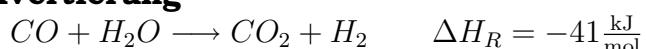
**Primärreformer**



**Sekundärreformer**



**Konvertierung**



- Kreisprozess:

Die Synthese wird im Kreislauf betrieben, der entstandene Ammoniak wird durch Kühlung abgetrennt, das Synthesegas wird wieder in den Synthesereaktor zurückgeführt.

Verwendung von Ammoniak:

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| • Sprengstoffe | • Arzneimittel  |
| • Düngemittel  | • Kunststoffe   |
| • Farbstoffe   | • Salpetersäure |

## 1.7 Protolyse-Gleichgewichte

### 1.7.1 Protlysereaktionen

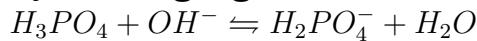
**Protonen-Donatoren**

Teilchen, die bei einer Reaktion Protonen abgeben

**Protonen-Akzeptoren**

Teilchen, die bei einer Reaktion Protonen aufnehmen

### Protolyse-Übergang

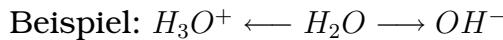


Eine Säure und die aus ihr durch Abgabe eines Protons hervorgegangene Base bilden ein korrespondierendes Säure/Base-Paar.



### Ampholyte

Teilchen, die je nach Reaktionspartner als Säure oder Base reagieren



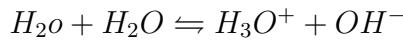
### Protonen-Donatoren

- Neutralsäuren:  $HCl$ ,  $H_2SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$ ,  $H_2O$ ,  $H_3PO_4$
- Kationsäuren:  $NH_4^+$ ,  $H_3O^+$
- Anionsäuren:  $H_3PO_4^-$ ,  $HSO_4^-$ ,  $HSO_3^-$ ,  $HCO_3^-$

### Protonen-Akzeptoren

- Neutralbasen:  $NH_3$ ,  $H_2O$
- Anionbasen:  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HSO_4^-$ ,  $PO_4^{3-}$

### 1.7.2 Autoprotolyse des Wassers



### Massenwirkungsgesetz

$$K_c = \frac{c(H_3O^+)c(OH^-)}{c^2(H_2O)}$$

$$c(H_3O^+) = c(OH^-) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$V = 1 \text{ l}$$

$$\varrho = 0,998 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

$$T = 25^\circ\text{C}$$

$$M = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m = 0,998 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 1\text{l} = 998\text{g}$$

$$n = \frac{998\text{g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 55,5\text{mol}$$

$$c(H_2O) = 55,5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$K_c = \dots = 3,2 \cdot 10^{-18}$$

### Ionenprodukt des Wassers

$$\text{MWG: } K_c = \frac{c(H_3O^+)c(OH^-)}{c^2(H_2O)}$$

$$K_c \cdot c^2(H_2O) = c(H_3O^+)c(OH^-)$$

$$K_w = c(H_3O^+)c(OH^-) = 10^{-14} \left( \frac{\text{mol}}{\text{l}} \right)^2 \text{ bei } T = 25^\circ\text{C}$$

Das Ionenprodukt  $K_w$  des Wassers ist die Konstante aus dem Produkt der Konzentration der Oxonium-Ionen ( $H_3O^+$ ) und der Hydroxid-Ionen ( $OH^-$ ). Sie gilt nur in verdünnten wässrigen Lösungen und ist von der Temperatur abhängig.

### In neutralen Lösungen

$$c(H_3O^+) = c(OH^-) \Rightarrow K_w = c^2(H_3O^+) = 10^{-14} \left( \frac{\text{mol}}{\text{l}} \right)^2$$

$$c(H_3O^+) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

### In sauren Lösungen

$$c(H_3O^+) > 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c(OH^-) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

### In alkalischen Lösungen

$$c(H_3O^+) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c(OH^-) > 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

### 1.7.3 Der pH-Wert

#### Definition

$$pH = -\lg c(H_3O^+)$$

$$c(H_3O^+) = 10^{-pH} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

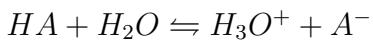
Entsprechend:  $pOH = -\lg c(OH^-)$

$$c(OH^-) = 10^{-pOH} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$pH + pOH = 14 \text{ bei } T = 25^\circ\text{C}$$

## 1.8 pH- und pOH-Wert starker Säuren und Basen

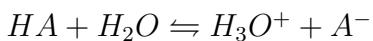
$HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HClO_4$



Bei einer starken Säure liegt das Gleichgewicht weit auf der Seite der Produkte.

### 1.8.1 Säure- und Basenkonstante

#### Säurekonstante



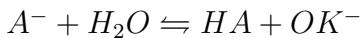
$$\text{MWG: } \frac{c(H_3O^+)c(A^-)}{c(HA)c(H_2O)} = K_c$$

$$K_c \cdot c(H_2O) = \frac{c(H_3O^+)c(A^-)}{c(HA)} = K_s \text{ (Säurekonstante)}$$

$$\Rightarrow pK_s = -\lg K_s$$

Je größer  $K_s$ , desto stärker ist die Säure. Je größer  $pK_s$ , desto schwächer ist die Säure.

#### Basenkonstante



$$\text{MWG: } K_c = \frac{c(HA)c(OH^-)}{c(A^-)c(H_2O)}$$

$$K_c \cdot c(H_2O) = K_b = \frac{c(HA)c(OH^-)}{c(A^-)} \text{ (Basenkonstante)}$$

$$\Rightarrow pK_b = -\lg K_b$$

Je größer  $K_b$ , desto stärker ist die Base. Je größer  $pK_b$ , desto schwächer ist die Base.

#### Für ein korrespondierendes Säure/Base-Paar gilt

$$K_s \cdot K_b = \frac{c(H_3O^+)c(A^-)}{c(HA)} \cdot \frac{c(HA)c(OH^-)}{c(A^-)} = c(H_3O^+)c(OH^-) = K_w = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{l}^2}$$

$$\Rightarrow pK_s + pK_b = pK_w = 14$$

#### Vorhersagen für Protolysereaktionen

### Berechnung des pH-Werts von Säuren und Basen

#### a) Berechnung des pH-Werts einer „starken“ Säure ( $pK_s < 3,5$ )

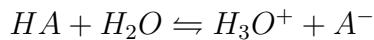
Bei starken Säuren (analoges gilt für Basen) verlaufen die Protolyse praktisch vollständig.

$$c_{Gl}(H_3O^+) = c_0(HCl)$$

$$pH = -\lg c_0(HCl) = -\lg c_{Gl}(H_3O^+)$$

#### b) Berechnung des pH-Werts einer schwachen Säure ( $pK_s > 3,5$ )

Die Protolyse verläuft nicht vollständig.



$$K_s = \frac{c_{Gl}(A^-)c_{Gl}(H_3O^+)}{c_{Gl}(HA)}$$

$$c_{Gl}(A^-) = c_{Gl}(H_3O^+)$$

$$c_{Gl}(HA) \approx c_0(HA)$$

$$K_s = \frac{c_{Gl}^2(H_3O^+)}{c_0(HA)}$$

$$c_{Gl}(H_3O^+) = \sqrt{K_s \cdot c_0(HA)}$$

$$c_{Gl}(H_3O^+) = [K_s \cdot c_0(HA)]^{\frac{1}{2}}$$

$$pH = \frac{1}{2} [pK_s - \lg c_0(HA)]$$

Analog gilt für schwache Basen:

$$pOH = \frac{1}{2} [pK_b - \lg c_0(A^-)]$$

Beispiele zur Berechnung:

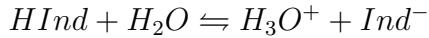
- Ammoniak:  $c_0(NH_3) = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
- Essigsäure:  $c_0(HAc) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
- Salzsäure:  $c_0(HCl) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

### Säure/Base-Indikatoren

Versuch: Blaukrautsaft zeigt in Abhängigkeit des pH-Werts unterschiedliche Farben.

Versuch: Testen verschiedener Indikatoren

### a) Wirkungsweise eines Indikators



Säure/Base-Indikatoren sind Farbstoffe, die als schwache Säure oder Base fungieren. Die Indikator-Säure ( $HInd$ ) und die korrespondierende Indikator-Base ( $Ind^-$ ) unterscheiden sich in ihrer Phase. Der Farbumschlag wird durch eine Protolysereaktion verursacht.

### Protolysereaktionen

Salze starker Basen und starker Säuren reagieren in wässriger Lösung neutral. Salze schwacher Basen und starker Säuren reagieren in wässriger Lösung sauer. Salze starker Basen und schwacher Säuren reagieren in wässriger Lösung basisch.

### Puffersysteme

#### a) Definition

Puffersysteme sind Lösungen schwacher Säuren (Basen) und ihrer korrespondierenden Basen (Säuren). Sie ändern ihren pH-Wert bei Zugabe von  $H_3O^+$ -Ionen ( $OH^-$ -Ionen) nur wenig.



#### b) Anwendung des Massenwirkungsgesetzes

$$K_s = \frac{c(H_3O^+)c(A^-)}{c(HA)} \Rightarrow c(H_3O^+) = K_s \frac{c(HA)}{c(A^-)}$$

$$pH = pK_s - \lg \frac{c(HA)}{c(A^-)} \quad (\text{Henderson-Hasselbalch-Gleichung})$$

Für ein äquimolares Gemisch gilt:  $pH = pK_s$

#### c) Biologische Bedeutung

Puffermischung des Bodens, Pufferung im Blut

### Versuch

Titration einer schwachen Säure

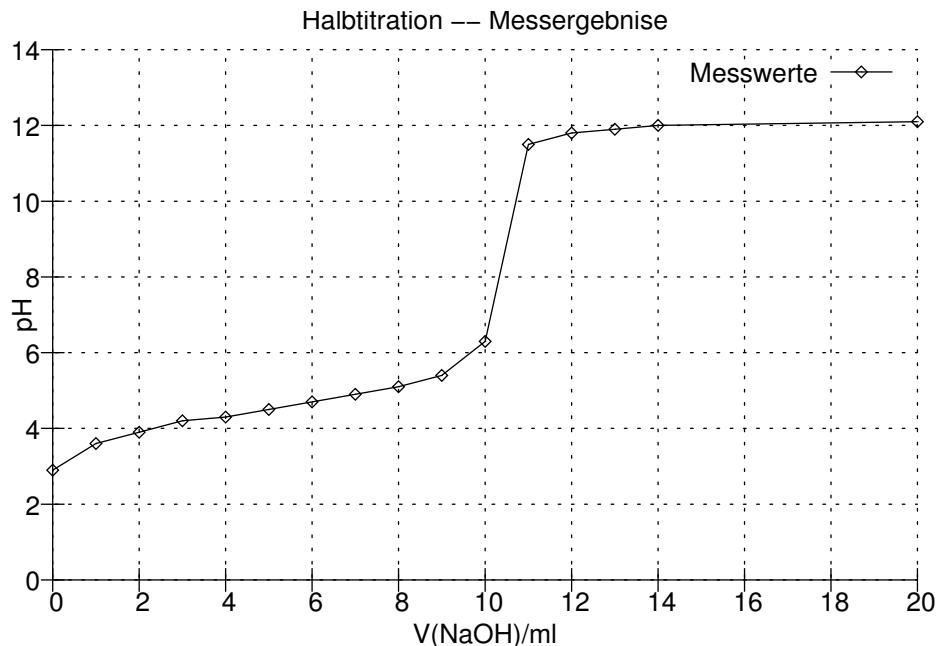
### Skizze

$$c(OH^-) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad (\text{Natronlauge})$$

$$c_0(HAc) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad (\text{Essigsäure})$$

**Berechnung des Start-pHs**

$$pH = \frac{1}{2} [pK_s - \lg c_0(HAc)] = 2,87$$

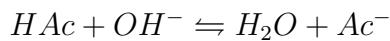
**Messwerttabelle/Graph**

[Halbäquivalenzpunkt bei  $V(NaOH) = 5\text{ml}$ , Äquivalenzpunkt bei  $V(NaOH) = 10\text{ml}$

Bei  $V(NaOH) = 0$ :  $n(HAc) = 0,01\text{mol}$

Beim Halbäquivalenzpunkt:  $n(HAc) = 0,005\text{mol}$ ,  $n(Ac^-) = 0,005\text{mol}$

Beim Äquivalenzpunkt:  $n(HA) = 0\text{mol}$ ,  $n(Ac^-) = 0,01\text{mol}$ ]



- pH am Halbäquivalenzpunkt:

$$n(HAc) = n(Ac^-) \Rightarrow c(HAc) = c(Ac^-) \Rightarrow pH = pK_s = 4,74$$

- pH am Äquivalenzpunkt:

$$n(Ac^-) = 0,01\text{mol}$$

$$pK_b(Ac^-) = 9,26$$

$$V = 0,11\text{l}$$

$$\begin{aligned}
 pH &= 14 - pOH \\
 pOH &= \frac{1}{2} [pK_b - \lg c_0(Ac^-)] \\
 c_0(Ac^-) &= \frac{n(Ac^-)}{V} \\
 pH &= 14 - \frac{1}{2} \left[ pK_b - \lg \frac{n(Ac^-)}{V} \right] = 8,85
 \end{aligned}$$

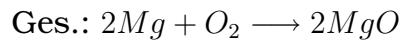
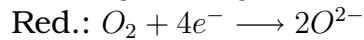
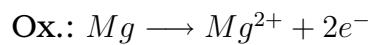
## 1.9 Redox-Gleichgewichte

### Versuch

Versuch: Verbrennung von Magnesium

### Beobachtung

Verbrennt unter greller Lichterscheinung



Merke: Oxidation ist Elektronenabgabe, Reduktion ist Elektronenaufnahme. Bei Redoxreaktionen erfolgt ein Elektronenübergang.

### 1.9.1 Die Redoxreihe der Metalle

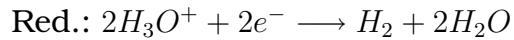
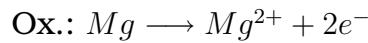
„Edle“ und „unedle“ Metalle

### Versuch

[ $Mg$ -Band[heftig],  $Zn$ -Blech[langsam],  $Cu$ -Blech[gar nicht] mit  $HCl$ ]

### Beobachtung

Nur die unedlen Metalle  $Mg$  und  $Zn$  vermögen Oxonium-Ionen zu reduzieren!

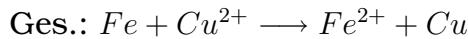
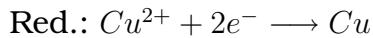
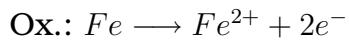


### Versuch

Eisennagel in Kupfersulfat-Lösung

**Beobachtung**

Kupfer scheidet sich auf dem Eisennagel ab.



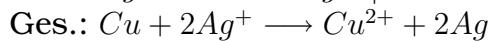
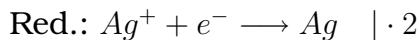
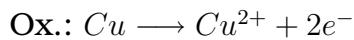
Das unedlere Eisen vermag das edlere Kupfer<sup>1</sup> zu reduzieren.

**Versuch**

Silbernitrat-Lösung auf Kupferblech

**Beobachtung**

Auf dem Kupfer scheidet sich ein schwarzer Belag ab (amorph verteiltes Silber).



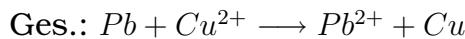
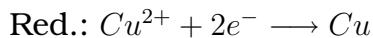
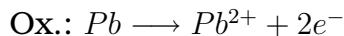
Das unedlere Kupfer vermag das edlere Silber zu reduzieren.

Reduktionsvermögen der Metalle	Stärkstes Reduktionsmittel		Stärkstes Oxidationsmittel	Oxidationsvermögen der Metallionen
(stark)	Mg	↔	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
	Zn	↔	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
	Fe	↔	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
	Pb	↔	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
	H <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	↔	2H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
	Cu	↔	Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup>	
(schwach)	Ag	↔	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	(stark)

Merke: Jedes in der Redoxreihe höher stehende Metall reduziert die Ionen aller tiefer stehenden Metalle. Jedes in der Redoxreihe tiefer stehende Metall-Kation oxidiert alle darüber stehenden Metalle.

Welchen der folgenden Metall/Metallkationen-Kombinationen ergeben eine Reaktion? Formuliere ggf. die Reaktionsgleichung.

- Pb in Cu<sup>2+</sup>:



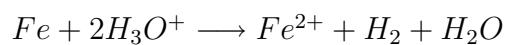
- Ag in Fe<sup>2+</sup>: Keine Reaktion

<sup>1</sup>eigentlich die Cu<sup>2+</sup>-Ionen

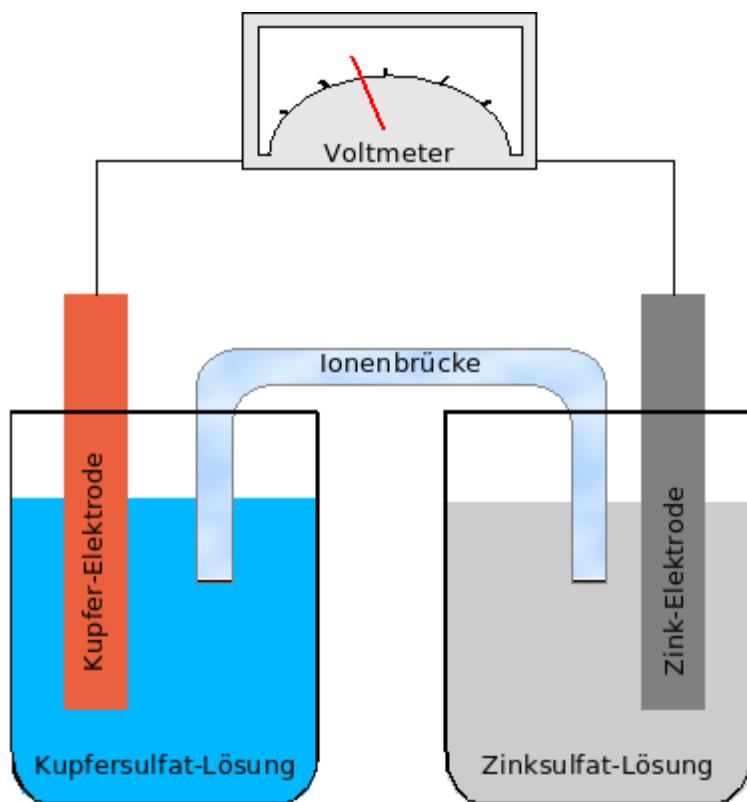
- $Fe$  in  $Mg^{2+}$ : Keine Reaktion

- $Ag$  in  $HCl$ : Keine Reaktion

- $Fe$  in  $HCl$ :



### 1.9.2 Ein galvanisches Element<sup>2</sup>



Daniell-Element:

$Cu/Cu^{2+}$	$Zn/Zn^{2+}$
$Cu \leftarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$ <sup>4</sup>	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ <sup>5</sup>
„Zink-Halbzelle“	„Kupfer-Halbzelle“
Oxidation	Reduktion
--Pol	+-Pol

<sup>2</sup>Bild von Wikipedia<sup>3</sup>

<sup>4</sup>umgekehrte Reaktion auch, nur sehr schwach

<sup>5</sup>umgekehrte Reaktion auch, nur sehr schwach

Merke: Werden zwei Halbzellen miteinander kombiniert, so entsteht ein galvanisches Element. Bei gleichen Konzentrationen überwiegt beim „unedleren“ Element die Oxidation (=Elektronendonator) und beim „edleren“ Element die Reduktion (=Elektronenakzeptor).

### 1.9.3 Die Spannungsreihe

Das Redoxpotential eines Metalls kann in Relation zum Redoxpotential eines zweiten Metalls gemessen werden.

- Standard-Halbzellen:  $c(M^{z+}) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
- Leerlaufspannung (stromfrei)

	$Cu/Cu^{2+}$	$Zn/Zn^{2+}$
$Ag/Ag^+$	0,4V	1,5V
$Cu/Cu^{2+}$	n/a	1,1V

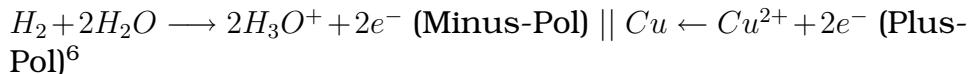
### Das Standardpotential

Da Redox-Potentiale nur relativ gemessen werden können, wurde als Bezugspunkt (Nullpunkt) die Standard-Wasserstoff-Halbzelle gewählt, deren Standardpotential per Definition  $E^0(H_2/H_3O^+) = 0V$  beträgt.

[Siehe auch Abbildung auf Zettel]

Beispiele:

- $M$ : Kupfer



→ Standardpotential  $E^0(Cu/Cu^{2+}) = +0,35V$

- $M$ : Zink



→ Standardpotential  $E^0(Zn/Zn^{2+}) = -0,76V$

<sup>6</sup>Jeweils Reaktion auch in andere Richtung, nur sehr schwach

<sup>7</sup>Jeweils Reaktion auch in andere Richtung, nur sehr schwach

Merke: Mit Hilfe der Standardpotentiale kann man (unter Standardbedingungen) die Spannung jedes beliebigen galvanischen Elements berechnet werden.

$$U^0 = E^0(\text{Akzeptorhalbzelle}) - E^0(\text{Donatorhalbzelle})$$

$$\text{Beispiel: } U(Zn||Cu) = E^0(Cu/Cu^{2+}) - E^0(Zn/Zn^{2+}) = +0,35V - (-0,76V) = 1,11V$$

Überlegung: *Zn* „löst“ sich in verdünnter Salzsäure, *Cu* hingegen nicht! Warum?

Vermutung: „*Zn*“ besitzt ein negativeres, „*Cu*“ ein positiveres Standardpotential als das System  $H_2/H_3O^+$ .

Hypothetische Gleichungen:

- $Zn + 2H_3O^+ \longrightarrow H_2 + Zn^{2+} + 2H_2O$   
 Donator/Ox.:  $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^- \quad E^0(Zn/Zn^{2+}) = -0,76V$   
 Akzeptor/Red.:  $2H_3O^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O + H_2 \quad E^0(H_2/H_3O^+) = 0V$   
 $U^0(H_2||Zn) = 0V - (-0,76V) = 0,76V$
- $Cu + 2H_3O^+ \longrightarrow H_2 + Cu^{2+} + 2H_2O$   
 Donator/Ox.:  $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^- \quad E^0(Cu/Cu^{2+}) = 0,35V$   
 Akzeptor/Red.:  $2H_3O^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O + H_2 \quad E^0(H_2/H_3O^+) = 0V$   
 $U^0(H_2||Cu) = 0V - 0,35V = -0,35V$

#### 1.9.4 Die nutzbare Energie $\Delta G$

Die Spannung eines galvanischen Elements muss einen positiven Wert besitzen, damit die Reaktion spontan abläuft.

$$\Delta G = -UzQ$$

$\Delta G$  in  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$   
 Freie (nutzbare) Energie

$z$   
 Zahl der übertragenen Elektronen

$Q = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$   
 Ladungsmenge

- $\Delta G < 0 \Rightarrow$  Energie wird abgegeben, exergonisch
- $\Delta G > 0 \Rightarrow$  Energie wird aufgenommen, endergonisch

Beispiele:

- Das Daniell-Element liefert elektrische Energie. Berechne  $\Delta G$ .



$$z = 2$$

$$U^0(Zn||Cu) = E^0(Cu/Cu^{2+}) - E^0(Zn/Zn^{2+}) = 0,35V - (-0,76V) = 1,11V$$

$$\Delta G = -1,11V \cdot 2 \cdot 96485 \frac{C}{mol} = -214 \frac{kJ}{mol}$$

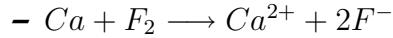
- Welches galvanische Element liefert mehr freie Energie pro Metall? ( $Li||F^-$ ) oder ( $Ca||F^-$ )?



$$z = 2$$

$$U^0(Li||F^-) = E^0(F^-/F_2) - E^0(Li/Li^+) = 2,87V + 3,04V = 5,91V$$

$$\Delta G = -U^0(Li||F^-)zQ = -5,91V \cdot 2 \cdot 96485 \frac{C}{mol} = -1140 \frac{kJ}{mol}$$



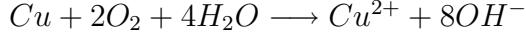
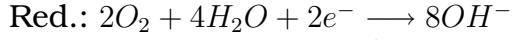
$$z = 2$$

$$U^0(Ca||F^-) = E^0(F^-/F_2) - E^0(Ca/Ca^{2+}) = 2,87V + 2,87V = 5,74V$$

$$\Delta G = -U^0(Ca||F^-)zQ = -5,74V \cdot 2 \cdot 96485 \frac{C}{mol} = -1108 \frac{kJ}{mol}$$

$\Rightarrow (Ca||F^-)$  liefert mehr freie Energie pro Metall<sup>8</sup>.

- $Cu$  läuft an feuchter Luft allmählich an, Gold dagegen bleibt glänzend. Erkläre!

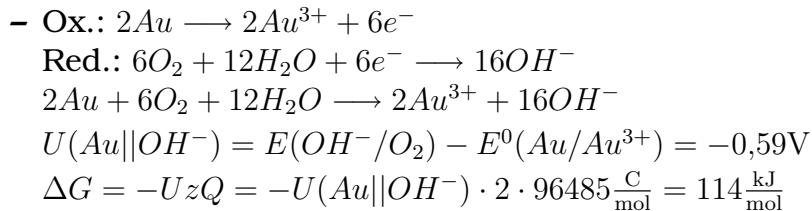


$$U(Cu||OH^-) = E(OH^-/O_2) - E^0(Cu/Cu^{2+}) = 0,47V$$

$$\Delta G = -UzQ = -U(Cu||OH^-) \cdot 2 \cdot 96485 \frac{C}{mol} = -91 \frac{kJ}{mol}$$

---

<sup>8</sup>Da  $2Li \leftrightarrow 1Ca$



### 1.9.5 Das Redox-Potential – Einfluss der Konzentration auf $E^0$

#### Versuch

$Cu||Cu$ -System

#### Beobachtung

Nach dem Zutropfen von  $NH_3$  verfärbt sich die linke Halbzelle tiefblau. Es tritt eine Spannung von ca. 0,1V auf.

#### Erklärung

$Cu^{2+}$ -Ionen reagieren mit  $NH_3$



⇒ Abnahme von  $c(Cu^{2+})$  in der linken Halbzelle

⇒ Änderung des Redox-Potentials dieser Halbzelle

Links	Rechts
$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$	$Cu \longleftarrow Cu^{2+} + 2e^-$ <sup>9</sup>
Minus-Pol	Plus-Pol
Oxidation	Reduktion

Nach dem Prinzip von Le Chatelier begünstigt die Abnahme von  $c(Cu^{2+})$  die Reaktion, bei der die  $Cu^{2+}$ -Ionen gebildet werden. Die Halbzelle mit der verdünnteren Lösung bildet nun den Minus-Pol dieser sogenannten Konzentrationskette.

#### Messung der Konzentrationsabhängigkeit des Redoxpotentials

Versuch: Konzentrationskette mit  $Ag/Ag^+$ -Halbzellen, Strombrücke ( $NH_4NO_3$ -Lösung), jeweils  $Ag$ -Elektroden,  $AgNO_3$ -Lösung

$c_1$	$c_2$	$U$	$\frac{c_1}{c_2}$	$\lg \frac{c_1}{c_2}$
$1 \frac{\text{mol}}{1}$	$0,1 \frac{\text{mol}}{1}$	58mV	10	1
$1 \frac{\text{mol}}{1}$	$0,01 \frac{\text{mol}}{1}$	98mV	100	2

<sup>9</sup> Jeweils Reaktion auch in andere Richtung, nur sehr schwach

Die Spannung steigt linear, proportional zu  $\lg \frac{c_1}{c_2}$ . Genauere Messungen ergeben folgenden Zusammenhang:

$$U = 0,059V \cdot \lg \frac{c_1}{c_2}$$

Versuch: Konzentrationsabhängigkeit bei  $Cu/Cu^{2+}$ -Konzentrationskette (Literaturwerte)

$c_1$	$c_2$	$U$	$\frac{c_1}{c_2}$	$\lg \frac{c_1}{c_2}$
$1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	$0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	30mV	10	1
$1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	$0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	60mV	100	2
$1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	$0,001 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	90mV	1000	3

$$U = 0,030V \cdot \lg \frac{c_1}{c_2}$$

### Die Nernstsche Gleichung

$$E = E^0 + \frac{0,059V}{2} \cdot \lg \{c(Me^{z+})\}$$

- Berechne die Spannung einer Konzentrationskette

$$c_1(Al^{3+}) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c_2(Al^{3+}) = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$E_1 = -1,66V + \frac{0,059V}{3} \lg 0,1 = -1,68V$$

$$E_2 = -1,66V + \frac{0,059V}{3} \lg 0,001 = -1,72V$$

$$U = E_A - E_D = E_1 - E_2 = 0,04V$$

- Zwei Zink-Halbzellen

$$c_1(Zn^{2+}) = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c_2(Zn^{2+}) = 2 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$E_1 = -0,799V$$

$$E_2 = -0,754V$$

$$U = E_A - E_D = 0,07V$$

- Ein galvanisches Element wird gebildet aus einer  $Pb/Pb^{2+}$ -Halbellze und einer  $Sn/Sn^{2+}$ -Halbzelle. Berechne die Spannung unter Standardbedingungen. Gib an, wie sich die Konzentrationen ändern, wenn ein Verbraucher in den Stromkreis eingeschaltet wird. Berechne [unter der Annahme gleicher Volumina], bei welcher Konzentration die Spannung 0V erreicht werden würde.

$$E(Pb/Pb^{2+}) = -0,13V$$

$$E(Sn/Sn^{2+}) = -0,14V$$

$$U = E_A - E_D = E(Pb/Pb^{2+}) - E(Sn/Sn^{2+}) = 0,01V$$

Die Konzentration von  $Sn^{2+}$ -Ionen wird zunehmen.<sup>10</sup>

$$U = E^0(Pb/Pb^{2+}) + \frac{0,059V}{2} \lg c(Pb^{2+}) - [E^0(Sn/Sn^{2+}) + \frac{0,059V}{2} \lg c(Sn^{2+})] = 0V$$

$$c(Sn^{2+}) + c(Pb^{2+}) = 2 \frac{\text{mol}}{1}$$

$$c(Pb^{2+}) = 0,63 \frac{\text{mol}}{1}$$

## pH-Abhängigkeit von Redoxreaktionen

### Versuch

$MnO_4^-$  reagiert mit Halogenidsalzlsungen

### Beobachtung

Farbumschlag bei der Reaktion mit  $KI$ , keine sichtbare Reaktion bei  $KCl$

Red.:  $MnO_4^- + 8H_3O^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 12H_2O$  (Das Gleichgewicht ist pH-abhängig.)

$$c(MnO_4^-) \approx c(Mn^{2+})^{11}$$

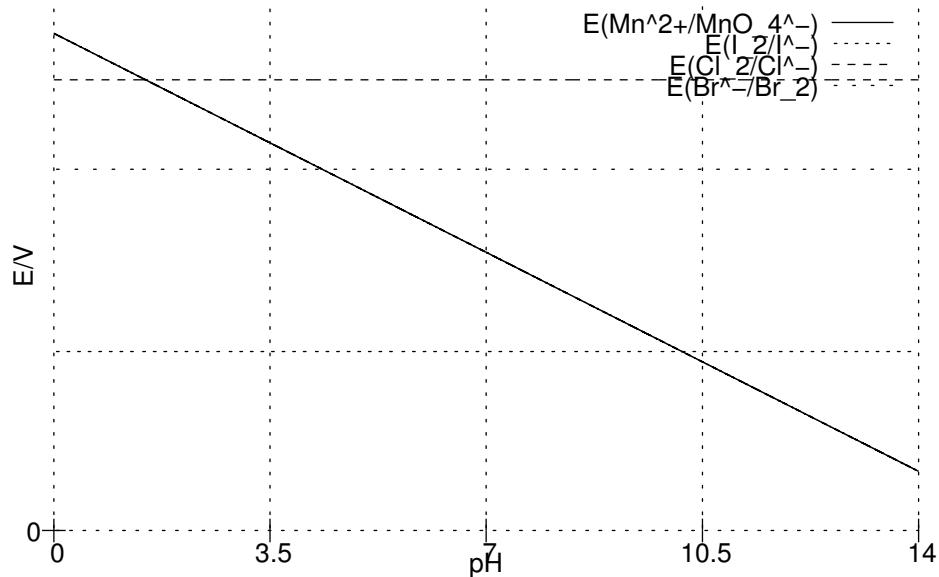
$$\Rightarrow E(Mn^{2+}/MnO_4^-) = E^0(Mn^{2+}/MnO_4^-) + \frac{0,059V}{5} \lg \frac{c(MnO_4^-)c^8(H_3O^+)}{c(Mn^{2+})} = 1,50V + \frac{0,059V}{5} \lg c^8(H_3O^+) = 1,50V - 0,0944V \cdot pH^{12}$$

<sup>10</sup>XXX

<sup>11</sup>Da diese beiden nur in die erste statt in die achte Potenz gehoben werden.

<sup>12</sup> $\frac{c_{Ox}}{c_{Red}}$

Bis ca. pH = 1,5 können Cl<sup>-</sup>-Ionen von MnO<sub>4</sub><sup>4-</sup> oxidiert werden



Exakte Werte:

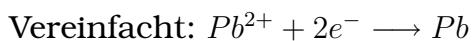
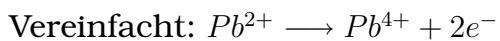
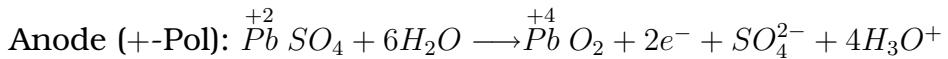
- Reaktion mit Iod: pH = 10,2
- Reaktion mit Chlor: pH = 1,48
- Reaktion mit Brom: pH = 4,34

### 1.9.6 Der Bleiakkumulator – ein Sekundärelement

#### Versuch: Aufladevorgang

Zwei mit Bleisulfat überzogene Bleiplatten werden in Schwefelsäure getaucht und mit einer Gleichstromquelle verbunden ( $U = 2,3\text{V}$ ).

[Bild: Gefäß mit Schwefelsäure, zwei Bleiplatten, Verbindung mit einer Stromquelle, am Pluspol:  $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbO}_2$  und  $2e^-$ , am Minuspol:  $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}$  und  $2e^-$ , jeweils Lösung von  $\text{PbSO}_4$  im Wasser, Nebenreaktion:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ ]



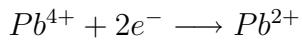
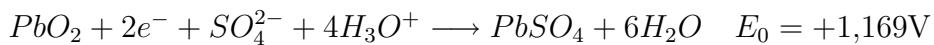
**Versuch: Entladevorgang**

Die mit  $PbO_2$  bzw.  $Pb$  verbundenen Platten werden über ein Voltmeter verbunden.

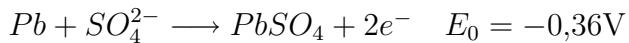
[Bild: Gefäß mit Schwefelsäure, zwei Bleiplatten, Verbindung mit einem Voltmeter, am Pluspol (braun):  $2e^- \rightarrow PbO_2 \rightarrow PbSO_4$ ,  $SO_4^{2-}$  zur Platte rein, am Minuspol (grau):  $Pb \rightarrow 2e^-$  und  $PbSO_4$

Beobachtung: Es liegt eine Spannung von  $\approx 2,1V$  an.

Anodenreaktion beim Entladen:



Kathodenreaktion beim Entladen:



Merke: Der Bleiakkumulator ist ein sogenanntes Sekundärelement, d.h. die ablaufenden Prozesse sind reversibel. Im Gegensatz dazu sind die stromliefernden Prozesse beim Leclanché irreversibel. Es ist ein Primärelement.

**1.9.7 Ionenkonkurrenz um die Entladung****Skizze**

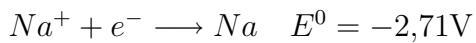
[U-Rohr mit wässriger Lösung von  $Na_2SO_4$ , Elektronen aus platinisiertem Platin]

$$c(Na_2SO_4) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

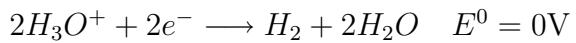
**Beobachtung**

Gasentwicklung ab ca. 1,9V

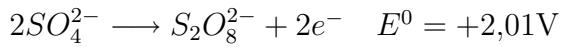
Betrachtung der denkbaren Redox-Reaktionen:

**Reduktion 1**

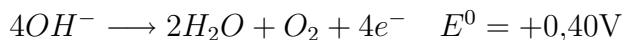
$$E_{\text{Ab}} = E + E_{\ddot{U}} = -2,71V + 0,0059V \cdot \lg 2 + 0V = -2,69V$$

**Reduktion 2**

$$E_{Ab} = 0V + \frac{0,0059V}{2} \cdot \lg c^2(H_3O^+) + (-0,05V) = -0,46V$$

**Oxidation 1**

$$E_{Ab} = E_0 = +2,01V$$

**Oxidation 2**

$$E_{Ab} = +0,40V + \frac{0,059V}{4} \cdot \lg \frac{1}{c^4(OH^-)} + 0,64V = +1,45V$$

**Merke:** Es findet stets die Reaktion mit dem am wenigsten negativen Abscheidungspotential und die Oxidation mit dem an wenigsten positiven Abscheidungspotential statt.

[Diagramm hier]

## 1.10 Hausaufgaben

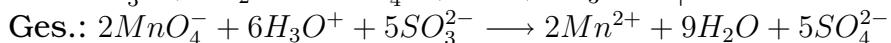
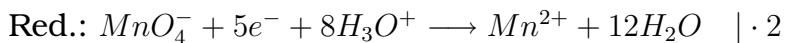
### 1.10.1 1. Hausaufgabe

**Lithiumtetrafluoroargentat(I),  $Na[Au(CN)_2]$ , Ammoniumtetrathiocyanocadmat(III)**

Siehe Chemie/Komplexverbindungen.

### 1.10.2 2. Hausaufgabe

#### Redoxreaktion



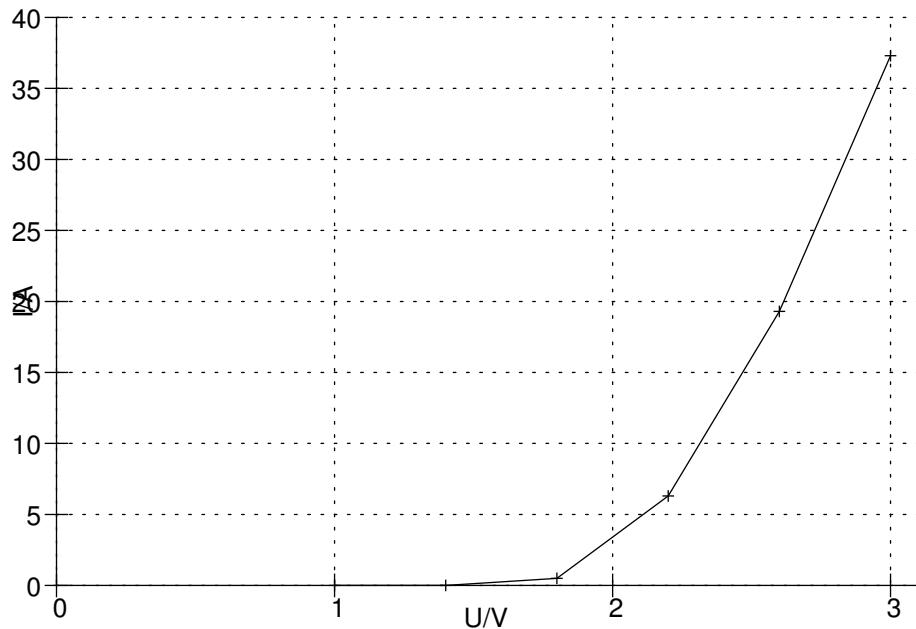
### 1.10.3 3. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

- $U^0(Li||S^{2-}) = E^0(S/S^{2-}) - E^0(Li/Li^+) = 2,56V$
- $U^0(Zn||Ag) = E^0(Ag/Ag^+) - E^0(Zn/Zn^{2+}) = 1,56V$
- $U^0(Zn||Au) = E^0(Au/Au^{3+}) - E^0(Zn/Zn^{2+}) = 2,17V$
- $U^0(Ag||Au) = E(Au/Au^{3+}) - E(Ag/Ag^+) = 0,61V$

### 1.10.4 4. Hausaufgabe

#### Graph zur Wertetabelle



## 1.11 Tests

### 1.11.1 Formelsammlung zur 1. Schulaufgabe

- Druck:  $[p] = \text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-5}\text{bar}$
- Volumen:  $[V] = \text{dm}^3 = \text{l}$

- Stoffmenge:  $[n] = \text{mol}$
- Konzentration:  $[c] = \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
- Temperatur:  $[\vartheta] = {}^\circ\text{C}$ ,  $[T] = \text{K}$
- Molare Masse:  $[M] = [m_M] = \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
- Molares Volumen:  $[V_M] = \frac{1}{\text{mol}}$   
 $V_M$  bei Normalbedingungen:  $V_M = 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$
- $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$  ( $R = 8,3145 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ )
- $c(A) = \frac{n(A)}{V_{\text{ges}}}$
- Bei Feststoffen:  $n(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$   
Bei Gasen:  $n(A) = \frac{V(A)}{V_M}$
- $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

### 1.11.2 Formelsammlung zur 2. Schulaufgabe (Fietz-powered)

#### Protolysereaktionen

- Ionenprodukt des Wassers:  $K_W = c(\text{H}_3\text{O}^+)c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{l}^2}$
- Säurekonstante:  $K_s = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$
- Basenkonstante:  $K_b = \frac{c(\text{OH}^-)c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$
- $pK_s = -\lg K_s$   
 $pK_b = -\lg K_b$
- $K_s \cdot K_b = pK_s + pK_b = 14$
- Bei starken Säuren ( $pK_s < 3,5$ ):  $pH = -\lg c_0(\text{HA})$   
Bei schwachen Säuren ( $pK_s > 3,5$ ):  $pH = \frac{1}{2} [pK_s - \lg c_0(\text{HA})]$   
Analog bei Basen

- Puffersystem-pH:  $pH = pK_s - \lg \frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$  (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)  
Am Halbäquivalenzpunkt: äquimolare Mengen ( $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$ ), Pufferwirkung optimal
- Hyperventilation: Normalerweise hat man immer  $\text{CO}_2$  im Blut, was das Blut saurer macht. Atmet man nun zu schnell zu viel aus, geht das  $\text{CO}_2$  weg und das Blut wird zu alkalisch. Abhilfe: Tüte über Kopf, damit atmet man sein eigenes  $\text{CO}_2$  wieder ein und gut ist.

## Redoxreaktion

- „Edle“ Elemente werden selbst reduziert, sind also Oxidationsmittel, und haben ein positiveres (größeres)  $E^0$  (Beispiel:  $\text{Ag}/\text{Ag}^+$ )  
„Unedle“ Elemente werden selbst oxidiert, sind also Reduktionsmittel, und haben ein negativeres (kleineres)  $E^0$  (Beispiel:  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}$ )
- Galvanisches Element: Zwei Halbzellen, elektrisch leitend verbunden
- Daniell-Element:  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Cu}/\text{Cu}^{2+}$
- Standardpotential:  $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{O}^+ + 2e^-$
- $U = E(\text{Akzeptor-Halbzelle} = \text{Reduktions-Halbzelle}) - E(\text{Donator-Halbzelle} = \text{Oxidations-Halbzelle})$
- $U > 0$ : Reaktion läuft spontan ab  
 $U < 0$ : Reaktion läuft nicht spontan ab
- Nutzbare Energie:  $[\Delta G] = [-UzQ = -Uz96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}] = \frac{\text{J}}{\text{mol}}$
- $\Delta G < 0$ : Exergonische Reaktion  
 $\Delta G > 0$ : Endergonische Reaktion
- $E = E^0 + \frac{0,059\text{V}}{z} \lg \frac{c(\text{Oxidierte Ionen})}{c(\text{Reduzierte Ionen})}$
- $U = 0,059\text{V} \cdot \lg \frac{c_1}{c_2}$

- pH-Abhängigkeit dann, wenn in der Endform  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{OH}^-$ -Ionen dabei sind  

$$E = E^0 - \frac{0,059\text{V}}{z} \cdot pH$$
- Zersetzungsspannung: (Theoretische) Spannung für die Elektrolyse
- Abscheidungsspannung: Die wirklich benötigte Spannung,  $E_{\text{Ab}} = E_{\text{Zersetzung}} + E_{\text{Über}}$
- Überspannung: Die zusätzliche Spannung, die in der Realität bei Reaktionen mit Gaspartnern nötig ist

## 2 Deutsch

### 2.1 Schulheft

#### 2.1.1 Diskussion

- Eingehen auf Vorredner
- Beginn mit Behauptung
- Sachlichkeit

#### **Soll die Rechtschreibung beibehalten werden?**

Pro:

- Erleichterung beim Erlernen (Berufung auf Erfahrung)
- Drohendes Chaos an Schulen (Analogie: Berufung auf Einführung der neuen Rechtschreibung)
- Korrekter Gang durch die Instanzen (Berufung auf Fakten: Laut Grundgesetz gültig)
- Überbewertung der Diskussion (Berufung auf Allgemeines)

Contra:

- Erschwerung beim Fremdsprachenerwerb (Berufung auf Allgemeines)
- Sinnentstellung durch Getrenntschreibung (Berufung auf Erfahrung)
- Erschwerung des Satzverständnisses durch vereinfachte Interpunktion (Berufung auf eigene Erfahrung)
- Verlust des Reichtums und der Komplexität der deutschen Sprache (Berufung auf Erfahrung)

### 2.1.2 Überleitende Wörter

- erstens
- zunächst
- ebenfalls
- weiterhin
- denn
- im besonderen Maße gilt...
- obwohl nicht verkannt werden kann...
- besonders wichtig erscheint
- ein weiterer Aspekt
- entscheidend ist...

### 2.1.3 Stilfragen

- Semantisch: Inhaltlich korrekt und differenziert formulieren
- Syntaktisch: Sprachlich richtig formulieren
- Pragmatisch: Situations- und adressatengerecht formulieren

Sprecher/Autor (Absichten und Kompetenzen) ⇒ Äußerung/Text (Inhalt, Form) ⇒ Hörer/Leser (Kompetenzen und Erwartungen) ⇒ Form

### 2.1.4 Stilnormen

- Schreiben Sie möglichst knapp! Vermeiden Sie Phrasen, Kliches und Überflüssiges!
- Schreiben Sie für Ihre Adressaten möglichst eindeutig!
- Schreiben Sie logisch und widerspruchsfrei!
- Variieren Sie Ihre Satzanfänge, um Monotonie zu vermeiden!
- Formulieren Sie so, dass der Leser keine Nachfragen hat!
- Drücken Sie deutlich aus, wenn Sie etwas ironisch meinen!
- Wählen Sie ihren Stil textartenspezifisch!
- Vermeiden Sie den „amtsdeutschen“ Nominalstil!
- Vermeiden Sie unnötig lange Schachtelsätze!

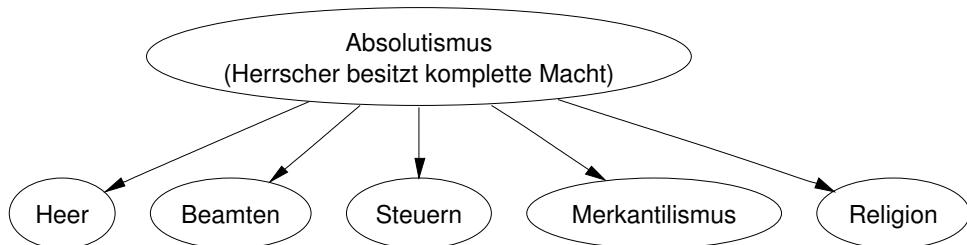
### 2.1.5 Immanuel Kant: „Was ist Aufklärung?“ (1784)

Gründe für die Unmündigkeit des Menschen: Faulheit, Feigheit, Gewohnheit, Bequemlichkeit, Unfähigkeit, Abhängigkeit, Unwille, Angst, Schüchternheit, Abschreckung

Georg Christoph Lichtenberg (1742 bis 1799)

Aphorismus: Ein Aphorismus ist ein kurzer einprägsamer Sinnspruch, ein Gedankensplitter von philosophischen Tiefgang, er wird weder begründet, noch hergeleitet.

### 2.1.6 Absolutismus



**Aufgeklärter Absolutismus unter Friedrich II von Preußen**

Ludwig XIV: „Der Staat bin ich.“ ↔ Friedrich II: „Der König ist der erste Diener des Staates.“

König hat absolute Macht, aber setzt sie zum Wohle des Staates ein.

**2.1.7 Die Situation des Buchhandels im 18. Jhd.**

1. Tauschhandel
2. Netto-Handel (im Norden), Tauschhandel (im Süden)

Wirtschaftlicher Konkurrenzkampf der Autoren

⇒ Autoren schreiben nicht mehr nur für ausgewählte Kenner, sondern für ein breites, vielschichtiges Publikum.

**2.1.8 Bürgertum als Publikum im 18. Jhd.**

- Emanzipation des Bürgertums
- Verlage, Theater, freie Literatur
- Der 3. Stand gewinnt Oberhand über Adel und Klerus (französische Revolution)

**2.1.9 Literaturgattung Schwank**

- Kurzerzählung mit komischer Pointe (Dialog)
- Quellen u.a. in lat. Lügenmärchen des 10./11. Jhd. und französischen Fabeln
- Ab dem 13. Jhd. selbstständige epische Kleinform, aufgeführt für nicht gelehrtes Publikum
- Wichtiger Poet: Hans Sachs
- Aus dem Schwank entsteht später (18. Jhd.) das Drama (Gottsched, Lessing)
- Wichtigste Figur: Hans Wurst (Improvisation)

### **2.1.10 Gottsches Regeln für ein Drama**

Das Stück soll...

- den Zuschauer nicht belustigen, sondern belehren (Hans Wurst),
- einen moralischen Lehrsatz haben,
- von Adeligen gespielt werden (Ständeklausel),
- fünf Akte haben,
- eine gebundene Rede haben,
- Einheit von Ort und Zeit besitzen,
- Handlung haben und
- Handlung aus der Geschichte entnehmen.

### **2.1.11 Juden in Deutschland zur Zeit der Aufklärung**

- Weitere Diskriminierung von Juden trotz Aufklärung
- Befreiung von Juden durch die französische Revolution
- Überlegung zur nationalen Einheit geprägt von der Frage nach der Rolle der Juden im Staat
- 1815 Wiener-Kongress: Abschaffung der Freiheiten
- Emanzipation der Juden in Österreich (Joseph II)

### **2.1.12 Ein Brief von Mendelssohn an Lavater (1769)**

#### **Autor**

Moses Mendelssohn (1729-1786): Berühmter Deutscher

#### **Adressat**

Johann Kaspar Lavater (1741-1801): Schweizer (evangelischer) Theologe und Schriftsteller

Inhalt: Mendelssohn...

- vermeidet Religionsdiskussion,
- ist „im Herzen von der Richtigkeit des Judentums“ überzeugt,
- wird nicht konvertieren,
- will nicht belehrt/bekehrt werden,
- fordert mehr Toleranz zwischen den Religionen,
- beschreibt die Lage der Juden in Preußen und
- möchte seine Grundbetrachtungen nicht veröffentlichen.

### **2.1.13 Johann Benjamin Erhard (1766 bis 1827): „Über das Recht des Volkes zu einer Revolution“**

#### **Rebellion**

Gebieter wird Gehorsam verweigert.

Ziel: Kein Sturz der Regierung

#### **Insurrektion**

Gebieter wird Gehorsam verweigert.

Ziel: Abschaffung einzelner drückender Gesetze

#### **Revolution des Volkes**

Gewaltsame Änderung der rechtlichen Verhältnisse

Ziel: Änderung der Grundverfassung

#### **Revolution vermittels des Volkes**

Volk lässt sich benutzen.

Ziel: Etablierung der Macht einer Einzelperson/Gruppe

### **2.1.14 Lessings Theatertheorie**

Kritik an Gottsched:

- Französisierend
- Keine Originalstücke

- Nichts Neues

„Der mitleidigste Mensch ist der beste Mensch, zu allen gesellschaftlichen Tugenden, zu allen Arten der Großmut der aufgelegteste.“

Aristoteles: Phobos + Eleos (Leid), Lessings Übersetzung: Furcht + Mitleid

Zweck des Trauerspiels: Steigerung der Empfindsamkeit als ständige Disposition

Wichtige Begriffe:

### Mimesis

Kunst muss Natur nachahmen.

- ⇒ gemischte Charaktere
- ⇒ bessere Identifikation (keine Ständeklausel mehr)

### Katharsis

Reinigung durch das Sehen des Stücks

#### 2.1.15 Nathan der Weise – ein dramatisches Gedicht in fünf Aufzügen

Neuartige Gattungsbezeichnung: Elemente aus

- bürgerlichem Trauerspiel (Familienkonstellation) und
- Tragödie (versifizierte Sprache: Blankvers)

⇒ Keine Entscheidung über das Ende!

Missglückte Gespräche:

- Nathan-Daja (I.1)
- Nathan-Al-Hafi (I.4)
- Nathan-Tempelherr (III.9)
- Tempelherr-Patriarch (IV.2)

Glückende Gespräche:

- Nathan-Saladin (III.7)
- Nathan-Tempelherr (II.5)

### **2.1.16 Die Nationaltheaterbewegung**

Ziele:

- Aufhebung der sozialen Aufspaltung der Theaterlandschaft
- Einrichtung stehender Bühnen
- Verpflichtung fester Ensembles
- Subventionierung durch öffentliche Kassen

„Erfolge“:

- Erhebung der Wiener Hofbühne zum Nationaltheater durch Joseph II
- Gründung des Mannheimer Nationaltheaters 1778

⇒ Vereinnahmung der Nationaltheateridee durch den Aufgeklärten Absolutismus

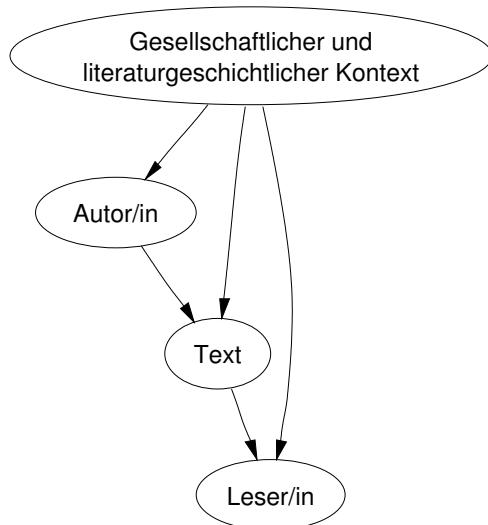
### **2.1.17 Gotthold E. Lessing**

- 22.1.1729: Geburt Lessings in Kamenz
- 1746-1748: Studium der Theologie und Medizin
- 1774-1778: Fragmentenstreit ⇒ Aberkennung der Zensurfreiheit, Publikationsverbot für das Gebiet Religion
- 1779: Werk „Nathan der Weise“
- 15.2.1781: Tod in Braunschweig

### 2.1.18 Der Blankvers

- Fünfhebiger Jambus
- Geschmeidiger, vielseitiger Vers
- Vereinheitlichung der Sprecher
- Denaturalisierung der Sprache, Abhebung vom Alltag

### 2.1.19 Die Interpretation von Texten



1. Aufmerksames Lesen, Unterstreichen von Schlüsselworten
2. Text resümieren, zusammenfassen
3. Text segmentieren: Abschnitte, evtl. Zwischentitel
4. Schwierige Textteile paraphrasieren

Textinterpretation:

- Was? – =Inhalt/Thema
- Wie? – Aufbau, Form, Textsorte
- Womit? – Stilmittel, sprachliche Mittel
- Wozu? – Intention der Darstellung

### **Textimmanente und textexterne Interpretation**

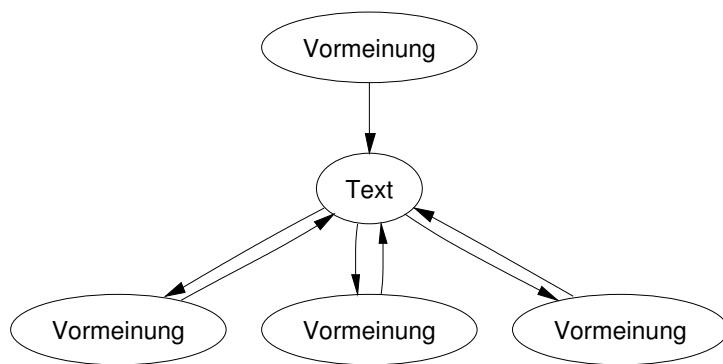
#### **Textextern**

Soziologie, Psychologie, Philologie, Stoff- und Motivgeschichte, Biographie des Autors, ...

#### **Textimmanent**

Aufbau, Satzbau, Wortwahl, Bezüge innerhalb des Textes

### **Die hermeneutische Spirale**



### **Aufbau einer Argumentation in einer Interpretation**

- Theorieelement (übergeordnete These):  
Nathan ist ein typisches Beispiel für ein aufklärerisches Drama.
- Interpretationsthese (untergeordnete These):  
Am Ende siegt die Vernunft.
- Begründung:  
Trotz aller Intrigen geht es gut aus.
- Beispiel:  
Zitat

Eine Interpretation bezieht sich innerhalb einer Fragestellung auf Inhalt, Form und Sprache.

Beispiel-Aufgabenstellung (→ Hausaufgabe):

Szene I.3:

1. Ordnen Sie die Szene in den Gesamtzusammenhang des Dramas ein!
  - Wo im Stück steht die Szene?
  - Wo treten die Personen noch auf?
  - Welches Ende hat die Szene, welchen Anfang?
  - Welche Personen werden eingeführt?
2. Untersuchen Sie den Dialog nach Sprache und Form, besonders unter dem Aspekt der Gesprächsführung durch Nathan!
  - Zeile für Zeile durchgehen, nur wichtige Stilmittel wenn der Text zu lang ist
  - Stilmittel und ihre Wirkung
  - Zitat mit Akt, Aufzug, Vers (z.B.: „I, 3, 440“)
3. Erklären Sie, inwiefern Al Hafis Analyse der Situation und seine Schlussfolgerung die „Lösung“ des Gesamtdramas in Frage stellt!  
(Hier kann (lies: soll) man auch andere Szenen mit einbeziehen)

### **2.1.20 Parabel**

Parabel: Ein zur selbstständigen Erzählung erweiterter Vergleich, der nur von einem Vergleichspunkt aus durch Analogie auf den gemeinten Sachverhalt zu übertragen ist.

### **2.1.21 Vergleich der Ringparabeln von Boccaccio und Lessing**

Aspekte	Boccaccio	Lessing
Gesprächspartner	Melchisedech und Saladin	Nathan und Saladin
Situation	Fangfrage des Sultans (Pleite)	dito
Abschnitte	Erzählung, Auslegung	Erzählung, Auslegung, Fortsetzung
Ergebnis	Jude gerettet, Saladin bekommt Geld	dito
Personen (Parabel)	Vater, Söhne	Vater, Söhne, Richter
Frage des Sultans	Frage nach wahrem Gesetz	Frage nach wahrer Religion
Echtheit der Ringe	Frage nach echtem Ring bleibt unentschieden	dito, aber auch Möglichkeit der Unechtheit aller Ringer

### **2.1.22 Die Entwicklung des Tempelherrn**

Verlust der Lebenslust wegen Begnadigung durch Saladin, Rettung Rechas, Melancholie

#### **II.5**

Fanatischer Tempelherr → durch Nathan: verständnisvoll, ohne Vorurteile

#### **III.9**

„Rolle“ als Ehemann Rechas wird verweigert ⇒ Rückfall

#### **IV.2**

Im Angesicht des Patriarchen → „Rückfall vom Rückfall“ (aber nicht vollständige Rückkehr zur Vorurteilslosigkeit wie am Ende von II.5)

#### **IV.4**

Saladin zeigt Rolle des „Christen“ ⇒ Lösung

### **2.1.23 Lessing: „Erziehung des Menschengeschlechts“**

Phase der Entwicklung	Phase der Offenbarung	Phase der moralischen Entwicklung
Kind	Altes Testament	Erziehung durch unmittelbare Strafe und Belohnung
Knabe	Neues Testament	Erziehung zur Moral durch Wissen um Schuld und Unsterblichkeit der Seele
Mann	Neues, ewiges Evangelium	Gutes tun, weil es das Gute ist

### **2.1.24 Anakreontik**

Anakreon (ca. 580 bis 495 v.Chr.)

- Tendenz zur Knappheit
- Tendenz zum intimen Ton
- Unterhaltsam, pointiert
- Betonung der Fiktionalität
- Ausdruck der Sinnenfreude
- Themen: **Frauen**, Wein, Natur

### **2.1.25 Prometheus**

#### **Der Prometheusmythos**

(Haupt-)Figuren: Prometheus, der Menschenfreund, und Zeus, der Göttervater

- Prometheus erschafft Menschen und unterrichtet sie.

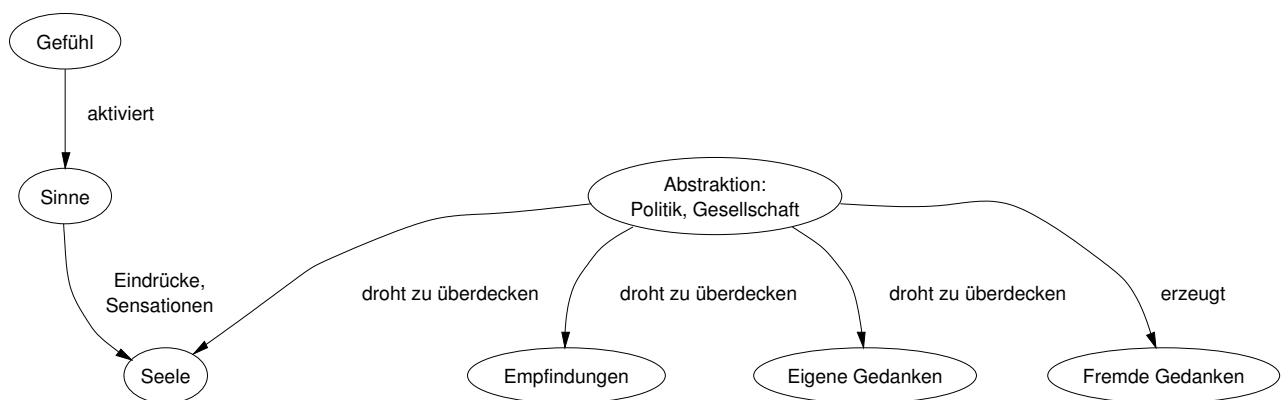
- Prometheus, Vertreter der Menschen bei Versammlungen der Götter, betrügt Zeus.  
⇒ Den Menschen wird das Feuer vorenthalten.
- Prometheus verstößt gegen die auferlegte Strafe und gibt den Sterblichen das Feuer.  
⇒ Zeus entsendet Pandora mit Büchse voller Übel und lässt Prometheus an den Kaukasus ketten.

### **Prometheus (1774)**

- Inversionen ⇒
- Betonungen
- Kurzzeilen
- Ellipse
- Exclamations
- Rhetorische Fragen

#### **2.1.26 Der Sturm und Drang**

##### **Johann Gottfried Herder (1744-1803)**



### Aufklärung und Sturm und Drang

Herder: „Alle seine Sinne zu gebrauchen.“

Aufklärung	Sturm und Drang
1730 (Gottsched: Versuch einer kritischen Dichtkunst) bis 1790 (Kant: Kritik der Vernunft)	1767 (Herder: Fragmente) bis 1787 (Schiller: Don Carlos) <sup>13</sup>
Europäische Bewegung	Auf Deutschland beschränkt
Sapere aude! Vernunft	Herz, Individualismus
„Durch lange Generationen und Erziehung.“ – Kant (Alle Menschen erziehen und bilden.)	„Viele, starke, lebhafte, getreue, eigene Sensationen“ (Originalgenie)
Kunst > Natur	Natur > Kunst
Bürgerliche Emanzipation	Freiheit des Einzelmenschen: zur individuellen Entwicklung

### Der Geniebegriff im Sturm und Drang

Begriff: Von lat. genius („schöpferischer Geist“)

Genie:

- Von Gott gegebene Gabe zu schöpferischem Handeln
- Kreativität
- Handelt ohne Fremdbestimmung
- Entdeckt neue Bereiche des Schöpfens
- Setzt sich über Grenzen weg (künstlerisch)
- Individuum

⇒ Keine Möglichkeit durch rationale Werke Geniestatus zu erreichen.

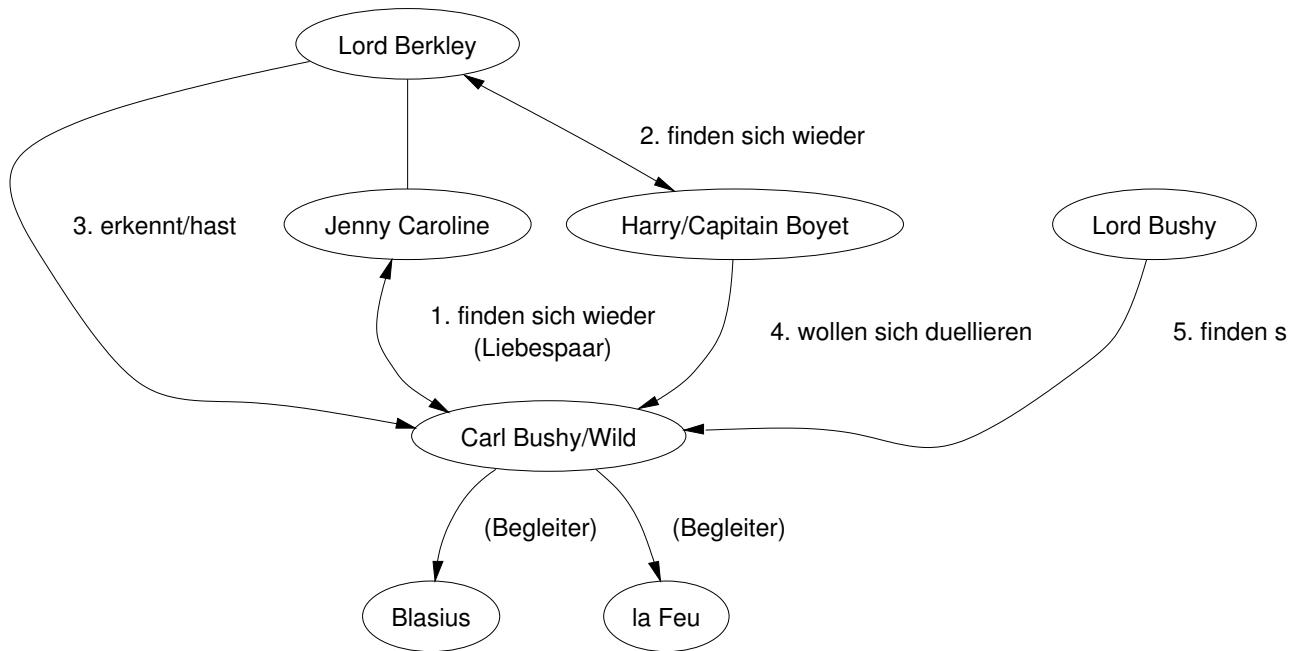
Beispiele für Genies des Sturm und Drangs: Goethe, Schiller, Klinger

---

<sup>13</sup>nicht durchgehend

**Klinger: „Sturm und Drang“ (Schauspiel, 1776)**

Ort und Zeit: Amerika während des Unabhängigkeitskriegs

**J. W. Goethe: „Die Leiden des jungen Werther“**

- Verfasst 1774 in wenigen Wochen
- Ist in zwei Bücher unterteilt
- Briefe geschrieben: 1771-1772
- Handlung: „Werther verliebt sich in Wahlheim in Lotte, die Frau des Albert, verzweifelt an dieser unerfüllbaren Liebe und erschießt sich aufgrunddessen am Ende des Buchs.“

**Der Sturm und Drang als Übergangszeit**

Systemtheorie von N. Luhmann:

**Segmentär differenzierte Gesellschaft**

Autarke Gruppen, z.B. Stammesgemeinschaften

**Stratifikatorische Gesellschaft**

Feste Hierarchie, jeder hat von Geburt an seinen Platz; Religion hält alles zusammen

**Funktionale Gesellschaft**

Einzelne Subsysteme werden lebensfähiger und machen sich selbstständig

⇒ Kommunikationsschwierigkeiten

⇒ Religion schwindet

Der Mensch muss von der Inklusion (Verwirklichung innerhalb einer Gruppe) zur Exklusion (Individualität außerhalb des Systems) kommen.

**Der junge Schiller (1759-1805)****1759**

geboren in Marbach

**1766**

tritt in Lateinschule ein

**1773**

muss in Militärakademie und liest in dieser Zeit viel und intensiv Sturm und Drang ⇒ Beeinflussung

**1782**

„Die Räuber“ werden anonym veröffentlicht

**1785**

Vertrag mit Theaterintendant Dalberg wird nicht verlängert ⇒ Schiller ist hoch verschuldet

Schiller war ein Radikaler im literarischen Dienst, der, neben Goethe, zum beliebtesten Klassiker der Deutschen wurde.

**Spiegelungen in den Räubern****Karl/Spiegelberg**

- Handlungsdopplung (beide wollen Anführer werden)
- Beide sind Räuber
- Beide sind schlau
- Gegenspiegel/Zerrspiegel

**Karl/Kosinsky**

Ihre Frauen heißen beide Amalia

**Franz/Hermann**

- Beide (zumindest zunächst) böse
- Wollen beide Amalia heiraten

**Goethes Brief an Behrisch****Samstag, 8.11.**

Goethe will Annette sehen, geht zu Obermanns, Annette ist kalt zu ihm

**Montag**

Goethe bekommt Fieber

**Dienstag**

Beginn des Briefs, Verfolgung Annettes in die Komödie

**Mittwoch morgen**

alles schrecklich

Aussprache, alles verziehen

**Freitag, Samstag**

Ausklang

**Jugendsprache**

Einflüsse auf die Jugendsprache:

- Soziale Schicht
- Filme
- Freunde
- Internet (Chat)
- Handy (SMS)
- Musik (v.a. Hip-Hop, Rap)
- Fernsehen (Werbung)

Unterschiede zum Hochdeutschen:

### **schriftlich**

Einfacher Satz, Abkürzungen, einfache Interpunktion

### **mündlich**

Wenig Partizipien und Konjunktionen, „Hybridformen“, viele Anglizismen, Änderungen der ursprünglichen Bedeutungen

## **Die Sprache in Schillers „Räuber“**

### **Karl**

Lautstärke, Bildlichkeit, Vergleiche, Aufzählungen (klimaktisch), Wiederholungen, Ellipsen, Naturbegriffe, Kraftausdrücke, Apopthese, rhetorische Fragen

⇒ Sprache des Sturm und Drang

### **Amalia**

Bilder aus Religion und Natur, emotional (Pathos!), sehr blumig

Sprache der Empfindsamkeit

### **Franz**

Elliptisch, rhetorische Fragen, Bilder aus Natur und Wissenschaft, Fachwortschatz, Fremdwörter

Sprache der Aufklärung

## **Jugendgenerationen im Vergleich**

	Trunnerjugend	Konsumjugend
Jugendgeneration versteht sich als Gründe	Gegenbewegung Nazi-Regim, hierarchisches Verhältnis zu den Eltern	Subkultur „Gleichstellung“, politisch
Protest	Im Öffentlichen	Im Privaten

Abgrenzung: Musik, Mode, Wertvorstellungen, Median, Sprache, Freizeitaktivitäten

### Der Aufbau des Dramas

Aufstieg:

- Exposition: Franz und die Briefe, Karl will heim
- Erregendes Moment: Karl wird Räuberhauptmann
- Steigende Handlung: Intrige: Werbung um Amalia, Plan der Vaterermordung, Karl: Grausame Verbrechen

Höhepunkt: Karl: Schlacht in den böhmischen Wäldern, Erneuerung des Schwurs, Franz muss vor Amalia weichen

Abfall:

- Umschwung: Karl: Rückkehr, Franz: Entdeckung, dass Kerl noch lebt
- Fallende Handlung: Franz will Karl umbringen, Karl: Rache-gedanken
- Katastrophe: Franz: Selbstmord, Karl: Auslieferung

### Karl und Franz Moor im Vergleich

Karl		Franz
<p>Liebe schön bevorzugter Erstgeborener</p> <p>weg zum Studieren ⇒ Räuberlaufbahn schlechtes Images, gutes Herz „Kerl“ des Sturm und Drang ⇒ Ideal- list</p>	<p>Liebe zu Amalia</p> <p>Rebellion/Revolution gegen Vater</p> <p>„Genies“ scheitern „in Ehre“</p>	<p>Korb hässlich benachteiligter Zweiter</p> <p>Mordplan</p> <p>„gutes“ Image, ver- dorbenes Herz eher Charakter der „Aufklärung“ ⇒ Ma- terialist</p>

### 2.1.27 Cicero: „Pro Milone“ (52 v.Chr.)

Aufbau	Inhalt	Situation
exordium	captatio benevolentiae: Hinweis auf früheres Eintreten für die Richter	Pöbel, Zwischenrufe
narratio	Erzählung des Tathergangs	
argumentatio	Tat wird als Notwehr gedeutet, kein Grund für Milo, Clodius zu töten, unzulässige Zeugen	
peroratio	Mobilisierung von Affekten ⇒ Miloniana gilt als rhetorisches Meisterwerk in der Antike	⇒ Milo wird 23:8 schuldig gesprochen (geht aber ins Exil)

**2.1.28 Franz Josef Strauß am 20.3.1958 vor dem Bundestag**

Begrüßung an die Opposition ⇒ Ermahnung/evtl. Abwertung

Einstiegsfrage an die Opposition: Besteht nach wie vor eine sowjetische Gefahr? ⇒ Keine Antwort

Exkurs: Feindbild Sozialisten in England ⇒ Parallelsetzung

Opposition bezeichnet UdSSR als „Kinderschreck“; Hinweis auf Ursache und Wirkung ⇒ Tadel, Lächerlichkeit

Gemeinsamkeit mit Opposition: Verhandlungen selbstverständlich  
⇒ Abwertung des Arguments, da falsche Frage; SPD als nicht-demokratische Partei

Frage an die Opposition: Provokation durch Ganz-oder-gar-nicht-Frage

**Redetaktik am Beispiel Strauß**

Inhalt:

- Voraussetzen von Zwischenergebnissen/Meinungen
- „Peter-Argument“: Kausalitätenkette ausgehend von Meinungen der Opposition mit Deformation gegnerischer Argumente („Kinderschreck“)
- Koppelung der eigenen Position mit positiven Werten (Demokratie, Freiheit...)
- Hinweis auf Unausweichlichkeit des Schicksals/der Entscheidung

Mittel:

- Rhetorische Frage
- Leitmotiv: Ursache und Wirkung „Mr. Anderson“
- Wiederholung

Sprache:

- Betonung der jeweiligen Kernaussage, einzelner Worte
- Pausen!!!
- Erhöhung der Geschwindigkeit bei Selbstverständlichkeit
- Dynamik
- Wiederholung aus Situation heraus
- Spekulation auf Reaktion

Mimik/Gestik:

- Unterstreichen der Worte durch Gestik und Mimik
- Gefühle ausdrücken

### **Ausführung einer Rede**

- inventio (Erfindung)
- dispositio (Gliederung)
- elocutio (Ausführung)
- memoria (Erinnerung)
- actio (Gestik/Mimik)

#### **2.1.29 Epochenvielfalt zu Beginn des 20. Jahrhunderts**

Neudeinition der Heldenfigur →

- Abschied vom Identitätskonzept
- „Normaler“ Mensch als „Held“
- Abschied vom olympischen Erzähler

### 2.1.30 Literatur der Moderne – Krise des Heldenstums

- „praktischer Mensch oder zärtlicher Träumer“ ⇒ Zweifel, „grau-same Realität“, „Maske“ (z.B. Thomas Buddenbrook)
- „Geschichten aus der Vergangenheit, niemals Zukunftsträume“ (z.B. „Wunschloses Unglück“)
- „notwendige Distanz“ (z.B. Oskar Mazerath)
- „Ich weiß nicht, wozu ich da bin.“ (z.B. Christa T.)
- „Eine Kälte in allen Sachen“

⇒

- Realitätsflucht
- Unfähigkeit, in der Realität zu leben
- Stark reflexiv

### 2.1.31 Siegmund Freud (1856 - 1939)

#### Über-Ich

- Gewissensinstanz
- Erworben durch Erziehung
- Ich-Ideal
- Repräsentant der moralischen Anforderungen der Gesellschaft

#### Ich

Regulierungsinstanz zwischen Über-Ich und Es

#### Es

- Unterbewusstsein
- Gehorcht dem Lustprinzip
- Beherrscht von Trieben (Liebes-, Todestrieb, Libido und Aggression)

### 2.1.32 Franz Kafka (1883 - 1924)

- \* Prag
- Dt. Schulen, Jurastudium
- Arbeit bei einer Versicherung, nachts Schreiber
- Mehrfache Ver- und Entlobungen
- Ab 1917 Tuberkulose
- Seit 1960er Jahren viel gelesener Autor

#### „Gib's auf“ – Kafkas kryptische Dichtung

Text	Figuren	Problem	Deutungsmöglichkeit
„Kleine Fabel“	Maus, Katze	Maus rennt in den sicheren Tod (Falle oder Katze)	Leben immer in gleicher Richtung; Umkehrmöglichkeit nicht gegeben
„Gib's auf!“	Ich-Erzähler, Schutzmam	„Ich“ findet Weg zum Bahnhof nicht	Weg zur Freiheit ist nicht auffindbar, Autoritäten helfen nicht weiter.
„Der Dornbusch“	Ich-Erzähler, Wächter	„Ich“ ist in einem Dornbusch gefangen.	Ausweglosigkeit des Lebens, Versagen von Autorität

„Es gibt ein Ziel, aber keinen Weg; Was wir Weg nennen, ist Zögern.“

#### Parabel

- Griechisch: „Das eine für das andere setzen.“
- Gehört zu den Ausprägungen bildlicher Erzählrede (vgl. Fabel, Gleichnis, Sprichwort, Metapher, Allegorie)
- Bildebene → Analogieschluss → Sinnebene
- Oft verschiedene Dechiffriermöglichkeiten
- Unterschied zur Fabel: Tiere als Akteure, manchmal Lehre am Ende
- Unterschied zum Gleichnis: Deutung relativ eindeutig, oft mitgeliefert

„Alle diese Gleichnisse wollen eigentlich nur sagen, dass das Unfassbare unfassbar ist.“

### **Die Heimkehr des verlorenen Sohns**

„Vom verlorenen Sohn“ (Lukasevangelium):

#### **Vater**

Güte, bedingungslose Liebe

#### **Sohn**

Reue, Demut

[Pfeile: Güte → Reue, Demut → Liebe]

⇒

Gelungene Heimkehr durch Offenheit beider Seiten

„Heimkehr“ von Franz Kafka:

#### **Familie**

Kein Entgegenkommen, „Kälte“, keine Veränderung  
[Küchentür]

#### **Sohn**

Unbewältigte Vergangenheit, Angst vor einer Begegnung, „Ferne“, Fremdheit

⇒

Wahrscheinlich misslungene Heimkehr, wegen (wahrscheinlicher) Verschlossenheit beider Seiten

### **2.1.33 Beerholms Vorstellung**

#### **Beerholms Kindheit**

##### **Herkunft**

Unabhängig, da er Mutter und Vater nicht kennen lernen will.

##### **Adoptivmutter**

Mutterersatz, vom Blitz erschlagen

##### **Adoptivvater**

„Ich bin nie darauf gekommen, was eigentlich sein Beruf war.“  
(S. 18)

Kaum Interesse an ihm, Ritualisierung des Verhältnisses

Mordversuch am Regenwurm (S. 9f.): „Das Leben, und nicht der Tod, ist das Unvernünftigste.“

Pädagogischer Spielzeugkasten (S. 11): „Ich sah, fühlte, wußte – [...], daß es eine Ordnung gab. . .“; vgl. Platons Ideenlehre<sup>14</sup>

Tod der Adoptivmutter: Im Alter von sieben Jahren: „brachte ein Kind zum Schreien“ (S. 17)

Mathematik: „Ich habe eine Wahrheit gefunden.“ (S. 29)

Grundmotive:

- Selbstmordgedanken
- Mathematik
- Religion
- Zauberei, Magie
- „Nachtseite“

Erörtern Sie, inwiefern die Mathematik für Arthur Beerholm einerseits Ordnung in die Welt bringt und andererseits der Keim des Wahnsinns birgt.

Gliederung:

- A) (Einleitung)
- B) Beerholm und die Mathematik
  - I) Ordnung durch Mathematik
    1. Vorhersehbarkeit der Mathematik

---

<sup>14</sup>Von Wikipedia<sup>15</sup>: Die Ideenlehre ist das Kernstück der Philosophie Platons. Platon spricht den generalisierten Gemeinsamkeiten von Dingen eine reale Existenz zu. Darüber hinaus versteht er die konkreten Dinge lediglich als Abbildung dieser a priori existierenden Ideen. Das Wort Idee (griechisch: idéa) taucht bei Platon erstmals auf. Es leitet sich vom griechischen Wort für „sehen“ (idein) her und bedeutet demnach: das Gesehene. Im Sinne der platonischen Lehre könnte man also sagen: Immer wenn wir sehen, idealisieren wir. Im Geiste geben wir den chaotischen Sinnesdaten eine ideale Gestalt, die wir dann als die wahre Wirklichkeit ansehen; die bloße Sinnenswelt mutet dagegen schattenhaft an. Plastisch vor Augen führt Platon diese idealistische Sicht der Dinge in seinem Höhlengleichnis. Das Beschränkende des Idealisierens löst Platon in der Anamnesis auf, mittels derer die wahre Gestalt hinter der Idee erkannt werden kann.

2. Allgegenwärtigkeit der Mathematik
  3. Erklärbarkeit der Welt
- II) Mathematik als "Keim des Wahnsinns"
1. Mathematik als menschliches Konstrukt
  2. Eigenleben der Mathematik
  3. Vorspiegelung von vollständigem Begreifen
- III) (Synthese)
- C) (Schluss)

### 2.1.34 K. Pinthus: „Die Überfülle des Erlebens“

Die Überfülle:

- Kommunikation/Medien:
  - Schnellpresse
  - Kino
  - Radio
  - Grammofon
- Fortbewegungsmittel/Verkehr:
  - Eisenbahnen
  - Luftschiffe
  - Riesendampfer
- Leben und Arbeiten:
  - Industrialisierung
- Politische Veränderungen/Stimmung:
  - Militarismus
  - Industriegesellschaft

### **2.1.35 Das Programm des literarischen Expressionismus**

Anliegen:

- Aufruf zur Veränderung
- Befreiung aus alten Zwängen
- Individualismus
- Provokation

Dichterische Mittel:

- Provokation durch neue Sprache und Form
- Unnatürlich, grotesk, abstrakt
- Mut zur Hässlichkeit

Der Aufschrei der sich entscheidenden Seele = Expressionismus

### **2.1.36 Van Hoddis: „Weltende“ (1911)**

Inhalt: Weltuntergangsvision

- Eigenleben der Natur (Subjekt) ↔
- Mensch wird zum Objekt.
- Zerstörung der Zivilisation

Form:

- Metrum: 5-hebiger Jambus
- Vers: Zeilenstil: Simultantechnik (=Gleichzeitigkeit)
- Reim: abba/abab

Sprache:

- Ungewöhnlich, Bildsprache
- Alltagssprache, groteske Sprache

Spannung<sup>16</sup> ⇒

Programmatisch für Expressionismus: Chaos, Klarheit, Groteske, Befindlichkeit des Menschen (Mensch als Objekt)

### **2.1.37 O. Loerke: „Blauer Abend in Berlin“**

Stadt im Bilde der...

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuppeln</li> <li>• Schlote</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßen</li> <li>• Essendämpfe</li> </ul> |
|--|--|

...Wasserwelt

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bojen</li> <li>• Pfähle</li> <li>• Kanäle</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserwelt</li> <li>• Tand</li> </ul> |
|---|--|

Themen: Stadtleben und dessen Auswirkung auf die Menschen

- Mensch als Abfallprodukt
- Entmenschlichung
- Entindividualisierung
- Mensch als Spielball
- Vermassung

#### **Form**

Strenge, kunstvolle Form des Sonetts

Einheitliches Metrum/Klammerreim

→ Enge der Großstadt

#### **Bildsprache**

→ Übertragung der Wasserwelt auf die Großstadt

---

<sup>16</sup>zwischen Inhalt und Form und zwischen Form und Sprache

**2.1.38 G. Benn: „Kleine Aster“ (1912)**

Inhalt:

- Teil I: Beschreibung der Situation, Person, Gegenstand (V. 1-3)
- Teil II: Seziervorgang (V. 4-12)
- Teil III: Anruf Aster → zärtliches Mitgefühl

Form:

- Formlos/keine Ordnung
- Freier Rhythmus
- Keine Reime (außer 1+3/7+8)
- ⇒ Völlige Auflösung/Abwendung tradierter Formen

Sprache:

- Prosaischer Charakter
- Wechsel im Tonfall → Emotionalität (V. 12)
- Nüchtern, sachlicher Stil
- ⇒ Provokation, Schock

⇒ Menschenbild:

- Als Sammelsurium von Organen
- Respektlosigkeit vor dem Leben

### 2.1.39 Aufbau des Referats

- Autor
- Werk
  - Entstehungszusammenhang/Zeit
  - Inhalt und Gattung
  - Personendarstellung
  - Interpretationsaspekte
- Leseerfahrung und Beschaffungsmöglichkeiten

### 2.1.40 Kommunikation und Sprache

#### Soziale Rollen

[1337 Graph mit: Trägerrolle, Rollenattribute, Rollenverhalten, Gesellschaft]

#### Bühlers Organon-Modell

Sprachfunktion	Gesprächsform	Textsorte
Ausdruck	Vertraute Gespräche	Lyrik, Drama
Darstellung	Nachrichten, Referate, wissenschaftliche Vorträge	Protokoll, Bericht, Sachtext
Appell	Mahnung, Propaganda, Reden	Drama, Werbeplakate, Flugblätter, Flyer

#### V. Thun: Vier Seiten einer Nachricht

[1337 Graph mit: Sender →[Selbstoffenbarung]→ Nachricht[mit Sachinhalt und Beziehung] →[Appell]→ Empfänger

### 2.1.41 **Homo faber**

#### **Homo faber – tatsächlich ein Bericht?**

- Rückblenden
- Vorausgriffe

- Aufbrechen der Chronologie  
 → Bildhafte Sprache/ausführliche Beschreibung  
 → Träume  
 → Kommentare

#### **Die Relativität der Wahrnehmung: Fabers Sicht der Wüste**

Fabers Perspektive	Perspektive der Leute
Errechenbare Masse, die um unseren Planeten kreist	Mond als Erlebnis
Gezackte Felsen	Urweltliche Tiere
Schatten auf dem Sand	Gespenster
Agaven	Verdammte Seelen
Sierra Madre Oriental	Totenreich
Flugzeug	Ausgestorbener Vogel

Rationale Wahrnehmung, Erklärung, „Dinge sehen wie sie sind“ ↔ Angst, Fantasie, Erleben, weibisch, hysterisch, mystisch

#### **Fabers Sicht von Mann und Frau**

Männer sind...:

- Realistisch und sachlich  
 Sie sehen die Dinge „wie sie sind“ (S. 91)
- Techniker als einziger männlicher Beruf (S. 71)
- Glücklich, wenn sie ihre Erfüllung in der Arbeit finden (S. 91/92)

- Wollen alleine leben (S. 91) Frauen sind...:
  - Feinde des technischen Denkens (S. 91)
  - Hysterisch und eingebildet/Hang zur Hysterie (S. 77)
  - Vergangenheitsgebunden (S. 91)
  - Gefühlsmenschen (S. 30/91)
  - Bindungswunsch/Hang zum Unglücklichsein (S. 91)
- Wollen nicht über Liebe und Ehe sprechen (S. 91)
- Männer sind Verstandesmenschen (S. 91/92)

→ Starkes Geschlecht, Aufwertung → Schwaches Geschlecht, Abwertung

Gegensätzliche-klicheebestimmte Sicht der Geschlechter

### Fabers Beziehung zu Ivy

Verhalten Ivys	Verhalten Fabers
klammert bemüht um Faber realitätsfern, naiv  „Faber hat die Hosen an“	abwesend egoistisch
S. 64: Umgekehrte Verteilung	
Verhalten Ivys	Verhalten Fabers
abweisend, distanziert egoistisch berechnend	fürchtet Ivy emotional? bittet um Zuneigung

#### 2.1.42 „Der Tod in Venedig“ (Eingangsszene)

Sprachliche Auffälligkeiten:

**Satzbau**

- Hypotaktischer Satzbau (Hauptsatz, Nebensatz, Nebensatz)
- Komplizierte Kunstruktionen

**Wortwahl/Stil**

- Ausgefallener Wortschatz
- Hohes Sprachniveau
- Detaillierte Personenbeschreibungen

**2.2 Hausaufgaben****2.2.1 1. Hausaufgabe****Material zu Linux vs. Microsoft**

Vorteile von Linux:

- Gute Dokumentation
- Unterstützung verschiedener Architekturen
- Viele freie Programme
- Support oft kostenlos
- Herstellerunabhängigkeit (es gibt mehrere Distributionen)
- Durch Offenheit des Quellcodes Überprüfung auf Spyware und Ähnliches möglich
- Echtes Multiuser/Multitasking-Betriebssystem
- Hohe Stabilität und Effizienz
- Schnelles Herausgeben von Bugfixes
- Hohe Konfigurierbarkeit durch externe Programmiersprachen

- Viele Netzwerkdienste, auch Fernadministration möglich
- Hohe Interoperabilität
- Graphische Oberfläche nicht zwingend

Vorteile von Microsoft:

- Vertretung durch eine einzige kommerzielle Firma
- Leicht zu bedienen
- Gute Unterstützung durch Hardwarehersteller

**Gliederung zum Thema Rechtschreibreform**

- A) Soll die neue Rechtschreibung beibehalten werden?
  - B) Hauptteil
    - I. Die neue Rechtschreibung soll beibehalten werden.
      - \* 1. Erleichterung beim Erlernen
      - \* 2. Drohendes Chaos an Schulen bei erneuter Umstellung
      - \* 3. Korrekter Gang durch die Instanzen
    - II. Die neue Rechtschreibung soll nicht beibehalten werden.
      - \* 1. Erschwerung beim Fremdsprachenerwerb
      - \* 2. Sinnentstellung durch Getrenntschrift
      - \* 3. Einschränkung von Übersichtlichkeit
      - \* 4. Verlust des Reichtums und der Komplexität der deutschen Sprache
    - III. Beibehaltung der aktuellen Rechtschreibung mit weiteren Reformbemühungen
  - C. Weitere Entscheidungen bleiben abzusehen

**2.2.2 2. Hausaufgabe****Ein Argument ausformulieren**

Der wichtigste Grund, an der neuen Rechtschreibung festzuhalten, ist jedoch der, dass die Entscheidung für die neue Rechtschreibung in einem korrekten Durchgang durch die verantwortlichen Instanzen fiel. Der Weg, den das Grundgesetz vorschreibt, wurde laut Die-Zeit-Redakteur und Politikprofessor Hanns-Heinz Hoffman eingehalten, der Entschluss ist also legal zu Stande gekommen. Man sollte deswegen an der neuen Rechtschreibung festhalten.

### 2.2.3 3. Hausaufgabe

#### Soll die neue Rechtschreibung beibehalten werden?

- A) Aktueller Anlass
- B) Soll die neue Rechtschreibung beibehalten werden?
  - I. Die neue Rechtschreibung soll nicht beibehalten werden.
    - 1. Erschwerung beim Fremdsprachenerwerb
    - 2. Sinnentstellung durch Getrenntschreibung
    - 3. Einschränkung von Übersichtlichkeit
    - 4. Verlust des Reichtums und der Komplexität der deutschen Sprache
  - II. Die neue Rechtschreibung soll beibehalten werden.
    - 1. Erleichterung beim Erlernen
    - 2. Drohendes Chaos an Schulen bei erneuter Umstellung
    - 3. Korrekter Gang durch die Instanzen
  - III. Beibehaltung der aktuellen Rechtschreibung mit weiteren Reformbemühungen
- C) Eine Trennung Deutschlands der Sprache wegen sollte vermieden werden.

Mit der Umstellung einiger großer Verlage zurück auf die alte Rechtschreibung wurde in letzter Zeit oft darüber diskutiert, ob nicht generell zur alten Rechtschreibung zurückgekehrt werden sollte. So gab es in einigen Talkshows im Fernsehen und in vielen Schulen Diskussionen darüber. Ich werde nun einige Argumente beider Seiten aufzählen.

Mein erstes Argument für die Rückkehr zur alten Rechtschreibung ist die Erschwerung beim Fremdsprachenerwerb, die mit der neuen Rechtschreibung einher geht. Durch einige Veränderungen der deutschen Grammatik, die die neuen Regeln vorschreiben, wird unter einigen Umständen der Erwerb von Fremdsprachen in späteren Jahren erschwert. Wissenschaftler der Universität Saarland<sup>17</sup> haben gezeigt, dass es Schülern an Satzverständnis in verschiedenen europäischen Sprachen, darunter Französisch und Spanisch,

---

<sup>17</sup><http://www.uni-saarland.de/fak4/fr41/goetze/goetze.html>

mangele, wenn sie Deutsch nach den zur Zeit gültigen Regeln gelernt haben. Eine Einschränkung im Umgang mit Fremdsprachen führt indirekt zu Exporteinbußen, da internationale Geschäfte nicht mehr so leicht abgeschlossen werden können. Um dieses Problem zu vermeiden, sollte zur Rechtschreibung zurückgekehrt werden.

Viel wichtiger wiegt jedoch, dass, bei der neuen Rechtschreibung, die neuen Regeln der Getrenntschrift oftmais den Sinn entstellen, weswegen zur alten Rechtschreibung zurückgekehrt werden sollte. Schon die eigene Erfahrung belegt dies: Wörter, die in einer Einheit gesprochen werden, werden nach den zur Zeit geltenden Regeln oftmais getrennt geschrieben, was den Lesefluss hindert. Durch mehrere Möglichkeiten des Schreibens zusammengetzter Wörter ergibt sich ein weiteres Problem, besonders für Schüler unterer Klassen, die gerade das Schreiben lernen: Dadurch, dass sich keine allgemeine Form durchsetzt, da oftmais zwei Möglichkeiten erlaubt sind, wird ein unbewusstes Einprägen beim Lesen erschwert. Dies wird durch zahlreiche weitere Ausnahmefälle der neuen Rechtschreibung zusätzlich erschwert. Um die deutsche Sprache für das Auge nicht unnötig schwer zu machen, sollte zur alten Rechtschreibung zurückgekehrt werden, die in diesem Punkt sehr klar war und dadurch keine Sinnentstellung möglich war.

Ebenfalls nicht abzuweisen ist jedoch das Argument, dass die Übersichtlichkeit bei der neuen Rechtschreibung eingeschränkt wird, weswegen man zur alten Rechtschreibung zurückkehren sollte. Sowohl die eigene Erfahrung als auch eine Studie der Universität Freiburg<sup>18</sup> belegen dies: Das Auge kann sich in Textabschnitten an Interpunktionszeichen orientieren. Besonders hilfreich ist diese Fähigkeit beim Überfliegen längerer Texte, da die Satzstruktur schneller deutlich wird, da das Gehirn lernt, dass zum Beispiel nach auf ein Komma oftmais ein Nebensatz folgt. Die neue Rechtschreibung erlaubt nun aber, anders als die alte Rechtschreibung, unter bestimmten Bedingungen Kommas wegzulassen, wodurch dem Auge das Lesen erschwert wird. Da die alte Rechtschreibung diesen Mangel nicht aufweist, sollte zu ihr zurückgekehrt werden.

Das wichtigste Argument für die Rückkehr zur alten Rechtschreibung ist jedoch das, das, mit weiteren der Vereinfachung dienenden Reformen, über längere Zeit hinweg der Reichtum und die

---

<sup>18</sup><http://www.dekaforst.uni-freiburg.de/pdf/lfha.pdf>

Komplexität der deutschen Sprache verloren gehen wird. Viele große literarische Werke wären, wenn es zum Zeitpunkt ihres Schreibens schon die neue Rechtschreibung Gesetzt wäre, nicht in ihrer Form möglich gewesen. Durch weitere kleine Reformen, die die Sprache vereinfachen, könnte, im Ganzen gesehen, in einigen Jahrzehnten der Reichtum der deutschen Sprache auf ein Minimum reduziert sein. Um diesen Fehler gar nicht erst möglich werden zu lassen, sollte zur alten Rechtschreibung zurückgekehrt werden.

Aber natürlich gibt es auch Argumente für die Beibehaltung der aktuellen Rechtschreibung. Als erstes sei zu nennen, dass mit der neuen Rechtschreibung eine Erleichterung beim Erlernen einhergeht. Durch die schon angesprochenen vereinfachten Regeln wird Schülern und Imigranten das Erlernen zum Teil stark erleichtert. Dazu gehören zum Beispiel die Interpunktions-Regeln, da Kommas häufig weggelassen werden dürfen. Außerdem stellt sich nicht mehr die Frage, wann man „dass“ mit einem scharfen S schreiben soll. Die deutsche Sprache sollte deswegen, den Kindern und Ausländern zu lieben, möglichst einfach gehalten sein. Da die zur Zeit gültige Rechtschreibung diesen Punkt, anders als die alte Rechtschreibung, erfüllt, sollte sie beibehalten werden.

Ein weiterer wichtiger Grund, der für die Beibehaltung der jetzigen Rechtschreibung spricht, ist der, dass, bei einer erneuten Umstellung, ein Chaos an Schulen drohen würde. Dies kann ich aus eigener Erfahrung bestätigen. Als 1998 die neue Rechtschreibung eingeführt wurde, gab es für die Schüler größere Probleme. Zum einen waren viele Bücher noch nach der alten Rechtschreibung geschrieben, was das Umstellen und Gewöhnen an die neuen Regeln erschwerte: Man las sowohl Texte nach den alten Regeln, als auch nach den neuen. Ein Gewöhnen an die neue Rechtschreibung wurde damit erschwert. In den folgenden Jahren dann waren beide Rechtschreibungen erlaubt, was zu ähnlichen Problemen führte. Besonders schwer war eine innere Umstellung auf die Regeln ange-sichts einiger Zeitschriften, bei der einige Artikel den alten Regeln gehorchten, andere aber das neue Regelwerk nutzten. Dieses gleiche Chaos könnte bei einer erneuten Umstellung wieder eintreten, weswegen man die aktuelle Rechtschreibung beibehalten sollte.

Der wichtigste Grund, an der neuen Rechtschreibung festzuhalten, ist jedoch der, dass die Entscheidung für die neue Rechtschreibung in einem korrekten Durchgang durch die verantwortlichen Instanzen fiel. Der Weg, den das Grundgesetz vorschreibt, wurde laut Die-

Zeit-Redakteur und Politikprofessor Hanns-Heinz Hoffman eingehalten, der Entschluss ist also legal zu Stande gekommen. Man sollte deswegen an der jetzigen Rechtschreibung festhalten und nicht eine erneute Umstellung, mit all ihren Problemen, wagen.

Obwohl das stärkste Argument für die Rückkehr zur alten Rechtschreibung, der Verlust des Reichtums und der Komplexität, der mit der neuen Rechtschreibung einhergeht, ohne Zweifel seine Berechtigung hat, stellt sich doch die Frage, ob wirklich ein so großer Schritt gewagt werden sollte, nicht zur letzt deswegen, da die Entscheidung für das jetzige gesetzlich verbindliche Regelwerk in einem korrekten Gang durch die entsprechenden Instanzen fiel. Deswegen bin ich der Meinung man sollte an der aktuellen Rechtschreibung festhalten. Da es aber sowohl viele Menschen, die hinter den jetzigen Regeln stehen, als auch welche, die die neue Rechtschreibung ablehnen, gibt, sollte ein Kompromiss gefällt werden. Man sollte zwar die jetzige Rechtschreibung beibehalten, jedoch unter der Auflage, weitere Reformen anzustreben.

Egal, wie die Entscheidung der verantwortlichen Politiker ausfällt – wichtig ist, dass Deutschland nicht wegen seiner Sprache in zwei Hälften geteilt wird. Der erste Schritt in diese Richtung wurde durch die zu Beginn angesprochenen großen Verlage schon getan. Dies sollte auf jeden Fall vermieden werden – die Entscheidung, die getroffen werden wird, sollte von allen akzeptiert und befolgt werden. Kleine Streitigkeiten um die Rechtschreibung sind ein „geteiltes“ Deutschland nicht wert.

#### **2.2.4 4. Hausaufgabe**

##### **Zehn Stilmittel von Nathan der Weise, I.3**

- Verse 384-386: Polyptoton
- Vers 391: Ellipse
- Verse 397-400: Ellipse
- Vers 402: Ellipse
- Vers 417: Ellipse
- Verse 421-422: Ellipse

- Vers 429: Ellipse
- Verse 433-434: Ellipse
- Vers 452: Ellipse
- Vers 453: Ellipse

### 2.2.5 5. Hausaufgabe

#### Charakterisierung Saladins

Saladin ist ein für die Zeit, zu der das Drama spielt, aufrichtiger Mann, der auch andere Religionen als den Islam akzeptiert und seine Familie liebt.

Deutlich wird dieser erste Punkt, die Akzeptanz auch anderer Religionen, in den Reaktionen auf das Gleichnis, welches Nathan in Akt III, Auftritt 7 erzählt. Nathan erzählt Saladin, dass Gott das Christentum, den Islam und das Judentum gleichmaßen liebt. Saladin stimmt nach anfänglichen Zweifeln (III, 7, 1964f: „Wie? das soll die Antwort sein auf meine Frage?“) Nathan zu (III, 7, 1991, „(Bei dem Lebendigen! Der Mann hat Recht, ich muss verstummen.“)). Saladin ist also keineswegs fanatisch, sondern zeigt Weltoffenheit indem er auch andere Religionen akzeptiert.

Dass Saladin aber kein Vorreiter seiner Zeit ist, ist auch ersichtlich, denn aus der Aussage, dass Saladin den Tempelherrn begnadigt hatte, kann man schließen, dass Saladin dies normalerweise nicht tut, und dadurch also aus unserer Sicht unschuldige Menschen umbringen lässt. Sieht man Saladin aber im Kontext der damaligen Zeit beschreibt die Bezeichnung „aufrichtig“ Saladin sehr gut.

Einen zweiten Charakterzug Saladins, Saladins Liebe zu seiner Familie, wird an mehreren Stellen klar. Zum einen schenkt Saladin dem Tempelherren das Leben, was er damit begründet, dass der Tempelherr ihn an seinen Bruder erinnert (I, 1, 84f: „Ein junger Tempelherr, den, wenig Tage zuvor, man hier gefangen eingebracht, und Saladin begnadigt hatte.“). Eine weitere Stelle, an der man sieht, dass Saladin seine Familie liebt, findet sich am Ende des Stücks (V, 8, letzte Regieanweisung: „Unter stummer Wiederholung allerseitiger Umarmungen fällt der Vorhang.“).

**2.2.6 6. Hausaufgabe**

**Übungsaufsatz**

## Übungsaufsatz

von Ingo Blechschmidt, Klasse 11C

In der hier behandelten Szene I, 3 findet ein Gespräch zwischen Nathan und seinem Derwisch Al-Hafi statt, in dem Al-Hafi erfolglos versucht, Nathan zu überreden, Saladin Geld zu leihen (I, 3, 427f: „So zieht Ihr Eure Schleusen auf: schießt vor, und nehmt an Zinsen, was Euch nur gefällt.“).

Lessing führt in dieser Szene Al-Hafi ein, der nur noch an zwei anderen Stellen im Drama auftritt. Nathan hingegen ist auch in den meisten anderen Auftritten zu finden.

Die Szene spielt noch vor größeren Erkenntnissen oder Unterhaltungen, die das Stück maßgeblich beeinflussen, auch trägt sie kaum zur weiteren Handlung des Dramas bei, ist also vergleichsweise unbedeutend, auch trägt sie kaum zur weiteren Handlung des Dramas bei, ist also vergleichsweise unbedeutend.

In dem Gespräch kommt Nathan verhältnismäßig wenig zum Zuge, es redet vor allem Al-Hafi. Auffallend ist die Benutzung zahlreicher Ellipsen durch Nathan, womit er seinen Meinungen Ausdruck verleiht und so sehr eindringlich ist (I, 3, 391: „Tortz dem, was du geworden!“, 402: „Du? – bei ihm?“, 421f: „O nicht doch, Derwisch! Nicht doch!“, 429: „Auch Zins vom Zins der Zinsen?“, 433f: „Wahrlich? Wie denn so? wieso denn?“, 452: „Die ähnlich g'nug!“, 453: „Dein höchstes Gut!“, 458: „Das nun wohl nicht.“, 461: „Der war?“, 479f: „Gemach, mein Derwisch, gemach!“, 490: „Genug! hör auf!“).

Al-Hafi benutzt rhetorische Fragen, um seine Passagen spannend zu machen und um die Kommunikation zwischen ihnen beiden zu erleichtern (I, 3, 391f: „Könnt ich nicht ein Kerl im Staat geworden sein, das Freundschaft euch ungelegen wäre?“, 422f: „Erriet ich's nicht? Dass Ihr doch immer so gut als klug, so klug als weise

seid?“, 454f: „Damit ich selbst nicht länger bettel dürfte? Den reichen Mann mit Bettlern spielen könnte? Vermögen wär im Hui den reichsten Bettler in einen armen Reichen zu verwandeln?“).

Das Drama endet mit einem Happy-End, „alle sind glücklich“ (V, 8, letzte Regieanweisung: „Unter stummer Wiederholung allerseitiger Umarmungen fällt der Vorhang.“). Lessing erreicht dies, in dem sich die ungewissen Verwandschaftsverhältnisse zwischen Nathan, Recha, dem Tempelherrn und Saladin zum Schluss aufzuklären (siehe V, 8, 3763ff). Al-Hafi stellt diesen Schluss dadurch in Frage, indem er als einzige wichtige Person den Ort des Stückes, Jerusalem, verlässt (II, 9, 1491ff: „Am Ganges, am Ganges gibt's Menschen. Hier seid Ihr der Einzige, der noch so würdig wäre, dass er am Ganges lebte. – Wollt Ihr mit?“). Dabei wird ebenfalls klar, dass er seinem langjährigen Freund Nathan die Freundschaft kündigt (II, 9, 1514ff: „Wer überlegt, der sucht Bewegungsgründe, nicht zu dürfen. Wer sich Knall und Fall, ihm selbst zu leben, nicht entschließen kann, der lebet anderer Sklav' auf immer. – Wie Ihr wollt! – Lebt wohl! wie's Euch wohl dünkt. – Mein Weg liegt dort; und Eurer da.“).

Zu aus Al-Hafis Sicht einzigm Ausweg, dem Verlassen Jerusalems und Zurücklassen seiner Freunde, kommt er nach Analyse des Verhaltens von Nathan und Saladin. Sein langjähriger Freund Nathan, den Al-Hafi gut zu kennen glaubt, dachte über Saladin anders als er selbst. Nach reiflicher Überlegung kommt er zum Schluss, dass seine Versuche, ihm vom Gegenteil zu überzeugen, falsch waren und dass Nathans ursprüngliche Einschätzung Saladins korrekt war (II, 9, 1480ff: „Ach was? Ich sag Euch das nur so, damit Ihr sehen könntt, was für ein Kopf er ist. Kurz, ich, halt's mit ihm nicht länger aus. Da lauf ich nun bei allen schmutz'gen Mohren herum, und frage, wer ihm borgen will. Ich, der ich nie für mich gebettelt habe, soll nun für andre borgen. Borgen ist viel

besser nicht als betteln: so wie leihen, auf Wucher leihen, nicht viel besser ist, als stehlen. Unter meinen Ghebern, an dem Ganges, brauch ich beides nicht, und brauche das Werkzeug beider nicht zu sein. Am Ganges, am Ganges nur gibt's Menschen.“). Er sieht die Menschen Jerusalems allesamt als unwürdig, und auch er selbst war gezwungen, Dinge, die er für gewöhnlich nie getan hätte, wie zum Beispiel das Betteln, zu tun. Al-Hafi hat dies erkannt und möchte sich nun wieder „rein waschen“ und wieder unter „richtigen“ Menschen sein. Diese Möglichkeit sieht er nur im Verlassen Jerusalems und Gehen zum Ganges.

### 2.2.7 7. Hausaufgabe

#### Eigenes Gedicht der Anakreontik

Der Mond schien voll,  
Da erblickt' ich sie,  
Ich rannt' zu ihr,  
„Hallo“, meinte ich,  
doch sie, aufgeschreckt,  
„Lass mich! Ich schrei!“  
Ich konnt's nicht lassen,  
Und sie schrie, und  
Da sitz' ich nun –  
Im Präsidium der Polizei.

### 2.2.8 8. Hausaufgabe

#### Rede: „Linux ist böse!“

Verehrte Damen und Herren!

Sie sind heute zu dieser Konferenz gekommen, weil Sie Entscheidungen treffen müssen. **Entscheidungen**, die die IT-Infrastruktur Ihres **gesamten** Unternehmens, und somit direkt die **Wirtschaftskraft** Ihres Unternehmens, maßgeblich beeinflussen werden. Sie haben in letzter Zeit immer mehr von „Linux“ gehört, und wollen nun wissen, was **genau** es damit auf sich hat. Dabei interessieren

Sie keine kleinen und vollkommen bedeutungslosen Zahlen irgendwelcher **Freaks**. Sondern Sie interessieren sich für **nachgewiesene Studien** durchgeführt von **namhaften** Marktforschungsunternehmen! – Schließlich geht es um **Ihr** Unternehmen.

Linux – das ist Software, die von Hunderten von privaten **Hobby**-Programmierern in ihrer **Freizeit**, als **Hobby**, entwickelt wird. **Programmierer**, die teilweise keine richtige Ausbildung genossen haben! **Programmierer**, die nicht für ihre Arbeit bezahlt werden, und somit natürlich keinerlei Motivation besitzen, **hoch** qualitative Software zu entwickeln! Ich denke, es ist klar, dass in Ihrem Unternehmen **nur** Software mit **höchster** Qualität zum Zug kommen darf. Nicht auszudenken, was Sicherheitslücken in Ihrer Online-Banking- oder Transportlogistik-Software anrichten könnten! Was für einen Schaden Ihr bisher nur **vorzüglicher** Ruf nehmen könnte!

Wo wir schon beim Thema Sicherheitslücken sind. Wie Sie wissen, geht das Gerücht um, dass viele Viren von Linux-Entwicklern geschrieben wurden. Da wir, ebensowenig wie Sie, keine Entscheidungen anhand von **Gerüchten** treffen, haben wir eine Arbeitsgruppe für Fragen im Bereich „IT-Sicherheit in Unternehmen“ eingerichtet. Sie hatte die Aufgabe, **genau** herauszufinden, was an diesem Gerücht nun dran ist. Vorige Woche hat diese Arbeitsgruppe ihre Arbeit abgeschlossen. Das Ergebnis war **so hoch**, dass sie selbst die Erwartung unserer **besten** Experten weit übertroffen hat. Ich möchte dieses Ergebnis nun auch Ihnen mitteilen, aber erschrecken Sie nicht. **Über 96%** aller Viren, die bisher geschrieben wurden, wurden unter **Linux** entwickelt! Über 96% aller Linux-Nutzer sind **Hacker**! Linux ist ein **Hacker**-Betriebssystem! Wollen Sie **Ihr** Unternehmen wirklich in die Hand krimineller **Hacker** geben?

Apropos Schaden an Ihrem Unternehmen – unsere Weltwirtschaft ist, wie Sie alle wissen, auf verschiedene Arten von dem korrekten Funktionieren des **Lizenzrechts** angewiesen. Sie wären nicht so erfolgreich wie Sie es jetzt sind, gäbe es das Lizenzwesen nicht! Die Linux-Freaks aber kümmern sich nicht um Lizenzen. Diese Freaks haben die kranke Idee, das alles frei und gratis sein soll! Ich glaube, ich muss Ihnen nicht erzählen, was passieren würde, wenn jeder Ihre Software **nach belieben** kopieren dürfte! Wenn jeder Ihre Software nach belieben **verkaufen** könnte! Wenn jeder Ihre Software nach belieben **verändern** könnte!

Deswegen gebe ich Ihnen einen guten Rat. Legen Sie die Zukunft Ihres Unternehmens nicht in die Hände krimineller,  $\pi$ -auswendiglernender und an dem wahren Leben gescheiterter Freaks! Vertrauen Sie besser uns! **Wir** bieten Ihnen hochqualitative Software, die **allen** Sicherheitsanforderungen gerecht wird! **Wir** bieten Ihnen Software, die überall auf der Welt **millionenfach** erfolgreich eingesetzt wird! **Wir** sind für Sie da, wenn es Probleme gibt! **Wir** sind es, die **Ihr** Unternehmen **noch** erfolgreicher machen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

### 2.2.9 9. Hausaufgabe

#### „Kafka-like“ Text

Der Vogel schaut sich um. Er sieht eine Maus, eine riesige Maus. Sie verfolgt ihn! Was soll er tun? Schnell, weg hier! Oh nein, sie kommt immer näher! Doch halt! Rettung sieht er! „Oh große Katze, hilf mir bitte“, sagte der Vogel. Daraufhin fraß die Katze die Maus und den Vogel.

### 2.2.10 10. Hausaufgabe

#### Blatt „Vom verlorenen Sohn“, Aufgabe 2

Hallo, ich bin der jüngere Sohn. Nachdem mein Vater mich ausgezahlt hatte, ging ich hinaus in ein fernes Land, um dort alleine zu leben. Leider ist mir das Geld ausgegangen, und so wollte ich zurück, um beim Gut meines Vaters zu arbeiten. Dieser jedoch nahm ich unerwartet wieder auf, was mein Bruder allerdings nicht befürwortete. Jetzt weiß ich nicht, was ich tun soll. Einerseits bin ich sehr froh, dass ich wieder ein Dach über'm Kopf habe. Andererseits sieht mein Bruder dies nicht gern... Was soll ich tun?

### 2.2.11 11. Hausaufgabe

#### Ausführung des Arguments „Mathematik als konstante Größe“

Ein weiterer Punkt, wieso Mathematik Ordnung in Arthurs Leben bringt, ist die Konstanz der Mathematik. Dies erkennt er bereits

als kleines Kind am Beispiel der Multiplikation „zwei mal fünf“ (S. 28). Dadurch hat er eine „Wahrheit“ (S. 29) gefunden, die ihn „nicht im Stich lassen wird“ (S. 29). Diese Konstanz, auf die sich Arthur verlassen kann, ist für ihn so wichtig, dass er sich den Erkenntnungsmoment „einprägen“ (S. 29) muss. Vieles andere, was er für gesetzt hielt, entfloß seinem Leben, zum Beispiel starb seine Adoptivmutter, deren Kommen er immer für „segensreich“ (S. 15) hielt und an die er sich „gewöhnt hat“, aufgrund eines Blitzschlages, den er auf „Irrsinn“ (S. 15) zurückgeführt hat. So hilft es Arthur, die Mathematik zu Rate zu ziehen, da mathematische Berechnungen, aufgrund ihrer immerwährenden Konstanz, etwas „Beruhigendes“ (S. 16) haben.

### 2.2.12 12. Hausaufgabe

#### Übungsaufsatz: Mathematik – Keim des Wahnsinns ja/nein?

- A) (Einleitung)
- B) Beerholm und die Mathematik
  - I) Ordnung durch Mathematik
    - 1. Vorhersehbarkeit der Mathematik
    - 2. Allgegenwärtigkeit der Mathematik
    - 3. Erklärbarkeit der Welt
  - II) Mathematik als "Keim des Wahnsinns"
    - 1. Mathematik als menschliches Konstrukt
    - 2. Eigenleben der Mathematik
    - 3. Vorspiegelung von vollständigem Begreifen
  - III) (Synthese)
- C) (Schluss)

Ein weiterer Punkt, wieso Mathematik Ordnung in Arthurs Leben bringt, ist die Vorhersehbarkeit der Mathematik. Dies erkennt er bereits als kleines Kind am Beispiel der Multiplikation „zwei mal fünf“ (S. 28). Dadurch hat er eine „Wahrheit“ (S. 29) gefunden, die ihn „nicht im Stich lassen wird“ (S. 29). Diese Konstanz, auf die sich Arthur verlassen kann, ist für ihn so wichtig, dass er sich den Erkenntnungsmoment „einprägen“ (S. 29) muss. Vieles andere, was er für gesetzt hielt, entfloß seinem Leben, zum Beispiel starb seine Adoptivmutter, deren Kommen er immer für „segensreich“ (S. 15) hielt und an die er sich „gewöhnt hat“, aufgrund eines Blitzschlages, den er unter anderem auf „Irrsinn“ (S. 15) zurückgeführt hat.

So hilft es Arthur, die Mathematik zu Rate zu ziehen, da mathematische Berechnungen, aufgrund ihrer immerwährenden Konstanz, etwas „Beruhigendes“ (S. 16) haben.

Außerdem ist die Mathematik in Beerholms Augen allgegenwärtig, wie er auf S. 46 erkennt: „Die ganze [...] Welt [...] ruht auf einem Geflecht von Zahlen.“ Dies bringt insofern Ordnung in Beerholms Leben, da er sich für eine Wissenschaft, die nicht allgegenwärtig ist, niemals interessieren würde. Zum Beispiel war er schon als Schüler „wenig interessiert in Deutsch“ (S. 21), aber Bücher über Physik und Theologie las er „zum Vergnügen“ (S. 21).

Ein letzter Grund, weshalb Mathematik Ordnung bringt, ist die aus Beerholms Sicht einzigartige Fähigkeit der Mathematik, die gesamte Welt zu erklären. Die Mathematik gibt Beerholm auf beinahe jede Frage eine Antwort, besonders bei Ereignissen, die ihn getroffen haben. So begründet er den Tod seiner Mutter in der „kühlen“ und „[b]eruhigende[n]“ (S. 16) Statistik. Sogar die Magie konnte er auf „Vernunft“ (S. 46) und „Hervortreten aus dem Gestrüpp des Zufalls“ (S. 46) – und damit Mathematik – zurückführen. Dies geht sogar so weit, dass er behauptet, dass „kein Ding [...] seiner [...] mathematischen Pflicht [...] widerstehen“ könne.

Es gibt auch wichtige Gründe für Beerholms Ablehnung der Mathematik. Dazu gehört, dass auf den ersten Blick die Mathematik alles erklären kann. Wie den letzten Absätzen zu entnehmen ist, begründet Beerholm viele Geschehnisse auf der Mathematik. Er muss jedoch erkennen, dass die Mathematik oftmals ihr vollständiges Erklären aller Dinger nur vorspiegelt. Erstmals erkennt Beerholm das an Asymptoten<sup>19</sup>: Auf den ersten Blick scheinen Asymptoten ihre Kurve „in der Unendlichkeit“ zu berühren. Übertragen bedeutet dies für ihn, dass Mathematik alles erklären kann. Nun aber berühren Asymptoten „selbst in der Ewigkeit“ (S. 65) ihre Kurve nicht, was Beerholm als Versagen der Mathematik „gegen alle Vernunft“ (S. 65) deutet.

---

<sup>19</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Asymptote>

**2.2.13 13. Hausaufgabe**

Das Gedicht „Fabrikstraße tags“ von Paul Zech, 1911 geschrieben, handelt von der Monotonie von Fabrikarbeit.

Die Umgebung wird von einem „lyrischen Ich“ erzählt, welches die Welt beschreibt. Während des gesamten Gedichts bleibt es aber passiv, greift also nicht in die Geschehnisse ein.

Das Gedicht ist in vier gedanklische Abschnitte geteilt, die mit der Stropheneinteilung zusammenfallen. In der ersten Strophe wird allgemein eine Fabrik beschrieben, ohne genauer in die Details zu gehen. In der zweiten Strophe beschreibt Zechs lyrische Ich das soziale Umfeld, welches er in der dritten Strophe erneut aufgreift, indem er es mit einer Zuchthauszelle vergleicht. Schließlich stellt er in der vierten Strophe die Invarianz der Welt hervor, indem er auf „Gottes Bahnfluch“ (V. 14) verweist.

Zechs Gedicht besteht aus vier Strophen, dessen erste beide vier, und deren zweiten beide drei Verse umfassen. Der Aufbau ist nicht sehr gleichmäßig, die Position der Enjambements wechselt von Strophe zu Strophe.

Das Gedicht ist ein Trachäus, seine Unregelmäßigkeit spiegelt sich auch im Inhalt wieder, welcher nicht klar geordnet ist, sondern die Welt ohne erkennbare logische Reihenfolge beschreibt.

Die ersten zwei Strophen sind im Klammerreim gestaltet, was sich auch im Inhalt wiederspiegelt, der von bedrückenden Mauern handelt. Die letzten beiden Strophen sind als Paarreime gestaltet.

Die Syntax des Gedichts ist einfach gestaltet, Nebensätze gibt es kaum. Meistens sorgt Zech durch Enjambements dazu, dass die Sätze jeweils über eine Strophe gehen. Die Sätze selbst sind sehr abgekackt, Zech nutzt viele Ellipsen. Dies stimmt mit dem Inhalt überein, der auch keine große Komplexität besitzt, sondern eine einfache Beschreibung der Umwelt ist.

Durch viele Substantive erreicht Zech eine sehr bildhafte Darstellung der Welt, welche dem Leser hilft, sich in die Zeit und in das, was Zech ausdrücken will, hineinzuversetzen. Dies ist sehr typisch für den Expressionismus, der ein klares Verhältnis zur Welt vermitteln will.

Zehs Gedicht fällt in die Epoche des literarischen Expressionismus, dessen Ideen und Auffassung durch das gesamte Gedicht ziehen. Typisch auch ist eine Kritik an der Welt, die das Gedicht

bietet und ihr durch einen Gottesvergleich in der letzten Strophe Ausdruck verleit.

### **2.3 Referat: Biografie Lessings unter besonderer Beachtung des Fragmentenstreits**

Kurz:

- Wichtigster deutsche Dichter der Aufklärung
  - Beeinflussung der dt. Literatur durch Dramen und theoretische Schriften
- 

Biografie:

- **22.1.1729: Geburt Gotthold Ephraim Lessings in Kamenz (Sachsen) als Sohn eines Pastors**
- 1737: Besuch einer Lateinschule
- 1741: Besuch der Fürstenschule St. Afra in Meißen
- **1746 bis 1748: Studium der Theologie und Medizin**
- 1749: **Werk:** „Die Juden“: Ein Raubüberfall wird Juden in die Schuhe geschoben, schließlich aber stellt sich der Retter als Jude heraus. Gilt als Vorstufe für „Nathan der Weise“.
- 1752: Erhalt der Magisterwürde in Wittenberg
- 1748 bis 1760: Arbeit als Rezensent und Redakteur in Leipzig und Berlin u.A. für die „Vossische Zeitung“
- 1760 bis 1765: Beschäftigung als Sekretär beim General Taurantzen in Breslau
- 1765: Rückkehr nach Berlin
- 1767 bis 1769: Anstellung als Dramaturg und Berater an dem Deutschen Nationaltheater in Hamburg

- 1770: Anstellung als Bibliothekar in der Herzog-August-Bibliothek in Wolfenbüttel
- 1772: **Werk:** „Emilia Galotti“: Bürgerliches Trauerspiel in fünf Aufzügen, Gegenüberstellung des willkürlichen Herrschaftsstil des Adels mit der neuen aufgeklärten Moral des Bürgertums
- 1775: Mehrere Reisen, u.A. zusammen mit dem Prinzen Leopold nach Italien
- 1776: Heirat mit Eva König in York (bei Hamburg)
- 1778: Tod Lessings Frau nach der Geburt eines Sohnes, der nur kurz lebte
- 1779: **Werk:** „Nathan der Weise“: **Fragmentenstreit** als eine Entstehungsgrundlage
- 1780: **Werk:** „Die Erziehung des Menschengeschlechts“
- **15.2.1781: Tod in Braunschweig** beim Besuch des Weinhandlers Angott

---

Fragmentenstreit:

- Wichtige Kontroverse zwischen der Aufklärung und der orthodoxen lutherischen Theologie
- 1774 bis 1778: Veröffentlichung der „Fragmente eines Ungenannten“ („Apologie oder Schutzschrift für die vernünftigen Verehrer Gottes“, von Hermann Samuel Reimarus)
- Inhalt: Verteidigung der „natürlichen Religion“ gegen die Zutaten eines biblischen Glaubens an übernatürliche Offenbarungen und Wunder
  - Keine Wunder
  - Nachweis von Widersprüchen in den biblischen Auferstehungsberichten
  - Abstreitung der Auferstehung und der Gottessohnschaft Jesu

- Hauptgegner: Johann Melchior Goeze, Veröffentlichung von Lessings „Anti-Goeze“-Schriften
- Aberkennung der Zensurfreiheit für die „Beiträge“, Erhalt eines Publikationsverbots für das Gebiet Religion

Tafelanschrieb:

### Gotthold E. Lessing

- 22.1.1729: Geburt Gotthold E. Lessings in Kamenz (Sachsen)
- 1746-1748: Studium der Theologie und Medizin
- 1774-1778: Fragmentenstreit ⇒ Aberkennung der Zensurfreiheit, Publikationsverbot für das Gebiet Religion ⇒
- 1779: Werk „Nathan der Weise“
- 15.2.1781: Tod in Braunschweig

---

Quellen:

- Wikipedia-Eintrag zu Lessing<sup>20</sup> und weiterführende Wikilinks
- Wikipedia-Eintrag zum Fragmentenstreit<sup>21</sup>

## 3 Englisch

### 3.1 Schulheft

#### 3.1.1 Tennessee Williams (\* 1911, † 1983)

- Mother: religious
- Father: materialistic

1945

The Glass Menagerie

---

<sup>20</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Gotthold\\_Ephraim\\_Lessing](http://de.wikipedia.org/wiki/Gotthold_Ephraim_Lessing)

<sup>21</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Fragmentenstreit>

**1946**

One-Act Plays

**1947**

A Streetcar Named Desire

**1955**

Cat On A Hot Tin Roof

### 3.1.2 Ernest Hemingway: Cat in the Rain

#### Atmosphere

- sad, cold, unfriendly
- emptiness, isolation, stagnation, longing („looking out“)
- contrast: description of environment in good weather
- stylistic device: repetition („war momument“ ⇒ foreshadowing, „rain“, „looking out“) ⇒ emphasis

#### Characterization

##### a) the American wife, the American

- looking out ⇒ =
- wants to get the kitty ⇒ =
- ative
- likes the way she's treated by the hotel-keeper (respect)
- acts childishly (fetching a stray cat)
- narcastic behaviour (mirror) „I want, I want, I want“
- wants to be a lady and be treated like one
- wants material, tactile pleasures
- wants something to take care of, to be responsible for
- wants it to be spring ⇒ =

**b) the husband**

- doesn't say much, monosyllabic ⇒
- treats her like a child („Don't get wet.“)
- lying in bed throughout the whole story
- reading ⇒ interests
- „Wonder where it went to?“ ⇒ =
- satisfied with his life, the way it is
- „Oh, shut up and get something to read“ ⇒ no common basis

**Theme**

Symbols:

- „kitty“, cat ⇒
- bad weather ⇒
- war monument ⇒
- it's getting darker ⇒
- light comes on in the square ⇒
- padrone asked the maid to bring her the cat ⇒

⇒ relationship that has problems because the partners are not on common grounds. While he's a grown-up with intellectual interests, his wife, whose behaviour is rather childish, feels the need for material pleasures.

**3.1.3 Shirley Jackson: The Lottery**

1.
  - no information about name of the village, time
  - no info about the nature of the event itself (what is there to „win“?)

- the reader is thrown into the heart of the matter  
the story begins in the middle of the action
  - we feel that something important, unique, mysterious is going to happen
- 2.
- ordinary, normal day (get home in time for noon dinner (l. 6), women wear faded house dressed (l. 17), the men were talking about planting, rain, tractors and taxes (l. 15))
  - cheerful, sunny, warm (l. 1-2)
  - uneasiness (l. 8)
  - mysterious, somewhat like the „calm before the storm“ (jokes were quiet, girls were looking over their shoulders (l. 13), women called their children, they came reluctantly, Bobby M. ducked, girls clung to the hands of their older...)
  - effect on the reader: suspense; misleading effect, sends him on the wrong track, curiosity
- 3.
- doesn't take long
  - conducted every year
  - something normal like square dances, teen club, Halloween program (l. 23)
  - represents tradition
  - prosperity/well-being of the village depends on it! („Lotto-ry in June, corn can be heavy soon.“ (l. 128))
- 4.
- some parts of the procedure have been changed (chips of wood replaced by slips of paper) ⇒ ???  
[slips of paper: man-made! arbitrary, not substantial, what's the significance attached to a slip of paper?]
  - black box represents tradition ⇒ essential symbol
  - grows shabbier each year ⇒ ...
  - they act as if it were untouchable but in fact...
- 5.
- until the very end, it is not mentioned what there is to „win“
  - delays the resolution especially (l. 146f.)

- described reactions of village people („a sudden hush...“)
- changes narrative perspective, lets characters talk  
⇒ we see the action through their eyes, feel with them, take part in the action

6. [see 4.]
7. peace and quiet ↔ nervousness and anxiety  
tradition ↔ change  
relief/fun and laughter ↔ tragedy, death
8. **a) telling**
  1. 24: „Mr. Summers was a round-faced, jovial man and people were sorry for him...“
  1. 35: „No are liked to upset tradition.“  
He describes their attitudes from an unlimited point of view.
- b) showing**
  1. 17: „They smiled rather than laughed“
  1. 100: „Most of them were quiet, wetting their lips“
- c) dialogue**
  1. 126: „Pack of crazy fools“
  1. 128: „Lottery in June...“
9. foreshadowing: by saying „Wouldn´t...“ Mrs. Hutchinson alludes to the possibility of being the one who „hits the jackpot“ this year. That´s why she doesn´t want to leave her house in and untidy state. The fact that she actually draws the lot with black spot on it makes her comment highly ironic.
10. the effect of cruelty:
  - children are involved: 1. 180: „Little Dave has to take a slip of paper, he laughs ... wonderingly, doesn´t even understand what´s going on“
  - 1. 196: „Nancy and Bill beamed and laughed... knowing that a member of their family was going to be killed“
  - children made piles of stones
  - littly Davy Hetchinson gets pebbles to throw at his mother

### 3.1.4 Civil Rights Movement

MLK:

- brotherhood
- peace and harmony
- integration
- non-violence
- Christianity

Malcolm X:

- black community
- separation
- political and economic independence
- violence if need be revolution

## 3.2 Hausaufgaben

### 3.2.1 1. Hausaufgabe

#### Buch Seite 13, Aufgabe 4b

In this scene, how do the **stage directions** help to characterize Jackie and Margaret?

Stage directions like „Momentarily caught“ (line 26), „Margaret has nothing to say“ (line 37), and „[Margaret] collects herself“ (line 27) expose Margaret´s problems with her very own life. She can´t repress her own experiences with men. By looking at Jackie´s stage directions, you can see Jackie´s tries to cancel the conversation with her mother: „Gets up and goes to the house“ (line 34), „Jackie stops“ (line 36), and „[Jackie] goes into the house“ (line 38).

### 3.2.2 2. Hausaufgabe

#### Meinung über den Sohn und den Vater von Buch Seite 8-10

I think, the son is, in this excerpt, right. He wants to go his own ways („Oh Dad, can´t you see all I want to do is be individualistic?“ at line 71). This own ways include becoming an actor, even if there are certain risks connected with not choosing a, though bad-paid, albeit stable job. His father doesn´t understand this, he wants his son to do take over his business when he'll be done. But the father can´t force his son to do what he want, resulting in a moot.

### 3.2.3 3. Hausaufgabe

#### Buch Seite 11/5

- a) Who is the **narrator** of the text?

John is the first-person narrator, because line 87 reads „She looked **me** over carefully, checking for any clues as to what mood I left Bore in“.

- b) How does the choice of narrator influence your feelings, sympathies or opinions concerning John and his father?

John describes his feelings the best, because the narrator **is** John. So, he can give us first-hand information. Additionally, he puts everything in his perspective, so we're brought to think, that he's right. If John's father was the narrator, then, I guess, we could understand his point of view better. To abstract: The perspective depends significantly on the narrator.

### 3.2.4 4. Hausaufgabe

#### Buch Seite 22, Aufgabe 5

- a) Who is the narrator of this short story?

- b) What does the narrator choose to tell about the girl in order to influence the reader and to justify the title of the story?

I think, there're two possibilities. The narrator could be one of her children, presuming that, one day, she told her children the true story of her life. Or, maybe, she died and their children read her diary. The other possibility which comes to my mind is the theory, that she herself is the narrator of the text. Only she is able to know so much about her inner feelings and thoughts. You can see that at many different places in the text.

The narrator describes the girl's inner feelings in order to influence the reader. On a certain way, you feel compassionate to that girl. Additionally, the title „Greyhound Tragedy“ implies certain feelings of the girl. You know, and you get influenced to know, that her life is „bad“. This is clear from other excerpts of the text, too.

### 3.2.5 5. Hausaufgabe

#### Brief an McNamara

Topic: Is it right and proper that today there are 7,500 strategic offensive nuclear warheads, of which 2,500 are on 15 minute alert, to be launched by the decision by **one** human being?

No, that is neither right nor proper. There are two appalling reasons against it. Firstly, the problem is, that **one** human being decides if and when these missiles should be launched – there is the danger of that human being being blackmailed.

Ignoring the possibility of the President being blackmailed, there's another „problem“ with this fact. Conflicts are **never** – and, because that's so important I'll stress it – conflicts are **never**, under **no circumstances**, solved by war, war is **never** justified. So, there shouldn't be any need to **have** nuclear warheads.

### 3.2.6 6. Hausaufgabe

#### Übersetzung

Immigrants aren't necessarily more clever, nor their original cultures more useful than the ones they invade. But whatever else they have to offer, they see things from a different angle: They can spot problems everybody else takes for granted. And they have the unestimable advantage of being outside the existing hierarchies. If only we remembered that it's not just an occasional coincidence, but **likely** that new people produce new ideas, then perhaps even those who want to restrict the numbers of incomers might treat the ones who do get in with less automatic hostility.

Einwanderer sind nicht notwendigerweise klüger, noch ihren ursprünglichen Kulturen nützlich als diejenigen, in die sie eindringen. Doch was auch immer sonst sie zu bieten haben mögen, sie sehen doch die Dinge aus einem anderen Blickwinkel: Sie können Probleme erkennen, die jeder andere als selbstverständlich ansieht. Und sie haben den unschätzbareren Vorteil, dass sie sich außerhalb der bestehenden Hierarchien befinden. Wenn wir uns nur vor Augen führen würden, dass es nicht nur eine gelegentliche Zufälligkeit, sondern dass es sehr wahrscheinlich

ist, dass neue Leute neue Ideen hervorbringen, dann würden möglicherweise sogar die, die die Zahl der Einwanderer begrenzen wollen, diejenigen, die doch hineinkommen, mit weniger reflexartiger Feindschaftlichkeit behandeln.

### 3.2.7 7. Hausaufgabe

#### Übersetzung: „The Lost Generation“

Gertrude Stein prägte den Ausdruck „verlorene Generation“, um die Intellektuellen, die Dichter, die Künstler und Romanautoren zu beschreiben, die die Werte des Amerikas nach dem Ersten Weltkrieg abgewiesen haben und die nach Paris umgezogen sind, um einen künstlerischen Lebensstil zu führen. Autoren und Künstler wanderten wegen vielen Gründen aus, aber während sie dort waren, haben sie üblicherweise nach einem Sinn gesucht, maßlos getrunken, hatten Liebesaffären und kreierten einige der feinsten amerikanischen Literaturstücke bis heute.

Autoren der verlorenen Generation haben herausragende Plätze in der Landschaft der amerikanischen Kultur des 20. Jahrhunderts aus drei Gründen bekommen. Erstens haben sie den Weg im Ausdruck der Motive der spirituellen Entfremdung, des Selbst-Exils und der Kulturkritik angeführt. Somit ist ihr Erkennungszeichen in der intellektuellen Geschichte ausgeprägt. Ihre literarischen Innovationen haben die traditionellen Annahmen über Schreiben und Ausdruck herausgefordert, und dadurch den Weg für weitere Generationen von Avantgarde-Autoren geebnet. Und schließlich umgibt ein Mythos die verlorene Generation und hält ihre Bekanntheit als eine gegenkulturelle Einheit aufrecht. Jede spätere Generation – von den Beats bis zu den Xers – strebt auf irgendeine Weise das Ansehen der Genusssucht und Unbesonnenheit der verlorenen Generation der 1920er an.

### 3.2.8 8. Hausaufgabe

#### Buch Seite 63, Aufgabe 1

Carpe diem – that's one of Mr. Keating's mottos, which he tries to convey to his students. That's a major difference to other tea-

chers, who just want the pupils to do their jobs and nothing else. That's founded on the motivations of the teachers: While most of the teachers do their job only because they have to do it, because otherwise their families wouldn't have anything to eat, Mr. Keating teaches because he is actually convinced of his job, or, to speak in Mr. Keating's words, of his profession.

Another thing to note is the way Mr. Keating teaches. While other docents are very conservative—the Latin teacher comes to my mind first („agricula, agriculae, agriculae, agriculam, agricula, . . .“)—Mr. Keating rejects the old methods of teaching. For example, he asks his students to rip out the „Introduction to Poetry“ by Mr. Pritchard, because he thinks poetry can't be expressed in a purely analytical way. In his opinion, poetry is not simply a sequence of verses, but instead it is art, it is culture, it is a way of life.

Another thing Mr. Keating wants to convey to his students is his idea of ideas being able to change the world, which he contrasts to rather ordinary things. In his opinion, even a single poem can and will make a difference and is able to shake the world up.

This attitude is not liked much by the rest of the teachers. They'd prefer Mr. Keating to use traditional methods of teaching, which are apparently proven to be successful. Additionally, they hold Mr. Keating responsible for Neil Perry committing suicide.

### **3.2.9 9. Hausaufgabe**

#### **Stichpunkte des Textes von S. 57**

- Text is about people not reading any more.

- People prefer TV.
- But there're good arguments why reading **is** good:
  - Notes
  - Writing down complicated ideas
  - Understanding more intellectual people
  - Technology

### 3.2.10 10. Hausaufgabe

#### Comment: „Monadic IO“

- A) (Introduction)
- B) Using Monads to do IO is better
  1. Ability to optimize a program at compile-time
  2. Static typechecking
  3. Ability to sequence IO actions
- C) (Conclusion)

With the purely functional programming language Haskell becoming more widely known each day, the idea of using Monads to do Input/Output (IO) gains support. In the following I'll show why using Monads to do IO is a better way to communicate with the real world than using „normal“ side-effectful functions which aren't possible in a purely functional language.

Firstly, by using Monads, the compiler is able to optimize programs at compile-time. For example, the following Haskell code...

```
f :: IO String
f = haskell_compiler_version >>= \x -> return x
```

...can be substituted by...

```
f :: IO String
f = return "Glasgow Haskell Compiler 6.4"
```

...at compile time. This causes many performance optimizations which wouldn't be possible to do without using Monads to do IO.

Secondly, by using Monads, the compiler can typecheck your code even when using IO. For example, in the following code, Haskell will throw an exception if the user does not enter an integer:

```

read_an_integer :: IO Int
read_an_integer = readLn

main :: IO ()
main = read_an_integer >>= \x -> putStrLn $ "Your input
was: " ++ x

```

As this is clearly not possible without using monadic IO, it's a great benefit for the programmer not having to do all the typechecking on his own.

Lastly, monadic IO is the only way to sequence side-effectful actions in a purely functional language. It would, for example, be disastrous, if the following snippet deleted »file« before reading it:

```
f fh = readFromFH fh >>= \line -> unlink file
```

By using monadic IO, and especially by using the binding operator »(>>=)«, the compiler is able to properly sequence all side-effectful functions.

Monadic IO is a great way to do IO in purely functional languages, so I hope other languages will adapt this way of sequencing side-effectful functions one day.

### **Comment: „IM2000“**

- A) (Introduction)
- B) IM2000 is better than SMTP
  - 1. No bounces
  - 2. Less traffic
  - 2. Less spam
- C) (Conclusion)

One of the world's most important Internet services today is the electronic mail, commonly transferred using the Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) or one of its extensions. In the following I'll show the advantages Internet Mail 2000 (IM2000) to regular SMTP.

Many mail server administrators know the problem as old as Internet mail itself – a SMTP server triggers sending a so-called „bounce“ back to sender if it isn't able to further deliver the mail. As many statistics show, this is currently a big problem and will continue

to become even more serious in the next few years. With IM2000, there are no bounces due to the different way the storing of mail messages is handled with IM2000 – while SMTP mails were simply sent to next reachable SMTP server, which (may) had to report a failure, the mails stay stored on the sender's ISP. Such, if the destination mail address doesn't exist, the mail is simply not fetched, but there's no need to send bounces. Therefore, IM2000 is better than SMTP.

Another reason why IM2000 is better than SMTP is, that the traffic actually needed is minimized when using IM2000. As described in the last paragraph, the actual mail message is not sent to the destination's mail server until the receiver's Mail User Agent (MUA) tells the sending server to do so. With millions of mails being sent each day, this will cause enormous savings of traffic. Because of this, IM2000 is better than SMTP.

The last reason why IM2000 is better than SMTP is, that unsolicited bulk mail, commonly referred to as „spam“, will cease to exist. Because the costs of sending a mail move from the receiver's side to the sender, spammers can't continue to use infected computers, usually connected in a central-managed „botnet“, as cheap mail servers – those computers would have to stay online 24/7/365 to be able to wait for a »MAIL XFER« request. Clearly, most personal computers are switched off at least once a day. Therefore, ordinary personal computers won't be able to get abused as cheap mail relays, and this in turn will cause spam to cease. Therefore IM2000 is better than SMTP.

Because of all these advantages of IM2000 to SMTP, I'd vote for a quick adaption of IM2000 to make the Internet the friendly place it once used to be.

**Comment: „IPv6“**

- A) (Introduction)
- B) IPv6 is better than IPv4
  - 1. More addresses available
  - 2. Redundancy by using multicast
  - 3. Mobile IPv6 Extensions
- C) (Conclusion)

With the accelerated growth of the Internet, the address space provided by IPv4 will soon be exhausted. In the following, I'll show why IPv4's designated successor, IPv6, is better than IPv4.

The first reason, why IPv6 is better than IPv4 is, that the address space available will be big enough for the next few generations. This is because IPv4 uses an unsinged 32 bit sized integer to address each node of the Internet, while IPv6 uses 128 bit. Such,  $2^{128}$  addresses will be available with IPv6, which will clearly be enough. Therefore, IPv6 is better than IPv4.

Secondly, IPv6 increases the redundancy by extensively using multicast. With IPv4, the breakdown of only one router on the path to the destination is sufficient to cause all connections to the destination host to terminate. IPv6 fixes this problem by providing multicast, i.e. one address is used to address multiple hosts. Therefore **all** routers on the path to the destination have to go offline in order to cause the destination host being unreachable. Because of this, IPv6 is better than IPv4.

Most importantly, IPv6 provides Mobile IPv6 Extensions. IPv4 lacks these extensions, and that's the reason for easy roaming not working presently. By contrast, IPv6 has complete support for the Mobile IPv6 Extensions. Thus, you'll be able to switch networks **transparently**. Of course, you'll get a new address, but your old address will continue to work! Therefore, one doesn't have to terminate all his connections only to be able to switch networks. Therefore, IPv6 is better than IPv4.

Because off all these advantages of IPv6 to IPv4, I'd like seeing an accelerated adaption of IPv6.

### 3.3 Vokabeln

#### 3.3.1 2. Woche

Englisch	Bedeutung
evolve	evolution
(dis)solve	solution
revolve	revolution
involve	involvement
resolve	resolution
sensible	sinnvoll, vernüftig
sensitive	sensibel
murder	planned
manslaughter	unlawfully, but not wilfully
homicide	neutral
detain	being locked in prison
tight-rope walking	Seiltanzen
subject to	abhängig/maßgeblich von

#### 3.3.2 3. Woche

##### Donnerstagsstunde

Englisch	Bedeutung
petty-bourgeois	„wanna-be-bourgeois“
embarrassing	peinlich
blush	erröten
Paper won't blush.	Papier ist geduldig.
trait of character/character trait	Charakterzug
characteristic feature	Charakteristisches Merkmal
conceived	gezeugt
protagonist	hero, heroine
antagonist	Gegenspieler
olympic point of view, omniscient narrator	narrator who knows everything
psyche	Psyche

#### 3.3.3 8. Woche

##### Mittwochsstunde

Englisch	Bedeutung
to give oneself away	verraten
boast	prahlen

### 3.4 Tests

#### 3.4.1 1. Schulaufgabe

## Correction of the first test

Ingo Blechschmidt, 11C

### Questions on the text (Answer all questions, using your own words as far as is appropriate.)

1. What is the father's main criticism of his daughter? (4 sentences) 10 BE

The father **criticizes** that his daughter is not a sneak. By lying about all the bad things she does, for example, smoking, she'd make things easier for both the father and **herself**. If the father didn't know the bad things his daughter does, he wouldn't get angry, and stay happy. But if the father did know what his daughter did, he'd have to punish her, which would make not only her unhappy, but him, too, because he's unhappy when she is.

2. What points of criticism about her parents does the daughter raise? (4 sentences) 10 BE

Firstly, the daughter **criticizes** about her parents that they use vulgar words while she is not allowed to swear. Then, she doesn't like her father not wanting to talk to her. But her main criticism about her parents is the sad fact that the parents don't care as much about her as they did when she was younger. You can see this in the text (beginning **in** line 8): She tells her father about her smoking and expects him to get angry, but he doesn't (it seems) care and stays calm.

3. Why does Heller choose the father as his I-narrator? What impression can he convey to the reader this was? (8 sentences) 20 BE

By choosing the father as the first-person narrator of the text, he conveys **to** the reader the thoughts and emotions of the father. By, for example, writing in line 7 „She lies about everything“, the reader gets influenced to think of the daughter as a person who lies all the time, which may not be true. The reader sees the father as the good father who'd do **anything** to make his daughter happy, and the daughter as the **child who** does most things wrong. But this doesn't **have** to be true

– everything we get to know about the persons of the text is seen from the father's point of view, which is not neutral. The relationship between the daughter and her father could be disturbed by the father, and not the daughter, for example, but we don't know.

By choosing the father as the narrator of the text, **the reader gets** to think that the children are always the persons who cause the trouble in the relationships between the children and their parents. The parents, by contrast, are only victims.

The reality, of course, is different – **it takes two** for a conflict to emerge.

#### **Comment (Write a coherent text of about 120 words.)**

Take the father in the text as a model to explain what parents of adolescent children (may) do wrong and how they could do a better job altogether.

One thing the parents may do wrong is, that they forbid their children the things they were not allowed to do when they were young **themselves**. In the text, for example, the father **is likely to have** got his first car when he was an adult, thus his child shouldn't have a car earlier, **either**.

Another thing parents may do wrong is, that they don't fully trust their children in important questions. For example, parents may not trust their children when they say, „I'm going to a party, but I won't drink any alcoholic drinks, I promise!“.

But I think that these **denials** are misinterpreted by the children. In reality, the parents simply have more experience of life and want their children not to make the same mistakes they **made**. It's simply care. I propose the following solution: Parents should allow their children a bit more, and the children in turn should be grateful about **the advice by** their parents. For example, in the text, the daughter could stop smoking and her father could allow her to have a car.

But a thing we should never forget is that communication is one of the most important things in a relationship. Both parents and children should talk and listen to each other.

### 3.4.2 Press vocab zur 4. Schulaufgabe

1. In order to remove offensive, morally harmful or politically dangerous contents books used to be subjected to **censorship** (Zensur).
2. The **freedom of the press** is laid down in the first Amendment to the Constitution of the US.
3. USA Today is a **national paper** whereas the Kansas City Star is a **local paper**.
4. A newspaper or a magazine that is published a)every day: **Daily**, b) every week: **Weekly**, c) evry month: **Monthly**, d) four times a year: **Quarterly**.
5. Time and Newsweek are American **magazines or periodicals** comparable to the Spiegel, Psychology Today is a **technical journal**.
6. There's both an international and a European **edition** of Time available.
7. While I always read the business **section**, I'm not too keen on the **gossip column** (Klatschspalte).
8. If you **subscribed** to a newspaper it will be sent to you by post on a regular basis. So you won't have to go and buy it at a newsagent's.
9. The attack on Abigail W. in an otherwise peaceful village in Surrey **made front page news** or in other words **hit the headlines** (Schlagzeilen machen).
10. Stories about celebrities always **make good copy** (sich gut verkaufen).
11. serious press (**a**), sensational press (**b**), scandal sheets (**b**), quality paper (**a**), popular press (**b**), broadsheets (**a**), tabloids (**b**), gutter press (**b**), yellow press (**b**)
12. Tabloids like the Sun are comparable to the German Bild and have huge **circulations** (Auflagen). The Sun sells 3.8 million copies (Exemplare) per day.

13. Titelgeschichte **coverstory**, Leitartikel **editorial**, Aus aller Welt **World News**, Beilage **supplement**, Spezial(artikel) **Feature Story**, Todesanzeigen **obituaries**, Kleinanzeigen **small ads**, Fortsetzungsroman **serialized novel**, Fortsetzung folgt **to be continued**, Leserbrief **letter to the editor**, Bericht **report**, Reportage **news story**, Ratgeberspalte **agony column**
14. Einen Artikel veröffentlichen **publish an article**, eine Meldung bringen **to carry/cover a story**, über ein Ereignis berichten **report on an event**, Berichterstattung **news coverage**, Berichten zufolge **according to news reports**

## 4 Erdkunde

### 4.1 Die politische Gliederung Deutschlands<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>Quelle der Deutschlandkarte: handbuch-deutschland.de<sup>23</sup>



Folgen der zentralen Lage Deutschlands:

- Zahlreiche Nachbarländer
- Bündnispartner/befreundete Nachbarstaaten
- Handelspartner
- Transitland ⇒ erhöhtes Verkehrsaufkommen

- Deutschland steht im Einflussbereich verschiedener Kulturen (multikulturelle Gesellschaft)
- Sicherung der Grenzen gestaltet sich schwierig
- Unterschiedliche Beziehungen zu Nachbarländern erfordern unterschiedliches politisches Handeln
- Von Veränderungen in den angrenzenden Gebieten betroffen  
⇒ erhöhte Flexibilität

## 4.2 Die naturräumliche Gliederung Deutschlands

Topografische Grobgliederung nach Großlandschaften (siehe Abbildung)

Quelle: Atlas S.16/17 (physisch-speziall) und S.74/1 (Geologie)

### Norddeutsches Tiefland

Südgrenze: Köln, Hannover, Leipzig, Dresden

Flach, von einzelnen Hügeln und Höhenrücken (bis 200m) unterbrochen

### Mittelgebirge

Südgrenze: Donau

Kleinere Gebirgszüge wechseln mit tiefer gelegenen Borken (500m bis 1.000m)

### Alpenvorland

Allmählich ansteigend

350m/450m bis 700/800m ü. NN

### Alpen

Steil ansteigend auf 2.000m/3.000m (nördliche Kalkalpen) bis über 4.000m (zentraler Kristallis)

„Junges Hochgebirge“

#### 4.2.1 Norddeutsches Tiefland

An den Küstensäumen der Nordsee **Marschland**: Küstengebiet, das durch Eindeichung und Landgewinnung zw Festland wurde.

**Altmoränenland** im W und SO: Grundmoränen, Sander, Schotter der vorletzten Eiszeit (Riss-Kaltzeit)

**Jungmoränenland** im NO: Grund- und Endmoränen der letzten Eiszeit (Würm-Kaltzeit) mit Seen (z.B. Müritz)

#### 4.2.2 Mittelgebirge

**Grundgebirge**: Altes, abgetragenes Hochgebirge aus dem Erdaltertum im O und W: Eifel, Westerwald, Hunsrück, Taunus (Rheinisches Schiefergebirge), Schwarzwald, Harz, Thüringer Wald, Erzgebirge, Böhmerwald, Bayerischer Wald

**Vulkanische Schlote und Schlotreste**: Vogelsberg, Rhön, teilweise in der Eifel und im Westerwald

**Schichtstufenland**: Schräggestellte Sedimentschichten: Schwäbische und Fränkische Alb

#### 4.2.3 Alpenvorland und Alpen

- Molassetrog
- Tertiäre Sedimente eiszeitlich geprägt
- Moränenland (Jungmoraenen teilweise bis zu den oberbayrischen Seen, Altmoränen noch weiter (westliche Wälder!)), Schotterflaechen (Münchner Schotterebene) weiter zur Donau
- Tertiaerhügelland ohne glaziale Überformung

#### 4.2.4 Alpen

Junges Faltengebirge

## 4.3 Deutschland: Endogene und exogene Kräfte

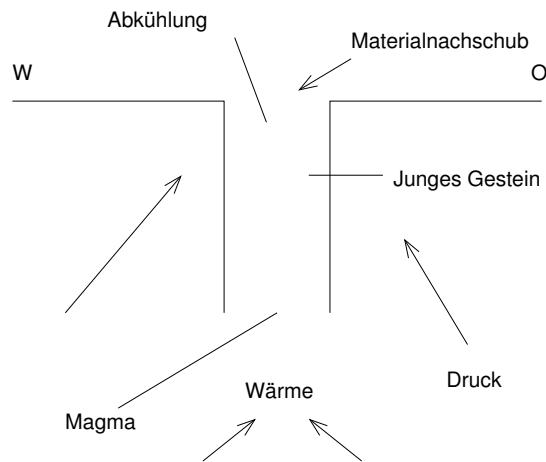
Die Formen auf der Erdoberfläche, ihre stoffliche Zusammensetzung, sowie die Vorgänge, die sich dort abspielen, sind das Momentbild andauernder Prozesse, die durch innere und äußere Kräfte in Gang gehalten werden.

### 4.3.1 Endogene Kräfte (aus der Erde selbst stammende Kräfte)

Siehe auch: Buch, Seiten 10 und 11

- Epirogenese: Hebungen und Senkungen, Synkinalen (Mulden), Antikinalen (Wölbungen)
- Orogenese: Gebirgsbildung, Faltung, Überschiebung, Brüche
- Vulkanismus
- Erdbeben

Seafloor Spreading:



Treibende Kraft dieser Vorgänge sind Konvektionszellen im oberen Erdmantel (Asthenosphäre). Diese „schleppen“ die Krustenplatten (Lithosphäre) mit sich und führen zu tektonischen Vorgängen.

An den Plattengrenzen unterscheidet man drei Arten:

**Subduktion**

Eine Platte taucht unter die andere ab (z.B. Anden).

**Seafloor Spreading**

Zwei Platten entfernen sich voneinander, wobei Magma aufdringt (z.B. Mittelatlantischer Rücken).

**Konservative Plattenränder**

Platten gleiten aneinander vorbei (z.B. San Andreas Spalte in Kalifornien: ca. 6 cm pro Jahr).

**4.3.2 Exogene Kräfte (von außen wirkende Kräfte)****Verwitterung****Physikalische Verwitterung (zerbricht Gestein)**

- Insolationsverwitterung (Ausdehnung und Zusammenziehung wg. Temperaturveränderungen ausgelöst durch die Sonne)
- Frostspaltung
- Salzspaltung (Kristalldruck)

**Chemische Verwitterung**

- Lösung
- Oxidation (v.a. unter tropischem Klima)

**Erosion (siehe auch Buch Seite 12)**

Bruchstücke verwitterten Gesteins werden von Wasser, Eis, Wind und Schwerkraft bewegt und dabei weiter zerkleinert. Bei nachlassender Strömungsgeschwindigkeit der Luft oder des Wassers kommt es zur Ablagerung des mitgeführten Materials (Erosion führt zu Transport führt zu Sedimentation).

### 4.3.3 Exogene Formung

Art	Äolisch	Fluviatil	Glazial	Marin	Massen-selbst-bewe-gungen
Formende Kraft	Befrach-teter Wind	Flie-ßendes Wasser	Gletscher-eis	Wellen und Bran-dung	Schwer-kraft
Erosions-formen	Defla-tionswan-nen <sup>24</sup> , Pilz-felsen, Wind-kanter <sup>25</sup>	Talformen, z.B. Klamm, V-Tal, Sohlen-tal	Kare <sup>26</sup> , Trogtäler <sup>27</sup> Zungen-becken	Kliff, Strand-verset-zung	Erdrut-sche, Bergstür-ze, Mu-ren
Akkumu-lations-formen <sup>28</sup>	Dünen, Löss-schich-ten <sup>29</sup>	Schotter-ebenen, Sand-bänke, Deltas	Moränen, Oser <sup>30</sup> , Drum-lins <sup>31</sup>	Watt, Sandbän-ke, Neh-rungen	
Vor-kommen	Rand-wüsten, Küsten-wüsten	Praktisch Überall möglich	Hochge-birge, Polarre-gionen	Küsten	Hochge-birge

<sup>24</sup> „Ausblasungen“

<sup>25</sup> die abgeschliffene grade Kante eines Felsens

<sup>26</sup> Pl. von Kar

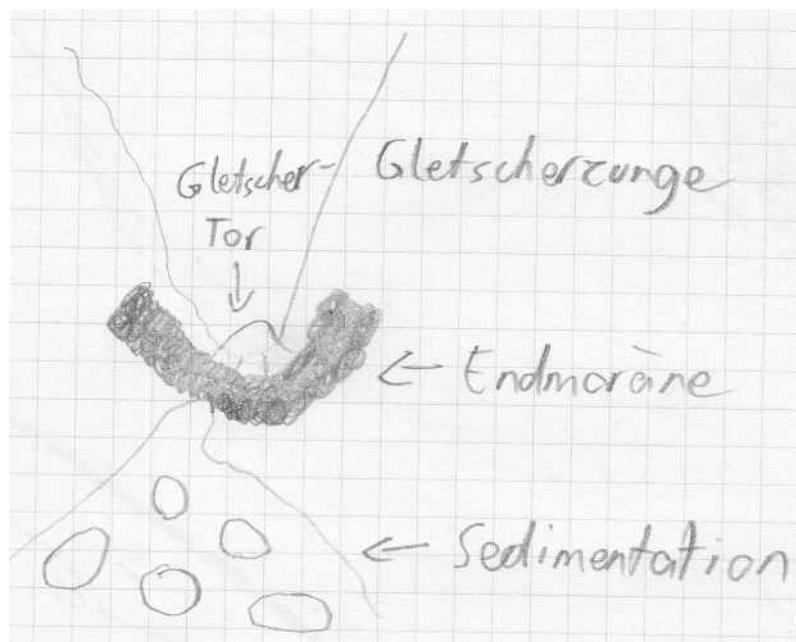
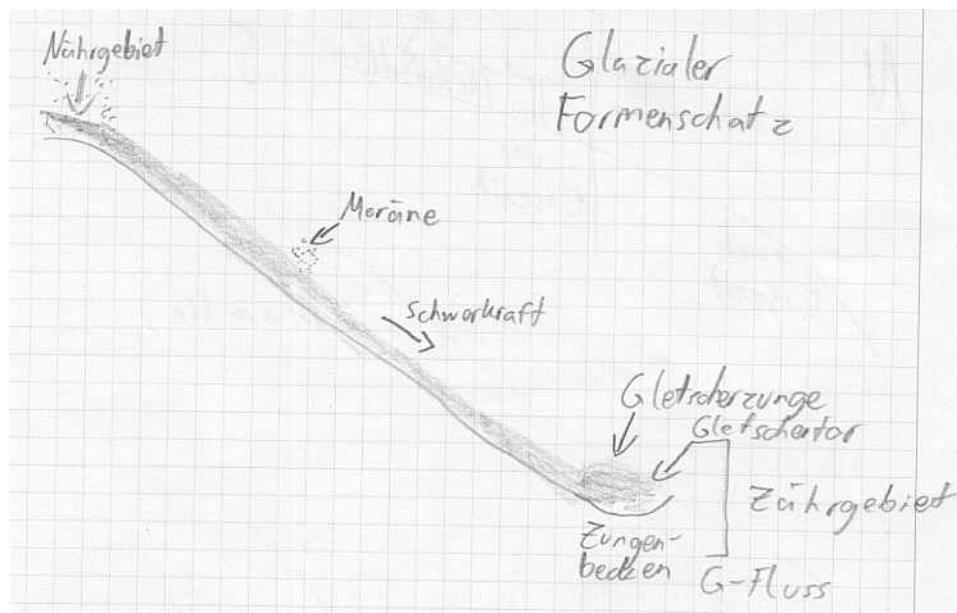
<sup>27</sup> U-Tal

<sup>28</sup> Aufhäufungsformen

<sup>29</sup> Kennzeichen von Löss: luftig, locker, nährstoffreich, Entstehung: Ablagerung von Sand auf später absterbender Vegetation

<sup>30</sup> Wahlfischrücken

<sup>31</sup> Rundhöcker



#### 4.4 Küstenformen Südkandinaviens

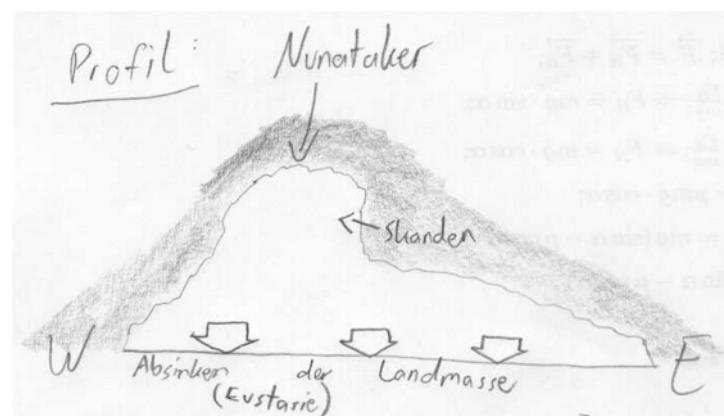
Topologische Karte: Seiten 80/81 im Atlas

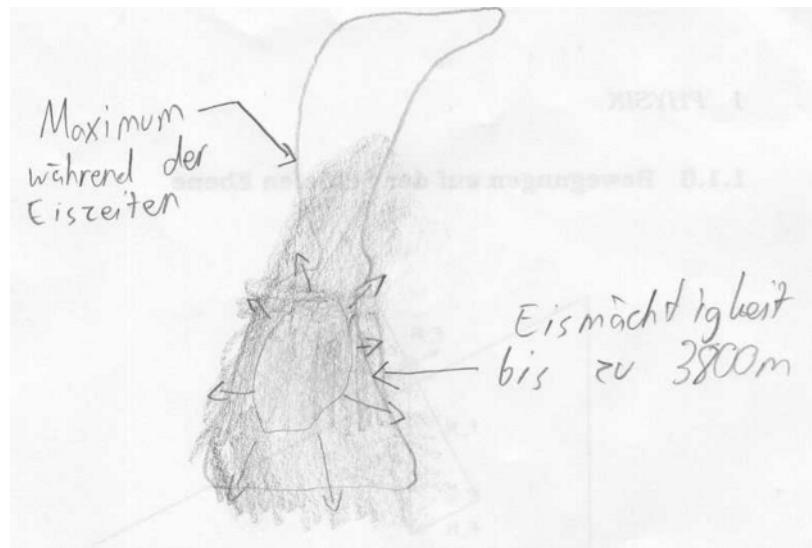
Begriffe:

- Zerklüftete Küsten im Westen
- Halbinsel
- Viele Seen im Süden
- Viele Inseln vor der Westküste
- Gebirge im Westen und Norden (Skanden)
- Nord-Süd-Ausstreckung
- Verschiedene Klimazonen und Tageslängen
- Planetarischer Formenwandel

Relief:

- Einebnung
- Überformung
- Übertiefung der Täler
- Absinken der skandinavischen Halbinsel (Eustasie) sowie des Meeresspiegels global (Isostasie)





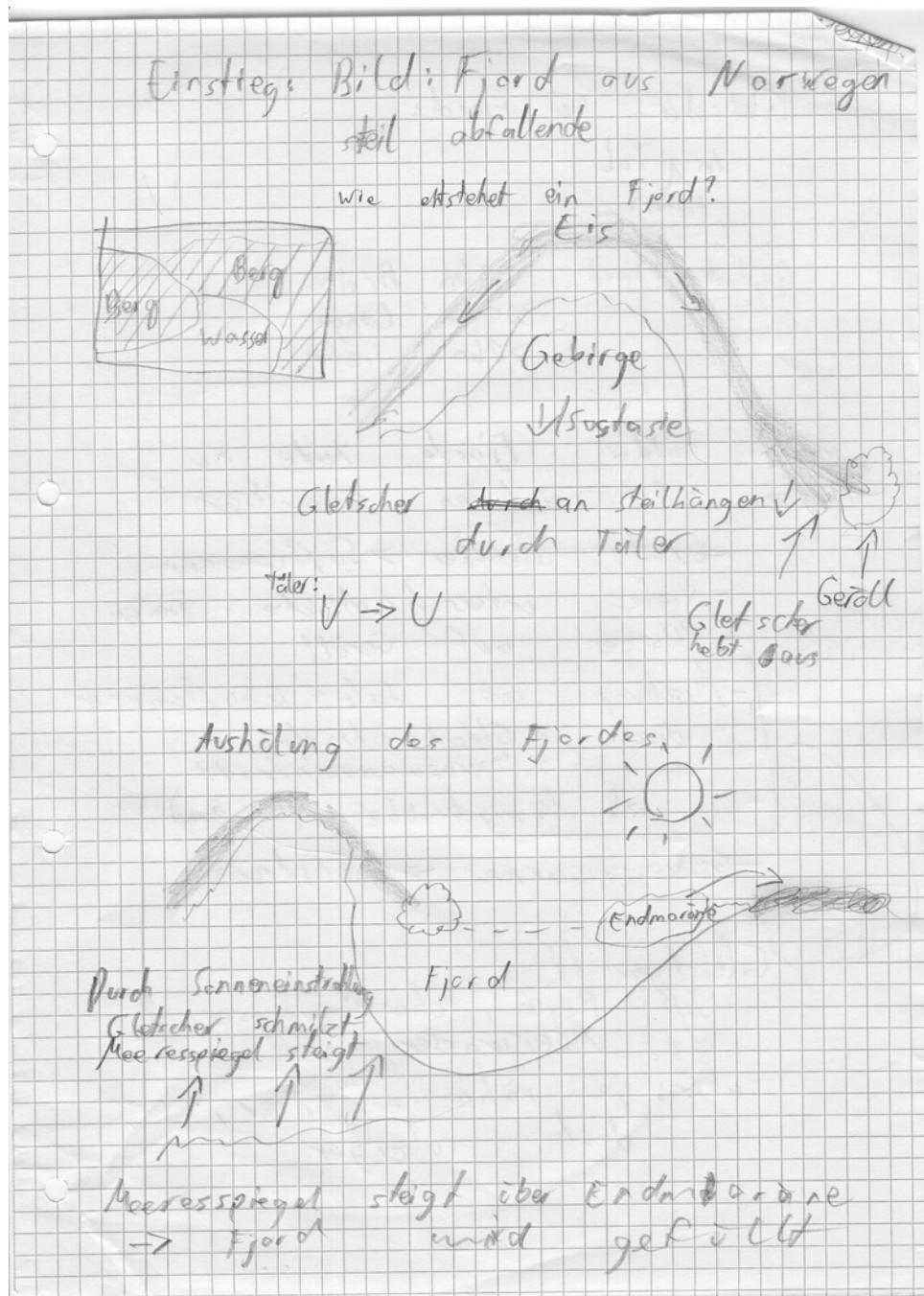
#### 4.4.1 Ostsee/Baltic Sea

- Südost-Abdachnung der Skanden
- Übertiefung der Täler und Ebenen im östlichen Flachland (Gletscherzungen)
- Abschmelzen der Gletscher
- Anstieg des Meeresspiegels
- Eindringen des Wassers in Senken
- Überflutung der ehemaligen Küstenlinie

#### 4.4.2 Fjorde

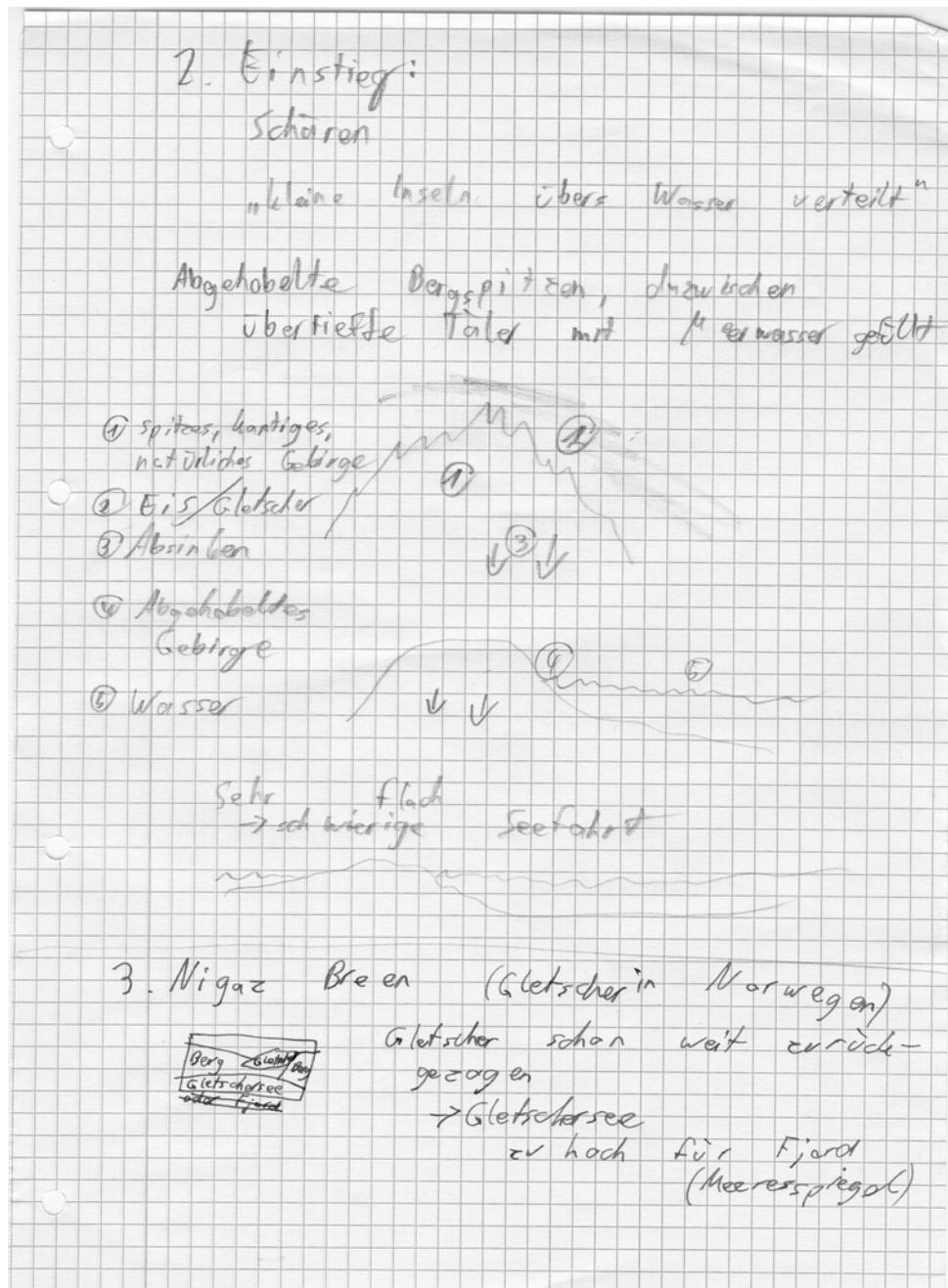
- Steil abfallendes Gefälle
- Formung des Fjord-Tals (U-Form) durch den Gletscher (Übertiefung der ehemaligen kleinen U-Täler)
- Abschmelzen des Gletschers  $\Rightarrow$  Anstieg des Meeresspiegels über die Endmoräne hinaus  $\Rightarrow$  Überflutung des Fjords
- Großer Artenreichtum:

- Große Tiefe (bis zu 1km) ⇒ Unterschiedliche Tiefen, unterschiedliche Arten
  - Mischung aus Salz- und Süßwasser (erst Süß-, dann auch Salzwasser)
  - Gewässerwärme (wegen Golf-Strom) ⇒ Bessere Eignung für Leben
- Gleichgewicht Salz-/Süßwasser:
    - Süßwasser: Regen, Schmelzwasser der Skanden
    - Salzwasser: Meer
    - Salz-/Süßwasser-Gefälle: Je näher zum Meer desto salziger das Wasser



#### 4.4.3 Schären

„Abgehobte Bergspitzen, dazwischen eher flache übertiefte Täler mit Meerwasser gefüllt.“



## 4.5 Böden in Deutschland

### 4.5.1 Einflussfaktoren auf Bodenbildung

- Klima

- Relief (Hangneigung, Kuppe, Delle oder Tal)
- Ausgangsgestein („Nur schwer verwitterbar? Mineralstoffhaltig?“)
- Vegetation („Schnelle Verwitterung?“)
- Hydrographie (Grundwasser („Wenn's Grundwasser gibt, kann der Boden Wasser anscheinend aufnehmen“), Sickerwasser („Wasser für Pflanzen, Durchmischung“), Entwässerung („Zu viel Wasser schadet, Begriff für keine Abflussmöglichkeit: Staunässe“))
- Anthropogene Einflüsse (z.B. landwirtschaftliche Nutzung, „Straßenbau ⇒ Flächenversiegelung, größere Umbauungen (Tagebau, Backerseen), anti-vegetative Emissionen (Saurer Regen“))

#### 4.5.2 Der Aufbau von Böden

Der Aufbau von Böden wird in Horizonten beschrieben:

##### A-Horizont

Mineralbodenhorizont, meist A<sub>h</sub>, d.h. Humushorizont

##### B-Horizont

Unterboden; entstanden durch Gesteinsaufbereitung und Bodenbildungsvorgänge wie z.B. Auswaschung der Verwitterung

##### C-Horizont

Ausgangsgestein (Löss, Schotter, Flusssedimente, Kalk, etc.)

#### 4.5.3 Wichtige Termini

##### Bodentyp

Böden mit gleichem Entwicklungszustand (Schwarzerde, Braunerde, Podsole, etc.)

##### Bodenart

Einteilung nach der Korngröße (grob oder fein), z.B. Kies, Sand- oder Tonböden

**Bodenfruchtbarkeit**

Bodenfruchtbarkeit misst die Ertragsfähigkeit des Bodens; ist abhängig von Nährstoffgehalt, Wasserspeicherfähigkeit, Luftdurchlässigkeit und Bodenbearbeitung

**Bodenzahl**

Maß der Bodenfruchtbarkeit in Relation zum fruchtbarsten Schwarzerdeboden der Magdeburger Börde (=100)

## 4.6 Deutschland: Klima, Böden, Landwirtschaft

### 4.6.1 Klima

**Niederschläge**

- Lage in der **Westwindzone** (Wärme)
- Unbeständiges Klima durch Zyklonendurchzug von W nach E
- Abnahme der Niederschläge von W nach E (Klima wird **kontinentaler**)
- Steigungsregen an den (W-exponierten) Luvseiten
- Leeseiten in Becken und Senken bleiben relativ trocken.

**Temperatur**

Durch die Lage in der Westwindzone und das **von W nach S ansteigende** Relief werden die lagebedingten Unterschiede in der Sonneneinstrahlung fast ausgeglichen:

⇒ Die Temperatur ändert sich eher von W nach E (**Kontinentalität**) als von N nach S.

**Reliefbedingte Ausnahmen**

Oft sehr **kleinräumige Unterschiede**, v.a. in den Mittelgebirgen und den Alpen, bedingt durch:

- **Höhenlage** (Temperatur)

- **Exposition** (Hangneigung, Niederschlagsverhältnisse, Einstrahlung)
- **Wärmespeicherkapazität** (Fels-Vegetation)
- **Hydrologische Verhältnisse**

#### 4.6.2 Landwirtschaft

- a) **Limitierende Faktoren:** Boden, Relief und Klima
- b) Vor allem das Klima bestimmt die **Vegetationsperiode** (Zeit, in der die Tagesdurchschnittstemperatur über 5°C liegt).
- c) **Typische Anbauprodukte** in der gemäßigten Zone:  
Gerste, Roggen, Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais, Raps (Bio-Diesel!)
- d) Ausnahme: **Sonderkulturen**
  - Z.B.: Wein, Obst, Tabak, Hopfen
  - Voraussetzung: Zusammentreffen günstiger Natur- und Wirtschaftsfaktoren (Marktnähe, große Nachfrage)
  - Kennzeichen: Hohr Kapital- und Arbeitsaufwand
- e) Atlas (S. 48)
  - Ca. **¾ der Fläche der Deutschlands** wird land- oder forstwirtschaftlich genutzt.
  - Die Nutzung ist stark **heterogen**.
  - **Schwerpunkte:** Gerste (sehr anpassungsfähig), Weizen (in Braunerdegebieten und auf Lössstandorten), Roggen
  - **Forstwirtschaft:** In den Mittelgebirgen sowie auf den Sandböcken der Norddeutschen Tiefebene

## 4.7 Entwicklung des Wirtschaftsraums Deutschland

### 4.7.1 Agrarstaat

Kennzeichen:

- Wichtigstes Kapital: Boden
- Lehens-System (Abhängigkeit der Bauern von Gutsherren)

Veränderungen nach der Französischen Revolution (1789-1791):

- Größere Freiheit des Einzelnen
- Landwirtschaft: Fruchtwechselwirtschaft (steigende Erträge)
- Bessere wirtschaftliche Stellung v.a. der Landbevölkerung

⇒ Übergang zur:

### 4.7.2 Industriegesellschaft

Kennzeichen:

- Vorhandensein von Bodenschätzten
- Erfindungen (Watt: Dampfmaschine)
- Einsatz von Maschinen
- Massenproduktion
- Arbeitsplatzverlust auf dem Land (Push-Faktor)
- Landflucht: Abwanderung der Landbevölkerung in die industriellen Ballungszentren (Pull-Faktor)
- Intensiver Einsatz von human capital in den aufstrebenden Industriegebieten
- Mechanisierung
- Verbesserung von Kommunikation und Warenaustausch

⇒ Übergang zur:

#### **4.7.3 Dienstleistungsgesellschaft**

Kennzeichen:

- Freiwerden von Arbeitskräften durch Rationalisierung in der Industrie
- Wichtigster Rohstoff: der Mensch (qualifiziert, motiviert, innovativ)
- Neue Ansprüche (Konsum hochwertiger Güter)
- Verändertes Freizeitverhalten (kürzere Arbeitszeiten)
- Gestiegene Mobilität (Naherholung, Ferntourismen), Globalisierungsprozesse
- Veränderte Familienstrukturen (Singlehaushalte, steigende Anzahl Senioren)
- High-tech und Computergeneration
- Entstehung neuer Berufssparten (Service)

### **4.8 Gesellschaftlicher Strukturwandel in Deutschland von der Agrargesellschaft zur postindustriellen Gesellschaft**

#### **4.8.1 Veränderungen am Beispiel der Grunddaseinsfunktionen**

##### **Wohnen (Lebensverhältnisse, -umstände)**

- Bauweise
- Siedlungsform (Dorf → Stadt, Verstädterung, Suburbanisierung)
- Trennung von Wohn- und Arbeitsplatz
- Veränderung von Familienstrukturen (Kleinfamilie, Singlehaushalte)

**Arbeiten**

- Wandel der Erwerbsstruktur
- Agrarrevolution<sup>32</sup>
- Industrielle Revolution → Massenfertigung
- Arbeitsschutzgesetze, Sozialgesetze (z.B. Kündigungsschutz)
- Mechanisierung, Automation, Rationalisierung
- Tertiärisierung (Banken, Medienbranche, Werbebranche, Tourismus, Versicherungen, Verwaltung, Gastronomie)

**Sich versorgen**

- Subsistenzwirtschaft (=Selbstversorgerwirtschaft)
- Versorgung am Markt (Marktproduktion)
- Spezialisierung des Handels und der Dienstleistungen
- Citybildung, Einkaufszentren
- Konsum hochwertiger Güter

**Sich bilden**

- Zugang zu höheren Bildungseinrichtungen für alle Bevölkerungsschichten
- Gleichberechtigung der Frau
- Erwachsenenbildung
- Kulturelles Angebot (z.B. Theater, Museen)

---

<sup>32</sup>Körperliche Arbeit → Maschinen

**Sich erholen**

- Zunahme der Freizeit ⇒ Freizeitgesellschaft
- Entstehung freizeitorientierter Infrastruktur (Fitnesszentren, Freizeitparks)
- Fremdenverkehr ⇒ Massentourismus und spezialisiertes Angebot (Abenteuerreisen)
- Ferntourismus

**Am Verkehr teilnehmen**

- Entwicklung des Verkehrs Wesens (Eisenbahn, Auto, Flugzeug)
- Zunahme des Personen- und Warenverkehrs
- Verbesserung der Kommunikation (Informationszeitalter, Internet)

**4.9 Aufgaben der Bevölkerungsgeographie**

Natürliche Bevölkerungsbewegung:

- Bevölkerungswachstum
- Bevölkerungsexplosion
- Rückgang der Bevölkerung

Räumliche Bevölkerungsbewegung:

- Wanderungen
- Pendlerbewegungen
- Freizeitmobilität

Ursachen – Folgen – Maßnahmen

## 4.10 Die Entwicklung der Bevölkerung

In Europa/Deutschland: Rückgang der Bevölkerung

In Entwicklungsländern: Bevölkerungsexplosion

### 4.10.1 Ursachen der aktuellen Bevölkerungsentwicklung

Bevölkerungsexplosion in den Entwicklungsländern: Bevölkerungsrückgang in Deutschland/Europa:

#### Starkes Sinken der Sterberate

#### Leichter Anstieg in der Sterberate

- Fortschritte in der Medizin und Hygiene
  - Verbesserte Seuchenbekämpfung
  - Geringere Säuglings- und Kindersterblichkeit
  - Höhere Lebenserwartung
- Überalterte Bevölkerung
- Starkes Sinken der Geburtenrate**
- Längere Ausbildungszeiten ⇒ spätere Familiengründung
  - Ökonomische Gründe<sup>33</sup>, andere Statussymbole
  - Kinder als soziale Absicherung nicht mehr nötig
  - Veränderte Stellung der Frau in den Gesellschaft
  - Abnahme des kirchlichen Einflusses
  - Empfängnisverhütung, Kinderplanung
  - Zukunftspessimismus

#### Hohe Geburtenrate

- Kinder als billige Arbeitskräfte
- Kinder als Alters- und Sozialversicherung
- Kinder als Geschenk Gottes
- Hohe Kinderzahl als Prestigeangelegenheit
- Mangelnde Information über Geburtenregelung
- Niedriges Heiratsalter

---

<sup>33</sup> „Kostenfaktor“

### 4.10.2 Folgen der aktuellen Bevölkerungsentwicklung

Folgen der Bevölkerungsexplosion in den Entwicklungsländern:

⇒ Überjüngte Bevölkerung

Folgen des Bevölkerungsrückgangs in Deutschland/Europa:

⇒ Überalterte Bevölkerung

#### **Wohnen/räumliche Verteilung der Bevölkerung**

##### **Wohnen**

Wohnungsnot v.a. in den Städten ⇒ Slumbildung

Bevölkerungspotential wird in die Räume mit den günstigsten Entwicklungsmöglichkeiten gelenkt ⇒ Wohnraum steht leer, Preisverfall

#### **Arbeiten/Arbeitskräftepotential**

##### **Arbeiten**

- Niedrige Erwerbsquote infolge der überjüngten Bevölkerung
- Zunahme der Arbeitslosigkeit und der Unterbeschäftigung
- Armut, niedriger Lebensstandard („⇒ hohe Kriminalität“)

- Zahl der Erwerbspersonen nimmt ab und evtl. Rückgang der Arbeitslosigkeit, Chancen für ältere Arbeitnehmer
- Überalterung des Arbeitskräftepotentials
- Geringeres Bruttoinlandsprodukt

#### **Sich versorgen/Infrastruktur/Soziale Sicherheit**

##### **Sich versorgen**

- Nahrungsmittelversorgung ⇒ quantitative und qualitative Unterernährung
- Energieversorgung
- ökologische Probleme, v.a. durch Waldraubbau

- Bestehende Infrastruktur kann nicht mehr aufrecht erhalten werden ⇒ Schließen von öffentlichen und privaten Einrichtungen (z.B. Kindergärten, Schulen, Schwimmbäder, Theater) ⇒ Verfall des Straßen- und Eisenbahnnetzes
- Probleme für die sozialen Sicherungssysteme („Rentnerberg“ ⇒ starke Belastungen der Erwerbstätigen durch hohe Beiträge zur Sozialversicherung, Rentenkürzungen)

#### **Sich bilden/Bildungswesen**

##### **Sich bilden**

Probleme bei der schulischen und beruflichen Ausbildung ⇒ hohe Analphabetenrate

- Schließen von Bildungseinrichtungen
- Vergrößerung der Einzugsbereiche
- Benachteiligung der im ländlichen Raum oder in Passivräumen lebenden Kinder und Bildung kleinerer Klassen

[Siehe: Maßnahmen gegen die Entwicklung auf Rückseite eines Zettelz!]

## 4.11 Die räumliche Bevölkerungsbewegung

Einstieg: B. S. 62 (Bevölkerungsentwicklung)

### 4.11.1 Erscheinungsformen der räumlichen Mobilität

- Wanderungen
  - Freiwillig, z.B. Gastarbeiterwanderungen, Verstädterung, Aussiedlung, Stadt-Umland-Wanderung, Nord-Süd-Wanderung, Ost-West-Wanderung
  - Erzwungen, z.B. durch Flucht, Vertreibung
  - Interregionale, innerregionale Wanderungen
  - Binnenwanderung, Außenwanderung (zwischenstaatliche Wanderung)
- Freizeitmobilität
- Pendlerwesen

### 4.11.2 Aufgaben der Mobilitätsforschung

- Wer wandert? (Strukturmerkmale)
  - Inländer/Ausländer
  - Geschlecht<sup>34</sup>
  - Alter
  - Familienstand (Singles, Familien mit Kindern)
  - Berufsstruktur (Schüler, Studenten, Erwerbstätige, Rentner)
- Warum wird gewandert? (Wanderungsmotive)

---

<sup>34</sup> „Goldgräber“

- Arbeitsorientierte Gründe
- Wohnorientierte Gründe
- Freizeitorientierte Gründe
- Persönliche Gründe
- Politische Gründe
- Religiöse Gründe

→ Unterscheidung von Push- und Pull-Faktoren

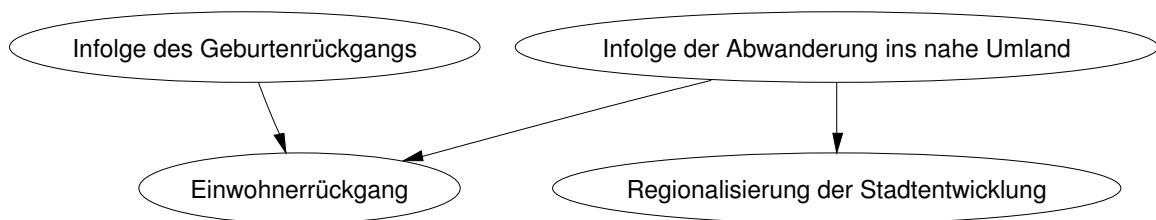
- Wohin wird gewandert?

- Unterscheidung von Herkunfts- und Zielgebieten
- Bestimmung der Wanderungsdistanz  
Innerstädtische Wanderung, Wanderung über Gemeindegrenzen, Staatsgrenzen
- Folgen im Herkunfts- und Zielgebiet  
Demographisch, wirtschaftlich, sozial

#### **4.11.3 Stadt-Umland-Wanderung (Suburbanisierung) am Beispiel von Bremen**

- Strukturmerkmale der Abwanderungen
- Ursachen der Abwanderung
- Folgen für die Kernstadt und für die Umlandgemeinden
- Maßnahmen

#### **4.11.4 Bevölkerungsentwicklung in Augsburg**



### **Ursachen der Regionalisierung**

- Keine Erweiterungsmöglichkeit im Wohnungsbau
- Teuere Kleinwohnungen, sanierungsbedürftige Altbauten
- Wunsch nach Wohnungs-/Hauseigentum
- Erhöhter Flächenbedarf für andere Nutzungen (z.B. Parkplätze)
- Hohe Grundstückspreise in der Stadt
- Hoher Freizeitwert und Umweltvorteile im Umland (Luft, Lärm, Licht)
- Wohnen im Grünen

### **Auswirkungen der Regionalisierung**

- Negative soziale Bevölkerungsselektion
- Ungenügende Auslastung von bereits vorhandener Infrastruktur in der Stadt
- Einnahmeminderung der Städte
- Aussterben der Innenstadt
- Neubau der Infrastruktur in den Städten

## **4.12 Landwirtschaft in Deutschland**

### **4.12.1 Leistungs- und nutzungsbeeinflussende Faktoren in der Landwirtschaft**

#### **Naturfaktoren**

- Klima (Niederschlag, Temperatur)
- Böden
- Relief
- Hydrologische Verhältnisse

### **Landwirtschaftliche Faktoren**

- Extreme Produktionsbedingungen:
  - Verkehrslage des Betriebs
  - Qualität des Wegenetzes
  - Fluraufteilung
  - Vermarktung
- Interne Produktionsstruktur:
  - Anzahl, Ausbildung, Alter, Lohnniveau der Arbeitskräfte
  - Kapitalaussattung
  - Betriebsgröße

### **Gesamtwirtschaftliche Faktoren**

- Entwicklung des sekundären und tertiären Sektors (EinkommensDifferenz zur Landwirtschaft; Abwanderung; Preise für Maschinen und Düngemittel)
- Größe des Gelieferten Marktes (Selbstversorgung, lokaler Markt, Weltmarkt)
- Gesetzliche Bestimmungen:
  - Milchquote
  - Einsatz von Arzneimitteln und Schädlingsbekämpfungsmitteln
  - Subventionen

#### **4.12.2 Gunst- und Ungunstgebiete**

Stellen Sie für die angegebenen Gebiete eine Rangfolge der natürlichen Gunst- bzw. Ungunst auf, indem Sie für Klima, Boden und Relief jeweils Plätze von 1 bis 5 vergeben und anschließend zu einem Endergebnis kommen.

Gebiet	Boden	Klima	Relief	Endergebnis
Magdeburger Börde	1	2	2	2
Bayerischer Wald	4	5	5	5
Lüneburger Heide	4	3	2	4
Nordfriesland	3	4	1	3
Oberrheingräben		1	2	1

#### 4.12.3 Beobachtungen im „Güleland“ – Massentierhaltung im Münster

##### Strukturwandel

Bäuerliche Familienbetriebe → Agrarindustrie

##### Veränderungen des Landschaftsbildes

- Riesige Maismonokulturen
- Zerstörung von Naturraum
- Fabrikähnliche Anlagen zur Massentierhaltung

##### Ökonomische, ökologische und soziale Folgen

###### Ökonomische Folgen

- + Kostenvorteile
- + Höhere Produktivität und Produktion
- Überproduktion ⇒ Preisverfall<sup>35</sup>
- Importabhängigkeit vom ausländischen Futtermittelmarkt

<sup>35</sup> „Darunter leiden v.a. die Kleinbauern“

- Marktabhängigkeit durch die Monostrukturen

### **Ökologische Folgen**

- Artfremde Tierhaltung: Bewegungsmangel, künstliches Licht  
→ Krankheiten → Medikamente

- Belastungen des Bodens und des Grundwassers durch  
die Gülle und die Monokulturen

- Zerstörung von Biotopen

### **Soziale Folgen**

- Geringerer Arbeitskräftebedarf<sup>36</sup>

- Arbeitsplätze mit geringer Qualifikation

- Verdrängung der traditionellen bäuerlichen Landwirtschaft

## **4.13 Der Industriestandort Deutschland**

### **4.13.1 Industriestandorte in Deutschland**

Hamburg, Berlin, Ruhrpott, München

### **4.13.2 Standortfaktoren**

- Arbeitskräftepotential
- Rohstoffe (Eisenerz, ...)
- Energierohstoffe (Kohle, Gas, ...)
- Verkehrslage (günstige Anbindung)
- Subventionen (Fördergelder)

---

<sup>36</sup> „→ Arbeitslosigkeit“

## **5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 160**

- Infrastruktur (Straßen, Bahnen, ...)
- Fühlungsvorteile (Umgebung als Faktor)
- Nähe zum Absatzmarkt

### **4.13.3 Vor- und Nachteile des Industriestandortes**

### **4.13.4 Gefahren für den Industriestandort Deutschland**

### **4.13.5 Maßnahmen zur Standortsicherung**

## **5 Evangelisch-Lutherische Religionslehre in Bayern**

### **5.1 Theologische Problembehandlung**

Biblische Theologie: Was sagt die Bibel dazu?

Systematische Theologie: Was sagt

- die ev. Dogmatik
- die röm.-kath. Dogmatik

dazu?

⇒ Theologisches Urteil (nach den Kriterien Schrift- und Zeitgemäßheit)

Anmerkung:

- Dogmatik im röm.-kath. Bereich: Sammlung verbindlicher Glaubensgrundsätze
- Dogmatik im ev. Bereich: Zeitgemäße Auslegung des Glaubens

Die Bedeutung der Bibel für Christen und Christinnen liegt darin, dass sie sie für Gottes Wort halten!

## **5.2 Inwiefern ist die Bibel „Gottes Wort“?**

### **5.2.1 Die Inspirationslehre der altprotestantischen Orthodoxie (16./17. Jhd.)**

Die Bibel ist für sie „Gottes Wort“, weil Gott bei ihrer Entstehung mitgewirkt hat (=er hat sie inspiert).

Stichwort: Verbalinspiration

### **5.2.2 Das Aufkommen der historischen Kritik in der Zeit der Aufklärung (18. Jhd.)**

Es wurde nun erkannt, dass die Bibel und ihre Erzählungen gewachsene Stoffe sind, die bei den mündlichen Überlieferungen bzw. schriftlichen Redaktion Veränderungen unterworfen waren.

⇒ Frage: Ist dann die Bibel noch „Gottes Wort“?

### **5.2.3 Warum kann man auch heute noch die Bibel als „Gottes Wort“ bezeichnen?**

Die Schriften, die in die Bibel aufgenommen wurden, hatten sich zuvor im gottesdienstlichen Gebrauch bewährt, d.h., sie waren in dem Sinne wirksam, dass sich Menschen in den Erfahrungen der biblischen Personen mit Gott wiederfanden und glaubten, dass dies auch fernerhin anderen Menschen so erginge.

⇒ Die Bibel als Erfahrungsbuch mit Gott.

Die biblischen Geschichten sind Gottes Wort, weil Gott heute noch durch sie wirkt.

### **5.2.4 Ist die ganze Bibel gleichmaßen „Gottes Wort“? – Die Frage nach der „Mitte“ der Schrift**

Martin Luther hat als „Mitte der Schrift“ all das bezeichnet, „was Christum treidet“, das heißt für ihn: Alles, was uns deutlich macht, das uns Gott um Christi Willen gnädig annimt, obwohl wir Sünder sind.

### **5.2.5 Die Bedeutung des Alten Testaments**

Im Alten Testament scheint Christus durch.

Das Alte Testament ist die von Jesus selbst anerkannte Heilige Schrift, auf die er sein Handeln bezog.

Altes und Neues Testament gehören in der Weise zusammen, dass das Alte Testament die Erwartung formuliert, die sich im Neuen Testament mit dem kommen Jesu Christi zu erfüllen begonnen hat.

## **5.3 Verschiedene Zugänge und Auslegungswege zur bzw. der Bibel**

### **historisch-kritisch**

Der Text interessiert v.A. im Kontext seines geschichtlichen Werdens.

### **religionsgeschichtlich**

Der Text interessiert als Zeugnis **einer** Religion (z.B. Vergleich mit anderen Religionen).

### **tiefenpsychologisch**

Eine tiefenpsychologische Dimension des Textes wird behauptet und versucht offenzulegen.

### **materialistisch**

Der Text wird im Kontext einer materialistischen Weltanschauung auf seinen gesellschaftlich relevanten Nutzen befragt.

### **feministisch**

Der Text interessiert aus dem Blickwinkel von Frauen.

### **befreiungstheologisch**

Der Text wird dahingehend befragt, was er in politisch schwieriger Situation an Befreiung verheißen Momenten enthält.

### **bibliodramatisch**

Der Text wird über das Spiel unmittelbar in großer Erlebnisbreite erschlossen.

### **fundamentalistisch**

Alle anderen Zugänge und Auslegungswege werden abgelehnt, da die Bibel als „direktes“ Wort Gottes zum einen wörtlich zu nehmen ist und zum zweiten keiner besonderen Auslegungsmethodik bedürftig ist.

#### **5.3.1 Die historisch-kritische Methode**

Die historisch-kritische Methode will die Texte der Bibel als wichtige Glaubenszeugniss in ihrem historischen Kontext verstehen, um sie aktuell richtig anzuwenden. Dabei bedient sie sich folgender **methodischer Schritte**:

1. **Textkritik** vergleicht die unterschiedlichen Textzeugen (Stichwort „kritischer Apparat“).
2. **Literarkritik** fragt
  - a) nach der äußereren Abgrenzung des Textes,
  - b) nach seiner Stellung im Kontext,
  - c) nach seiner Einheitlichkeit,
  - d) nach seinen literarischen Quellen und
  - e) nach Verfasserschaft und Entstehungsverhältnissen.
3. **Formgeschichte (bzw. Formkritik)**
  - a) versucht die Gattung des Textes zu bestimmen,
  - b) fragt nach dem „Sitz im Leben“ des Textes und
  - c) fragt nach seiner Überlieferungsgeschichte.
4. **Redaktionsgeschichte**
  - a) fragt nach der Funktion einzelner Texte im jetzigen Zusammenhang,
  - b) untersucht schriftliche Veränderungen am Text auf ihren historischen und theologischen Gehalt und
  - c) versucht ein Gesamturteil über die Werke von Schriftstellern, Sammlern und Redaktoren (Ausgangspunkt bei der Redaktionsgeschichte ist immer der einzelne Text seit seiner ersten Veröffentlichung!).

### **5.3.2 Die sogenannte „2-Quellen-Theorie“ (als häufigste Antwort auf die synoptische Frage)**

(Zwei Quellen: Mk, Q)

- Synoptische Evangelien:
  - Mk (nach 70)
  - Mt (nach 80): Mk, Q (Spruchsammlung; ca 50 n.Chr.), S<sub>Mt</sub> (Sondergut des Mt)
  - Lk (um 90): Mk, Q, S<sub>Lk</sub>
- Joh

### **5.3.3 Die tiefenpsychologische Auslegungsmethode anhand Joh 5,1-18**

1. Diese Methode zwingt uns, unsere gewohnten theologischen Denkkategorien zu verlassen.
2. Auf Joh 5,1ff bezogen heißt das:
  - a) Jesus begegnet dem Kranken als „Therapeut“. Er öffnet ihm dafür die Augen, dass er nur heil werden kann, wenn er
  - b) seine passive Hilflosigkeit aufgibt und für sich Verantwortung übernimmt und er
  - c) seine Umwelt, die ihn krank macht, verlässt.

„Ständiges Müssten ist schlecht.“ „Theologen sind keine Therapeuten“ „gespannt warten“

### **5.3.4 Ernesto Cardenal**

**1925**

in Nicaragua geboren; arbeitet nach Studium der Literatur in USA als Schriftsteller

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 165

### 1954

beteiligt sich am erfolglosen Aufstand gegen den Diktator Somoza

### 1957

tritt überraschend in ein Kloster ein; studiert Theologie

### 1965

wird zum Priester geweiht

### 1966

gründet Gemeinschaft von Solentiname

### 1977

gezwungen ins Exil zu gehen; Gemeinschaft wird zerstört

### 1979

nach Sturz Somozas Kulturminister der neuen sandinistischen Regierung (bis zur Abwahl der Sandinisten 1990)

### 1994

Austritt aus sandinistischer Partei

### 5.3.5 Kennzeichen der Theologie der Befreiung

- + anerkennt Gewalt als „letztes Mittel“
- + will Veränderung politischer Strukturen
- + sieht sich an der Seite der Unterdrückten
- + Glaubenszeugnis bis hin zum Martyrium
- + ...

## 5.4 Kirche

### 5.4.1 Kirche – was ist das?

- |                |                |
|----------------|----------------|
| • Gebäude      | • Gemeinschaft |
| • Gottesdienst | • Gemeinde     |

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 166

- Institution
- Politischer Machtfaktor
- Hilfsorganisation (Diakonie)
- Organisation
- Wirtschaftsunternehmen (?)

### 5.4.2 Pro und contra Kirchensteuer

Contra:

- „Was passiert mit meinem Geld?“ (aber: Haushaltsplan der Kirche ist öffentlich!)
- Kirche für persönlichen Glauben nicht notwendig
- „Unsinnige Projekte“
- Kein Zugehörigkeitsgefühl
- Meinung, alles besser zu wissen

Pro:

- Berücksichtigung sozial Schwacher
- Möglichkeit kontinuierlicher Kirchenarbeit
- Ungebundene Einnahmen
- Pfarrer wird **für** und nicht **von** der Gemeinde bezahlt.
- Geringe Verwaltungskosten
- Keine Verfolgung kapitalistischen Profits

### 5.4.3 Diakonie

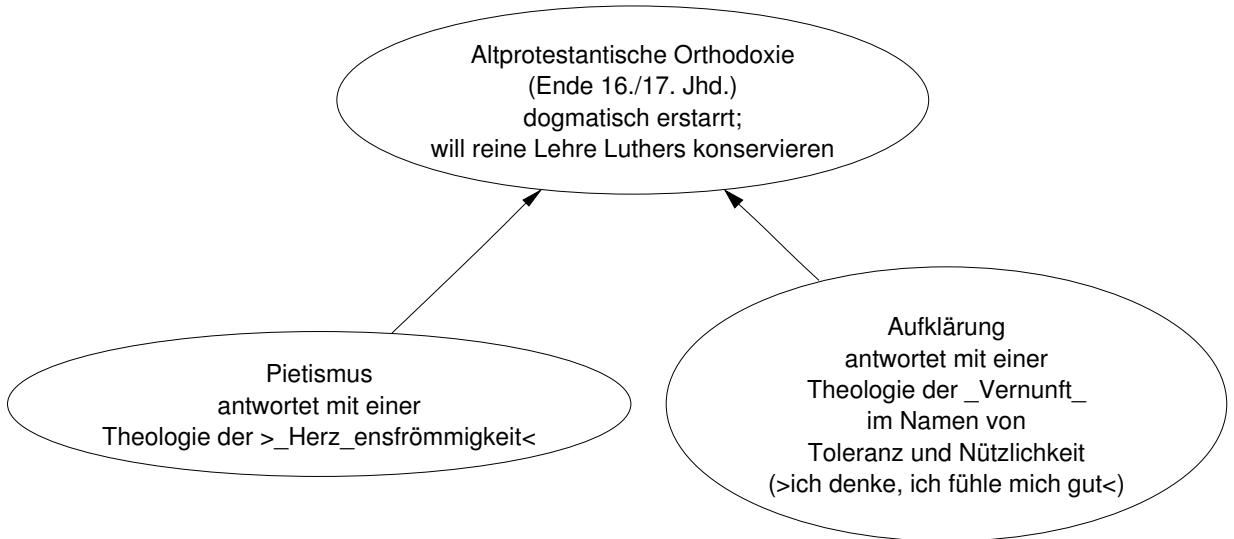
#### Wortbedeutung

Aus dem Griechischen, „dienen“

#### Urbild christlicher Diakonie

leben und Werk Jesu Christi

#### Exkurs: Glaube nach der Reformationszeit



„Toleranz ist böse!“ „Zu schnelles Entgegenkommen?“ „Eigene Theologie muss erhalten bleiben.“ „Einigung nur oberflächlich.“ „Schein-kompromisse“

### Die Wurzeln der modernen Diakonie

Der Pietismus (des 18./19. Jhd.) in Anbetracht des großen sozialen Elendes

Gründungsväter:

- a) Wilhelm Löhe (1808-72): Begründer des Diakonissenmutterhauses in Neuendettelsau (Ausgangs- und Mittelpunkt für Diakonie in Bayern)
- b) Johann Hinrich Wichern (1808-81) in Hamburg
- c) Friedrich von Bodelschwingh sen. (1831-1910) in Bethel bei Bielefeld

### Johann Hinrich Wichern (1808-81)

- gründet 1833 bei Hamburg ein Erziehungsheim für gefährdete Jugendliche („Rauhes Haus“).

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 168

- begründet das Diakonenamt.
- arbeitet eine Gefängnisreform aus (Gedanke der Resozialisierung); Entsendung kirchlicher Mitarbeiter in Gefängnisse
- sieht kirchliche Arbeit in ihrer sozialpolitischen Dimension.

„mission2005.org“

„Psychologen sind böse!“ „Zupfgeigenhansel“ (Gut!) „Die Panther“  
„Macht gut“

„Redefreiheit ist ja nicht Redezwang!“

### 5.4.4 Dialog und Zeugnis (s. AB)

E. Stockwell	J. Triebel
<b>Grundposition:</b> Christus ist nur als die subjektive Wahrheit zu bezeugen. Es kann/könne auch andere Wahrheiten geben. Über andere Religionen kann nicht geurteilt werden.	<b>Grundposition:</b> Christus ist als <b>die</b> Wahrheit zu bezeugen.
	Zwischen Zeugnis und Dialog besteht eine <b>unauflösbare Spannung</b> . Mission verlangt Selbstkritik und Buße.
„Jehovas Zeugen sind böse!“ „Dummes Geblubber“ „Zeugnis ohne Dialog“ „Spannung kann sich lösen“ „Wischi-Waschi ist böse!“ „Feste Positionen sind gut!“ „Spannung ist gut!“	
„Gott ist allmächtig“ (weniger gut) ↔ „Gott ist allmächtig in seiner Ohnmacht“ (gut) „Zen und die Kunst, ein Motorrad zu warten“ „Keine Selbstkritik ⇒ falsch“	
„Luther (1537): >Es weiß gottlob ein Kind von sieben Jahren, was die Kirche sei.< – Biologie-Professor: >Ich wünschte mir, ich wäre dieses Kind.<“	
„Was verstehen röm.-kath. unter Kirche?“ „Ist der Papst mehr Kirche wie Herr Müller?“ (röm.-kath.: „klar!“, prot.: „natürlich nicht!“)	

### 5.4.5 Kirche im NT

„Kirche ist Gemeinschaft der Getauften“ (wichtig)

#### Der Begriff

- + Dt. Wort „Kirche“ vom spätgriech. „kyriake“ = dem Herrn zugehörig
- + NT'liche Bezeichnung ist „eklesia“ (griech.) = Versammlung

#### Wie wird im NT von der „eklesia“ gesprochen

- + als von der Ortsgemeinde
- + als von der gottesdienstlichen Versammlung
- + als von einer theologischen Größe, v.a. wichtig: „eklesia“ als „Leib Christi“

„Event im Gottesdienst: Abendmahl“

„Wall Street böse!“ „>Hall-Street< da hallt's“

„Kindertaufe gut“ „Gottes Liebe ohne Vorleistung“

„Ich bemüh' mich sowieso, alle Menschen zu mögen“

„Gibt es Gott?“ (Frage strange!)

„Es gibt wohl noch etwas anderes, was ich noch nicht habe.“

„Welcher Gott schenkt uns etwas mehr Himmel?“ (Schalke-Gott? etc.)

„Glaube an die Zukunft“ „Alltag darf nicht alles sein“ „Suche nach Leben hinter Leben“

„Gott ist alles“ „Wie fragen: >Was haben die Menschen vor uns geglaubt?<“ „Unser Glaube basiert auf Tradition“

„Drogen sind böse!“ „Benjamin hat schon ein bisschen Himmel“

„Leben in Nachfolge Jesu kann zum Heil führen“

„Kann das alles sein?“

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 170

„Neurotiker böse!“ „Es ist nicht alles so einfach“  
„war ganz interessant“  
„Kann nur jedem empfehlen, Theologie zu studieren“ (ernst gemeint)  
„Philippus unwichtig“

### 5.4.6 Spannungen unter den ersten Christen

Jerusalem: griech. sprechende Judenchristen (=Hellenisten; Stefanus, Philippus) ↔ aramäisch sprechende Judenchristen (Petrus)  
Streitpunkte: das AT-liche Gesetz, die Tempelzugehörigkeit)

Hellenisten → Syrien: Antiochien (nach Tod des Stefanus) hellenistische Judenchristen und Heidenchristen

„Das ist ja fast Jumping Point!“

### Das Apostelkonzil 48/49 in Jerusalem

#### „Parteien“

die Jerusalemer ↔ die Antiochiener

#### Vertreter

Petrus, Jakobus, Johannes ↔ Paulus und Barnabas

#### Vereinbarung

Petrus = Apostel unter den Juden, Paulus = Apostel und den Heiden

#### Ergebnis

gegenseitige Anerkennung, Kollekte für arme Jerusalemer Gemeinde als Zeichen der Verbundenheit

#### ⇒ Fazit

Kirche hat schon in der Frühzeit um die Einheit gerungen.

„Papst schwach da Begründung auf Petrus (Heuchler, »Wackelpetrus«“ („nur so als Randbemerkung“)

„Es ist nicht so, dass die einen nur halb gemordet haben.“

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 171

„Das ist, weil du so schnell bist.“

„Konformantenunterricht → Halli-Galli“

„Bibel: norma normans, Bekenntnis: norma normata“

„Du willst mich traurig machen!“

„Für mich als alten Lateiner ist das der Wahnsinn“

„Mathe → körperliche Pein“

„Rüttel-2“

„Vielleicht bin ich da manchmal ein bisschen komisch.“

„Doro → Patricia“

„Mt 16,16: Papst, böse!“

„Apostolische Sukzession böse!“

### 5.4.7 Was ist ein Bekenntnis?

Nach evangelischem Verständnis trifft das Bekenntnis in konkreter Situation eine Entscheidung über die richtige Auslegung der Bibel. Dabei ist zu beachten:

- Das Bekenntnis hat eine von der Bibel abgeleitete Bedeutung.
- Es ist kein Glaubensgegenstand.
- Es ist aber eine Entscheidung der Kirche, die von daher mindestens prinzipiell die ganze Kirche bindet.

### Welche Bekenntnisse kennt die evangelisch-lutherische Kirche?

Sie kennt mehrere Bekenntnisse, die alle in den Bekenntnisschriften der evangelisch-lutherischen Kirche gesammelt sind. Besonders wichtig sind:

- Die drei altkirchlichen Bekenntnisse (v.a. das nizänische und das apostolische)
- Der kleine Katechismus (Verfasser: Martin Luther)

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 172

- Das Augsburger Bekenntnis (Confessio Augustana, von Philipp Melanchthon)

„Der [Biet] ist so kauzisch und komisch . . .“

„Der evangelische Witz“

„Schmerzverzerrtes Gesicht“

„Blasius → Halsschmerz“

„Heilig: Abgesondert aus dem Normalen“

„Aussage röm.-kath. in Bayern: »Hauptsache, er [Gott] ist bayrisch!«“

„Evangelische neigen zu Geisteskrankheiten!“

„Ich war schon wirklich in vielen [röm.-kath. Predigten], nicht nur in Schmiedchen.“

„Ricker → Baumarkt, Biet → röm.-kath. Gottesdienst“

„Da hab' ich mal 'nen Streit mit 'nem Kirchenmusiker gehabt, und ich hab' sicher Recht gehabt!“

„Evangeliums verkündung = Predigt, Sakramente = Taufe, Abendmahl ⇒ notae ecclesiae“

„Als Mensch verstehe ich dich, aber als Lehrer kann ich das leider nicht zulassen . . .“

„Dir fehlt das Feeling! Du machst das mit, weil's auf'm Stundenplan steht, aber dir fehlt das Feeling!“

„So viel Zorn auf mir!“

### **Das Nizänische Glaubensbekenntnis (381) über die Kirche**

Ich glaube an die

- **eine**: Die Kirche ist trotz all ihrer Spaltungen ihrem Wesen nach eine.
- **heilige**: Gott wirkt in der Kirche, indem er Menschen heiligt<sup>37</sup>.  
  („Gemeinschaft der Heiligen“)

---

<sup>37</sup> „Ich denke da natürlich zuerst an die Taufe.“

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 173

- **allgemeine (=katholische)**: Die Kirche ist auf die ganze Welt bezogen. Sie überschreitet die Schranken von Nation, Rasse und Klasse.
- und **apostolische**: Die Kirche ist von Gott in die Welt gesandt, die Botschaft von Christus weiterzusagen.

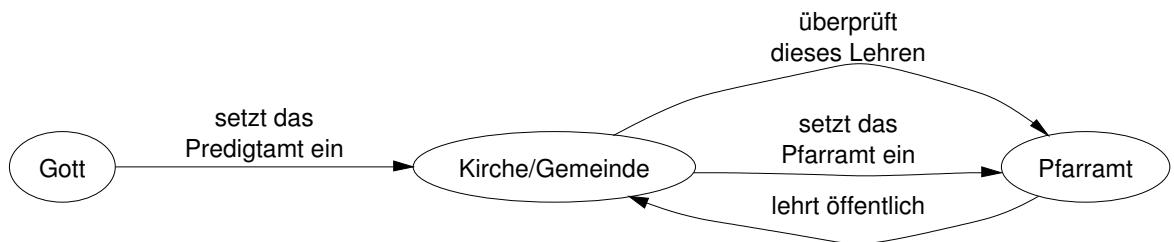
Kirche.

„Ordination ↔ Installation“

„Übrigens, Pfarrerinnen gibt es in Deutschland seit 1975.“

„Kamm → ethnische Knochenarbeit“

### Predigt- und Pfarramt in der evangelisch-lutherischen Kirche



„Ich finde, denen gehört mal eins auf den Finger!“

„Ich vergess' so Blödsinn immer so leicht...“

„Ich persönlich bin ja der Meinung...“

„Jetzt kommt die Checker-Frage“

„Und der ist dann auch irgendwann röm.-kath. geworden...“

„Böser Lektor (Extremtheologie)“

„Und da ist Theologie nicht unbedingt schädlich...“

„Es gibt Menschen, die [haben eine andere Meinung]“

„Jetzt kommt nämlich die Checkung!“

„Versteht ihr was ich sagen will oder red' ich wirr?“

„Landeskirchenrat himself“

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 174

„Ordination: Ev.-luth.: Gemeine → Landeskirche → Kandidat<sup>38</sup> gut?  
→ Ordination des Kandidaten (ganz profaner Akt), röm.-kath.: Durch apostolische Sukzession (Handauflegen<sup>39</sup>) → Ordination“

„Verspätung → »Kommen noch mehr oder war das alles?«“

„Schwierige Ausfragenfrage, Kritik von Seiten der Schüler → »Ich glaub‘, das war schon noch im Rahmen des Grundgesetzes...«“

„Ich will immer Ivonne sagen, aber du heißt ja Inessa...“

„Sieh‘st, es gibt zwei Deutungen von CA5 und CA14: Zum einen die, die ich hier erklärt habe, und dann...“

„Biets Frau: röm.-kath → ev.-luth.“

„Biet → 1988 ordiniert“

„So, ich weiß nicht, ob's 'ne 3 oder 4 war... Sag' doch mal das Apostolikum auf...“

„röm.-kath. Kirche: Keine Institution, sondern Hierarchie“

„Spender der Sakramente: ev.-luth.: Gott, röm.-kath.: Kirche“

### 5.4.8 Das Kirchenverständnis der röm.-kath. Kirche

#### Die Kirche wird verstanden...

- a) als Gemeinschaft der Glaubenden, zugleich aber auch
- b) als die dieser Gemeinschaft vorgeordnete Institution<sup>40</sup>, durch die das Heil vermittelt wird.

⇒

- Kirche als Medium zwischen Christus und den Christen
- Gehorsam gegenüber Christus an Gehorsam gegenüber Kirche gebunden
- Die Kirche als „Ursakrament“ spendet die Sakramente, durch die Menschen zum Heil gelangen.

---

<sup>38</sup>Kandidat muss sich aber von Gott berufen fühlen

<sup>39</sup>und dadurch von Gott

<sup>40</sup>„Hierarchie“

- Als Christi irdisches Organ ist sie heilig und unfehlbar.
- Die von Gott geoffenbarten Wahrheiten sind der Kirche anvertraut (sie „legt sie zu glauben vor“).
- Die Kirche wacht und richtet über wahren, richtigen Glauben.

„Petrus als Bischof in Rom um 60? Es gab damals noch kein Bischofsamt! Er war Gemeindenvorsteher von Jerusalem!“

„Nicht, dass man mich da missversteht, aber man darf auch nicht die Unterschiede unter'n Teppich kehren, das ist ja die neueste Masche!“

### **Das kirchliche Amt**

- a) Der Amtsträger repräsentiert in seinem Gegenüber zur Gemeinde das Gegenüber Christi. (FIX)
- b) Sein Amt ist von Christus eingesetzt.
- c) Das Amt wird durch „apostolische Sukzession“ übertragen (nur ein Bischof darf ordinieren).
- d) Das Amt ist 3-stufig: Bischof → Priester → Diakon
- e) Das Amt hat drei Vollmachten für seine Funktion der Heilsvermittlung:
  - α) Weihegewalt (Vollmacht der Bischöfe und Priester): Spendung der Sakramente
  - β) Jurisdiktionsgewalt (Vollmacht der Bischöfe/Papstes): ordnet kirchliches Leben und ahndet Verstöße gegen kirchliche Ordnung
  - γ) Lehrgewalt (FIX)
- f) Alle Vollmachten (v.a. β und γ) im „Petrusamt“ des Bischofs vom Rom  
 (Begründung des Amtes vor Mt 16,18 her; seit 1. Vatikanum (1870) gilt Papst als „unfehlbar“).

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 176

„Hab' mir extra 'nen Buch gekauft, ist 'nen gutes Buch...“

„Ev.-luth. Kirche aus den Augen der röm.-kath. Kirche: Wir sind keine Kirche, sondern ein kirchenähnliches Gebilde.“

### 5.4.9 Vergleich der Organisationsstruktur

Freistaat Bayern	Ev.-Luth. Kirche in Bayern
Landtag	Landessynode (Landessynodalausschuss)
Staatsregierung	Landeskirchenamt
Ministerpräsident	Landesbischof
Ministerien	Landeskirchenamt

„Z.B. das Kultusministerium, da arbeiten viele schlaue Menschen.“

### 5.4.10 Zusammenschlüsse ev. Kirchen in Deutschland

- VELKD (Vereinigte Ev. Luth. Kirche in Deutschland)
- Zusammenschluss lutherischer Kirchen<sup>41</sup>
- EKD (Ev. Kirche in Deutschland):
  - VELKD-Kirchen
  - Weitere luth. Kirchen
  - Reformierte Kirchen (gehen auf Zwingli und Calvin zurück)
  - Unierte Kirchen (reformierte und luth. Gem. zusammen)

„Wenn da [in der Bibel] steht, er soll Scheiße essen, dass isst er auch Scheiße“

„Das kann man in den Nachrichten oft hören. Also auf den Nachrichten der öffentlichen Sender, nicht, dass man das von Rüttel erwartet. Die ham' nämlich bessere Nachrichten. \*sarkastisches lächeln unterdrück\*

„Biet: Was stellt ihr euch denn vor, was der Religionsunterricht machen soll? – Schüler: Ich weiß jetzt zwar nicht, ob Sie das in Ihrem auch machen, aber ich würde auf »Wertevermittlung« tippen. – Biet: Jaja, \*gezwungenes lächeln\* \*Sechs aufschreib\*

<sup>41</sup> „Württembergische Kirche gehört nicht dazu“ (no pun)

„Glaube kann nur da entstehen, wo er eingeübt wird.“

„Hauptschule → therapeutische Hilfe“ (nicht wörtliches Zitat)

„Dann [wenn der Religionsunterricht nur immer in der 10. und 11. Stunde wäre] glaube ich, müsste das juristisch ausgefochten werden.“

„Bei McDonalds so ein Cheese Mac reinzuziehen [...]“

„Bin ich komisch? – Nein, Sie sind nicht komisch. – Ok gut, weil ich war ja schonmal komisch und ich bezieh das immer auf mich...“

„[Kabel vom Tageslichtprojektor zu kurz, Projektor geht nicht an] Neuer Kultusminister und nichts ist besser geworden“

„Jetzt wird schon an den Kabeln gespart“

„Es ist Freitag, die Nerven liegen blank“

„19 Jahre ← Biets Auszug aus Elternhaus“

„Mathematik ← Folter“

„Ich war nicht so toll... als Schüler“

„>Redefreiheit ist ja nicht Redezwang< ← wegen persönlicher (schlechter) Erfahrung mit Redezwang“

## 5.5 Aufklärung

### 5.5.1 Immanuel Kant (1824-1804)

„Aufklärung ist der Ausgang des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes [ohne Leitung eines anderen] zu bedienen. Selbstverschuldet ist diese Unmündigkeit, wenn die Ursache derselben nicht am Mangel des Verstandes, sondern der Entschließung und des Mutes liegt, sich seiner ohne Leitung eines anderen zu bedienen. Sapere aude! Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen! ist also der Wahlspruch der Aufklärung.“

### 5.5.2 Der Prozess gegen Galilei

- Auf naturwissenschaftlichen Gebiet haben Wahrnehmung und Beweis unbedingten Vorrang.

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 178

- Naturwissenschaft (wie?) und Bibel (warum? wozu? woher?) widersprechen sich nicht.
- Aussagen der Bibel über Welt und Natur entsprechen der Vorstellung der damaligen Zeit.
- Die Bibel lobt die Werke Gottes, die in ihrer Naturbeschaffenheit von den Naturwissenschaften besser erkennt<sup>42</sup> und beschrieben werden als durch die Vorstellungen der biblischen Zeit.

„In diesem vielleicht politisch nicht korrekten Unterricht...“

„komisch, strange“

„Dann machen wir 'nen flotten 8er“

„Man selbst ← Ausgangspunkt der Beobachtung“

### 5.5.3 „Wunder“ Jesu

1. Die Botschaft der einzelnen „Wunder“-Geschichten lässt sich nicht auf die Frage einengen, ob sie gemäß den naturwissenschaftlichen Gesetzen erklärbar sind.
2. „Wunder“-Geschichten wisen z.B. auf den Anspruch Jesu hin, im Namen Gottes Sünden vergeben zu können („Machttaten“)<sup>43</sup>
3. „Wunder“-Geschichten haben z.B. auch Hinweischarakter auf das von Jesus verkündete Reich Gottes („Zeichenhandlungen“).
4. „Wunder“ haben auf unterschiedliche Weise immer mit Glaube zu tun.

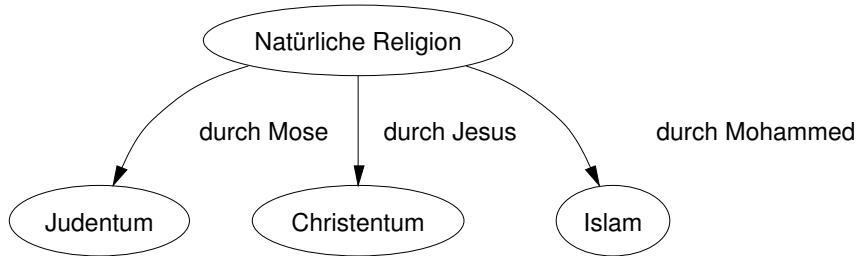
„Der hat ein Vokal und dann neun Konsonanten...“

---

<sup>42</sup>XXX

<sup>43</sup>Wie Biet auf meinen Einwand hin zugab, ist diese Formulierung natürlich falsch. „Gott liebt die Sünde, nicht den Sünder“. Richtiger wäre: „...auf den Anspruch Jesu hin, von der Gesellschaft gemeinhin als Sünder gesehene Menschen im Namen Gottes den Sünder-Status aufzuheben“

#### **5.5.4 Die Unterscheidung von „natürlicher Religion“ und „positiven Religion“<sup>44</sup> in der Aufklärung**



[Mose, Jesus, Mohammed: Religionsstifter, Judentum, Christentum, Islam: Positive Religionen]

⇒ „Die beste geoffenbarte oder positive Religion ist die, welche die wenigsten konventionellen Zusätze zur natürlichen Religion enthält, die guten Wirkungen der natürlichen Religion am wenigsten einschränkt.“

„Wie heißt der Kollege, der diese Filme zeigt? – Das ist der Herr Hamm. . . – Aja.“

„Der ist ja nicht für seine überragende Strenge bekannt.“

„Biet ← gegen interkonfessionellen Gottesdienst, da ja nicht klar ist, an welchen Gott gebetet wird“

#### **5.5.5 Anfragen an das aufklärerische Religionsverständnis**

##### **Ausgangspunkt**

- Alle Religionen wollen letztlich das selbe.
- Jede ist zugeschnitten auf den jeweiligen Kulturkreis.
- Jeder prüfe, welche tatsächlich am meisten Gutes hervorbringt.

„Religionsunterricht ist Fremdsprachenunterricht“

„Oder ist jemand da, der sagt, ich rede wieder wirr.“

<sup>44</sup>nicht eine sehr gute, sondern eine, die man erblickt (eine konkrete Religion)

### Anfragen

- Ist diese neutrale Prüfung überhaupt möglich?

Denn: Bringt nicht jede Religion eine bestimmte Art zu denken und glauben hervor, deren Sinn nur in ihr selber gefunden werden kann?

⇒ Muss man nicht eine Religion lernen und beherrschen, um über sie Auskunft geben zu können?

„Ich weiß, der Unterricht ist politisch inkorrekt, weil ich so lange rede...“

„Wenn nicht, dass macht ihr pieps, dann redet ihr“

- XXX

„Heut` ist ja so kollektive Depression“

„Vielleicht bin ich ja komisch. Wahrscheinlich sogar.“

„Fortschritt erschreckt mich.“ (wg. Klonen, etc.)

„War jahrelanger Gegner des Internets“

### Verschiedene Aspekte und Konsequenzen aufklärerischen Denkens

(Hervorgehoben: „Problematische Dinge“)

- Aufhebung der Leibeigenschaft
- Abschaffung der Ketzerprozesse
- **Toleranz<sup>45</sup>**
- Freiheit in Forschung und Lehre
- **Fortschrittsglaube<sup>46</sup>**
- Optimistisches Menschenbild
- **Betonung des Verstandes**

---

<sup>45</sup> „Modernes Wort für Gleichgültigkeit“

<sup>46</sup> 1. Glaube? Als Ersatzreligion? 2. „Fortschritt böse“

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN 181

- **Nützlichkeitsdenken** (gerade auch in der kirchlichen Praxis)<sup>47</sup>
- Idee der Menschenrechte
- Schutz religiöser Minderheiten
- Recht auf freie Religionsausübung (Friedrich der Große, 1740-86: „Die Religionen müssen alle toleriert werden . . . hier muß jeder nach seiner Fasson selig werden.“)
- **Jesus als Morallehrer/Moralisierung der Religion**<sup>48</sup>

„Islam und Menschenrechte“ ← Buch, dass Biet grad' liest

### 5.5.6 Auswirkungen der Auflärung auf das Verhältnis Staat-Kirche

#### Frankreich

Die Aufklärung verlief sehr religions- und kirchenfeindlich.

„Yogi-Flieger böse“

#### Bayern

##### Grundlegende Veränderungen 1799

Jurfürst Maximilian IV. Josef tritt Regierung an:

- Will sein Land im Sinne der Auflärung
- Ist in zweiter Ehe mit der lutherischen Prinzessin Caroline von Baden

##### Das XXX des Grafen von Montgelas

S. AB, S. 5f

„[Bisschen Dreck in der Klasse, Auftrag Biets, den Dreck weg-zuräumen] Bevor wie eines Tages nicht mehr 'reinkommen, weil alles zugemüllt ist . . .“

---

<sup>47</sup>Waschmittelbeispiel

<sup>48</sup>War **nicht** [seine Absicht,] Morallehrer [zu sein], sondern: Verkündung des Reiches/der Liebe Gottes

## 5 EVANGELISCH-LUTHERISCHE RELIGIONSLEHRE IN BAYERN182

„Völlig durchgeknallt hier“

Zitat Peter: „Das ist die unerwartete Ex, die wir je schreiben...“

### **Konsequenzen aus der Realisierung dieses Programms**

- **A. Territorialismus:** Geistliche Gewalt des Herrschers auch über seine evangelischen Untertanen
- **B. Toleranz in Konfessionsfragen**

„Ist keine Abfrage, einfach nur gewaltfreier Einstieg.“

„Schwierig damit [Overhead-Projektor] umzugehen.“

„Ja ihr lacht, ist aber alles nicht so easy...“

„Ja... super... toll \*big nein ich meine das jetzt natürlich nicht so wie ich es sage grins\*“

„Also ich bin wieder entsetzt, aber das ist an der Stelle immer so...“

„Das ist für mich wirklich der absolute Wahnsinn“

„Nachdem ich es noch nicht geschafft habe, die Westlichen Wälder in Gänze zu durchwandern, wie soll ich dann zu den Bahamas...“

„Für mich ist das ganze ein wenig strange“

„Na gut, da muss ich zugeben, das hab' ich bis vor kurzem auch nicht gewusst...“

„Ich kann nicht anders, ich muss, ich muss...“

„Manchmal will man nicht, aber man muss...“

„Ich bin z.B. auf der bayerischen Seite“

„Es gibt jetzt hier keine Tafel“

## 5.6 Glaube und Wissenschaft

### **5.6.1 „Das Netz des Physikers“**

#### **Die Kritik des Metaphysikers**

Er behauptet, es gebe noch eine andere Wirklichkeit hinter der erforschten.

### **Die Kritik des Erkenntnistheoretikers**

„Im Angesicht der Zeit erbarme ich mich“

Beobachter- und Experimentaufbau prejudizieren (beeinflussen maßgeblich) das Ergebnis.

„Aber Kunst war nicht mein Lieblingsfach, neben Mathe...“

„Ich hab darüber immer einen Streit mit meiner Frau“

„Bitte geht nicht mehr zum Bahnhof und pennt dort...“

„Jetzt, wo die e-Menschen vom Bahnhof wieder da sind...“

„Ist das Sauerstoff, was wir hier atmen?“ – „Das mit dem Sauerstoff vermag ich ja ex hohlo Baucho gar aufzufassen.“

### **5.6.2 Wir wirklich ist die Wirklichkeit? (Erkenntnistheorie)**

#### **Seh- und andere Wahrnehmungserlebnisse**

Frage: Bilden unsere Sinnesorgane die Welt ab oder legen sie sie für uns aus? (Ist „dunkel“ nur ein Seherlebnis?)

Egon: „A, B, C“ – Anderer Schüler: „Vielleicht sollte man noch sagen dass A...“ – Klasse: „Ehm, ja...“

„Sebastian, kannst du lesen? Dann mach' doch mal bitte...“

„Entschuldigung dass ich dich störe, jemand hat hier so einen antisozialen Stuhl...“

„Laut Emissionsschutzgesetz [...müsste ich eigentlich Ohrhöher tragen]“

„Das macht mich nervös“

„Ok, ihr e-Menschen“

#### **Platons „Höhlengleichnis“**

Wir haben keinerlei Gewissheit, dass unsere Abbilder der Wirklichkeit tatsächlich der Wirklichkeit entsprechen.

**Immanuel Kant (1724-1804)**

Unsere Erkenntnis weist angeborene Strukturen (Raum und Zeit) auf, sodass wir im Vorgang der Erkenntnis nur Abdrücke dieser Strukturen erfahren.

„Ich wollt' jetzt nur auch noch was für meine Psyche tun. . .“

„Wir wissen soviel über's Wissen“

„Wobei ich mir nicht so sicher bin, ob die [eigene Folie] so sinnvoll ist.“

## 6 Geschichte

### 6.1 Schulheft

#### 6.1.1 Merkmale der modernen und aktiven Demokratie

Demokratie: „Volksherrschaft“

#### 6.1.2 Merkmale der modernen Demokratie

- Verfassung
- Grundrechte, Menschenrechte
- Geheimes, gleiches, allgemeines und freies Wahlrecht (aktiv und passiv)
- Bürokratie, Verwaltung
- Gleichberechtigung, Chancengleichheit
- Rechtsstaat (Rechte und Pflichten)
- Sozialstaat
- Schutz der Privatssphäre
- Gewaltenteilung (Legislative, Exekutive, Judikative)
- Kontrolle der Regierung
- Politische Meinungsbildung durch freie Medien und Parteien

### 6.1.3 Merkmale der antiken Demokratie

- Ämter werden oft zugelost
- Großer Gerechtigkeitssinn
- Chancengleichheit für männliche Bürger ab 18, trotzdem gewisse Vorteile für Adelige
- Keine Trennung zwischen öffentlichem und privatem Leben
- Keine Menschenrechte (Sklaven!)
- Personale Staatsdefinition
- Wenig Staatlichkeit (kein Sozialsystem, keine staatliche Bildung, ...)

### 6.1.4 Der Weg zur attischen Demokratie

#### 594 v. Chr.

Solon: Timokratie

- Aufzeichnung des Rechts
- Einschränkung der Adelsmacht durch Aufteilung in Vermögensklassen
- Bauernbefreiung (=Aufhebung der Leibeigenschaft)

#### 507 v. Chr.

Kleisthenes: Isonomie

- Phylenreform
- Einführung des Ostrakismos

#### 462/461 v. Chr.

(Themistokles, Perikles), Ephialtes

Entmachtung des Areopags

**6.1.5 Außenpolitische Ursachen der Demokratisierung Athens****490 v. Chr.**

Perserangriff, Sieg der Athener bei Marathon

**487 bis 483 v. Chr.**

Flottenbauprogramm des Themistokles ⇒ 180 Trieren

⇒ Steigerung des Selbstvertrauens der Ruderer (Theten)

**480 v. Chr.**

Perserangriff

Niederlage Spartas bei den Thermopylen

Sieg Athens bei Salamis

**478 v. Chr.**

Gründung des Attisch-Delischen Seebunds

**449 v. Chr.**

Kalliasfrieden

**6.1.6 Das Theater in Athen als stützende Kraft der Demokratie**

Dionysien = jährliche Feiern zu Ehren des Gottes Dionysos (drei Tage Theater)

berühmte Dichter: Aischylos, Sophokles, Euripides

Bedeutung des Theaters für die Demokratie:

- Verbreitung einer politischen und sozialen Botschaft
- Gemeinschaftsgefühl
- Besuch des Theaters als politische Aktivität
- Selbstbestätigung

### 6.1.7 Architektur als Machtdemonstration

**480 v. Chr.**

Zerstörung Athens durch die Perser

**ab 449 v. Chr.**

Wiederaufbau unter Perikles

- Wiederherstellung der Heiligtümer (Akropolis 447 bis 432 v. Chr.)
- Bau der Langen Mauern
- Wiederaufbau zerstörter Wohnviertel
- Klassischer Stil
- Auch die Zivilbevölkerung sollte vom Geld des Seebundes profitieren
- Rückbezug auf die Erfolge im militärischen Bereich
- Symbolwert

Peloponnesischer Krieg (431 bis 404 v. Chr.): Zusammenstoß Athens und Spartas, Niederlage Athens

### 6.1.8 Der attisch-delische Seebund (Gründung 478 v.Chr.)

- Regelmäßige, relativ hohe Mitgliedsbeiträge
- Festlegung der Außenpolitik durch Athen
- Bilaterale Verträge (Athen+X, nicht X·1+X·2+X·3...)
- Einführung athenischer Münzen, Maße und Gewichte
- Gründung rein attischer Kolonien
- Bundkasse in Athen
- Zwang zum Verbleiben im Bund
- Schiedsrichterrolle bei inneren Konflikten der Mitgliedsstaaten (lies: grobes Einmischen, besonders Unterstützung von Demokraten)

**431 v. Chr.**

Rede Perikles' kurz vor seinem Tod (vgl. **wichtige** Quelle M5)

**429 v. Chr.**

Athen zuerst im Vorteil, trotz Belagerung Athens durch Sparta (wg. gesicherter Verbindung zum Hafen wegen den Langen Mauern), dann aber: Getreideschiff mit Pest ⇒ Tod der Hälfte der Bevölkerung inkl. Perikles ⇒ Getreideschiffe wollten nicht mehr liefern ⇒ Wende im Krieg

**6.1.9 Das Bürgerideal des Perikles****Primäre Propaganda für Demokratie**

- Persönliche Leistung im politischen Leben entscheidend für den Stand
- Bildung und Wissen als hohes Gut
- Weltoffenheit
- Toleranz für den Lebensstil des Einzelnen im Privaten
- Im öffentlichen Leben der Führungs gehorsam und der Sitte verpflichtet
- Engagement in der Politik

„Warum hält Perikles zu diesem Zeitpunkt diese Rede?“

**6.1.10 Vorzüge der Demokratie**

- Mehrheit entscheidet
- Gleichheit vor dem Gesetz
- Beurteilung nur nach Leistung

### **6.1.11 Die Kritik des Pseudo-Xenophon an der attischen Demokratie**

- Ablehnung von Verantwortung für Schlechtes durch das Volk (und umgekehrt)
- Die Gemeinen haben es besser als die Edlen.
- Volk hat nur an Ämtern Interesse, die Sold bringen.
- Bestechung
- Sklaven werden zu gut behandelt.
- Zu viel Bürokratie
- Zu viele Feiertage
- Das Volk ist ungebildet.

#### **429 v.Chr.**

Perikles Tod ⇒ Volk führerlos

Demagogen („Volksverhetzer“):

„Einschleimen beim Volk, ohne an spätere Konsequenzen zu denken.“

Alkibiades: „Yeah Krieg gegen Sparta!“

#### **431 bis 429 v.Chr.**

1. Abschnitt des peloponnesischer Krieges ⇒ unentschieden

#### **415 v.Chr.**

Sizilische Stadt Leontinoi wurde von Verbündeten der Spartaner angegriffen.

„Helfen ja/nein?“ („Sizilische Expedition“), Vernünftige: „Ne, bleiben wir lieber hier...“, Alkibiades: „Doch! Das wird sowieso ne Seeschlacht! Ownen wir die!“

Dann aber: Alle „Hermen“ (Statuen als Wegzeichner) umgestoßen, „Alkibiades war's!“

Abreise Alkibiades, Verurteilung zum Tode ⇒ Wechsel der Seite zu den Spartanern ⇒ Mehr Siege für Sparta

Sizilische Expedition: Keiner der Athener kam zurück ⇒ Traume, Verlust von ca. 30 bis 40 Schiffen

Alkibiades: „Hey, baut nen Ford vor Athen!“ ⇒ Entscheidender Schritt für die Niederlage Athens

Alkibiades flieht zu den Persern und intrigiert dort gegen Athen und Sparta.

Zurück nach Athen, Begnadigung, dann aber ermordet.

#### **404 v.Chr.**

Athen verliert

Schlacht 405 am Hellespont ⇒ Keine Schiffe übrig

- Einführung der Oligarchie (Herrschaft weniger)
- Abriss der Langen Mauern und der Stadtmauern
- Auflösung des attisch/delischen Seebundes
- Abgabe aller bis auf zwölf Schiffe

#### **6.1.12 Gründung Roms und Entstehung der Republik**

Um 1.000 v.Chr.: Erste latinische Siedlungsspuren auf dem Palatin  
Zusammenfassung des Siedlungsverbandes zu einer Stadt durch etruskische Könige

Forum Romanum: Markt- und Versammlungsplatz (religiöser, politischer und kultureller Mittelpunkt)

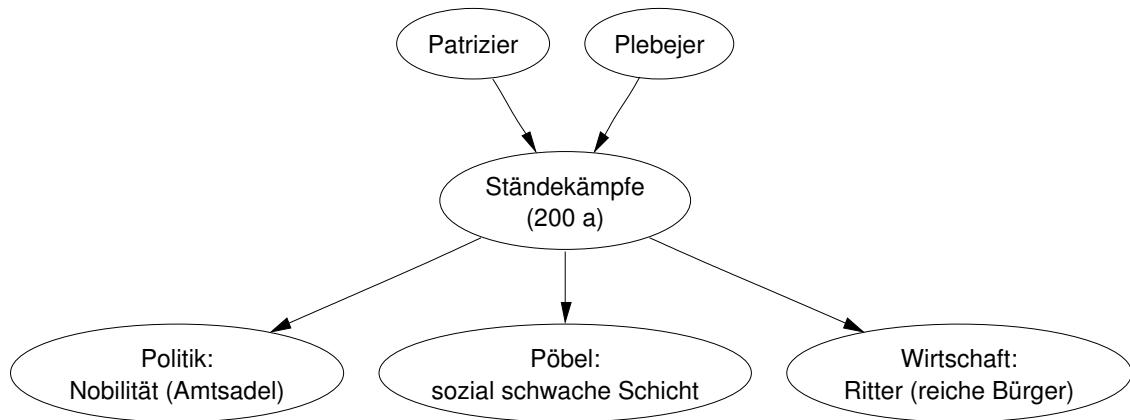
Entmachtung der etruskischen Könige durch Patrizier

Entwicklung zur Republik während der ersten Hälfte des 5. Jhd. v.Chr.

#### **6.1.13 Grundlagen des privaten und öffentlichen Lebens**

- Familie als eigenständige Einheit (gens)
- Klientelwesen: Unlösbares Treueverhältnis (fides)
- mores maiorum

### 6.1.14 Die traditionellen Führungsschichten



### 6.1.15 Grundlagen der Verfassung

- Keine geschriebene Verfassung
- Keine Besoldung der Beamten
- Annuität
- Kollegialität ⇒ Interzessionsrecht
- Nur ein Amt pro Person

Beamten:

- Annuität
- Reichtum
- Kollegialität
- Keine Besoldung
- Nur ein Amt

### 6.1.16 Das römische Beamtentum

- Zensoren
- cursus honorum: Quästoren ⇒ Ädilen ⇒ Prätoren ⇒ Konsuln ⇒ Diktator
- Volkstribunen: Vetorecht, Wahl durch die Volksversammlung

Aufgaben:

#### **Quästoren**

Verwaltung der Staatskasse

#### **Ädilen**

Tempel, öffentliche Ordnung

#### **Prätoren**

Rechtsprechung

#### **Konsuln**

Träger des Imperiums

#### **Zensoren**

Einteilung der Bürger in Vermögensklassen

### 6.1.17 Die Volksversammlung

- Erwachsene Männer, die das Bürgerrecht besaßen
- Zenturiatskomitien: Einteilung des gesamten Volkes in fünf Vermögensklassen
- Tributkomitien: Bürger aus Bezirken
- consilium plebis: Plebs
- Beschluss der meisten Gesetze durch die Volksversammlung
- Möglichkeit des Magistrats, Wahlen beliebig oft zu wiederholen („Magistrat ownz sie all“)

### 6.1.18 Die Mischverfassung der Römischen Republik

- Monarchisches Element: Konsuln
- Aristokratisches Element: Senat
- Demokratisches Element: Volksversammlung
- Gegenseitige Kontrolle ⇒ Stabilität
- Keine Gewaltenteilung

„Volksversammlung“ aus der Sicht der Griechen: „Yeah man ist das 1337, das muss wohl voll rul0rN!“

Die Römische Republik war keine Republik, sondern eine Aristokratie.

### 6.1.19 Gründe für die herausragende Rolle des Senats

- Politische Erfahrung (ehemalige Amtsinhaber sitzen im Senat)
- Keine Annuität (Senator 4 ever)
- Keine Kontrolle (da eigentlich nur beratende Funktion)
- Kein Widerspruch (niemand widerspricht dem Senat aufgrund der Angst vor politischer und gesellschaftlicher Ächtung)
- Einfluss auf Volkstribunen
- Enger Kontakt in politischen Geschäften

### 6.1.20 Gründe für den Untergang der Republik

- Kennenlernen gottähnlicher Verehrung im Osten
- Ruin der Bauern durch Kriege, Billigimporte aus dem Osten
- Verfall der Sitten
- Zerstrittenheit im Senat
- Soziale Spaltung in Optimaten und Popularen

⇒ Bürgerkriege

### 6.1.21 Das Prinzipat unter Augustus

27 v.Chr.: Ende der Bürgerkriege, Rücktritt von allen Ämtern ⇒

- Oberbefehl über die Truppen
- Volkstribunat und Konsulat auf Lebenszeit
- princeps inter pares

### 6.1.22 Die Verfassung des Prinzipats

Beibehaltung der politischen Institutionen (Senat, Volksversammlung, Magistrat)

Aber keinen Einfluss mehr:

- Wahl von Beamten aus vorgeschlagenen Kandidaten durch die Volksversammlung
- Senat nur noch verwaltende/beratende Funktion

Machtkonzentration auf Augustus:

- Oberbefehl über das Heer
- Befugnisse von Konsul, Tribun, Zensor
- Kontrolle über Staat und Beamte
- Macht über Verwaltung, Fiskus, Heer
- Regierung durch kaiserliche Erlasse

⇒ Republik bleibt als äußere Hülle erhalten.

**6.1.23 Das römische Kaiserreich – vom Prinzipat zum Dominat (27 v.Chr. - 305 n.Chr.)**

Octavian (31 v.Chr. - 14 n.Chr.): Prinzipat ⇒

Adoptivkaiser:

- Familienmitglieder
- Auswahl geeigneter Kandidaten

⇒ Soldatenkaiser ⇒

Krise (religiöse und wirtschaftliche Krise) ⇒

Diokletian (284 n.Chr. - 305 n.Chr.): Dominat

- Kaiser als Gott
- Prinzip von Befehl und Gehorsam
- Tetrarchie
- Steuer- und Währungsreform, Verwaltungsreform

**6.1.24 Traditionelle Elemente von Königsherrschaft und Kaiserstum****Kaiser**

Höchster Herrschaftstitel (Caesar)

- Ende des Weströmischen Reiches 476
- Erneuerung durch Krönung Karl d. Großen
- Seit 962 (Otto I.): Dt. König ⇒ Kaiser
- König: Wird gewählt (sieben Kurfürsten)  
⇒ Häufig Vererbung

⇒ Treueverhältnis mit Fürsten

## Das Lehenswesen

- Festigung der Macht des Königs
- Lehensherr → Versallen → Bauern
- Versallen: Land für Dienste
- Bauern: Schutz für Güter

### 6.1.25 Das Mittelalter

- „Schlechte Zeit für's Volk, gute Zeit für'n Adel, Zünfte, Königtum, Fürsten, Führung der harten Hand, Rückschritt, Kreuzzüge, starke Zeit der Kirche, Ritter, Burgen“
- Verschiedene Mittelalterbilder:
  - Dunkle, schlechte Zeit (Ursprung: Romantik)
  - Ritter, Romantik, Minnesang
- Zeit des Mittelalters: ca. 500 n.Chr. bis 1300 n.Chr.
- Wenig schriftliche Quellen („Das erfundene Mittelalter“)
- - Merowinger, Karolinger (482 bis 911)
  - Ottonen, Salier, Staufer (bis 13. Jhd.)
  - Spätmittelalter (14. Jhd. und 15. Jhd.)
- Mittelalterliches Geschichtsverständnis: „Alles läuft zum Antichristen im Ende hinaus.“

### 6.1.26 Die Staufer und ihre Italienpolitik

#### 1155 bis 1190

Friedrich I. (Barbarossa):

- Herrscher von Kgr. Deutschland, Arelat (Burgund) und Teilen Italiens
- Italienfeldzüge

- 1158 wird als Kaiser bestätigt ⇒ Finanzquelle
- Erreicht Ziel in Italien nicht ⇒ Abfindung

**1190 bis 1197**

Heinrich VI.: Gewinn von Unteritalien und Sizilien

**1197 bis 1208**

Phillip von Schwaben:

- Doppelwahl von Phillip von Schwaben/Otto IV.
- Keine päpstl. Unterstützung

**1212 bis 1250**

Friedrich II.:

- 1222: Krönung zum Kaiser
- 1231: Konstitution von Melfi ⇒ zentralistischer Staat
- 1244: Verhandlungen über Frieden scheitern
- 1245: Absetzung des Kaisers

⇒ Ende der Stauferherrschaft

**6.1.27 Reichslandpolitik zur Stauferzeit**

- Stärkung der königlichen Macht durch Ministeriale und Erwerbspolitik
- Beilegung des staufisch-welfischen Konflikts

⇒ Neuauftteilung der welfischen Herzogtümer (1180); Eersetzen der Stammesherzöge durch relativ unabhängige Reichsfürsten

⇒ Zersplitterung des Reiches

⇒ Stärkung der Fürsten unter Friedrich II. (statutum in favorem principum 1232, confoederaio cum princibus ecclesioisticis 1220)

Regalien ⇒ Fürstenprivilegien:

Rechte	Pflichten
Münzprägerecht	Aufbau einer Infrastruktur
Markt- und Zollrecht	
Gerichtsbarkeit	Durchsetzung des Landfriedens

Fazit: Aus dem Personenverbandsstaat entsteht ein moderner Flächenstaat (Foederalismus).

### 6.1.28 Religion im Mittelalter

- Allgegenwärtigkeit von Religion
- Allgegenwärtigkeit von Angst
- Legitimation von Herrschaft
- Göttliche Kräfte des konsekrierten Abendmahls (Pest, aber Leuten im Kloster ging's gut)
- Relikte heidnischen Aberglaubens (unter Bezug auf Gott)

#### Volkskirche:

Praktisches Christentum (hinterfragen evtl. Dogmen, aber bußen, etc.)

#### Hochkirche:

Dogmen bleiben den Laien fern (hinterfragen niemals, bußen aber auch nicht, etc.)

Krisen durch Lebenswandel der Geistlichen (Papst konzentriert sich auf weltliche Macht, kümmert sich nicht um's Volk)

Siehe hirzu: Tafelanschrieb zu 'Religion im Mittelalter'.png

### 6.1.29 Bauernleben im Mittelalter

Entwicklung:

- Verschiedene Stände (Adel, Klerus, Bauern)
- Ausbreitung der Grundherrschaft

- Übergabe von Ländereien an Bauern

Freie/Hörige Bauern:

### **Freie Bauern**

- Kriegsdienst
- Eigenes Land

### **Leibeigene Bauern**

- Kopfsteuer/Zehnt<sup>49</sup>
- Frondienste<sup>50</sup>

Arbeiten der Bauern:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| • Holzversorgung        | • Pflügung              |
| • Rechen                | • Fischen               |
| • Küche, Kirche, Kinder | • Felderbewirtschaftung |
| • Ernte                 | • Dreschen              |
| • Viehzucht             | • Mahlen von Getreide   |

### **6.1.30 Das Leben in mittelalterlichen Städten**

#### **Stadt**

- Höhere Bebauungsdichte
- Siedlung bestimmter Bevölkerungsdichte (Dtl. 2.000 Einwohner)
- Mittelpunktfunktion für das Land

In Deutschland: Staufer und Salier gründen Städte aus vorhandenen Siedlungen und gründen neue.

---

<sup>49</sup>Steuer an Grundherr/Kirche

<sup>50</sup>Bewirtschaftung von Land

**Urbanisierungswelle**

- Im 12.-14. Jhd.
- Städtegründung durch Könige und Fürsten wegen Erhebung neuer Steuern

**Stadt als besondere Rechtzone****Reichsstädte**

Unterstehen unmittelbar dem König

**Freie Städte**

- Unterstehen keinem Fürsten
- sind dem Schutz des Reiches unterstellt
- sind zu keinen regulären Steuern verpflichtet

**Die übrigen Städte**

- unterstehen einem Landesherren
- kein Bestandteil des Reiches

**Der Wirtschaftsaufschwung**

Der Wirtschaftsaufschwung wurde gefördert durch:

- „Freiheit der Arbeit“
- statt Arbeit wurde Müßiggang verachtet
- Produktverbesserung
- Entstehung neuer Berufe
- Lohnarbeit förderte bessere Arbeitsverhältnisse

**Zünfte**

- Handwerksmeister des gleichen Gewerbes schließen sich zusammen
- soziale Aspekte: Unterstützung, Darlehen, Gemeinschaftsgefühl

Lehre bei Meistern → Gesellenstück → „Freispruch“ → Meister

Heutige Formen: Innungen, Gewerkschaften, Handelskammern

**Das Patriziat**

- bestand aus reichen Kaufmannsfamilien und Ministerialen
- war die gesellschaftliche und politische Führungsschicht
- beanspruchte das alleinige Stadtregiment
- Gesellschaftsordnung ließ eine gewisse Mobilität zu

**Juden**

- im frühen Mittelalter Zusammenleben von Juden und Christen problemlos
- 1096-1099 (1. Kreuzzug): erstmalige Pogromen gegenüber „Christusmörder“
- 1215 Laterankonzil ⇒ Ghettos und Kleidungszwang
- Kaiser Friedrich II: Kaiserliche Kammerknechte
- Ab 13. Jhd.: Verdrängung aus den meisten Berufen ⇒ vor allem in Geldverleih tätig

**Der Beginn der Inquisition und Häresie**

### 6.1.31 Der Absolutismus

„Legibus absolutus“, d.h. losgelöst von Gesetzen

1649 (Westfälischer Friede) - 1789 (Französische Revolution)

Musterbeispiel: Ludwig XIV.

Theoretische Grundlagen:

- 1567 Jean Bodin: „Six livres de la Republique“
- 1651 Thomas Hobbes: „Leviathan“

Souveränität:

- höchste Befehlsgewalt
- andauernd, zeitlich unbegrenzt

Rechte des Souveräns:

- Gesetze für alle ohne Fremdzustimmung
- Entscheidung über Krieg/Frieden
- Ernennungs- und Absetzungsrecht der obersten Beamten
- Besteuerungs-, Begnadigungs- und Münzrecht, Festsetzung des Geldwertes

Schranken des Souveräns:

- Gott und die Natur
- Gesetze der Monarchie (Tradition, „Sittengesetze“)  
Konfiszierung fremden Eigentums ohne Rechtfertigung/Begründung

#### Thomas Hobbes – Vater der Demokratie wider Willen?

Alle Menschen sind frei und gleich geboren.

homo homini lupus

⇒ Gesellschaftsvertrag (social contract), d.h. kollektive Übertragung der Macht auf die Obrigkeit

⇒ Staat als menschliches Produkt

**Absolutismus unter Ludwig XIV. (1638-1715)**

Leben in Versailles:

- Adelige gruppieren sich um den König
- Je näher man am König war, desto größer das Ansehen
- Streng geregelter Tagesablauf
- Schweizer Garde überwacht

Absolutismus: Gottesgnadentum ⇒

**Militär**

- Kolonialherrschaft
- Expansive Außenpolitik
- Großes, teures Heer

**Beamtenapparat**

- Umbau des Regierungsapparates
- Verwaltung durch Intendanten
- Entmachtung der Parlamente

**Auflösung der Stände**

- Entmachtung von Kirche und Adel (Hofleben, Privilegien)
- Stärkung des Bürgertums

**Merkantilismus**

- Schutzzölle
- Ausbeutung der Kolonien

### 6.1.32 Der Merkantilismus

Definition: Systematische staatliche Wirtschaftsförderung und -lenkung

Der Merkantilismus wurde von Jean-Baptiste Colbert entwickelt und eingeführt.

Ausgangssituation:

- großer Importbedarf = wirtschaftl. Abhängigkeit von anderen Ländern
- kaum Manufakturen ⇒ geringer Export ⇒ kaum Handelsgewinne
- wirtschaftl. nicht wettbewerbsfähig (gegenüber Holland/England)

Maßnahmen:

#### Ausland

hohe Zölle nach Frankreich (Fertigwaren) rein, billige Rohstoffe rein, teure Fertigwaren raus, hohe Zölle (Rohstoffe) raus

#### Inland

- Verbesserung der Infrastruktur
- Flottenausbau
- Einrichten von Manufakturen
- Kolonialisierung
- Ausländische Spezialisten
- Schuldenerlass der Kommunen

Folgen:

- Krieg gegen Holland ⇒ Senkung der Einfuhrzölle
- Verschwendungssehnsucht von Staatsgeldern

**6.1.33 Die französische Außenpolitik unter Ludwig XIV. (1661-1715)**

Voraussetzungen:

- Steigerung der Ausgaben für Heer und Marine
- Moderne Infrastruktur
- Modernes Steuersystem

Mittel:

- Kriege
- Ehe-/Familienpolitik
- Subsidienzahlungen
- Reunionen

Motive/Ziele:

- Hegemonialstellung in Europa
- Steigerung der wirtschaftlichen Macht
- Erbanspruch auf Spanien
- Steigerung der kolonialen Macht

Folgen:

- Durchsetzung des englischen Anspruchs „balance of power“
- Wirtschaftliche Zerrüttung Frankreichs
- Gebietserwerb (Elsaß, Lothringen)

### 6.1.34 Zusammenfassung Absolutismus

Monarchie losgelöst von Gesetzen

„Ständische Monarchie in ihrer Spätphase“

Staatsräson<sup>51</sup>, Gemeinwohl = Verpflichtung des Herrschers

Mittel:

- Zentralisierung (System & Gebiet)
- Rationalisierung/Effektivierung staatlicher Grenzen/Beamtenapparate
- Steuererhöhungen
- Neue Wirtschaftsordnung (Merkantilismus)
- Stehendes Heer und Flotte

Ziel: Konzentration aller Macht in einer Hand

### 6.1.35 Der Absolutismus in Bayern (1623-1726)

- Vorbildfunktion Frankreichs/Ludwigs XIV. (Bau von Residenzen, Barock)
- Machtgewinn Maximilans I. durch den Dreißigjährigen Krieg
- Wiederaufbau des Landes

Umsetzung und Folgen:

- Reformierung des Rechtswesens, Einrichten einer starken Landesverwaltung ⇒ Konzentration der Macht
- Stärkung der Wirtschaft ⇒ Erhöhung der Staatseinnahmen
- Stärkung der Armee ⇒ Kosten; Machtdemonstration
- Auflösung des Landtags durch Ferdinand Maria ⇒ Machtdeemonstration und -konzentration

---

<sup>51</sup>Dinge, die im Sinne des Staates sind

„Ende“ unter Max II.:

- Enorme Staatsverschuldung (ab 1679)
- Ehrgeizige aggressive Außenpolitik
- Schlösserbauten

### 6.1.36 Politische Theorie und Aufklärung

	Thomas Hobbes (1588-1679)	John Locke (1632-1704)	Jean-Jacques Rousseau (1712-1778)
Naturzustand	Selbsterhaltungstrieb, „jeder gegen jeden“	Freie Geburt, gleich, unabhängig, unterworfen dem Naturgesetz Vernunft, „schlecht“, da keine Befragung der Vernunft, nicht funktionierend	Freie Geburt, gleich, „sehr gut“
Zusammenschluss zu einem „Staat“	Wunsch nach sicherem Leben ⇒ Unterwerfungsvertrag (Absolutismus)	Schutz des Privateigentums durch die eigene Freiheit einschneidende Richtergewalt (Legislative an oberster Stelle, „Abwahl des Absolutisten wenn er Kacke baut“, Regeln notwendig), Gesellschaftsvertrag weil's anders nicht mehr geht	Zusammenschluss bereits vorhandener Kräfte, da Bilden neuer Kräfte nicht möglich, Schutz persönlicher Freiheit, Gesellschaftsvertrag (Unterstellung dem Gemeinwillen (volonté générale), Athen als Ideal), Freiheit höher als Gleichheit, wenig Regeln
Widerstandsrecht?	Völlige Unterwerfung, kein Widerstand, „Absolutismus gut“, Abgabe aller Freiheit	Nur wenn der Absolutist „Kacke“ baut Widerstandsrecht, ansonsten nicht	Auflehnung gegen Absolutismus, freiwilliger Gesellschaftsvertrag, Pflicht zur Freiheit

„Montesquieu (S. 212): Gewaltenteilung rockz! Leider kann nicht das gesamte Volk regieren (da zu groß), daher Volksrepräsentanten. Will einen ausführenden Staat, schnelle Handlungen (daher Exekutive durch einen monarchischen Herrscher), aber: Stellen der Legislative vom Volk aus“

„Kant: Einzelne zwar aufklärbar, aber Volk in der Gesamtheit bleibt dumm.“

### 6.1.37 Die Französische Revolution

„Klerus → Adel → Bürgertum (→ Bauern)“

„Flugblatt von Abbé Sieyès: Will 300[Adel], 300[Klerus], 600[Dritter Stand] bei den Generalständen (vorher zusätzliches Problem: Dritter Stand intellektuell schlecht vertreten), allg.: Freiheit für den Dritten Stand“

### **Die Revolution der Abgeordneten des Dritten Standes**

5.5.1789: Einberufung der Generalstände

Die Revolution beginnt:

- Streit über Abstimmungsmodus („Dritter Stand will Abstimmung nach Köpfen, nicht nach Stand“)
- Bildung einer Nationalversammlung
- Streit mit dem König
- „Ballhausschwur“
- Nachgeben des Königs: Aufforderung zur Teilnahme an der Nationalversammlung
- Verfassungsgebende Nationalversammlung

### **Der Beginn der Französischen Revolution**

- Revolution der Abgeordneten des Dritten Standes  
⇒ Verfassungsgebende Nationalversammlung
- Munizipale<sup>52</sup> Revolution:  
14.7.1789: Sturm auf die Bastille
  - Bildung einer Nationalgarde
  - „Befreiung“ von sieben Gefangenen
  - Symbol der alten Herrschaft bezwungen
  - Legendenbildung
  - Nationalfeiertag

---

<sup>52</sup>städtische

- Revolution der Bauern<sup>53</sup> in den Provinzen:
  - Grand Peur<sup>54</sup>
  - Allgemeiner Bauernaufstand
  - Plünderung, Verwüstung adeliger Herrschaftssitze

Beginn der Revolution in drei Teilrevolutionen

Siehe: Revolutionsbegriff (S. 226)

### **Die erste Phase der Revolutionen – das Ende des Ancien Régime und die grundlegende Umgestaltung des sozialen und politischen Lebens**

4./5.8.1789: Abschaffung der Feudalität

26.8.1789: Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte<sup>55</sup>

Weitere Änderungen von 1789-91:

- Einziehen der Kirchengüter als Nationalgüter, Ausgabe von Staatsschuldscheinen auf diese Güter ⇒ Schuldenabbau des Staates
- Alte Provinzen → 83 Departments<sup>56</sup>
- Zivilverfassung für den Klerus ⇒ Pfarrer und Bischöfe werden gewählt und auf die Nation vereidigt<sup>57</sup>
- Abschaffung von Sondergerichten ⇒ Wahl von Richtern und Geschworenen
- Beseitigung aller Binnenzölle
- Abschaffung der Zünfte
- Abschaffung des Adels<sup>58</sup>

---

<sup>53</sup>BTW, die Bauern haben unter den Hungersnöten nicht so sehr gelitten

<sup>54</sup>große Furcht (vor militärischen Aktionen des Königs)

<sup>55</sup>zum ersten Mal auf'm Kontinent

<sup>56</sup>Entmachtung alter Adelsstrukturen (zumindest 'nen bissel)

<sup>57</sup>keine Ordination mehr

<sup>58</sup>jetzt richtig, davor nur vor'm Gesetz, jetzt sollte das auch richtig in die Mentalität der Leute 'rein

3.9.1791: Erste Repräsentativverfassung des Kontinents<sup>59</sup>

- Exekutive: König
- Legislative: Nationalversammlung
- Iudikative: Vom Volk gewählte Richter
- Ausdruck des Interesses des besitzenden Bürgertums (Zensuswahlrecht)
- Einigermaßen Verwirklichung der Gewaltenteilung
- Arrangement der Revolution mit der alten Ordnung (konstitutionelle Monarchie)

„BTW, die Hungersnot war immer noch da“

Kritik Robespierres:

- Getragen von Rousseau

### **6.1.38 Von der Republik zur Diktatur des Wohlfahrtsausschusses**

Lage im Frühjahr/Sommer 1793:

- Zusätzlich der sozialen Situation:  
Ungesicherte Lebensmittelversorgung, Versagende Iudikative, Werteverfall der Assignaten<sup>60</sup>
- Konterrevolutionäre Aufstände, Bürgerkrieg (Juni 1793 60/80 Departments rebellieren), blutige Niederschlagung (ca. 50.000 Tote)
- Krieg mit fast allen europäischen Mächten

---

<sup>59</sup>nur in England gab's schon zuvor so eine Verfassung

<sup>60</sup>Staatsschuldscheine

- Ineinanderwirken von äußerem und inneren Konflikten
- Verlegung der Macht von Konvent auf der Wohlfahrtsausschuss
- Errichtung einer Drohkulisse: Bespitzelungs- und Denuntiationssystem
- Bemühen um Überwindung der Krise durch Radikalisierung der Revolution

#### **6.1.39 Warum übersteht Frankreich die Krise 1793/94**

- Terror als Mittel, Bürgerkriege einzudämmen
- Zusammenfassung eigener Kräfte gegen äußere Feinde (levée en masse: Heeresdienstpflicht)
- Motivation durch revolutionäre Ideen: Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit
- Bewusstsein, unterdrückten Völkern zu helfen
- Zögernde und unkoordinierte Kriegsführung der antifranzösischen Koalition

#### **6.1.40 Sansculottenherrschaft und legaler Terror**

Hinrichtung Ludwigs XVI. am 21.1.1793:

- ⇒ Innenpolitische Entwicklung: gegenrevolutionäre Erhebungen v.a. in Vendée ⇒ grausame Niederschlagung
- ⇒ Außenpolitische Entwicklung: totale Mobilmachung (levée en masse), Erfolge der Revolutionsarmee E/P/Ö
- Radikalisierung
- ⇒ Sansculotten beherrschen das Konvent
- ⇒ Einrichtung des Wohlfahrtsausschusses
- ⇒ Verurteilung und Hinrichtung ohne rechtsstaatliche Formalität, Robespierre als allmächtige Figur

### 6.1.41 Von der konstitutionellen Monarchie zur Schreckenherrschaft

Innere Entwicklung: Teuerung und Hunger erhöhen den Druck der Straßen

Äußere Entwicklung: Materielle und personelle Mittel für den Krieg werden gebraucht

⇒ Nationalkonvent überträgt Rechte dem Wohlfahrtsausschuss unter Führung des Jakobiners Robespierre

⇒ Maßnahmen:

- Höchstpreise für Mehl und Getreide
- Festlegung von Maximallöhnen
- Wahrentwertung wird mit Todesstrafe belegt

### 6.1.42 Die letzte Phase der Revolution

Opposition stürzt und richtet Robespierre

→ Herrschaft der Thermidorianer:

#### **Innenpolitik**

- Beendigung der Revolution (Wirtschafts-Liberalismus<sup>61</sup> Schließung des Jakobinerclubs)
- Direktorialverfassung → Übergewicht der Notablen

#### **Außenpolitik**

Expansiv →

Errungenschaften nach dem Ende des ersten Koalitionskriegs (93-97):

- Linksrheinische Gebiete
- Tochterrepubliken in Italien

---

<sup>61</sup>XXX

Putschversuche von links und rechts → Niederschlagung durch das Militär

- Militär die größte Macht im Staat
- 1799: Staatstreich Napoleons

#### **6.1.43 Napoleons Herrschaft in Frankreich**

Durchsetzung seiner Herrschaft:

##### **Gesellschaftliche Reformen**

- Versöhnung mit der Kirche
- Code Civil (bürgerlich-liberale Rechtsordnung)
- Leistungs- und Funktionsprinzip

##### **Konsulatsverfassung**

- Machtkonzentration bei Napoleon
- Keine Menschen- und Bürgerrechte
- Pseudodemokratische Elemente

##### **Straffe, zentralistische Verwaltung**

- Beseitigung lokaler Autonomien
  - Kontrolle über Militär, Schule, Verwaltung
- ⇒ Überadministration der Gesellschaft

Höhepunkt: 1804: Kaiserkrönung

### **Napoleon verändert Deutschland**

Friede von Lunéville 1801 (linksrheinische Gebiete → Frankreich)  
→

Entschädigung für linksrheinische Gebiete im Reichsdeputations-hauptschluss

→ Säkularisation

→ Mediatisierung

→ Ende des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation

### **Reformen als Antwort auf Napoleon**

Reformen in den Rheinbundstaaten:

- Toleranz
- Entmachtung des Adels (Privileg)/Leistung
- Entmachtung der Kirche
- Einheitlicher Wirtschafts- und Rechtsraum

Reformen in Preußen:

- Selbstverwaltung
- Heeresreform
- Toleranz
- Schulwesenreform
- Wirtschaft: Bauernfreiheit, Gewerbefreiheit, Leistungsprinzip/Abschaffung adeliger Vorrechte
- Rationale Verwaltung, effiziente Staat (XXX?)

## 6.2 Lernen durch Lehren: Papsttum generell und Verhältnis zu den Staufern

### 6.2.1 Stoffsammlung

#### **Staufer**

Die Staufer sind ein Adelsgeschlecht, dessen Aufstieg 1079 begann.

Sie hatten ein Hauskloster und stifteten Kloster.

Der Name leitet sich von der Burg Stauf auf dem Hohenstaufen hab.

Der letzte Staufer war Konradin, der 1268 hingerichtet wurde.

Kampf mit dem Papst: Gegensätzliche Auffassungen über das Verhältnis von Kaisertum und Papsttum und die Angst vor einem Machtzuwachs des Kaisers in Italien führten zu einem neuen Kampf zwischen Kaiser und Papst, bei dem sich der Papst mit den lombardischen Städten verbündete.

1177 kam es in Venedig zum Frieden. Der Kaiser musste Papst Alexander III. anerkennen. Vor der Markuskirche kniet Barbarossa vor dem Papst, dieser richtet den Kaiser wieder auf. Die beiden reichen sich die Hände und geben sich den Friedenskuss.

1190 ertrank der Kaiser auf dem 3. Kreuzzug in Kleinasien im Fluss Saleph.

1227-1254 n.Chr.: Erbitterter Machtkampf der Staufer mit dem Papsttum, der mit dem Tod des Stauferkönigs Friedrich II. im Jahre 1250 endet. Sein Tod beendete gleichzeitig die Stauferepoche.

#### **Papsttum**

Name von lat. papa

Bezeichnugn für das Oberhaupt der römisch-katholischen Kirche

Rechtlich gilt das Amt des römischen Papstes, der Heilige Stuhl, als nichtstaatliches Völkerrechtssubjekt, neben der Vatikanstadt, als staatlichem Völkerrechtssubjekt.

Seit 1871 residiert der Papst im Vatikanischen Palast neben dem Petersdom.

Der Papst ist nach der Auffassung einiger christlichen Kirchen Nachfolger des Apostel Petrus, der von diesen Kirchen als erster Bischof von Rom angesehen wird und vermutlich um das Jahr 67 in Rom den Märtyrertod erlitten hat.

Zum Papst kann jeder getaufte männliche Katholik gewählt werden, Päpstin Johanna ist wahrscheinlich Legende.

Der Papst kann auch freiwillig zurücktreten, was bisher nur Coelestion V. 1924 getan hat.

Scharfe Kritiker sehen im Papsttum die Fortsetzung des Machtanspruchs des alten Roms.

### **Gegenpapst**

Als Gegenpapst wird ein Papst bezeichnet, wenn er zu Lebzeiten eines bereits kanonisch gewählten Papstes aufgestellt wurde.

Zur Aufstellung von Gegenpäpsten kam es, weil sich zum Beispiel das Kardinalskollegium spaltete, oder der Kaiser bzw. römische aristokratische Familien in die Papstwahl eingriffen.

Zahl der Gegenpäpste: zw. 25 und 40

### **Investiturstreit**

Streit zw. der päpstlichen und westlichen Macht

Früher wurden die Bischöfe auf Wunsch des Kaisers ernannt. Dann aber: Päpste wollten eine stärkere Stellung gegenüber den westl. Herrschern und beanspruchten das Investiturrecht und das Recht der Wahl des Bischofs für sich.

Eskalation des Investiturstreits unter Gregor VII. 1075

Stellung des Kirchenrechts über das westl. Recht durch Bischof Burchard von Worms

Wichtig laut Petrus Damiani: Wahl und Ernennung des Bischofs nach kanonischen Recht

Ritter Erlembald: Einsatz eines eigenen Erzbischof ⇒ Verhandl. zw. Papst und Kaiser

Versammlung von Heinrich mit der Mehrzahl der Bischöfe im Reichstag in Worms ⇒ Brief an Gregor VII: „Leg daAmt nieder!“

Antwort: „fu“

⇒ Heinrich steht unter Kirchenbann

Dann: Wormser Konkordat: FuuAllesWiederGut

Gang nach Canossa: Heinrich will nicht mehr Kirchenbann, Verhandlungen scheitern aber

Kriegerische Phase des Investiturstreits: Heinrich zog gegen Rom, er nimmt es 1084 ein und lässt sich von einem Gegenpapst zum Kaiser krönen. Der geflüchtete Papst bekommt Unterstützung von den Normannen. Heinrich musste sich deswegen dann zurückziehen, Rom war stark verwüstet. Gregor starb dann im Exil Salerno am 25.5.1085, Leute finden Papst doof.

Der Einfluss des Papstes steigt unter Urban II. wieder. Paschalis II. exkommunizierte Heinrich.

Dann wird der Kaiser vom eigenen Sohn gefangen genommen.

Heinrich nimmt Paschalis II gefangen und zwingt ihm, das Investiturrecht zu übertragen und ihm zum Kaiser zu krönen.

## Bilder

- Papst Gregor vor der Burg Canossa mit Bitte um Vergebung<sup>62</sup>
- Heinrich IV.<sup>63</sup>
- Gregor VII.<sup>64</sup>
- Dictatus Papae (auf lateinisch)<sup>65</sup>

## Die Quelle

Siehe Quelle.latex.

---

<sup>62</sup><http://de.geocities.com/boriskoerkelweb/studies/investitur/canossa.jpg>

<sup>63</sup>[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/7/7b/Heinrich\\_4\\_g.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/7/7b/Heinrich_4_g.jpg)

<sup>64</sup>[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/24/Gregor7\\_g.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/24/Gregor7_g.jpg)

<sup>65</sup><http://www.unf.edu/classes/medieval/image/DictatusPapae-manuscript.jpg>

## Quellen

- >[http://www.wcurlin.de/links/basiswissen/basiswissen\\_staufer.htm](http://www.wcurlin.de/links/basiswissen/basiswissen_staufer.htm)<sup>66</sup>
- ><http://de.wikipedia.org/wiki/Investiturstreit><sup>67</sup>
- ><http://de.wikipedia.org/wiki/Staufer><sup>68</sup>
- ><http://de.wikipedia.org/wiki/Papst><sup>69</sup>
- ><http://de.wikipedia.org/wiki/Gegenpapst><sup>70</sup>
- >[http://de.wikipedia.org/wiki/Dictatus\\_Papae](http://de.wikipedia.org/wiki/Dictatus_Papae)<sup>71</sup>

## Investiturstreit

Streit zw. der päpstlichen und weltlichen Macht

Früher wurden die Bischöfe auf Wunsch des Königs/Kaisers ernannt (weil so der König Macht über den Papst hatte, z.B. hat Heinrich III. drei Päpste absetzen lassen). Dann aber: **Kirchenreformen des 11. Jhd.**: Papst will eine stärkere Stellung gegenüber den westl. Herrschern und beansprucht das **Investiturrecht** (das Recht, Bischöfe zu ernennen) im **Dictatus Papae** für sich.

„Niemals dürfen Kleriker (Geistliche) von Laien (Weltlichen) ernannt werden.“ Wenn das noch passiert: **Grundübel!**

1075: Heinrich IV. ernennt einen vom Papst exkommunizierten Erzbischof ⇒ „Lass das! Sonst kriegst du Kirchenbann!“, Dictatus Papae ⇒ „Ach lass mich doch“

1076: Reichstag in Worms: Brief von Heinrich und anderen Bischöfen an Papst Gregor VII.: „**Leg dein Amt nieder!**“

1076: Antwort auf der Fastensynode in Rom: „Ach fu!“, **Absetzung Heinrichs** (weil: Wer gegen den Papst handelt, handelt gegen Gott, und kann somit kein Diener Gottes sein, wie ein Kaiser es ja ist), **Kirchenbann** auf Heinrich

---

<sup>66</sup>[http://www.wcurlin.de/links/basiswissen/basiswissen\\_staufer.htm](http://www.wcurlin.de/links/basiswissen/basiswissen_staufer.htm)

<sup>67</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Investiturstreit>

<sup>68</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Staufer>

<sup>69</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Papst>

<sup>70</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Gegenpapst>

<sup>71</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Dictatus\\_Papae](http://de.wikipedia.org/wiki/Dictatus_Papae)

Gang nach Canossa 1076: Heinrich will nicht mehr Kirchenbann  
 ⇒ Ok, Heinrich steht **nicht mehr** unter Kirchenbann

Kriegerische Phase des Investiturstreits: Heinrich **zog gegen Rom**, er nimmt es 1084 ein und lässt sich von einem **Gegenpapst** zum Kaiser krönen. Der geflüchtete Papst bekommt Unterstützung von den Normannen. Heinrich musste sich deswegen dann zurückziehen, Rom war stark verwüstet. **Gregor starb** dann im Exil Salerno am 25.5.1085, Leute finden **Papst doof**.

Der Einfluss des Papstes steigt unter Reformpapst Urban II. wieder. Paschalis II. **exkommuniziert Heinrich** ein zweites Mal.

Heinrich IV. will wieder entbannt werden, unternimmt Wallfahrt nach Jerusalem.

1105: Sein Sohn, Heinrich V., nen Freund vom Papst, nimmt dann **seinen eigenen Vater gefangen**. Vater stirbt.

1111: König **Heinrich V. nimmt Paschalis II. gefangen** und zwingt ihm, das Investiturrecht zu übertragen und ihm zum Kaiser zu krönen. Paschalis macht das, aber direkt nach der Freilassung macht er das wieder rückgängig.

1119: Papst Kalixt II. und Kaiser Heinrich V.: Verhandlungen ⇒  
 1122: Wormser Konkordat: Papst erhält Investiturrecht

Bilder:

- Papst Gregor vor der Burg Canossa mit Bitte um Vergebung<sup>72</sup>
- Heinrich IV.<sup>73</sup>
- Gregor VII.<sup>74</sup>
- Dictatus Papae (auf lateinisch)<sup>75</sup>

Tafelanschrieb:

Dictatus Papae 1075: Forderung des Investiturrechts (Recht auf Ernennung der Bischöfe) durch Papst Gregor VII. ⇒

Konflikt zwischen Heinrich IV. und V. und den Päpsten ⇒

Beilegung des Konflikts 1122 im Wormser Konkordat: Übergabe des Investiturrechts an den Papst

<sup>72</sup><http://de.geocities.com/boriskoerkelweb/studies/investitur/canossa.jpg>

<sup>73</sup>[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/7/7b/Heinrich\\_4\\_g.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/7/7b/Heinrich_4_g.jpg)

<sup>74</sup>[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/24/Gregor7\\_g.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/24/Gregor7_g.jpg)

<sup>75</sup><http://www.unf.edu/classes/medieval/image/DictatusPapae-manuscript.jpg>

## 7 Mathematik: Infinitesimalrechnung

### 7.1 Schulheft

#### 7.1.1 Funktion

Unter dem Begriff „Funktion“ versteht man eine eindeutige Zuordnung einer Ausgangsmenge (Definitionsmenge  $\mathbb{D}$ ) auf eine Bildmenge (Wertemenge  $\mathbb{W}$ ):

$$x \in \mathbb{D} \longmapsto y \in \mathbb{W}$$

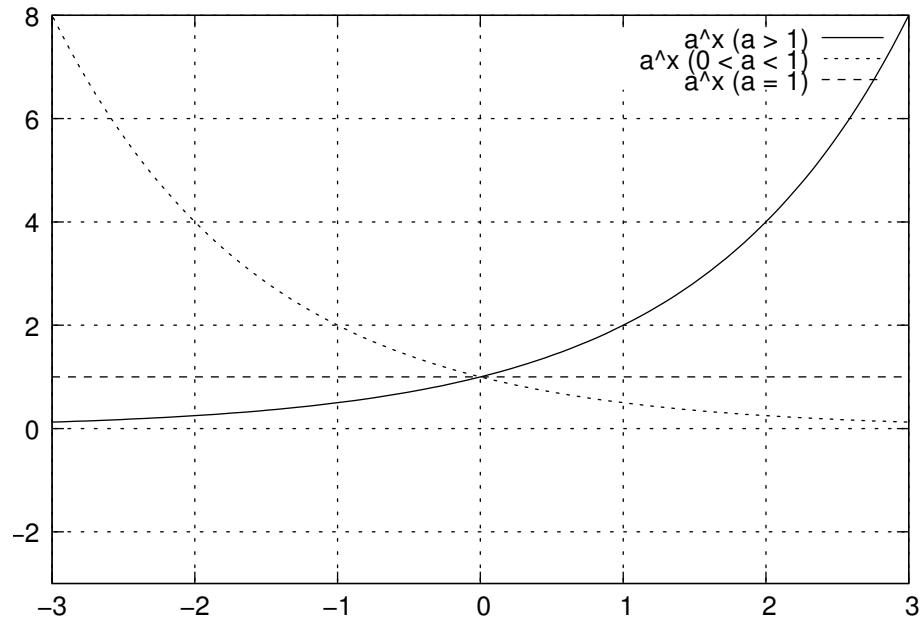
#### 7.1.2 Typen von mathematischen Funktionen

##### Polynomfunktionen:

- Konstante Funktion:  $f(x) = c$
- Lineare Funktion:  $f(x) = mx + t$
- Quadratische Funktion:  $f(x) = ax^2 + bx + c$
- Kubische Funktion:  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$

##### Exponentialfunktion:

$$f(x) = a^x (a > 0)$$



**Logarithmusfunktion:**

$$f(x) = \log_b x \quad (b \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\})$$

**Wurzelfunktion:**

$$f(x) = \sqrt{x} \quad (\mathbb{D} = \mathbb{R}_0^+ = \mathbb{W})$$

**Trigonometrische Funktionen:**

- $\sin x, \mathbb{D} = \mathbb{R}$
- $\cos x, \mathbb{D} = \mathbb{R}$
- $\tan x, \mathbb{D} = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{\pi}{2} + k \cdot \pi, k \in \mathbb{Z} \right\}$

**Gebrochenrationale Funktionen:**

$$\text{Z.B.: } \frac{1}{x}, \frac{2x}{x^2-1}, \frac{3x^5-7x}{5x^3+2x+1}$$

**Lineare Funktionen:**  $f(x) = mx + t$ 

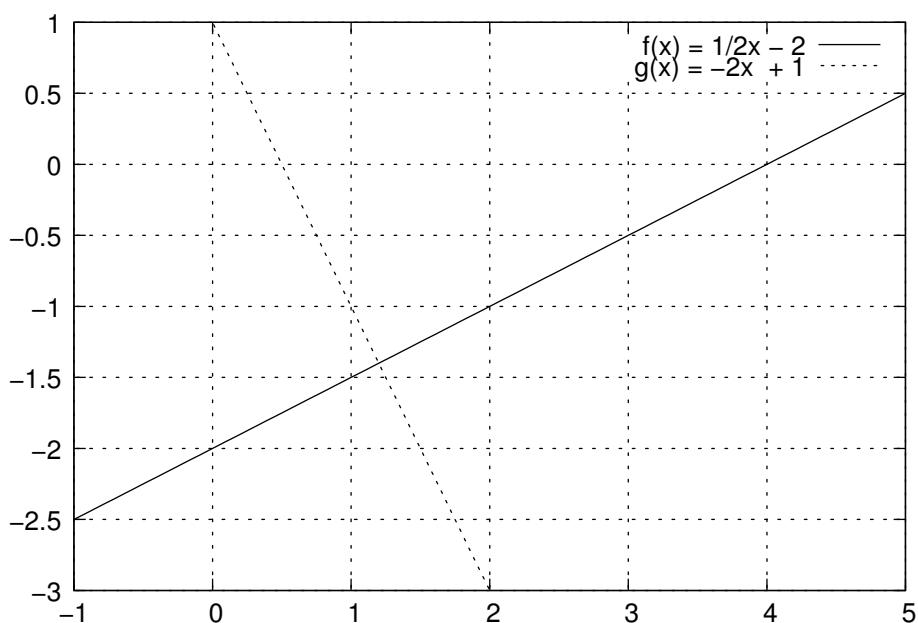
$m$ :

Steigung

$t$ :

$y$ -Abschnitt

Beispiel:  $f(x) = \frac{1}{2}x - 2$



**m:**

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha$$

**Nullstellen:**

$$f(x) = 0 \implies x = 4 \implies N(4; 0)$$

**Schnittpunkt mit y-Achse:**

$$T(0; -2)$$

Aufgabe: Schnittpunkts- und Winkelberechnung zwischen  $f$  und  $g(x) = -2x + 1$

**Schnittpunkt:**

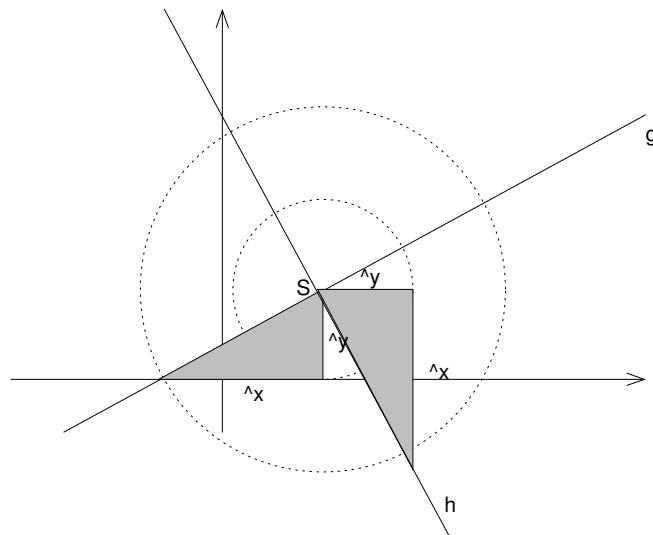
$$f(x) = g(x) \implies x = \frac{6}{5}$$

**Winkel:**

$$\tan(\arctan m_g - \arctan m_f) = \tan -\frac{\pi}{2} = \text{undefiniert}$$

$\Rightarrow f$  steht senkrecht auf  $g$  (auch wegen  $m_g = -\frac{1}{m_f}$ ).

### Senkrechte Geraden



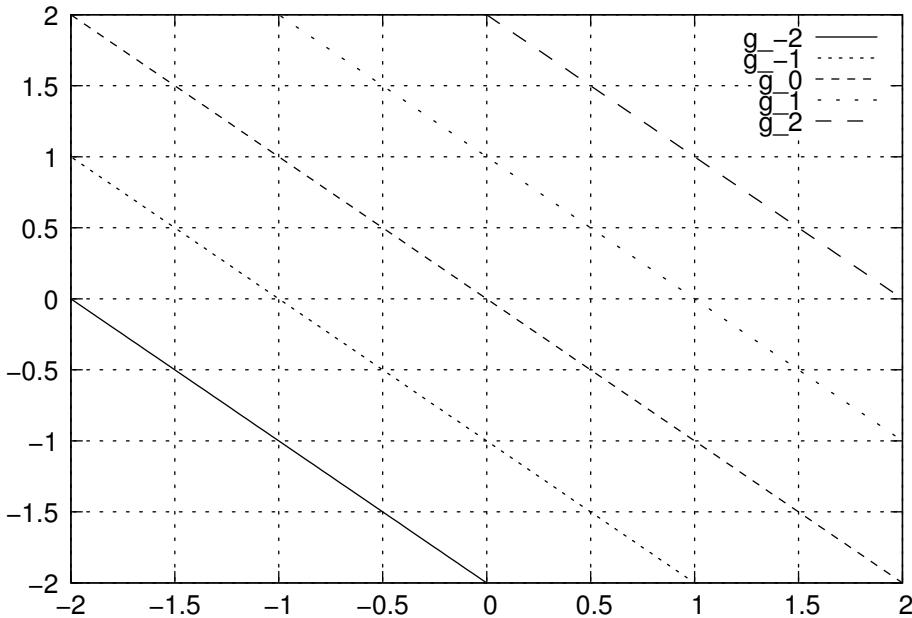
$$m_g = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$m_h = -\frac{\Delta x}{\Delta y}$$

$\Rightarrow m_g \cdot m_h = -1$  (Kennzeichen für senkrechte Geraden)

### Geradenscharen

Beispiel:  $g_k : x + y - k = 0; k \in \mathbb{R} \Rightarrow y = -x + k$ ; (Parallelenschar)



Zusatzaufgabe zur 2. Hausaufgabe:

Nimmt der Flächeninhalt  $A(t)$  beliebige Werte aus  $\mathbb{R}_0^+$  an?

Untersuchung für  $t \geq 0$ :

$$A(t) = \frac{t^2+1}{t}, t \neq 0;$$

Untersuchung der Wertemenge von  $A(t)$ :

Gibt es zu jedem Wert  $A \in \mathbb{R}^+$  einen  $t$ -Wert?

$$A = \frac{t^2+1}{t} \Rightarrow 0 = t^2 - 2At + 1 \Rightarrow t = \frac{2A \pm 2\sqrt{A^2-1}}{2} = A \pm \sqrt{A^2-1};$$

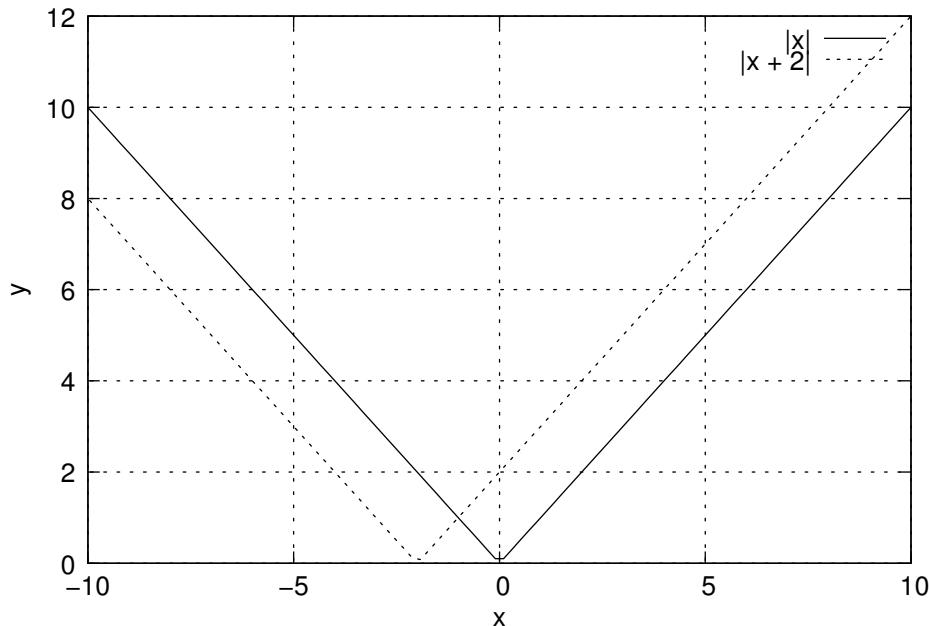
$$A^2 - 1 \geq 0 \Rightarrow A \geq 1 \Rightarrow W_A = [1; \infty[$$

$\Rightarrow$  Bei  $A = 1$ :  $t = 1 \Rightarrow$  Neigungswinkel  $45^\circ$ ;

### Stückweise lineare Funktionen

Die Betragsfunktion  $x \mapsto |x| = \begin{cases} x & \text{falls } x \geq 0; \\ -x & \text{falls } x < 0; \end{cases}$

Graph:



Abwandlungen:

$$1. \quad f(x) = |x + 2| = \begin{cases} -(x + 2) & \text{für } x \leq -2; \\ x + 2 & \text{für } x > -2; \end{cases}$$

### Die Signum-Funktion

$$x \mapsto \operatorname{sgn} x = \begin{cases} 1 & \text{wenn } x > 0; \\ 0 & \text{wenn } x = 0; \\ -1 & \text{wenn } x < 0; \end{cases}$$

Zusammenhang:  $x \cdot \operatorname{sgn} x = |x|$ ,  $x = |x| \cdot \operatorname{sgn} x$ ;

### Quadratische Funktionen

Allgemeine Form:  $f(x) = ax^2 + bx + c; a \neq 0$ ;

Bestimme die Gleichung der Parabel durch die Punkte  $P(-2; -\frac{5}{4})$ ,  $Q(\frac{1}{2}; 0)$  und  $R(1; \frac{7}{4})$ .

$\Rightarrow f(x) = x^2 + 2x - \frac{5}{4}$ ;  $\Rightarrow$  Parabel nach oben geöffnet;

### 7.1.3 Monotonie von Funktionen

$f$  heißt in einem Bereich  $[a; b]$  monoton steigend (fallend), wenn für alle  $x_1, x_2 \in [a; b]$  mit  $x_1 < x_2$   $f(x_1) \leq f(x_2)$  ( $f(x_1) \geq f(x_2)$ ) folgt.

Gilt außerdem  $f(x_1) < f(x_2)$  ( $f(x_1) > f(x_2)$ ), so liegt **strenge** Monotonie vor.

Methode zur Untersuchung: Man betrachtet die Vorzeichen von  $f(x_2) - f(x_1)$ .

### 7.1.4 Einschub zur Symmetrie

- $f(-x) = f(x); \Rightarrow$  Symmetrie zur  $y$ -Achse
- $f(-x) = -f(x); \Rightarrow$  Symmetrie zum Ursprung

### 7.1.5 Infimum und Supremum

Die größte untere Schranke einer Menge heißt Infimum.

Die kleinste obere Schranke einer Menge heißt Supremum.

### 7.1.6 Umkehrfunktion

Ziel: Abbildung rückgängig machen, d.h.:  $f^{-1}(f(x)) = x;$

$x \in \mathbb{D}_f \xrightarrow{f} y \in \mathbb{W}_f = \mathbb{D}_{f^{-1}} \xrightarrow{f^{-1}} x \in \mathbb{D}_f = \mathbb{W}_{f^{-1}}$ ;

Schritte:

1. Auflösen nach  $x$
2. Vertauschen von  $x$  mit  $y$

$G_f$  und  $G_{f^{-1}}$  sind spiegelbildlich bezüglich der Geraden  $y = x$ .

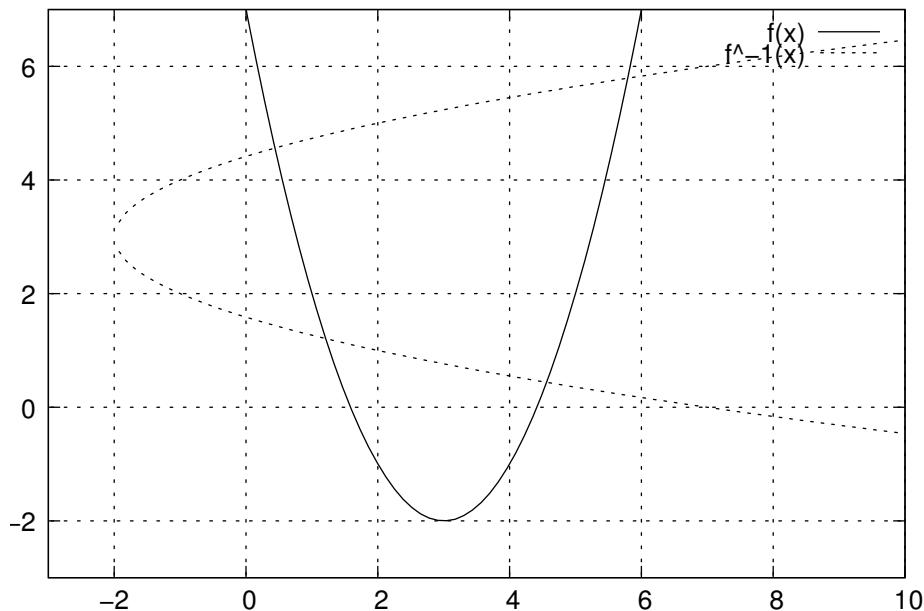
$f$  ist **umkehrbar**.

### Umkehrung einer quadratischen Funktion

Beispiel:  $f(x) = (x - 3)^2 - 2$ ;  $D_f = \mathbb{R}$ ;  $W_f = [-2; \infty[$ ;

Auflösen nach  $x$ :  $x = 3 \pm \sqrt{y + 2}$ ;

$\Rightarrow f$  ist nicht umkehrbar.



Monotoniekriterium für Umkehrbarkeit:

Eine Funktion ist dann umkehrbar, wenn sie streng monoton ist.

Zerlegung von  $f$  in zwei streng monotone Teile:

- $f_1(x) = (x - 3)^2 - 2$ ;

$$\mathbb{D}_{f_1} = ]-\infty; 3]$$

$$\mathbb{W}_{f_1} = [-2; \infty[$$

- $f_2(x) = (x - 3)^2 - 2$ ;

$$\mathbb{D}_{f_2} = [3; \infty]$$

$$\mathbb{W}_{f_2} = ]-2; \infty[$$

Umkehrung:  $y = 3 \pm \sqrt{2 + x}$ ;

- $f_1^{-1}(x) = 3 - \sqrt{x+2}$ ;  
 $\mathbb{D}_{f_1^{-1}} = \mathbb{W}_{f_1} = [-2; \infty[$ ;  
 $\mathbb{W}_{f_1^{-1}} = \mathbb{D}_{f_1} = ]-\infty; 3]$ ;
- $f_2^{-1}(x) = 3 + \sqrt{x+2}$ ;  
 $\mathbb{D}_{f_2^{-1}} = \mathbb{W}_{f_2} = ]-2; \infty[$ ;  
 $\mathbb{W}_{f_2^{-1}} = \mathbb{D}_{f_2} = ]3; \infty]$ ;

### 7.1.7 Erweiterte Symmetriebetrachtung

**Symmetrie zur Achse**  $x = x_0$

$$f(x_0 - h) = f(x_0 + h); h \in \mathbb{R}^+;$$

Ansatz:  $f(x_0 - h) - f(x_0 + h) = \dots = 0$ ;

**Symmetrie zu**  $P(x_0; y_0)$

$$\frac{f(x_0+h)+f(x_0-h)}{2} = \dots = y_0;$$

### 7.1.8 Rationale Funktionen

Rationale Funktionen haben die Form  $f(x) = \frac{Z(x)}{N(x)}$  wobei  $Z(x)$  und  $N(x)$  Polynome sind.

$$\mathbb{D}_f = \mathbb{R} \setminus \{x | N(x) = 0\};$$

#### Einteilung der Definitionslücken

- Unendlichkeitsstellen (Polstellen)

**mit VZW:**

Linearfaktor mit ungerader Potenz

**ohne VZW:**

Linearfaktor mit gerader Potenz

- „Lochstellen“: Linearfaktor des Nenners kommt im Zähler mindestens mit gleicher Vielfachheit vor.

### 7.1.9 Folgen

1. Natürliche Zahlen:  $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$
2. Ungerade Zahlen:  $1, 3, 5, 7, \dots, 2\nu + 1$  mit  $\nu \in \mathbb{N}_0$
3.  $7, 14, 21, \dots, 7\nu$  mit  $\nu \in \mathbb{N}$
4.  $9, 16, 23, 30, \dots, 7\nu + 2$  mit  $\nu \in \mathbb{N}$
5.  $1, 3, 9, 25, \dots, 3^{\nu-1}$  mit  $\nu \in \mathbb{N}$

Zahlenfolgen sind Funktionen mit der Definitionsmenge  $\mathbb{N}$ .

Zum Beispiel:

$$\begin{aligned} f : \nu &\mapsto f(\nu) = (-1)^\nu \cdot \frac{1}{\nu}; \nu \in \mathbb{N}; \\ 1 &\mapsto a_1 = -1; \\ 2 &\mapsto a_2 = \frac{1}{2}; \\ 3 &\mapsto a_3 = -\frac{1}{3}; \\ 4 &\mapsto a_4 = \frac{1}{4}; \end{aligned}$$

$\langle a_\nu \rangle$  ist eine alternierende Folge.

- Bei arithmetischen Folgen gilt:

$$a_{\nu+1} = a_\nu + d; d \in \mathbb{R};$$

- Bei geometrischen Folgen gilt:

$$a_{\nu+1} = a_\nu \cdot q; q \in \mathbb{R};$$

### Geometrische Folgen

$$a_{\nu+1} = a_\nu \cdot q; q \in \mathbb{R}; \Rightarrow \frac{a_{\nu+1}}{a_\nu} = q;$$

⇒ Allgemeines Glied der geometrischen Folge:  $a_\nu = a_1 \cdot q^{\nu-1}$ ;

Für  $q > 1$  ( $0 < q < 1$ ) und  $a_1 > 0$  ist  $\langle a_\nu \rangle = \{a_1 \cdot q^{\nu-1} | \nu \in \mathbb{N}\}$  sms und nach oben nicht beschränkt (smf).

### Der Luftdruck als geometrische Folge

$$p(h) = p_0 \cdot 0,882^{\frac{h}{\text{km}}};$$

### 7.1.10 Reihen

Die Glieder einer (endl.) Folge werden aufsummiert:

$$a_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum_{\nu=1}^n a_\nu; \quad n \in \mathbb{N};$$

#### Geometrische Reihen

$$s_n = \sum_{\nu=1}^n a_1 q^{\nu-1} = a_1 \cdot \sum_{\nu=1}^n q^{\nu-1} = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}; \quad q \neq 1;$$

### 7.1.11 Grenzwerte

#### Grenzwerte von Funktionen für $|x| \rightarrow \infty$

Allgemein:  $f(x)$  hat für  $x \rightarrow \infty$  den Grenzwert 0, wenn  $|x|$  jede noch so kleine positive Zahl (meist stellvertretend mit  $\varepsilon$  bezeichnet) unterschreitet, wenn man nur  $x$  genügen groß macht.

$x_s$  bezeichnet man auch als „Schwellenwert“.

$f(x)$  hat für  $x \rightarrow -\infty$  den Grenzwert 0, wenn es zu jedem noch so kleinen positiven  $\varepsilon$  einen Schwellenwert  $x_s$  gibt, so dass **für alle**  $x < x_s$  gilt:  $|f(x)| < \varepsilon$ ;

Def.:  $f(x)$  hat für  $x \rightarrow \infty$  ( $x \rightarrow -\infty$ ) den Grenzwert  $a$ , wenn es zu jedem noch so kleinen positiven  $\varepsilon$  einen Schwellenwert  $x_s$  gibt, so dass für alle  $x > x_s$  ( $x < x_s$ ) gilt:  $|f(x) - a| < \varepsilon$ ;

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{a}{x^n} = 0; \quad a \in \mathbb{R}; n \in \mathbb{N};$$

#### Regeln für Grenzwerte

Sind  $f$  und  $g$  Funktionen mit  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = a$  und  $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = b$ , dann gilt:

1.  $\lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) \pm g(x)) = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = a \pm b;$
2.  $\lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) \cdot g(x)) = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = a \cdot b;$
3.  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)}{\lim_{x \rightarrow \infty} g(x)} = \frac{a}{b}; \quad b \neq 0; \quad g(x) \neq 0 \text{ für „hinreichend“ große } x;$

Zusatz für Funktionen mit **bestimmter** Divergenz:

Aus  $f(x) \rightarrow \infty$  für  $x \rightarrow \infty$  folgt:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{f(x)} = 0$ ;

Analoge Sätze gelten für  $x \rightarrow -\infty$ .

Es gibt drei Fälle bei gebrochen rationalen Funktionen:

- Zählergrad < Nennergrad  $\Rightarrow \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$ ;
- Zählergrad = Nennergrad  $\Rightarrow f$  ist konvergent;
- Zählergrad > Nennergrad  $\Rightarrow f$  ist divergent;

### Schrankenfunktion (Majoranten)

Beispiel:  $f(x) = \frac{1}{2} \cdot \sin x$ ;

Vermutung:  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$ ;

$|f(x)| = \left| \frac{1}{2} \cdot \sin x \right| = \frac{1}{2} \cdot |\sin x| \leq \frac{1}{x} \rightarrow 0$  für  $x \rightarrow \infty$ ;

$\Rightarrow f(x) \rightarrow 0$  für  $x \rightarrow \infty$ ; ( $\frac{1}{x}$  ist Majorante für  $|f(x)|$ .)

$f$  hat für  $x \rightarrow \infty$  die Asymptote  $y = g(x)$ , wenn gilt:  $\lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - g(x)) = 0$ ;

### Grenzwerte von Zahlenfolgen

Allgemein gilt: Die geometrische Folge  $a_\nu = a \cdot q^{\nu-1}$  ist für  $|q| < 1$  konvergent mit dem Grenzwert Null.

### Grenzwert der unendlichen geometrischen Reihe

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a \frac{q^n - 1}{q - 1} = \frac{a}{q-1} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} (q^n - 1) = \frac{a}{1-q}; \quad \text{für } |q| < 1;$$

Ergebnis: Für  $|q| < 1$  hat die geometrische Reihe  $s_n = \sum_{\nu=1}^n aq^{\nu-1}$  für  $n \rightarrow \infty$  den Grenzwert  $\frac{a}{1-q}$ .

### Grenzwert bei Funktionen für $x \rightarrow x_0$

Def.:  $f$  hat für  $x \rightarrow x_0$  den Grenzwert  $a$ , wenn  $f$  in einer Umgebung von  $x_0$  definiert ist und wenn gilt:  $|f(x) - a| < \varepsilon$  (mit  $\varepsilon > 0$ ) falls nur  $x$  „genügend“ nahe bei  $x_0$  gewählt wird.

Schreibweise:  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = a$ ;

Methoden zur Berechnung:

#### „Kürzen“

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - x - 2}{x - 2} = \lim_{x \rightarrow 2} (x + 1) = 2 + 1 = 3;$$

#### „h-Methode“

Untersuchung in der „Nähe“ von  $x_0$  durch die Substitution  $x = x_0 \pm h$  (mit  $h > 0$ ).

$$\text{Im Beispiel: } \lim_{x \rightarrow 2+} \frac{x^2 - x - 2}{x - 2} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{4 + 4h + h^2 - 2 - h - 2}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{3h + h^2}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} (3 + h) = 3 + 0 = 3;$$

Zusammenfassung: Beim  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$  lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

$$x_0 \in D_f$$

**a)**  $\lim_{x \rightarrow x_0-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow x_0+} f(x);$

Grenzwert existiert nicht, Divergenz, Sprungstelle

**b)**  $\lim_{x \rightarrow x_0-} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0+} f(x) \neq f(x_0);$

Grenzwert existiert (Konvergenz),  $f$  ist an der Stelle  $x_0$  **nicht stetig**.

**c)**  $\lim_{x \rightarrow x_0-} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0+} f(x) = f(x_0);$

Grenzwert existiert,  $f$  ist an der Stelle  $x_0$  **stetig**.

$$x_0 \notin D_f$$

**a)**  $|f(x)| \rightarrow \infty$  für  $x \rightarrow x_0+$  oder  $x \rightarrow x_0-$ ;

Unendlichkeitsstelle (mit bzw. ohne VZW), Divergenz

**b)**  $\lim_{x \rightarrow x_0^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0^+} f(x);$

Konvergenz, „Lochstelle“ (stetig ergänzbare Definitionslücke)

**c)**  $\lim_{x \rightarrow x_0^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow x_0^+} f(x);$  (aber beide Grenzwerte endlich)

Divergenz, gelochte Sprungstelle

Ergänzungen:

- Eine Funktion  $f$  ist an der Stelle  $x_0 \in D_f$  **stetig**, wenn gilt:

$$\lim_{x \rightarrow x_0^-} = \lim_{x \rightarrow x_0^+} = f(x_0);$$

- Für die Grenzwerte  $x \rightarrow x_0$  gelten die bekannten Grenzwertsätze in analoger Weise.

### 7.1.12 Differentialrechnung

#### Einführung

Steigung einer Kurve im Punkt  $P_0(x_0; y_0)$  – Tangente:

Wir wählen einen benachbarten Punkt  $P(x; y)$  und bestimmen die Steigung  $m_s$  der Sekante  $P_0P$ .

$$m_s = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y - y_0}{x - x_0}; \text{ (Differenzenquotient)}$$

Wander der Punkt  $P$  auf der Kurve gegen den festen Punkt  $P_0$ , so strebt die zugehörige Sekante einer Grenzlage zu, mit der Steigung  $m_t$  (Tangentensteigung).

$$P \rightarrow P_0 \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow x_0; \\ y \rightarrow y_0; \end{array} \right\} \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow x_0; \\ f(x) \rightarrow f(x_0); \end{array} \right\} \Rightarrow m_t = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0};$$

(Differentialquotient von  $f$  an der Stelle  $x_0$ )

**Def.:** Eine Funktion  $f : x \mapsto f(x)$  heißt an der Stelle  $x_0 \in D_f$  differenzierbar, wenn die zugehörige Differenzenquotientenfunktion  $m_s = \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$  mit  $x \in D_f \setminus \{x_0\}$  an der Stelle  $x_0$  stetig ergänzbar ist, d.h. wenn  $m_t = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$  (Differentialquotient) existiert. Der Grenzwert wird auch als **Ableitung** von  $f$  an der Stelle  $x_0$  bezeichnet und man schreibt dafür  $f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$ ,

Beispiele: Ableitung an der Stelle  $x_0$ :

- Quadratfunktion:

$$f(x) = x^2;$$

$$\Rightarrow f'(x_0) = 2x_0;$$

- Identische Funktion:

$$f(x) = x;$$

$$\Rightarrow f'(x_0) = 1;$$

- Konstante Funktion:

$$f(x) = c;$$

$$\Rightarrow f'(x_0) = 0;$$

- Kubische Funktion:

$$f(x) = x^3;$$

$$\Rightarrow f'(x_0) = 3x_0^2;$$

- Betragsfunktion an der Stelle  $x_0 = 0$ :

$$f(x) = |x| = \begin{cases} -x & \text{für } x < 0; \\ x & \text{für } x > 0; \end{cases}$$

Rechtsseitige Ableitung:  $f'_r(0) = \dots = 1$ ;

Linksseitige Ableitung:  $f'_l(0) = \dots = -1$ ;

$|x|$  ist an der Stelle  $x_0 = 0$  nicht diffbar (Knickstelle).

- Wurzelfunktion:

$$f(x) = \sqrt{x};$$

$$f'(x_0) = \dots = \frac{1}{2\sqrt{x_0}};$$

- Reziproke Funktion:

$$f(x) = \frac{1}{x};$$

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}}{x - x_0} = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{x_0 - x}{xx_0(x - x_0)} = \lim_{x \rightarrow x_0} -\frac{1}{xx_0} = -\frac{1}{x_0^2};$$

### Die Ableitungsfunktion

**Def.:** Ist die Funktion  $f$  für alle  $x \in D_f$  diffbar, so heißt  $f$  in  $D_f$  **diffbar**. Man nennt dann die Funktion  $f' : x \mapsto f'(x); \quad x \in D_f$  die Ableitungsfunktion (kurz die Ableitung) von  $f$ . Die Rechenoperation, die  $f$  überführt in  $f'$ , nennt man **Ableiten** oder **Differenzieren**.

Andere Schreibweisen für  $f'$ :  $y'$ ,  $f'(x) = \frac{dy}{dx}$ ; („dy nach dx“),  $f'(x) = \dot{f}(t)$ ;

Merke: Ist  $f$  an der Stelle  $x_0$  diffbar, so ist  $f$  dort auch stetig. (Notwendig für die Diffbarkeit ist Stetigkeit.)

$f$  diffbar;  $\Rightarrow f$  stetig;

$f$  nicht stetig;  $\Rightarrow f$  nicht diffbar;

### Ableitungsregeln

- Ableitung einer Summe:  $f(x) = u(x) + v(x)$ ;

$$\begin{aligned} f'(x_0) &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{u(x) + v(x) - u(x_0) - v(x_0)}{x - x_0} = \\ &= \lim_{x \rightarrow x_0} \left[ \frac{u(x) - u(x_0)}{x - x_0} + \frac{v(x) - v(x_0)}{x - x_0} \right] = \\ &= u'(x_0) + v'(x_0); \end{aligned}$$

(Summenregel)

- Konstanter Faktor:  $f(x) = k \cdot u(x)$ ;

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{k u(x) - k u(x_0)}{x - x_0} = k \cdot u'(x_0); \text{ (Faktorregel)}$$

Ein konstanter Faktor bleibt beim Ableiten erhalten!

- Ableitung eines Produkts:  $f(x) = u(x) \cdot v(x)$ ;

$$\begin{aligned} f'(x_0) &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{u(x)v(x) - u(x_0)v(x_0)}{x - x_0} = \\ &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{u(x)v(x) - u(x_0)v(x) + u(x_0)v(x) - u(x_0)v(x_0)}{x - x_0} = \\ &= \lim_{x \rightarrow x_0} \left[ v(x) \frac{u(x) - u(x_0)}{x - x_0} + u(x_0) \frac{v(x) - v(x_0)}{x - x_0} \right] = \\ &= u'(x_0)v(x_0) + v'(x_0)u(x_0); \end{aligned}$$

(Produktregel)

Kurz:  $(uv)' = u'v + v'u$ ;

## Tangente und Normale in einem Kurvenpunkt

### Die Ableitung der Sinusfunktion

#### a) Im Ursprung

$f(x) = \sin x; \quad \sin(-x) = \sin x; \Rightarrow$  Symmetrie zum Ursprung

$$f'(0) = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - \sin 0}{x - 0} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \varphi(x);$$

$$\varphi(-x) = \frac{\sin(-x)}{-x} = \frac{\sin(x)}{x} = \varphi(x); \Rightarrow$$
 Symmetrie zur  $y$ -Achse

Abschätzung für  $0 < x < \frac{\pi}{2}$ :

Flächenvergleich:

[Abbildung:  $\sin x, x$  und  $\tan x$  am Einheitskreis]

$$\begin{aligned} A_{\triangle OPQ} &< A_{\triangle OPQ} &< A_{\triangle ORQ}; \\ \frac{1}{2} \sin x &< \pi r^2 \frac{x}{2\pi} &< \frac{1}{2} \tan x; \\ \sin x &< x &< \tan x; \\ 1 &< \frac{x}{\sin x} &< \frac{1}{\cos x}; \\ 1 &> \frac{\sin x}{x} &> \cos x; \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1; \text{ (Wichtiger Grenzwert!)}$$

$$\text{Zusatz: } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin x} = 1;$$

$$\text{Beispiel: } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{2x}{\sin 3x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x \cdot \frac{2}{3}}{\sin 3x} = \frac{2}{3};$$

#### b) Ableitung von $f(x) = \sin ax$ an der Stelle $x_0$

$$\begin{aligned} x \rightarrow x_0: \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} &= \frac{\sin ax - \sin ax_0}{x - x_0} = \frac{2 \cos \frac{ac+ax_0}{2} \sin \frac{ax-ax_0}{2}}{x - x_0} = \\ &\frac{2 \cos \left[ \frac{a}{2} (x + x_0) \right] \sin \left[ \frac{1}{2} (x - x_0) \right]}{(x - x_0) \frac{a}{2} \cdot \frac{2}{a}}; \end{aligned}$$

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \left\{ a \cdot \cos \left[ \frac{a}{2} (x - x_0) \right] \frac{\sin \left[ \frac{a}{2} (x - x_0) \right]}{\frac{a}{2} (x - x_0)} \right\} = a \cdot \cos ax_0;$$

Ergebnis:  $(\sin ax)' = a \cdot \cos ax$ ;

analog:  $(\cos ax)' = -a \cdot \sin ax$ ;

speziell:  $(\sin x)' = \cos x$ ;  $(\cos x)' = -\sin x$ ;

### Ableitung von Bewegungsgleichungen

#### Momentangeschwindigkeit aus der Weg-Zeit-Gleichung

$$x(t) = \frac{1}{2}at^2;$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t};$$

$$v(t_0) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t_0 - \Delta t) - x(t_0)}{\Delta t} = \dot{x}(t_0);$$

Allgemein:  $v(t) = \dot{x}(t) = at;$

#### Momentanbeschleunigung aus der Zeit-Geschwindigkeits-Gleichung

$$a(t_0) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(t_0 + \Delta t) - v(t_0)}{\Delta t} = \dot{v}(t_0) = \ddot{x}(t_0);$$

$$\Rightarrow a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{x}(t) = \text{const.};$$

### Bestimmung von Parabelscheiteln

Der Scheitel liegt dort, wo die Tangente die Steigung  $m_t = f'(x) = 0$  hat.

### Monotoniebereiche – relative Extrema

Merke: Ist  $f'(x)$  im Intervall  $I = ]a, b[$  positiv (negativ), so ist  $f(x)$  auf  $I$  streng monoton steigend (fallend).

Mögliche Kurvenverläufe:

**a)**  $f'(x_0) > 0;$

**b)**  $f'(x_0) < 0;$

**c)**  $f'(x_0) = 0;$

$f'(x_0)$  wechselt das Vorzeichen von – nach +: Rel. Minimum (TIP)

$f'(x_0)$  wechselt das Vorzeichen von + nach –: Rel. Maximum (HOP)

$f'(x_0)$  wechselt das Vorzeichen nicht: Terrassenpunkt (TEP)

Notwendige Bedingung für ein relatives Extremum an der Stelle  $x_0$ :  $f'(x_0) = 0;$

Hinreichende Bedingung für ein Extremum ist ein VZW von  $f'(x_0)$ .

Alternativ: Die Ableitung von  $f$  hat ein Extremum, d.h.  $f''(x_0) = 0$  (notwendige Bedingung). Hinreichend für einen TEP ist, wenn gilt:  $f''(x_0) = 0$  und  $f''(x_0)$  hat einen VZW.

Ergänzung: Hinreichendes Kriterium für ein Extremum an der Stelle  $x_0$  ist, wenn gilt:  $f'(x_0) = 0$  **und**  $f''(x_0) \neq 0$ , und zwar Minimum für  $f''(x_0) > 0$  und Maximum für  $f''(x_0) < 0$ .

[Stetigkeit:  $\lim_{x \rightarrow x_0^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0^+} f(x) = f(x_0)$ ;]

[Diffbarkeit an der Stelle  $x_0 \Rightarrow$  Stetigkeit an der Stelle  $x_0$ ]

[Grenzwert des Diffquotienten an der Stelle  $x_0$  existiert  $\Rightarrow$  Diffbarkeit an der Stelle  $x_0$ ]

### 7.1.13 Eigenschaften von intervallweise stetigen Funktionen

#### Extremwertsatz

Ist  $f$  im **abgeschlossenen** Intervall  $[a, b]$  stetig, so ist  $f$  dort **beschränkt** und besitzt ein absolutes Maximum und Minimum.

#### Zwischenwertsatz

Ist  $f$  im abgeschlossenen Intervall  $[a, b]$  stetig und ist  $f(a) \neq f(b)$ , so nimmt die Funktion jeden Zwischenwert  $y_0$  zwischen  $f(a)$  und  $f(b)$  mindestens einmal an. D.h., es gibt zu jedem  $y_0 \in [f(a), f(b)]$  mindestens ein  $x_0 \in [a, b]$  mit  $f(x_0) = y_0$ .

„Von  $f$  wird kein Wert zwischen  $f(a)$  und  $f(b)$  ausgelassen.“

#### Nullstellensatz

Ist  $f$  in  $[a, b]$  stetig und sind die Vorzeichen von  $f(a)$  und  $f(b)$  verschieden, so gibt es in  $[a, b]$  mindestens eine Nullstelle  $x_0$  mit  $f(x_0) = 0$ .

### Mittelwertsatz der Differentialrechnung

Ist  $f$  im **abgeschlossenen** Intervall  $[a, b]$  stetig und im offenen Intervall  $]a, b[$  diffbar, so gibt es mindestens eine Stelle  $x_0 \in ]a, b[$ , für die gilt:  $f'(x_0) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ ;

Geometrische Deutung: Es gibt in  $]a, b[$  eine Stelle  $x_0$ , an der die Tangente an  $G_f$  parallel ist zur Sekante  $(a, f(a))$  und  $(b, f(b))$ .

Anwendung zur linearen Approximation:

Sei  $I = [x_0, x_0 + h]$ . Dann gilt mit  $d \in ]0, 1[$ :

$$f'(x_0 + d \cdot h) = \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{x_0 + h - x_0} \Rightarrow$$

$$f(x_0 + h) = f(x_0) + h \cdot f'(x_0 + d \cdot h); \Rightarrow$$

$$f(x_0 + h) \approx f(x_0) + h \cdot f'(x_0);$$

### 7.1.14 Näherung des Sinus für kleine Winkel

$$\sin h \approx \sin 0 + h \cdot \cos 0 = h; (h \text{ klein})$$

Ergebnis: Für Winkel  $\stackrel{\leq}{\approx} 10^\circ$  gilt die Näherung  $\sin \varphi \approx \varphi$  (Bogenmaß).

### 7.1.15 Krümmungsverhalten, Wendepunkte

Die Steigung von  $f$  wird durch  $f'$  beschrieben, also ist das Abnahmeverhalten bzw. Zunahmeverhalten von  $f'$  zu beurteilen → Untersuchung von  $(f')' = f''$

- $f''(x_0) < 0; \Rightarrow f'(x_0)$  ist smf;  $\Rightarrow f$  ist rechtsgekrümmt;
- $f''(x_0) > 0; \Rightarrow f'(x_0)$  ist sms;  $\Rightarrow f$  ist linksgekrümmt;

Merke:

- $f$  ist rechtsgekrümmt;  $\Leftrightarrow f''$  ist negativ;
- $f$  ist linksgekrümmt;  $\Leftrightarrow f''$  ist positiv;

Eine Stelle  $x_0 \in D_f$  heißt Wendepunkt von  $f$ , wenn der Graph an der Stelle  $x_0$  sein Krümmungsverhalten wechselt.  $f''$  wechselt damit an der Stelle  $x_0$  das Vorzeichen. An der Stelle  $x_0$  selbst gilt:  $f''(x_0) = 0$ , falls  $f$  dort zweimal diffbar ist.

### 7.1.16 Zusammengesetzte Funktionen und Kettenregel

Sei  $f(x) = h(g(x)) = h(u)$  mit  $u = g(x)$  und  $u_0 = g(x_0)$ ;

Differenzenquotient an der Stelle  $x_0$ :

$$\begin{aligned} D(x_0) &= \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} = \frac{h(g(x)) - h(g(x_0))}{x - x_0} = \frac{h(u) - h(u_0)}{x - x_0} = \frac{h(u) - h(u_0)}{u - u_0}. \\ \frac{u - u_0}{x - x_0} &= \frac{h(u) - h(u_0)}{u - u_0} \frac{g(x) - g(x_0)}{x - x_0}; \end{aligned}$$

Für  $x \rightarrow x_0$  folgt:

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{h(u) - h(u_0)}{u - u_0} \frac{g(x) - g(x_0)}{x - x_0} = h'(u_0) \cdot g'(x_0);$$

### Die Kettenregel

Ist  $g(x)$  an der Stelle  $x_0$  und  $h(u)$  an der Stelle  $u_0 = g(x_0)$  diffbar, so ist auch die Verkettung  $f(x) = h(g(x))$  an der Stelle  $x_0$  diffbar und es gilt:

$$f'(x_0) = h'(u_0) \cdot g'(x_0) = h'(g(x_0)) \cdot g'(x_0);$$

### Ableitung von Quotienten

$$f(x) = \frac{1}{v(x)}; \Rightarrow f'(x) = -\frac{v'(x)}{v(x)^2};$$

$$\left[ \frac{u(x)}{v(x)} \right]' = \left[ u(x) \cdot \frac{1}{v(x)} \right] = \frac{u'(x)}{v(x)} + \frac{-u(x) \cdot v'(x)}{v(x)^2} = \frac{u'(x)v(x) - u(x)v'(x)}{v(x)^2};$$

$$\text{Kurz: } \left( \frac{u}{v} \right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}; \text{ (Quotientenregel)}$$

$$\text{Merkregel: „Z/W = (N*AZ - Z*AN)/N^2“}$$

### Die Regel von L'Hospital

Mittelwertsatz: In  $]a, b[$  gibt es mindestens eine Stelle  $x_0$  mit  $f'(x_0) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ .

$$\Rightarrow f(b) = f(a) + (b - a) f'(x_0);$$

$$\text{Mit } b = a + h;$$

$$\Rightarrow f(a + h) = f(a) + h f'(x_0);$$

$$x_0 = a + \vartheta h; \quad (0 < \vartheta < 1)$$

$$\Rightarrow f(a+h) = f(a) + hf'(a+\vartheta h);$$

$$\text{Regel von L'Hospital: } f(x) = \frac{u(x)}{v(x)};$$

Gesucht:  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ , wobei  $u(a) = v(a) = 0$ ;

Falls  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{u'(x)}{v'(x)}$  existiert, so gilt

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{u(x)}{v(x)} = \frac{u'(x)}{v'(x)};$$

Beweis: Aus dem Mittelwertsatz folgt

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow a} \frac{u(x)}{v(x)} &= \lim_{x \rightarrow a} \frac{u(a+h)}{v(a+h)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{u(x) + hu'(x)(a + \vartheta_1 h)}{v(x) + hv'(x)(a + \vartheta_2 h)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{hu'(x)(a + \vartheta_1 h)}{hv'(x)(a + \vartheta_2 h)} = \\ \frac{u'(x)}{v'(x)} &= \lim_{x \rightarrow a} \frac{u(x)}{v(x)}; \end{aligned}$$

## 7.2 Hausaufgaben

### 7.2.1 1. Hausaufgabe

#### Buch Seite 20, Aufgabe 3a

Bestimme die Steigung und die Geradengleichung, wenn der Abschnitt  $t$  auf der  $y$ -Achse und ein Punkt  $P$  gegeben sind!

$$t = -1; P(-2; 5);$$

$$5 = -2m - 1;$$

$$\Rightarrow 2m = -6; \Rightarrow m = -3;$$

$$\Rightarrow f: x \mapsto y = -3x - 1;$$

#### Buch Seite 20, Aufgabe 4a

Wie lautet die Gleichung der Geraden  $PQ$ ? Welche Steigung hat sie? Berechne den Neigungswinkel auf  $0,01^\circ$  genau!

$$P(2; 2); Q(4; 6);$$

$$\left. \begin{array}{l} 2 = 2m + t; \Rightarrow t = 2 - 2m; \\ 6 = 4m + t; \Rightarrow t = 6 - 4m; \end{array} \right\} \Rightarrow 2 - 2m = 6 - 4m; \Rightarrow 2m = 4; \Rightarrow m = 2;$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow t &= 2 - 2 \cdot 2 = -2; \\ \Rightarrow f : x &\mapsto y = 2x - 2;\end{aligned}$$

$$\arctan 2 \approx 63,43^\circ$$

### Buch Seite 20, Aufgabe 7a

Zeige, dass  $g_1$  und  $g_2$  aufeinander senkrecht stehen!

$$\left. \begin{array}{l} g_1 : x \mapsto y = 2x + 3; \Rightarrow m_1 = 2; \\ g_2 : x \mapsto y = -\frac{1}{2}x - 7; \Rightarrow m_2 = -\frac{1}{2}; \end{array} \right\} \Rightarrow m_1 \cdot m_2 = 2 \cdot -\frac{1}{2} = -1;$$

### 7.2.2 2. Hausaufgabe

#### Zettel, Aufgabe 52

$$h_t(x) = -tx + t; t \in \mathbb{R}; \mathbb{D}_{h_t} = \mathbb{R};$$

- a)** Zeige, dass alle Graphen der Schar eine gemeinsame Nullstelle haben.

$$\begin{aligned}-tx + t &= 0 \\ t \cdot (1 - x) &= 0 \\ 1 - x &= 0 \\ 1 &= x\end{aligned}$$

$$\Rightarrow N(1; 0)$$

- b)** Bestimme den Inhalt der Dreiecksfläche, die von der  $y$ -Achse und zwei zueinander senkrechten Schrägeraden begrenzt ist.

$$\begin{aligned}l_t(x) &= \frac{1}{t}x - \frac{1}{t}; \\ \Rightarrow A(t) &= \frac{1}{2} \cdot |h_t(0) - l_t(0)| \cdot 1 = \\ &= \frac{1}{2} \cdot \left| t + \frac{1}{t} \right| = \left| \frac{t^2 + 1}{2t} \right|;\end{aligned}$$

- c)** Für welches  $t$  schließt die Schrägerade mit der  $y$ -Achse einen Winkel von  $30^\circ$  ein?

$$\begin{aligned}m_{h_t} &= \tan \frac{\pi}{3} \\ -t &= \tan \frac{\pi}{3} \\ t &= -\tan \frac{\pi}{3} \\ t &= -\sqrt{3}\end{aligned}$$

### 7.2.3 3. Hausaufgabe

#### Zettel, Aufgabe 58

$$f_t(x) = tx + 2\sqrt{t^2 + 1}; \mathbb{D}_{f_t} = \mathbb{R}; t \in \mathbb{R};$$

- a)** Für welches  $t$  ist der Graph parallel zur Winkelhalbierenden des 1. Quadranten? Zeichne den Graphen!

$$\begin{aligned} tx &= x \\ t &= 1 \end{aligned}$$

- b)** Für welches  $t$  ist der Graph senkrecht zu einer Geraden mit der Gleichung  $y = 2x + 333$ ?

$$\begin{aligned} tx &= -\frac{1}{2}x \\ t &= -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

- c)** Welche Graphen der Schar schließen mit der  $x$ -Achse einen Winkel von  $60^\circ$  ein?

$$\begin{aligned} tx &= \tan \frac{\pi}{3} \cdot x \\ t &= \sqrt{3} \text{ sowie } -\sqrt{3} \\ \Rightarrow f_{\pm\sqrt{3}}(x) &= \pm\sqrt{3}x + 4; \end{aligned}$$

- d)** Bei welchen  $t$ -Werten sind die Nullstellen vom Ursprung  $2\sqrt{2}$  entfernt?

$$d = \pm 2\sqrt{2}$$

$$\begin{aligned} 0 &= td + 2\sqrt{t^2 + 1} \\ -td &= 2\sqrt{t^2 + 1} \\ t^2 d^2 &= 4t^2 + 4 \\ t^2 (d^2 - 4) &= 4 \\ t^2 &= \frac{4}{d^2 - 4} \\ t &= 2\frac{\sqrt{d^2 - 4}}{d^2 - 4} \\ t &= \pm 1 \end{aligned}$$

- e)** Welche Stellen der  $x$ -Achse sind keine Nullstellen von Schrägeraden?

$$\text{Nullstelle: } tx + 2\sqrt{t^2 + 1} = 0; \Rightarrow x(t) = -2\frac{\sqrt{t^2 + 1}}{t};$$

Auflösen nach  $t$ :

$$t = \frac{4}{\sqrt{x^2 - 4}}; \Rightarrow \mathbb{D}_t = \mathbb{W}_x = \mathbb{R} \setminus [-2; 2];$$

- f)** Bestimme die Entfernung  $d$ , die die beiden Achsenabschnittspunkte der Geraden zum Parameterwert  $t = 5$  haben.

$$P\left(-2\frac{\sqrt{t^2+1}}{t}; 0\right);$$

$$Q(0; f_t(0)) = Q(0; 2\sqrt{t^2 + 1});$$

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{P_x^2 + Q_y^2} = \\ &= \sqrt{4\frac{t^2+1}{t^2} + 4t^2 + 4} = \\ &= 2\sqrt{\frac{t^2+1}{t^2} + t^2 + 1} = \\ &= \sqrt{4\frac{26}{25} + 104} = 2\sqrt{\frac{26}{25} + 26} = 2\sqrt{\frac{676}{25}} = 2\frac{26}{5} = \frac{52}{5}; \end{aligned}$$

- g)** Bestimme die Entfernung der Achsenabschnittpunkte einer Schargeraden allgemein.

Siehe f)

- h)** Für welches  $t$  beträgt die Entfernung der Achsenschnittpunkte genau 4?

$$4 = \sqrt{4\frac{t^2+1}{t^2} + 4t^2 + 4}$$

$$16 = 4\frac{t^2+1}{t^2} + 4t^2 + 4$$

$$10 = 4\frac{t^2+1}{t^2} + 4t^2$$

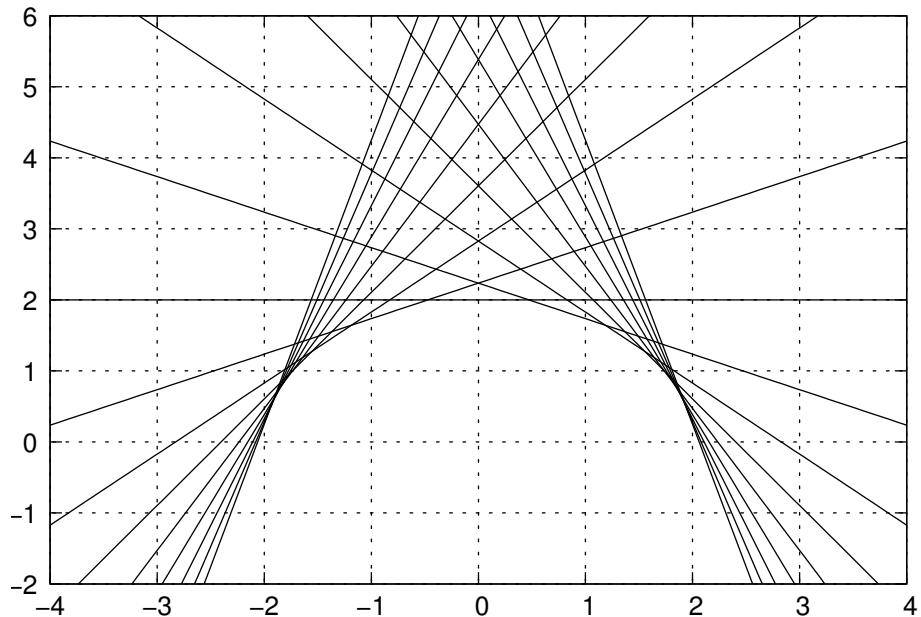
$$10t^2 = 4t^2 + 4 + 4t^4$$

$$0 = 4t^4 - 6t^2 + 4$$

$$0 = 4u^2 - 6u + 4$$

$$D_u = 36 - 4 \cdot 4 \cdot 4 < 0 \implies \mathbb{L}_t = \{\}$$

- i)** Zeichne die zu  $t \in \{0; \pm\frac{1}{4}; \pm\frac{1}{2}; \pm 1; \pm 2; \pm 4\}$  gehörenden Graphen  
(Anm.: Ich habe für  $t$  Werte von  $-2$  bis  $+2$  mit einer Schrittweite von  $0,1$  genommen).



#### 7.2.4 4. Hausaufgabe

##### Zettel, Aufgabe 58g

Siehe 3. Hausaufgabe.

#### 7.2.5 5. Hausaufgabe

##### Zettel, Aufgabe 58i

Siehe 3. Hausaufgabe.

##### Zettel, Aufgabe 56

Die Geraden einer Schar haben folgende Eigenschaft:

Die Koordinatenachsen und eine Schargerade bestimmen jeweils ein rechtwinkliges Dreieck im ersten Quadranten mit dem Flächeninhalt  $A = 8$ .

- a)** Bestimme die Scharfunktionen  $f_t$ .

$$f_t : x \mapsto -tx + td;$$

$$a : x \mapsto td;$$

$$-tx + td = 0; \Rightarrow d = x; \Rightarrow b : x \mapsto d;$$

$$\frac{1}{2}tdd = A; \Rightarrow d^2 = \frac{2A}{t}; \Rightarrow d = \frac{\sqrt{2At}}{t};$$

$$f_t : x \mapsto -tx + \sqrt{2At};$$

**b)** Welche Nullstelle hat  $f_t$ ?

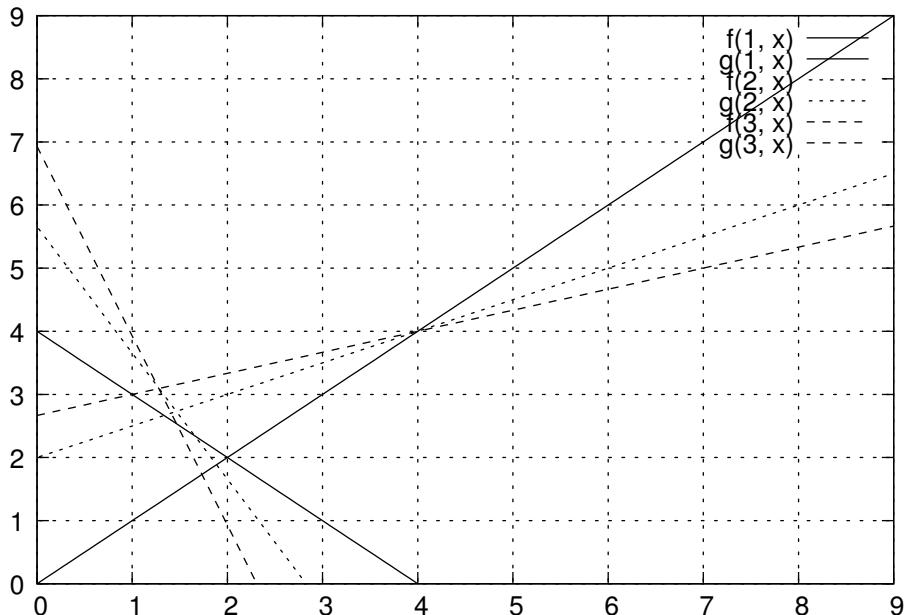
Siehe a) (Variable  $d$ )

**c)** Bestimme die Schar der Funktionen  $g_t$ , deren Graphen durch  $(4; 4)$  verlaufende Geraden sind; dabei soll  $G_{g_t}$  auf  $G_{f_t}$  senkrecht stehen.

$$g_t : x \mapsto \frac{1}{t}x + c;$$

$$\frac{1}{t} \cdot 4 + c = 4; \Rightarrow c = 4 - \frac{4}{t};$$

$$g_t : x \mapsto \frac{1}{t}x + 4 - \frac{4}{t};$$



### 7.2.6 6. Hausaufgabe

#### Buch Seite 20, Aufgabe 9

Gegeben ist die Geradenschar  $g_k : kx - y + 3 - k = 0; k \in \mathbb{R}$ ;

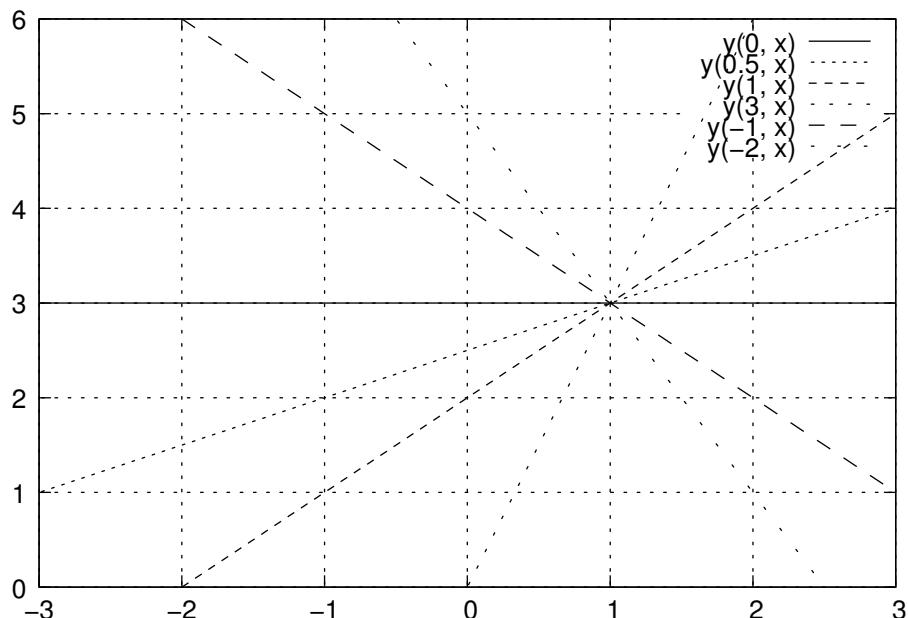
(1)

Zeige, dass der Punkt  $P(1; 3)$  allen Geraden der Schar gemeinsam ist und daher ein **Geradenbüschel** vorliegt!

$$\begin{aligned} kx - y + 3 - k &= 0 \\ k - 3 + 3 - k &= 0 \\ 0 &= 0 \end{aligned}$$

(2)

Zeichne  $g_0, g_{0,5}, g_1, g_3, g_{-1}$  und  $g_{-2}$ !



(3)

Welche Gerade durch  $P$  wird von der Gleichung  $g_k$  nicht erfasst?

$$x = 1;$$

### 7.2.7 7. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

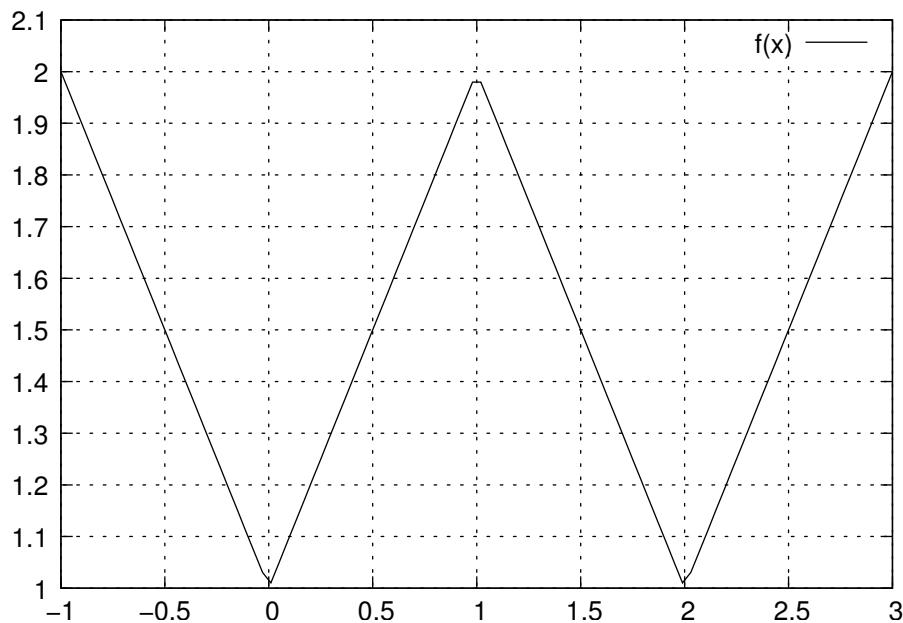
Gib die betragsfreie Form der Funktion  $f(x) = |x + 1| + |x - 1|$  an!

$$\begin{aligned} f(x) &= |x+1| + |x-1| = \\ &= \begin{cases} -2x & \text{für } x < -1; \\ 2 & \text{für } -1 \leq x < 1; \\ 2x & \text{für } x \geq 1; \end{cases} \end{aligned}$$

### 7.2.8 8. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

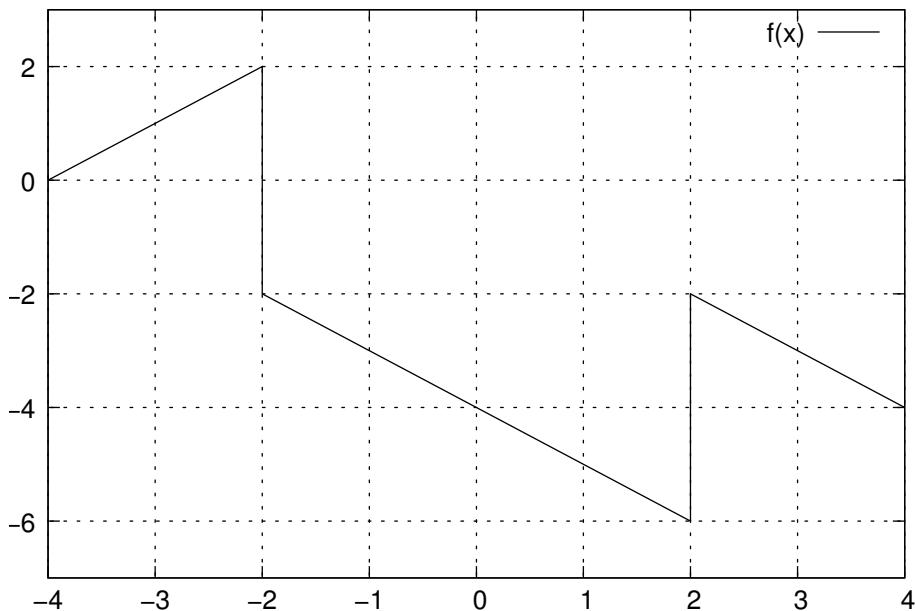
$$\begin{aligned} f(x) &= |x| - |x-1| + |x-2| = \\ &= \begin{cases} -x + x - 1 - x + 2 = -x + 1 & \text{für } x \leq 0; \\ +x + x - 1 - x + 2 = x + 1 & \text{für } 0 < x \leq 1; \\ +x - x + 1 - x + 2 = -x + 3 & \text{für } 1 < x \leq 2; \\ +x - x + 1 + x - 2 = x - 1 & \text{für } x > 2; \end{cases} \end{aligned}$$



### 7.2.9 9. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$\begin{aligned}
 f(x) &= 2 \cdot \operatorname{sgn}(x^2 - 4) - |x + 2| = \\
 &= \begin{cases} 4 + x & \text{für } x < -2; \\ 0 & \text{für } x = -2; \\ -4 - x & \text{für } -2 < x < 2; \\ -4 & \text{für } x = 2; \\ -x & \text{für } x > 2; \end{cases}
 \end{aligned}$$



### 7.2.10 10. Hausaufgabe

#### Buch Seite 22, Aufgabe 2

Bestimme die Nullstellen folgender Funktionen:

**b)**  $f(x) = x^3 - 3x^2 + x = x \cdot (x^2 - 3x + 1) = x \left( x - \frac{3-\sqrt{5}}{2} \right) \left( x - \frac{3+\sqrt{5}}{2} \right)$   
 $\Rightarrow x_1 = 0; x_2 = \frac{3-\sqrt{5}}{2}; x_3 = \frac{3+\sqrt{5}}{2};$

**c)**  $\left. \begin{array}{l} f(x) = x^4 - 5x^2 + 4; \\ x^2 = u; \end{array} \right\} \Rightarrow f(x) = u^2 - 5u + 4; \Rightarrow u_1 = 1; u_2 = 4;$   
 $\Rightarrow x_1 = -2; x_2 = -1; x_3 = 1; x_4 = 2;$

**Buch Seite 22, Aufgabe 6**

Wo liegt der Scheitel der Parabel, wo sind die Funktionswerte negativ?

**e)**  $f(x) = (x - 1)(x + 2) = x^2 + x - 2;$

$$\Rightarrow f'(x) = 2x + 1 = 0;$$

$$\Rightarrow x = -\frac{1}{2};$$

$$\Rightarrow y = f\left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{9}{4};$$

$$\Rightarrow S\left(-\frac{1}{2}; -\frac{9}{4}\right);$$

$$\mathbb{D}_N = ]-2; 1[;$$

**f)**  $f(x) = -x^2 + 2x + 1 =$

$$\Rightarrow f'(x) = -2x + 2;$$

$$\Rightarrow x = 1;$$

$$\Rightarrow y = 2;$$

$$\Rightarrow S(1; 2);$$

$$x_1 = 1 - \sqrt{2}; x_2 = 1 + \sqrt{2};$$

$$\mathbb{D}_N = \mathbb{R} \setminus [1 - \sqrt{2}; 1 + \sqrt{2}];$$

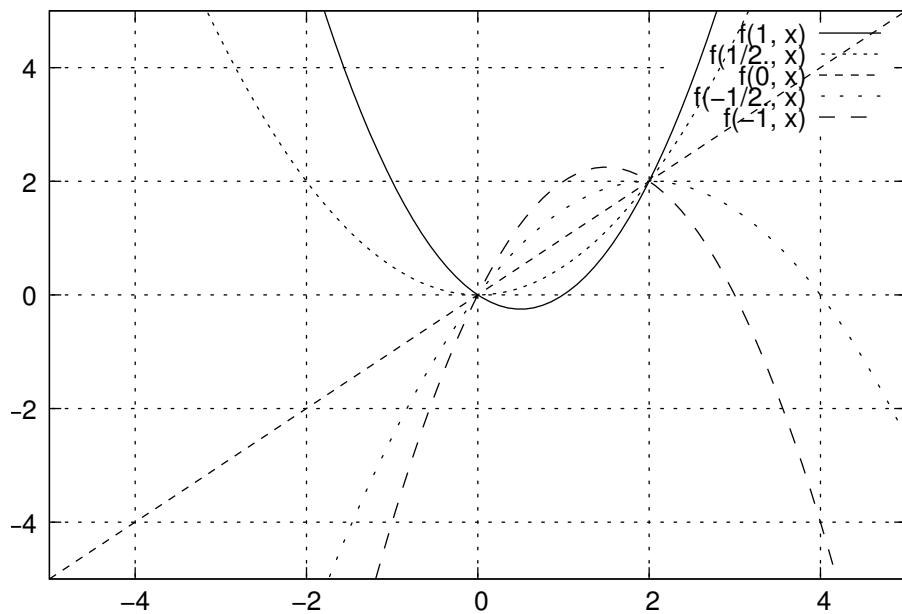
**7.2.11 11. Hausaufgabe****Blatt, Aufgabe 10**

Gegeben ist die Schar der Funktionen

$$f_a : x \mapsto f_a(x) = ax^2 + (1 - 2a)x; x \in \mathbb{R};$$

mit dem Parameter  $a \in \mathbb{R}$  und den zugehörigen Graphen  $G_a$ .

**a)** Zeichne die Graphen  $G_1$ ,  $G_0$  und  $G_{-1}$ .



- b)** Zeige, dass genau zwei Punkte allen Graphen der Schar angehören.

$$\begin{array}{lcl}
 f_{a_1}(x) & = & f_{a_2}(x) \\
 a_1x^2 + (1 - 2a_1)x & = & a_2x^2 + (1 - 2a_2)x & : x \implies x_1 = 0; \\
 a_1x + 1 - 2a_1 & = & a_2x + 1 - 2a_2 & -a_2x - (1 - 2a_1) \\
 x(a_1 - a_2) & = & 1 - 2a_2 - 1 + 2a_1 & : (...) \\
 x & = & 2 \frac{a_1 - a_2}{a_1 - a_2} \\
 x & = & 2
 \end{array}$$

$$\Rightarrow P_1(0; 0); P_2(2; 2);$$

- c)** Wie muss  $a$  gewählt werden, damit  $G_a$  durch den Punkt  $P(4; 0)$  geht? Zeichne den zugehörigen Graphen.

$$\begin{aligned}
 y_P &= f_a(x_P) \\
 0 &= 8a + 4 \\
 -\frac{1}{2} &= a
 \end{aligned}$$

- d)** Bestimme allgemein für  $a \neq 0$  die Nullstellen von  $f_a$ .

$$\begin{aligned}
 f_a(x) = 0; &\implies ax + 1 - 2a = 0; \implies x = \frac{2a-1}{a}; \\
 &\Rightarrow N\left(\frac{2a-1}{a}; 0\right);
 \end{aligned}$$

- e)** Für welchen Wert von  $a$  berührt  $G_a$  die  $x$ -Achse?

$$\left. \begin{array}{l} x = \frac{2a-1}{2a}; \\ f_a(x) = ax^2 + (1-2a)x = ax + 1 - 2a = 0; \\ a\frac{2a-1}{2a} + 1 - 2a = 0 \\ 2a - 1 + 2 - 4a = 0 \\ -2a + 1 = 0 \\ \frac{1}{2} = a \end{array} \right| \begin{array}{l} \cdot 2 \\ +2a : 2 \end{array} \Rightarrow$$

### 7.2.12 12. Hausaufgabe

#### Buch Seite 26, Aufgabe 2e

Untersuche, ohne den Graphen zu zeichnen, die folgenden Funktionen auf ihr Monotonieverhalten:

$$\begin{aligned} f : x \mapsto \frac{1}{x}; x \in \mathbb{R}^-; \\ x_1 < x_2; x_1, x_2 \in \mathbb{R}^-; \Rightarrow f(x_2) - f(x_1) = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{x_1 - x_2}{x_1 x_2} < 0; \\ \Rightarrow f \text{ ist streng monoton fallend.} \end{aligned}$$

### 7.2.13 13. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$\begin{aligned} f(x) = \frac{4+x}{2+x}; x \in \mathbb{R}^-; \\ x_1, x_2 \in \mathbb{R}; x_1 < x_2; \Rightarrow \\ f(x_2) - f(x_1) = \frac{4+x_2}{2+x_2} - \frac{4+x_1}{2+x_1} = 2 \frac{x_1 x_2 + 3x_2 + 3x_1 + 8}{x_1 x_2 + 2x_2 + 2x_1 + 4}, \end{aligned}$$

### 7.2.14 14. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$\begin{aligned} f(x) = \frac{2x}{x^2+1}; \\ y = \frac{2x}{x^2+1}; \\ \Rightarrow x^2 y - 2x + y = 0; \\ \Rightarrow x = \frac{1 \pm \sqrt{1-y^2}}{y}; \\ \Rightarrow y \neq 0; 1 - y^2 \geq 0; \\ \Rightarrow W = [-1; 1]; \end{aligned}$$

Infimum ist  $y = -1$ , Supremum ist  $y = 1$ . Maximum ist  $(1; 1)$ , Minimum ist  $(-1; -1)$ .

### 7.2.15 15. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Untersuche  $f$  auf Symmetrie, Monotonie für  $x \geq 0$  und Beschränktheit (Wertemenge)!

$$f(x) = \frac{4+|x|}{2+|x|};$$

#### Symmetrie

$$f(-x) = \frac{4+|-x|}{2+|-x|} = f(x); \Rightarrow \text{Symmetrie zur } y\text{-Achse}$$

#### Monotonie

$$\begin{aligned} x_1, x_2 &\geq 0; x_1 < x_2; \\ \implies f(x_2) - f(x_1) &= \frac{4+x_2}{2+x_2} - \frac{4+x_1}{2+x_1} = \frac{8+4x_1+2x_2+x_1x_2-8-4x_2-2x_1-x_1x_2}{(2+x_1)(2+x_2)} = \\ \frac{(x_1-x_2)(4-2)}{HN} &< 0; \\ \Rightarrow \text{smf f\"ur } x &\geq 0; \end{aligned}$$

#### Beschränktheit

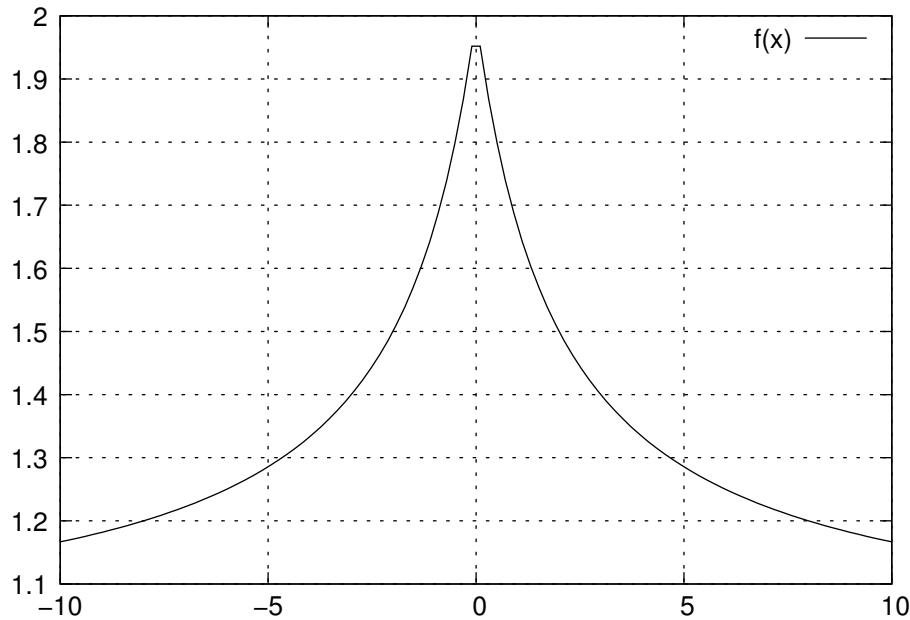
$$\begin{array}{lcl} y & = & \frac{4+|x|}{2+|x|} \quad | \cdot (...) \\ 2y + |x|y & = & 4 + |x| \quad | - |x| - 2y \\ |x|(y-1) & = & 4 - 2y \quad | : (...) \\ |x| & = & \frac{4-2y}{y-1} \end{array}$$

$$\implies y \neq 1;$$

$$\begin{array}{lcl} \frac{4-2y}{y-1} & \geq & 0 \quad | \cdot (...) \\ 4-2y & \geq & 0 \quad | +2x : 2 \\ 2 & \geq & y \end{array}$$

$$\implies \begin{cases} y \geq 1 \text{ und } y \leq 2 & \text{oder} \\ y \leq 1 \text{ und } y \geq 2; \end{cases}$$

$$\implies W = ]1; 2];$$



### 7.2.16 18. Hausaufgabe

#### Zettel, Aufgabe 1

Errate eine Nullstelle und berechne die übrigen:

- a)  $f(x) = x^3 + x^2 - 9x - 9; \Rightarrow x_1 = -3; x_2 = -1; x_3 = 3;$
- b)  $f(x) = 2x^3 - 6x^2 + 6x - 2; \Rightarrow x_1 = 1;$

#### Zettel, Aufgabe 2c

Faktorisiere:

$$f(x) = -x^5 + 13x^3 - 36x; \Rightarrow x_1 = -3; x_2 = -2; x_3 = 0; x_4 = 2; x_5 = 3; \Rightarrow f(x) = -x(x - 3)(x - 2)(x + 2)(x + 3);$$

#### Zettel, Aufgabe 3a

Die Graphen der Funktionen  $f_1$  und  $f_2$  schneiden sich an der Stelle  $x_1 = 2$ . Bestimme die übrigen Schnittpunkte!

In welchem Bereich gilt  $f_1(x) \geq f_2(x)$ ?

$$\begin{aligned} f_1(x) &= x^2 + 14; \\ f_2(x) &= ax; \end{aligned}$$

$$f_1(x_1) = f_2(x_1); \Rightarrow a = 9; \Rightarrow f_2(x) = 9x;$$

$$f_1(x) = f_2(x); \Rightarrow x_2 = 7;$$

$$\Rightarrow f_1(x) \geq f_2(x); \Rightarrow x \in \mathbb{R} \setminus ]2; 7[;$$

### Zettel, Aufgabe 4a

Wo gilt  $f(x) > g(x)$ ?

$$f(x) = x^2; g(x) = x^4;$$

$$f(x) > g(x); \Rightarrow x^2 > x^4; \Rightarrow 1 > x^2; x \neq 0; \Rightarrow |x| < 1;$$

### 7.2.17 19. Hausaufgabe

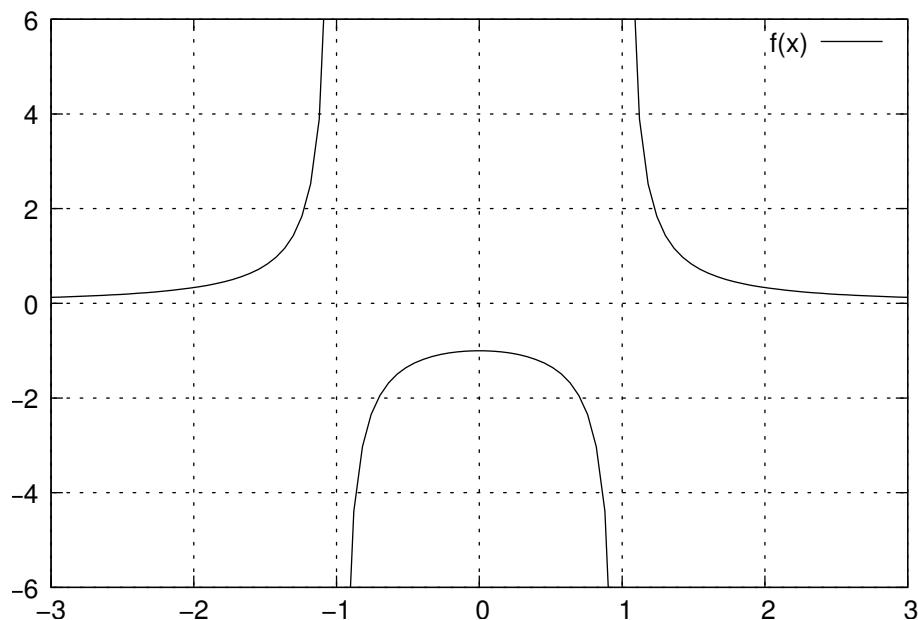
#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = \frac{1}{x^2 - 1};$$

$$\mathbb{D}_f = \mathbb{R} \setminus \{-1; 1\}; \quad \mathbb{W}_f = \mathbb{R} \setminus ]-1; 0];$$

$$f(-x) = \frac{1}{x^2 - 1} = f(x); \Rightarrow \text{Symmetrie zur } y\text{-Achse};$$

Bei  $x = -1$  und  $x = 1$  liegen Unendlichkeitsstellen mit VZW vor.



### 7.2.18 20. Hausaufgabe

#### Buch Seite 35, Aufgabe 1d

Bestimme Nullstellen, Unendlichkeitsstellen und erkennbare Symmetrieeigenschaften der Graphen folgender Funktion:

$$f : x \mapsto f(x) = \frac{x^2 - x - 6}{x^3 + x^2 - 2x} = \frac{(x-3)(x+2)}{x(x+2)(x-1)} = \frac{x-3}{x(x-1)}; D_f = \mathbb{R} \setminus \{-2; 0; 1\};$$

#### Nullstellen

$$N(3; 0);$$

#### „Lochstellen“

$$L(-2; -\frac{5}{6});$$

#### Unendlichkeitsstellen

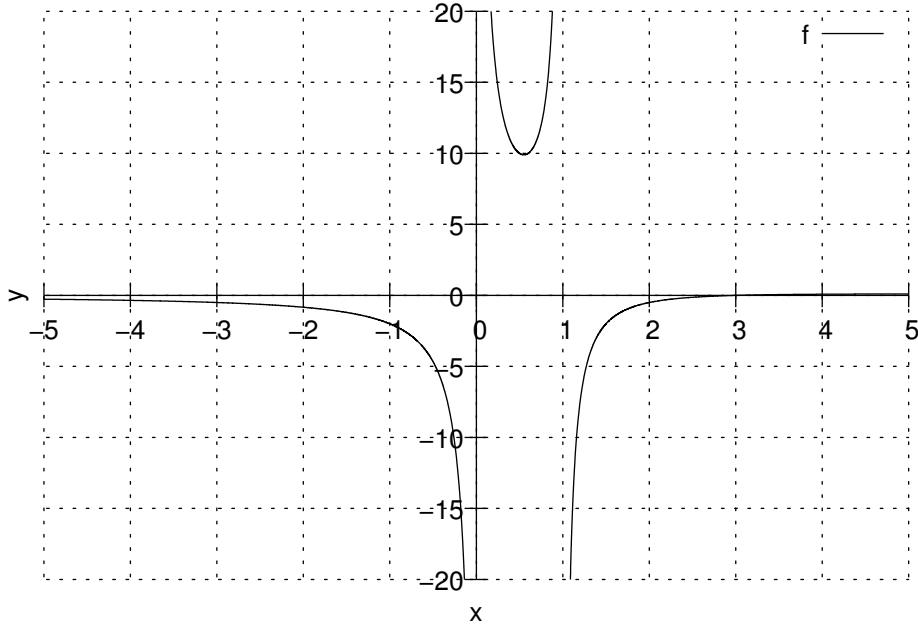
Bei  $x = 0$  und  $x = 1$  mit VZW;

#### Asymptoten

$$x = 0; x = 1; y = 0;$$

#### Symmetrie

$$f(\frac{1}{2} + h) - f(\frac{1}{2} - h) = \dots = -\frac{2h}{\frac{1}{4} - h^2}; \Rightarrow \text{Keine Symmetrie zu } x = \frac{1}{2};$$



**Buch Seite 35, Aufgabe 2k**

Skizziere im wesentlichen anhand der Nullstellen und Unendlichkeitsstellen den groben Verlauf des Graphen folgender Funktion:

$$f : x \mapsto f(x) = \frac{(x-1)(x-2)(x-3)}{x^3 - 6x^2 + 11x - 6} = \frac{(x-1)(x-2)(x-3)}{(x-1)(x-2)(x-3)} = 1; D_f = \mathbb{R} \setminus \{1; 2; 3\};$$

$\Rightarrow$  Keine Nullstellen, Lochstellen  $P_1(1; 1)$ ,  $P_2(2; 1)$ ,  $P_3(3; 1)$ , keine Unendlichkeitsstellen;

**7.2.19 21. Hausaufgabe****Buch Seite 46, Aufgabe 1**

Gib das  $\nu$ -te Glied der Folge  $\langle a_\nu \rangle$  an für:

- a)  $a_\nu = 1 + \frac{1}{\nu}; \nu = 7 \Rightarrow a_7 = 1 + \frac{1}{7};$
- b)  $a_\nu = \nu^2 - 5; \nu = 2 \Rightarrow a_2 = -1;$

**Buch Seite 46, Aufgabe 3**

Aus den ersten vier Gliedern dieser Folgen lässt sich jeweils ein Bildungsgesetz erraten. Wie lautet der Term für das allgemeine Glied  $a_\nu$ ? Beachte, dass es u.U. mehrere Möglichkeiten geben kann (Anmerkung von mir: lol wtf es gibt sogar unendlich viele Möglichkeiten, aber mom, ich schreibe kurz alle auf, bin gleich wieder da SCNR).

- a)  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{1}{\nu}$
- b)  $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{5}, \dots, \frac{\nu}{\nu+1}$   
(oder z.B. auch:  $a_\nu = \frac{1}{5} + \frac{23}{60}\nu - \frac{11}{120}\nu^2 + \frac{1}{120}\nu^3$ ;
- c)  $\frac{1}{2}, \frac{4}{3}, \frac{9}{4}, \frac{16}{5}, \dots, \frac{\nu^2}{\nu+1}$   
(oder z.B. auch:  $a_\nu = -\frac{1}{5} + \frac{37}{60}\nu + \frac{11}{120}\nu^2 - \frac{1}{120}\nu^3$ ;
- d)  $0, \frac{1}{3}, \frac{2}{4}, \frac{3}{5}, \dots, \frac{\nu-1}{\nu+1}$
- e)  $1, -1, 1, -1, \dots, (-1)^{\nu+1}$

### 7.2.20 22. Hausaufgabe

#### Buch Seite 48, Aufgabe 1

Berechne das  $n$ -te Glied der nachstehenden geometrischen Folgen:

a)  $\langle a_\nu \rangle = \left\{ \frac{3}{2}, 3, 6, \dots \right\}; \Rightarrow a_\nu = \frac{3}{2} \cdot 2^{\nu-1}; \Rightarrow a_{10} = 768;$

b)  $\langle a_\nu \rangle = \left\{ 2, \frac{12}{5}, \frac{72}{25}, \dots \right\}; \Rightarrow a_\nu = 2 \cdot \left(\frac{6}{5}\right)^{\nu-1}; \Rightarrow a_5 = \frac{2592}{625};$

#### Buch Seite 48, Aufgabe 3

Von einer geometrischen Zahlenfolge  $\langle a_\nu \rangle = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$  ist bekannt:  $a_3 = 4$  sowie  $a_5 = 8$ . Berechne  $a_1$  und  $a_6$ !

$$\begin{aligned} a_\nu &= a_1 \cdot q^{\nu-1}; \Rightarrow a_1 = \frac{a_\nu}{q^{\nu-1}}; \\ \Rightarrow a_1 &= \frac{4}{q^2} = \frac{8}{q^4}; \\ \Rightarrow |q| &= \sqrt{2}; \\ \Rightarrow a_1 &= \frac{4}{q^2} = 2; \\ \Rightarrow a_\nu &= 2 \cdot (\pm \sqrt{2})^{\nu-1}; \\ \Rightarrow a_6 &= 8\sqrt{2}; \quad \vee \quad a_6 = -8\sqrt{2}; \end{aligned}$$

### 7.2.21 23. Hausaufgabe

#### Buch Seite 48, Aufgabe 6

Berechne

- a) den Luftdruck in 8km und 12km Meereshöhe.

$$p(8\text{km}) \approx 0,4\text{bar};$$

$$p(12\text{km}) \approx 0,23\text{bar};$$

- b) die ungefähre Höhe, in der der mittlere Luftdruck  $p_s = 175\text{mbar}$  beträgt.

$$h \approx 14,1\text{km};$$

### 7.2.22 24. Hausaufgabe

#### Buch Seite 51, Aufgabe 1

Eine geometrische Reihe besteht aus zehn Gliedern. Der Anfangswert ist  $a_1 = 2$ , der Quotient ist  $q = 3$ . Wie lautet das 10. Glied und wie groß ist die Summe aller Glieder?

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1} = 2 \cdot 3^{n-1};$$

$$a_{10} = 39366;$$

$$s_{10} = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} = 59048;$$

#### Buch Seite 51, Aufgabe 2

Berechne folgende Summen:

$$\mathbf{b)} \quad 1 - 4 + 16 - 64 + \dots - 4^9 = 1 \cdot \frac{(-4)^{10} - 1}{-4 - 1} = -209715;$$

$$\mathbf{c)} \quad 4 + 2 + 1 + \dots + \frac{1}{2^{10}} = -4 \cdot \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{13} - 1}{\frac{1}{2}} = -8 \cdot \left[\left(\frac{1}{2}\right)^{13} - 1\right] = \frac{8191}{1024};$$

### 7.2.23 25. Hausaufgabe

#### Buch Seite 51, Aufgabe 2d

Berechne folgende Summe:

$$3 - \frac{3}{5} + \frac{3}{25} - \dots + \frac{3}{390625} = 3 \cdot \frac{\left(-\frac{1}{5}\right)^9 - 1}{-\frac{1}{5} - 1} = \frac{976563}{390625};$$

### 7.2.24 26. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Weise nach:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x}{x^2 + 1} = 0$ ;

$x, \varepsilon \in \mathbb{R}^+$ ;

$$\begin{array}{lcl} \frac{4x_s}{x_s^2 + 1} & < & \varepsilon; \\ 4x_s & < & x_s^2 \varepsilon + \varepsilon; \\ x_s^2 (-\varepsilon) + 4x_s - \varepsilon & < & 0; \\ x_s & < & \frac{2 + \sqrt{4 - \varepsilon^2}}{\varepsilon}; \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \cdot (x_s^2 + 1) \\ - (x_s^2 \varepsilon + \varepsilon) \\ \text{Lösungsformel...} \end{array} \right.$$

### 7.2.25 27. Hausaufgabe

#### Buch Seite 56, Aufgabe 1

Kennzeichne das Verhalten der Funktion  $f : x \mapsto f(x)$  für immer größer werdende  $x$ -Werte!

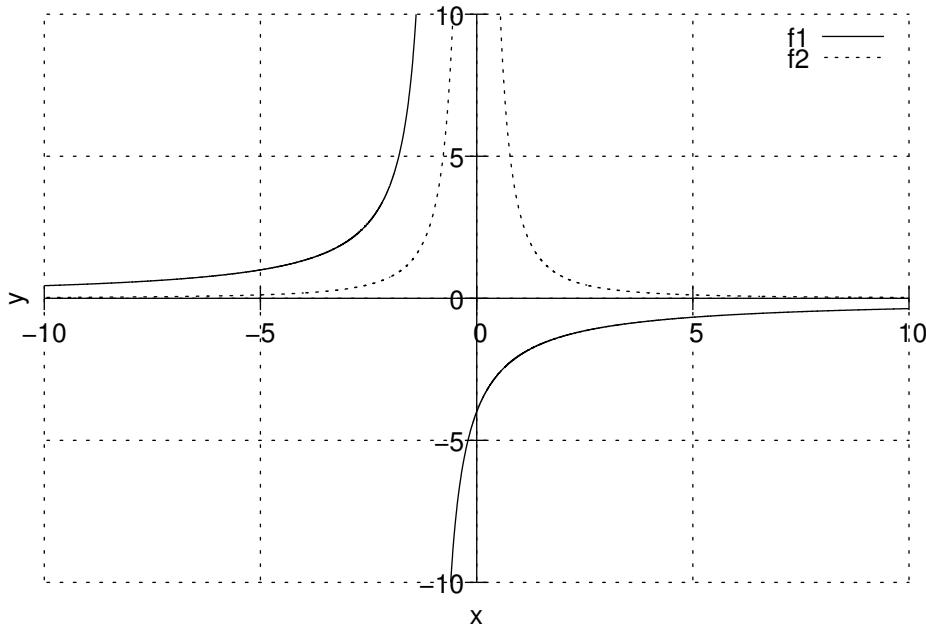
Skizziere den Graphen!

a)  $f(x) = -\frac{4}{1+x}; D_f = \mathbb{R}_0^+;$

$$\left| -\frac{4}{1+x_s} \right| < \varepsilon; \Rightarrow -\frac{4}{\varepsilon} - 1 < x_s;$$

b)  $f(x) = \frac{3}{x^2}; D_f = \mathbb{R}^+;$

$$\left| \frac{3}{x^2} \right| < \varepsilon; \Rightarrow x_s > \sqrt{\frac{3}{\varepsilon}};$$



### 7.2.26 28. Hausaufgabe

#### Buch Seite 59, Aufgabe 5a

Bestimme ein  $x_s$  so, dass für alle  $x$  mit  $x > x_s$  gilt:

$$\left| \frac{5}{2} - \frac{5x-6}{2x-2} \right| < \frac{1}{1000};$$

$$\Rightarrow \dots \Rightarrow x_s = \frac{2\varepsilon+1}{2\varepsilon} = 501;$$

**Buch Seite 59, Aufgabe 6a**

Löse die Ungleichung in Aufgabe 5 für  $x > 1$  allgemein durch Einsetzen der positiven (als klein zu denkenden) Zahl  $\varepsilon$  an Stelle von  $\frac{1}{1000}$ . Bestimme dann:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x-6}{2x-2} = \frac{5}{2};$$

**Buch Seite 63, Aufgabe 3b**

Von welcher Stelle  $x$  ab gilt gegebenfalls  $f(x) > 1000 = a$ ?

$$\begin{aligned} f(x) &> a; \\ \sqrt{x+1} &> a; \\ x+1 &> a^2; \\ x &> 10^6 - 1; \end{aligned}$$

**7.2.27 29. Hausaufgabe**

Bestimme mit Hilfe der Grenzwertsätze die folgenden Grenzwerte! Es liegt jeweils der Definitionsbereich des Terms zugrunde.

**d)**  $\lim_{x \rightarrow -\infty} (3 + \frac{1}{x}) = 3;$

**m)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1-x-x^2-x^3}{x^3} = -1;$

**e)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} (5 - \frac{1}{\sqrt{x}}) = 5;$

**n)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x-10}{3x+5} = \frac{5}{3};$

**f)**  $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\pi}{\sqrt{x}} = 0;$

**o)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x-10}{1+5x} = \frac{3}{5};$

**g)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} 2^{-x} = 0;$

**p)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2-3x+2}{x^2+x-6} = 1;$

**h)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{\log x} = 0;$

**q)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\frac{2x-1}{3x+1} \cdot \frac{6x^2-7}{x^2+4}) = 4;$

**i)**  $\lim_{x \rightarrow -\infty} 1^x = 1;$

**r)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\frac{x^3-1}{x^3+1} \cdot \frac{x+1}{x^2-1}) = 0;$

**k)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt[3]{1+x}} = 0;$

**s)**  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\frac{x^5-a^5}{x^5+a^5} \cdot \frac{2 \sin(\frac{1}{2}\pi x)}{x}) = 0;$

**7.2.28 30. Hausaufgabe****Buch Seite 70, Aufgabe 6**

Bestimme für die Folgen  $\langle a_\nu \rangle$  den Grenzwert  $\lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu$  nach geeigneter Umformung des Terms:

a)  $\lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{(1+\nu)^2}{1-\nu^2} = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{1+\nu}{1-\nu} = \frac{0+1}{0-1} = -1;$

b)  $\lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu = \lim_{\nu \rightarrow \infty} 3 \frac{\sin \frac{\pi}{\nu}}{\sin \frac{\pi}{2\nu}} = 6;$

c)  $\lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{\nu+1}-\sqrt{\nu}}{\sqrt{\nu+1}+\sqrt{\nu}} = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{\frac{1}{\nu}+1}-1}{\sqrt{\frac{1}{\nu}+1}+1} = \frac{\frac{1}{1+1}-1}{1+1} = 0;$

### Buch Seite 70, Aufgabe 9

Bestimme für die Folge  $\langle a_\nu \rangle$  den Grenzwert  $a$  und ermittle eine natürliche Zahl  $n$  so, dass  $|a_\nu - a| < 0,001$  wird für alle  $\nu > n$ :

a)  $a_\nu = 2 + \frac{1}{\nu+1}; \Rightarrow \lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu = 2 + 0 = 2;$   
 $\Rightarrow n = 1000;$

b)  $a_\nu = -3 + \frac{(-1)^\nu}{\sqrt{\nu}}; \Rightarrow \lim_{\nu \rightarrow \infty} a_\nu = -3 + 0 = -3;$   
 $\Rightarrow n = 1000001;$

### 7.2.29 31. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{|x^2-x|}{|x-1|} = \lim_{h \rightarrow 0+} \frac{|1 \pm 2h+h^2-1 \mp h|}{1 \pm h-1} = \lim_{h \rightarrow 0+} \frac{|h^2 \pm h|}{\pm h} = \lim_{h \rightarrow 0+} \pm |h \pm 1|;$$

$$\Rightarrow \lim_{h \rightarrow 0+} f(1 \pm h) = \pm |0 \pm 1| = \pm 1 = \lim_{x \rightarrow 1 \pm} f(x);$$

### 7.2.30 32. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = \begin{cases} x & \text{für } -1 \leq x \leq 1; \\ x^2 - x & \text{für } x > 1; \end{cases}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1+} = \lim_{h \rightarrow 0} f(1+h) = \lim_{h \rightarrow 0} 1 + 2h + h^2 - 1 - h = \lim_{h \rightarrow 0} h^2 + h = 0 + 0 = 0;$$

$$\lim_{x \rightarrow 1-} = \lim_{h \rightarrow 0} f(1-h) = \lim_{h \rightarrow 0} 1 - h = 1 - 0 = 1;$$

### 7.2.31 33. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = \begin{cases} 1 + x^2 & \text{für } x \leq -1; \\ 1 - x & \text{für } x > -1; \end{cases}$$

$$\lim_{x \rightarrow -1^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow -1^+} 1 - x = 1 - (-1) = 2;$$

$$\lim_{x \rightarrow -1^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow -1^-} 1 + x^2 = 1 + (-1)^2 = 2;$$

### 7.2.32 34. Hausaufgabe

#### Buch Seite 91, Aufgabe 1

Gegeben ist die Funktion  $f : x \mapsto x^2 - x; D_f = \mathbb{R}$ ;

Berechne den Differenzquotienten bzgl. der Stelle  $x_0 = 1$  und den zugehörigen Differentialquotienten!

$$m_s = \frac{x^2 - x - x_0^2 + x_0}{x - x_0};$$

$$m_t = 2x - 1;$$

#### Buch Seite 91, Aufgabe 3

Gegeben ist die Funktion  $f : x \mapsto \frac{x}{1-x}; D_f = [-3; 1[$ ;

Berechne  $f'(0)$ !

$$\begin{aligned} f'(0) &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{x}{1-x} - \frac{0}{1-0}}{x - 0} = \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{x(1-x)} = \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{1-x} = \\ &= \frac{1}{1} = 1; \end{aligned}$$

### 7.2.33 35. Hausaufgabe

#### Buch Seite 118, Aufgabe 7

Berechne  $f'(1)$ :

**a)**  $f(x) = x^3 - 3\sqrt{x} - \frac{4}{x};$   
 $\Rightarrow f'(x) = 3x^2 - \frac{3}{2\sqrt{x}} + \frac{4}{x^2};$   
 $\Rightarrow f'(1) = 3 - \frac{3}{2} + 4 = \frac{11}{2};$

**b)**  $f(x) = \left(\sqrt{x} - \frac{1}{\sqrt{x}}\right)^2 = x - 2 + \frac{1}{x};$   
 $\Rightarrow f'(x) = 1 - 0 - \frac{1}{x^2};$   
 $\Rightarrow f'(1) = 1 - 1 = 0;$

**c)**  $f(x) = \frac{x^3+x^2+1}{x} = x^2 + x + \frac{1}{x};$   
 $\Rightarrow f'(x) = 2x + 1 - \frac{1}{x^2};$   
 $\Rightarrow f'(1) = 2 + 1 - 1 = 2;$

### 7.2.34 36. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgaben

1.  $f(x) = \sqrt{5x}; \Rightarrow f'(x) = \frac{\sqrt{5}}{2\sqrt{x}} = \frac{\sqrt{5x}}{2x};$

2.  $f(x) = x \cdot (2x^2 + 3) = 2x^3 + 3x; \Rightarrow f'(x) = 6x^2 + 3;$

3.  $f(x) = \frac{\sqrt{x}}{x} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{x^1} = x^{-\frac{1}{2}}; \Rightarrow f'(x) = -\frac{1}{2}x^{-\frac{3}{2}} = -\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{x^3}} = -\frac{1}{2}\frac{\sqrt{x^3}}{x^3};$

4.  $f(x) = x^m \cdot x^n = x^{m+n}; \Rightarrow f'(x) = (m+n)x^{m+n-1};$

### 7.2.35 37. Hausaufgabe

#### Buch Seite 116, Aufgabe 6

Wie lautet die Gleichung der „Halbtangente“ an den Graphen der Funktion  $f : x \mapsto x^3; x \in [-1; \infty[$  im Punkt  $P(-1; -1)$ ? Welche Flächenmaßzahl hat das Dreieck, das die Halbtangente mit den Koordinatenachsen bildet?

$$t : \frac{y - y_P}{x - x_P} = \frac{y + 1}{x + 1} = f'(-1) = 3; \Rightarrow y = 3x + 3 - 1 = 3x + 2;$$

$$t(0) = 2; t(-\frac{2}{3}) = 0;$$

$$A = \frac{1}{2}2\frac{2}{3} = \frac{2}{3};$$

**Buch Seite 116, Aufgabe 8**

Für den Graphen der Funktion  $f : x \mapsto \sqrt{x}; x \in \mathbb{R}_0^+$  ist zu bestimmen:

- a)** Der Neigungswinkel der Tangente im Punkt  $P(\frac{3}{4}; ?)$ ;

$$t : \frac{y - y_P}{x - x_P} = \frac{y - \sqrt{\frac{3}{4}}}{x - \frac{3}{4}} = f'(\frac{3}{4}) = \frac{1}{2\sqrt{\frac{3}{4}}}; \Rightarrow$$

$$y = \frac{x - \frac{3}{4}}{2\sqrt{\frac{3}{4}}} + \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{x - \frac{3}{4}}{\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3}x - \frac{\sqrt{3}}{4}; \Rightarrow$$

$$\arctan \frac{\sqrt{3}}{3} = \arctan \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\pi}{6};$$

- b)** Die Abszisse jenes Kurvenpunktes  $Q$ , für den die Tangente unter  $\alpha = 60^\circ = \frac{\pi}{3}$  gegen die  $x$ -Achse geneigt ist.

$$f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}} = \tan \frac{\pi}{3} = \sqrt{3}; \Rightarrow \frac{1}{2\sqrt{3}} = \sqrt{x}; \Rightarrow x = \frac{1}{12};$$

**7.2.36 38. Hausaufgabe****Buch Seite 122, Aufgabe 7a**

Wo und unter welchem Winkel schneiden sich die Kurven mit den Gleichungen  $y_1 = 2x - 3$  und  $y_2 = x^2 + 2x - 7$ ? Wie lauten die Tangentengleichungen in den Schnittpunkten?

$$y_1 = y_2; \Rightarrow 2x - 3 = x^2 + 2x - 7; 4 = x^2; \Rightarrow |x| = 2;$$

$$S_1(-2, -7), S_2(2, 1)$$

$$f'_1(\pm 2) = 2; f'_2(\pm 2) = 2 \cdot \pm 2 + 2; \Rightarrow f'_2(2) = 6; f'_2(-2) = -2;$$

$$\varphi_1 = \arctan 6 - \arctan 2 \approx 17^\circ;$$

$$\varphi_2 = \arctan -2 - \arctan 2 + 180^\circ \approx 53^\circ;$$

$$t_{1,1} : \frac{y + 7}{x + 2} = 2; \Rightarrow y_{1,1} = 2x - 3;$$

$$t_{1,2} : \frac{y - 1}{x - 2} = 2; \Rightarrow y_{1,2} = 2x - 3;$$

$$t_{2,1} : \frac{y + 7}{x + 2} = -2; \Rightarrow y_{2,1} = -2x - 11;$$

$$t_{2,2} : \frac{y - 1}{x - 2} = 6; \Rightarrow y_{2,2} = 6x - 11;$$

### 7.2.37 39. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Bestimme zur Kurve  $f : f(x) = ax^2 + bx + c$  die Koeffizienten  $a, b, c$  so, dass  $f$  durch den Punkt  $A(2, 1)$  geht und die Gerade  $g(x) = 2x + 4$  in  $B(1, 6)$  berührt.

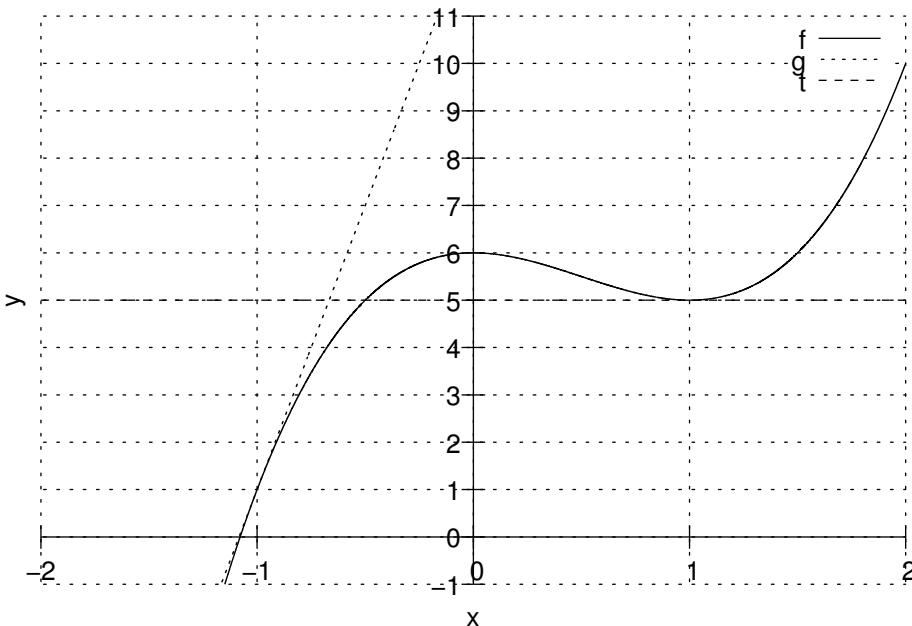
$$\begin{aligned} 1 &= 4a + 2b + c; \Rightarrow c = 1 - 4a - 2b; \\ 6 &= a + b + c = a + b + 1 - 4a - 2b; \Rightarrow 5 = -3a - b; \Rightarrow b = -3a - 5; \\ f'(1) &= 2a + b = 2; \Rightarrow b = 2 - 2a; \\ -3a - 5 &= 2 - 2a; \Rightarrow -7 = a; \\ \Rightarrow b &= -3(-7) - 5 = 16; \\ \Rightarrow c &= 1 - 4(-7) - 2 \cdot 16 = -3; \\ \Rightarrow f(x) &= -7x^2 + 16x - 3; \end{aligned}$$

### 7.2.38 40. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$  berührt die Gerade  $g(x) = 12x + 13$  in  $A(-1, 1)$  und hat in  $B(1, 5)$  eine waagrechte Tangente.

$$\begin{aligned} f(-1) &= 1 = -a + b - c + d; \\ \Rightarrow d &= 1 + a - b + c; \\ f(1) &= 5 = a + b + c + d = a + b + c + 1 + a - b + c; \\ \Rightarrow 4 &= 2a + 2c; \\ \Rightarrow c &= 2 - a; \\ f'(-1) &= 0 = 3a + 2b + c = 3a + 2b + 2 - a; \\ \Rightarrow -2 &= 2a + 2b; \\ \Rightarrow b &= -1 - a; \\ f'(-1) &= 12 = 3a - 2b + c = 3a + 2 + 2a + 2 - a = 4a + 4; \\ \Rightarrow 8 &= 4a; \\ \Rightarrow a &= 2; \\ \Rightarrow b &= -1 - 2 = -3; \\ \Rightarrow c &= 2 - 2 = 0; \\ \Rightarrow d &= 1 + 2 + 3 = 6; \\ \Rightarrow f(x) &= 2x^3 - 3x^2 + 6; \end{aligned}$$



### 7.2.39 41. Hausaufgabe

#### Buch Seite 116, Aufgabe 12

Berechne den Neigungswinkel der Tangente der „Sinuslinie“ mit der Gleichung  $y = \sin x$  auf  $0,01^\circ$  genau:

a)  $P\left(\frac{1}{2}, ?\right)$ ;

$$\alpha = \arctan \cos \frac{1}{2} \approx 41,27^\circ;$$

c)  $P\left(\frac{3}{2}, ?\right)$ ;

$$\alpha = \arctan \cos \frac{3}{2} \approx 4,05^\circ;$$

#### Buch Seite 116, Aufgabe 13

Für den Graphen der Funktion  $f : x \mapsto \sin x; x \in [0, 2\pi]$  sollen die Abszissen jener Kurvenpunkte auf eine Dezimale genau berechnet werden, für die

a) die Steigung  $\frac{1}{2}$  ist.

$$f'(x) = \frac{1}{2} = \cos x; \Rightarrow x_1 = 60^\circ = \frac{\pi}{3}; \quad x_2 = \frac{5}{3}\pi;$$

c) die Tangente parallel ist zur Geraden  $g : 2x - 3y - 6 = 0$ .

$$\Rightarrow g : y = \frac{2}{3}x - 2;$$

$$f'(x) = \frac{2}{3} = \cos x; \Rightarrow x_1 \approx 0,8 \quad x_2 \approx 5,4;$$

### 7.2.40 42. Hausaufgabe

#### Buch Seite 122, Aufgabe 7b

Welchen Punkt haben die Graphen von  $f : x \mapsto \cos x + \sin x$  und  $g : \sin x - 2 \cos x$  in  $[0, \pi]$  gemeinsam? Man berechne den Schnittwinkel in diesem Punkt!

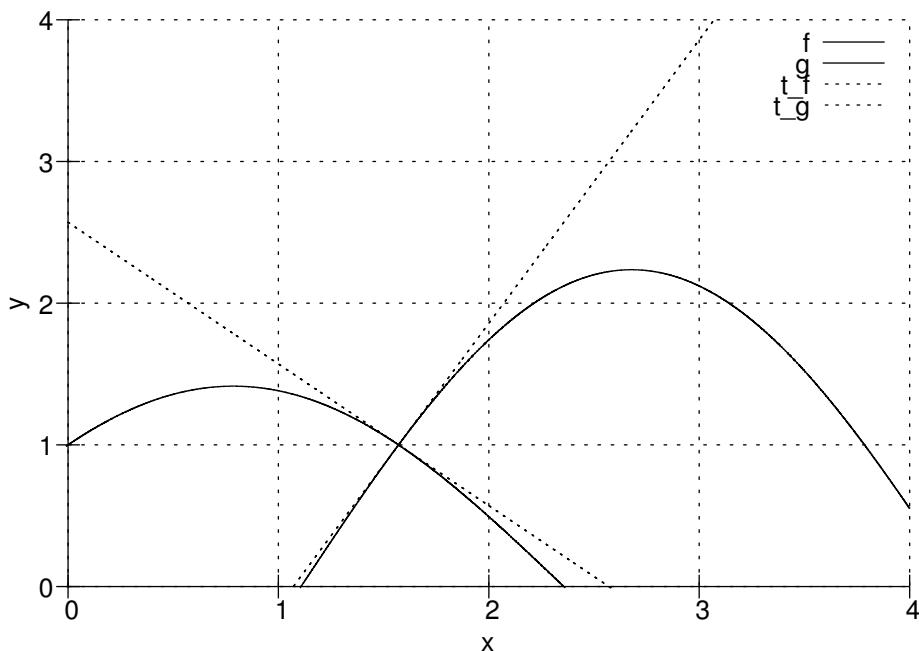
$$\cos x + \sin x = \sin x - 2 \cos x; \Rightarrow 3 \cos x = 0; \Rightarrow \cos x = 0; \Rightarrow x = \frac{\pi}{2}; \Rightarrow P\left(\frac{\pi}{2}, 1\right);$$

$$f'\left(\frac{\pi}{2}\right) = -\sin \frac{\pi}{2} + \cos \frac{\pi}{2} = -1 + 0 = -1;$$

$$g'\left(\frac{\pi}{2}\right) = \cos \frac{\pi}{2} + 2 \sin \frac{\pi}{2} = 0 + 2 = 2;$$

$$\Rightarrow \varphi^* = \arctan 2 - \arctan(-1) \approx 108^\circ;$$

$$\Rightarrow \varphi = 180^\circ - \varphi^* \approx 72^\circ;$$



### 7.2.41 43. Hausaufgabe

#### Buch Seite 123, Aufgabe 15

Gegeben ist die Schar von Funktionen  $f_a : x \mapsto y = ax^2 - 2x + 1$ , wobei der Scharparameter  $a$  eine beliebige reelle Zahl vertritt.

- a)** Für welche Belegung von  $a$  geht die Tangente in  $P(1,?) \in G_{f_a}$  durch den Ursprung des Koordinatensystems?

$$\frac{t_a(x) - f(1)}{x - 1} = \frac{t_a(x) - a + 2 - 1}{x - 1} = \frac{t_a(x) - a + 1}{x - 1} = f'_a(1) = 2a - 2; \Rightarrow \\ t_a : t_a(x) = 2ax - 2x - 2a + 2 + a - 1 = 2(a - 1)x + 1 - a; \Rightarrow \\ 1 - a = 0; \Rightarrow a = 1;$$

- b)** Wie lautet die Gleichung der Normalen durch  $P$  für beliebige Werte von  $a$ ?

$$\frac{n_a(x) - f(1)}{x - 1} = \frac{n_a(x) - a + 1}{x - 1} = -\frac{1}{f'_a(1)} = -\frac{1}{2a - 2}; \Rightarrow \\ n_a(x) = -\frac{x - 1}{2a - 2} + a - 1 = \frac{1}{2 - 2a}x - \frac{2a^2 - 4a + 3}{2 - 2a}; \quad a \neq 1;$$

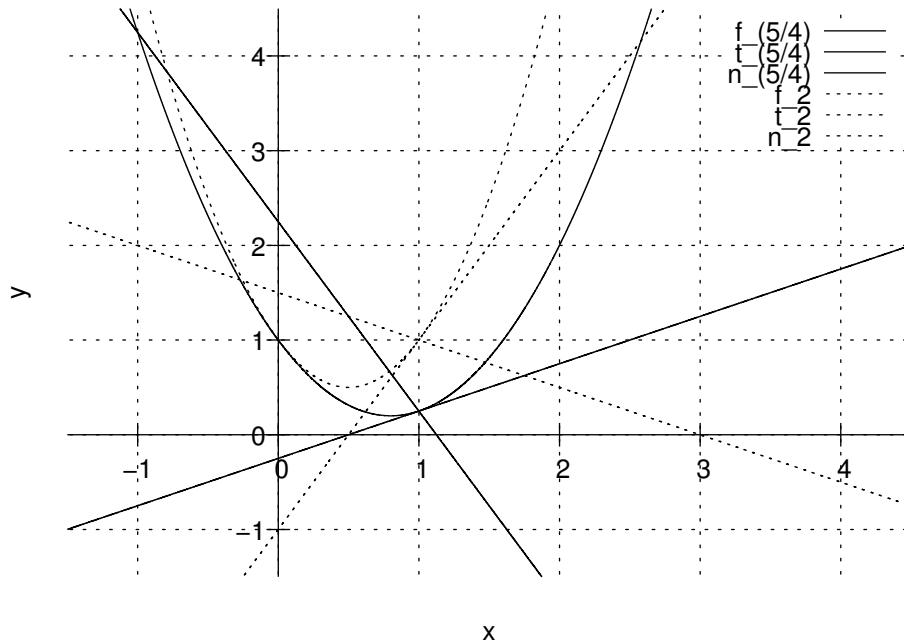
- c)** Für welche  $a$ -Werte bilden Tangente und Normale durch  $P$  mit der  $y$ -Achse ein rechtwinkliges Dreieck mit der Hypotenusenlänge  $\frac{5}{2}$ ? (Vier Lösungen)

$$t_a(0) = 1 - a; \quad n_a(0) = -\frac{2a^2 - 4a + 3}{2 - 2a};$$

$$n_a(0) - t_a(0) = \frac{5}{2}; \Rightarrow L_{a_1} = \dots = \left\{ \frac{5}{4}, 2 \right\};$$

$$t_a(0) - n_a(0) = \frac{5}{2}; \Rightarrow L_{a_2} = \dots = \left\{ 0, \frac{3}{4} \right\};$$

$$\Rightarrow L_a = L_{a_1} \cup L_{a_2} = \left\{ 0, \frac{3}{4}, \frac{5}{4}, 2 \right\};$$



### 7.2.42 44. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = x^3 - 3x; \quad D_f = \mathbb{R}; \\ f'(x) = 3x^2 - 3 = 3(x+1)(x-1);$$

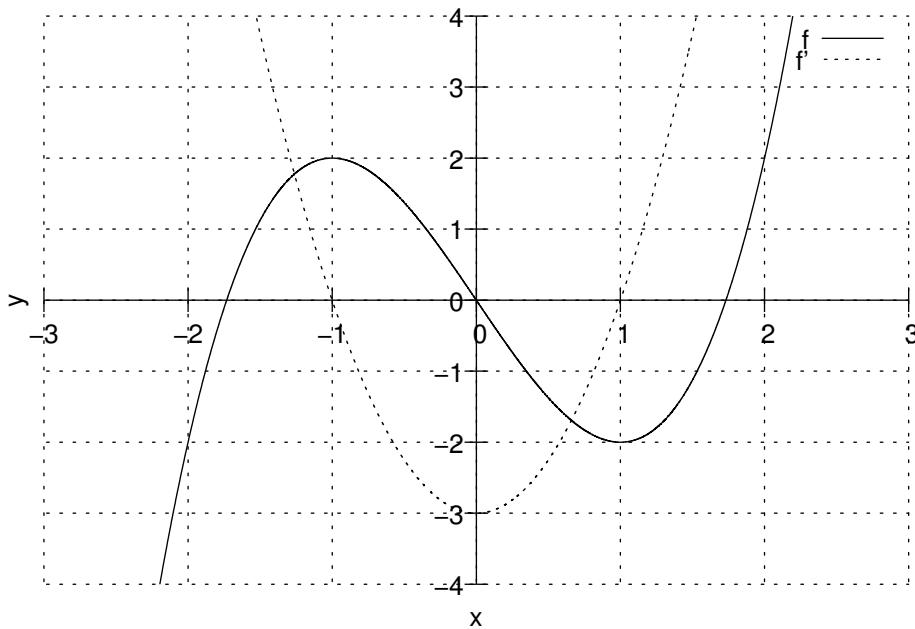
$$f'(x) > 0; \Rightarrow 3(x+1)(x-1) > 0; \Rightarrow \begin{cases} f'(x) > 0; \Rightarrow f \text{ ist sms;} & \text{für } x \in \mathbb{R} \setminus [-1, 1[; \\ f'(x) < 0; \Rightarrow f \text{ ist smf;} & \text{für } x \in ]-1, 1[; \end{cases}$$

$$f'(x) = 0; \Rightarrow 3(x+1)(x-1) = 0; \Rightarrow \\ P_1(-1, 2); P_1(1, -2);$$

$f'(x) > 0; \Rightarrow f$  steigt.

$f'(x) < 0; \Rightarrow f$  fällt.

$f'(x) = 0; \Rightarrow f$  hat eine waagrechte Tangente.



### 7.2.43 45. Hausaufgabe

#### Buch Seite 127, Aufgabe 5

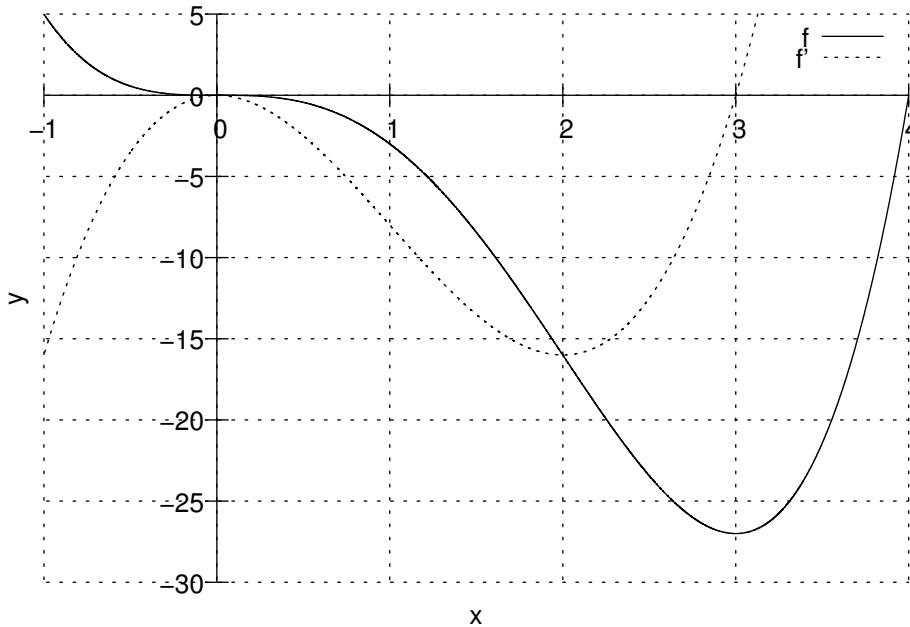
Zeige, dass die Funktion  $f : x \mapsto f(x) = x^4 - 4x^3$  an der einen Nullstelle der Ableitung einen Extremwert hat, an der anderen aber nicht.

$$f'(x) = 4x^3 - 12x^2 = 0; \Rightarrow x_1 = 0; \quad 4x_2 = 12; \Rightarrow x_2 = 3;$$

$$f''(x) = 12x^2 - 24x;$$

$$f''(0) = 0; \quad P_{\text{TEP}}(0, 0);$$

$$f''(3) \neq 0; \quad P_{\text{TIP}}(3, -27);$$



### 7.2.44 46. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = x^4 - 4x^2 = x^2(x^2 - 4) = x^2(x + 2)(x - 2);$$

#### Nullstellen

$$N_1(-2, 0); \quad N_2(0, 0); \quad N_3(2, 0);$$

#### Symmetrie

$$f(-x) = x^4 - 4x^2 = f(x) \Rightarrow \text{Symmetrie zur } y\text{-Achse}$$

#### Extrema

$$f'(x) = 4x^3 - 8x = 4x(x^2 - 2) = 4x(x + \sqrt{2})(x - \sqrt{2}) = 0;$$

$$f''(x) = 12x^2 - 8;$$

$$x_1 = -\sqrt{2};$$

$$f''(x_1) = f''(-\sqrt{2}) > 0 \Rightarrow P_{\text{TIP}}(-\sqrt{2}, -4);$$

$$x_2 = 0;$$

$$f''(x_2) = f''(0) < 0 \Rightarrow P_{\text{HOP}}(0, 0);$$

$$x_3 = \sqrt{2};$$

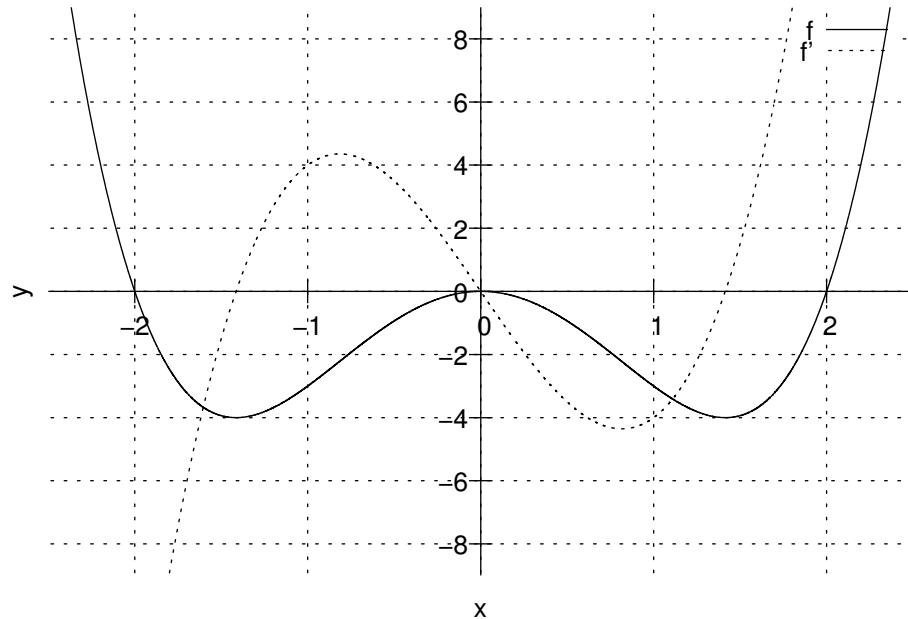
$$f''(x_3) = f''(\sqrt{2}) > 0 \Rightarrow P_{\text{TIP}}(\sqrt{2}, -4);$$

**Monotoniebereiche**

$$f'(x) = 4x(x + \sqrt{2})(x - \sqrt{2}) > 0; \Rightarrow$$

$f$  ist in sms in  $[-\sqrt{2}, 0] \cup [\sqrt{2}, \infty]$ ;

$f$  ist in smf in  $(-\infty, -\sqrt{2}] \cup [0, \sqrt{2}]$ ;

**Graph****7.2.45 47. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$f(x) = -\frac{4}{5}x^5 + 3x^3 = -\frac{4}{5}x^3 \left(x + \frac{\sqrt{15}}{2}\right) \left(x - \frac{\sqrt{15}}{2}\right);$$

**Nullstellen**

$$N_1(-\frac{\sqrt{15}}{2}, 0); \quad N_2(0, 0); \quad N_3(\frac{\sqrt{15}}{2}, 0);$$

**Symmetrie**

$$f(-x) = \frac{4}{5}x^5 - 3x^3 = -f(x); \Rightarrow \text{Symmetrie zum Ursprung};$$

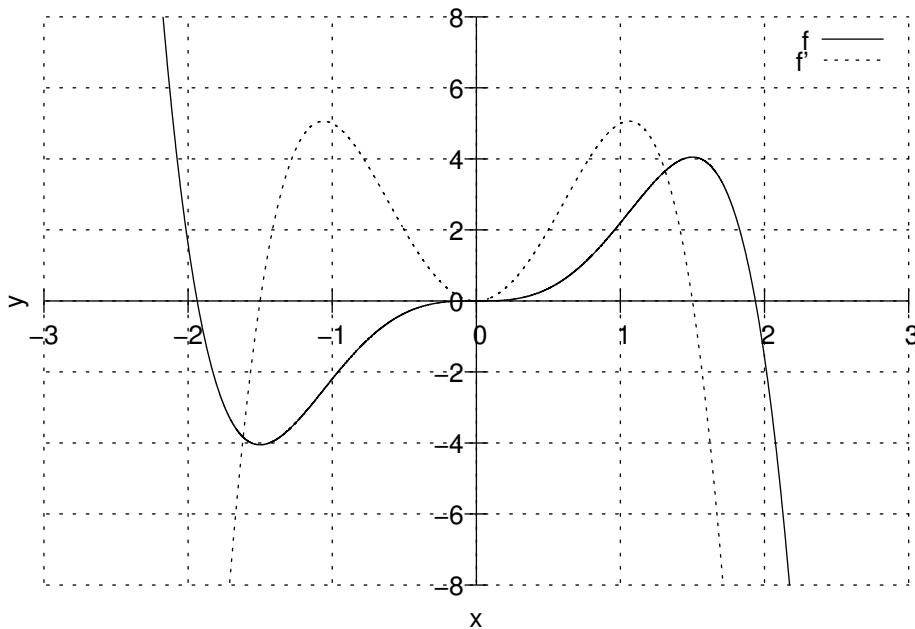
**Extrema und Terrassenpunkte**

$$f'(x) = -4x^4 + 9x^2 = 0; \Rightarrow$$

$$x_1 = -\frac{3}{2}; \quad x_2 = 0; \quad x_3 = \frac{3}{2};$$

$$f''(x) = -16x^3 + 18x;$$

- $f''(x_1) = f''(-\frac{3}{2}) = 27 > 0 \Rightarrow P_{TIP}(-\frac{3}{2}, -\frac{81}{20});$
- $f''(x_2) = f''(0) = 0 \Rightarrow$  Vorzeichenanalyse notwendig:  $f'(x)$  wechselt das Vorzeichen in der Umgebung von  $x_2$  nicht;  $\Rightarrow P_{TEP}(0, 0);$
- $f''(x_3) = f''(\frac{3}{2}) = -27 < 0 \Rightarrow P_{HOP}(\frac{3}{2}, \frac{81}{20});$



### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = 2x^2 - \sqrt{x}; \quad D_f = \mathbb{R}_0^+;$$

### Nullstellen

$$N_1(0, 0); \quad N_2(\frac{1}{2}\sqrt[3]{2}, 0);$$

### Symmetrie

$f$  ist in  $\mathbb{R}^-$  nicht definiert;  $\Rightarrow$  Keine Symmetrie zur  $y$ -Achse oder zum Ursprung;

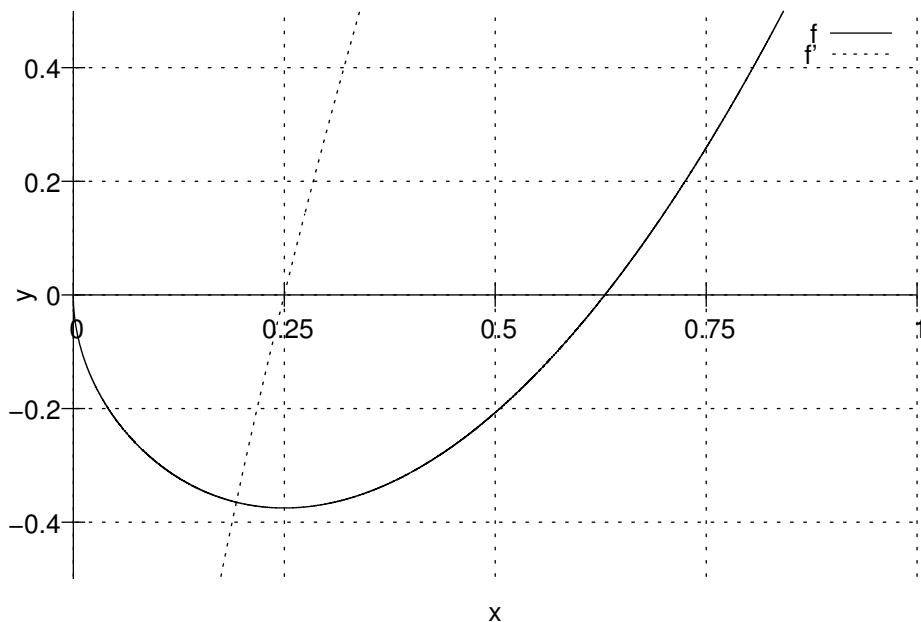
### Extremum

$$f'(x_0) = 4x_0 - \frac{1}{2\sqrt{x_0}} = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{1}{4};$$

$f'(x)$  wechselt in der Umgebung von  $x_0$  das Vorzeichen von  $-$  nach  $+$ ;  $\Rightarrow P_{TIP}(\frac{1}{4}, -\frac{3}{8});$

**Monotonie**

$f$  ist in  $[0, \frac{1}{4}[$  smf, in  $[\frac{1}{4}, \infty[$  sms.

**7.2.46 48. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$f(x) = 2x^2 - 8x; \quad D_f = [-2, 5];$$

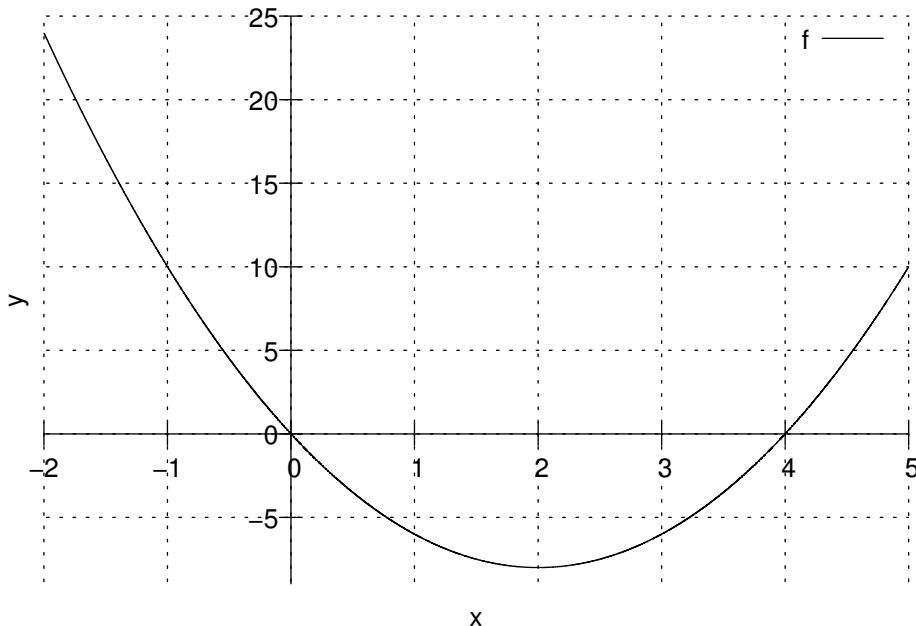
$$f'(x_s) = 4x_s - 8 = 0; \Rightarrow x_s = 2;$$

$$f(x_s) = f(2) = -8;$$

$$f(-2) = 8 - 8(-2) = 24;$$

$$f(5) = 50 - 40 = 10;$$

$$\Rightarrow W_f = [-8, 24];$$



### 7.2.47 49. Hausaufgabe

#### Buch Seite 107, Aufgabe 1

Für die Funktion  $f : x \mapsto f(x) = x^2 + 2$  trifft bezüglich des Intervalls  $I = [-1, 2]$  die Aussage des Extremwertsatzes zu. Warum? Gib das Maximum und das Minimum an!

$f$  ist in  $I$  stetig  $\Rightarrow$  Anwendung des Extremwertsatzes möglich

$$x_s = 0;$$

$$f(-1) = 3;$$

$$f(2) = 6;$$

$$\Rightarrow P_{\text{HOP}}(2, 6); \quad P_{\text{TIP}}(0, 2);$$

#### Buch Seite 108, Aufgabe 5

Hat  $f$  in  $I = [-1, 2]$  eine Nullstelle? Begründe, warum man den Nullstellensatz anwenden darf bzw. warum nicht!

a)  $f : x \mapsto f(x) = -x^3 + 4x + 1; \quad D_f = \mathbb{R};$

$f$  ist in  $I$  stetig  $\Rightarrow$  Anwendung des Nullstellensatzes möglich

$$f(-1) = -4;$$

$$f(2) = 17;$$

$\Rightarrow$  Ja,  $f$  hat in  $I$  eine Nullstelle.

**b)**  $f : x \mapsto f(x) = x^2 - 2; \quad D_f = \mathbb{R};$

$f$  ist in  $I$  stetig  $\Rightarrow$  Anwendung des Nullstellensatzes möglich

$$f(-1) = -1;$$

$$f(2) = 2;$$

$\Rightarrow$  Ja,  $f$  hat in  $I$  eine Nullstelle.

### 7.2.48 50. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

**a)**  $\sqrt{4,1} \approx \sqrt{4} + 0,1 \cdot \frac{1}{4} = 2,025;$

**b)**  $3,9^3 \approx 4^3 - 0,1 \cdot 3 \cdot 4^2 = 59,2;$

**c)**  $\frac{1}{59} \approx \frac{1}{6} + 0,1 \cdot \frac{1}{6^2} = \frac{61}{360} \approx 0,1694;$

### 7.2.49 51. Hausaufgabe

#### Buch Seite 159, Aufgabe 2

Welches Krümmungsverhalten zeigt die Funktion  $f$  in einer Umgebung der Stelle  $x_0$ ?

**a)**  $f : x \mapsto f(x) = x^4 - 3x^2; \quad x_0 = -1;$

$$\Rightarrow f'(x) = 4x^3 - 6x;$$

$$\Rightarrow f''(x) = 12x^2 - 6;$$

$$\Rightarrow f''(x_0) = f''(-1) = 12 - 6 = 6;$$

$\Rightarrow f$  ist an der Stelle  $x_0$  linksgekrümmt.

**b)**  $f : x \mapsto f(x) = x^3 - 4x; \quad x_0 = 2;$

$$\Rightarrow f'(x) = 3x^2 - 4;$$

$$\Rightarrow f''(x) = 6x;$$

$$\Rightarrow f''(x_0) = f''(2) = 12;$$

$\Rightarrow f$  ist an der Stelle  $x_0$  linksgekrümmt.

**Buch Seite 159, Aufgabe 1**

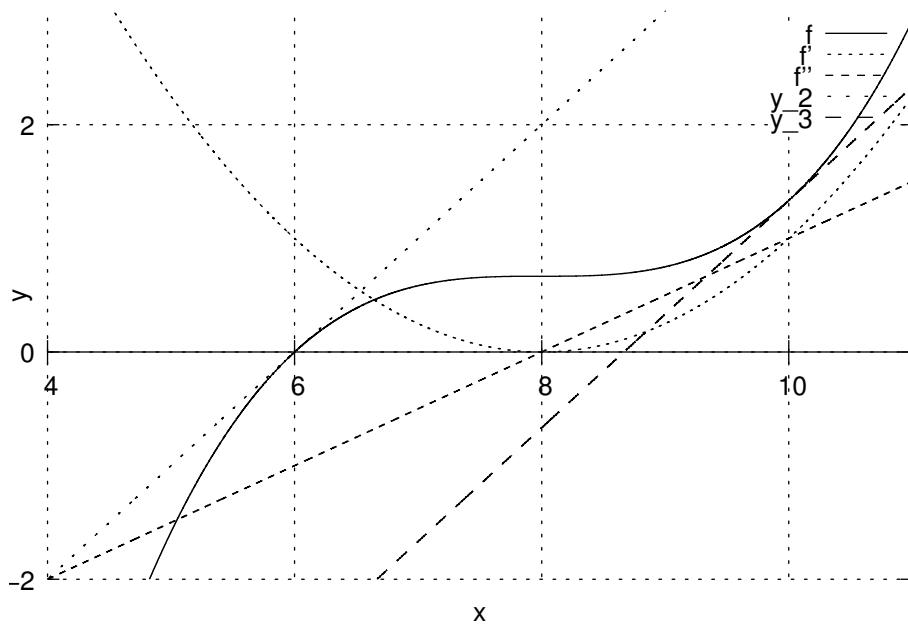
Bestimme für die folgende Funktion  $f : x \mapsto f(x); \quad x \in \mathbb{R}$  die  $x$ -Werte der Extrema und die Wendepunkte (soweit vorhanden) des Graphen.

$$\begin{aligned} f(x) &= x^2 - 6x + 5; \\ \Rightarrow f'(x_{\text{TIP}}) &= 2x_{\text{TIP}} - 6 = 0; \Rightarrow x_{\text{TIP}} = 3; \\ \Rightarrow f''(x) &= 2; \\ \Rightarrow f \text{ hat in } D_f &\text{ keine Wendepunkte.} \end{aligned}$$

**7.2.50 52. Hausaufgabe****Buch Seite 162, Aufgabe 3a**

Bestimme Extremwerte und Wendepunkte von  $G_f$ ! Wie lauten die Gleichungen der Kurventangenten, die mit der positiven  $x$ -Achse einen Winkel von  $45^\circ$  bilden?

$$\begin{aligned} f : x &\mapsto f(x) = \frac{1}{12}x^3 - 2x^2 + 16x - 42; \\ \Rightarrow f'(x) &= \frac{1}{4}x^2 - 4x + 16 = \frac{1}{4}(x - 8)^2; \\ \Rightarrow f''(x) &= \frac{1}{2}x - 4 = \frac{1}{2}(x - 8); \\ x_1 = 8: f'(x_1) &= 0 \wedge \text{Kein VZW;} \Rightarrow P_{\text{TEP}}(8, \frac{2}{3}); \\ f'(x) = 1 &\Rightarrow P_2(6, 0); \quad P_3(10, \frac{4}{3}); \\ \Rightarrow \frac{y_2}{x - 6} &= 1; \Rightarrow y_2 = x - 6; \\ \Rightarrow \frac{y_3 - \frac{4}{3}}{x - 10} &= 1; \Rightarrow y_3 = x - \frac{26}{3}; \end{aligned}$$



### 7.2.51 53. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = x^4 + 8x^3 + 18x^2; \quad P_0(-1, 11);$$

$$\Rightarrow f'(x_0) = 4x_0^3 + 24x_0^2 + 36x_0 = -16;$$

$$\Rightarrow \frac{y-11}{x+1} = -16; \Rightarrow y = -16x - 5;$$

$$\Rightarrow -16x - 5 = x^4 + 8x^3 + 18x^2; \Rightarrow x_1 = -5; \quad x_2 = x_0 = -1;$$

### 7.2.52 55. Hausaufgabe

#### Buch Seite 163, Aufgabe 14

Gegeben ist  $f : x \mapsto f(x) = \frac{1}{7}|x^2 + 3x - 10|$ .

Wo ist  $f$  nicht differenzierbar? Zeichne  $G_f$  und  $G_{f'}$  in  $[-6, 6]!$  Welche sprunghafte Richtungsänderung erfährt die Tangente beim Überschreiten jener Stellen, an denen die Funktion keine Ableitung hat? Wo ist  $f(x) < \frac{7}{4}$ ?

$$x^2 + 3x - 10 = 0; \Rightarrow x_1 = -5; \quad x_2 = 2;$$

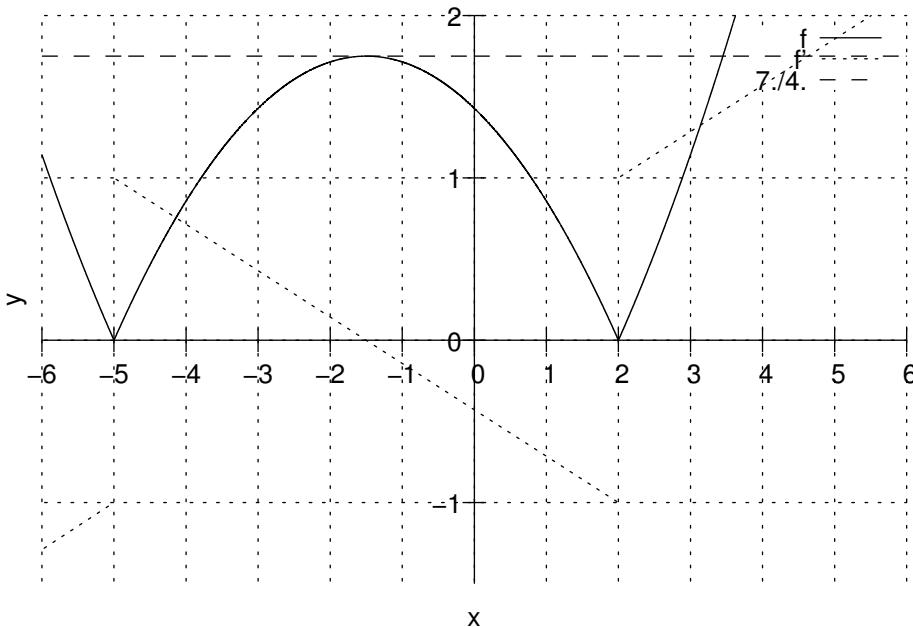
$$f'(x) = \begin{cases} \frac{1}{7}(2x+3) & \text{für } x < -5 \vee x > 2; \\ -\frac{1}{7}(2x+3) & \text{für } x \in ]-5, 2[; \end{cases}$$

$$\lim_{x \rightarrow -5^{\pm}} f'(x) = \mp 1; \Rightarrow f \text{ ist an } -5 \text{ nicht diffbar};$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^{\pm}} f'(x) = \pm 1; \Rightarrow f \text{ ist an } 2 \text{ nicht diffbar};$$

Die Richtungsänderung beträgt jeweils  $90^\circ$ .

$$\frac{1}{7}(x^2 + 3x - 10) < \frac{7}{4}; \Rightarrow L = \left[ -\frac{7\sqrt{2} + 3}{2}, \frac{7\sqrt{2} - 3}{2} \right] \setminus \left\{ -\frac{3}{2} \right\};$$



### 7.2.53 56. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = \frac{x}{3}|x^2 - 4|; \quad D_f = \mathbb{R};$$

#### Nullstellen

$$f(x) = 0;$$

$$\Rightarrow N_1(-2, 0); \quad N_2(0, 0); \quad N_3(2, 0);$$

#### Symmetrie

$$f(-x) = \frac{-x}{3}|(-x)^2 - 4| = -\frac{x}{3}|x^2 - 4| = -f(x); \Rightarrow$$

Punktsymmetrie zum Ursprung;

**Extrema**

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{3}(x^2 - 4) = \frac{1}{3}x^3 - \frac{4}{3}x & \text{für } x \in ]-\infty, -2] \cup [2, \infty[; \\ -\frac{x}{3}(x^2 - 4) = -(\frac{1}{3}x^3 - \frac{4}{3}x) & \text{für } x \in ]-2, 2[; \end{cases}$$

$$\Rightarrow f'(x) = \begin{cases} x^2 - \frac{4}{3} & \text{für } x \in ]-\infty, -2[ \cup ]2, \infty[; \\ -(x^2 - \frac{4}{3}) & \text{für } x \in ]-2, 2[; \end{cases}$$

$$\Rightarrow \pm(x_0^2 - \frac{4}{3}) = 0; \Rightarrow x_0^2 = \frac{4}{3};$$

$$\Rightarrow x_1 = -\sqrt{\frac{4}{3}} = -\frac{2}{\sqrt{3}} = -\frac{2}{3}\sqrt{3}; \quad x_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3};$$

Vorzeichenanalyse von  $f'$ :

$$x_1 = -\frac{2}{3}\sqrt{3};$$

Vorzeichenwechsel von  $f'$  von  $-$  nach  $+$ ;  $\Rightarrow P_{TIP,1}(-\frac{2}{3}\sqrt{3}, -\frac{16}{27}\sqrt{3})$ ;

$$x_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3};$$

Vorzeichenwechsel von  $f'$  von  $+$  nach  $-$ ;  $\Rightarrow P_{HOP,1}(\frac{2}{3}\sqrt{3}, \frac{16}{27}\sqrt{3})$ ;

$$x_3 = -2;$$

Vorzeichenwechsel von  $f'$  von  $+$  nach  $-$ ;  $\Rightarrow P_{HOP,2}(-2, 0)$ ;

$$x_4 = 2;$$

Vorzeichenwechsel von  $f'$  von  $-$  nach  $+$ ;  $\Rightarrow P_{TIP,2}(2, 0)$ ;

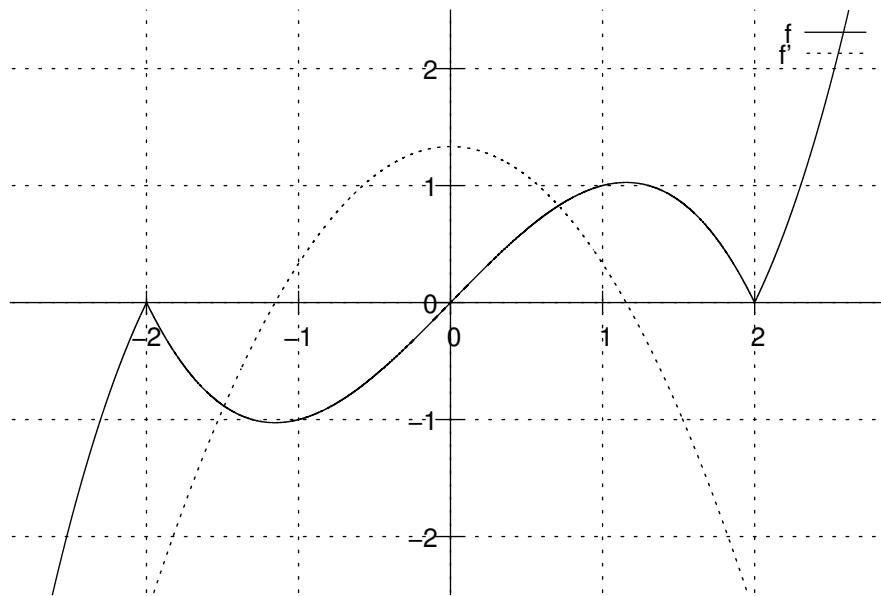
**Wendepunkte**

$$f''(x) = \begin{cases} 2x & \text{für } x \in ]-\infty, -2[ \cup ]2, \infty[; \\ -2x & \text{für } x \in ]-2, 2[; \end{cases}$$

$$\pm 2x_5 = 0; \Rightarrow x_5 = 0;$$

$$\Rightarrow P_{WEP,1}(0, 0);$$

Sowie:  $P_{WEP,2}(-2, 0); \quad P_{WEP,3}(2, 0)$ ;



### 7.2.54 57. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$f(x) = (x^2 - 2x)^2;$$

$$\Rightarrow f'(x) = 2(x^2 - 2x) \cdot (2x - 2) = 4x^3 - 8x^2 - 4x^2 + 8x = 4x^3 - 12x^2 + 8x;$$

$$\Rightarrow f'(x) = (x^4 - 4x^3 + 4x^2)' = 4x^3 - 12x^2 + 8x;$$

### 7.2.55 58. Hausaufgabe

Bilde für den angegebenen Term  $f(x)$  der Funktion  $f : x \mapsto f(x); \quad x \in D_f$  den Ableitungsterm  $f'(x)$ ! Bei welchen Aufgaben stimmt  $D_{f'}$  nicht mit  $D_f$  überein?

#### Buch Seite 144, Aufgabe 1f

$$f(x) = (\sin x + 2 \cos x)^3; \quad D_f = \mathbb{R};$$

$$\Rightarrow f'(x) = 3(\sin x + 2 \cos x)^2 (\cos x - 2 \sin x); \quad D_{f'} = D_f;$$

#### Buch Seite 144, Aufgabe 2

**c)**  $f(x) = \frac{1}{(x^2 + x + 1)^2}; \quad D_f = \mathbb{R};$   
 $\Rightarrow f'(x) = -\frac{2(x^2 + x + 1)(2x + 1)}{(x^2 + x + 1)^4}; \quad D_{f'} = D_f;$

**d)**  $f(x) = \frac{1}{(2 - \sin x)^2}; \quad D_f = \mathbb{R};$   
 $\Rightarrow f'(x) = 2 \frac{(2 - \sin x) \cdot \cos x}{(2 - \sin x)^4}; \quad D_{f'} = D_f;$

**e)**  $f(x) = \frac{1}{(1 + \sqrt{x})^4}; \quad D_f = \mathbb{R}_0^+;$   
 $\Rightarrow f'(x) = -4(1 + \sqrt{x}) \frac{1}{2\sqrt{x}}; \quad D_{f'} = D_f;$

### Buch Seite 145, Aufgabe 5e

$$f(x) = \sqrt{x^2 + 2x + 3}; \quad D_f = \mathbb{R};$$

$$\Rightarrow f'(x) = \frac{2x + 2}{2\sqrt{x^2 + 2x + 3}}; \quad D_{f'} = D_f;$$

### Buch Seite 145, Aufgabe 6b

$$f(x) = x \cdot \sqrt{x^2 + 1}; \quad D_f = \mathbb{R};$$

$$\Rightarrow f'(x) = \sqrt{x^2 + 1} + \frac{2x}{2\sqrt{x^2 + 1}}x; \quad D_{f'} = D_f;$$

### 7.2.56 59. Hausaufgabe

#### Buch Seite 145, Aufgabe 14

Gegeben ist die Funktion  $\varphi : x \mapsto \varphi(x) = y = \sqrt{4 - x^2}; \quad x \in D_{\max};$

**a)** Gib  $D_{\max}$  an!

$$4 - x^2 \geq 0; \Rightarrow 4 \geq x^2; \Rightarrow 2 \geq |x|;$$

$$\Rightarrow D_{\max} = [-2, 2];$$

- b)** Differenziere  $\varphi$  und bestimme den Differenzierbarkeitsbereich  $D_{\varphi'}$ !

$$\begin{aligned}\varphi'(x) &= -\frac{2x}{2\sqrt{4-x^2}} = -\frac{x}{\sqrt{4-x^2}}; \\ \Rightarrow D_{\varphi'} &= D_{\max} \setminus \{-2, 2\} = ]-2, 2[;\end{aligned}$$

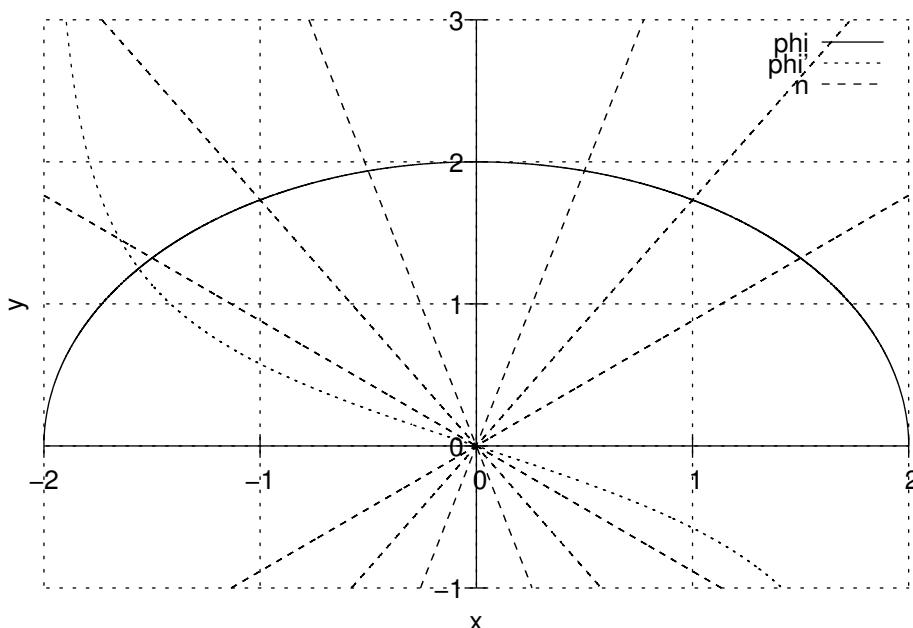
- c)** Stelle die Gleichung der Normalen in einem beliebigen Punkt  $P(x_0, y_0)$  des Funktionsgraphen  $G_\varphi$  auf und zeige, dass sie durch den Ursprung geht!

$$\begin{aligned}\frac{n(x) - \varphi(x_0)}{x - x_0} &= -\frac{1}{\varphi'(x_0)} = \frac{\sqrt{4-x_0^2}}{x_0}; \\ \Rightarrow n(x) &= \frac{x}{x_0} \sqrt{4-x_0^2}; \\ n(0) &= \frac{0}{x_0} \sqrt{4-x_0^2} = 0; \Rightarrow \text{Die Normale in einem beliebigen Punkt } P(x_0, y_0) \text{ des Funktionsgraphen } G_\varphi \text{ geht durch den Ursprung};\end{aligned}$$

- d)** Zeichne  $G_\varphi$  und erkläre das Ergebnis von Teilaufgabe c) geometrisch! Hinweis: Berechne  $x^2 + y^2$ !

$$x^2 + n(x)^2 = x^2 + \left(\frac{x}{x_0} \sqrt{4-x_0^2}\right)^2 = x^2 + 4 - x^2 = 2^2;$$

$\Rightarrow$  Bei  $\varphi(x)$  handelt es sich um einen Halbkreis mit dem Radius 2;



### 7.2.57 60. Hausaufgabe

#### Buch Seite 164, Aufgabe 22c mit $W_f$ und Graph

Bestimme die Wertemengen der folgenden Funktion mit Hilfe der Extremwerte und des Verhaltens an Unendlichkeitsstellen sowie für  $x \rightarrow \pm\infty$ !

$$f: x \mapsto f(x) = \frac{x^2}{x^4 + 1}; \quad D_f = \mathbb{R};$$

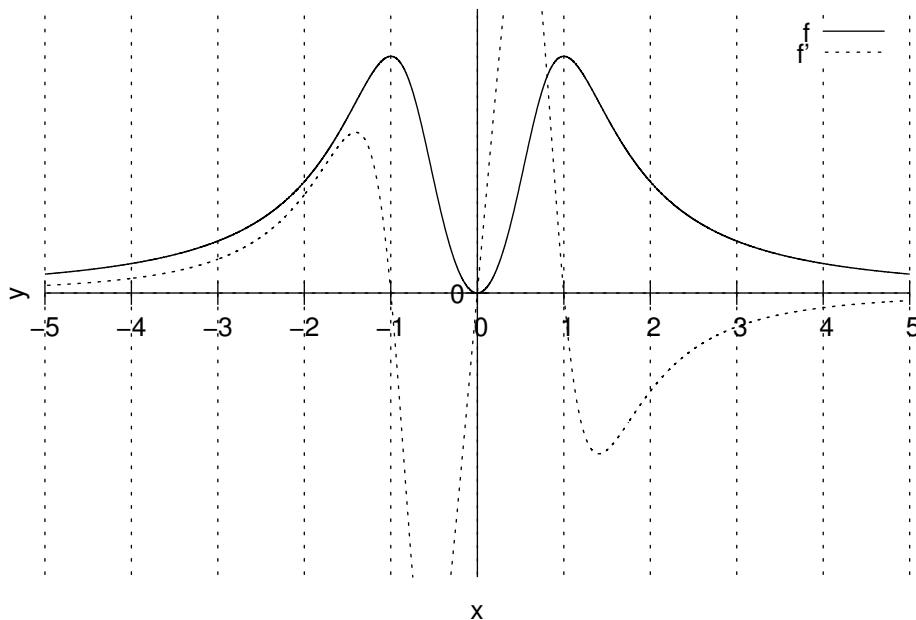
$f(x) \rightarrow 0$  für  $x \rightarrow \infty$ ;

$$f'(x) = \frac{(x^4 + 1) \cdot 2x - x^2 \cdot 4x^3}{(x^4 + 1)^2} = \frac{2x^5 + 2x - 4x^5}{(x^4 + 1)^2} = \frac{-2x^5 + 2x}{(x^4 + 1)} = -2x \frac{x^4 - 1}{(x^4 + 1)^2};$$

Vorzeichenwechselanalyse gibt:

- $f$  ist sms in  $]-\infty, -1]$  und  $[0, 1]$ ;
- $f$  ist smf in  $]-1, 0[$  und  $]1, \infty[$ ;
- $P_{HOP}(-1, \frac{1}{2})$ ;
- $P_{HOP}(1, \frac{1}{2})$ ;
- $P_{TIP}(0, 0)$ ;

$$\Rightarrow W_f = [0, \frac{1}{2}];$$



### 7.2.58 61. Hausaufgabe

#### Aufgabe 2 der Test-SA

Bestimme die ganzrationale Funktion  $f$  dritten Grades, deren Graph im Ursprung einen Wendepunkt hat. Außerdem hat der Graph im Punkt  $P(2, 0)$  eine Tangente, die parallel zur Geraden  $y = -8x + 1$  verläuft. (Kontrolle?)

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d;$$

$$f'(x) = 3ax^2 + 2bx + c;$$

$$f''(x) = 6ax + 2b;$$

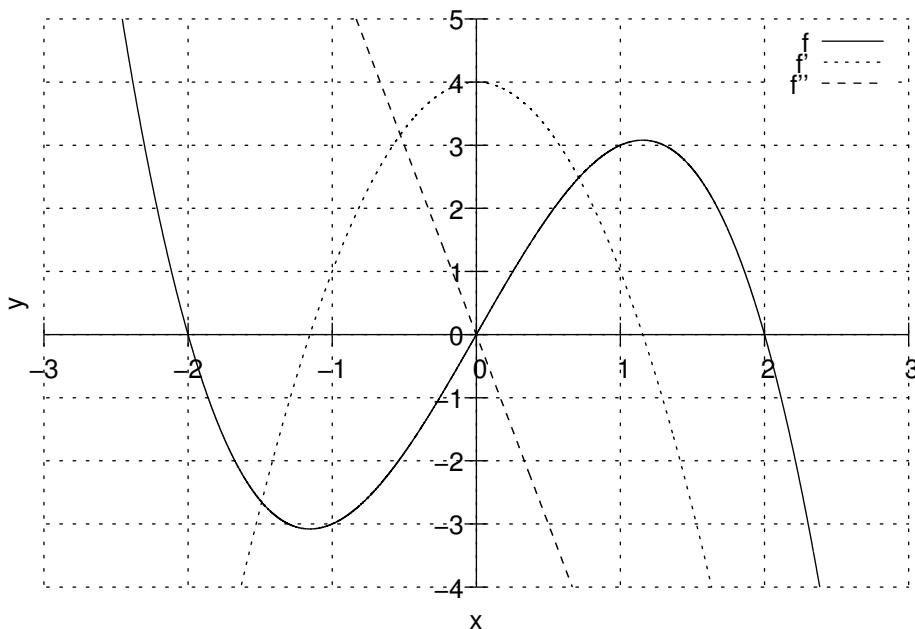
$$\text{I. } f(0) = 0; \Rightarrow d = 0;$$

$$\text{II. } f''(0) = 0; \Rightarrow 2b = 0; \Rightarrow b = 0;$$

$$\text{III. } f(2) = 0; \Rightarrow 8a + 2c = 8a - 16 - 24a = 0; \Rightarrow a = -1;$$

$$\text{IV. } f'(2) = -8; \Rightarrow 12a + c = -8; \Rightarrow c = -8 - 12a; \Rightarrow c = -8 + 12 = 4;$$

$$\Rightarrow f(x) = -x^3 + 4x;$$



#### Aufgabe 4 der Test-SA

Betrachtet wird die Funktionenschar  $f_t(x) = \frac{t}{3}x^3 + 3x^2 - 5x$  mit  $t \neq 0$ .

- a) Für welche Werte des Parameters  $t$  besitzen die Funktionen  $f_t$  keine, genaue eine, zwei waagrechte Tangenten?

$$\begin{aligned} f'_t(x) &= tx^2 + 6x - 5 = 0; \\ \Rightarrow x_{1,2} &= \frac{-6 \pm \sqrt{36 + 20t}}{2t}; \\ \Rightarrow 36 + 20t &= 0; \Rightarrow t = -\frac{9}{5}; \end{aligned}$$

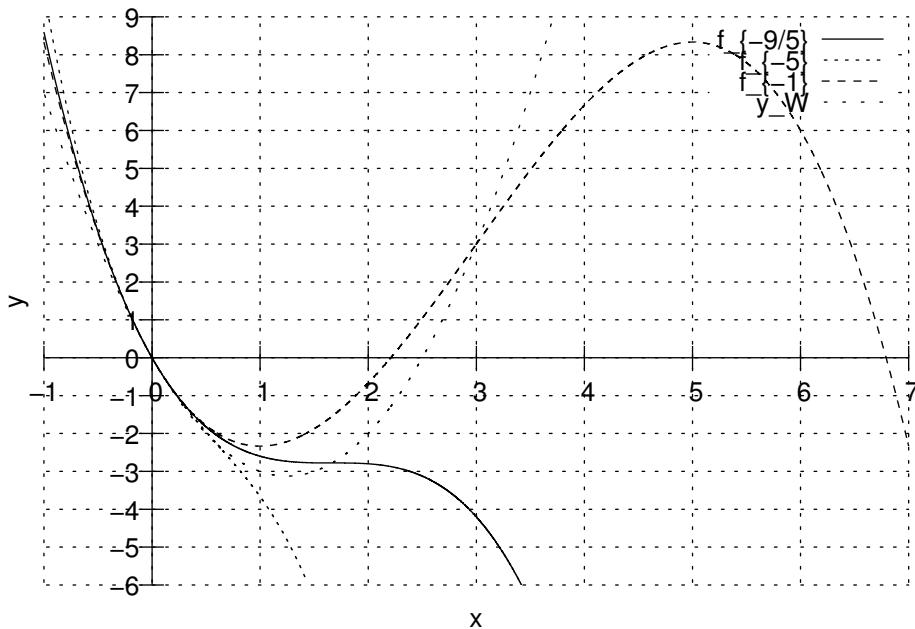
- Für  $t < -\frac{9}{5}$ : Keine waagrechten Tangenten
- Für  $t = -\frac{9}{5}$ : Genau eine waagrechte Tangente
- Für  $t > -\frac{9}{5}$ : Genau zwei waagrechte Tangenten

**b)** Zeige, dass die Kurven  $G_{f_t}$  genau einen Wendepunkt  $W$  besitzen und bestimme dessen Koordinaten in Abhängigkeit von  $t$ .

$$\begin{aligned} f''_t(x_W(t)) &= 2tx_W(t) + 6 = 0; \Rightarrow x_W(t) = -\frac{3}{t}; \\ y_W(t) &= f\left(-\frac{3}{t}\right) = \frac{15}{t} + \frac{18}{t^2} = 2\frac{3}{t} + 5\frac{3}{t}; \end{aligned}$$

**c)** Bestimme die Gleichung der Ortslinie, auf der alle Wendepunkte der Schar liegen. Welcher Punkt dieser Kurve ist kein Wendepunkt der Schar  $f_t$ ? (Begründung!)

$$\begin{aligned} x_W(t) &= -\frac{3}{t}; \Rightarrow t = -\frac{3}{x_W(t)}; \quad x \neq 0; \\ \Rightarrow y_W(x_W(t)) &= y_W(x) = 2x^2 - 5x; \quad x \neq 0; \\ (0, 0) &\text{ ist kein Wendepunkt der Schar } f_t. \end{aligned}$$



### 7.2.59 62. Hausaufgabe

#### Aufgabe 3 der Test-SA

Gegeben:  $f : x \mapsto f(x) = \frac{x^2}{2x - 2}; \quad D_f = \mathbb{R} \setminus \{1\};$

- a)** Bestimme die Monotoniebereiche von  $f$  und schließe damit auf die Art und Lage der Extrema von  $f$ .

$$f'(x) = \dots = 2x \frac{x-2}{(2x-2)^2};$$

$f$  ist sms in  $]-\infty, 0[$  und  $]2, \infty[$ ;

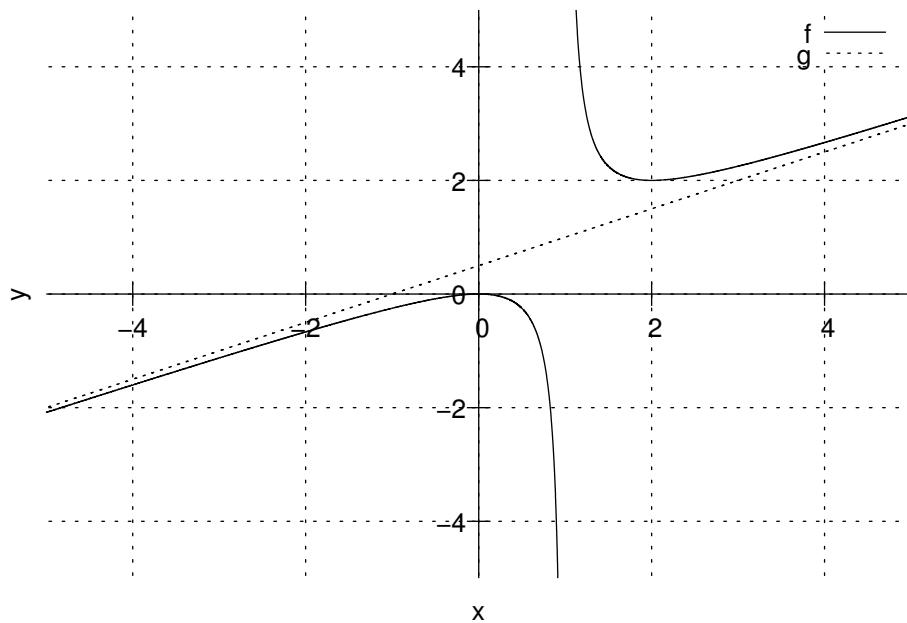
$f$  ist smf in  $]0, 1[$  und  $]1, 2[$ ;

$P_{HOP}(0, 0); \quad P_{TIP}(2, 2); \quad$  Unendlichkeitsstelle mit VZW bei  $x = 1$ ;

- b)** Gegeben ist ferner die Funktion  $g : x \mapsto g(x) = \frac{x}{2} + \frac{1}{2}$ . Berechne  $\lim_{x \rightarrow \infty} [f(x) - g(x)]$  und deute dieses Ergebnis geometrisch!

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} \left[ \frac{x^2}{2x-2} - \frac{x+1}{2} \right] &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left[ \frac{x^2 - (x+1)(x-1)}{2(x-1)} \right] = \lim_{x \rightarrow \infty} \left[ \frac{x^2 - x^2 + 1}{2(x-1)} \right]; \\ \Rightarrow f(x) - g(x) \rightarrow 0 &\text{ für } x \rightarrow \infty; \end{aligned}$$

$g(x)$  ist eine Asymptote von  $f(x)$ ;



### 7.2.60 63. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Einem Kreis mit Radius  $r$  soll das Rechteck mit maximalen Flächeninhalt einbeschrieben werden.

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 = r^2; \Rightarrow a = \sqrt{r^2 - b^2}; \\ A(b) = 2a \cdot 2b; \end{aligned} \quad \left. \right\} \Rightarrow A(b) = 4b\sqrt{r^2 - b^2};$$

$$\Rightarrow A'(b_0) = 4\sqrt{r^2 - b_0^2} + 4b \frac{1}{2\sqrt{r^2 - b_0^2}}(-2b_0) = 4\sqrt{r^2 - b_0^2} - 4b^2 \left( \sqrt{r^2 - b_0^2} \right)^{-1};$$

$$\Rightarrow A'(b_0) = 0; \Rightarrow r^2 - b_0^2 = b_0^2;$$

$$\Rightarrow b_0 = \frac{|r|}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} |r|;$$

$$\Rightarrow a_0 = \sqrt{r^2 - b_0^2} = \sqrt{r^2 - \frac{r^2}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} |r|;$$

### 7.2.61 64. Hausaufgabe

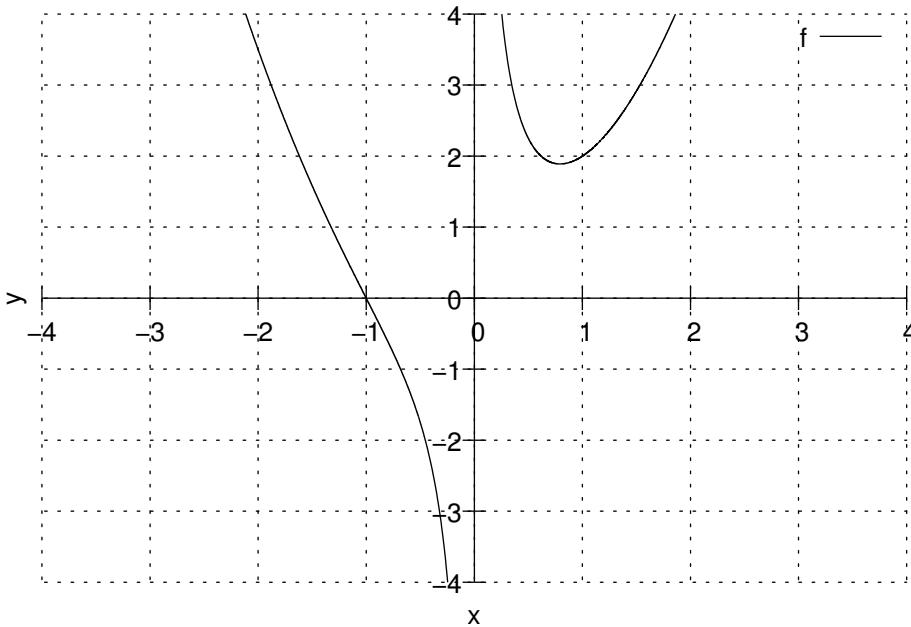
#### Buch Seite 177, Aufgabe 1

Gesucht ist eine reelle Zahl, für die die Summe aus Quadrat und Kehrwert so klein wie möglich wird.

$$f(x) = x^2 + \frac{1}{x};$$

$$\Rightarrow f'(x) = 2x - \frac{1}{x^2}; \Rightarrow x = \sqrt[3]{\frac{1}{2}};$$

Aber:  $f$  hat bei  $x = 0$  eine Unendlichkeitsstelle mit VZW!



### 7.2.62 65. Hausaufgabe

#### Buch Seite 178, Aufgabe 16

Einem geraden Kreiskegel wird ein gerader Kreiszylinder einbeschrieben. Man zeige, dass das Zylindervolumen nicht größer sein kann als  $\frac{4}{9}$  des Kegelvolumens.

$$g(x) = \frac{H}{R}x;$$

$$\Rightarrow h = g(R - r) = H \left(1 - \frac{r}{R}\right);$$

$$\Rightarrow v(r) = \pi r^2 H \left(1 - \frac{r}{R}\right) = \pi r^2 H - \pi r^3 \frac{H}{R};$$

$$\Rightarrow v'(r) = 2\pi r H - 3\pi r^2 \frac{H}{R} = 0; \Rightarrow r = \frac{2}{3}R;$$

$$\Rightarrow v_{\max} = v\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{4}{9}\pi R^2 H \left(1 - \frac{2}{3}\right) = \frac{4}{27}\pi R^2 H;$$

$$V = \frac{1}{3}\pi R^2 H;$$

$$\Rightarrow \frac{v_{\max}}{V} = \frac{4}{9};$$

### 7.3 Tests

#### 7.3.1 1. Extemporale aus der Mathematik

Gruppe A, geschrieben am 30.9.2004.

$$f_t(x) = \frac{t}{4}x - (2t + 1); t \in \mathbb{R}; x \in \mathbb{R};$$

**1a) (4 Punkte)**

Welche Schrägerade steht auf der Schrägeraden mit dem Parameterwert  $t = 1$  senkrecht? Funktionsgleichung und zu gehörigen Parameterwert bestimmen!

$$m = \frac{1}{4}; \bar{m} = -4;$$

$$\frac{t}{4} = -4; \Rightarrow t = -16;$$

$$f_{-16}(x) = -4x - (2 \cdot -16 + 1) = -4x + 31;$$

**1b) (3 Punkte)**

In welchem Punkt  $S$  schneiden sich diese beiden zueinander senkrechten Geraden? Rechnung!

$$\begin{array}{lcl} \frac{1}{4}x - 3 & = & -4x + 31 \\ \frac{17}{4}x & = & 34 \\ x & = & 8 \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} +4x + 3 \\ \cdot \frac{4}{17} \end{array} \right.$$

$$y = \frac{1}{4} \cdot 8 - 3 = -1;$$

$$S(8; -1);$$

**2) (3 Punkte)**

Bestimme die Achsenabschnitte  $S_x$  und  $S_y$  der Schrägeraden in Abhängigkeit von  $t$ .

$$S_y(0; -2t - 1);$$

$$\begin{array}{lcl} \frac{t}{4}x - (2t + 1) & = & 0 \\ \frac{t}{4}x & = & 2t + 1 \\ x & = & \frac{8t+4}{t} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} +(2t + 1) \\ \cdot \frac{4}{t} \end{array} \right.$$

$$S_x\left(\frac{8t+4}{t}; 0\right);$$

**3) (5 Punkte)**

Bei welchem Parameterwert sind die Nullstellen 2 Längeneinheiten vom Ursprung entfernt?

$$\begin{array}{lcl} \frac{8t+4}{t} & = & \pm 2 \\ 8t + 4 & = & t \cdot \pm 2 \\ t(8 - \pm 2) & = & -4 \\ t & = & -\frac{4}{8-\pm 2} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \cdot t \\ -t \cdot \pm 2 - 4 \\ : (...) \end{array} \right.$$

$$t_1 = -\frac{2}{3}; t_2 = -\frac{2}{5};$$

**4) (4 Punkte)**

Untersuche, ob alle Stellen der  $x$ -Achse Nullstellen von Schargeraden sind!

$$\begin{array}{lcl} \frac{8t+4}{t} & = & x \\ 8t + 4 & = & tx \\ t(8-x) & = & -4 \\ t & = & -\frac{4}{8-x} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \cdot t \\ -tx - 4 \\ : (...) \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{lcl} 8-x & \neq & 0 \\ 8 & \neq & x \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} +x \\ \end{array} \right.$$

$x = 8$  kann keine Nullstelle sein.

**7.3.2 Übungen zur 1. Schulaufgabe von 1337Ingo**

Gegeben sei die Parabelschar  $f_k(x) = 4x^2 - 4kx + k^2 - 3$  mit  $k \in \mathbb{R}$ .

**a)** Gib den Scheitel  $S$  in Abhängigkeit von  $k$  an!

$$S\left(\frac{k}{2}; -3\right);$$

**b)** Gib die Definitions- und Wertemenge an!

$$\mathbb{D} = \mathbb{R};$$

$$\mathbb{W} = [-3; \infty[;$$

**c)** Gib, wenn vorhanden, Maxima und Minima an!

$$P_{min} = S;$$

**d)** Gib die Nullstellen  $N_1, N_2$  in Abhängigkeit von  $k$  an!

$$N_1\left(\frac{k-\sqrt{3}}{2}\right);$$

$$N_2\left(\frac{k+\sqrt{3}}{2}\right);$$

**e)** Gib den Negativbereich  $\mathbb{D}_n$  und den Positivbereich  $\mathbb{D}_p$  in Abhängigkeit von  $k$  an!

$$\mathbb{D}_n = \left] \frac{k-\sqrt{3}}{2}; \frac{k+\sqrt{3}}{2} \right[;$$

$$\mathbb{D}_p = \mathbb{R} \setminus \left[ \frac{k-\sqrt{3}}{2}; \frac{k+\sqrt{3}}{2} \right];$$

**f)** Gib die Geradengleichung  $g(x)$  an, die eine Tangente durch die Parabel für  $k = 3$  und  $x = \frac{1}{2}$  beschreibt!

$$f_3(x) = 4x^2 - 12x + 6;$$

$$f_3\left(\frac{1}{2}\right) = 1;$$

$$g(x) = -8x + 5;$$

- g)**  $f_k$  wird mit der Geraden  $h : x \mapsto h(x) = x - 3$  geschnitten. Welche Werte sind für  $k$  möglich, damit es mindestens einen Schnittpunkt gibt?

$$k \in \left[-\frac{1}{8}; \infty\right[;$$

- h)** Was ist dann der „am weitesten links“ gelegende Schnittpunkt  $S_{fh}$ , der möglich ist?

$$S_{fh}(0; -3);$$

- i)** Gib das Geradenbüschel  $i_m$  durch den Scheitel von  $f$  in Abhängigkeit von  $k$  an!

$$i_m(x) = mx - 3 - \frac{k}{2}m;$$

- j)** Eine Gerade wird durch dieses Büschel nicht erfasst. Wie lautet ihre Geradengleichung und wieso ist das so?

$$x = \frac{k}{2};$$

### 7.3.3 1. Schulaufgabe

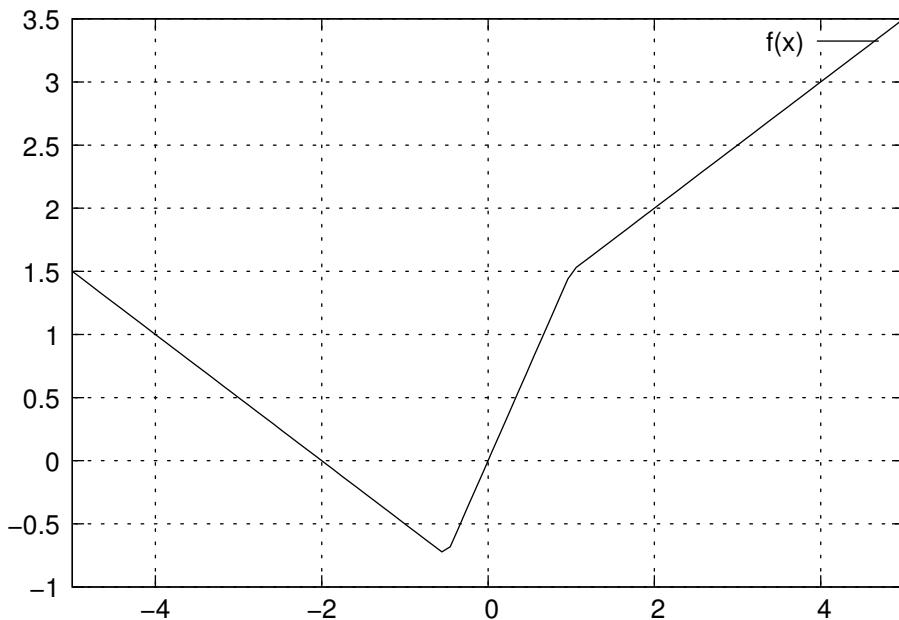
Geschrieben am 21.10.2004

#### 1. (4 Punkte für die Rechnung, 4 auf den Graph)

Gegeben ist die Funktion  $f(x) = |x + \frac{1}{2}| - \left|\frac{1}{2} - \frac{1}{2}x\right|$  mit  $\mathbb{D}_f = [-5; 5]$ .

Bestimme eine betragsfreie Darstellung von  $f(x)$  und zeichne den Graphen für  $x \in \mathbb{D}_f$ .

$$\Rightarrow f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{2}x - 1 & \text{für } \mathbb{D}_f \ni x \leq -\frac{1}{2}; \\ \frac{3}{2}x & \text{für } -\frac{1}{2} < x \leq 1; \\ \frac{1}{2}x + 1 & \text{für } \mathbb{D}_f \ni x > 1; \end{cases}$$

**2.**

$$f : x \mapsto y = -x^2 + 2x + 6; \mathbb{D}_f = \mathbb{R};$$

**a) (3 Punkte)**

Bestimme einen möglichst großen Teilbereich  $\mathbb{D}_{f_1}$  von  $\mathbb{D}_f$  so, dass  $f$  in  $\mathbb{D}_{f_1}$  umkehrbar ist und die Null in  $\mathbb{D}_{f_1}$  liegt.  
(Scheitel bestimmen!)

$$\begin{aligned} f'(x) &= -2x + 2 = 0 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow S(1; 7); \\ \Rightarrow \mathbb{D}_{f_1} &= ]-\infty; 1]; \end{aligned}$$

**b) (6 Punkte)**

Bestimme Term, Definitionsbereich und Wertemenge der Umkehrfunktion  $f_1^{-1}(x)$  von  $f$  in diesem Teilbereich  $\mathbb{D}_{f_1}$ .

$$0 = -x^2 + 2x + 6 - y \Rightarrow x = 1 \pm \frac{7-y}{2};$$

$$\Rightarrow f_1^{-1}(x) = 1 - \sqrt{7-x};$$

$$\mathbb{D}_{f_1^{-1}} = W_{f_1} = ]-\infty; 7];$$

$$W_{f_1^{-1}} = \mathbb{D}_{f_1} = ]-\infty; 1];$$

**c) (7 Punkte)**

Gegeben ist zusätzlich die Geradenschar  $g_a : y = ax + 7$ .

Zeige, dass genau zwei Geraden aus der Schar den Graphen von  $f$  (mit  $\mathbb{D}_f = \mathbb{R}$ ) berühren! Bestimme dazu die Gleichungen der Berührgeraden.

$$\begin{aligned}
 ax + 7 &= -x^2 + 2x + 6; \Rightarrow 0 = -x^2 + x(2-a) - 1; \Rightarrow D = \\
 4 - 4a + a^2 - 4 \cdot -1 \cdot -1 &= a^2 - 4a = 0; \\
 \Rightarrow a_1 &= 0; a_2 = 4; \\
 \Rightarrow g_0 : y &= 7; g_4 : y = 4x + 7;
 \end{aligned}$$

**3.**

$$f : x \mapsto y = \frac{2x}{2|x|+3}; \mathbb{D}_f = \mathbb{R};$$

**a) (3 Punkte)**

Zeige:  $f$  ist symmetrisch. (Nachweis und Bestimmung der Symmetrieart!)

$$f(-x) = -\frac{2x}{2|-x|+3} = -f(x); \Rightarrow \text{Symmetrie zum Ursprung};$$

**b) (6 Punkte)**

Untersuche  $f$  für  $x \geq 0$  auf Monotonie. Welche Monotonie-eigenschaft hat  $f$  demnach im ganzen Definitionsbereich  $\mathbb{D}_f$ ? (Symmetrie!)

$$x_1, x_2 \geq 0; x_1 < x_2; \Rightarrow f(x_2) - f(x_1) = \frac{2x_2}{2x_2+3} - \frac{2x_1}{2x_1+3} = \frac{4x_1x_2 + 6x_2 - 4x_1x_2 - 6x_1}{6x_1x_2 + 9} = 6 \frac{x_2 - x_1}{6x_1x_2 + 9} > 0; \Rightarrow f \text{ ist für } x \geq 0 \text{ streng monoton steigend.}$$

Symmetrie;  $\Rightarrow f$  ist in ganz  $\mathbb{D}_f$  streng monoton steigend.

**c) (3 Punkte)**

Begründe, dass  $f$  in  $\mathbb{D}_f$  beschränkt ist.

[Ergebnisse aus a) und b) sollen hier verwendet werden!]

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{2x}{2x+3}; \Rightarrow 2xy + 3y = 2x; \Rightarrow x(2y - 2) = -3y; \Rightarrow x = \\
 -\frac{3y}{2y-2} &\geq 0; \Rightarrow y \neq 1; -\frac{3y}{2y-2} \geq 0; \Rightarrow y \leq 0; \Rightarrow (y \leq 0 \cap y \geq 0) \cup \\
 (y \geq 0 \cap y \leq 1);
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \mathbb{W}_f = ]-1; 1[;$$

**7.3.4 Estels Problem**

$$\begin{aligned}
 -\frac{y}{2y-1} &\geq 0; & | \cdot (-1) \\
 \frac{y}{2y-1} &\leq 0; & | \cdot (2y-1) \\
 y &\leq 0; & | \cdot (2y-1) \\
 \Rightarrow (y \leq 0 \wedge y \geq \frac{1}{2}) \vee (y \geq 0 \wedge y < \frac{1}{2});
 \end{aligned}$$

### 7.3.5 Estels 2. Problem

$$\lim_{h \rightarrow 0+} \frac{\sqrt{h+1} - 1}{h} = \lim_{h \rightarrow 0+} \frac{(\sqrt{h+1} - 1)(\sqrt{h+1} + 1)}{h(\sqrt{h+1} + 1)} = \lim_{h \rightarrow 0+} \frac{h+1 - 1}{h(\sqrt{h+1} + 1)} =$$

$$\lim_{h \rightarrow 0+} \frac{1}{\sqrt{h+1} + 1} = \frac{1}{\sqrt{0+1} + 1} = \frac{1}{2};$$

## 8 Mathematik: Komplexe Zahlen

### 8.1 Schulheft

#### 8.1.1 Regeln für Zahlenbereichserweiterungen

Die alten Rechengesetze sollen weiter (und auch für die „neuen“ Zahlen) gelten (**Permanenzprinzip**).

Zahlenmengen:  $\mathbb{N}$ ,  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$  (algebraische Zahlen (Menge der Nullstellen aller Polynomfunktionen) und transzendente Zahlen (z.B.  $\pi$ ,  $\lg 2$ ,  $\sin 31^\circ$ ))

#### 8.1.2 Rechengesetze

##### Kommutativgesetze

$$a + b = b + a;$$

$$a \cdot b = b \cdot a;$$

##### Assoziativgesetze

$$(a + b) + c = a + (b + c) = a + b + c;$$

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c) = a \cdot b \cdot c;$$

##### Distributivgesetz

$$a \cdot (b + c) = ab + ac;$$

Weitere Eigenschaften der reellen Zahlen:

- K-, A-, D-Gesetze
- **Abgeschlossenheit** der Rechenoperatoren: Für zwei Zahlen  $a, b \in \mathbb{M}$  gilt:
  - $a + b \in \mathbb{M};$
  - $a \cdot b \in \mathbb{M};$

- **Eindeutigkeit** der Rechenoperationen, d.h. das Ergebnis von  $a + b$  ist  $a \cdot b$  ist eindeutig.
- **Existenz** des neutralen Elements in  $\mathbb{M}$ :
 
$$a + 0 = a$$
 („Nullelement“);  

$$a \cdot 1 = a$$
 („Einselement“);
- Existenz der **inversen** Elemente:  
 Zu jedem  $a \in \mathbb{M}$  existiert ein Inverses  $\bar{a}$ , so dass  $a + \bar{a} = 0$ ;  
 Zu jedem  $a \in \mathbb{M} \setminus \{0\}$  existiert ein Inverses  $\frac{1}{a}$ , sodass  $a \cdot \frac{1}{a} = 1$ ;

Erfüllen alle Elemente von  $\mathbb{M}$  alle die Eigenschaften, so nennt man  $\mathbb{M}$  „Körper“ (Bsp.:  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$ ).

Beispiel: Restklassenkörper modulo 5 (siehe Buch Seite 15), Restklassen modulo 6

Die Restklassen modulo einer Primzahl liefern immer einen Körper.  
 Die Restklassenkörper sind Beispiele für **endliche** Körper.

Eigenschaften von Mengen, die sich anordnen lassen:

- Trichotomie:  
 Für zwei Elemente  $a, b$  gilt genau eines von den drei Möglichkeiten  
 $a > b$ ,  $a < b$ ,  $a = b$ .
- Transitivität:  

$$\left. \begin{array}{l} a > b; \\ b > c; \end{array} \right\} \Rightarrow a > c;$$
- Monotonie:  $a, b, c \in \mathbb{R}$ ;  
 -  $a < b \Rightarrow a + c > b + c$ ;  
 -  $a < b \Rightarrow a \cdot c > b \cdot c; c > 0$ ;

Die endlichen Körper lassen sich nicht anordnen.

### 8.1.3 Die Erweiterung der reellen Zahlen

#### Mangel von $\mathbb{R}$

$7x + 3 = 0 \Rightarrow x = -\frac{3}{7}$ ;  $\Rightarrow$  Einführung der Bruchzahlen  
 $x^2 = -1$  hat keine Lösung in  $\mathbb{R}$ .

**Versuchsweise Einführung von Lösungen:**

Neue Zahl  $i$  mit der Eigenschaft

$$i^2 = -1;$$

Zahlen der Form  $z = a + ib$  mit  $a, b \in \mathbb{R}$  heißen **komplex**.

BTW, **Wichtig**: Schreibe nie, **niemals**,  $i = \sqrt{-1}!$

$a$  ( $b$ ) heißt Realteil (Imaginärteil) von  $z$  ( $\operatorname{Re}(z)$  ( $\operatorname{Im}(z)$ )).

Die Zahlen  $z$  bilden die Menge  $\mathbb{C}$  der komplexen Zahlen.

Summe komplexer Zahlen:  $z_1 + z_2 = a_1 + ib_1 + a_2 + ib_2 = (a_1 + a_2) + i(b_1 + b_2);$

Produkt komplexer Zahlen:  $z_1 \cdot z_2 = (a_1 + ib_1)(a_2 + ib_2) = (a_1a_2 - b_1b_2) + i(a_1b_2 + a_2b_1);$

Kehrwerte:  $\frac{1}{z} = \frac{1}{a+ib} = \frac{1}{a+ib} \cdot \frac{a-ib}{a-ib} = \frac{a-ib}{a^2+b^2} = \frac{a}{a^2+b^2} + i\frac{-b}{a^2+b^2};$

Bemerkung: Die beiden komplexen Zahlen  $z = a + ib$  und  $z^* = a - ib$  heißen zueinander **konjugiert komplex**.

**Kritik des Verfahrens**

Z.B.: In  $\mathbb{R}$  gibt es kein Inverses zu 0 bezüglich der Multiplikation.

Definiere  $j = 0^{-1}; \Rightarrow 0 \cdot j = 1;$

Dann gilt:

- $(0 + 0) \cdot j = 0 \cdot j + 0 \cdot j = 1 + 1 = 2;$
- $(0 + 0) \cdot j = 0 \cdot j = 1;$

$\Rightarrow$  WIDERSPRUCH!

„Wurzelziehen“: Siehe 4. Hausaufgabe.

**Eigenschaften des Konjugierens**

$z = x + iy; \Rightarrow z^* = x - iy;$

1.  $(z^*)^* = z;$
2.  $(z_1 \pm z_2)^* = z_1^* \pm z_2^*;$
3.  $(z_1 \cdot z_2)^* = z_1^* \cdot z_2^*;$

Entsprechend gilt:  $\left(\frac{z_1}{z_2}\right)^* = \frac{z_1^*}{z_2^*}$  für  $z_2 \neq 0;$

### 8.1.4 Anordnung in $\mathbb{C}$

Ist  $i > 0$ ?

Annahme:  $i > 0 \Rightarrow -1 > 0$ ;

also:  $i < 0 \Rightarrow -1 > 0$ ;

$\Rightarrow \mathbb{C}$  lässt sich nicht (wie  $\mathbb{R}$ ) anordnen.

### 8.1.5 Anschauliche Deutung der komplexen Zahlen

- GAUßsche Zahlenebene
- komplexe Zahlen als Vektoren  
Pfeile, die vom Ursprung ausgehen, heißen Ortsvektoren.

#### Betrag komplexer Zahlen

$$|z| = |x + iy| = \sqrt{x^2 + y^2};$$

Abstand zweier Punkte:  $|\vec{d}| = |\vec{z}_2 - \vec{z}_1|$ ;

Dreiecksungleichung:  $|z_1 + z_2| \leq |z_1| + |z_2|$ ;

#### Polarform komplexer Zahlen

$z = x + iy$ ; (Normalform)

$z$  wird festgelegt durch

- Abstand vom Ursprung  $|z| = r$ ;
- Winkel  $\varphi$  zwischen Re-Achse und Vektor  $z$  (gemessen im Bogenmaß)

Zusammenhänge mit der Normalform:

- $r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ ;
- $\tan \varphi = \frac{y}{x}$ ;

Polarkoordinaten:  $z = (r; \varphi)$ ;

- $x = r \cdot \cos \varphi;$

- $y = r \cdot \sin \varphi;$

Darstellung:  $z = x + iy = r \cdot (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi)$ ; (Polarform von  $z$ !)

Abkürzung:  $E(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ ;

$$|E(\varphi)| = \sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi} = \sqrt{1} = 1;$$

$\Rightarrow$  Die komplexen Zahlen  $E(\varphi)$  liegen auf dem **Einheitskreis**.

$$z = r \cdot E(\varphi);$$

Eigenschaften von  $E(\varphi)$ :

- $|E(\varphi)| = 1;$
- $|E(\varphi)|$  ist periodisch.

$$E(\varphi + 2k\pi) = E(\varphi); \quad k \in \mathbb{Z};$$

- $E(\varphi_1) \cdot E(\varphi_2) = \dots = E(\varphi_1 + \varphi_2);$

Folgerungen:

Für  $\varphi_2 = -\varphi_1 = -\varphi$ ;  $\Rightarrow E(\varphi) \cdot E(-\varphi) = E(0) = 1$ ;  $\Rightarrow E(-\varphi) = \frac{1}{E(\varphi)}$ ;

Für  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ ;  $\Rightarrow [E(\varphi)]^2 = E(2\varphi)$ ;

$[E(\varphi)]^n = E(n \cdot \varphi)$ ; für  $n \in \mathbb{N}$ ;  $\varphi \in \mathbb{R}$ ; (Formel von MOIVRE)

Produkte in Polarform:

$$z_1 = |z_1| E(\varphi_1);$$

$$z_2 = |z_2| E(\varphi_2);$$

$$z_1 z_2 = |z_1 z_2| E(\varphi_1 + \varphi_2);$$

$$|z_1| \cdot |z_2| = |z_1 \cdot z_2|;$$

Regel: Multiplikation zweier komplexer Zahlen bedeutet Multiplikation der Beträge und Addition der Winkelargumente.

Division in Polarform:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|}{|z_2|} E(\varphi_1 - \varphi_2);$$

Regel: Division zweier komplexer Zahlen bedeutet Division der Beträge und Subtraktion der Winkelargumente.

Anwendungen:

**a) cos 15° und sin 15° in exakter Form:**

Ansatz:  $15^\circ = 45^\circ - 30^\circ$ ;

$$E(15^\circ) = \cos 15^\circ + i \sin 15^\circ = E(45^\circ - 30^\circ) = \frac{E(45^\circ)}{E(30^\circ)} = \dots = \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} + i \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4};$$

$$\Rightarrow \cos 15^\circ = \operatorname{Re}[E(15^\circ)]; \quad \sin 15^\circ = \operatorname{Im}[E(15^\circ)];$$

**b) Trigonometrische Formeln:**

$$\cos 2\varphi + i \sin 2\varphi = E(2\varphi) = [E(\varphi)]^2 = [\cos \varphi + i \sin \varphi]^2 = \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi + 2i \cos \varphi \sin \varphi;$$

$$\Rightarrow \cos 2\varphi = \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi; \quad \sin 2\varphi = 2 \cos \varphi \sin \varphi;$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|}{|z_2|} \cdot E(\varphi_1 - \varphi_2);$$

**Def.:** Der Winkel  $\varepsilon = \angle(z_1, z_2)$  ist der Winkel, um den man  $z_1$  (im positiven Drehsinn) drehen muss, damit  $z_1$  in Richtung von  $z_2$  weist.

[Falls  $\varphi_1 - \varphi_2 < 0$  ist, ist  $\varepsilon = \varphi_1 - \varphi_2 + 360^\circ$ .]

$\angle(z_2, z_1) = \operatorname{arc}_{z_2}^{z_1}$ ; („Winkel, um den man  $z_2$  drehen muss, damit  $z_2$  in Richtung von  $z_1$  zeigt“)

(Addiere evtl. zum Taschenrechnerwert des Arcustangens  $0^\circ$  im I. Quadranten,  $180^\circ$  im II. und III. Quadranten und  $360^\circ$  im IV. Quadranten.)

**Anwendung der Formel von Moivre**

$$[E(\varphi)]^n = E(n \cdot \varphi);$$

Lösungen der Gleichung  $z^n = 1$ ; („Einheitswurzeln“)

$$n = 3: z^3 = 1 = 1 \cdot E(0^\circ); \Rightarrow z_1 = 1; \quad z_2 = E(120^\circ); \quad z_3 = E(240^\circ);$$

Zur Gleichung  $z^n = 1$ :

$$L_\varphi = \left\{ 0, \frac{1}{n}2\pi, \frac{2}{n}2\pi, \dots, \frac{n-1}{n}2\pi \right\};$$

$$\text{d.h. } z_k = E\left(\frac{k-1}{n}2\pi\right); \quad k \in \mathbb{N} \cap [1, n];$$

$$\text{Allgemein: } z^n = E(\varphi); \Rightarrow z_k = E\left(\frac{\varphi + (k-1) \cdot 360^\circ}{n}\right); \quad k \in \mathbb{N} \cap [1, n];$$

Die Gleichung  $z^n = a$ ;  $a \in \mathbb{C}$ ;

$$z^n = a \Leftrightarrow |z|^n E(n\varphi) = |a| E(\alpha);$$

$$\Rightarrow |z| = \sqrt[n]{|a|}; \wedge E(n\varphi) = E(\alpha);$$

D.h.  $n\varphi = \alpha + k \cdot 360^\circ$ ;  $k \in \mathbb{N} \cap [0, n - 1]$ ;

$$\varphi_n = \frac{\alpha}{n} + \frac{n-1}{n} \cdot 360^\circ;$$

$$\Rightarrow z_k = \sqrt[n]{|a|} E\left(\frac{\alpha}{n} + \frac{k}{n} \cdot 360^\circ\right); \quad k \in \mathbb{N} \cap [0, n - 1];$$

Alle Lösungen haben gleichen Betrag und liegen auf einem Kreis um den Ursprung mit Radius  $\sqrt[n]{|a|}$ .

### 8.1.6 Komplexe Abbildungen

#### Einfache komplexe Abbildungen

In  $\mathbb{R}$ :  $x \mapsto y = 2x$ ;

In  $\mathbb{C}$ :  $z \mapsto w = 2z$ ;

#### 8.1.7 Allgemein: Die Abbildung $z \mapsto w = az$ ; $a \in \mathbb{C}$ ;

Polarform:

$$a = |a| E(\alpha);$$

$$z = |z| E(\varphi);$$

$$w = az = |a| E(\alpha) \cdot |z| E(\varphi) = |a| |z| E(\alpha + \varphi);$$

Ergebnis: Die Abbildung  $z \mapsto w = az$  ( $a \neq 0$ ) ist eine zentrische Streckung mit anschließender Drehung (Drehstreckung). Das Zentrum ist 0, Streckungsfaktor ist  $|a|$ , Drehwinkel ist  $\arg a$ .

Spezielle Fälle:

- $|a| = 1$ ; (Reine Drehung um  $\arg a$ )
- $a \in \mathbb{R}$ ; (Reine zentrische Steckung (mit positivem Faktor; Drehwinkel  $0^\circ$  oder  $180^\circ$ )

#### Eigenschaften der linearen Abbildung $z \mapsto w = az + b$ ; $a \neq 0$ ;

Jede Abbildung der Form  $z \mapsto w = az + b$  kann aufgefasst werden als Hintereinanderschaltung zweier Abbildungen f und g:

Dabei ist f :  $z \mapsto v = az$  eine Drehstreckung um den Ursprung mit Streckungsfaktor  $|a|$  und Drehwinkel  $\arg a$  und g :  $v \mapsto w = v + b$  eine Translation um den komplexen Vektor  $b$ .

Schreibweise:  $w = g(v) = g(f(z)) = g \circ f(z)$ ; („g nach f“)

Damit ist jede Abbildung der Form  $w = az + b$  eine Ähnlichkeitsabbildung. Sie verändert nicht den Drehsinn (gleichsinnige Ähnlichkeitsabbildung).

Für  $|a| = 1$  handelt es sich um eine gleichsinnige Kongruenzabbildung.

### Noch eine konjugiert lineare Abbildung

$$z \mapsto w = iz^* + (-2 + 2i);$$

$$(x + yi) = i(x - yi) + (-2 + 2i) \Rightarrow x - y + 2 = i(x - y + 2);$$

Nur erfüllt für  $x - y + 2 = 0 \Rightarrow y = x + 2$ ; (Fixpunktgerade!)

- Was passiert mit der Geraden  $g : y = x$ ?

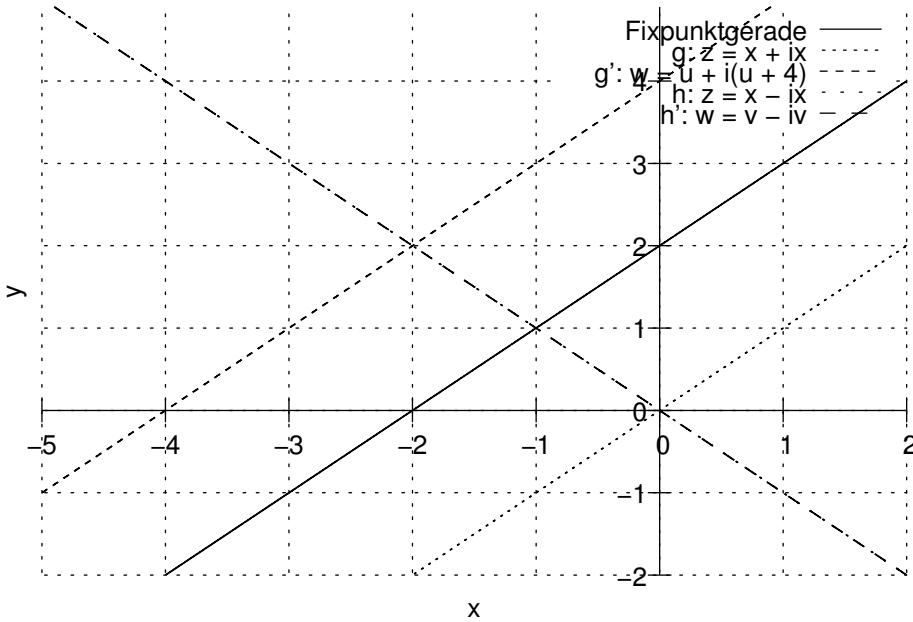
$$g : z = x + ix;$$

$$g' : w = iz^* - 2 + 2i = i(x - xi) - 2 + 2i = ix + x - 2 + 2i = x - 2 + i(x + 2) = u + i(u + 4);$$

- Was passiert mit der Geraden  $h : y = -x$ ?

$$h : z = x - ix;$$

$$h' : w = iz^* - 2 + 2i = i(x + ix) - 2 + 2i = ix - x - 2 + 2i = -x - 2 + i(x + 2) = -(x + 2) + i(x + 2) = -u + iu = v - iv;$$



Die Gerade wird insgesamt auf sich abgebildet (nicht punktweise), man spricht von einer Fixgeraden.

### Geraden in der komplexen Zahlenebene

$x, y, a, m \in \mathbb{R}$ ;

Re-Achse:  $y = 0; \Rightarrow z = x$ ;

Im-Achse:  $x = 0; \Rightarrow z = iy$ ;

Parallele zur Re-Achse durch  $(0, a)$ :  $y = a; \Rightarrow z = x + ia$ ;

Parallele zur Im-Achse durch  $(a, 0)$ :  $x = a; \Rightarrow z = a + iy$ ;

Parallele zu  $y = x$  durch  $(0, a)$ :  $y = x + a; \Rightarrow z = x + i(x + a)$ ;

Allgemein:  $y = mx + a; \Rightarrow z = x + i(mx + a)$ ;

### Kreisgleichung

#### Mittelpunkt $M(0, 0)$

$$|z| = r; \Rightarrow x^2 + y^2 = r^2;$$

$$|z|^2 = zz^* = r^2; \text{ (Betragfreie Darstellung)}$$

#### Mittelpunkt $M(m_x, m_y)$ , d.h. $m = m_x + im_y$

$$|z - m| = r;$$

$$(z - m)(z - m)^* = r^2;$$

$$(z - m)(z^* - m^*) = r^2;$$

$$zz^* - m^*z - mz^* + mm^* = r^2;$$

$$\Rightarrow zz^* - m^*z - mz^* = r^2 - mm^* = \gamma; \quad \gamma \in \mathbb{R};$$

Kreisgleichung:  $zz^* - m^*z - mz^* = \gamma$  mit  $\gamma = r^2 - mm^*$ ;

## 8.2 Hausaufgaben

### 8.2.1 1. Hausaufgabe

#### Buch Seite 25, Aufgabe 1

- a) Berechne  $i^n$  für  $n \in \{2, 3, 4, \dots, 9, 32, 33, 34, 35\}!$

**b)** Berechne  $i^{4n}$ ,  $i^{4n+1}$ ,  $i^{4n+2}$ ,  $i^{4n+3}$ , wenn  $n \in \mathbb{N}$  ist!

- $i^{4n} = i^4 = i^8 = i^{32} = 1;$
- $i^{4n+1} = i^9 = i^5 = i^9 = i^{33} = i;$
- $i^{4n+2} = i^2 = i^6 = i^{34} = -1;$
- $i^{4n+3} = i^3 = i^7 = i^{35} = -i;$

**c)** Berechne  $(-i)^{4n}$ ,  $(-i)^{4n+1}$ ,  $(-i)^{4n+2}$ ,  $(-i)^{4n+3}$  für  $n \in \mathbb{N}$ !

- $(-i)^{4n} = 1;$
- $(-i)^{4n+1} = -i;$
- $(-i)^{4n+2} = -1;$
- $(-i)^{4n+3} = i;$

### 8.2.2 2. Hausaufgabe

#### Buch Seite 25, Aufgabe 4

Berechne:

- a)**  $6 \cdot 2i = 12i;$
- b)**  $6i \cdot 2i = -12;$
- c)**  $i \cdot 2 \cdot i \cdot 3 \cdot i \cdot 4 \cdot i \cdot 5 \cdot i = 120i;$
- d)**  $\sqrt{2}i(1 - \sqrt{2}i) = 2 + \sqrt{2}i;$

#### Buch Seite 26, Aufgabe 11

- a)**  $z^2 + 10z + 34 = 0; \Rightarrow \mathbb{L} = \{-5 - 3i, -5 + 3i\};$
- b)**  $z^2 - 6z + 12 = 0; \Rightarrow \mathbb{L} = \{3 - \sqrt{3}i, 3 + \sqrt{3}i\};$

### 8.2.3 3. Hausaufgabe

#### Buch Seite 26, Aufgabe 6b

Berechne zu folgendem Zahlenpaar  $z_1, z_2$  den Quotienten  $z_1 : z_2$  und mache die Probe!

$$\frac{2-5i}{3+4i} = -\frac{14}{25} - \frac{23}{25}i;$$

**Buch Seite 26, Aufgabe 7a**

Berechne  $iz + \frac{1}{z}$  für  $z = 1 + i$ .

$$iz + \frac{1}{z} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}i;$$

**8.2.4 4. Hausaufgabe**

Die Zahl  $-21 + 20i$  ist ein Quadrat einer komplexen Grundzahl  $x + iy$ . Bestimme dieselbe! Ist die Lösung eindeutig?

1. Herleiten einer allgemeinen Lösungsformel:

$$\begin{aligned} a, b, x, y &\in \mathbb{R}; z^2 = a + bi \in \mathbb{C}; \\ z^2 &= a + bi; \\ (x + iy)^2 &= a + bi; \\ x^2 + 2xyi - y^2 &= a + bi; \\ x^2 - y^2 + 2xyi &= a + bi; \Rightarrow \\ x^2 - y^2 &= a; \\ 2xy = b; \Rightarrow x = \frac{b}{2y}; &\quad \left. \begin{array}{l} \frac{b^2}{4y^2} - y^2 = a; \\ b^2 - 4y^4 - 4ay^2 = 0; \\ -4y^4 - 4ay^2 + b^2 = 0; \end{array} \right\} \Rightarrow \\ y^2 = u; &\quad \left. \begin{array}{l} -4y^4 - 4ay^2 + b^2 = 0; \\ -4u^2 - 4au + b^2 = 0; \end{array} \right\} \Rightarrow \\ u_{1,2} &= \frac{4a \pm \sqrt{16a^2 - 4 \cdot -4 \cdot b^2}}{-8} = \\ &= -\frac{4a \pm 4\sqrt{a^2 + b^2}}{8} = \\ &= -\frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}; \Rightarrow \\ y_{1,2,3,4} &= \pm \sqrt{-\frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}}; \Rightarrow \\ x_{1,2,3,4} &= \frac{b}{2y_{1,2,3,4}}; \quad \left. \begin{array}{l} z = \frac{b}{2 \cdot \pm \sqrt{-\frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}}} \pm \sqrt{-\frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2}i}; \end{array} \right\} \end{aligned}$$

Diskriminante:

$$\begin{aligned} D &= -\frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2}}{2} > 0; \\ a \pm \sqrt{a^2 + b^2} &< 0; \end{aligned}$$

Neuschreiben der Lösung mit Hilfe der Diskriminante:

$$z = \frac{b}{2 \cdot \pm \sqrt{D}} \pm \sqrt{D}i;$$

2. Lösen der eigentlichen Aufgabe:

$$z^2 = -21 + 20i; \Rightarrow (a, b) = (-21, 20); \Rightarrow$$

Betrachtung der Diskriminanten:  $-21 \pm 29 < 0 \Rightarrow$  Wegfall der „+“-Lösung, da  $-21 + 29 > 0$ ;

- $z_1 = 2 + 5i$ ;
- $z_2 = -2 - 5i$ ;

3. Probe

### 8.2.5 5. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgaben

1.  $u = \frac{8i}{z} - z^*; \quad z = a + 2i$ ;

Für welche  $a$  ist  $u$  reell?

$$\begin{aligned} u &= \frac{8i}{z} - z^* = i \left( \frac{8a}{a^2+4} + 2 \right) + \frac{16}{a^2+4} - a; \\ &\Rightarrow \frac{8a}{a^2+4} + 2 = 0; \Rightarrow 2a^2 + 8a + 8 = 0; \Rightarrow a = -2; \end{aligned}$$

2.  $\frac{zzz^* - (z^*)^2}{z-1} = 4 + 2i; \quad z = 1 - i$ ;

### 8.2.6 6. Hausaufgabe

#### Buch Seite 36, Aufgabe 1

Stelle folgende Summen in der Zahlenebene durch eine Vektorkette dar! Beachte: Subtraktion von  $z$  kann durch Addition von  $-z$  ersetzt werden!

- a)**  $(2 + 3i) + (1 + 2i) = 3 + 5i$ ;
- b)**  $(2 - 3i) + (3 + 5i) = 5 + 2i$ ;
- d)**  $(1 + 2i) - (2 + i) - (1 + i) = -2$ ;

### 8.2.7 7. Hausaufgabe

#### Buch Seite 37, Aufgabe 4

Man berechne die Beträge folgender Zahlen:

**a)**  $|z_1| = |-3 + 4i| = 5;$

$$|z_2| = \left| \frac{9}{10} + \frac{6}{5}i \right| = \frac{3}{2};$$

$$|z_1 + z_2| = \frac{\sqrt{629 \cdot 5}}{10};$$

$$|z_1 : z_2| = \frac{50}{21};$$

**b)**  $|z_1| = \left| \frac{3}{5} + \frac{4}{5}i \right| = 1;$

$$|z_2| = \left| \frac{6}{5} + \frac{8}{5}i \right| = 2;$$

$$|z_1 + z_2| = 3;$$

$$|z_1 \cdot z_2| = 2;$$

### 8.2.8 8. Hausaufgabe

#### Buch Seite 37, Aufgabe 6

Stelle folgende Zahlen in Polarform dar!

**i)**  $\frac{3}{5} - \frac{4}{5}i = E(\arctan -\frac{4}{3});$

**k)**  $-7 - 3i = \sqrt{58}E(\arctan \frac{3}{7});$

#### Buch Seite 37, Aufgabe 7

Folgende Zahlen sind in Normalform  $x + yi$  zu überführen! Handelt es sich durchwegs um Polarformen?

**d)**  $\sqrt{3}E(-\frac{4}{3}\pi) = -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{3}{2}i;$

**e)**  $2E(\frac{3}{4}\pi) = -\sqrt{2} + \sqrt{2}i;$

**f)**  $2E(-\frac{3}{4}\pi) = -\sqrt{2} - \sqrt{2}i;$

### 8.2.9 9. Hausaufgabe

#### Buch Seite 37, Aufgabe 9

Zeige: Für alle  $\varphi$  gilt:

**a)**  $[E(\varphi)]^* = \cos \varphi - i \sin \varphi = \cos \varphi + i \sin(-\varphi) = E(-\varphi);$

**b)**  $\frac{1}{2} [E(\varphi) + E(-\varphi)] = \frac{1}{2} [\cos \varphi + i \sin \varphi + \cos(-\varphi) + i \sin(-\varphi)] = \cos \varphi;$

**c)**  $\frac{1}{2i} [E(\varphi) - E(-\varphi)] = \frac{1}{2i} [\cos \varphi + i \sin \varphi - \cos(-\varphi) - i \sin(-\varphi)] = \sin \varphi;$

### 8.2.10 10. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$z_1 = -1 + i\sqrt{3} = 2E(\frac{2}{3}\pi);$$

$$z_2 = 4E(\frac{11}{6}\pi);$$

$$\Rightarrow z_1 z_2 = 8E(\frac{2}{3}\pi + \frac{11}{6}\pi) = 8E(\frac{5}{2}\pi) = 8E(\frac{\pi}{4}) = 8i;$$

$$\Rightarrow \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{2}E(\frac{2}{3}\pi - \frac{11}{6}\pi) = \frac{1}{2}E(-\frac{7}{6}\pi) = \frac{1}{2}E(\frac{5}{6}\pi) = -\frac{1}{4}\sqrt{3} + \frac{1}{4}i;$$

$$\Rightarrow z_1^{-1} = \frac{E(0)}{z_1} = \frac{1}{2}E(-\frac{2}{3}\pi) = \frac{1}{2}E(\frac{4}{3}\pi) = -\frac{1}{4} - \frac{1}{4}\sqrt{3}i;$$

$$\Rightarrow z_2^{-1} = \frac{E(0)}{z_2} = \frac{1}{4}E(-\frac{11}{6}\pi) = \frac{1}{4}E(\frac{\pi}{6}) = \frac{1}{8}\sqrt{3} + \frac{1}{8}i;$$

### 8.2.11 11. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$E(105^\circ) = E(60^\circ + 45^\circ) = E(60^\circ)E(45^\circ) = (\frac{1}{2} + i\frac{1}{2}\sqrt{3})(\frac{1}{2}\sqrt{2} + i\frac{1}{2}\sqrt{2}) = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}\sqrt{6} + i(\frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{4}\sqrt{6}); \Rightarrow$$

$$\cos 105^\circ = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}\sqrt{6};$$

$$\sin 105^\circ = \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{4}\sqrt{6};$$

### 8.2.12 12. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$z_1 = 4 + i; \quad z_2 = 2 + 3i; \quad \varepsilon = \angle(z_1, z_2);$$

$$z_1 = \sqrt{17}E(\arctan \frac{1}{4}); \quad z_2 = \sqrt{13}E(\arctan \frac{3}{2});$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \varphi_2 - \varphi_1 = \arctan \frac{3}{2} - \arctan \frac{1}{4} \approx 42^\circ;$$

### 8.2.13 13. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$z_1 = 1 + i; \quad z_2 = 3 - i; \quad z_3 = 2 + 5i;$$

$$\alpha = \angle(z_1 \vec{z}_2, z_1 \vec{z}_3) = \operatorname{arc} \frac{z_1 \vec{z}_3}{z_1 \vec{z}_2} = \operatorname{arc} \frac{z_3 - z_1}{z_2 - z_1} = \frac{2+5i-1-i}{3-i-1-i} = \dots = \operatorname{arc} \frac{-6+10i}{8}; \Rightarrow \tan \alpha = -\frac{10}{6}; \Rightarrow \alpha \approx -59^\circ + 180^\circ \approx 121^\circ;$$

$$\beta = \angle(z_2 \vec{z}_3, z_1 \vec{z}_2) = \operatorname{arc} \frac{z_2 - z_1}{z_2 - z_3} = \operatorname{arc} \frac{3-i-1-i}{3-i-2-5i} = \operatorname{arc} \left( \frac{2-2i}{1-6i} \frac{1+6i}{1+6i} \right) = \operatorname{arc} \frac{14+10i}{37}; \Rightarrow \tan \beta = \frac{10}{14}; \Rightarrow \beta \approx 36^\circ;$$

$$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta \approx 23^\circ;$$

**8.2.14 14. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$(-\sqrt{3} + i)^8 = [2E(\frac{5}{6}\pi)]^8 = 2^8 E(\frac{20}{3}\pi) = 256 \left( -\frac{1}{2} + i\frac{1}{2}\sqrt{3} \right) = -128 + 128i\sqrt{3};$$

**8.2.15 15. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$z^5 = 1; \Rightarrow L = \left\{ E(k \cdot \frac{2\pi}{5}) \mid k \in \mathbb{N} \cap [1, 5] \right\};$$

**8.2.16 16. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

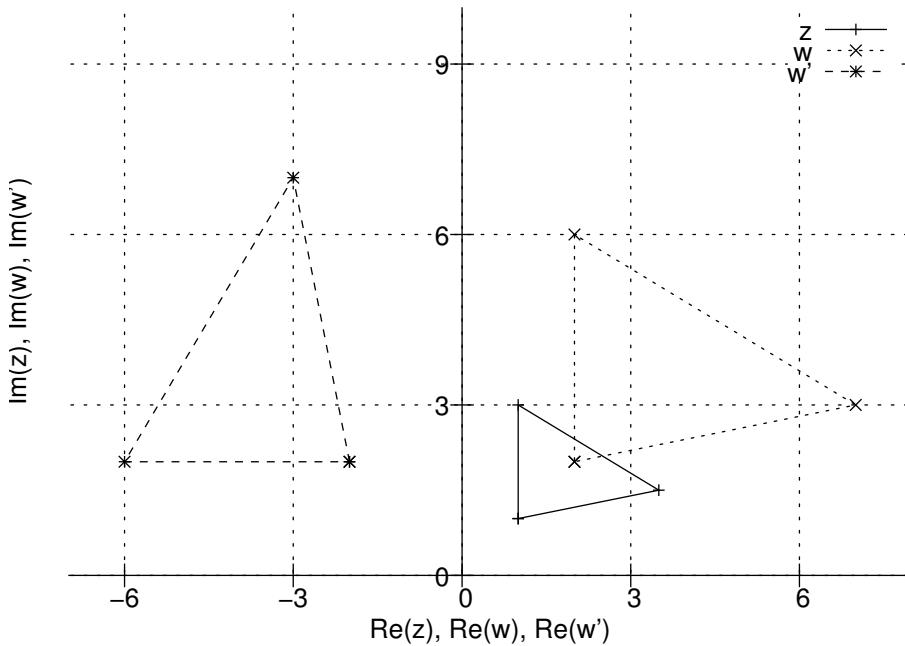
$$z \mapsto w = 2z;$$

$z \mapsto w' = 2iz$ ; (Drehstreckung um den Ursprung mit dem Punktstreckerfaktor 2 und dem Drehwinkel  $\frac{\pi}{2}$ )

$$z_1 = 1 + i;$$

$$z_2 = \frac{7}{2} + \frac{3}{2}i;$$

$$z_3 = 1 + 3i;$$



**8.2.17 17. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$z \mapsto w = az;$$

$$z_1 = 1 + i;$$

$$w_1 = 2;$$

$$z_2 = 4 + 2i;$$

$$w_1 = az_1; \Rightarrow a = \frac{w_1}{z_2} = \frac{2}{1+i} = 1 - i = \sqrt{2}E(315^\circ);$$

$$\Rightarrow w_2 = (1 - i)(4 + 2i) = 6 - 2i;$$

Drehstreckung um 0 mit Streckungsfaktor  $\sqrt{2}$  und Drehwinkel  $315^\circ$ .

**8.2.18 18. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

$$f(z) = az + b;$$

$$z_1 = 3i \mapsto f(z_1) = -2 - 4i;$$

$$z_2 = 0 \mapsto f(z_2) = -2 - i;$$

$$z_3 = 2 \mapsto f(z_3);$$

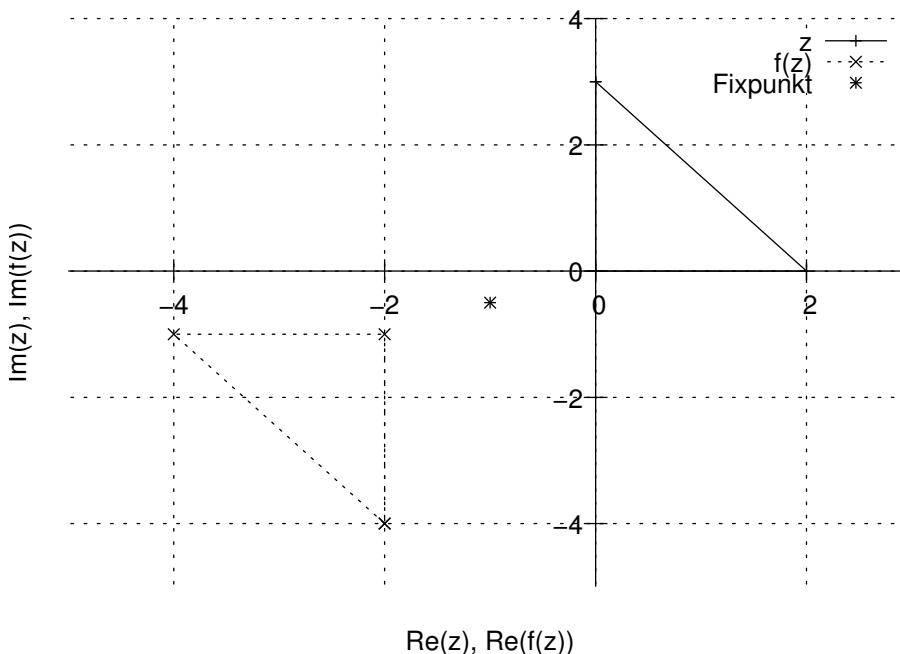
$$3ia + b = -2 - 4i; \Rightarrow b = -2 - 4i - 3ia;$$

$$b = -2 - i;$$

$$\Rightarrow -2 - 4i - 3ia = -2 - i; \Rightarrow a = -1;$$

$$\Rightarrow f(z_0) = -z_0 - 2 - i = z_0; \Rightarrow z_0 = -1 - \frac{i}{2};$$

$$\Rightarrow f(z_3) = -4 - i;$$



### 8.2.19 19. Hausaufgabe

#### Buch Seite 67, Aufgabe 4

Bestimme  $a$  und  $b$  so, dass die Abbildung  $z \mapsto az + b \dots$

- a)** ...eine Drehung um 0 um  $30^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn wird.

$$a = E(30^\circ); \quad b = 0;$$

- b)** ...eine Drehung um 0 um  $30^\circ$  im Uhrzeigersinn wird.

$$a = E(330^\circ); \quad b = 0;$$

- c)** ...eine Drehstreckung um 0 als Zentrum mit Streckungsfaktor 3 und Drehwinkel  $90^\circ$  im Uhrzeigersinn wird.

$$a = 3E(270^\circ); \quad b = 0;$$

- d)** ...eine Drehstreckung um 0 mit Streckungsfaktor 2 und Drehwinkel  $135^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn wird.

$$a = 2E(135^\circ); \quad b = 0;$$

### 8.2.20 20. Hausaufgabe

#### Buch Seite 68, Aufgabe 6

Von einer Drehung  $z \mapsto w = az + b$  kennt man den Fixpunkt  $z_0 = i$  und den Drehwinkel  $\alpha = 45^\circ$ . Bestimme  $a$  und  $b$ !

$$z \mapsto f(z) = w = az + b;$$

$$f(z_0) = f(i) = ia + b = i; \Rightarrow a = \frac{i-b}{i} = 1 + bi;$$

$$\alpha = \arctan(1 + bi) = \arctan b;$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = 1 = b;$$

$$\Rightarrow a = 1 + i;$$

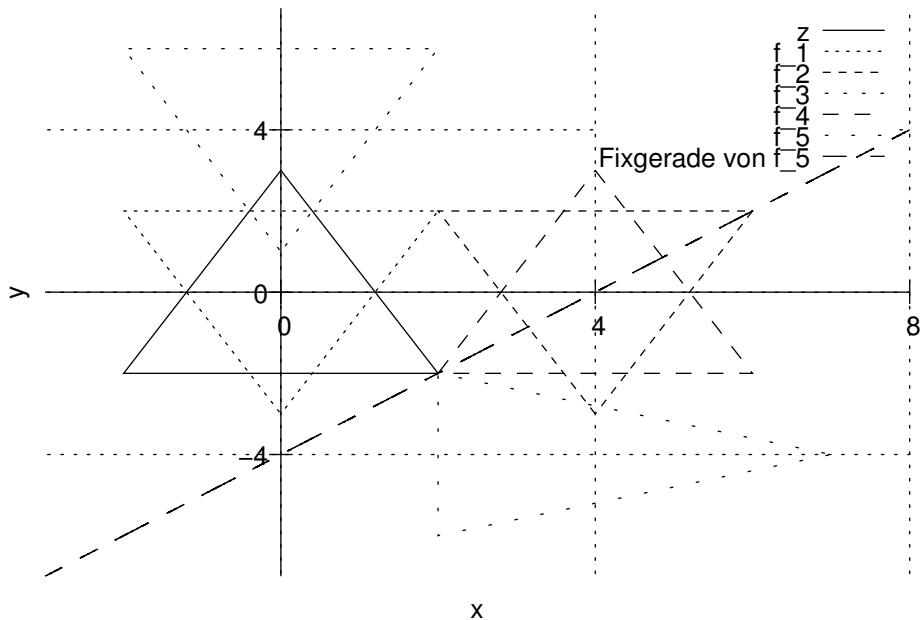
### 8.2.21 21. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Gegeben sind die Abbildungen

- $f_1(z) = z^*$ ;
- $f_2(z) = z^* + 4$ ;
- $f_3(z) = z^* + 4i$ ;
- $f_4(z) = -z^* + 4$ ;
- $f_5(z) = iz^* + 4 - 4i$ ;

- a)** Bestimme und zeichne jeweils das Bild des Dreiecks  $z_1 = 3i$ ,  $z_2 = -2 - 2i$ ,  $z_3 = 2 - 2i$ .



**b)** Berechne, ob die Abbildungen Fixpunkte haben.

$$z_0 = x_0 + y_0 i \in \mathbb{C}; \quad x_0, y_0 \in \mathbb{R};$$

$f_1$

$$\begin{aligned} f_1(z_0) &= f_1(x_0 + y_0 i) = x_0 - y_0 i = x_0 + y_0 i; \Rightarrow -y_0 = y_0; \Rightarrow y_0 = 0; \\ \Rightarrow z_0 &\in \mathbb{R} \text{ sind Fixpunkte.} \end{aligned}$$

$f_2$

$$\begin{aligned} f_2(z_0) &= f_2(x_0 + y_0 i) = x_0 - y_0 i + 4 = x_0 + y_0 i; \Rightarrow y_0 = -2i; \\ \Rightarrow \text{Es gibt keine Fixpunkte, da } -2i &\notin \mathbb{R}. \end{aligned}$$

$f_3$

$$\begin{aligned} f_3(z_0) &= f_3(x_0 + y_0 i) = x_0 - y_0 i + 4i = x_0 + y_0 i; \Rightarrow y_0 = 2; \\ \Rightarrow z_0 &\in \{z \mid z \in \mathbb{C} \wedge \operatorname{Im}(z) = 2\}; \end{aligned}$$

$f_4$

$$\begin{aligned} f_4(z_0) &= f_4(x_0 + y_0 i) = -x_0 + y_0 i + 4 = x_0 + y_0 i; \Rightarrow x_0 = 2; \\ \Rightarrow z_0 &\in \{z \mid z \in \mathbb{C} \wedge \operatorname{Re}(z) = 2\}; \end{aligned}$$

$f_5$

$$\begin{aligned} f_5(z_0) &= f_5(x_0 + y_0 i) = x_0 i + y_0 + 4 - 4i = x_0 + y_0 i; \Rightarrow y_0 = -4 + x_0; \\ \Rightarrow z_0 &\in \{z \mid z \in \mathbb{C} \wedge \operatorname{Im}(z) = -4 + \operatorname{Re}(z)\}; \end{aligned}$$

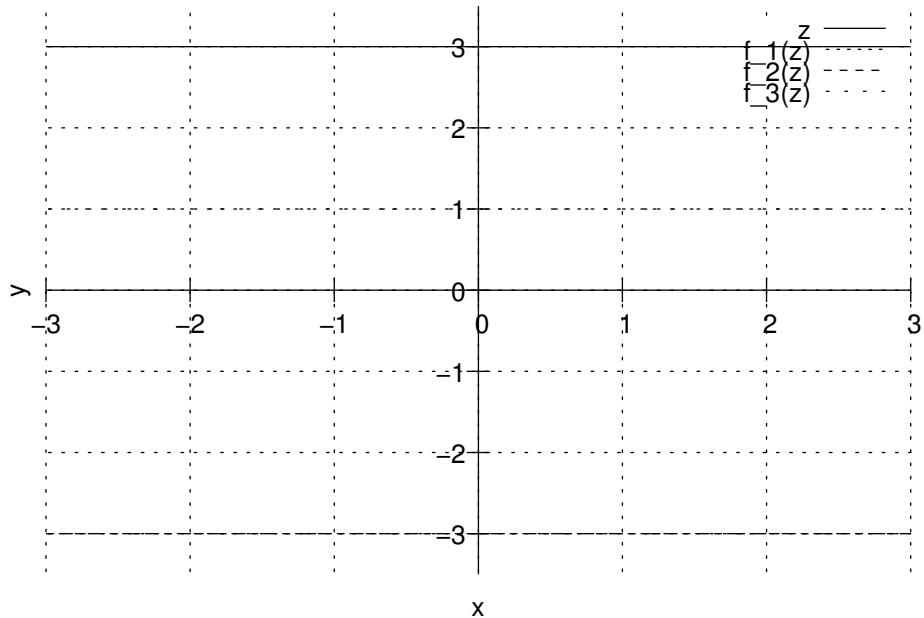
**c)** Wie lassen sich die Abbildungen geometrisch beschreiben?

- $f_1$  Spiegelung an der reellen Achse
- $f_2$  Spiegelung an der reellen Achse und Translation um 4 auf der reellen Achse
- $f_3$  Spiegelung an der reellen Achse und Translation um 4 auf der imaginären Achse (auch: Achsenspiegelung an einer Parallelen der reellen Achse mit Imaginärteil 2)
- $f_4$  Spiegelung an der reellen Achse mit anschließender Punktspiegelung am Ursprung und Translation um 4 auf der reellen Achse
- $f_5$  Spiegelung an der reellen Achse mit anschließender Drehung um  $\frac{\pi}{2}$  und Translation um 4 auf der reellen und -4 auf der imaginären Achse

**d)** Zeichne die Menge der Punkte  $z = x + 3i$  mit  $x \in \mathbb{R}$  und bestimme jeweils die zugehörige Bildmenge.

Zusammenhang zwischen Original und Bild?

- $f_1$   $f_1(z) = x - 3i$ ; (Spiegelung an der reellen Achse)
- $f_2$   $f_2(z) = x - 3i + 4$ ; (Spiegelung an der reellen Achse)
- $f_3$   $f_3(z) = x + i$ ; (Verschiebung um 2 entgegen der imaginären Achse oder Achsenspiegelung an einer um 2 in imaginärer Richtung verschobenen Parallelen zur reellen Achse)
- $f_4$   $f_4(z) = -x + 3i + 4$ ; (Identitätsabbildung)
- $f_5$   $f_5(z) = ix + 4 - i$ ; (Drehung um  $90^\circ$  um 0 und Verschiebung um 4 auf der reellen Achse oder Drehung um 4)



### 8.2.22 22. Hausaufgabe

(Siehe 21. Hausaufgabe.)

### 8.2.23 23. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$z \mapsto w = iz^*$ ; Fixpunkte, Fixgerade?

$$z_{\text{Fixpunkte}} = iz_{\text{Fixpunkte}}^*; \Rightarrow x + iy = ix + y; \Rightarrow x - y = i(x - y); \Rightarrow x - y = 0; \Rightarrow x = y;$$

$$\Rightarrow z_{\text{Fixpunkte}} = x + ix; \quad x \in \mathbb{R};$$

$$z_{\text{Fixgerade}} = x + i(-x + c); \quad c \in \mathbb{R};$$

$$\Rightarrow iz_{\text{Fixgerade}}^* = ix - x + c = -x + c + ix = u + i(c - u) = u + i(-u + c);$$

### 8.2.24 24. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

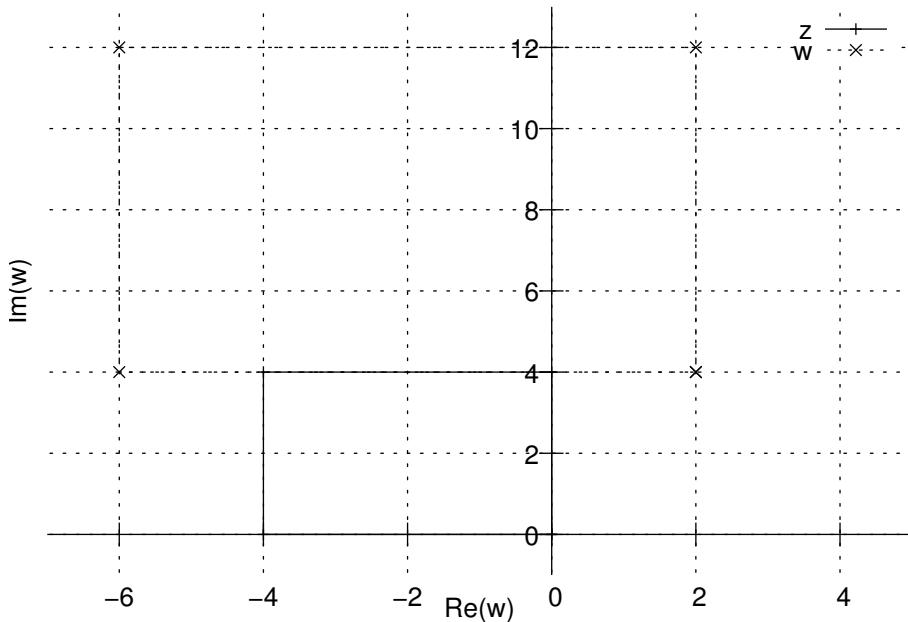
$z \mapsto w = -iz^* - 1 - i;$

$$\begin{aligned}
 z_{\text{Fixpunkte}} &= -iz^*_{\text{Fixpunkte}} - 1 - i; \Rightarrow a + ib = -i(a - ib) - 1 - i = -ia - b - 1 - i; \Rightarrow \\
 a + b + 1 &= i(a + b + 1); \Rightarrow b = -1 - a; \\
 \Rightarrow z_{\text{Fixpunkte}} &= x + i(-1 - x); \quad x \in \mathbb{R}; \\
 z_{\text{Fixgerade}} &= x + i(x + c); \quad c \in \mathbb{R}; \\
 -iz^*_{\text{Fixgerade}} - 1 - i &= -x - c - 1 + i(-x - 1) = u + i(u + c);
 \end{aligned}$$

### 8.2.25 25. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

$$\begin{aligned}
 z \mapsto w &= -2iz^* + 2 + 4i; \\
 x_0 + iy_0 &= -2i(x_0 - iy_0) + 2 + 4i = -2ix_0 - 2y_0 + 2 + 4i; \\
 \Rightarrow x_0 + 2y_0 - 2 &= i(-2x_0 - y_0 + 4); \\
 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_0 + 2y_0 - 2 = 0; \Rightarrow x_0 = 2 - 2y_0; \\ -2x_0 - y_0 + 4 = 0; \Rightarrow x_0 = 2 - \frac{y_0}{2}; \quad y_0 = 4 - 2x_0; \end{array} \right. \\
 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2 - 2y_0 = 2 - \frac{y_0}{2}; \Rightarrow 4y_0 = y_0; \Rightarrow y_0 = 0; \\ x_0 = 2 - 2(4 - 2x_0) = 2 - 8 + 4x_0 = -6 + 4x_0 = 0; \Rightarrow x_0 = 2; \end{array} \right. \\
 \Rightarrow z_0 &= 2;
 \end{aligned}$$



### 8.2.26 26. Hausaufgabe

#### Buch Seite 49, Aufgabe 3a

Überföhre die folgende Kreisgleichung von der Form  $zz^* - m^*z - mz^* + \gamma = 0$  in die Form  $|z - m| = r$ !

$$zz^* - z - z^* - 24 = 0;$$

$$mm^* = m = 1;$$

$$24 = r^2 - mm^*; \Rightarrow r = 5;$$

$$25 = zz^* - z - z^* + 1 = (z - 1)(z - 1)^* = |z - 1|^2;$$

$$\Rightarrow |z - 1| = 5;$$

### 8.2.27 27. Hausaufgabe

#### Buch Seite 49, Aufgabe 5b

Bestimme folgende Punktmenge und zeichne sie!

$$\left\{ z \middle| \frac{|z - 1|}{|z + 1|} = 3 \right\}$$

$$\frac{(z - 1)(z^* - 1)}{(z + 1)(z^* + 1)} = 9;$$

$$\Rightarrow zz^* - z - z^* + 1 = 9zz^* + 9z + 9z^* + 9;$$

$$\Rightarrow 0 = zz^* + \frac{5}{4}z + \frac{5}{4}z^* + 1;$$

$$\Rightarrow zz^* + \frac{5}{4}z + \frac{5}{4}z^* = -1 = r^2 - mm^*;$$

$$\Rightarrow zz^* + \frac{5}{4}z + \frac{5}{4}z^* + \frac{25}{16} = -1 + \frac{25}{16} = \frac{9}{16};$$

$$\Rightarrow |z + \frac{5}{4}| = \frac{3}{4};$$

## 9 Kunst

### 9.1 Projekt: Gestaltung im Dritten Reich

Fotos (Alle Fotos<sup>76</sup>):

---

<sup>76</sup><http://m19s28.vlinux.de/iblech/Kunst-Bilder/>

- Bild von Soldaten<sup>77</sup>
- Bilder des Reichstages: Bild 1<sup>78</sup>, Bild 2<sup>79</sup>
- Hitler-Plakat als Werbung<sup>80</sup>
- „Kinder, was wisst vom Führer?“<sup>81</sup>

## 10 Latein

### 10.1 Schulheft

#### 10.1.1 Archaisierendes Latein

=altertümliche Formen

- qu = c, o = u (quom = cum, quoiquam = cuiquam)
- u = i (optumum, maxume)
- o = e (divorsi = diversi)
- Fehlende Assimilation (inmutatur = immutator, invasere = invaserunt (3. Pers. Pl. Perf., dis = deis, transigere = transegerunt (histor. Infinitiv))

#### 10.1.2 Erwartungen an eine Personencharakteristik

- Name und Abstammung
- Kindheit, Jugend, Heranwachsen und Tätigkeit
- Schulische Ausbildung, Beruf (cursus honorum)
- Berufliche Erfolge, Leistungen

---

<sup>77</sup><http://www.weltkrieg.nm.ru/photo/colour/3/243.htm>

<sup>78</sup><http://hsgm.free.fr/rajoutsguerre/reichstag.jpg>

<sup>79</sup><http://www.photo.net/photo/pcd1669/reichstag-45.4.jpg>

<sup>80</sup>[http://www.inidia.de/hitler\\_mein\\_kampf\\_reklame.jpg](http://www.inidia.de/hitler_mein_kampf_reklame.jpg)

<sup>81</sup>[http://www.eteachers.com.au/Samples/int/Sec/Hitler/Images/ww2-hitler\\_propaganda](http://www.eteachers.com.au/Samples/int/Sec/Hitler/Images/ww2-hitler_propaganda)

- Geistige und körperliche Eigenschaften, Fähigkeiten
- Zeitliche Umstände und Umwelt, die die Entscheidungen und Handlungen bestimmen, beeinflussen

⇒ Grundlage in der Rhetorik für eine Lobrede (=Laudatio, Enkomion)

Charakterisierung durch

- Substantive: zeitliche Umstände, moralische Bezugspunkte
- Adjektive machen Eigenschaften/Taten der Person deutlich
- Adverbien leisten Bewertung
- Verben verdeutlichen Taten der Person

### **10.1.3 Zu Sprache und Stil des Sallust**

Kapitel 5 liefert ein klares Catilina-Bild in 7 Sätzen.

Knappe, präzise, einprägsame Formulierungen, z.B. aliena adepetens, sui profusus, corpus patiens algoris, inediae, vigila.

Stilmittel: Ellipse, Trikolon (3 Glieder) unverbunden nebeneinanderstehen (=Asyndeton)

⇒ historiographischer Stil im Gegensatz zu Rhetorik ⇒ Stil der brevitas (Kürze) und velocitas (Schnelle)

### **10.1.4 Die Entwicklung Roms in Sallust Cat. 6-13**

Äußere Herausforderungen, innere Stabilität (Kap. 6-9):

- Stammvater Aeneas
- Trojaner und Latiner wachsen zusammen ⇒ **Concordia**
- Etruskische Königsherrschaft
- Verteidigungskriege: bella iusta  
virtus omnis douerat

- Wachstum, mores boni

Höhepunkt:

- 146 v.Chr.: Zerstörung Karthagos
- **fortuna saevit** (Kap. 10)

Untergang (Kap. 11-13):

- otium: Keine Herausforderungen mehr
- Habgier nach Geld, Macht
- Skrupelloser Ehrgeiz
- Verweichlichung, Verwöhnung des Heeres
- Luxus, Verschwendungsseucht

⇒ Verfall der Sitten

#### **10.1.5 Zu Sall. Cat. 10.1**

„**fortuna** saevire et omnia miscere coepit“

**fortuna**: Überirdische Macht, Göttin, die willkürlich in die menschlichen Belange nach Gunst oder Ungunst eingreift.

Kap. 8.1: fortuna in omni re dominatur – fehlt virtus, greift diese Macht im negativen Sinne ein (s.o.).

Kap 2.5: fortuna cum moribus immutatur – das Schicksal ändert sich mit den Sitten.

#### **10.1.6 Entspricht die Schilderung Sallusts der historischen Wirklichkeit?**

Res publica labore et iustitia crevit

##### **labore**

Mühen für die Römer, Leiden für andere Völker

**iustitia**

In Frage zu stellen!

⇒ Sallusts Denken ist stark geprägt von der Ideologie des Imperialismus (bella iusta, „Zivilisierung“ der Völker).

- reges magni bello domiti: Im Krieg, und nicht durch Verhandlungen bezwungen, **gezähmt**
- nationes ferae: Alle Nicht-Römer waren unzivilisiert.
- vi subacti/ab stirpe interiit: Brutale und gnadenlose Machtausübung

Sprachliche Analyse von 10.1:

- Carthago aemula in der Satzmitte: Höhepunkt in der Geschichte
- reges...domiti, populi...subacti, Carthago...interiit: Steigerung im Aussagegehalt (Klimax), Trikolon, Asyndeton (unverbunden)

**10.1.7 Zeitlicher Rahmen der Schilderung****Aufstieg**

1. 100 v.Chr bis 146 v.Chr.

**Niedergang**

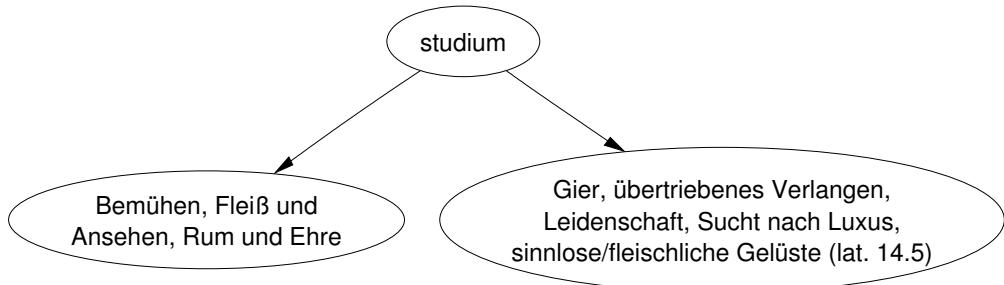
146 v.Chr bis 64 v.Chr.

**10.1.8 Sprachliche Analyse von 10.4 und 10.5**

avaritia subvortit, edocuit, ambitio subegit: Personifizierung des Abstrakta

Spürbare Kraft der wirkenden Mächte auf die Gesellschaft

### 10.1.9 Bedeutungswandel



### 10.1.10 Sall. Cat. 20

(**hervorgehoben**: unsere eigene Interpretation)

Catilinas 1. Rede vor der 1. Verschwörung

⇒ **Reden sind nicht authentisch, sondern sallustianische Schöpfungen, sie enthalten nur Teilespekte der Wahrheit und historisches Gedankengut des Autors.**

<sup>20.2</sup>Wenn ich nicht eure Tapferkeit und Treue erprobt hätte, dann wäre diese günstige Gelegenheit vergeblich gekommen; Die große Hoffnung und die mit Händen greifbare Macht wären vergeblich, und ich würde nicht mit Feiglingen und Hohlköpfen nach Unsicherem anstatt nach Sicherem greifen. <sup>20.3</sup>Weil ich in vielen bedeutenden Situationen erkannt habe, dass ihr tapfer und mir treu seid, hat mein Herz angefangen, diese sehr große und wunderschöne Tat zu beginnen, zugleich weil ich erkannt habe, dass das Gute und das Schlechte für euch dasselbe ist wie für mich; <sup>20.4</sup>Denn dasselbe zu wollen und dasselbe nicht zu wollen, das erst ist wahre Freundschaft.

<sup>20.5</sup>Aber ihr habt alle schon vorher einzeln gehört, was ich geplant habe. <sup>20.6</sup>Im Übrigen wird mir mein Herz von Tag zu Tag mehr angestachelt, wenn ich bedenke, welche zukünftige Lage des Lebens sein wird.

<sup>20.12</sup>Wenn sie Gemälde, Statuen, Gefühle kaufen, Neues niederreißen, anderes wieder aufbauen, schließlich Geld auf jede Art und Weise verschwenden und vergeuden, können sie nicht trotz aller Verschwendungssehnsucht ihren Reichtum klein kriegen. <sup>20.13</sup>Wir haben zu Hause außerhalb von Rom Schulden, die Lage ist schlecht

und die Aussicht ist viel härter; Was ist uns schließlich übrig geblieben außer unserem elenden Leben?

<sup>20.14</sup>Warum steht ihr nicht endlich auf? Seht jene Freiheit, welche ihr euch häufig gewünscht habt! Außerdem liegen Reichtum, Ansehen, Ruhm vor unseren Augen; Das Schicksal hat all dieses den Siegern als Belohnung gestellt.

<sup>20.16</sup>Ihr braucht mich entweder als Machthaber old als Soldat: So wohl mein Mut als auch mein Körper werden euch beistehen.

⇒ Aufbau der Rede:

1.
  - Appell an seine Anhänger, Lob seiner Anhänger (*fortes et fidos*)
  - Ermunterung durch Nennung ihrer *virtus et fides*
  - Wahre Freundschaft durch gemeinsame Ziele als Bund zwischen Catilina und seinen Anhängern
  - ⇒ **Anmaßung, von virtus und fides zu reden: Dreistigkeit**
  - ⇒ **Überhöhung seines Unternehmens (maximum et pulcherrimum facinus)**
2. Schilderung der Lage
  - Macht ist in der Hand weniger Einzelner.
  - Unterworfene Völker sind abgabenpflichtig.

⇒ **Gleichsetzung der Freiheit mit dem Sieg, den er erringen will (große Zuversicht)**

⇒ **Sicher keine ernstgemeinte Identifizierung Catilinas mit der breiten Masse, keine sozialpolitische Ambitionen**
3. Klarmachen der Ziele der Verschwörer und der Notwendigkeit, zu handeln  
(rhetorische Frage, Aussprechen von Extremen: Leben und Tod, Leidenschaft in den Formulierungen: o fortissum viri, emori)  
Catilina geht vom sicheren Sieg aus.  
⇒ **Sieg ist ihm nicht sicher, die Verschwörung wird aufgedeckt, Cat. fällt in der Entscheidungsschlacht 62 v.Chr.**

4. Weitere Beispiele zur Unterstreichung der Situation (maßlose Verschwendungs sucht der Gegner) ⇒ Weitere Motivation, Cat. schürt den Hass.
5. Aufforderung zum Aufbruch/zum Konsulmord:  
Inaussichtstellen der Belohnungen: Freiheit, Reichtum, Ansehen, Rum (praemia, spolia)  
=Feldherrnrede: Anerbietung als Soldat/Feldherr (=Wahlpropaganda)  
⇒ **Wahl großer, moralischer Wertbegriffe (decus, libertas, gloria): völlig unangepasst, Verdrehung der Wahrheit**

#### **10.1.11 Ideal einer röm. Matrona**

matrona: Ehefrau

- Schönheit: forma, pulchritudo
- Aufrichtige Liebe: corde diligere, Treue: fides
- Kinder gebären: (g)natos creare
- Anmut, angemessene Grazie: lepos, commodus
- Spinnen: lanam facere, Haushalt: domum servare

⇒ Reaktionäres Bild (=Wunschbild) auf zunehmende Emanzipation, =Moralkodex

#### **10.1.12 Was wird erwartet von... .**

Siehe „Was wird erwartet von... .pdf“

#### **10.1.13 Der Brief**

##### **Persönlich**

Anlässe: Liebesbrief, Drohung, Einladung

Merkmale: Anrede/Schlussform, Fragen zum Befinden, Eingehen auf den Briefpartner, persönliche Anrede an eine bekannte Person

**Sachlich**

Anlässe: Mahnung, Bewerbung, Einladung, Aufträge, Rechnungen, Kündigung

Merkmale: Briefkopf, unpersönliche Anrede

Lateinische Briefautoren:

- Cicero: *Ad familiares* (natürlicher Stil, ursprüngliche Briefform)
- Seneca: *Epistulae morales* (moralische Belehrungen)
- Plinius: *Epistulae* (kunstvolle Prunkstücke → literarische Kunstform, rhetorische ausgereift)

Grußformeln im Brief:

- C. Plinius Gallo suo s.(d.) = salutem dicit  
„Liber Gallus“
- Vale.  
„Viele Grüße, dein Plinius“

#### **10.1.14 Plin. Ep. I. 15: Verschmähte Einladung**

**Plinius**

Ankläger und Richter

„Beweise“:

- Bruch des Versprechens
- Salat, Schnecken, Eier, Müsli, Wein, Schnee, Kürbis, Oliven; Gemüse
- Schauspieler, Vorleser, Lautenspieler
- Unterhaltung (Laden, Spiele, Philosophie)

⇒ das hat Septicius verpasst

**Septicius zog vor**

Austern + weitere Delikatessen, Tänzerinnen aus Cadiz

**Stimmung/Ambiente**

fröhlich, frei ↔ aufwendig

**10.1.15 Plin. Ep. I. 9****Republik**

negotium:

- Aufgaben, Pflichten im öffentl./polit. Leben
- Militär: (Soldat); Feldherr
- Politik: Redner, Ämterlaufbahn, Senator, Konsul, Diktator, Anwalt

otium:

- Freizeit vom Militärdienst (=Frieden)
- Sittenverfall

Literatur:

- Berichte über politische Probleme (Catilinarische Verschwörung: Sallust, Cicero)
- Politische Reden (s. Cicero)
- Kriegsberichte (Caesar)
- Ansonsten: Liebesdichtung

### **Kaiserzeit**

Senat: fast funktions-/bedeutungslos

Konsuln: abgeschafft

Richter, Anwalt: in Person des Kaisers

⇒ Stadthalter, Militär

⇒ Zeremonien, Rechtsberatung, Zeugenstand (gesellschaftliche Verpflichtungen)

Freizeit: Lesen, Schreiben, Körperertüchtigung

Literatur: Herrscherlob, (Natur-)Wissenschaften, Philosophie, Satiere, Fabeln

#### **10.1.16 Persönliche Wertung von otium und negotium**

otium:

- Freizeit und -Beschäftigung
- Ruhe, Schlaf
- Kreativität
- Faulheit, Trägheit
- Pflichtvergessenheit
- Verweichlichung
- Langeweile

negotium:

- Beruf(ung)
- Aufgabe → Erfüllung, Bestätigung
- Überarbeitung, Workaholic
- Stress ⇒ Burn-out
- ⇒ Vernachlässigung des menschlichen privaten Bereichs

#### **10.1.17 Plinius und der Wert von Massenveranstaltungen (ep. IX. 6)**

circenses: bringen nichts Neues, Abwechslungsreiches, außer Ruhe für ihn in der Stadt.

Plinius	↔	vulgus
iucundidissima		currentes equos
quies:		insistentes homines
pugillares et libelli		ridere capere

### 10.1.18 Das gloria-Motiv bei Plin. Ep. VI. 16

- Tod des Onkels (79 n.Chr. beim Vesuvausbruch) als Anlass, das ruhmvolle Verhalten darzustellen: zeigt Dankbarkeit des Neffen
- Hintergrund: Tacitus bittet um Bericht des letzten Tages des Wissenschaftlers ⇒ Unsterblichkeit durch Aufnahme in sein Werk
- Hinweise auf Glorifizierung des Onkels:
  - <sup>27.4</sup>classem praesens regebat: Verbundenheit mit seinen Leuten, Gewissenhaftigkeit
  - <sup>27.7</sup>eruditissimus vir, <sup>28.9</sup>studiosus animus: Wissbegieriger, sehr gebildeter Mann
  - <sup>28.9</sup>maximus animus: Mut, Seelengröße → fortitudo
  - <sup>28.9</sup>ascendit ipse...auxilium latus: Allgemeine Hilfsbereitschaft, auch in Gefahr
  - <sup>29.12</sup>sua securitas: Selbstsicherheit, Unerschütterlichkeit
  - <sup>30.16</sup>ratio: Überlegtes, vernünftiges Handeln bei allgemeiner Panik = **stoisches Lebensprinzip**<sup>82</sup>: Gelassenheit, innere Ruhe, Unbewegtheit von Hektik der Außenwelt, Fröhlichkeit (hilaris)

### 10.1.19 Plin. Ep. VI. 20

Vorherrschender Ton:

- 32.1-2: kühl, sachlich: Erfüllung des Wunsches von Tacitus (formell), Abfahrt des Onkels, Schilderung des Tagesablaufes (unverbundene Substantive: Asyndeta)

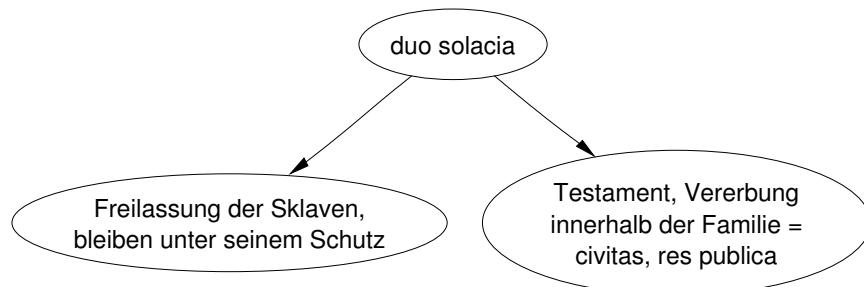
---

<sup>82</sup> „aka Vulkanier“ ;)

- 32.3-4: lebhaft, dramatisch: kurze Sätze → Hektik, Spitzenstellung der Verben (praecesserat, irrupit, surgebat), Alliteration: praecesserat per..., tremor terrae, ...meum mater
- 32.5: ruhig, sachlich: eigene Haltung/Handlung, im Rückblick: dubito, aber: er ist stolz auf seine constantia (wg. seines jungen Alters!), Übertreibung ⇒ securitas

### 10.1.20 Plinius' humanitas (Ep. VIII. 16)

- Krankheiten und Todesfälle machen ihn zu schaffen (conferunt: Kräfte aufreiben).



- alii: Für andere ist Sklaventot wie reiner Vermögensverlust alii halten sich für groß und weise (=Stoiker: Freisein von Affekten).
- Plinius: Für ihn sind keine Menschen<sup>83</sup>  
→ homines est: Gefühle und Schmerz zulassen, aber in Maßen (resistere)
- Freundschaft: Zuflucht, Verständnis

### 10.1.21 Die Neoteriker

Weg vom Groß-Epos, hin zu epischen Klein-/Kurzformen

→ poete doctus: Der Dichter kennt sich in Geschichte und Mythologie aus

---

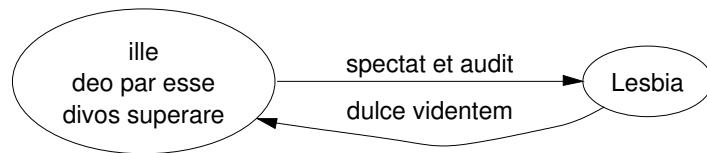
<sup>83</sup>XXX?

- Elegie: Liebesgedicht (kein Epos wie Ovid, Homer, Vergil)
- Epigramm: Aufschriften (ursprünglich), Spottverse
- Epyllion: Kurzgedicht mythologischen Inhalts

→ „Neue Dichter“ in Rom (Catull als wichtigster Vertreter)  
Subjektives Erleben, eigene Gefühlswelt (keine Politik!)

### 10.1.22 Catull, 51

#### Übermenschliche/göttliche Ebene



#### Menschliche Ebene

[Pfeil von ille und Lesbia mit Beschriftung „eripit omnes sensus“ hierher] mihi misero Catulle = eifersüchtig = mola cupiditas

### 10.1.23 Otium

	<b>Republik</b>	<b>Catull</b>
<b>eigentlich</b>	Ruhe nach Krieg, Freizeit vom Militärdienst = Frieden	Freie Zeit für seine Geliebte, Hingabe an Lesbia (exultare)
<b>übertragen</b>	Zu viel Freizeit: Verweichung, Sittenverfall	Zu viel Zeit: Grübelei, gelähmt sein = Last, perdere = Hinweis auf Schwierigkeiten

### 10.1.24 Zur Metrik

Ōd[i] ēt ā—mō. Quā—r[e] īd fāci—ām, fōr—tāssē rē—qūīris. (Sechs Füße)

Nēscīō —sēd fīē—rī —— sēntī[o] ēt — ēxcrūci—<sup>x</sup>ōr

1. Synalloephe: Wegstreichen des ersten Vokals, wenn an Wortgruppe zwei Vokale aufeinander treffen
2. Positionsängen, Naturlängen eintragen.
3. Restliche Kürzen
4. Füße kennzeichnen.
  - 1. Zeile: Sechs Füße = Hexameter  
-ūū — -ūū — -ūū — -ūū — -uu (fest) — -x
  - 2. Zeile: Pentameter (vier ganze und zwei halbe)  
-ūū — -ūū — - — (Dihärese, fällt mit Wortgrenze zusammen)  
-uu — -uu — x

Ein Hexameter und ein Pentameter = allegisches Distichon

### Der Hendecasyllabus (11-Silber)

Ādēst[e], (h)eñdēcāsyl̄lābī, quōt ēstīs  
ōmnes ūndīquē, qūōtquōt ēstīs ūmnēs

1. Vokale streichen: Synalloephe
2. Silben zählen: 11 Silben
3. Positions-, Naturlängen

Hendecasyllabus: —uu-u-u-x

**10.1.25 Catull carm. 2****Lesbia (=desiderium, mea puella)**

- quicum tenere
- sinu tenere
- digitum dare
- carum iocari

**passer**

Verbindungsglied

genießt Zuneigung, Aufmerksamkeit

→ acquiescat ardor, solaciolum doloris

**Catull**

tecum ludere

**10.1.26 Catull carm. 3**

	<b>Liebe</b>	<b>Tod/Trauer</b>
<b>Substantive</b>	deliciae, Venus, Cupido, mea puella, homines venustii, gremium	malae tenebrae, Orcus, factum malum
<b>Adjektive</b>	venustius, mellitus, bellus	mortuus, malus, tenebricus, misellus
<b>Verben</b>	amare	lugere, rubere, flere, auferre, devorare

**10.1.27 Vivāmūs, měā Lēsbī[a], ātqu[e] āmēmūs!**

1. **Aufruf:** Vivamus atque amemus aestimemus rumores unius assis  
→ Aufruf zur Liebe und Ignoranz gegenüber Dritter

2. **Feststellung der Tatsachen:** lux brevis occidit (Leben ist kurz), una nox perpetua dormienda (Tod)
3. **Befehl, Aufforderung:** da mi mille basia!
4. **Ankündigung seiner Hoffnung:** conturbabimus, ne sciamus, ne invidere possit
  - Betonung des WIR
  - Abgrenzung von den anderen, der Außenwelt
  - Schriftliche Fixierung (des Ehebruchs) galt als Überschreiten der Konventionen im damaligen Rom

### 10.1.28 Catull carm. 70

#### Aufbau

1. **Aussage:** Aufbau einer Erwartung
  - „nulli“ am Gedichtsanfang: keinen außer mich
  - „non si Iuppiter“: selbst Jup. würde sie zurückweisen
  - mea mulier
2. **Richtigstellung:** Ernüchterung
  - „dicit“: sagt sie zumindest
  - „sed“: Richtigstellung der Behauptung
  - Metaphern: in den Wind und ins Wasser schreiben  
→ Ratschlag, wie man als verliebter Mann mit den Worten der Frau umzugehen hat.

### 10.1.29 Catull carm. 72

Zweiteilung:

- quondam dicebas: du sagtest früher immer wieder
- nunc cognovi: jetzt habe ich dich erkannt

### **Erster Teil**

Wiederholung der Beteuerung = Versprechen

Jupiter jdm. nicht lieber wollen: festes Bild in der Sprachtradition  
 → verstärkt durch deligere (moralische Konnotation, Hochachtung, Respekt ⇒ ihm war es ernst), nicht amare (nur leidenschaftliche, körperliche Liebe)

### **Zweiter Teil**

- Jetzt hat er sie erkannt, als vilis und levis (unernsthaft und billig ⇒ Wertloswerden von Lesbia)
- iniuria: Rechts-/Treuebruch
- amare: nicht mehr diligere wie im ersten Teil
- minus bene velle: er hat den Respekt verloren, will ihr nichts mehr gutes
- Hass

#### **10.1.30 Technik und Themen in Martials Epigrammen**

##### **Themen**

Allgemein-menschliche Themen: literarische Arbeit, Erbschleicher, Geizhälser, Schönheitsfehler, körperliche Gebrechen, Charakterfehler

⇒ Spiegel der damaligen Gesellschaft

⇒ Verwendet fiktive Personennamen

##### **Technik**

Zweiteilung der Epigramme:

- a) Feststellung, Behauptung, Frage
- b) Richtigstellung, Einschätzung oder Kommentar des Autors

**Zweck**

Will provozieren, will auf menschliche Fehler hinweisen uns sich darüber lustig machen.

## 10.2 Projekte

### 10.2.1 Sallust-Vokabeln

**Einteilung****Kapitel 2, von igitur bis inmutator**

Wurde von Egon Stamp gemacht.

**Kapitel 2, von ita bis quaerit**

Wurde von Martin Gawronski nicht gemacht, wurde stattdessen von Martin Frieb gemacht.

**Kapitel 3, bis gestas scribere**

Wurde von Arne Prescher gemacht, wurde von Ingo Blechschmidt stark überarbeitet.

**Kapitel 3, ab primum quod facta**

Wurde von Christoph Matousek gemacht.

**Kapitel 4**

Wurde von Ingo Blechschmidt gemacht, wurde von Martin Frieb leicht ergänzt.

**Kapitel 10, bis subvortit**

Wurde von Stephan Stehl gemacht.

**Kapitel 10, ab pro his superbiam**

Wurde von Dominik Schiller nicht gemacht, wurde stattdessen von Martin Frieb gemacht.

**Kapitel 11, bis facinora facere**

Wurde von Peter Gross gemacht.

**Kapitel 11, ab huc adcedebat bis temperarent**

Wurde von Sebastian Weisskirchen gemacht.

**Kapitel 12**

Wurde von Ingo Blechschmidt gemacht, wurde von Martin Frieb leicht ergänzt.

Nichts gemacht haben Martin Gawronski und Dominik Schiller.

**Kapitel 2 (von Egon und Martin Frieb)**

Latein	Deutsch
exercere, exerceo, exercui, exercitum	üben, (sich) plagen
agitare, agito, agitavi, agitatum placere, placebo, placui, placitum/placitus sum	heftig bewegen, eifrig betreiben gefallen, gefällig sein
incipere, coepi, coeptum subigere, subigo subegi, subactum	angefangen haben hinuntertreiben, zwingen, gefügig machen
dominari, dominor, dominatus sum	herrschen
habere, habeo, habui, habitum putare, puto, putavi, putatum	haben, halten
posse, possum, potui	glauben, meinen
competere, competo, competi(v)i, competitum	können
valere, valeo, valui, valiturus mutuari, mutuor, mutatus sum	zu etwas fähig sein, für etwas ausreichen
cernere, cerno, crevi, cretum retinere, retineo, retinui	gesund sein, vermögen
invadere, invado, invasi, invasum	leihen
inmutatare, inmuto, inmutavi, inmutatum	sichtend, erkennen
transferre, transero, transtuli, translatum	zurückhalten
are, aro, avi, atum	gewaltsam hin(ein)gehn, ein- dringen
navigare, nавіго, navigatum	verändern, umwandeln, ver- schlechtern
aedificare, aedifico, aedificavi, aedificatum	über etw. gehen
parere, pareo, parui, pariturus (+Dat.)	pflücken, bebauen, Ackerbau treiben, durchfurchen, durch- fahren
transire, transeo, transii, transitum	zur See fahren, segeln, fahren, abfahren, durchfahren, durch- segeln
silere, silui	erbauen, bebauen
aestimare, aestimo, aestimavi, aestimatum	hier: bedingt, abhängig sein von
vivere, vivo, vixi, victurus videre, video, vidi, visum	(hin-)übergehen, verwandeln, überschreiten, übertreten, überstehen, hindurchgehen
quaerere, quaero, quaesivi, quaesitum	schweigen
	betrachten, einschätzen
	leben, fortbestehen
	sehen, wahrnehmen, erken- nen, ansehen
	suchen, aufsuchen, fragen, be- fragen

**Kapitel 3 (von Arne und Christoph)**

Latein	Deutsch
ostendere, ostendo, ostendi, ostentum	zeigen
facere, facio, feci, factum	tun, machen, herstellen
dicere, dixi, dictum	sagen, sprechen, nennen
licere, licet, licuit und lictum est	es steht frei, es ist erlaubt, man darf
scripere, scribo, scripsi, scrip- tum	aufzeichnen, schreiben
laudare, laudo, laudavi, lauda- tum	loben
sequi, sequor, secutus sum	ver-, nachfolgen
dicere, dico, dixi, dictum	sagen
esse, sum, fuere	sein
reprehendere, reprehendo, re- prehendi, reprehensum	tadeln
putare, puto, putivi, putatum	glauben
accipere, accipio, accepi, ac- ceptum	annehmen, einnehmen
ducere, ducio, duxi, ductum	führen
initiare, initio, initui, initium	einführen
esse, sum, fuere	sein
vigere, vigeo, vugui, vigtum	stark sein, frisch sein
aspernari, aspernor	zurückweisen, verschmähen
tenere, teneo, tenui, tentum	(fest)halten, fassen
dissentire, dissentio, dissensi, dissensum	anderer Meinung sein, nicht beistimmen
vexare, vexo, vexui, vectum	hin- u. herreissen, schütteln, erschüttern

**Kapitel 4 (von Ingo)**

Latein	Deutsch
requiescere, -esco, -evi, -etum	ruhen, sich erholen
decernere, -cerno, -crevi, -cretum	Strittiges entscheiden; bewilligen
conterere, -tero, -trivi, -tritum	zer-, abreiben
venari, venor, venatus sum	zur Jagd gehen, jagen
agere, ago, egi, actum	(be)treiben; (ver)handeln
incipere, -io, coepi, coeptum/inceptum	anfangen, beginnen
detinere, detineo, -tinui, -tentum	abhalten, an etw. hindern
statuere, statuo, -ui, -utum	stehen, errichten
videre, video, visi, visum	sehen
perscribere, -scribo, -scripsi, -scriptum	genau niederschreiben, protokollieren
absolvere, -solvo, -solvi, -solutum	freisprechen, vollenden (absolut; Absolution; Absolvent)
explanare, explano, -avi, -atum	ebnen
narrare, -o, -avi, -atum	erzählen, berichten
facere, facio, feci, factum	tun, machen, herstellen

### Kapitel 10 (von Stephan und Martin Frieb)

Latein	Deutsch
crescere, crevi, cretum	wachsen, zunehmen
subigere, subegi, subactum	unterwerfen, (be)zwingen
interire, interii, interiturus	untergehen, umkommen
patere, patui	offenstehen
incipere, coepi, coeptum	anfangen, beginnen
tolerare	ertragen, erdulden
esse, fui	sein
subvertere, subverti, subver- tum	umstürzen, umwerfen
neglegere, neglego, neglexi, ne- glectum	jdn./etw. vernachlässigen, gering schätzen, ignorieren, übersehen
edocere, edoceo, edocui, edoc- tum	gründlich lehren, genau be- richten, benachrichtigen, un- terrichten
subigere, subigo, subegi, sub- actum	unterwerfen, (be-)zwingen
aestimare, aestimo, aestimavi, aestimatum	betrachten, einschätzen
habere, habeo, habui, habitum	haben, halten, behandeln
crescere, cresco, crevi, cretum	(auf-)wachsen, entstehen, stei- gern, zunehmen; hier: sich ausbreiten
vindicare, vindico, vindicavi, vindicatum	beanspruchen, sichern, beschützen, retten, bestra- fen, in Freiheit setzen
invadere, invadeo, invasi, inva- sum	angreifen, eindringen, um sich greifen
immuatare, immuto, immuta- vi, immutatum	sich (ver)ändern, umwandeln
facere, faceo, feci, factum	tun, machen, anfertigen, an- fangen
in lingua promptum habere	offen auf der Zunge haben, of- fen ausprechen, offen sagen

## Kapitel 11 (von Peter und Sebastian)

Latein	Deutsch
exercere, exerceo, exercui, exercitus	üben, sich plagen
exoptare, exopto, exoptavi, exoptatus	sich sehnlichst wünschen
contendere, contendo, contendi, contentus	(sich) anstrengen, kämpfen, eilen, behaupten
concupiscere, concupisco, concupivi, concupitus	begehen, verlangen
imbuere, imbuo, imbui, imbutus	durchtränken, erfüllen
effeminare, effemino, effemina- vi, effeminatus	verweichlichen
minuere, minuo, minui, minu- tus	vermindern
rapere, rapo, rapui, raptus trahere, traho, traxi, tractus	raffen, rauben
cupere, cupio, cupivi, cupitus	ziehen, schleppen
exercere, exerceo, exercui, exercitus	wünschen, begehen
ductare, ducto, ductavi, ducta- tus	üben
facere, facio, feci, factus	mit sich führen
habere, habeo, habui, habitus	machen, tun
mollire, mollio, mollivi, mollitus	haben, halten für
insuescere, insuesco, insuevi, insuetus	erweichen
potare, poto, potavi, potatus	sich an etwas gewöhnen
mirari, miror, miratus sum, mi- ratus	viel trinken
rapere, rapio, rapui, raptus spoliare, spolio, spoliavi, spo- liatus	sich wundern, bewundern
polluere, polluo, pollui, polluus adipisci, adipiscor, adeptus sum, adeptus	rauben
facere, facio, feci, factus	berauben, plündern
fatigare, fatigo, fatigavi, fatiga- tus	besudeln
corrumpere, corrumpo, corru- pi, corruptus	erlangen, erreichen
temperare, tempero, temperavi, temperatus	machen, tun
	müde machen
	verderben, bestechen
	gehörig einrichten, ordnen, richtig leiten, zügeln, mit Dat.: mäßigen, schonen, mit Abl.: sich fern halten von

**Kapitel 12 (von Ingo)**

Latein	Deutsch
sequi, sequor, secutus sum	ver-, nachfolgen
hebescere, hebesco, - , -	stumpf werden; erlahmen
incipere, -io, coepi, coeptum/inceptum	anfangen, beginnen
invasere, -vaso, -vasi, -vasum	eindringen, angreifen; befallen
rapere, -io, -ui, raptum	raffen, rauben
consumere, -sumo, -sumpsi, -sumptum	verbrauchen, ver(sch)wenden
pendere, pendo, pependi, -	hängen, schweben
cupere, -io, -i(v)i, -itum	wünschen, verlangen
pudere, -eo, -ui, -	sich schämen
moderari, moderor, moderatus	mäßigen, lenken, leiten
sum	
pretium esse	einen angemessenen Preis haben
cognoscere, cognosco, cognovi, cognitum	erkennen, kennen lernen
visere, viso, visi, -	besichtigen, nach etw. sehen, aufsuchen
decorare, decoro, -avi, -atum	schmücken, ausstatten
eripere, -io, -ui, -reptum	herausreißen, entreißen
ignorare, ignoro, ignoravi, ignoratum	unkundig sein, unwissend sein
adimere, adimo, ademi, ademptus	an sich nehmen, wegnehmen
relinquere, -quo, reliqui, relictum	zurück-, verlassen
facere, -io, feci, factum	tun, machen, herstellen
uti, utor, usus sum	benützen, gebrauchen

**10.2.2 Yellow-Press-Artikel zu Catull und Lesbia****Story 1 (von Michi)**

Catull rastet völlig aus

Catull (29), der auf Grund seiner zum Teil umstrittenen Sexgedichte immer wieder für Schlagzeilen sorgte (BILDung berichtete am ... v.Chr.), schlägt wieder zu.

Damals versuchte er gegenüber BILDung, seine zutiefst obszönen und sittenwiedrigen Schmierereien zu rechtfertigen, in denen er über seine anstößige Beziehung zu der schon durch frühere Affären aufgefallenen Lesbia schrieb.

Nun rastete Catull erneut aus. Auf einer öffentlichen Benefizgala zu Gunsten der schönen Künste konnte er sich den Anschuldigungen von Maximus Longus (51) und Minimus Longior (43) nicht besser als durch Beleidigungen erwehren. Der selbsternannte Dichter, der den ganzen Abend Wein in rauen Mengen trank, drohte ihnen mit mehrfacher oraler und analer Vergewaltigung und beschimpfte sie als Schwuchteln. Bevor er handgreiflich werden konnte, wurde er von Ordnern aus dem Saal verwiesen.

Mehr als widerwillig musste er sich der Obrigkeit beugen und die Nacht in einer Ausnüchterungszelle verbringen. Maximus und Minimus erwähnen eine Klage vor Gericht wegen Nötigung und wollen außerdem den Ausschluss aus der Gesellschaft der ehrbaren Dichter erwirken. Catull, der schon mehr als einmal betrunken in der Öffentlichkeit ausrastete, sieht es gelassen. Ob das Mitglied des Clubs der neuen Dichter, der sogenannten „Neoteriker“, allerdings sich wieder ungeschoren aus der Affäre ziehen können wird bleibt fragwürdig.

Weitere Story-Idee: Krankenhäuser Kinder

### **10.3 Vokabeln**

#### **10.3.1 1. Woche**

##### **Montagsstunde**

Latein	Deutsch
procedere, -cessi	voranschreiten
incipere, coepi, coeptum	anfangen
consulere, -sului, -sultum	Mit Akk.: fragen, beraten, mit Dat.: sorgen für Ich brauche Rat.
mihi (Dat.) consilio (Abl.) opus est.	etw. brauchen
egere + Abl.	immer während, innerer
intestinus	Mord, Gemetzel
caedes, -is	Jugend
iumentus, -us	cuius libet rei (=Gen.)
quoius rei lubet	jeder beliebige
quislibet	kühn, wagemüsig, frech
audax, -cis	

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 1a)**

Latein	Deutsch
acer, -cris, -cre	scharf, durchdringend, heftig
acerbus	herb, bitter, frühzeitig, unreif
acies, -iei (f)	Schärfe, Schlachtreihe
adulescens, -ntis	heranwachsender, Jugendlicher
aedes, -is (f) / pl.	Tempel/Haus
aedificium	Gebäude
aeger, -gra, -grum	leidend, kummervoll, schmerzlich
aemulus	wetteifernd, eifersüchtig, neidischt
aequus (campus/acies // tempus/pars/condicio)	eben/gerade //
aequalis	günstig/gleich/gerecht
coaequare	eben, gleich/Zeitgenosse
iniquus	angleichen, einebnen
aes, aeris (n)	ungleich, uneben, ungünstig, ungerecht
aere emere	Bronze, Kupfer, Erz
aerarium	für Geld kaufen
aestas, -atis (f)	Staatskasse
aestimare	Sommer
aetas, -atis (f)	ab-, einschätzen, meinen
aeternus	Lebensalter, Leben, Zeitalter, Geschlecht
agere, -egi, -actum	ewig
agere causam	(be)treiben, handeln
agere aetatem	einen Prozess führen
agere de pace	das Leben verbringen
agmen, -inis (n)	über den Frieden verhandeln
	Ziehen, Heereszug, Schlacht

### Mittwochsstunde

Latein	Deutsch
moderatus	gemäßigt, bescheiden
altus	hoch, tief
vastus	maßlos, wüst
libido rei publicae capiendi	die Begierde des Ergreifens des Staates = die Begierde, die Macht zu ergreifen
res familiaris	Vermögen

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 1b)**

Latein	Deutsch
agitare	heftig bewegen, eifrig betreiben
exagitare	aufjagen, verfolgen
exigere	heraustreiben, weg-, vertreiben, zu Ende führen
subigere	hinuntertreiben, zwingen, gefügig machen
cogere, coegi, coactum	zusammentreiben, zwingen, sammeln
aliter	anders, sonst
inimicus	feindlich, der Feind
ambo	beide
amplus	weit, geräumig, bedeutend
aperire, aperui, apertum	öffnen, erschließen, enthüllen
arbor, -oris (f)	Baum
arcessere, -ivi, -itum	herbeirufen, holen
ardere	brennen
arduus	hochragend, steil, schwierig
argentum	Geld, Silber
inermis	unbewaffnet, wehrlos
iners, -tis	ungeschickt, zaghaft, träge
inertia	Ungeschicklichkeit, Trägheit
arx, -cis (f)	Burg, Berggipfel
asper, -era, -erum	rauh, barsch, widrig
atrocitas	Wildheit, Grässlichkeit
audere, ausus sum	wagen, sich trauen
audax, -cis	kühn, wagemutig

**Freitagsstunde**

Latein		Deutsch
malum, -i		Übel

**Vokabeln des ersten Abschnittes von S.12**

Siehe 1. Hausaufgabe.

**10.3.2 2. Woche****Montagsstunde**

Latein	Deutsch
admonere de	erinnern
dissere, dissero, disserui	erörtern
domi militiaeque	im Krieg und Frieden
institutum	Einrichtung
maiores	Vorfahren
quomodo	auf welche Weise
quoniam	da, weil

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 2a)**

Latein	Deutsch
audire	hören
augere, auxi, auctum	vermehren, steigern, fördern
auxilia (Pl.)	Hilfstruppen
bellicosus	kriegerisch
imbellis	unkriegerisch, friedlich
cadere, cecidi, casurus	fallen, untergehen
accidere	sich ereignen, zustoßen
occidere	umkommen, untergehen
caedere	fällen, töten, niederhauen
caedes, -is	Blutbad, Gemetzel
caelum	Himmel, Klima
calamitas	Unheil; Schaden
callidus	schlau, erfahren
capessere, -ivi	ergreifen, fangen
accipere, accepi	annehmen, empfangen, aufnehmen
incipere	anfangen, beginnen
praecipere	vorwegnehmen, vorschreiben
recipere	zurücknehmen, aufnehmen
suscipere	auf(sich)nehmen
antecapere	(vorher ergreifen)
antecapere noctem	nutzen
praeceps, praecipitis	kopfüber, abschüssig, verderblich
praecipitare	hinabstürzen
carus	lieb, teuer
causa	Grund, Ursache, Prozess
causa amici	wegen des Freundes

### 10.3.3 3. Woche

#### Montagsstunde

Latein	Deutsch
conpertum < comperire	erfahren

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 2b)**

Latein	Deutsch
celebrare	besuchen, feiern, preisen
accendere	anzünden, entflammen
certare	wetteifern, kämpfen
certus	sicher, gewiss
certiorem facere	jemanden benachrichtigen
sollicitare	in Bewegung setzen, beunruhigen
civis, -is	Bürger
clades, -is (f)	Verlust, Niederlage, Unglück
clam	heimlich
declarare	kenntlich machen, verkünden, erklären
classis, -is (f)	Abteilung, Flotte
claudere, clausi	schließen, einschließen
clementia	Milde
cliens, -ntis	Abhängiger, Schützling, Klient
cogitare	denken, überlegen
colere, colui, cultum	pflegen, bebauen, bearbeiten
incultus	unbebaut, ungepflegt, ungebildet
collis, -is (m)	Hügel
comperire, comperi, comperatum	erfahren
conari	versuchen, wagen
considerare	überlegen, wagen
consulere	Mit Akk.: befragen, um Rat fragen/beschließen, mit Dat.: sorgen für
consultum	Beschluss
consilium	Beratung, Plan, Beschluss

#### 10.3.4 4. Woche

##### Montagsstunde

Latein	Deutsch
ubi + Perf.	seitdem, sobald
crescere, crevi	wachsen
ingens, -ntis	ungeheuer, gewaltig
saerire	wüten
miscere	mischen
alias	zu anderer Zeit, sonst
aliquod mihi oneri ist.	Etw. wird mir zur Last.
fuēre	fuerunt

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 3a)****Freitagsstunde**

Latein	Deutsch
effiminare	verweichlichen
brevitas < brevis	kurz
velocitas < velox	schnell

**Sallust, Cat. Kap. 2****10.3.5 5. Woche****Montagsstunde**

Latein	Deutsch
bona patria	väterliches Vermögen
lacerare	zerreißen
aes alienum	Schulden G
conflare	anhäufen
grande	im großen Stil, in hohem Maße
quo + Konj.	=ut eo (damit dadurch)
undique	von überall her G
praeterea	außerdem G

**Mittwochsstunde**

Latein	Deutsch
praebere	gewähren, verschaffen G
flagrare	brennen, lodern, sich begeistern G

**10.3.6 6. Woche****Montagsstunde**

Latein	Deutsch
ni	nisi
foret	esset
caedere, cecidi	niederhauen, töten (trans.)
cadere, cecidi	fallen (intrans.)
opportunus	günstig, gelegen
ob portus	einem Hafen gegenüber
frustra	vergeblich
ignavia	Feigheit, Untätigkeit
vanus	leer, nichtig, eitel, nutzlos
nequiquam	vergeblich
tempestas	Zeitalter, Sturm, Situation
cognovi < cognoscere	erkennen
audere, audeo, ausus sum	wagen
facinus, -oris (n)	(Un-)Tat
parcere, parco, pepercii, parsurus	schonen
idem, qui	der selbe, wie

**Mittwochsstunde**

Latein	Deutsch
fortis	fortes
maximum (Elativ)	sehr groß
idem qui	der selbe wer
audi(vi)stis	Perf.
(quom = cum) + Ind.	wenn

**10.3.7 7. Woche****Montagsstunde**

Latein	Deutsch
praestat + Inf.	es ist besser etw. zu tun
ludibrium	Spielball
dedecus, -oris (n)	Schande
superbia	Hochmut

**10.3.8 8. Woche****Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 5a)****10.3.9 9. Woche****Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 6a)****10.3.10 10. Woche****Mitwochsstunde**

Latein	Deutsch
aetatem agere	ein Leben führen, leben
abstinere vino	sich des Weines (Abl.) enthalten
priscus, -a, -um	vetus, veteris

**Ausgewählter Sallust-Wortschatz, Abschnitt 6b)****10.3.11 11. Woche****Montagsstunden**

Latein	Deutsch
diligere, dilexi	lieben, schätzen
deligere, delegi	auslesen, auswählen
intelligere, intellexi	verstehen
neglegere, neglexi	vernachlässigen
nec tantum - verum etiam	non solum - sed etiam
sollicitudo	Beunruhigung

**Mittwochsstunde**

Latein	Deutsch
assensus, -us	Zustimmung
recitare	vortragen
discreta < discernere	trennen
docet + Akk.	es gehört sich für jmdn.
nihil nisi	nichts außer
consuescere, consuevi	sich gewöhnen

### 10.3.12 12. Woche

#### Mittwochsstunde

Latein	Deutsch
perferre	durchhalten, ertragen
invita	gegen ihren Willen
me praesente	in meiner Anwesenheit

## 10.4 Hausaufgaben

### 10.4.1 1. Hausaufgabe

#### Dt. Bedeutung und Stammformen zu den Verben des ersten Absatzes von S. 12

##### Z. 1: student

studere, studeo, studui: sich um etw. bemühen, nach etw. streben

##### Z. 1: praestare

praestare, praesto, praestiti, praestitum, praestatus: Mit Dat.: übertreffen (Abl.: worin übertreffen?), mit Akk.: leisten, erweisen

praestat: es ist besser

##### Z.2: niti

niti, nitor, nitus sum: Mit Abl.: sich stützen auf

##### Z. 2: decet

decere, deceo, decui: es gehört sich, mit Akk.: für jmdn.

##### Z. 2: transeant

transire, transeo, transi(v)i, transitum: (hin)übergehen

##### Z. 4: finxit

figere, fingo, finxi, fictum: bilden, formen, gestalten, erdichten (Fiktion)

Nicht zu verwechseln mit: figere, figo, fixi, fictum: anheften, befestigen

**Z. 4: *situs esse***

gelangen sein, sich befinden

**Z. 5: *utimur***

uti, usus sum: Mit Abl.: etw. gebrauchen, nützen

**Z. 7: *videtur***

videri, videor, visus sum: gesehen werden

**Z. 8: *quaerere***

quaerere, quaero, quaeſi(v)i, quaeſitum: (auf)suchen, vermissen

**Z. 8: *fruimur***

frui + Abl.: genießen

**Z. 9: *efficere***

efficere, efficio, effeci, effectum: hervorbringen

**Z. 11: *habetur***

habere, habeo, habui, habitum: haben, halten, (gehalten werden für)

#### **10.4.2 2. Hausaufgabe**

##### **Übs. Catalina, 5, 1+2**

Lucius Catilina, von edler Herkunft, war von großer Kraft des Geistes und des Körpers, aber von einem schlechten Charakter. Ihm waren von Jugend an Bürgerkriege, Morde, Räubereien und Zwitteracht unter den Bürgern willkommen, und darin übte er seine Jugend. Sein Körper war fähig, mehr Hunger, Kälte und Wachsein zu ertragen als glaubwürdig ist. Sein Sinn war kühn, hinterlistig und verschlagen, jeder beliebiger Sache Vortäuscher und Leugner. Fremdes strebte er an, sein Eigentum verschleuderte er, und er entbrannte in Leidenschaften. Er besaß genug Beredsamkeit, aber zu wenig Klugheit.

##### **Wiederholung: 5, 5-8**

Sein ungestümer Geist begehrte immer Malses, Unglaubliches und all zu unerreichbares. Diesen hatte nach der Herrschaft des Lucius Sulla die größte Begierde befallen, den Staat zu ergreifen. Auf

welche Art und Weise er dies erreiche, solange er sich auf die Herrschaft vorbereitete, war diesem [völlig] egal. Sein wildes Gemüt wurde von Tag zu Tag mehr und mehr angetrieben wegen dem Mangel an Vermögen und Mitwissen an Verbrechen, die beide mit seinen Eigenschaften gefrert wurden, die ich vorher erwähnt habe.

#### 10.4.3 3. Hausaufgabe

##### Dt. Bedeutung und Stammformen zu den Verben von 2.1 und 2.2

Siehe Latein/Projekte/Sallust-Vokabeln/Kapitel 2.

#### 10.4.4 4. Hausaufgabe

##### Story schreiben

Schüler der Klasse 11C!

Viel Zeit ist vergangen, seitdem das Schuljahr begonnen hat. Viel habt ihr geleistet! In vielen schwierigen Schulaufgaben habt ihr als einzige Klasse einen überdurchschnittlichen Schnitt erzielt! Komplexe Zusammenhänge haben wir erarbeitet, viele glorreiche Versuche durchgeführt.

Allerdings ist die Zeit nun schon ein wenig fortgeschritten! Auch Biet hat in letzter Zeit viele Anhänger gewinnen können, die uns das Leben schwer machen! Biet darf sein Ziel, das Aufgeben jeder empirischen Wissenschaft, nicht durchsetzen! Vorbei wäre das moderne Zeitalter. Biet hat es in letzter Zeit geschafft, viele neue Anhänger zu gewinnen, und er wird seine Chancen nutzen! Durch diese Tricks macht er den Menschen glaubhaft, sie hätten einen persönlichen Schutzenkel, obwohl dies natürlich wegen des Energieerhaltungssatzes unmöglich ist!

Drum lasst und aufstehen und kämpfen! Nehmen wir unsere Physik-Bücher und predigen! Nur gemeinsam können wir unser Endziel, die völlige Auslöschung der Religion, erreichen! Drum lasst uns zusammen, von Lehrer zu Schüler, handeln, denn ich weiß, dass für euch das Gute und das Schlechte dasselbe ist wie für mich! An die Physik-Bücher! Verbreitet unsere Lehren! Verbreitet die Wahrheit! Gemeinsam werden wir Biet zurückdrängen! Auf geht's!

**10.4.5 5. Hausaufgabe**

**Sozial- und arbeitspolitische Umstände in Deutschland in den 30er Jahren, die es ermöglichen, dass Hitler mit seinen Ideen auf Zustimmung stieß**

- Wirtschaftskrise
- Hohe Arbeitslosigkeit
- Sinkende Löhne ⇒ sinkende Exporte
- Not, Existenzangst ⇒ enorme Wahlerfolge der NSDAP
- Finanzierung der Arbeitslosenversicherung nicht mehr gesichert ⇒ Zerfall der „Großen Koalition“
- Häufige Regierungswechsel

**Ideen/Ideologien Hitlers**

- Nationalsozialismus
- Kriegswirtschaft
- Heimstoff: Rohstoffe aus dem „Heimatboden“, um autark zu sein.
- Arische Physik, Entartete Kunst, Entartete Musik
- Zwangsarbeit
- Arisierung
- Rassenhygiene

**10.4.6 6. Hausaufgabe****Deklinationen**

**mulier fortunata**

mulier fortunata,  
mulieri fortunatae,  
mulieri fortunatae,  
mulierem fortunatam,  
muliere fortunata,  
mulieres fortunatae,  
mulierum fortunatarum,  
mulieribus fortunatis,  
mulieres fortunatas,  
mulieribus fortunatis

**magna audacia**

magna audacia,  
magnae audacie,  
magnae audacie,  
magnum audaciam,  
magna audacia,  
magnae audacie,  
magnarum audaciарum,  
magnis audaciis,  
magnas audacias,  
magnis audaciis

**malum facinus**

facinus malum,  
facinorus mali,  
facinori malo,  
facinus malum,  
facinore malo,  
facinora mala,  
facinorum malorum,  
facinoribus malis,  
facinnora mala,  
facinoribus malis

**10.4.7 7. Hausaufgabe**

Egnastius Mecenus tötete seine geschlagene Frau, weil sie Wein getrunken hatte, mit dem Knüppel, und diese Tat war nicht nur

frei von einer Anklage, sondern auch von Tadel, und auch mit höchster Meinung wurde er jene mit einem grausamen Beispiel für ihre Nüchternheit bestraft (?) und gewiss jede Frau, die den Gebrauch des Weines unanständig begehrt, schließt der Tapferkeit die Tür und öffnet sie allen Fehlern. (?)

#### 10.4.8 8. Hausaufgabe

Diejenigen, die über die Kultur und der Lebensweise des röm. Volkes geschrieben haben, sagen, dass die Frauen in Rom und in Latium ein Leben in Abstinenz geführt haben. Das heißt, sie haben sich des Weines enthalten, der in der alten Sprache „Metwein“ bezeichnet wurde, und es war üblich, dass sie die Verwandten einen Kuss gaben, um sich zu verraten, damit der Geruch einen Hinweis gäbe, wenn sie getrunken hätten.

#### 10.4.9 9. Hausaufgabe

<sup>1</sup>Weil du ein Beispiel an Rechtschaffenheit bist, und deinen besten und dir sehr ergebenen Bruder mit gleicher Wertschätzung geliebt hast, und du dessen Tochter liebst wie deine eigene, und ihr nicht nur die Zuneigung einer Tante, sondern auch die des verlorenen Vaters hast zukommen lassen, zweifle ich nicht, dass du dich sehr darüber freuen wirst, wenn du erfährst, dass sie sich als deinen Vater und dir und Großvater würdig erweist. <sup>2</sup>Sie hat einen sehr scharfen Verstand und einen sehr großen Ordnungssinn; Sie liebt mich, was ein Zeichen von Keuschheit ist. Zu all diesen Dingen kommt ihre Bildung der Wissenschaften hinzu, was sie aus Liebe zu mir aufgenommen hat. Sie besitzt sogar meine Büchlein, sie verschlingt sie, sie lernt sie sogar auswendig. <sup>3</sup>Wie sehr beunruhigt sie ist, wenn ich vor Gericht auftreten soll, und wie froh sie ist, wenn ich aufgetreten bin. Sie stellt Posten aus, die ihr melden müssen, ob ich Zustimmung, ob ich Beifall gefunden habe, welchen Ausgang des Prozesses ich heimbringe. Ebenso sitzt sie, wenn ich einmal rezitiere, ganz in meiner Nähe, durch einen Vorhang von mir getrennt, und lauscht mit gierigen Ohren den uns gespendeten Komplimenten. <sup>4</sup>Gewiss singt sie auch meine Lieder und bringt sich das Laierspiel bei, während kein Künstler sie dabei unterrichtet, sondern die Liebe, die die beste Lehrmeisterin ist. <sup>5</sup>Aus

diesen Gründen werde ich zu der sehr sicheren Hoffnung verleitet, dass uns in Zukunft eine beständige und von Tag zu Tag größer werdene Eintracht ist. Sie liebt nämlich nicht mein jugendliches Alter oder meinen Körper, die allmählich untergehen und alt werden, sondern sie liebt meinen Ruhm.<sup>6</sup> Es gehört sich für die, die in deinen Händen erzogen wurde und die durch deine Lehren unterrichtet wurde, die nichts in dem Zusammenleben mit dir sah außer Geweihtes und Ehrenhaftes, und welche sich schließlich gewöhnt hat, mich zu lieben aus deiner Lobpreisung heraus.<sup>7</sup> Denn wenn du meine Mutter wie ein Elternteil verehrst, pflegtest du (immer) mich von Kindheit an zu formen und zu loben und einen solchen, wie ich jetzt meiner Ehefrau scheine, vorherzusagen.<sup>8</sup> Wir danken dir also um die Wette, ich weil du mir jene gegeben hast, jene weil du mich ihr gegeben hast, als ob du uns gegenseitig ausgesucht hättest. Viele Grüße, dein Plinius

#### **10.4.10 10. Hausaufgabe**

Siehe 9. Hausaufgabe.

#### **10.4.11 11. Hausaufgabe**

##### **Wiederholung LXXXIII**

Lesbia sagte in meiner Anwesenheit ihrem Mann viel Schlechtes: Dies ist für jenen Dummkopf eine sehr große Freude. Du Trottel, fühlst du nichts? Wenn sie schweigen würde und nicht vergessen hätte, dann wäre sie geheilt: Nun aber weil sie schimpft und erinnert sie nicht nur, sondern ist sie zornig, was noch viel häftiger ist. Das heißt,

#### **10.4.12 12. Hausaufgabe**

Denn weil er gewollt hatte, dass Cornelia, die Oberste aller Vestallinen, lebend begraben werden sollte, er meinte nämlich, dass sein Jahrhundert durch die Beispiele dieser Art erleuchtet würde, mit dem Recht des Oberpriesters, oder viel mehr eines Tyrannen, und mit der Willkür eines Herren, hat er die übrigen Priester nicht nach Regia, sondern zu seinem Landsitz in Alba gerufen. Durch

ein nicht geringeres Verbrechen, als er zu bestrafen schien, obwohl sie abwesend war und nicht angehört wurde, hat er sie wegen Inzest verurteilt, obwohl er selbst die Tochter seines Bruders nicht nur geschändet, sondern sie auch noch umgebracht hatte; Denn sie ist verwaist durch eine Fehlgeburt gestorben. Es wurden sofort Priester geschickt, die dafür sorgen sollten, dass sie begraben und getötet wird.

#### 10.4.13 13. Hausaufgabe

##### Wiederholung Plinius, Seite 24

Es ist sonderbar, wie die Rechnung an einzelnen Tagen in der Stadt aufgeht oder wie sie aufzugehen scheint, wie sie aber nicht aufgeht an den meisten oder zusammenhängenden Tagen. Denn, wenn du irgendeinen fragst „Was hast du heute gemacht?“, dann mag er antworten: „Ich habe an einer festlichen Zeremonie zur Togaverstauung teilgenommen und ich war oft auf Verlobungen oder Hochzeiten, der eine bat mich, ein Testament als Zeuge zu unterschreiben, ein anderer zur Berufung von Sachverständigen und wieder ein anderer um einen Ratschlag.“. Diese Dinge erscheinen an dem Tag, an dem du sie gemacht hast, notwendiger, die selben Dinge aber unnötig, wenn du bedenkst, dass du sie täglich gemacht hast, umso mehr, wenn du dich aufs Land zurückgezogen hast. Dann nämlich lässt die Erinnerung folgenden Gedanken aufkommen: „Wie viele Tage nehmen wir uns der unwichtigen Dinge an?“ Was mir zustößt, nachdem ich auf meinem Landgut in Laurent irgend etwas lese oder schreibe oder Zeit habe für Sport, mit dessen Stärkung der Geist unterstützt wird.

## 10.5 Tests

### 10.5.1 1. Schulaufgabe

<sup>1</sup>Dann hat Cato eine Rede folgender Art gehalten: „Meint nicht, dass unsere Vorfahren den Staat mit Waffengewalt aus einem kleinen groß gemacht haben. <sup>2</sup>Wenn es so wäre, dann hätten wir jetzt einen wunderschönen; Allerdings ist uns eine größere Menge an Bürgern und Bundesgenossen, außerdem an Waffen und Pferden als jenen. <sup>3</sup>Aber es gab anderes, was jene groß gemacht hat, was

wir nicht haben: <sup>4</sup>Zu Hause Fleiß, außerhalb von Rom eine gerechte Herrschaft, ein Herz frei beim Planen, weder der Schande noch der Begierde unterworfen. <sup>5</sup>Anstatt dessen haben wir Luxus und Habsucht, in der Öffentlichkeit Not und im Privaten Überfluss.

## 11 Musik

### 11.1 Epochenüberblick

#### 11.1.1 Barock (ca. 1600 bis 1750)

Merkmale:

- Zeit des Absolutismus
- Barocke Lebensart (pompös, affektiert, stilisiert)
- Polyphonie und komplizierte Harmonik
- Motorische Rhythmisierung und starke Verzierungspraxis (Koloraturen, etc.)
- Große Fortschritte im Instrumentenbau  
⇒ Solokonzert; Wohltemperierte Stimmung von Tasteninstrumenten
- Erfindung der Oper

Wichtigste Komponisten:

- Heinrich Schütz (1585 bis 1672)
- Antonio Vivaldi (1678 bis 1741)
- Johann Sebastian Bach (1685 bis 1750)
- Georg Friedrich Händel (1685 bis 1759)

Berühmte Werke:

- Vivaldi, „Die vier Jahreszeiten“
- Bach, „Weihnachtsoratorium“, „Matthäus-Passion“
- Händel, „Der Messias“, „Wassermusik“

### 11.1.2 Klassik (ca. 1760 bis 1820)

Merkmale:

- Zeit der Aufklärung
- „Edle Einfalt, stille Einfalt“ (Goethe) ⇒ Schlichtheit, natürliche Schönheit
- Klare harmonische und rhythmische Strukturen
- Natürliche Melodieführung
- Einführung des Klaviers, Verbesserung vieler Instrumente (z.B. Klarinette, Trompete)
- Entwicklung von Kammermusik und Symphonien

Wichtigste Komponisten:

- Josef Haydn (1732 bis 1809)
- Wolfgang Amadeus Mozart (1756 bis 1791)
- Ludwig van Beethoven (1770 bis 1827)

Berühmte Werke:

- Haydn, „Symphonie mit dem Paukenschlag“
- Mozart, „Die Zauberflöte“, „Symphonie Nr. 40“
- Beethoven, „Symphonie Nr. 9“, „Klavierkonzert Nr. 1“

### 11.2 Niccolò Paganini (Geburt 1782 in Genua)

**Niccolò Paganini** gilt noch immer als der Inbegriff des **romantischen Künstlers** mit einer fantastischen, **fast dämonischen Ausstrahlung** und einer faszinierenden Technik. Seine Zeitgenossen konnten sich die verblüffenden neuen Klänge und Kunststücke nur mit übernatürlichen Kräften erklären.

Er reiste als gefeierter **Geigenvirtuose** und **Komponist** durch Europa. Alle bedeutenden Musiker suchten seine Bekanntschaft und setzten sich mit seiner Kunst auseinander. Nach einem abenteuerlichen Leben und **langer Krankheit** starb er **1840 in Nizza** an Kehlkopfkrebs. Er hinterließ viele virtuose Kompositionen für Violine und Gitarre.

### **11.3 Franz Liszt (Geburt 1811 in Ungarn, Tod 1886 in Bayreuth)**

Beeinflusst von Chopin und Paganini wurde er zum berühmtesten **Klaviersvirtuosen** seiner Zeit. Nach zehn Jahren triumphaler Konzerttouren wird er **1848 Hofkapellmeister** in Weimar.

Dort verwirklicht Liszt seine neuen Ideen der **symphonischen Dichtung** (⇒ **Programmusik**) und setzt sich zugleich für **moderne** Musik ein. Weimar wird zum Zentrum der **Neudeutschen Schule**.

Deren **programmatische** Orchesterwerke (Darstellung außer-musikalischer Inhalte) waren Anlass zu heftigen Auseinandersetzungen mit den Vertretern der „**absoluten Musik**“ (Altdeutsche Schule, u.A.: Schumann, Brahms).

Liszt:

„Das gesungene Wort hat von jeher eine Verbindung zwischen der Musik und literarischen [...] Werken veranlasst und hervorgerufen.“

„Das **gegenwärtige** Streben aber gilt einer **Verschmelzung** beider, die eine innigere zu werden verspricht, als sie bis jetzt erreicht werden konnte.“

### **11.4 Richard Wagner (Geburt 1813 in Leipzig)**

Wagner wächst im Theatermilieu auf.

Seine beiden großen Leidenschaften sind **Musik** und **Dichtung**.

1834 wird er **Opernkapellmeister**.

1836 heiratet er die **Schauspielerin Minna Planer** und geht als Kapellmeister erst nach Königsberg und ein Jahr später nach Riga. Es entstehen zwei Opern („Das Liebesverbot“ und „Rienzi“).

1839 verliert er seine Stelle und flieht **hochverschuldet** mit Minna über die Ostsee nach London und Paris.

In Paris verlebt Wagner drei frustrierende Jahre als mittelloser, unterschätzter Künstler. Trotzdem vollendet er 1841 seine neue Oper „Der fliegende Holländer“.

#### **11.4.1 „Der fliegende Holländer“ – Romantische Oper in drei Aufzügen**

Uraufführung 1843 in Dresden

##### **1. Aufzug**

Nachdem der norwegische Kapitän Daland in einer abgelegenen Bucht vor einem Sturm Schutz sucht gesucht hat, trifft er auf das unheimliche Schiff eines Fremden. Dieser offensichtlich sehr reiche Holländer bittet ihn um ein Nachtlager. Da er außerdem eine Frau sucht, bietet ihm der geldgierige Daland ohne Zögern seine einzige Tochter Senta an.

##### **2. Aufzug**

- Senta schwärmt für Holländer-Saga.
- „Ich will diejenige sein, die ihn erlöst.“
- Ihr Verlobter Erik versucht, Senta zu Vernunft zu bringen.
- Daland und der Holländer kommt.

##### **3. Aufzug**

- Fest
- Spuk auf Geisterschiff
- Senta rennt zum Schiff, Erik hinterher: „Du hast mir auch schonmal die Treue versprochen!“
- Holländer hört Streit zwischen Senta und Erik, will wieder weg, „kriege sie ja eh nicht“
- Senta stürzt sich ins Meer, stirbt, Holländer ist erlöst.

### 11.5 „Aus der Neuen Welt“

Der tschechische Komponist **Antonín Dvořák** (1841-1904) nimmt 1892 das Angebot an, als **Direktor des National Conservatorys** für drei Jahre nach New York zu kommen. In dieser Zeit entstehen die „**amerikanischen**“ **Werke** des eigentlich in der tschechischen nationalen Schule verwurzelten Komponisten. Mit sein bedeutenstens Stück ist die Symphonie Nr. 9 in e-Moll, „**Aus der Neuen Welt**“. Dvořák versucht darin, den Erwartungen seiner Gastgeber<sup>84</sup> nach einer **amerikanischen Kunstmusik** zu entsprechen. Er baut musikalische **Eigenarten** ein, die mit „dem Einfluss dieses Landes (das bedeutet, die Volkslieder der Afroamerikaner, Indianer und Iren)“ zusammenhängen.

### 11.6 Jazz

Jazz entstand **Ende des 19. Jhd.** in den USA aus der Verbindung der **afrikanischen Musik der schwarzen Sklaven** und der **europäischen Musiktradition**. Die Sklaven sangen bei der Arbeit **Worksongs** (Calls → Nachrichten; Field Hollers → Gefühle) und in der Kirche **Spirituals** (v.a. alttestamentliche Texte; Call-Response-Prinzip). Aus den Spirituals entwickelte sich in den schwarzen Großstadtgemeinden der 20er Jahre der **Gospelsong**, komponierte Lieder mit oft fanatischem religiösem Ausdruck. Aus dem Worksong entstand der **Blues**.

#### 11.6.1 Chicago (≈ 1920)

Mit der „**Great Migration**“ der Schwarzen in die großen Industriestädte des Nordens ziehen nach dem ersten Weltkrieg auch viele Jazz-Musiker von New Orleans nach Chicago. Dort wird ihre Musik erst richtig **bekannt**. Louis Armstrong, Johnny Dodds u.v.a. begeistert die schwarze Arbeiterschicht in Southside und sie werden durch Soloauftritte in **Unterhaltungsorchestern** und vielen Aufnahmen auch beim weißen Publikum **beliebt**. Auch der Blues etabliert sich.

---

<sup>84</sup>NY

Weisse, gut ausgebildete Musiker, wie Bix Beidenbecke (Trompete), Glenn Miller (Posaune) imitieren Stil und bauen **lange Instrumentalsoli** ein. Das Saxophon wird zum Jazz-Instrument.

### 11.6.2 Bebop (1940)

Moderne:

Hohes Tempo, nervös/hektisch, lange Improvisationen, keine Wiederholungen/ständig Neues, keine Melodie, Chorus am Anfang/Unisono am Ende

Da der Swing immer kommerzieller wurde, kreierten schwarze Musiker – wie so oft in der Jazzgeschichte – einen neuen Stil, „Bebop“ oder „Bop“ genannt. Seine wichtigsten Vertreter sind der Pianist Thelonious Monk, der Trompeter Dizzi Gileespie, und u.a. der Altsaxophonist Charlie „Bird“ Parker (1920-1955).

### 11.6.3 1950: Cool Jazz

Ende der 40er-Jahre tritt an die Stelle der Nervosität und Aufgeregtheit des Bebop Ruhe und Ausgeglichenheit. Diese „Kühle“ beruht auf viel Legato, gleichmäßigen Melodiephrasen und zurückhaltender Spielweise.

Bekanntester Vertreter ist Miles Davis (Trompeter).

„Der Standard im Cool Jazz war Take Five (5er-Takt).“

## 12 Physik

### 12.1 Schulheft

#### 12.1.1 Teilgebiete der Mechanik

##### Kinematik

Bewegungslehre

##### Dynamik

Einfluss von Kräften auf Bewegungen

**Statik**

Gleichgewicht von Kräften und Drehmomenten

**Bewegung**

Ortsveränderung bezüglich eines Bezugssystems

**Bezugssystem**

Koordinaten-System, in dem der Bewegungsablauf betrachtet wird

**12.1.2 Geraadlinige Bewegungen****Die gleichförmige Bewegung**

Kennzeichen: In gleichen Zeitabschnitten  $\Delta t$  werden gleiche Wege  $\Delta x$  zurückgelegt.

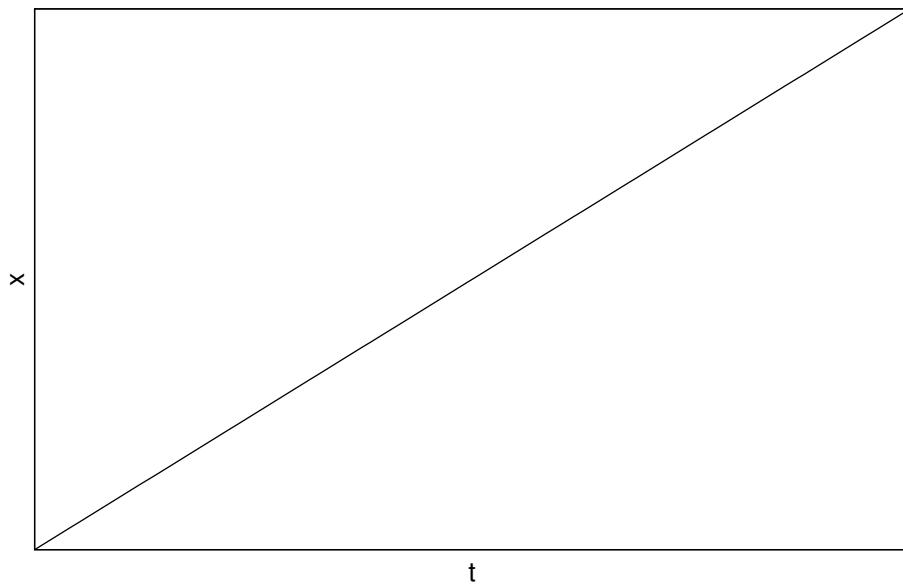
$$\text{Weg} = x \sim t = \text{Zeit} \implies \frac{x}{t} = \text{const.} =: v;$$

Die Geschwindigkeit einer gleichförmigen Bewegung ist der konstante Quotient  $\frac{x}{t}$ .

$$v = \frac{x}{t} \text{ und } v = \frac{\Delta x}{\Delta t};$$

Graphische Darstellung:  $v = \frac{x}{t} \implies x = v \cdot t$

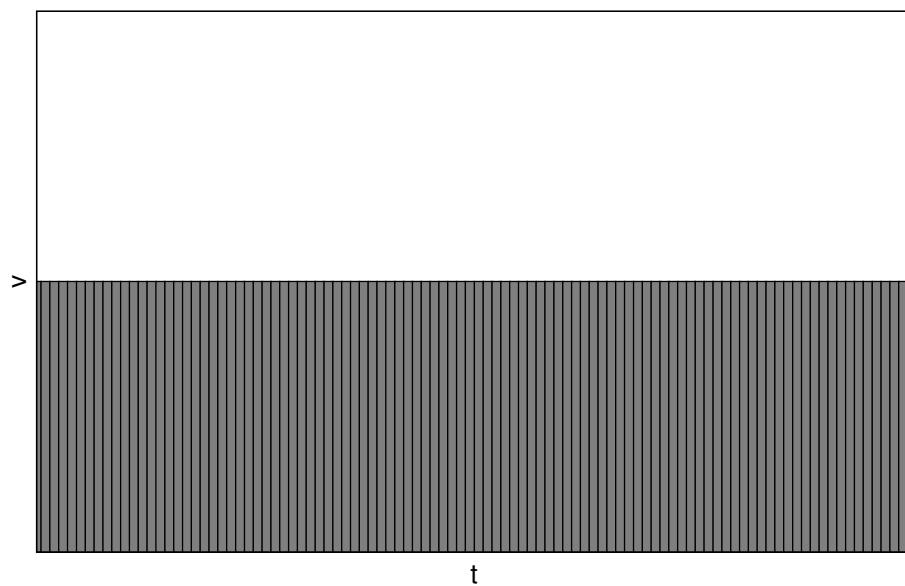
Zeit–Ort–Diagramm (t–x–Diagramm)



$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t};$$

Die Steigung der Ursprungsgeraden ist ein Maß für die Geschwindigkeit.

Zeit–Geschwindigkeits–Diagramm (t–v–Diagramm)

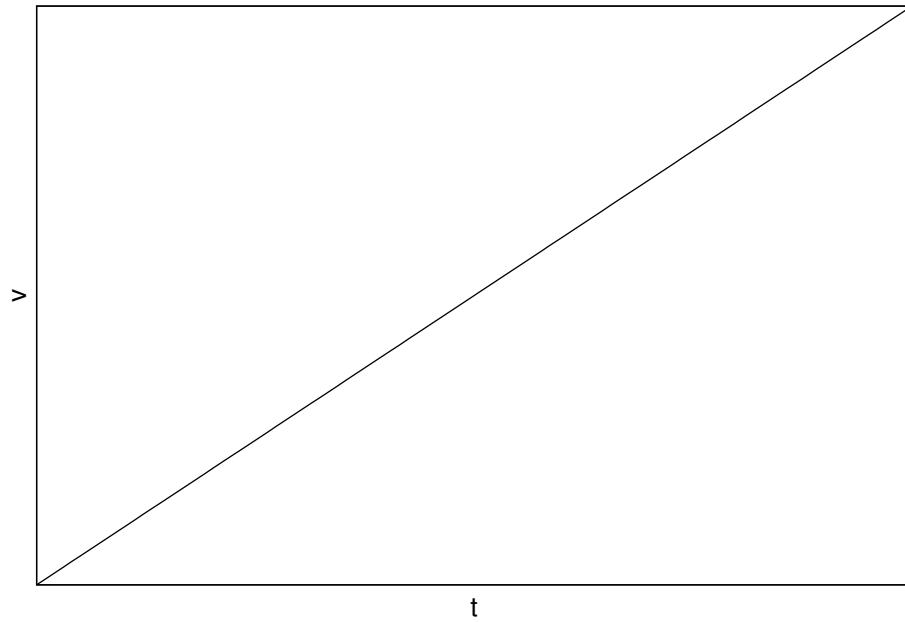


Die Fläche unter dem  $t$ - $v$ -Diagramm ist ein Maß für den zurückgelegten Weg  $x$ .

### Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Kennzeichen: Die Geschwindigkeit ändert sich proportional zur Zeit.

$$v \sim t;$$



Die Geschwindigkeit nimmt bei festen Zeitintervallen  $\Delta t$  stets um den selben Betrag zu.  $\Rightarrow \Delta v \sim \Delta t$ ;

Es gilt:  $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{t} = \text{const.}$ ;

Der konstante Quotient  $\frac{\Delta v}{\Delta t}$  wird als Beschleunigung  $a$  der gleichmäßig beschleunigten Bewegung bezeichnet.

Einheit der Beschleunigung:  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;

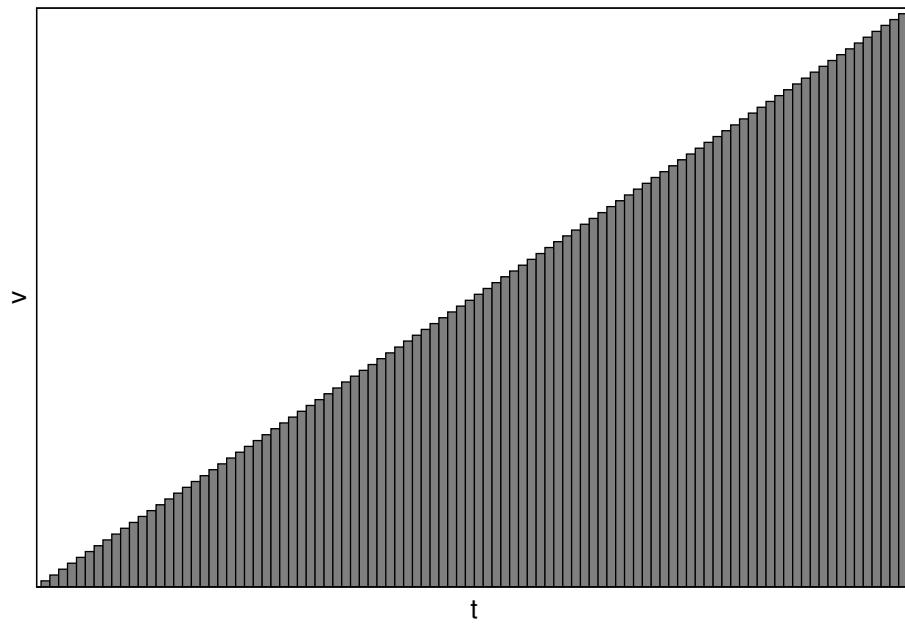
Umrechnung:

$$\bullet 1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$\bullet 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}};$$

$$\frac{v}{t} = a = \text{const.};$$

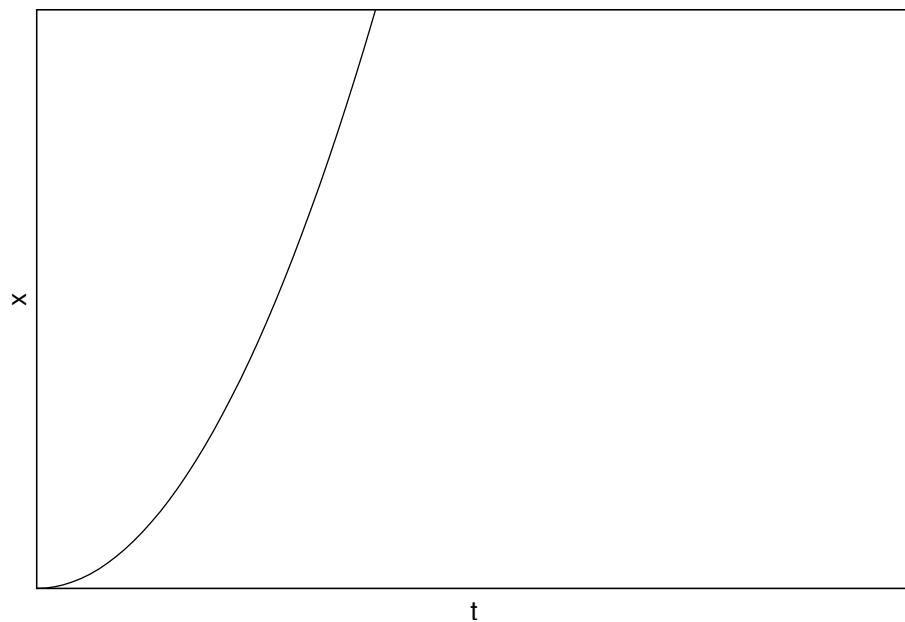
$\Rightarrow$  Bewegungsgleichung:  $v(t) = a \cdot t$ ; (Geschwindigkeit-Zeit-Funktion)



$$s = \bar{v} \cdot t = \frac{v}{2}t = \frac{at}{2}t = \frac{at^2}{2};$$

$$\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2;$$

Weitere Herleitung: Die Fläche  $\triangle Otv$  ist ein Maß für die Strecke.  $\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2}tv = \frac{1}{2}at^2$ ; (Dreiecksfläche).



Der Graph ist eine Parabel!

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	Gleichförmige Bewegung
$a(t) = \text{const.};$	$a(t) = 0;$
$v(t) = at;$	$v(t) = \text{const.};$
$x(t) = \frac{1}{2}at^2;$	$x(t) = vt;$

Zusätzlich:  $v^2 = a^2t^2; \Rightarrow t^2 = \frac{v^2}{a^2}; \quad \left. \begin{array}{l} x = \frac{1}{2}at^2; \\ \end{array} \right\} \Rightarrow v^2 = 2ax;$

Trägheitssatz von NEWTON:

Ein Körper behält seinen Bewegungszustand bei, wenn auf ihn keine Kräfte wirken, d.h., er bleibt in Ruhe oder bewegt sich geradlinig gleichförmig weiter.

Messung:

- $t_1 = 1,4731\text{s}; \Delta t_1 = 0,0119\text{s}; x_1 = 0,303\text{m};$
- $t_2 = 2,0863\text{s}; \Delta t_2 = 0,0083\text{s}; x_2 = 0,607\text{m};$
- $t_3 = 2,5552\text{s}; \Delta t_3 = 0,0067\text{s}; x_3 = 0,906\text{m};$

1. Auswertung nach  $a = \frac{v}{t}$ :

- $a_1 = \frac{v_1}{t_1} = 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$
- $a_2 = \frac{v_2}{t_2} = 0,29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$
- $a_3 = \frac{v_3}{t_3} = 0,29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$

2. Auswertung nach  $a = \frac{2x}{t^2}$ :

- $a_1 = \frac{2x_1}{t_1^2} = 0,279 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$
- $a_2 = \frac{2x_2}{t_2^2} = 0,279 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$
- $a_3 = \frac{2x_3}{t_3^2} = 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$

## Geradlinige Bewegungen mit Anfangsgeschwindigkeit

Bewegungsgleichungen:

- $v(t) = v_0 + a \cdot t;$
- $x(t) = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2;$
- $v(t)^2 - v_0^2 = 2ax;$

### Zum Bremsweg

$$v^2 - v_0^2 = 2ax_{Br}; \Rightarrow x_{Br} = -\frac{v_0^2}{2a}; a = -\frac{v_0^2}{2x};$$

### Faustregeln aus der Fahrschule

$Z$ : Zahl, die am Tacho abgelesen wird. D.h.:  $v_0 = Z \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ;

**Reaktionsweg:** Faustregel:  $x_R = \frac{Z}{10} \cdot 3\text{m} = 0,3 \cdot Z\text{m}$ ;

„Schrecksekunde“  $t_R = 1\text{s}$ ;  $\Rightarrow x_R = v \cdot t_R = 0,28 \cdot Z\text{m}$ ;

**Bremsweg:**  $x_{Br} = \left(\frac{Z}{10}\right)^2 \text{m}$ ;

exakt:  $x_{Br} = -\frac{v_0^2}{2a}$ ;

Wie groß ist  $a$  in der Faustregel?  $a = -\frac{v_0^2}{2x_{Br}} \approx -4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;

### 12.1.3 Die Grundgleichung der Mechanik

Wovon hängt die erzielte Beschleunigung ab?

### Untersuchung, Teil 1

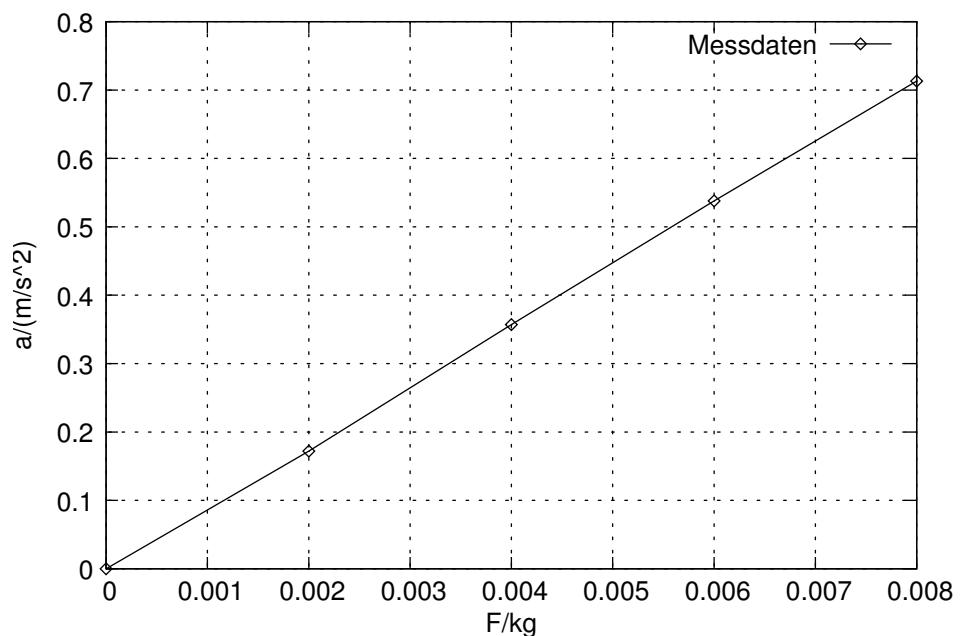
Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung bei konstanter Masse

Wir messen den Weg  $x$  vom Start zur Lichtschranke und die benötigte Zeit  $t$ .  $a$  ergibt sich aus  $x = \frac{1}{2}at^2; \Rightarrow a = \frac{2x}{t^2}$ ;

Messung:  $x = 75,0\text{cm}$ ;

$\frac{t}{s}$	$\frac{F}{g \cdot kg}$	$\frac{a}{m/s^2}$	$\frac{F}{\frac{a}{Ns^2} m}$
2,95	0,002	0,172	0,114
2,05	0,004	0,357	0,109
1,67	0,006	0,538	0,109
1,45	0,008	0,713	0,110

Diagramm:



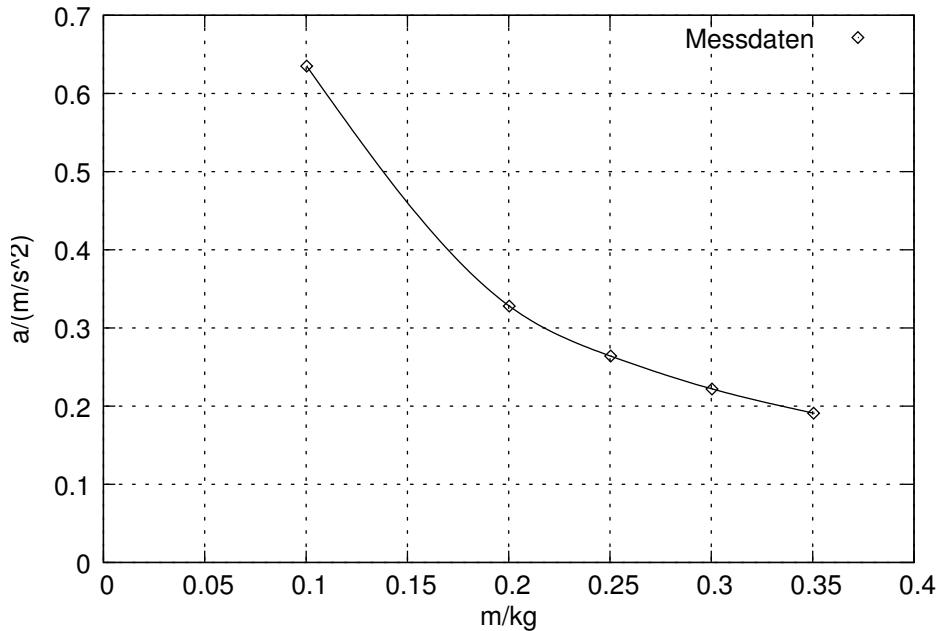
$\Rightarrow$  Ergebnis:  $a \sim F$ ;

### Untersuchung, Teil 2

Zusammenhang zwischen Masse und Beschleunigung bei konstanter Zugkraft

Messung:

$\frac{m}{kg}$	$\frac{a}{m/s^2}$	$\frac{m \cdot a}{kg \cdot m/s^2}$	$\frac{k}{N}$
0,1003	0,635	0,0637	1,07
0,2003	0,328	0,0657	1,05
0,2503	0,264	0,0661	1,04
0,3003	0,222	0,0667	1,03
0,3503	0,191	0,0664	1,03



$$\Rightarrow a \sim \frac{1}{m};$$

### Zusammenfassung

$$\left. \begin{array}{l} a \sim F; \\ a \sim \frac{1}{m}; \end{array} \right\} \Rightarrow a \sim \frac{F}{m}; \Rightarrow$$

$F \sim am; \Rightarrow$

$$F = kma; \Rightarrow$$

$$k = \frac{F}{m \cdot a}; >$$

Im Experiment:  $F = 0,00700 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,687 \text{ N}$ ;

Das Experiment liefert:  $k \approx 1,05 \frac{\text{N}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$ ;

Die Krafteinheit 1N wurde so festgelegt, dass  $k = 1$  ist.

$\Rightarrow$  Grundgleichung der Mechanik:

$$F = m \cdot a;$$

Ein Newton ist die Kraft, die einen Körper der Masse 1kg die Beschleunigung  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  erteilt.

Einheit der Kraft:  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;

Bemerkung:

- $a > 0; \Rightarrow F$  ist in Bewegungsrichtung;
- $a < 0; \Rightarrow F$  wirkt gegen die Bewegungsrichtung;

#### 12.1.4 ATWOODsche Fallmaschine

- a)** Beschleunigung der Masse ( $m = 100\text{g}$ ,  $m_2 = 2,0\text{g}$ ) durch die Gewichtskraft von  $m_2$ :

$$F_G = m_2 g = 0,020\text{N};$$

$$a = \frac{F_G}{2m_1 + m_2} = 0,10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

- b)** Geschwindigkeit nach  $t = 2,0\text{s}$ :

$$v = a \cdot t = 0,10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,0\text{s} = 0,20 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

Weg nach  $t = 2,0\text{s}$ :

$$x = \frac{1}{2}at^2 = 0,20\text{m};$$

- c)** Seilkraft im Punkt A:

Gleichgewicht:  $F_s = 1 \cdot mg$ ;

Nicht im Gleichgewicht:  $F_s = F_{G_m} + F_{beschlm}$ ;

$$F_{G_m} = m \cdot g;$$

$$F_{beschlm} = m \cdot a;$$

$$a = 0,10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\text{Im Versuch: } m = 50\text{g}; F_G = 0,49\text{N}; a = \frac{100\text{g} \cdot g}{150\text{g}} = \frac{mg}{3 \cdot m} = \frac{g}{3};$$

#### 12.1.5 Freier Fall

Freier Fall: Bewegung eines Körpers nur unter dem Einfluss der Gewichtskraft  $F_G$ .

Einheit der Fallbeschleunigung (aka Ortsfaktor):  $1 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \frac{1 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kg}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;

Bewegungsgleichungen für den freien Fall:

- $v(t) = -gt$ ;
- $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2$ ;

- $v^2(y) = -2gy;$

$\Rightarrow$  Unabhängigkeit der Gleichungen von  $m$ ;  $\Rightarrow$  Bewegung für alle Körper gleich;

Versuch:

- Feder und Bleistück in luftgefüllter Röhre: Feder fällt aufgrund des Luftwiderstands langsamer.
- In der evakuierten Röhre fallen Feder und Bleistück gleich schnell.

$\Rightarrow$  Die Fallbeschleunigung ist am gleichen Ort für alle Körper gleich.

### **Bestimmung der Fallbeschleunigung**

Messung: Fallhöhe  $h = 1,20\text{m}$ , Fallzeit  $t = 480\text{ms}$

$$g = -\frac{2x}{t^2} = 10,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

Präzisionsmessung:

### **Augsburg**

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

### **Äquator**

$$g = 9,78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

### **Pol**

$$g = 9,83 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

### **Senkrechter Wurf**

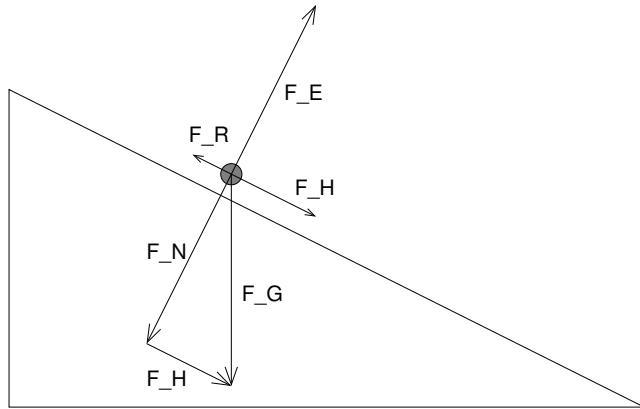
Freier Fall mit Anfangsgeschwindigkeit.

Bewegungsgleichungen:

- $v(t) = -gt + v_0;$
- $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t;$
- $v^2(t) - v_0^2 = -2gy(t);$

Wurf nach unten (oben):  $v_0 < 0$ ; ( $v_0 > 0$ );

### 12.1.6 Bewegungen auf der Schiefen Ebene



Gesamtkraft:  $\vec{F} = \vec{F}_H + \vec{F}_R$ ;

$$\sin \alpha = \frac{F_H}{F_G} = \frac{F_H}{mg} \Rightarrow F_H = mg \cdot \sin \alpha;$$

$$\cos \alpha = \frac{F_N}{F_G} = \frac{F_N}{mg} \Rightarrow F_N = mg \cdot \cos \alpha;$$

$$F_R = \mu \cdot F_N = \mu mg \cdot \cos \alpha;$$

$$F = F_H - F_R = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha);$$

$$a = \frac{F}{m} = g \cdot (\sin \alpha - \mu \cos \alpha);$$

### 12.1.7 Mechanische Arbeit

$$[W] = [F \cdot s] = J; \vec{F} = \text{const.}; \vec{F} \parallel \vec{s};$$

Die Kraft  $F$  verrichtet die Arbeit  $W$ .

Im Allgemeinen sind Kraft und Weg nicht parallel.

$$\text{Insgesamt: } W = F s \cos \alpha; \text{ mit } F = |\vec{F}|; s = |\vec{s}|; \alpha = \angle(\vec{F}, \vec{s});$$

Arbeit wird von außen verrichtet.  $\Rightarrow$  Arbeit  $W$  ist die Änderung  $\Delta E$  der Energie eines Körpers.

$W < 0; \Rightarrow \Delta E < 0; \Leftrightarrow$  Energie des Körpers nimmt ab.

$W > 0; \Rightarrow \Delta E > 0; \Leftrightarrow$  Energie des Körpers nimmt zu.

### Kinetische Energie

Ein Körper der Masse  $m$  wird aus der Ruhe durch eine Kraft  $\vec{F}$  längs der Strecke  $\Delta x$  auf die Geschwindigkeit  $v$  beschleunigt, Beschleunigungsarbeit muss geleistet werden.

$$W_B = F\Delta x = ma\Delta x = \frac{1}{2}mv^2;$$

$$\Rightarrow E_{kin}(v) = \frac{1}{2}mv^2;$$

$$\text{Anfangsgeschwindigkeit } v_0: W_B = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2);$$

$v_0 > v; \Rightarrow W_B < 0$ ; (Der Körper verliert kinetische Energie (Bremung).)

Beispiel: Bremskraft  $F$ ,  $W_R = -Fs$ , kinet. Energie:  $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ ,  $E_{kin} + W_R = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - Fs = 0; \Rightarrow s = \frac{mv^2}{2F};$

### Potentielle Energie

#### Höhenenergie

Wird ein Körper der Masse  $m$  von der Höhe  $y = 0$  auf die Höhe  $y = h$  gehoben, so wird die Hubarbeit  $W_H = mgh$  verrichtet.

$$W_H = \Delta E_{pot}; E_{pot}(h = 0) = 0; E_{pot} = mgh;$$

Die Hubarbeit  $W_H$  hängt **nicht** vom durchlaufenen Weg ab!

Negative Hubarbeit: Beispiel: Herablassen einer Last:  $\vec{F}$  ist antiparallel zu  $\vec{s}$ ;  $\Rightarrow \alpha = 180^\circ; \cos \alpha = -1; \Rightarrow$  Potentielle Energie wird kleiner.

Negative potentielle Energie: Körper befindet sich unterhalb des Nullniveaus.

#### Federenergie

Eine Feder (der Federhärte  $D$ ) wird in die Strecke  $s$  gedehnt.

$$W = Fs \cos \alpha; \vec{F}$$
 ist nicht konstant:  $F = Ds;$

$$W_F = \frac{1}{2}Fs = \frac{1}{2}Ds^2;$$

$$W_F = \Delta E_F; E_F(s = 0) = 0; E_F = \frac{1}{2}Ds^2;$$

Dehnung einer vorgespannten Feder:

$$W_F = \frac{1}{2}D(s^2 - s_0^2);$$

Energieerhaltungssatz: In einem reibungsfreien, abgeschlossenen System ist die Summe aus potentieller und kinetischer Energie konstant. (Anm. von mir: Falsch, die Summe ist **immer** konstant).

### 12.1.8 Das 3. NEWTONsche Gesetz (Wechselwirkungsgesetz)

Kraft und Gegenkraft sind entgegengesetzt gerichtet.

3. NEWTONsche Gesetz: Kraft  $\vec{F}_A$  und Gegenkraft  $\vec{F}_B$  verhalten sich wie  $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ ;

In Worten: „Actio gegengleich reactio“

$\vec{F}_A$  und  $\vec{F}_B$  heißen Wechselwirkungskräfte.

### 12.1.9 Der Impuls

Kugelexperiment:

Verbunden:  $E_{\text{ges}} = E_F = \frac{1}{2}Ds^2$ ;

Gelöst:  $E_{\text{ges}} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ ;

$$\frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2;$$

⇒ Eine Gleichung für zwei Unbekannte.

⇒ Energieerhaltung genügt nicht zur Beschreibung der Bewegung.

Betrachte die Kräfte:

3. NEWTONsche Gesetz:  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ ;

$$\Rightarrow m_1a_1 = -m_2a_2; \Rightarrow m_1\frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = -m_2\frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}; \Rightarrow m_1\Delta v_1 = -m_2\Delta v_2; \Rightarrow m_1v_1 = -m_2v_2;$$

Beide Gleichungen beschreiben die Bewegung vollständig.

Definition: Unter dem Impuls  $p$  verstehen wir das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit  $[p] = [m \cdot v] = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}} = 1 \text{Ns}$ ;

$$m_1v'_1 + m_2v'_2 = 0 = p_{\text{ges}};$$

Vor dem Lösen der Verbindung:  $v_1 = v_2 = 0; \Rightarrow p_1 = p_2 = 0; \Rightarrow p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 = 0$ ;

### 12.1.10 Der Impulserhaltungssatz

Ist der Gesamtimpuls eine Erhaltungsgröße?

Betrachte Stoß zwischen Wagen ( $m_1$  und  $m_2$ ) mit den Anfangsgeschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$ :

$$p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2;$$

Nach dem Stoß:

- $v'_1 = v_1 + \Delta v_1;$

- $v'_2 = v_2 + \Delta v_2;$

$\Delta v_1, \Delta v_2$ : Geschwindigkeitsänderungen beim Stoß.

$$p'_{\text{ges}} = p'_1 + p'_2 = m_1(v_1 + \Delta v_1) + m_2(v_2 + \Delta v_2);$$

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2; \Rightarrow m_1 \frac{\Delta v_1}{\Delta t} = -m_2 \frac{\Delta v_2}{\Delta t}; \Rightarrow m_1 v_1 = -m_2 v_2;$$

$$p'_{\text{ges}} = m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_1 \Delta v_1 + m_2 \Delta v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2;$$

$$\Rightarrow p'_{\text{ges}} = p_{\text{ges}};$$

**Impulserhaltungssatz:** In einem reibungsfreien, abgeschlossenen System ist der Gesamtimpuls konstant.

$$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t};$$

### 12.1.11 Stoßprozesse

#### Vollkommen unelastischer Stoß

Wie groß ist  $v'$ ?

Impulserhaltung:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'; \Rightarrow v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2};$$

Im Experiment ( $m_1 = m_2; v_2 = 0$ ):

$$v' = \frac{m_1 v_1}{2m_1} = \frac{v_1}{2};$$

Energieerhaltung ( $E_v$ : Verformungsenergie):

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = E_v + \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2;$$

Im Experiment ( $m_1 = m_2 = 0,20\text{kg}; v_2 = 0$ ):

$$E_v = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} 2m_1 \left(\frac{1}{2} v_1\right)^2 = \frac{1}{4} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} E_{\text{kin}_1} = 30\text{mJ};$$

Spezialfälle:

- $m_2$  sehr groß  $\Rightarrow v' \approx v_2;$
- $m_1$  sehr groß  $\Rightarrow v' \approx v_1;$
- $m_1 = m_2; v_1 = -v_2; \Rightarrow v' = 0;$

### Elastischer Stoß

Energieerhaltung:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'_1^2 + \frac{1}{2}m_2v'_2^2;$$

Bekannt: Geschwindigkeiten vor dem Stoß:  $v_1, v_2$

Impulserhaltung:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2;$$

$$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2};$$

$$v'_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2};$$

#### 12.1.12 Würfe

##### Waagrechter Wurf

Erklärung: Die Bewegung in  $x$ -Richtung und in  $y$ -Richtung sind voneinander unabhängig.

Waagrechter Wurf:

- $x(t) = v_{0,x}t;$

- $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2;$

$$y(x) = -\frac{1}{2}g \left( \frac{x}{v_{0,x}} \right)^2 = -\frac{g}{2v_{0,x}^2} \cdot x^2; \text{ (Bahnkurve)}$$

$\Rightarrow$  Nach unten geöffnete Parabel

Wurfweite:  $y_A = -h; \Rightarrow +h = \frac{g}{2v_{0,x}^2}x^2;$

$$\Rightarrow x_A = \sqrt{2 \frac{hv_{0,x}^2}{g}} = v_{0,x} \sqrt{2 \frac{h}{g}};$$

Beispiel: Sprung von einem Turm mit Anlauf

Bahngeschwindigkeit:  $\vec{v}$  ist tangential zur Bahnkurve.

Auftreffwinkel:  $\tan \varphi = \frac{|\vec{v}_y|}{|\vec{v}_x|};$

### Schiefer Wurf

$$v_{0,x} = v_0 \cdot \cos \alpha;$$

$$v_{0,y} = v_0 \cdot \sin \alpha;$$

$$x(t) = v_0 t \cdot \cos \alpha; \Rightarrow t = \frac{x(t)}{v_0 \cdot \cos \alpha};$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \cdot \sin \alpha;$$

$$\Rightarrow y(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha;$$

$$y(x_A) = 0; \Rightarrow x_A = \frac{2}{g} v_0^2 \cos^2 \alpha \tan \alpha = \frac{2}{g} v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha;$$

$$\text{Maximal: } 2\alpha = \frac{\pi}{2}; \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ;$$

### 12.1.13 Kreisbewegung

Bogenlänge:  $s = \varphi \cdot r$ ;

Mittlere Geschwindigkeit:  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ;

Mittlere Winkelgeschwindigkeit:  $\bar{\omega} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ ;  $[\bar{\omega}] = \frac{1}{s}$ ;

Konstante Winkelgeschwindigkeit:  $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\varphi - \varphi_0}{t - t_0}$ ;  $\Rightarrow \omega = \frac{\varphi}{t}$ ;

Umlaufdauer  $T$ :  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ;  $[T] = s$ ;

Frequenz  $f$ :  $f = \frac{1}{T}$ ;  $[f] = \frac{1}{s} = \text{Hz}$ ;

$$\Rightarrow \omega = 2\pi f;$$

Bewegungsgleichungen:

- $x(t) = r \cdot \cos \omega t$ ;
- $y(t) = r \cdot \sin \omega t$ ;

Bahngeschwindigkeit:  $v = \frac{\varphi r}{t} = \frac{\omega r t}{t} = \omega r$ ;

Die Bahngeschwindigkeit ist tangential zum Kreis und steht senkrecht zum Ortsvektor  $\vec{r}$ .

Für die Ablenkung aus der geradlinigen Bahn ist (vgl. Trägheitssatz!) eine Kraft nötig. Bei einer Kreisbahn ist diese Kraft zum Kreismittelpunkt hin gerichtet und heißt **Zentripetalkraft**.

Gleichförmige Bewegung:  $|\vec{v}|$  ändert sich nicht.

Symbol für die Zentripetalkraft:  $\vec{F}_r$

Nach Newton:  $\vec{F}_r = m \cdot \vec{a}_r$ ;

Bestimmung der Zentripetalbeschleunigung  $\vec{a}_r$ :

- Richtung von  $\vec{a}_r$ : radial nach innen
- Betrag von  $\vec{a}_r$ :  $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ : mittlere Beschleunigung im Zeitintervall  $\Delta t$   
 $\Delta t \rightarrow 0 \rightarrow$  Momentanbeschleunigung  
 $\Rightarrow \vec{a}_r = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t};$   
[Abb.]  
 $\vec{v}' = \vec{v} + \Delta \vec{v};$

Wegen ähnlicher Dreiecke folgt:  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\overline{PP'}}{r}; \Rightarrow \Delta v = v \cdot \frac{\overline{PP'}}{r}; \Rightarrow$   
 $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{\Delta t} \frac{\overline{PP'}}{r};$

Mit  $\Delta t \rightarrow 0$  nähert sich  $\overline{PP'}$  der Bogenlänge  $\Delta s = v \cdot \Delta t$  an.

$$\Rightarrow \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v}{\Delta t} \frac{\overline{PP'}}{r} \text{ „=} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v}{r} \frac{v \cdot \Delta t}{\Delta t} = \frac{v^2}{r} = |\vec{a}_r|;$$

Ergebnis: Für den Betrag der Zentripetalbeschleunigung bei der gleichförmigen Kreisbewegung gilt:  $|\vec{a}_r| = a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ ;

Es gilt:  $a_r \sim r$ ;

Folgerung: Für die Zentripetalkraft  $F_r$  gilt daher (nach NEWTONs 2. Gesetz):  $F_r = m \cdot a_r = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r$  mit  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ;

[Versuch: Überprüfung unserer deduktiven Herleitung]

### Beispiel: Schiffschaukel (vgl. Buch S. 89)

[Abbildung: Kreis, oben A, links B, unten C]

- a)** In A soll  $v_A$  so groß sein, dass ein Gegenstand in der Schaukel nicht herunterfällt (Schwerelosigkeit), d.h. in A wird die Gewichtskraft komplett für die Zentripetalkraft verwendet:

$$F_{RA} = F_G; \Rightarrow m \frac{v_A^2}{r} = mg; \Rightarrow v_A = \sqrt{rg};$$

- b)** Betrag der Geschwindigkeit auf dem Weg von A nach C:

Energieerhaltung  $\Rightarrow |\vec{v}|$  nimmt zu.

In C: Nullniveau für  $E_{\text{pot}}$

Energiebilanz in der Höhe  $h$ :  $2mgr + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_h^2; \Rightarrow v_h = \sqrt{5gr - 2gh};$

Geschwindigkeit in B:  $v_B = \sqrt{5gr - 2gr} = \sqrt{3gr}; \Rightarrow F_{RB} = 3mg;$

Geschwindigkeit in C:  $v_C = \sqrt{5gr - 0} = \sqrt{5gr}; \Rightarrow F_{RC} = 5mg;$

## Kurvenfahrt

$F$ : Kraft der Straße auf das Auto (Gegenkraft der Normalkraft)

Bei idealer Kurvenüberhöhung liefert  $\vec{F} + \vec{G}$  eine Kraft zum Mittelpunkt der Kreisbahn:

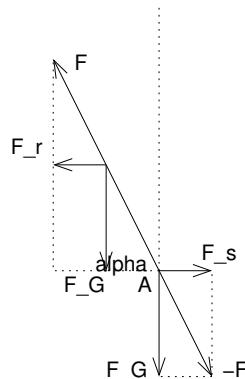
$$\vec{F}_r = \vec{F} + \vec{G};$$

Bei idealer Kurvenüberhöhung gilt:

$$\tan \alpha = \frac{F_r}{G} = \frac{m \frac{v^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg}; \text{ (unabhängig von } m\text{)}$$

$\Rightarrow v = \sqrt{rg \cdot \tan \alpha}$  ist die optimale Geschwindigkeit für die Kurve.

## Radler in der Kurve (ohne Überhöhung)



- Neigung nach innen um  $\alpha$
- $\vec{F}_r$ : Zentripetalkraft
- $\vec{F}_s$ : Seitliche Kraft
- $A$ : Auflagepunkt

$\vec{F}$  ist die Reaktion auf die Kraft des Rades im Auflagepunkt  $A$ . Ihre **Vertikalkomponente** hält  $F_G$  das Gleichgewicht.

Die **Horizontalkomponente** von  $\vec{F}$  ist  $\vec{F}_r$ . Sie hat keine ersichtliche Gegenkraft<sup>85</sup> und dient als Zentripetalkraft.

---

<sup>85</sup>Die Gegenkraft ist die Trägheit der Masse.

Für den Neigungswinkel  $\alpha$  gilt:

$$\tan \alpha = \frac{F_r}{F_g} = \frac{v^2}{rg};$$

In A:  $F_s$  muss von der Haftung zwischen Reifen und Fahrbahn aufgebracht werden. Haftkraft  $F_H \geq F_s = F_r$ ;

Wegen  $F_H = \mu \cdot F_s$  folgt für die Haftreibungszahl:

$$\mu \cdot F_G \geq F_r; \Rightarrow \mu \geq \frac{F_r}{F_G} = \tan \alpha;$$

Also sichere Kurvenfahrt, solange  $\mu > \tan \alpha$ ;

### Zwei Probleme

- Wie beeinflusst die Erdrotation die Gewichtskraft der Körper auf der Erdoberfläche (am Äquator, in Augsburg ( $48^\circ$  n.Br.)) prozentual?

$$F_r(\alpha) = m \frac{v^2}{r} = m \frac{v^2}{r \cos \alpha};$$

$$F_e(\alpha) = mg - F_R(\alpha) = m \left[ g - \frac{v^2}{r \cos \alpha} \right];$$

$$\frac{F_e(\alpha)}{mg} = 1 - \frac{v^2}{rg \cos \alpha} = 1 - \frac{4\pi^2 r^2}{rg T^2 \cos \alpha} = 1 - \frac{4\pi^2 r}{Tg \cos \alpha};$$

$\Rightarrow$  Bei  $0^\circ$ : ca. 0,00343%

$\Rightarrow$  Bei  $48^\circ$ : ca. 0,00513%

- Jeder Massenpunkt der Erdkugel, der nicht auf der Erdachse liegt, erfährt eine Zentrifugalkraft  $F_{fl} = m\omega^2 R_E \cos \varphi$ . Sie ist senkrecht zur Erdachse gerichtet.  $F_{fl}$  kann in zwei Komponenten zerlegt werden:

- Die senkrecht zur Erdoberfläche gerichtete **Radialkomponente**  $F_{rad}$  – Sie bewirkt...
- Eine tangential zur Erdoberfläche (längs der Meridiane) verlaufende, zum Äquator gerichtete **Tangentialkomponente**  $F_{tang}$ . Sie hat die Abplattung der Erde mit dem Wülsten am Äquator verursacht. (Die feste Erdkruste „schwimmt“ auf einem flüssigen Kern!)

#### 12.1.14 Beschreibung des Sonnensystems

**Ptolemäus (ca. 90-160 n.Chr.): „Almagest“**

Geozentrisches Weltbild

### **Kopernikus (1473-1543)**

1. Sonne steht im Mittelpunkt, ruht.
2. Fixsterne sind auf einer kugelförmigen, unermesslich großen, Sphäre angebracht, unbeweglich.
3. Planeten und Erde auf Kreisbahnen um die Sonne

[Galilei 1564-1642]

### **Johannes Kepler (1571-1630)**

(Die ersten zwei Gesetze schon 1609, das dritte Gesetz erst 1619.)

1. Die Planetenbahnen sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.
2. Der von der Sonne zum Planeten gezogene Fahrstrahl überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen (Flächensatz).
3. Die Quadrate der Umlaufzeiten  $T$  zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen  $a$  ihrer Bahnellipsen.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}; \Rightarrow \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = C_{\odot};$$

Mittlere Entfernung Erde-Sonne:  $1\text{AE} = 1,496 \cdot 10^{11}\text{m} \approx 150 \cdot 10^6\text{km}$ ;

### **Satelliten der Erde**

#### **In 1000km Höhe**

Monddaten:  $r_{\text{Mond}} = 60,3R_{\text{Erde}}$ ;  $T_{\text{Mond}} = 7,48 \cdot 10^{-2}\text{a}$ ;  $r_{\text{Sat}} = 7370\text{km}$ ;

$$\frac{T_{\text{Mond}}^2}{T_{\text{Sat}}^2} = \frac{a_{\text{Mond}}^3}{a_{\text{Sat}}^3}; \Rightarrow T_{\text{Sat}} = \sqrt{T_{\text{Mond}}^2 \cdot \frac{a_{\text{Sat}}^3}{a_{\text{Mond}}^3}} = 1,74\text{h};$$

Geschwindigkeit:  $v_{\text{Sat}} = 2\pi \cdot \frac{r_{\text{Sat}}}{T_{\text{Sat}}} = 26613 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 266 \cdot 10^2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ;

### Höhe eines Synchronsatelliten

$$T_{\text{Sat}} = T_{\text{Erde}};$$

$$\frac{T_{\text{Mond}}^2}{T_{\text{Sat}}^2} = \frac{a_{\text{Mond}}^3}{a_{\text{Sat}}^3}; \Rightarrow a_{\text{Sat}} = \sqrt[3]{a_{\text{Mond}}^3 \cdot \frac{T_{\text{Sat}}^2}{T_{\text{Mond}}^2}} = 42344 \text{ km} = 423 \cdot 10^2 \text{ km};$$

### Umlaufdauer in Erdnähe ( $a_{\text{Sat}} \approx R_{\text{Erde}}$ )

$$\frac{T_{\text{Mond}}^2}{T_{\text{Sat}}^2} = \frac{a_{\text{Mond}}^3}{a_{\text{Sat}}^3}; \Rightarrow T_{\text{Sat}} = \sqrt{T_{\text{Mond}}^2 \cdot \frac{a_{\text{Sat}}^3}{a_{\text{Mond}}^3}} = 84,0 \text{ min};$$

Geschwindigkeit:  $v_{\text{Sat}} = 2\pi \cdot \frac{r_{\text{Sat}}}{T_{\text{Sat}}} = 7,94 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ; („Erste kosmische Geschwindigkeit“)

### Das Gravitationsgesetz von NEWTON

Mondbewegung: Kreisbahn um Erdmittelpunkt, dazu ist eine Zentripetalkraft nötig

Zugehörige Zentripetalbeschleunigung:

$$a_r = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T_{\text{Mond}}^2} r = 2,72 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

Vergleich mit der Fallbeschleunigung auf der Erde:

$$\frac{g}{a_r} = \frac{3600}{1} = \frac{r_{\text{Mond}}^2}{R_{\text{Erde}}^2};$$

D.h., bei 60-facher Entfernung vom Erdmittelpunkt ist die Beschleunigung nur noch der 60<sup>2</sup>-te Teil.

$$\Rightarrow a_r \sim \frac{1}{r^2}; \Rightarrow F_r \sim \frac{m}{r^2};$$

Zweiter Teil: Auch für Planetenbahn: Zentripetalkraft nötig

$$F_r = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot mr;$$

$$\text{Nach KEPLER: } \frac{T^2}{r^3} = C_{\odot}; \Rightarrow T^2 = r^3 \cdot C_{\odot};$$

$$\Rightarrow F_r = \frac{4\pi^2}{r^3 \cdot C_{\odot}} \cdot mr = \frac{4\pi^2 m}{C_{\odot} r^2};$$

Also auch hier:  $F_r \sim \frac{m}{r^2}$ ;

Folgerung: Alle Körper ziehen sich gegenseitig an.  $\Rightarrow$  Kraft ist proportional zu den **Massen!**

$$F_r = \frac{4\pi^2}{C_\odot} \frac{m}{r^2} = \frac{4\pi^2}{C_\odot \cdot M_\odot} \frac{m \cdot M_\odot}{r^2};$$

$$\Rightarrow F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2};^{86} \text{ (1688, NEWTON)}$$

Bestimmung von  $G$  durch CAVENDISH 1798:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2};$$

### Massenbestimmung

#### Erdmasse

Gewichtskraft = Gravitationskraft;  $\Rightarrow$

$$mg = G \cdot \frac{M_{\text{Erde}} m}{R_{\text{Erde}}^2}; \Rightarrow M_{\text{Erde}} = \frac{R_{\text{Erde}}^2 g}{G} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg};$$

#### Erddichte

$$\varrho = \frac{M_{\text{Erde}}}{V_{\text{Erde}}} = \frac{M_{\text{Erde}}}{\frac{4}{3}\pi R_{\text{Erde}}^3} = 5,51 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3};$$

### Satellitenbahnen (Kreis)

$$\text{Idee: } F_r = F_{\text{Grav}}; \Rightarrow \frac{m_{\text{Sat}} v^2}{r} = G \cdot \frac{m_{\text{Sat}} M_{\text{Erde}}}{r^2}; \Rightarrow v = \sqrt{G \cdot \frac{M_{\text{Erde}}}{r}};$$

Umlaufdauer  $T$ :

$$v = 2\pi \frac{r}{T}; \Rightarrow T = 2\pi \frac{r}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_{\text{Erde}}}};$$

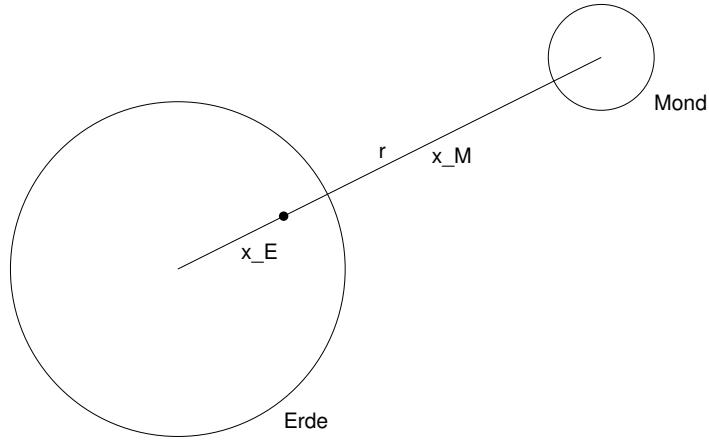
### Berechnung der Mondmasse

$$F_r = F_{\text{Grav}}; \Rightarrow m_{\text{Mond}} \omega^2 r = G \cdot \frac{m_{\text{Mond}} \cdot m_{\text{Erde}}}{r^2}; \text{ (ungeeignet!)}$$

Erde und Mond umlaufen einander!

---

<sup>86</sup>mit  $G = \frac{4\pi^2}{C_\odot \cdot M_\odot}$ , wobei  $C_\odot$  den Faktor  $\frac{1}{M_\odot}$  enthält.



$$x_{\text{Erde}} + x_{\text{Mond}} = r;$$

Zentripetalkräfte der beiden Bewegungen sind gleich (Ursache: Gravitation)

$$m_{\text{Erde}}\omega^2 x_{\text{Erde}} = m_{\text{Mond}}\omega^2 x_{\text{Mond}}; \Rightarrow m_{\text{Erde}}x_{\text{Erde}} = m_{\text{Mond}}x_{\text{Mond}};$$

$$\Rightarrow m_{\text{Erde}}x_{\text{Erde}} = m_{\text{Mond}}(r - x_{\text{Erde}});$$

Möglichst genaue Werte:

- $r = 3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$ ;
- $T = 27,322 \cdot 86400 \text{ s}$ ;
- $m_{\text{Erde}} = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;
- $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kgs}^2}$ ;

**Gravitationsgesetz:**

$$F = G \cdot \frac{m_{\text{Erde}}m_{\text{Mond}}}{r^2} = m_{\text{Mond}}\omega^2 x_{\text{Mond}};$$

$$\Rightarrow x_{\text{Mond}} = \frac{G}{4\pi^2} m_{\text{Erde}} \frac{T^2}{r^2} = 3,8088 \cdot 10^8 \text{ m};$$

$$\Rightarrow x_{\text{Erde}} = r - x_{\text{Mond}} = 3,52 \cdot 10^6 \text{ m};$$

$$\Rightarrow m_{\text{Mond}} = m_{\text{Erde}} \frac{x_{\text{Erde}}}{x_{\text{Mond}}} = 5,52 \cdot 10^{22} \text{ kg};$$

(Besserer Wert:  $m_{\text{Mond}} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ;

### **Das Gravitationsfeld**

Radialsymmetrisches Kraftfeld

$$ma = F_G = G \frac{mM}{r^2};$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_G}{m} = \frac{GM}{r^2};$$

$$\Rightarrow g(r) = \frac{G \cdot M}{r^2}; \text{ (Definition der Gravitationsfeldstärke)}$$

### **Hubarbeit und potentielle Energie im Gravitationsfeld**

Auf der Erde: Hubarbeit  $W_H = mgh$  bei größerem  $h$  ist  $g$  nicht konstant.

$\Rightarrow$  Integralrechnung liefert:

$$W_H = G \cdot mM \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_E} \right); \text{ (Hubarbeit im Gravitationsfeld)}$$

Arbeit für den Transport „ins Unendliche“:

$$W_\infty = \lim_{r_E \rightarrow \infty} G \cdot mM \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_E} \right) = G \cdot mM \cdot \frac{1}{r_A};$$

Beispiel: Geschwindigkeit, um einen Körper von der Erdoberfläche ins Weltall abzuschießen (zweite kosmische Geschwindigkeit).

$$\text{Ansatz: } E_{\text{kin}} = W_\infty; \Rightarrow v = \sqrt{2GM_E R_E^{-1}} = 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$

#### **12.1.15 Mechanische Schwingungen**

##### **Grundgrößen**

- Schwingungsdauer  $T$  (Periode)
- Frequenz  $f$ :

Quotient aus der Anzahl der Schwingungen  $n$  und der dafür benötigten Zeit  $t$

$$f = \frac{n}{t};$$

Speziell für  $n = 1$ ;  $\Rightarrow f = \frac{1}{T}$ ;

Einheit:  $1\text{s}^{-1} = 1\text{Hz}$  (HEINZ, err, HERTZ)

- Momentane Auslenkung oder Elongation  $y(t)$ :  
Zeitabhängig, Abstand des Körpers von der Ruhelage  
Am Gleichgewichtspunkt ist  $y = 0$ ;
- Amplitude  $A$ : Maximale Elongation ( $A > 0$ )
- Die **Rückstellkraft**  $F$  ist diejenige Kraft, die auf den ausgelenkten Körper in Richtung der Ruhelage wirkt.

### Gleichförmige Kreisbewegung und harmonische Schwingung

Es gilt:

$$\left. \begin{array}{l} y(t) = A \cdot \varphi; \\ \varphi = \omega t; \end{array} \right\} \Rightarrow y(t) = A \cdot \sin \omega t; \Rightarrow y(t) = A \cdot \sin(2\pi \frac{t}{T});$$

Die Schattenprojektor der Kreisbewegung führt eine **Sinusschwingung** aus. Man nennt periodische Sinusschwingungen auch **harmonische Schwingungen**.

### Eigenschaften harmonischer Schwingungen

- Weg-Zeit-Funktion:  $y(t) = A \cdot \sin \omega t$ ;
- Geschwindigkeit-Zeit-Funktion:  $v(t) = \dot{y}(t) = A\omega \cdot \cos \omega t$ ;
- Beschleunigung-Zeit-Funktion:  $a(t) = \ddot{v}(t) = \ddot{y}(t) = -A\omega^2 \cdot \sin \omega t$ ;  
Folgerung:  $\ddot{y}(t) = -\omega^2 \cdot y(t)$ ;  
 $a(t) = -\omega^2 \cdot y(t); \Rightarrow a(t) \sim y(t)$ ! (Direkte Proportionalität)

Bei harmonischen Schwingungen ist die Beschleunigung proportional zur Auslenkung.

$$a(t) = -\omega^2 \cdot y(t);$$

Nach Newton ( $F = ma$ )

$$F(t) = ma(t) = -m\omega^2 \cdot y(t); \text{ (Rückstellkraft)}$$

Federgesetz (Hooksches Gesetz):  $F = -Dy$

$\Rightarrow$  Für Federn gilt:  $D = m\omega^2$ ;

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \Rightarrow D = m \frac{4\pi^2}{T^2}; \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}; \text{ (Schwingungsdauer der Feder-Schwingung)}$$

Harmonische Schwingungen erkennt man an einem linearen Kraftgesetz, die Rückstellkraft ist proportional zur Auslenkung.

[Überprüfung der Formel im Experiment (stimmt  $T$  der „Wirklichkeit“ mit dem berechneten Wert überein?)]

[Antwort: Ja, natürlich. »;)«]

### **Das Fadenpendel**

Auslenkung: Bogenstück  $y$

$$y = \alpha l;$$

$F_R = F_G \cdot \sin \alpha = mg \cdot \sin \alpha$ ; (Rückstellkraft)

$$\sin \alpha = \frac{F_R}{G}; \Rightarrow F_R = mg \cdot \sin \frac{y}{l}; \text{ (Kein lineares Kraftgesetz!)}$$

Aber: Für kleine Auslenkwinkel  $\alpha$  gilt  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

$\Rightarrow$  Für kleine  $\alpha$  gilt näherungsweise:

$$F_R = mg \frac{y}{l}; \text{ (Lineares Kraftgesetz)}$$

(Spiralfeder:  $F_R = Dy$ ;

$$F_R = kg \text{ mit } k = \frac{mg}{l} \text{ mit } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}};$$

$$\Rightarrow \text{Schwingungsdauer } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}};$$

#### **12.1.16 Wellenlehre**

##### **Grundbegriffe der Wellenlehre**

[Graphik]

- Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle:  $c = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ;
- [Noch bessere, ausgeteilte Grafik]
  - $y(t)$ : Auslenkung des Massenpunktes (zur Zeit  $t$ )
- $x$ : Ort (Ruhelage) des Massenpunktes
- $f = \frac{1}{T}$ : Frequenz der Schwingung des Massenpunktes
- $c = \frac{\lambda}{T}$ : Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle
  - $c = \lambda \cdot f$  (Grundgleichung der Wellenausbreitung!)
    - ( $c$  heißt auch **Phasengeschwindigkeit**.)

### Beschreibung der fortschreitenden Welle

Annahme: Der Erreger am Anfang führt eine Sinusschwingung aus.

Erreger:  $y(t) = A \sin \omega t$ ;

Nach der Zeit  $t_1$  erreicht die Störung die Stelle  $x_1$ .

Dabei gilt:  $c = \frac{\lambda}{T} = \frac{x_1}{t_1}; \Rightarrow t_1 = \frac{x_1}{c} = \frac{T x_1}{\lambda}$ ;

$\Rightarrow$  Ein Masseteilchen im Abstand  $x_1$  vom Erreger schwingt somit mit  $y(x_1, t) = A \sin \omega (t - t_1) = A \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{T x_1}{\lambda} \right)$ ;

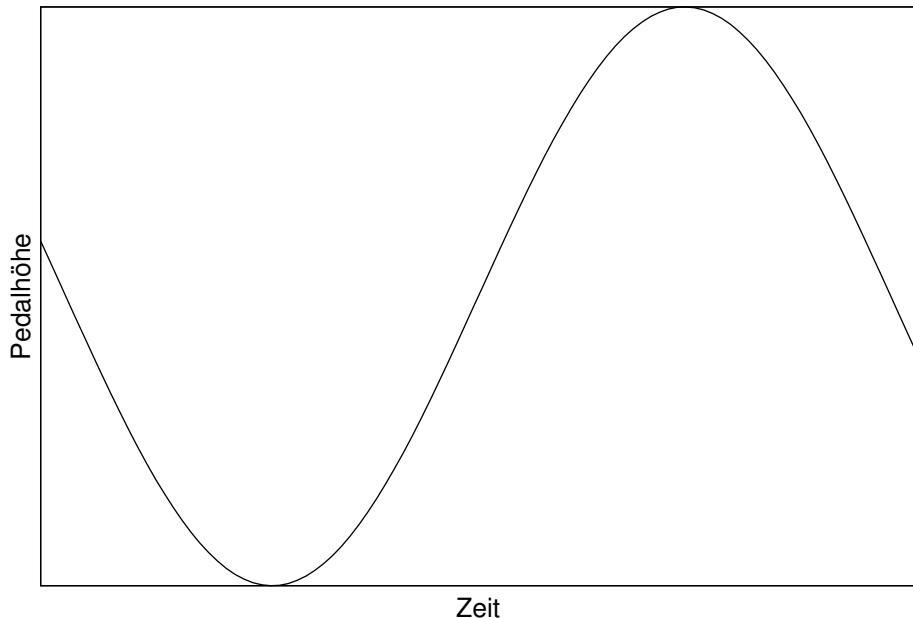
$\Rightarrow$  Wellengleichung:  $y(x, t) = A \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{T}{\lambda} x \right) = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ ;  
( $T$ : Zeitliche Periode,  $\lambda$ : räumliche Periode)

## 12.2 Hausaufgaben

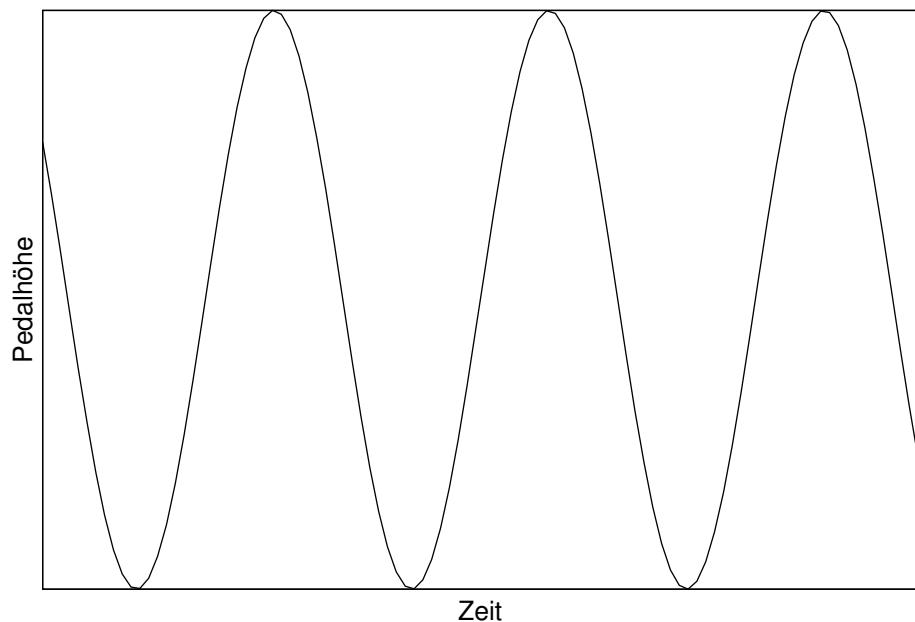
### 12.2.1 1. Hausaufgabe

„Pedalbewegung“, Bezugssystem:

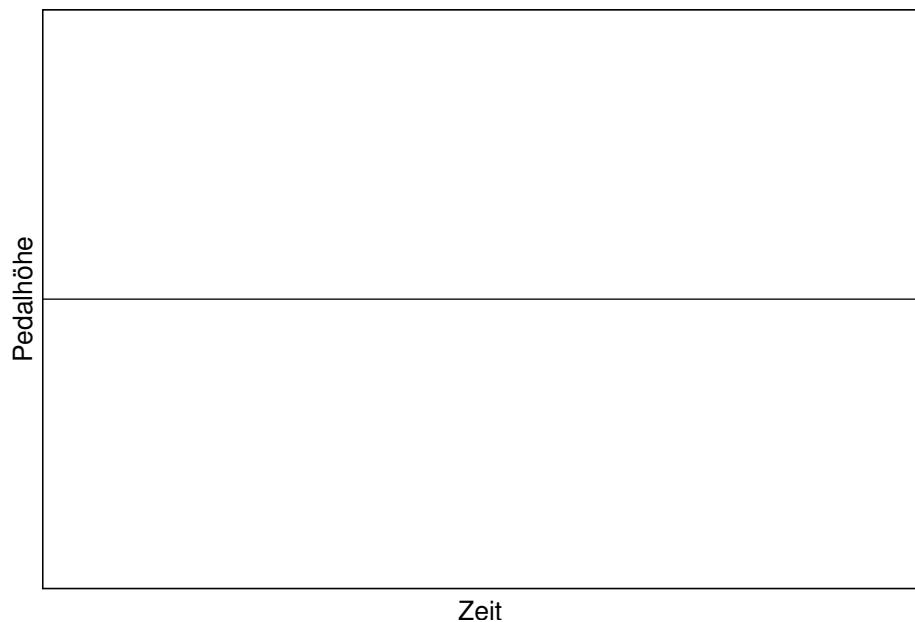
- Straßenrand: Zusätzlich zur kreisförmigen Pedalbewegung kommt die Bewegung des Fahrrads hinzu. Bei gleichbleibender Pedal- und Fahrradbewegung beschreibt der Graph der Ortsfunktion der Pedale in Abhängigkeit der Zeit eine Sinus-Kurve.



- Auf dem Fahrrad: Die Pedale bewegen sich nur kreisförmig, eindimensional betrachtet also nur auf einer Linie.



- Pedale selbst: Es findet keine Bewegung statt.



### 12.2.2 2. Hausaufgabe

#### Buch Seite 9, Aufgabe 1

Welchen Weg legt eine Radfahrerin in  $t = 2,0\text{min}$  zurück, wenn sie eine konstante Geschwindigkeit von  $v = 15\text{kmh}^{-1}$  hat? In welcher Zeit legt sie  $x = 2,5\text{km}$  zurück?

$$s = v \cdot t = 16\text{kmh}^{-1} \cdot 2,0\text{min} = 27 \cdot 10^1 \cdot 2,0 \cdot \text{mmin}^{-1}\text{min} = 54\text{mmin}^{-1};$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{2,5\text{km}}{15\text{kmh}^{-1}} = 10\text{min};$$

#### Buch Seite 9, Aufgabe 2

Eine Strecke von  $s = 300\text{km}$  soll mit einem Wagen zurückgelegt werden. Vergleichen Sie die dazu benötigte Zeit, wenn

- a) die Geschwindigkeit immer  $v = 75\frac{\text{km}}{\text{h}}$  beträgt.

$$t = \frac{s}{v} = \frac{300\text{km}}{75\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 4,0\text{h};$$

- b) eine Hälfte des Weges mit  $v_1 = 50\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , die andere mit  $v_2 = 100\frac{\text{km}}{\text{h}}$  zurückgelegt wird.

$$t = \frac{s}{2 \cdot v_1} + \frac{s}{2 \cdot v_2} = \frac{300\text{km}}{2 \cdot 50\frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{300\text{km}}{2 \cdot 100\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 3,0\text{h} + 1,5\text{h} = 4,5\text{h};$$

- c) die Halbe Fahrzeit mit  $v_1 = 50\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , die andere mit  $v_2 = 100\frac{\text{km}}{\text{h}}$  gefahren wird.

$$t = \frac{s}{v} = \frac{300\text{km}}{\frac{v_1+v_2}{2}} = 2 \cdot \frac{300\text{km}}{50\frac{\text{km}}{\text{h}}+100\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 2 \cdot 2,0\text{h} = 4,0\text{h};$$

### 12.2.3 3. Hausaufgabe

#### Buch Seite 10, Aufgabe 5

Die Bewegung eines Körpers kann auch photographisch registriert werden. Eine der Möglichkeiten dabei ist das Mehrfach-Lichtblitz-Verfahren (**stroboskopisches Verfahren**): Der bewegte Körper wird im dunklen Raum in gleichen bekannten Zeitintervallen von kurzen Lichtblitzen abgestrahlt und bei geöffnetem Verschluss der Kamera fotografiert.

Woran erkennt man, dass die Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit erfolgte? Ermitteln Sie diese Geschwindigkeit.

Der Körper legt gleiche Wege in gleichen Zeitabschnitten zurück, also ist seine Geschwindigkeit im Rahmen der Messungenauigkeit konstant.

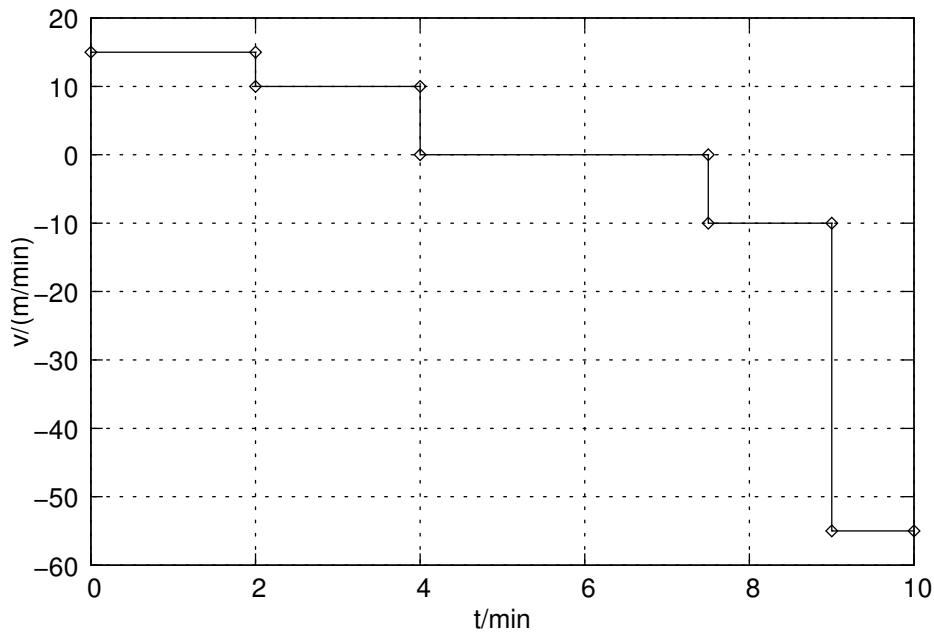
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1,3\text{cm}\cdot 5}{0,10\text{s}} = 65 \frac{\text{cm}}{\text{s}};$$

### 12.2.4 4. Hausaufgabe

#### Buch Seite 10, Aufgabe 6

Abbildung B8 (auf Seite 10) zeigt das  $t$ - $x$ -Diagramm einer geradlinigen Bewegung. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten in den einzelnen Intervallen, und zeichnen Sie das zugehörige  $t$ - $v$ -Diagramm. Erläutern Sie den Bewegungsablauf.

- $v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30\text{m}}{2\text{min}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ ;
- $v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\text{m}}{2\text{min}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ ;
- $v_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0\text{m}}{3,5\text{min}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0$ ;
- $v_4 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = -\frac{15\text{m}}{1,5\text{min}} = -10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ ;
- $v_5 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = -\frac{55\text{m}}{1\text{min}} = 55 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ ;



### 12.2.5 5. Hausaufgabe

#### Buch Seite 15, Aufgabe 1

Eine Lokomotive erhält aus dem Stillstand die konstante Beschleunigung  $a = 0,750 \text{ ms}^{-2}$ . Nach welcher Zeit hat sie die Geschwindigkeit  $v = 65,0 \text{ kmh}^{-1}$ ?

$$v = at; \implies t = \frac{v}{a} = \frac{65,0 \text{ kmh}^{-1}}{0,750 \text{ ms}^{-2}} = 24,1 \text{ s};$$

#### Buch Seite 15, Aufgabe 2

Der Test eines PKW ergab unter anderem folgende Messwerte:

Der Wagen wurde

**a)** von 0 auf  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  in  $8,0 \text{ s}$ ,

**b)** von 0 auf  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  in  $12,3 \text{ s}$

gebracht.

Berechnen Sie die jeweiligen mittleren Beschleunigungen und die zurückgelegten Wege.

$$v = at; \implies a = \frac{v}{t};$$

$$x = \frac{a}{2} t^2;$$

**a)**  $\Delta v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}; \Delta t = 8,0 \text{ s};$

$$\implies a = \frac{80 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{8,0 \text{ s}} = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\implies x = \frac{2,8}{2} 8,0^2 \frac{\text{ms}^2}{\text{s}^2} = 89 \text{ m};$$

**b)**  $\Delta v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}; \Delta t = 12,3 \text{ s};$

$$\implies a = \frac{100 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{12,3 \text{ s}} = 2,26 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\implies x = \frac{2,26}{2} 12,3^2 \frac{\text{ms}^2}{\text{s}^2} = 171 \text{ m};$$

### 12.2.6 6. Hausaufgabe

#### Buch Seite 16, Aufgabe 6

Beim Abschuss eines Geschosses tritt eine mittlere Beschleunigung von  $a = 4,5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  auf. Das Geschoss wird auf einem  $x = 80\text{cm}$  langen Weg beschleunigt. Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit in  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , die das Geschoss nach dieser Beschleunigungsstrecke hat, und die dazu benötigte Zeit.

$$v = \sqrt{2ax} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \sqrt{2 \cdot 4,5 \cdot 10^5 \cdot 0,80} = 8,5 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,1 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}};$$

$$t = \frac{v}{a} = \text{s} \frac{8,5 \cdot 10^2}{4,5 \cdot 10^5} = 0,0019\text{s} = 19\text{ms};$$

#### Buch Seite 15, Aufgabe 3

Eine U-Bahn fährt mit der konstanten Beschleunigung  $a = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  an. Die Zeitzählung beginnt bei der Ortsmarke Null.

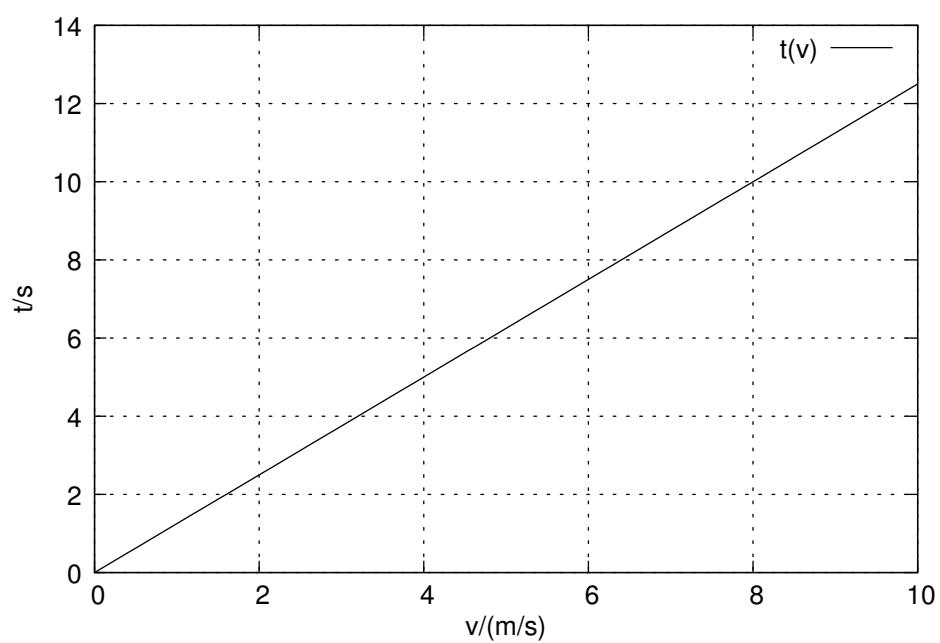
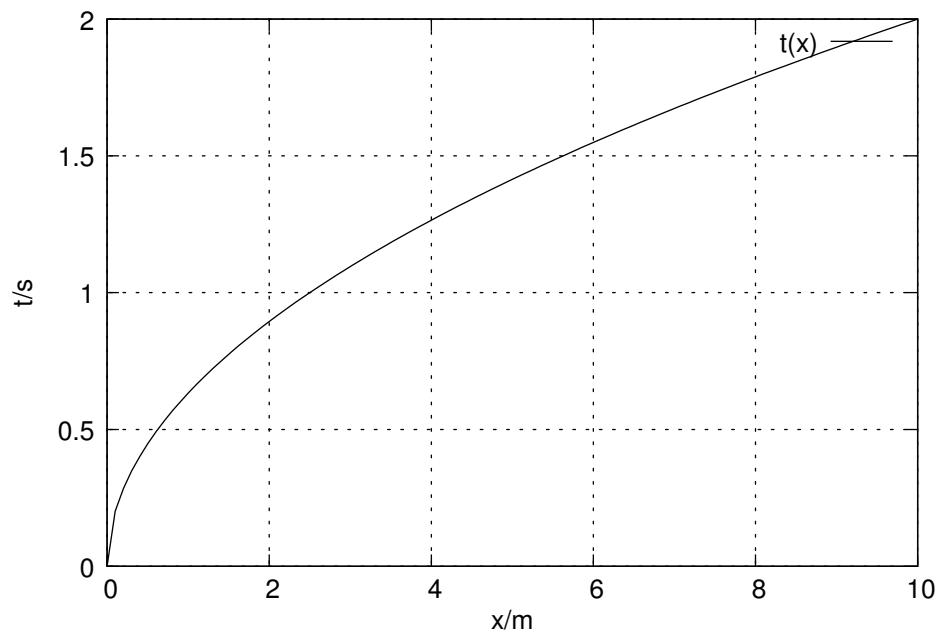
- a)** Geben Sie die Zeit-Ort-Funktion, die Zeit-Geschwindigkeit-Funktion und die Zeit-Beschleunigung-Funktion für die Bewegung an.

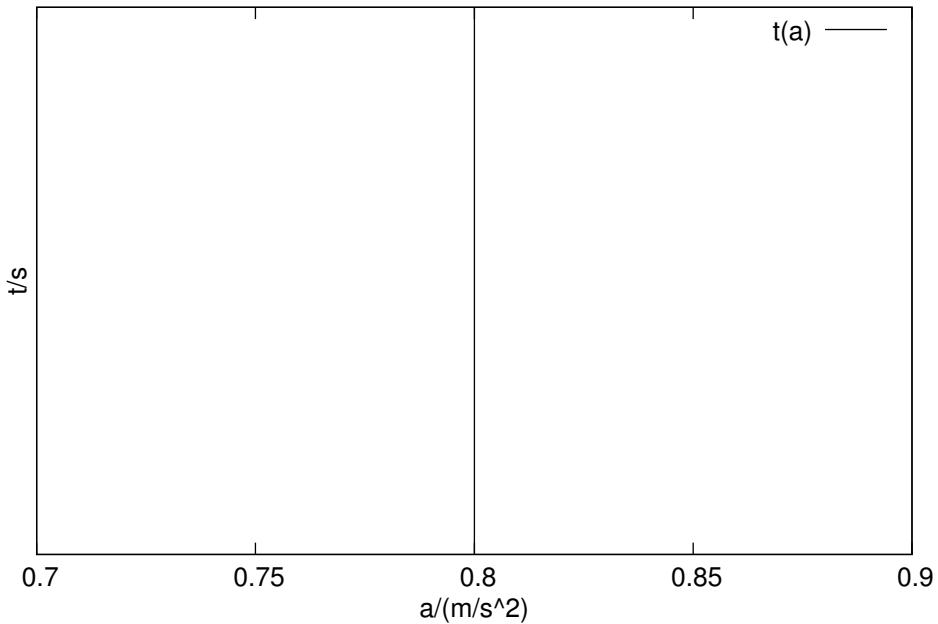
$$t(x) = \frac{\sqrt{2ax}}{2};$$

$$t(v) = \frac{v}{a};$$

$$t(a) = \text{undef.};$$

- a)** Zeichnen Sie das  $t$ - $x$ -Diagramm, das  $t$ - $v$ -Diagramm und das  $t$ - $a$ -Diagramm.





### 12.2.7 7. Hausaufgabe

#### Buch Seite 15, Aufgabe 5

Ein Zug fährt an. Die Abhängigkeit seiner mittleren Beschleunigung von der Zeit gibt das Diagramm B15.

- a)** Berechnen Sie die Geschwindigkeiten, die der Zug nach 20s, 60s und 80s hat, und zeichnen Sie das  $t$ - $v$ -Diagramm.

$$v = a \cdot t;$$

$$a(20\text{s}) = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \Rightarrow v_1 = 0,4 \cdot 20 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$a(60\text{s}) = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \Rightarrow v_2 = v_1 + 0,1 \cdot 40 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$a(80\text{s}) = 0,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \Rightarrow v_3 = v_2 + 0,0 \cdot 20 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

- b)** Berechnen Sie mit Hilfe des  $t$ - $v$ -Diagramms den zurückgelegten Weg für die gleichen Zeitpunkte, und zeichnen Sie das  $t$ - $x$ -Diagramm.

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2;$$

$$x_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 20^2 \text{m} = 80 \text{m};$$

$$x_2 = x_1 + 40 \cdot \frac{8+12}{2} \text{m} = 0,48 \text{km};$$

$$x_3 = x_2 + 20 \cdot 12 \text{m} = 0,72 \text{m};$$

### 12.2.8 8. Hausaufgabe

#### Buch Seite 21, Aufgabe 3

Ein PKW wird von der Geschwindigkeit  $v_1 = 65 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf  $v_2 = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  gleichmäßig abgebremst; Er legt dabei eine Strecke von  $x = 30\text{m}$  zurück. Berechnen Sie die Bremsdauer.

$$\begin{aligned} v_2 &= v_1 + at; \implies a = \frac{v_2 - v_1}{t}; \\ x &= v_1 t + \frac{1}{2}at^2; \implies a = 2\frac{x - v_1 t}{t^2}; \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \implies \\ \frac{v_2 - v_1}{t} &= 2\frac{x - v_1 t}{t^2} \quad \left| \begin{array}{l} \cdot t \\ \cdot t \end{array} \right. \\ v_2 - v_1 &= 2\frac{x - v_1 t}{t} \quad \left| \begin{array}{l} \\ + 2v_1 t \end{array} \right. \\ t(v_2 - v_1) &= 2x - 2v_1 t \quad \left| \begin{array}{l} \\ : (\dots) \end{array} \right. \\ t(v_2 + v_1) &= 2x \\ t &= \frac{2x}{v_2 + v_1} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow t = 3\text{s};$$

### 12.2.9 9. Hausaufgabe

#### Buch Seite 19, Aufgabe 2

Für die Bewegung eines Fahrzeugs erhält man das  $t$ - $v$ -Diagramm B23 von Seite 19.

- a) Berechnen Sie mit dem  $t$ - $v$ -Diagramm die Wege, die das Fahrzeug in den Intervallen zurücklegt und berechnen Sie die Gesamtstrecke.

**Nach** 10s

$$\begin{aligned} \Delta t &= 10\text{s}; \Delta v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \\ \implies \Delta x &= \frac{1}{2} \Delta v \Delta t = 4 \cdot 10\text{m}; \\ a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \end{aligned}$$

**Nach** 15s

$$\begin{aligned} \Delta t &= 5\text{s}; \Delta v = 0; \\ \implies \Delta x &= 4 \cdot 10\text{m}; \\ a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0; \end{aligned}$$

**Nach** 30s

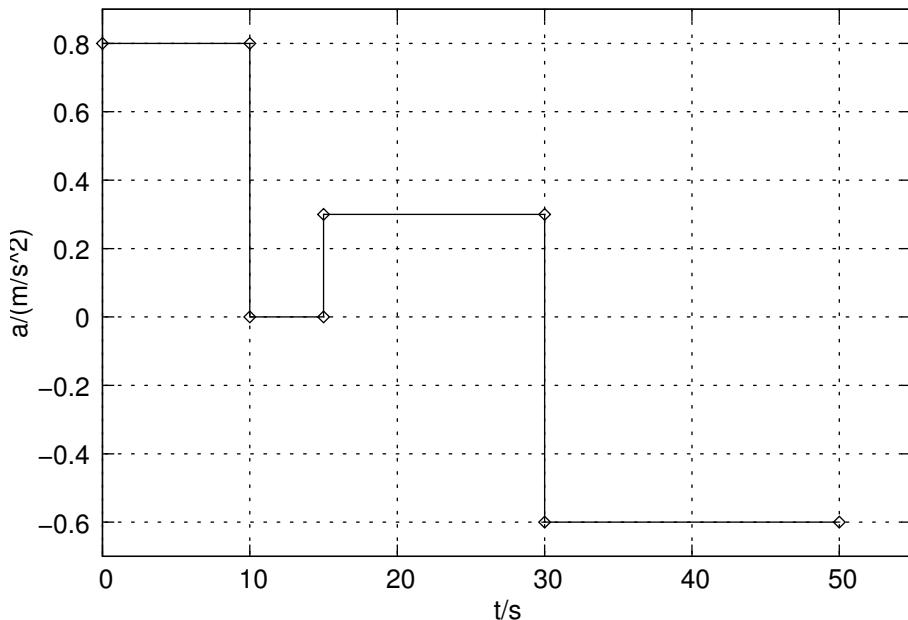
$$\begin{aligned} \Delta t &= 15\text{s}; \Delta v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v_0 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \\ \implies \Delta x &= v_0 \Delta t + \frac{1}{2} \Delta v \Delta t = 2 \cdot 10^2\text{m}; \\ a &= \frac{v_0 + \Delta v - v_0}{\Delta t} = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \end{aligned}$$

**Nach** 50s

$$\begin{aligned}\Delta t &= 20\text{s}; \Delta v = -12 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v_0 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \\ \Rightarrow \Delta x &= \frac{1}{2} \Delta v \Delta t = -12 \cdot 10 \text{m}; \\ a &= \frac{v_0 + \Delta v - v_0}{\Delta t} = -0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};\end{aligned}$$

$$x = \Sigma |\Delta x| = 350\text{m};$$

- b)** Zeichnen Sie das zum gegebenen Diagramm gehörende  $t$ - $a$ -Diagramm.



**Buch Seite 21, Aufgabe 2 (war nicht Hausaufgabe)**

Ein Wagen wird gleichmäßig abgebremst und durchfährt dabei in  $t = 20\text{s}$  eine Strecke von  $x = 0,46\text{km}$  Länge; Er hat dann die Geschwindigkeit  $v_1 = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeit und die Beschleunigung mit den Bewegungsgleichungen und über die Trapezfläche im zugehörigen  $t$ - $v$ -Diagramm.

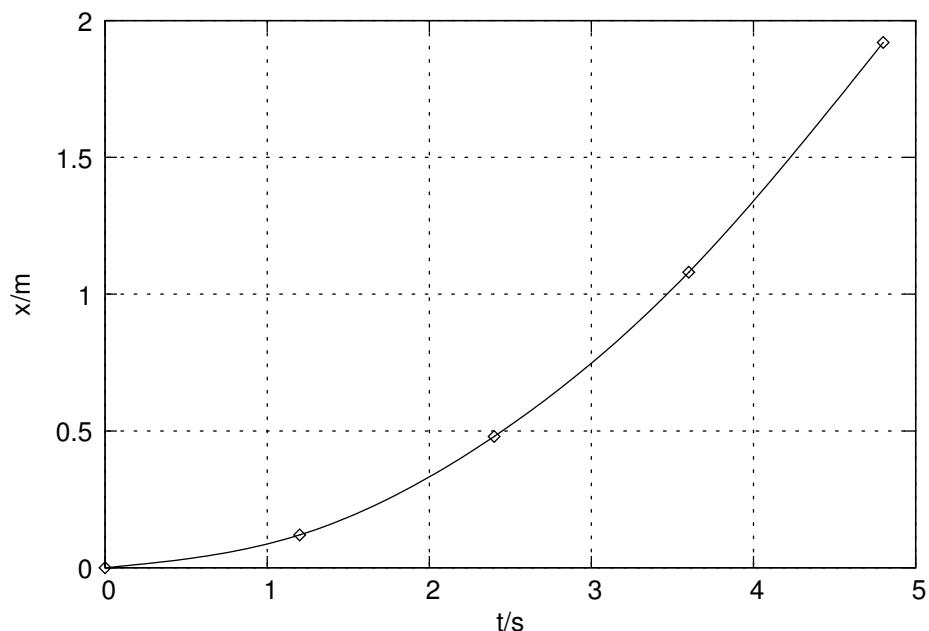
$$\begin{aligned}v_1 &= v_0 + at; \Rightarrow a = \frac{v_1 - v_0}{t}; \\ x &= v_0 t + \frac{1}{2} a t^2; \\ x &= v_0 t + \frac{1}{2} v_1 t - \frac{1}{2} v_0 t = \frac{1}{2} v_0 t + \frac{1}{2} v_1 t; \\ \Rightarrow 2x &= v_0 t + v_1 t; \\ \Rightarrow v_0 &= \frac{2x - v_1 t}{t};\end{aligned}$$

### 12.2.10 10. Hausaufgabe

#### Buch Seite 16, Aufgabe 7

Eine Kugel wird ohne Anfangsgeschwindigkeit auf einer geneigten Schiene losgelassen. Die folgende Tabelle gibt die Abhängigkeit der Ortskoordinaten von der Zeit an.

- a) Zeichnen Sie das Zeit-Ort-Diagramm.



- b) Beweisen Sie rechnerisch, dass es sich bei der Bewegung um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.

$$a = \frac{2x}{t^2};$$

$\frac{x}{\text{m}}$	$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{a}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$
0,12	1,2	0,17
0,48	2,4	0,17
1,08	3,6	0,17
1,92	4,8	0,17

$a = \text{const.} \Rightarrow$  Die Bewegung ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung.

c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit nach 3,0s und 4,8s.

$$v = a \cdot t; \\ \Rightarrow v_1 = 0,51 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \Rightarrow v_2 = 0,82 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

Nach wie vielen Sekunden vom Start an gerechnet ist die Geschwindigkeit viermal ( $n$ -mal) so groß wie  $t_1 = 3,0\text{s}$  nach dem Start?

$$nv_1 = at; \Rightarrow t = \frac{nv}{a} = n \cdot \frac{v}{a} = n \cdot 3,0\text{s} = 12\text{s};$$

### Buch Seite 21, Aufgabe 6

Ein Autofahrer fährt mit der konstanten Geschwindigkeit  $v = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf eine ampelgeregelte Straßenkreuzung zu. Als die Ampel von Grün auf Gelb wechselt, schätzt der Autofahrer die Entfernung zur Ampel auf 20 bis 30 Meter.  $t = 3,0\text{s}$  nach dem Grün-Gelb-Wechsel folgt der Wechsel auf Rot.

a) Würde das Auto noch vor dem Gelb-Rot-Wechsel die Ampel erreichen, wenn es die Geschwindigkeit beibehalten würde und die Entfernungsschätzung des Fahrers richtig wäre?

$$t = \frac{x}{v} = \frac{20\text{m}}{54 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,3\text{s}; \Rightarrow \text{Ja.}$$

b) Nach dem Grün-Gelb-Wechsel beginnt der Fahrer nach einer Reaktionszeit von  $t_R = 1,0\text{s}$  zu bremsen und kommt gerade beim Gelb-Rot-Wechseln mit dem Wagen vor der Ampel zum Stehen.

Wie groß war dabei die mittlere Verzögerung und die tatsächliche Entfernung des Autos zur Ampel beim Gelb-Rot-Wechsel?

$$t_{Br} = t - t_R = 2,0\text{s}; \\ v(t_R) = v + a \cdot t_{Br}; \Rightarrow a = \frac{v(t_{Br}) - v}{t_{Br}} = -\frac{v}{t_{Br}} = -7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$x = x_{Br} + v \cdot t_R = -\frac{v^2}{2a} + v \cdot t_R = 30\text{m};$$

### 12.2.11 12. Hausaufgabe

#### Buch Seite 33, Aufgabe 4

Ein Schispringer (Gesamtmasse  $m = 80\text{kg}$ ) wird beim Anfahren bis zum Schanzentisch in  $\Delta t = 5,0\text{s}$  von  $v_0 = 0$  auf  $v_1 = \Delta v = 92 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  beschleunigt. Wie groß ist die mittlere beschleunigende Kraft?

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 80\text{kg} \frac{92 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{5,0\text{s}} = 0,41\text{kN};$$

**Buch Seite 33, Aufgabe 8**

Ein Fußball (Masse  $m = 0,5\text{kg}$ ) fliegt bei einem Elfmeterschuss mit etwa  $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf das Tor zu (siehe DaAbbildung...).

- a)** Berechnen Sie die Bremskraft, wenn der Ball dem Torwart direkt auf die Brust trifft und man in diesem Fall für den Bremsweg  $x = 10\text{cm}$  ansetzt.

$$F = m \cdot -\frac{v^2}{2x} = -2\text{kN};$$

- b)** Wie groß ist die Masse eines Körpers, dessen Gewichtskraft gleich der in a) berechnete Bremskraft ist?

$$|F| = gm; \Rightarrow m = \frac{|F|}{g} = \frac{2\text{kN}}{981 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0,2\text{t};$$

**12.2.12 13. Hausaufgabe****Buch Seite 33, Aufgabe 10**

Ein Auto fährt mit der Geschwindigkeit  $v_0 = -\Delta v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Der Fahrer muss plötzlich vol bremsen. Nach  $x = 18\text{m}$  kommt das Auto zum Stehen.

- a)** Wie groß ist die mittlere Verzögerung bei dem Bremsvorgang?

$$a = \frac{(\Delta v)^2}{2x} = -7,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

- b)** Wie groß ist die mittlere Bremskraft auf den Fahrer ( $m = 75\text{kg}$ )? Vergleichen Sie diese Kraft mit der Gewichtskraft  $F_G$  des Fahrers.

$$F_B = ma = -58 \cdot 10^1 \text{N};$$

$$F_G = mg = 74 \cdot 10^1 \text{N};$$

**Buch Seite 43, Aufgabe 13**

Eine B747 (Jumbo) hat die Gesamtmasse  $m = 3,2 \cdot 10^5 \text{kg}$ . Die maximale Schubkraft der vier Triebwerke ist insgesamt  $F_{max} = 8,8 \cdot 10^5 \text{N}$ . Für den Start wird aus Sicherheitsgründen mit einer Schubkraft von  $F_{start} = 8,0 \cdot 10^5 \text{N}$  gerechnet. Während der Startphase müssen Rollreibungs- und Luftwiderstandskräfte überwunden werden, die im Mittel zusammen  $F_{reib} = 2,5 \cdot 10^5 \text{N}$  betragen. Der Jumbo beginnt zu fliegen, wenn er die Geschwindigkeit  $v = 300 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  erreicht hat.

**a)** Wie lange dauert der Start?

$$F_{start} - F_{reib} = a \cdot m; \Rightarrow a = \frac{F_{start} - F_{reib}}{m} = 1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$v = a \cdot t; \Rightarrow t = \frac{v}{a} = 48\text{s};$$

**b)** Wie lang muss die Startbahn mindestens sein?

$$x = \frac{1}{2}at^2 = 2,0\text{km};$$

**c)** Aus Sicherheitsgründen sind die Startbahnen etwa  $x = 3,0\text{km}$  lang. Welche Schubkraft  $F$  reicht bei dieser Startbahnlänge aus? Würde der Start noch gelingen, wenn eines der vier Triebwerke ausfällt?

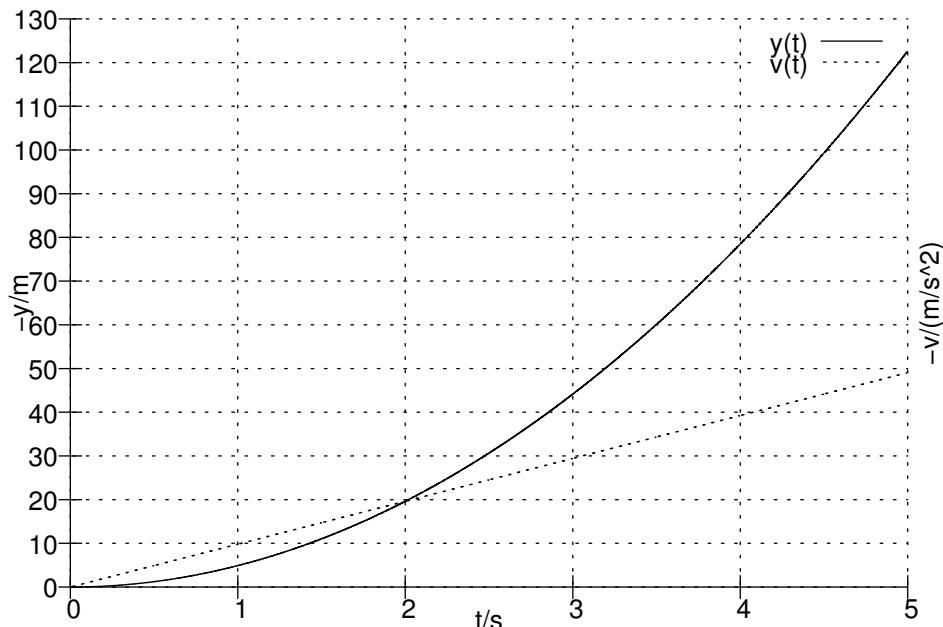
$$F = m \frac{v^2}{2x} + F_{reib} = 6,2 \cdot 10^5 \text{N};$$

$$\frac{3}{4}F_{max} = 6,6 \cdot 10^5 \text{N} > F; \Rightarrow \text{Ja, es würde reichen.}$$

### 12.2.13 14. Hausaufgabe

#### Buch Seite 39, Aufgabe 1

Ein Körper fällt im freien Fall ohne Anfangsgeschwindigkeit. Welche Höhe durchfällt er in 1s, 2s, 3s, 4s, 5s? Zeichnen Sie das Zeit-Ort-Diagramm und das Zeit-Geschwindigkeit-Diagramm.



### 12.2.14 15. Hausaufgabe

#### Buch Seite 39, Aufgabe 5

Um die Tiefe eines Brunnenschachtes zu bestimmen, lässt jemand einen Stein in den Schacht fallen und stoppt die Zeit, bis er den Aufprall hört. Berechnen Sie die Tiefe des Schachtes, wenn die gestoppte Zeit  $t = 4,80\text{s}$  beträgt und

- a) die Zeit für den Schall vernachlässigt wird.

$$x_a = \frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2}9,81(4,80)^2 \text{ m} = 113\text{m};$$

- b) die Schallgeschwindigkeit von  $v_{schall} = 330\frac{\text{m}}{\text{s}}$  berücksichtigt wird.

$$\begin{aligned} & \left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{2}gt_{real}^2; \\ t_{real} &= t - \frac{x}{v}; \end{aligned} \right\} \Rightarrow x = \frac{1}{2}g\left(t^2 - 2t\frac{x}{v} + \frac{x^2}{v^2}\right); \\ & \Rightarrow 0 = x^2 \cdot \frac{g}{2v^2} + x \cdot \left(-1 - \frac{gt}{v}\right) + \frac{1}{2}gt^2; \\ & \Rightarrow x = \frac{1 + \frac{gt}{v} \pm \sqrt{1 + 2\frac{gt}{v} + \frac{g^2t^2}{v^2} - 4 \cdot \frac{g}{2v^2} \cdot \frac{1}{2}gt^2}}{2\frac{g}{2v^2}} = \frac{1 + g\frac{t}{v} \pm \sqrt{1 + 2g\frac{t}{v}}}{\frac{g}{v^2}}; \\ & \Rightarrow x_1 = 25,3\text{km}; x_2 = 99,0\text{m}; \end{aligned}$$

### 12.2.15 16. Hausaufgabe

#### Buch Seite 41, Aufgabe 2

Ein Stein wird senkrecht nach oben geworfen. Er erreicht nach  $2t = 3,0\text{s}$  wieder die Abwurfstelle. Wie hoch ist er gestiegen?

$$\begin{aligned} y &= -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t; \\ 0 &= -gt + v_0; \Rightarrow v_0 = gt; \end{aligned} \right\} \Rightarrow y = -\frac{1}{2}gt^2 + gt^2 = \frac{1}{2}gt^2 = 11\text{m};$$

#### Buch Seite 41, Aufgabe 4

Mit welcher Geschwindigkeit  $v_0$  muss ein Körper senkrecht in die Höhe geworfen werden, damit er  $y = 25\text{m}$  hoch steigt? Wie lange steigt er? Welche Zeit dauert der Fall vom höchsten Punkt bis zum Aufschlagpunkt?

$$v^2 - v_0^2 = -2gy; \Rightarrow v_0^2 = 2gy; \Rightarrow |v_0| = \sqrt{2gy} = 22\frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$v = -gt + v_0; \Rightarrow t = \frac{v_0}{g} = 2,3\text{s};$$

Die Zeit, die der Fall vom höchsten Punkt bis zum Aufschlagpunkt dauert, kann nicht angegeben werden, da nicht bekannt ist, auf welcher Höhe sich der Aufschlagpunkt befindet.

### 12.2.16 17. Hausaufgabe

#### Buch Seite 43, Aufgabe 2

Ein PKW der Masse  $m = 1,2\text{t}$  soll auf einer Bergstraße mit  $\alpha = \arctan 15\% = 8,5^\circ$  Steigung hangaufwärts so anfahren, dass er bei konstanter Beschleunigung nach  $-x = 100\text{m}$  die Geschwindigkeit  $v = 60\frac{\text{km}}{\text{h}} = 17\frac{\text{m}}{\text{s}}$  hat.

**a)** Welche Beschleunigung ist dazu nötig?

$$v^2 = 2ax; \Rightarrow a = \frac{v^2}{2x} = -1,4\frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

**b)** Welche Antriebskraft ist vom Motor aufzubringen, wenn die Reibungszahl  $\mu = 0,10$  beträgt?

$$\begin{aligned} F &= am = F_H + F_R - F_Z; \Rightarrow \\ F_Z &= F_H + F_R - am = m(g \sin \alpha + g\mu \cos \alpha - a) = 4,6\text{kN}; \end{aligned}$$

#### Buch Seite 44, Aufgabe 4

Ein Körper gleitet aus der Ruhe reibungsfrei eine schiefe Ebene der Höhe  $h$  hinunter.

Zeigen Sie, dass der Körper die gleiche Geschwindigkeit erreicht wie beim freien Durchfallen der Höhe  $h$ .

$$|v_1| = \sqrt{2gh};$$

$$\left. \begin{aligned} F_H &= a_2 m = mg \sin \alpha; \Rightarrow a_2 = g \sin \alpha; \\ \sin \alpha &= \frac{h}{x}; \Rightarrow x = \frac{h}{\sin \alpha}; \\ v_2^2 &= 2a_2 x; \\ \Rightarrow |v_1| &= |v_2|; \end{aligned} \right\} \Rightarrow |v_2| = \sqrt{2g \sin \alpha \frac{h}{\sin \alpha}} = \sqrt{2gh};$$

### 12.2.17 18. Hausaufgabe

#### Buch Seite 56, Aufgabe 1a

Ein Körper der Masse  $m = 50,0\text{kg}$  soll  $h = 2,50\text{m}$  hoch gehoben werden, einmal direkt senkrecht nach oben, das andere Mal über eine Rampe von  $l = 5,00\text{m}$  Länge (die Reibung soll vernachlässigt werden).

Zeigen Sie, dass in beiden Fällen die gleiche Arbeit notwendig ist und berechnen Sie diese.

$$W_1 = mgh = 0,123\text{kJ} = Fl = mg \sin \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = mgh = W_2;$$

### 12.2.18 19. Hausaufgabe

#### Buch Seite 52, Aufgabe 1

Ein Lastauto von  $F_G = 40\text{kN}$  Gewichtskraft steht auf horizontaler Straße. Vom Stehen soll es in  $t = 30\text{s}$  auf die Geschwindigkeit  $v = 54\frac{\text{km}}{\text{h}} = 15\frac{\text{m}}{\text{s}}$  gebracht werden. Berechnen Sie die Beschleunigungsarbeit und die mittlere Leistung.

$$v = at; \Rightarrow a = \frac{v}{t} = 0,50\frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$v^2 = 2ax; \Rightarrow x = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\frac{v}{t}} = \frac{vt}{2} = 0,23\text{km};$$

$$W = Fx = a\frac{F_G}{g}x = \frac{v}{t}\frac{vt}{2}\frac{F}{g} = \frac{Fv^2}{2g} = 0,46\text{MJ};$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fv^2}{2gt} = 15\text{kW};$$

#### Buch Seite 52, Aufgabe 2

Welche Arbeit verrichtet eine Lokomotive der Masse  $m_1 = 100\text{t}$ , die 10 Wagen mit je der Masse  $m_2 = 25,0\text{t}$  auf einer ebenen,  $x = 3,75\text{km}$  langen Strecke aus dem Stand bei konstanter Beschleunigung auf die Geschwindigkeit  $v = 15,0\frac{\text{m}}{\text{s}}$  bringt, wenn eine mittlere Fahrwiderstandskraft von  $F_R = 30,0\text{kN}$  wirkt?

$$W = x(F_Z + F_R) = x \left[ (m_1 + 10m_2) \frac{v^2}{2x} + F_R \right] = 152\text{MJ};$$

### 12.2.19 20. Hausaufgabe

#### Buch Seite 54, Aufgabe 1

Eine Schraubenfeder wird aus der entspannten Lage durch eine Kraft von  $F = 60\text{N}$  um  $s_0 = 80\text{cm} = 0,80\text{m}$  gedehnt.

**a)** Welche Spannarbeit wird dabei verrichtet?

$$\left. \begin{array}{l} D = \frac{F}{s_0}; \\ W_F = \frac{1}{2}Ds_0^2; \end{array} \right\} \Rightarrow W_{F0} = \frac{1}{2}\frac{F}{s_0}s_0^2 = \frac{Fs_0}{2} = 24\text{J};$$

**b)** Welche zusätzliche Spannarbeit muss man verrichten, um die Feder weitere  $\Delta s = s - s_0 = 40\text{cm} = 0,40\text{m}$  zu dehnen?

$$W_F = \frac{1}{2}D(s^2 - s_0^2) = \frac{Fs^2}{2s_0} - \frac{Fs_0^2}{2s_0} = \frac{F}{2} \left( \frac{s^2}{s_0} - s_0 \right) = 30\text{J};$$

- c) Welche potentielle Energie steckt in der Fader nach der Dehnung von b)?

$$E_{pot} = W_{F_0} + W_F = \frac{F}{2} \left( \frac{s^2}{s_0} - s_0 + s_0 \right) = \frac{Fs^2}{2s_0} = 54\text{J};$$

### Buch Seite 56, Aufgabe 1b

Ein Körper der Masse  $m = 50,0\text{kg}$  soll  $h = 2,50\text{m}$  hoch gehoben werden, einmal direkt senkrecht nach oben, das andere Mal über eine Rampe von  $x = 5,00\text{m}$  Länge (die Reibung soll vernachlässigt werden).

Welche potentielle Energie der Erdanziehung erhält der Körper durch das Heben?

$$E_{pot} = mgh = 1,23\text{kJ};$$

### Buch Seite 56, Aufgabe 2

Berechnen Sie die Energie

- a) eines Kraftwagens von  $m = 1,0\text{t}$  Masse bei einer Geschwindigkeit von  $v = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = 96\text{kJ};$$

- b) von  $V = 1,0\text{m}^3$  Wasser in einer Höhe von  $h = 0,20\text{km}$  (Walchenseekraftwerk).

$$E = mgh = V\varrho_{\text{Wasser}}gh = Vgh \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 2,0\text{MJ};$$

- c) von  $V = 4,0 \cdot 10^3\text{m}^3$  Wasser im Rhein bei Worms, wo die Fließgeschwindigkeit des Wassers  $v = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ist.

$$E = \frac{1}{2}V\varrho_{\text{Wasser}}v^2 = 2,0\text{MJ};$$

### 12.2.20 21. Hausaufgabe

#### Buch Seite 61, Aufgabe 1

Eine Kugel der Masse  $m = 20\text{g}$  läuft auf einer horizontalen Rinne  $AB$  mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_A = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Bei  $B$  kommt die Kugel in eine nach oben führende Rinne  $BC$  von Halbkreisform mit dem Radius  $r = 50\text{cm}$ . Die Reibung, der Radius der Kugel und die in der Drehung der Kugel steckende Energie sollen vernachlässigt werden.

- a)** Mit welcher kinetischen Energie und mit welche Geschwindigkeit verlässt die Kugel bei C die Rinne?

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv_A^2 - mg2r = 0,16\text{J};$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv_C^2; \Rightarrow v_C = \sqrt{2 \frac{E_{kin}}{m}} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

- b)** Dieselbe Kugel wird mit  $v_0 = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht nach oben geworfen. Welche Geschwindigkeit hat sie in  $y = 1,0\text{m}$  Höhe? In welcher Höhe kehrt sie um? Welche Fallgeschwindigkeit hat sie in  $1,0\text{m}$  Höhe erreicht?

$$v^2 - v_0^2 = -2gy; \Rightarrow v = \sqrt{-2gy + v_0^2} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$-v_0^2 = -2gy; \Rightarrow y = \frac{v_0^2}{2g} = 1,8\text{m};$$

### Buch Seite 61, Aufgabe 3

Ein Eisenbahnzug von  $m = 4,0 \cdot 10^2\text{t}$  Masse wird gebremst und vermindert auf einer Strecke von  $x = 1,0\text{km}$  seine Geschwindigkeit von  $v_0 = 7,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  auf  $v = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Wie groß war die mittlere Bremskraft und die dem System verlorengegangene mechanische Energie?

$$F = am = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} m = -6,6\text{kN};$$

$$\Delta E = Fx = \frac{v^2 - v_0^2}{2} m = -6,6\text{MJ};$$

### 12.2.21 22. Hausaufgabe

Autostraßen großer Steigung besitzen gelegentlich Bremsstrecken (z.B. der Zirler Berg). Versagen die Bremsen eines abwärtsfahrenden Kraftwagens, so kann der Fahrer auf die Bremsstrecke ausweichen und auf dieser zunächst steil ansteigenden Sandstraße den Wagen zum Halten bringen.

Ein Fahrer lenkt seinen Wagen mit der Geschwindigkeit  $v_0 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf die Bremsstrecke, die unter dem Winkel  $\alpha = 17^\circ$  (ca. 30% Steigung) gegen die Waagrechte ansteigt. Nach wieviel Metern, vom Beginn der Bremsstrecke an gerechnet, hält der Wagen, wenn man die Fahrwiderstandskraft mit 19% der Gewichtskraft des Wagens in Rechnung setzt?

$$F_R = 19\% \cdot F_G;$$

$$F = F_R - F_H = -mg (\sin \alpha + 19\%);$$

$$Fx = \frac{1}{2}mv_0^2; \Rightarrow x = -\frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + 19\%)} = 51\text{m};$$

### 12.2.22 23. Hausaufgabe

#### Buch Seite 64, Aufgabe 1

Auf der Luftpinnenbahn werden zwei Gleiter mit einem Faden zusammengehalten. Zwischen den Gleitern befindet sich eine zusammengedrückte Feder mit der Spannenergie  $E_p$ . Für die Massen der Gleiter gilt:  $m_2 = 2m_1$ ;

Berechnen Sie allgemein die Geschwindigkeiten, mit denen die Gleiter nach dem Durchbrennen des Fadens auseinanderfahren.

$$p_1 = -p_2; \Rightarrow m_1 v_1 = -2m_1 v_2; \Rightarrow v_1 = -2v_2;$$

$$E_{kin_1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} E_p; \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{E_p}{m_1}};$$

$$\Rightarrow v_2 = -2v_1 = -2\sqrt{\frac{E_p}{m_1}};$$

### 12.2.23 24. Hausaufgabe

#### Buch Seite 66, Aufgabe 1

Ein Fischer mit  $m_1 = 70\text{kg}$  Masse springt mit einer Geschwindigkeit von  $v_1 = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  auf einen ruhenden Kahn, der die Masse  $m_2 = 100\text{kg}$  hat. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt er sich mit dem Kahn weiter, wenn die Reibung zwischen Kahn und Wasser vernachlässigt werden kann?

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2; \Rightarrow v_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 2,1 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

### 12.2.24 25. Hausaufgabe

#### Buch Seite 67, Aufgabe 1

Ein Auto fährt mit  $v_0 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  gegen einen starren Pfeiler und kommt nach  $t = 0,10\text{s}$  zum Stehen. Welche (mittlere) Kraft wirkt, wenn die Masse des Autos  $m = 7,0 \cdot 10^2\text{kg}$  ist?

$$-\bar{F} = \frac{p}{t} = \frac{mv_0}{t} = 1,4 \cdot 10^5 \text{N};$$

#### Buch Seite 67, Aufgabe 5

Eine Rakete der Masse  $m = 200\text{t}$  soll auf der Erde senkrecht starten.

- a)** Welche Schubkraft muss auf die Rakete wirken, damit sie gerade von der Erdoberfläche abhebt?

$$F = gm = 1,96 \text{ MN};$$

- b)** In einer Sekunde werden Verbrennungsgade der Masse  $m_V = 0,74 \text{ t}$  mit der Geschwindigkeit  $v_0 = 4,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  relativ zur Erde ausgestoßen. Welche mittlere Schubkraft wird dadurch hervorgerufen? Mit welcher mittleren Beschleunigung wird die Rakete gehoben?

$$\bar{F} = \frac{p}{1\text{s}} = \frac{m_V v_0}{1\text{s}} = 3,0 \text{ MN};$$

$$a = \frac{\bar{F} - F_G}{m} = \frac{m_V v_0 - mg}{m \cdot 1\text{s}} = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

### 12.2.25 26. Hausaufgabe

#### Buch Seite 71, Aufgabe 1a

Ein mit der Geschwindigkeit  $v_1 = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sich nach rechts bewegender Körper der Masse  $m_1 = 4,0 \text{ kg}$  stößt zentral auf einen anderen der Masse  $m_2 = 3,0 \text{ kg}$ , der sich mit der Geschwindigkeit  $v_2 = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in der gleichen Richtung bewegt.

Wie groß sind die Geschwindigkeiten der Körper nach einem Zusammenstoß bei einem vollkommen unelastischem Stoß?

$$p = p' \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \Rightarrow v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 6,7 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

#### Buch Seite 71, Aufgabe 7

- a)** Berechnen Sie jeweils die Deformationsarbeit, falls die Stöße völlig unelastisch sind.
- b)** Berechnen Sie für den Aufprall auf die Wand die als konstant vorauszusetzende Verzögerung, die beim Stoß auftritt, wenn die Deformationsstrecke  $x = 0,50 \text{ m}$  beträgt. Vergleichen Sie mit der Fallbeschleunigung.

Ein Kraftwagen der Masse  $m_1 = 1,6 \text{ t}$  fährt mit  $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \dots$

- ... einen vor ihm mit  $v_2 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  fahrenden Wagen der Masse  $m_2 = 800\text{kg}$ .

$$W_v = \frac{1}{2} [m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 - (m_1 + m_2) v'^2] = \frac{1}{2} \left[ m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 - (m_1 + m_2) \left( \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \right)^2 \right] = \\ \frac{1}{2} \left[ m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 - \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{m_1 + m_2} \right] = 6,7 \cdot 10^3 \text{J};$$

- ... eine feste Wand ( $v_2 = 0$ );.

$$W_v = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 5,0 \cdot 10^3 \text{J};$$

$$\bar{a} = \frac{\overline{F}_v}{m_1} = \frac{E_v}{x \cdot m_1} = 6,3 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 64 \text{g};$$

- ... einen mit  $-v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  entgegenkommenden Wagen der Masse  $m_2 = 800\text{kg}$ .

$$W_v = \dots = 4,3 \cdot 10^5 \text{J};$$

- ... einen mit  $-v_2 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  entgegenkommenden LKW der Masse  $m_2 = 3,6\text{t}$ .

$$W_v = \dots = 1,1 \cdot 10^6 \text{J};$$

### 12.2.26 27. Hausaufgabe

#### Buch Seite 71, Aufgabe 8

Ein Junge wirft einen Tennisball mit der Geschwindigkeit  $v_1 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  senkrecht auf die Rückwand eines Lastwagens, der mit der Geschwindigkeit  $v_2 = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  vorwärts fährt.

- a)** Welche Geschwindigkeit hat der Ball nach dem Aufprall?

(Eigentl. zu wenig Angaben, aber das sehen wir ja nicht so genau...)

$$v'_1 = -v_2 = -5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

- b)** Wie viel Prozent seiner Energie verliert der Ball beim Stoß? Wo verbleibt diese Energie? (Die Masse des Lastwagens ist sehr viel größer als die des Balles. Also kann die Masse des Balles im Vergleich zu der des Lastwagens Null gesetzt werden.)

(Zu wenig Angaben)

### 12.2.27 29. Hausaufgabe

#### Buch Seite 78, Aufgabe 1

Um die Austrittsgeschwindigkeit  $v_0$  des Wassers aus der Wasserleitung zu bestimmen, lässt jemand das Wasser horizontal aus einem Gartenschlauch in  $h = 1,0\text{m}$  Höhe über dem Boden ausströmen. Das Wasser trifft in  $x = 2,8\text{m}$  Entfernung auf den Boden.

Berechnen Sie die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers unter der Annahme vernachlässigbaren Luftwiderstandes.

$$x = v_0 \sqrt{2 \frac{h}{g}}; \Rightarrow v_0 = \frac{x g \sqrt{2 \frac{h}{g}}}{2h} = 6,2 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

### 12.2.28 30. Hausaufgabe

#### Buch Seite 78, Aufgabe 2

Mit einer horizontalen Geschwindigkeit von  $v_x = 80,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  wird ein Geschoss  $y = 180\text{m}$  über dem waagrechten Erdboden abgeschossen.

- a)** Nach welcher Zeit und in welcher waagrecht gerechneten Entfernung kommt es am Boden an?

$$y = \frac{1}{2} g t^2; \Rightarrow |t| = \sqrt{\frac{2y}{g}} = 6,06\text{s};$$

$$x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2y}{g}} = 485\text{m};$$

- b)** Welche Geschwindigkeit (Betrag und Richtung) hat es im Augenblick des Aufschlags?

$$v_y^2 = 2gy; \Rightarrow |v_y| = \sqrt{2gy};$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 99,7 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$\tan \varphi = \frac{v_y}{v_x}; \Rightarrow \varphi \approx 36,6^\circ;$$

### 12.2.29 31. Hausaufgabe

#### Buch Seite 79, Aufgabe 3a mit $\alpha = 10^\circ$ ;

Ein Stein wird von einem  $h = 45,0\text{m}$  hohen Turm unter einem Winkel von  $\alpha = 10^\circ$  abgeschleudert und trifft  $l = 60,0\text{m}$  vom Fußpunkt des Turmes entfernt auf den Erdboden.

Mit welcher Geschwindigkeit wurde der Stein abgeschleudert?

$$\left. \begin{array}{l} y(0) = h; \\ y(l) = 0; \\ (\text{Schulheft}); \\ 26 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \end{array} \right\} \Rightarrow y(x) = -\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha + h; \Rightarrow |v_0| = \sqrt{-\frac{gx^2}{\cos^2 \alpha (y(x) - x \tan \alpha - h)}} =$$

### 12.2.30 32. Hausaufgabe

#### Buch Seite 85, Aufgabe 1

Ein Rad macht bei konstanter Winkelgeschwindigkeit in  $t = 10\text{s}$   $u = 53$  Umdrehungen.

- a)** Berechnen Sie die Frequenz, die Umlaufdauer und die Winkelgeschwindigkeit.

$$T = \frac{t}{u} = 0,19\text{s};$$

$$f = \frac{1}{T} = 5,3\text{Hz};$$

$$\omega = 2\pi f = 33\frac{1}{\text{s}};$$

- b)** Welchen Drehwinkel legt das Rad in  $t_1 = 2,6\text{s}$  zurück?

$$\varphi(t_1) = \omega t_1 = 87;$$

#### Buch Seite 86, Aufgabe 2

Bei einer elektrischen Stoppuhr hat der  $r_g = 12\text{cm}$  lange „große“ Zeiger die Umlaufdauer  $T_g = 100\text{s}$  und der  $r_k = 8,0\text{cm}$  „kleine“ Zeiger die Umlaufdauer  $T_k = 1,0\text{s}$ .

- a)** Wie verhält sich die Winkelgeschwindigkeit des großen Zeigers zu der des kleinen?

$$\frac{\omega_g}{\omega_k} = \frac{2\pi T_k}{T_g 2\pi} = 0,010;$$

- b)** Wie verhalten sich die Bahngeschwindigkeiten der Zeigerspitzen des großen und kleinen Zeigers zueinander?

$$\frac{\omega_g r_g}{\omega_k r_k} = \frac{2\pi r_g T_k}{T_g 2\pi r_k} = \frac{T_k r_g}{T_g r_k} = 0,015;$$

### 12.2.31 33. Hausaufgabe

#### Buch Seite 86, Aufgabe 1

Die Bahn der Erde um die Sonne kann mit guter Näherung als Kreis mit dem Radius  $r_u = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$  betrachtet werden. Jeder Punkt der Erde nimmt außerdem an der Rotation der Erde um die eigene Achse teil; Der mittlere Erdradius beträgt  $r_e = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

**a)** Wie groß sind die Winkelgeschwindigkeiten beider Bewegungen?

$$\omega_u = \frac{2\pi}{1 \text{ a}} = 2,0 \cdot 10^{-7} \frac{1}{\text{s}};$$

$$\omega_e = \frac{2\pi}{1 \text{ d}} = 7,3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{s}};$$

**b)** Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit der Erde?

$$v = \omega_u r_u = 30 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$

**c)** Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit Münchens (geogr. Breite  $48^\circ$ ) bei der Rotation um die Erdachse?

$$v = \omega_e r_e \dots;$$

### 12.2.32 34. Hausaufgabe

#### Buch Seite 91, Aufgabe 1

Ein Rad vom Radius  $r = 2,0 \text{ cm}$  macht  $u = 3000$  Umdrehungen in der Minute. Wie groß ist am Rand des Rades die Zentripetalbeschleunigung? Vergleichen Sie diese Beschleunigung mit der Fallbeschleunigung.

$$a_r = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r u)^2}{(60 \text{ s})^2 r} = \frac{4\pi^2 r^2 u^2}{60^2 r s^2} = \frac{1}{900} \pi^2 r u^2 \text{ s}^{-2} = 2,0 \frac{\text{km}}{\text{s}^2};$$

### 12.2.33 35. Hausaufgabe

#### Buch Seite 91, Aufgabe 2

Der Mensch übersteht höchstens Beschleunigungen der neunfachen Fallbeschleunigung. Wie groß muss der Radius einer horizontal liegenden Kurve mindestens sein, die ein Flugzeug mit der Geschwindigkeit  $v = 1,5 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  beschreibt?

$$a_r = 9g = \frac{v^2}{r}; \Rightarrow r = \frac{v^2}{9g} = 2,0 \text{ km};$$

**Buch Seite 91, Aufgabe 3**

Ein Körper mit der Masse  $m = 1,0\text{kg}$  wird an einer  $l = 40\text{cm}$  langen Schnur auf einem vertikalen Kreis herumgeschleudert. Welcher Kraft würde durch die Schnur im höchsten und welche im tiefsten Punkt der Bahn auf den Körper ausgeübt, wenn die Bahn-Geschwindigkeit in diesen Punkten jeweils  $v = 2,0\frac{\text{m}}{\text{s}}$  betragen würde?

$$F_h = m \frac{v^2}{r} + g = 20\text{N};$$

$$F_t = m \frac{v^2}{r} - g = 0,19\text{N};$$

**12.2.34 36. Hausaufgabe****Buch Seite 91, Aufgabe 4**

Ein Körper der Masse  $m = 0,47\text{kg}$  hängt an einem  $r = 1,5\text{m}$  langen Faden. Er wird auf einem horizontalen Kreis immer schneller herumgeschleudert, bis der Faden praktisch waagrecht gespannt ist und schließlich reißt.

- a)** Bei welcher Frequenz reißt der Faden, wenn er eine Reißfestigkeit von  $F_f = 100\text{N}$  hat?

$$F_r = F_f; \Rightarrow m\omega^2 r = 4\pi^2 mr f^2 = F_f; \Rightarrow f = \sqrt{\frac{F_f}{4\pi^2 mr}} = 1,9\text{Hz};$$

- b)** Mit welcher Geschwindigkeit wird der Körper nach dem Reißen des Fadens waagrecht weggeschleudert?

$$F_r = m \frac{v^2}{r}; \Rightarrow v = \sqrt{\frac{r}{m} F_r} = 18\frac{\text{m}}{\text{s}};$$

**12.2.35 37. Hausaufgabe****Buch Seite 91, Aufgabe 8**

$$v^2 = 2gh;$$

$$\cos \alpha = \frac{r-h}{r}; \Rightarrow \cos \alpha = 1 - \frac{h}{r}; \Rightarrow h = r(1 - \cos \alpha);$$

$$\begin{aligned}
 \cos \alpha \cdot F_G &= F_R; \\
 \cos \alpha \cdot gm &= m \frac{v^2}{r}; \\
 \cos \alpha \cdot g &= \frac{v^2}{r}; \\
 \cos \alpha \cdot g &= \frac{2gh}{r}; \\
 \cos \alpha &= \frac{2r(1-\cos \alpha)}{r}; \\
 \cos \alpha &= 2 - 2 \cos \alpha; \\
 \cos \alpha &= \frac{2}{3}; \\
 \alpha &\approx 48,2^\circ;
 \end{aligned}$$

### 12.2.36 38. Hausaufgabe

#### Buch Seite 95, Aufgabe 2

Ein Kraftwagen der Masse  $m = 1,2\text{t}$  fährt eine Kurve von  $r = 30\text{m}$  Krümmungsradius ohne Kurvenüberhöhung.

- a)** Wie groß muss die seitliche Haftkraft sein, wenn die Geschwindigkeit  $v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  beträgt?

$$F_H = F_r = m \frac{v^2}{r} = 4,9\text{kN};$$

- b)** Mit welcher Höchstgeschwindigkeit darf der Wagen die Kurven durchfahren, wenn die seitliche Haftkraft maximal halb so groß wie die in a) berechnete ist?

$$\frac{F_H}{2} = m \frac{v^2}{r}; \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F_H r}{2m}} = \sqrt{\frac{mv^2 r}{2mr}} = \sqrt{\frac{v^2}{2}} = 28 \frac{\text{km}}{\text{h}};$$

### 12.2.37 39. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Entfernung Mars-Sonne?

$$T_{\text{Mars}} = 1,88\text{a};$$

$$\frac{T_{\text{Erde}}^2}{a_{\text{Erde}}^3} = \frac{T_{\text{Mars}}^2}{a_{\text{Mars}}^3}; \Rightarrow a_{\text{Mars}} = \sqrt[3]{\frac{T_{\text{Mars}}^2}{T_{\text{Erde}}^2} \cdot a_{\text{Erde}}^3} = 1,523\text{AE};$$

### 12.2.38 40. Hausaufgabe

#### Buch Seite 103, Aufgabe 5

Kometen sind kleine Himmelskörper von wenigen Kilometern Durchmesser, die die Sonne auf langgestreckten Ellipsenbahnen umlaufen. Dabei wird in Sonnennähe gefrorene Materie an der Oberfläche erhitzt und teilweise abgedampft. So entsteht der weithin sichtbare Kometenschweif.

- a)** Wieso haben Kometen im Vergleich zu Planeten eine relativ kurze Lebensdauer?

Siehe Aufgabenstellung.

- b)** Der Halley'sche Komet hatte 1986 seinen letzten Periheldurchgang im Abstand von 0,6AE zur Sonne. Seine große Bahnhalbachse beträgt  $a_{\text{Komet}} = 18,0 \text{ AE}$ .

Für welches Jahr erwartet man seinen nächsten Periheldurchgang?

$$\frac{T_{\text{Erde}}^2}{a_{\text{Erde}}^3} = \frac{T_{\text{Komet}}^2}{a_{\text{Komet}}^3}; \Rightarrow T_{\text{Komet}} = T_{\text{Erde}} \sqrt{\left(\frac{a_{\text{Komet}}}{a_{\text{Erde}}}\right)^3} = 76,4 \text{ a};$$

$$\Rightarrow 1986 \text{ a} + T_{\text{Komet}} = 2062 \text{ a} = 2,06 \text{ ka};$$

- c)** Wie ist es zu erklären, dass die spektakuläre Phase seiner Schweibildung ebenso wie die Möglichkeit, ihn von der Erde aus zu beobachten, nur wenige Wochen dauert, während er sich sehr lange Zeit unbeobachtbar in den äußersten Gefilden des Planetensystems aufhält? Zwischen welchen Planetenbahnen liegt sein Aphel?

Kein Schweif, da zu weit von der Sonne weg.

### 12.2.39 41. Hausaufgabe

#### Buch Seite 108, Aufgabe 1

Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen zwei Menschen von jeweils  $m = 70 \text{ kg}$  Masse, deren Schwerpunkte  $r = 80 \text{ cm}$  entfernt sind.

$$F = G \cdot \frac{m \cdot m}{r^2} = 0,5 \mu \text{N};$$

**Buch Seite 108, Aufgabe 3**

Berechnen Sie die Kraft, mit der die Erde den Mond anzieht. Mit welcher Kraft zieht der Mond die Erde an?

$$F = F_{\text{Erde} \rightarrow \text{Mond}} = F_{\text{Mond} \rightarrow \text{Erde}} = G \cdot \frac{m_{\text{Erde}} \cdot m_{\text{Mond}}}{r^2} = 1,99 \cdot 10^{20} \text{ N};$$

**12.2.40 42. Hausaufgabe****Buch Seite 110, Aufgabe 1**

- a)** Berechnen Sie die Masse des Jupiters mit den Daten seines Mondes Io: Der mittlere Bahndurchmesser ist  $2r = 8,43 \cdot 10^5 \text{ km}$ , und die Umlaufzeit beträgt  $T_{\text{Io}} = 42,5 \text{ h}$ .

$$m_{\text{Io}} \frac{v_{\text{Io}}^2}{r} = m_{\text{Io}} \frac{4\pi^2 r}{T_{\text{Io}}^2} = G \cdot \frac{m_{\text{Io}} \cdot m_{\text{Jupiter}}}{r^2}; \Rightarrow$$

$$m_{\text{Jupiter}} = \frac{4\pi^2}{G} \frac{r^3}{T_{\text{Io}}^2} = 1,89 \cdot 10^{27} \text{ kg};$$

- b)** Wie groß ist die mittlere Dichte des Jupiters? Welche Schlüsse lassen sich aus dem Ergebnis über die Beschaffenheit des Planeten ziehen?

$$R_{\text{Jupiter}} = 11,2 \cdot R_{\text{Erde}};$$

$$\varrho = \frac{m_{\text{Jupiter}}}{\frac{4}{3}\pi R_{\text{Jupiter}}^3} = 1,24 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3};$$

**12.2.41 43. Hausaufgabe****Selbstgestellte Aufgabe**

Wie groß wäre die Umlaufzeit des Mondes, wenn er die doppelte Geschwindigkeit hätte? Wie groß ist dann sein Bahnradius?

$$v_0 = 2\pi \frac{r_0}{T_0};$$

$$v = 2v_0 = 4\pi \frac{r_0}{T_0};$$

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_{\text{Erde}}}{r}}; \Rightarrow r = G \cdot \frac{M_{\text{Erde}}}{v^2};$$

$$4\pi \frac{r_0}{T_0} = 2\pi \frac{r}{T} = G \cdot M_{\text{Erde}} \cdot \frac{T_0^2}{T} \cdot \frac{1}{16\pi \cdot r_0^2};$$

$$\Rightarrow T = G \cdot M_{\text{Erde}} \cdot \frac{T_0^3}{r_0^3} \cdot \frac{1}{32\pi^2} = 3,38\text{d};$$

$$\Rightarrow r = G \cdot M_{\text{Erde}} \cdot \frac{T_0^2}{r_0^2} \cdot \frac{1}{16\pi^2} = 93,7 \cdot 10^6\text{m};$$

**12.2.42 44. Hausaufgabe****Buch Seite 113, Aufgabe 1**

- a)** Wie groß ist die Fallbeschleunigung in 0km,  $3,2 \cdot 10^3\text{km}$  und  $6,4 \cdot 10^3\text{km}$  Höhe über dem Erdboden?

$$F = gm; \Rightarrow g = \frac{F}{m} = \frac{G \frac{mM}{r^2}}{m} = G \frac{M}{r^2};$$

$$\Rightarrow g(0\text{km}) = 1 \cdot 10^1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\Rightarrow g(3,2 \cdot 10^3\text{km}) = 4,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\Rightarrow g(6,4 \cdot 10^3\text{km}) = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

- b)** Welche Geschwindigkeiten müssen Satelliten in den angegebenen Höhen haben, damit sie die Erde auf einer Kreisbahn umlaufen?

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r^2}};$$

$$\Rightarrow v(0\text{km}) = 8 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$

$$\Rightarrow v(3,2 \cdot 10^3\text{km}) = 6,5 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$

$$\Rightarrow v(6,4 \cdot 10^3\text{km}) = 5,6 \frac{\text{km}}{\text{s}};$$

- c)** Wie groß sind die zugehörigen Umlaufzeiten dieser Satelliten?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}};$$

$$\Rightarrow T(0\text{km}) = 1\text{h};$$

$$\Rightarrow T(3,2 \cdot 10^3\text{km}) = 2,6\text{h};$$

$$\Rightarrow T(6,4 \cdot 10^3\text{km}) = 4,0\text{h};$$

**12.2.43 45. Hausaufgabe****Buch Seite 113, Aufgabe 4**

Mit dem Hubble Space Telescope (HST) können Fotoaufnahmen ferner Himmelsobjekte in bislang unerreichter Qualität gemacht

werden. Das HST umläuft die Erde einmal in  $T = 96,7\text{min}$  auf einer kreisähnlichen Bahn.

Berechnen Sie die mittlere Flughöhe über der Erdoberfläche und die durchschnittliche Bahngeschwindigkeit.

### 12.2.44 46. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Berechne die Energie, die ein Synchronsattelit der Erde beim Abschuss mitbekommen muss, wenn er  $m = 1000\text{kg}$  Masse hat.

$$\begin{aligned} T &= 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}; \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}; \\ \Rightarrow v &= \sqrt{\frac{GM\sqrt[3]{\frac{G^2M^2T^4}{16\pi^4}}}{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}} = \sqrt[6]{\frac{4\pi^2}{T^2}G^2M^2}; \\ \Rightarrow W &= m \left[ GM \left( \frac{1}{R} - \frac{\sqrt[3]{4\pi^2}}{\sqrt[3]{GMT^2}} \right) + \frac{1}{2}\sqrt[6]{\frac{4\pi^2}{T^2}G^2M^2} \right]; \\ \Rightarrow W &= 5,78 \cdot 10^1 \text{GJ}; \end{aligned}$$

### 12.2.45 47. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Wie hoch muss die Abschussgeschwindigkeit eines Körpers von der Erdoberfläche sein, damit er  $r_1 - r_0 = 6370\text{km}$  hoch fliegt?

$$G \cdot mM \cdot \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1} \right) = \frac{1}{2}mv^2; \Rightarrow v = \sqrt{2GM \cdot \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1} \right)} = 7,89 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

### 12.2.46 48. Hausaufgabe

#### Selbstgestellte Aufgabe

Berechne den Schwarzschild-Radius der Erde.

$$W_\infty = GmM \frac{1}{R} = \frac{1}{2}mc^2; \Rightarrow R = \frac{2GM}{c^2} = 8,86\text{mm};$$

### 12.2.47 49. Hausaufgabe

#### Arbeitsblatt

Bei einem schwingenden Federpendel mit der Federhärte  $D = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  beträgt die Amplitude  $A = 5,0\text{cm}$ .

- a)** Berechne die maximale Rückstellkraft.

$$F = DA = 2,5\text{N};$$

- b)** Welche potentielle Energie hat das Pendel bei voller Auslenkung?

$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2}DA^2 = 63\text{mJ};$$

- c)** Wie groß ist die Geschwindigkeit des Pendelkörpers beim Durchgang durch die Ruhelage, wenn die schwingende Masse  $m = 0,50\text{kg}$  beträgt?

$$\frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}mv^2; \Rightarrow v = |a| \sqrt{\frac{D}{m}} = 0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

- d)** Das Pendel braucht für  $n = 10$  Schwingungen  $nT = 6,3\text{s}$ . Wie groß ist die Auslenkung des Pendelkörpers aus der Ruhelage  $0,25\text{s}$  nach dem Passieren der Ruhelage?

$$\omega = \frac{2\pi}{T};$$

$$y(0,25\text{s}) = A \cdot \sin\left(2\pi \frac{0,25\text{s}}{T}\right) = 3,0\text{cm};$$

- Schwingungsdauer?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}} = 0,63\text{s};$$

- Geschwindigkeit nach  $0,25\text{s}$ :

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}};$$

$$\Rightarrow v(0,25\text{s}) = A \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot \cos(0,25\text{s} \sqrt{\frac{D}{m}}) = -0,40 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

### 12.2.48 50. Hausaufgabe

#### Buch Seite 125, Aufgabe 1

Ein Körper der Masse  $m = 50\text{g}$  schwingt harmonisch. In  $8T = 10\text{s}$  vollendet er 8 Schwingungen. Die Zeitrechnung möge beginnen, wenn er die Nullage in Richtung der positiven  $y$ -Achse passiert. Der Abstand der Umkehrpunkte beträgt  $2A = 18\text{cm}$ .

**a)** An welcher Stelle befindet sich der Körper nach 8,0s?

$$y(8,0\text{s}) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} 8,0\text{s}\right) = 5\text{cm};$$

**b)** Wie groß sind Geschwindigkeit und Beschleunigung nach 8,0s?

Geben Sie auch die Richtung dieser vektoriellen Größen bezüglich der  $y$ -Achse an.

$$v(8,0\text{s}) = A \frac{2\pi}{T} \cos\left(\frac{2\pi}{T} 8,0\text{s}\right) = -0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$a(8,0\text{s}) = -A \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \sin\left(\frac{2\pi}{T} 8,0\text{s}\right) = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

**c)** Berechnen Sie die Maxima der Beträge von Geschwindigkeit und Beschleunigung.

$$|v_{\max}| = v(0) = A \frac{2\pi}{T} \cos 0 = A \frac{2\pi}{T} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$|a_{\max}| = \left|a\left(\frac{T}{4}\right)\right| = -A \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \sin \frac{\pi}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

**d)** Wann besitzt der Körper maximale Geschwindigkeits- bzw. Beschleunigungsbeträge?

$$t_{\max.\text{Geschw.}} = \frac{T}{2} k; \quad k \in \mathbb{N}_0;$$

$$t_{\max.\text{Beschl.}} = \frac{T}{4} (2k + 1); \quad k \in \mathbb{N}_0;$$

**e)** Wie groß ist die Rückstellkraft nach 8,0s?

$$F(8,0\text{s}) = ma(8,0\text{s}) = -0,07\text{N};$$

**f)** Zu welchen Zeitpunkten ist der Betrag der Rückstellkraft maximal?

$$t_{\max.\text{Rückstellkraft.}} = \frac{T}{4} (2k + 1); \quad k \in \mathbb{N}_0;$$

**g)** Berechnen Sie den Betrag der maximalen Rückstellkraft.

$$|F_{\max}| = m \left|a\left(\frac{T}{4}\right)\right| = 0,1\text{N};$$

**12.2.49 51. Hausaufgabe****Blatt**

$$l = 1,09\text{m}; \alpha_{\max} = 4,0^\circ;$$

**a)**  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \dots = 2,1\text{s};$

$$A = l\alpha_{\max} = \dots = 7,6\text{cm};$$

**b)**  $v_{\max} = A\omega = A\frac{2\pi}{T} = 0,23\frac{\text{m}}{\text{s}};$

**c)**  $\alpha = 2,0^\circ;$

$$\begin{aligned} y &= l\alpha = A \cdot \sin \omega t = l\alpha_{\max} \sin \left[ \frac{2\pi}{T} t \right]; \Rightarrow \frac{\alpha}{\alpha_{\max}} = \sin \left[ \frac{2\pi}{T} t \right]; \\ &\Rightarrow \arcsin \left[ \frac{\alpha}{\alpha_{\max}} \right] = \frac{2\pi}{T} t; \Rightarrow t = \frac{T}{2\pi} \arcsin \left[ \frac{\alpha}{\alpha_{\max}} \right] = \dots = 0,18\text{s}; \end{aligned}$$

**d)**  $v(t) = A\omega \cdot \cos \omega t;$

$$v(0,18\text{s}) = \dots = 0,20\frac{\text{m}}{\text{s}};$$

**12.2.50 52. Hausaufgabe****Zettel**

Eine harmonische Schwingung  $y(t) = A \sin \omega t$  breite sich vom Nullpunkt als transversale Störung längs der  $x$ -Achse mit der Geschwindigkeit  $c = 7,5 \cdot 10^{-3}\frac{\text{m}}{\text{s}}$  aus. Es sei weiter  $A = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{m}$  und  $\omega = 0,50\pi\text{s}^{-1}$ .

- a)** Berechne die Periodendauer  $T$ , die Frequenz  $f$  und die Wellenlänge  $\lambda$ .

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 4,0\text{s};$$

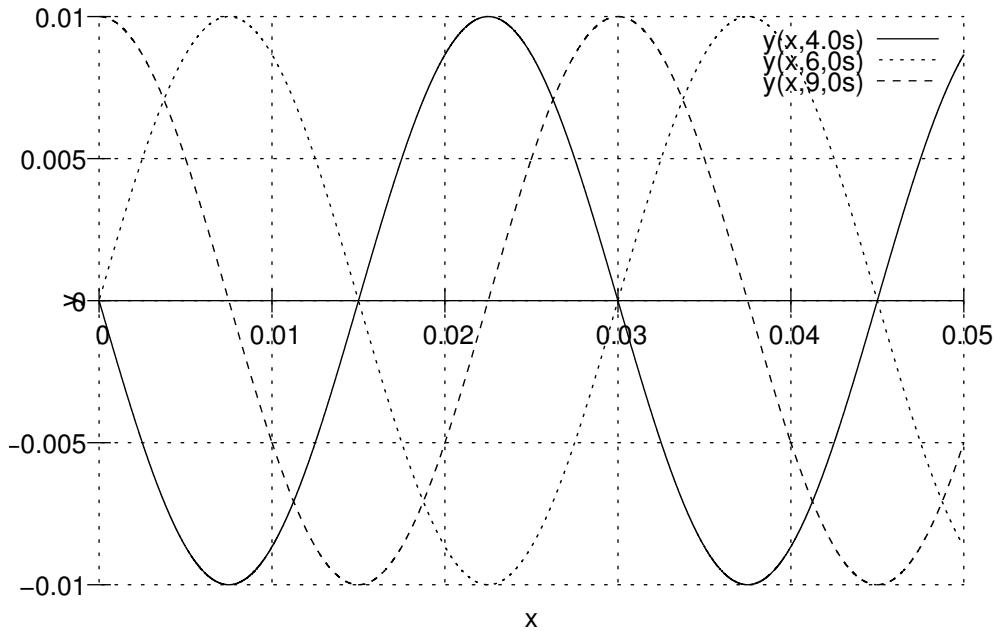
$$f = \frac{1}{T} = 0,25\text{Hz};$$

$$c = \frac{\lambda}{T}; \Rightarrow \lambda = cT = 2\pi \frac{c}{\omega} = 0,030\text{m};$$

- b)** Wie heißt die Wellengleichung?

$$y(x, t) = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{m} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{4,0\text{s}} - \frac{x}{0,030\text{m}} \right);$$

- c) Zeichne das Momentbild der Störung nach  $t_1 = 4,0\text{s}$ , nach  $t_2 = 6,0\text{s}$  und nach  $t_3 = 9,0\text{s}$  (Zeichnung in Originalgröße).



- d) Wie heißen die Schwingungsgleichungen für die Oszillatoren, die in der Entfernung  $x_1 = 5,25\text{cm}$  bzw.  $x_2 = 7,5\text{cm}$  vom Nullpunkt der Störung erfasst werden?

$$y(x_1, t) = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{m} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{4,0\text{s}} - 1,8 \right);$$

$$y(x_2, t) = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{m} \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{4,0\text{s}} - 2,5 \right);$$

## 12.3 Tests

### 12.3.1 1. Extemporale aus der Mathematik

Geschrieben am 12.10.2004.

Ein Wagen hat zur Zeit  $t = 0$  die Geschwindigkeit  $v_0 = 4,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Er wird zunächst  $4,0\text{s}$  lang mit  $a_1 = 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  beschleunigt, anschließend erfolgt eine ebenfalls  $4,0\text{s}$  lange Bremsung mit  $a_2 = -1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

- a) Berechne die Geschwindigkeit des Wagens nach  $4\text{s}$  und nach  $8\text{s}$ .

$$v_1 = v(4s) = v_0 + a_1 t_1 - 4,8 \frac{m}{s} + 0,6 \frac{m}{s^2} \cdot 4s = 8,8 \frac{m}{s};$$

$$v_2 = v(8s) = v_1 + a_2 t_2 = 7,2 \frac{m}{s} - 1,6 \frac{m}{s^2} \cdot 4s = 0,80 \frac{m}{s};$$

- b)** Welchen Weg  $x_1$  legt der Wagen in den ersten 4 Sekunden, welchen Weg  $x_{14}$  **allein in der 4. Sekunde** zurück?

$$x_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 4,8 \frac{m}{s} \cdot 4s + 0,3 \frac{m}{s^2} \cdot 16s^2 = 24m;$$

$$x(3s) = v_0 \cdot 3s + \frac{1}{2} a_1 \cdot (3s)^2 = 4,8 \cdot 3m + 0,3 \frac{m}{s^2} \cdot 9s^2 = 17,1m;$$

$$\Rightarrow x_{14} = x_1 - x(3s) = 6,9m;$$

- c)** Berechne die mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v}$  des Wagens für die 8s lange Fahrt.

$$x_2 = v_1 \cdot t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = 7,2 \frac{m}{s} \cdot 4s - 0,8 \frac{m}{s^2} + 16s^2 = 16m;$$

$$\bar{v} = \frac{x_1+x_2}{t_1+t_2} = \frac{40m}{8s} = 5,0 \frac{m}{s};$$

- d)** Welche Geschwindigkeit hat der Wagen erreicht, wenn er 12m zurückgelegt hat? Wie lange hat er dafür gebraucht?

$$v^2 - v_0^2 = 2a_1 x; \Rightarrow v^2 = 2a_1 x + v_0^2 = 1,2s \frac{m}{s^2} \cdot 12m + (4,8 \frac{m}{s})^2; \Rightarrow v = 6, \frac{m}{s};$$

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}; \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a_1} = \frac{6, \frac{m}{s} - 4,8 \frac{m}{s}}{0,60 \frac{m}{s^2}} = 2,2s;$$

Ansätze stets mit Formeln, Formeln zunächst allgemein auflösen!

### 12.3.2 Formelsammlung zur 1. Schulaufgabe

#### Geradlinige Bewegungen ohne Anfangsgeschwindigkeit

Gleichförmige Bewegung	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung ohne Anfangsgeschwindigkeit	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit
$a(t) = 0;$ $v(t) = \text{const.};$ $x(t) = vt;$	$a(t) = \text{const.};$ $v(t) = at;$ $x(t) = \frac{1}{2}at^2;$ $v^2(x) = 2ax;$	$a(t) = \text{const.};$ $v(t) = at + v_0;$ $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t;$ $v^2(x) - v_0^2 = 2ax;$

- Sonderfall Freier Fall:  $a = -g; v_0 = 0;$
- Sonderfall Wurf:  $a = -g; v_0 = \text{Abwurfgeschwindigkeit};$
- Bremsung:  $x_{\text{Br}} = -\frac{v_0^2}{2a}; a = -\frac{v_0^2}{2x_{\text{Br}}};$

## Grundgleichung der Mechanik

$$F = am;$$

- $a > 0$ ;  $\Rightarrow F$  ist in Bewegungsrichtung;
- $a < 0$ ;  $\Rightarrow F$  wirkt gegen die Bewegungsrichtung;

## ATWOODsche Fallmaschine

Seilkraft in einem beliebigen Punkt . . .

### ... im Gleichgewicht:

$$F_S = mg; \text{ (}m\text{ ist je die gleiche Masse links und rechts.)}$$

### ... nicht im Gleichgewicht:

$F_S = F_G + F_{\text{Beschl.}}$ ; ( $F_G$  ist die Gewichtskraft der Masse, die an dem Seilzweig, auf dem der ausgewählte Punkt liegt, hängt.  
 $F_{\text{Beschl.}}$  ist die Kraft, die dann zur Beschleunigung führt,  $F_{\text{Beschl.}} = \text{"Alle Massen"} \cdot \text{Gesamtbeschleunigung}$ ;

## Schiefe Ebene

- Hangabtriebskraft:  $F_H = mg \sin \alpha$ ;
- Normalkraft:  $F_N = mg \cos \alpha$ ;
- Reibungskraft:  $F_R = \mu F_N = \mu mg \cos \alpha$ ;

## Mechanische Arbeit

Durch Leisten von Arbeit (Variablenname  $W$ , Einheit  $[W] = 1\text{J} = 1\text{Nm} = !\text{Ws}$ ;) wird die Energie (Variablenname  $E$ , Einheit  $[W] = [E]$ ;) eines Körpers verändert.

### Allgemein: Gleiche Kraft- und Bewegungsrichtung

$$W = Fs; [W] = 1\text{J} = 1\text{Nm} = 1\text{Ws};$$

### Allgemein: Winkel der Größe $\alpha$ zwischen den Vektoren

$$W = Fs \cos \alpha;$$

**Lageenergie**

$$E_{pot} = mgh;$$

**Federenergie**

$$E_F = \frac{1}{2}Ds^2;$$

$$\text{Federhärte: } D = \frac{F}{s};$$

$$\text{Dehnung einer vorgespannten Feder: } W = \frac{1}{2}D(s^2 - s_0^2);$$

**Kinetische Energie**

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2;$$

**12.3.3 Formelsammlung zur 2. Schulaufgabe****Kreisbewegung**

- Bogenlänge:  $s = \varphi \cdot r;$
- Konstante Winkelgeschwindigkeit:  $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f;$
- Frequenz:  $f = \frac{1}{T};$
- Bahngeschwindigkeit:  $v = \omega r;$
- Zentripetalkraft:  $F = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r;$

**Kreisbewegung: Kurvenüberhöhung**

- $F$ : Kraft der Straße auf das Auto (Gegenkraft der Normalkraft)
- Bei idealer Kurvenüberhöhung liefert  $\vec{F} + \vec{G}$  eine Kraft zum Mittelpunkt der Kreisbahn:  
 $\vec{F}_r = \vec{F} + \vec{G};$
- Bei idealer Kurvenüberhöhung gilt:

$$\tan \alpha = \frac{F_r}{G} = \frac{m \frac{v^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg}; \text{ (unabhängig von } m\text{)}$$

Optimale Geschwindigkeit für die Kurve:  $v = \sqrt{rg \cdot \tan \alpha};$

### Kreisbewegung: Radler in der Kurve

- $\tan \alpha = \frac{F_r}{F_g} = \frac{v^2}{rg}$ ;
- Wegen  $F_H = \mu \cdot F_s$  folgt für die Haftreibungszahl:  
 $\mu \cdot F_G \geq F_r; \Rightarrow \mu \geq \frac{F_r}{F_G} = \tan \alpha$ ;  
 Also sichere Kurvenfahrt, solange  $\mu > \tan \alpha$ ;

### Kepler-Gesetze und Gravitation

- Drittes Kepler-Gesetz:  $\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = C_{\odot}$ ;
- Gravitationsgesetz ( $M$ : Masse des Zentralgestirns,  $m$ : Masse des umlaufenden Dings):  $F_{\text{grav}} = G \frac{mM}{r^2}$ ;
- $G = \frac{4\pi^2}{C_{\odot} M_{\odot}}$ ;
- Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Entfernung:  $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ ;
- Umlaufdauer in Abhängigkeit der Entfernung:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ;
- Gravitationsfeldstärke:  $g = \frac{GM}{r^2}$ ;
- Hubarbeit im Gravitationsfeld:  $W_H = GmM \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_E} \right)$ ;  
 Hubarbeit „ins Unendliche“:  $W_{\infty} = GmM \frac{1}{r_A}$ ;
- Erste kosmische Geschwindigkeit:  $v_1 = \sqrt{G \cdot \frac{M_{\text{Erde}}}{R_{\text{Erde}}}}$ ;  
 Zweite kosmische Geschwindigkeit:  $W_{\infty} = \frac{1}{2}mv_2^2$ ;

### Mechanische Schwingungen

- Weg:  $y(t) = A \cdot \sin \omega t;$
- Geschwindigkeit:  $v(t) = \dot{y}(t) = A\omega \cdot \cos \omega t;$
- Beschleunigung:  $a(t) = \ddot{y}(t) = -A\omega^2 \cdot \sin \omega t;$
- Rückstellkraft:  $F(t) = ma(t) = -m\omega^2 \cdot y(t);$
- HOOKsches Gesetz:  $F = -Dy;$
- Federhärte:  $D = m\omega^2;$
- Schwingungsdauer:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}};$
- Harmonische Schwingungen erkennt man an einem linearen Kraftgesetz, die Rückstellkraft ist proportional zur Auslenkung.

## 13 Sonstiges

### 13.1 Stundenplan

#### 13.1.1 2. Halbjahr

Mo	Di	Mi	Do	Fr
D	Ek	G	E	E
Mi	Ph	L	Ek	D
L	Ch	D	Mi	Re
Mu	Mk	Mi	D	G
L	Re	E	Ph	Ch
Ph	E	Mk	Ch	L
Sm			Ku	
Sm			Ku	

**13.1.2 1. Halbjahr**

Mo	Di	Mi	Do	Fr
Ek	D	G	E	E
Mi	Ph	L	Ph	D
L	Ch	D	Mi	Re
Mu	Mk	Mi	D	G
L	Re	E	Ek	Ch
Ph	E	Mk	Ch	L
Sm			Ku	
Sm			Ku	

(Mi: I19G, Mk: Komplexe Zahlen)

## 13.2 Lehrer

Lehrer	Kürzel	Fach
Peter Biet	Bi	Ev. Religion
Klaus Blachut	Bc	Klassenleitung, Chemie
Anna von Chossy	Cho	Deutsch, Geschichte (1. Halbjahr und paar Wochen)
Ines Engelhardt	Eh	Deutsch, Geschichte (2. Halbjahr minus paar Wochen)
Christian Gangloff	Gf	Erdkunde (1. Halbjahr)
Reinhard Gratzke	Gra	Englisch (1. Halbjahr)
Sandra Bußjäger	Buß	Englisch (Referendar 2. Halbjahr)
Sonja Lerchl	Ler	Latein
Joachim Mücke	Mü	Mathematik, Physik
Isabel Oehrlich	Oeh	Kunst
Paul Höfner	Hö	Erdkunde (2. Halbjahr)
Erich Schmidke	Sm	Sport
Udo Schwingenschlögl	Schw	Physik (Referendar 1. Halbjahr)
Silke Trebbels	Tre	Chemie (Referendar 1. Halbjahr)
Ursula Wohlfarth	Wf	Musik

## 13.3 ToDo

### 13.4 Technik hinter klasse11.tk

klasse11.tk benutzt verschiedene Programmiersprachen, um die Quelldateien (erweitertes POD) nach XHTML und PDF konvertiert zu bekommen. Subversion wird zum Versionenmanagement eingesetzt.

1. Einlesen der Quelldateien in einen AST durch »mybook« (programmiert in Perl 5)

2. Ausgabe von Teil-XHTML und LaTeX
3. Konvertierung der LaTeX-Dateien aus dem vorherigen Schritt nach PDF mithilfe von »pdflatex«.
4. „Zusammenschneiden“ des Teil-XHTML und der PDF-Dateien zu einer vollständigen Website (programmiert hauptsächlich in Perl 5, aber ein bisschen Perl 6 ist auch schon dabei :))

Unter'm Strich werden an Hilfsmitteln/Programmen/Techniken/Sprachen gnuplot, LaTeX, LaTeX/Prosper, Makefile, MathML, Perl 5, Perl 5/viele Module, Perl 6, POD, Pugs, sh, Subversion, xfig und XHTML verwendet.

## 13.5 1337

### 13.5.1 Infothek-Aufbau

Yeah da Aufbau da Reload of da Infothek visit us at irc.holbein-gymnasium.de port 6667 #raum29 and always remember phear the Heinz!

Thankz to da Frieb for da Picturez

Brought to j00 by da team on 9.9.2004 and following dayz

### 13.5.2 John the Ripper

#### Mitschneiden

##### »/mnt/warez/files/«

Enthält Unterordner mit den Namen der Streams. In diesen Ordner sind dann die mitgeschnittenen Dateien.

##### »/mnt/warez/logs/«

Die Log-Datei von streamripper, für jeden Stream. Escape-Sequenzen, die streamripper erzeugt, werden von log-cleaner automatisch weggescchnitten.

**»/mnt/warez/server-started«**

Existiert diese Datei, so läuft streamripper.

Wird benötigt von streamcd, um den streamd je nach Tageszeit zu starten oder zu stoppen.

**»/mnt/warez/streamd«**

Startet alle streamripper-Prozesse, unabhängig von der Tageszeit.

**»/mnt/warez/streamcd«**

Abhängig von der Tageszeit wird streamd aufgerufen, um streamripper zu starten oder zu stoppen. Wird automatisch alle fünf Minuten von cron aufgerufen.

**»/mnt/warez/log-cleaner«**

Löscht die Escape-Sequenzen in den streamripper-Logs. Wird jede halbe Stunde von cron aufgerufen.

**SSH-Tunnel**

»/home/ripper/tunnelnx.sh« baut einen Tunnel von »m19s28.vlinux.de:1235« zu »john:22« auf, und kümmert sich auch darum, dass der Tunnel automatisch wieder gestartet wird, wenn er mal down geht, etc. Wird automatisch von rc gestartet (»/etc/rc2.d/S99tunnler«).

Zugriff geht dann mit: »ssh -p 1235 root@m19s28.vlinux.de«. Aber: Man wird ständig seine »~/.ssh/known\_hosts« anpassen müssen, weil der Hostname der gleiche ist (m19), aber der sshd dahinter nicht. Abhilfe schafft folgender Eintrag in der »/etc/hosts«:

```
$ su -
Password:
# cat >> /etc/hosts
83.151.29.94      john.infothek    john
^D
# exit
$ ssh -p 1235 root@john
Password:
```

### 13.5.3 Mini-HowTo: Wie bekommt mein Netz IPv6

#### Softwarevoraussetzungen

- Auf dem Router testen, ob folgende Befehle funktionieren. Die genauen IPs sind (noch) nicht entscheidend. Wichtig ist nur, dass die Befehle überhaupt funktionieren. Wenn's irgendwo ein Problem gibt: »ipv6«-Kernelmodul geladen? Ist IPv6 im Kernel aktiviert?

```
# ip tunnel add tunnelbroker mode sit remote 80.81.x.y
ttl 64
# ip link set tunnelbroker mtu 1472
# ip link set dev tunnelbroker up
# ip -6 addr add 2001:8e0:abcd::42/126 dev tunnelbroker
# ip -6 addr add 2001:8e0:abcd:14d::/64 dev eth0
# ip -6 route add 2000::/3 via 2001:08e0:abcd::535 dev
tunnelbroker
# ip -6 route add 3ffe::/16 via 2001:08e0:abcd::535
dev tunnelbroker
# echo "1" > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
```

- Auf den Clients:

```
# ping6 -I eth0 ff02::1
```

Das sollte einfach nur alle Rechner des lokalen Netzes anpingen.

#### Tunnel von as8758.net

- Auf »<http://tunnelbroker.as8758.net/>«<sup>87</sup> gehen, registrieren und Tunnel holen.
- Um ein »/64«er-Subnetz bitten.
- Eigene IPv6-Adressen erhalten.

---

<sup>87</sup><http://tunnelbroker.as8758.net/>

## Konfiguration des Routers

- Hier ein Perl 5-Programm, welches auf »http://tunnelbroker.as8758.net/« geht und die Tunnelparameter entsprechend der aktuellen öffentlichen IPv4 ändert. Der Mechanismus zur Bestimmung der aktuellen IPv4-Adresse muss evtl. geändert werden. Oder das Programm wird in »ip-up« eingebaut, da gibt's die öffentliche IPv4 als Parameter, welcher dem Programm dann übergeben werden kann.

```

#!/usr/bin/perl

use warnings;
use strict;

INIT { $ENV{PATH} = "/sbin:/usr/sbin:$ENV{PATH}" }
use WWW::Mechanize;

use constant {
    USERNAME => "...",
    PASSWORD => "...",
    EXT_IF    => "ppp0",
};

my $ipv4_public =
    (split /\s+/, `ip addr show dev @{[EXT_IF]} | grep
inet`)[2];
$ipv4_public =~ s/\.\*\//;

die "Couldn't get public IPv4 address!\n" unless $ipv4_public;
print STDERR "Public IPv4 address: $ipv4_public\n";

print STDERR "Logging in to as8758...\n";
my $mech = WWW::Mechanize->new;
$mech->get("http://tunnelbroker.as8758.net/login.php");
$mech->form_number(1);
$mech->field(username => USERNAME);
$mech->field(password => PASSWORD);
$mech->click("Login");

print STDERR "Changing tunnel parameters...\n";
$mech->form_number(1);
$mech->field(ipv4tunelend => $ipv4_public);
$mech->click("ipv4change");

```

- Aufbauen des Tunnels nach Änderung des Tunnelkonfiguration durch das Programm des vorherigen Schritts:

```

#!/bin/sh
# Aufruf: skriptname "öffentliche_ipv4"

LOCAL4="$1"

```

```

REMOTE4=212.25.25.23          # Tunnelserver von
as8758.net
LOCAL6=2001:08e0:abcd::536/126 # Zugeteilter IPv6-Endpunkt,
wir
REMOTE6=2001:08e0:abcd::535    # Zugeteilter IPv6-Endpunkt,
as8758
NET6=2001:8e0:abcd:14d::/64    # Zugeteiltes /64er-Subnetz

# Tunnel hochbringen
ip tunnel add tunnelbroker mode sit remote ${REMOTE4}
ttl 64
ip link set tunnelbroker mtu 1472
ip link set dev tunnelbroker up
ip -6 addr add ${LOCAL6} dev tunnelbroker
ip -6 addr add ${NET6} dev eth0

# Standardrouten setzen
ip -6 route add 2000::/3 via ${REMOTE6} dev tunnelbroker
ip -6 route add 3ffe::/16 via ${REMOTE6} dev tunnelbroker

# Forwarding für andere Clients des Netzes aktivieren
echo "1" > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding

# Firewall
ip6tables -F
ip6tables -A INPUT -i tunnelbroker \
    ! -s ${NET6} -p tcp --dport 6000:6010 -j DROP

```

- Konfiguration des Router Advertisement Daemons (»radvd«) auf dem Router:

```

interface eth0 {
    # Router Advertisements rausschicken
    AdvSendAdvert on;

    MinRtrAdvInterval 3;
    MaxRtrAdvInterval 10;

    # Kein Mobile-IPv6
    AdvHomeAgentFlag off;
    AdvLinkMTU 1280;

    # Definition für zugewiesenes Netz
    prefix 2001:08e0:abcd:14d::/64 {
        # Wir sind zuständig...
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
        # ...und geben den Clients auch unsere IPv6
        AdvRouterAddr on;
    };
}

```

- Konfiguration auf den Clients: Keine notwendig, da IPv6 Stateless Autoconfiguration :)

### **Alternative zu as8758**

Wenn man auf dem Router kein perl 5 installieren kann/will, und/oder sich nicht bei as8758 registrieren will/kann, muss man dennoch nicht auf IPv6 verzichten, die Antwort heißt 6to4<sup>88</sup>.

Skript, welches von »ip-up« aufgerufen werden muss:

```
#!/bin/sh

LOCAL4="$1"
LOCAL6=`printf "2002:%02x%02x:%02x%02x::1" \
$(echo "$LOCAL4" | tr ". " "")`"

ip tunnel add tun6to4 mode sit ttl 64 \
    remote any \
    local "$LOCAL4"
ip link set dev tun6to4 up
ip -6 addr add "$LOCAL6"/16 dev tun6to4
ip -6 route add 2000::/3 via ::192.88.99.1 dev tun6to4 metric
1
```

Die radvd-Konfiguration muss leicht angepasst werden:

```
interface eth0 {
    AdvSendAdvert on;

    MinRtrAdvInterval 3;
    MaxRtrAdvInterval 10;

    # Kein Mobile-IPv6
    AdvHomeAgentFlag off;
    AdvLinkMTU 1280;

    prefix 0:0:0:42::/64 {
        AdvOnLink off;
        AdvAutonomous on;
        AdvRouterAddr on;
        Base6to4Interface ppp0;
        AdvPreferredLifetime 20;
        AdvValidLifetime 30;
    };
};
```

Wichtig ist noch, dass der »radvd« bei jeder Neueinwahl ein »SIGH-UP« gesendet bekommt.

---

<sup>88</sup><http://www.tldp.org/HOWTO/Linux+IPv6-HOWTO/configuring-ipv6to4-tunnels.html>

## 13.6 Stuff

### **13.6.1 ICQ-Log „Planetopia“**

<iblech> faengt an!!!  
<DFK> ja, da, ich sehes  
<DFK> furubaaah!  
<iblech> looel  
<DFK> brabbelbrabbelbrabbel  
[Auftritt Huths]  
<iblech> KJAAA  
<DFK> waaaahaaahahhhhhhhhhhhhhhhh!!!  
<iblech> HUTH  
<DFK> ydk jfysiodghasuix  
<iblech> LOOL  
<iblech> \*durchdreh\*  
<DFK> HUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUTH  
<iblech> \*nicht mehr halten koennen\*  
<DFK> \*sabber\*  
    \*kopf gegen Tisch hau\*  
[Besprechung was nach der Werbung kommen wird]  
<iblech> "GEKDWAESCHE!!!"  
<iblech> OHJ LOOOOOOOOOL  
<iblech> JAHA!  
<DFK> huhuuuuu  
<iblech> blf  
<DFK> o\_O!!!!  
<iblech> \*log online stell\*  
<DFK> loool  
[Beim Öffnen von Tetrapacks etc. kleckert man immer]  
<iblech> RINGPULLOEFFNER  
<iblech> kleckert beim oeffnen  
<DFK> JUAA!  
<DFK> schweinerei  
<iblech> man ist die haesslich  
<DFK> diese aussage ist korrekt.  
<iblech> hoerst du du musst tricks kennen wenn du essen  
    transportieren willst  
<DFK> jaja  
    die luft rausziehen  
[Hautkrebs bei jungen Frauen]  
<iblech> "29.05 23:16 nene, softprOn bei so einen seriösen  
magazin"  
<DFK> das ist sehr gut...  
<DFK> sehr gut...  
<DFK> wunderbar...

<iblech> dir ist bewusst, dass ich den log online  
stelle ^^  
<DFK> öhm... ein bisschen  
<iblech> ^^  
<DFK> harr... ich werde mal hautarzt  
<iblech> :>  
<DFK> harr  
<DFK> harr harr  
<DFK> jaja  
<DFK> der hautarzt muss einen blick darauf werfen...  
<iblech> ja ist ja auch klar  
<iblech> hat ja einen eid drauf geleistet blabla  
<DFK> jaja  
runter mit der kleidung, der hautarzt muss  
das betrachten,  
los, los  
[Geldwäsche durch Online-Diebe]  
<iblech> hoer gut zu  
<iblech> jede menge aerger einhandeln  
<iblech> kriminelle  
<iblech> bababab  
<iblech> \*besorgt sei\*  
<DFK> ahnunglose  
<DFK> geldwscher  
<DFK> "online-diebe"  
[Hand aus'm Computerbildschirm in die Hemdtasche des  
Nutz0rs]  
<iblech> LOOOL  
<iblech> DIE HAND  
<DFK> o\_#  
<iblech> sososo per ICQ  
<DFK> das ist gefährlich..  
<DFK> das tötet menschen  
<iblech> ja, klar  
im taeglichen leben wuerdest du dich ja auch  
nicht arglos mit einem horst kurzschiessen  
[Animation des Geldflusses von Opfer zu Dieb]  
<iblech> die animation!  
<DFK> naja  
n bisschen vielleicht  
<DFK> huhu  
<iblech> "Spezialist fuer Computerkriminalitaet"  
<DFK> o\_O  
Der Gute (TM)  
<iblech> ja, durchaus eine stafta  
<iblech> t

```
[Huth untersucht einen infizierten Computer]
<iblech> "INTERNET_EXPERTE PTERHUTH" ""C
<iblech> ASSD
<iblech> "SPEZZLYS TOOL"X
<DFK> ein spezielles "tool"
<DFK> lol
<iblech> hat er nicha rwglimaewssig updegaTT
<iblech> böla
<iblech> hat er nicht regelmaessig upgedatet
<DFK> aeksgha
<iblech> aja als eingeschraenkter user weil dann schadprobramm
<DFK> schnell reagieren
[Die stehlende Hand aus'm Monitor wieder]
<iblech> DIE HAND WIEDER
[Huth im Studio]
<iblech> IM STUDIO!!!
<DFK> jajajaja
<iblech> schafel bla blubb zweites mal wichtig simuliert
      zeig das mal vorbereitet 123456
<iblech> springt nen fesnster auf
<DFK> KEY LOGGER !! ! !
<iblech> betrogene betrueger
<iblech> ohh
<iblech> schon ende
<iblech> .(
[Vorschau auf's nächste Mal]
<iblech> wie grille ich richtig gesund?
<iblech> grillen peter hast du gegrilt?
<DFK> jja
<DFK> grillen
<DFK> gesund
<DFK> huth
<DFK> peter
```

### 13.7 Impressum

Ingo Blechschmidt  
86179 Augsburg  
Arberstr. 5  
E-Mail: iblech@web.de  
Tel.: +49 821 882955