

**Umsetzung der Richtlinien
für das Fach**

Chemie

**(Sekundarstufe II)
an der
Hellweg-Schule**

August 2009

Vorbemerkungen

1. Kooperation

Der Lehrplan wurde mit den Kooperationsschulen abgeglichen. Die Lehrkräfte tragen daher eine besondere Verantwortung bei seiner Umsetzung, denn eine horizontale Mobilität der Schüler zwischen den Kooperationsschulen kann nur durch ein gleiches Niveau der Schüler in Wissen und Methodenkompetenz gewährleistet werden.

Insofern sind, entgegen der in den Richtlinien konstituierten Wahlfreiheit in den Unterrichtsreihen, auch die genannten Inhalte der gymnasialen Oberstufe, insbesondere der Jahrgangsstufe 11, als verbindlich zu betrachten.

2. Schulprogramm

Die konkreten Bezüge zum Schulprogramm der Hellweg-Schule werden bei der Beschreibung der Themenfelder (Sek. II) angeführt. Ein unterrichtlicher Ausbau dieser und weiterer Bezüge ist möglich und erwünscht.

3. Zentralabitur

Der vereinbarte Lehrplan für die Oberstufe gilt, sofern im Rahmen seiner Erfüllung auch die jährlich variierenden inhaltlichen Schwerpunkte (gemäß den online-Veröffentlichungen des Bildungsministeriums NRW) für die jeweiligen zentralen schriftlichen Prüfungen behandelt werden können. Widerspricht der Lehrplan der Schwerpunktsetzung des Ministeriums oder werden die Schwerpunkte in anderen, als den im Lehrplan genannten Bereichen gesetzt, so hat die Schwerpunktsetzung des Ministeriums für die Unterrichtsgestaltung Vorrang. Somit wird die Wahlfreiheit der Schüler in der Jahrgangsstufe 13 der Schwerpunktsetzung des Ministeriums untergeordnet.

4. Kooperationsnetz Schule-Wirtschaft

Gemäß des Kooperationsvertrages mit der Fa. Steilmann werden auch im Chemieunterricht weitere Anknüpfungspunkte zwischen den Inhalten des Chemieunterrichts an der Hellweg Schule und der Arbeit der Fa. Steilmann gesucht.

Bewährt hat sich die Thematisierung der "Stoffeigenschaften von Fasern und ihre Überprüfung" (Jgst. 7), die eine Besichtigung des Faserprüflabors beinhaltet. (Materialien für die als Stationenarbeit konzipierte Reihe liegen aus)

Weiterhin können Aspekte synthetischer Fasern und ihrer Verwendung in der Jgst. 12, Themenfeld B unter Kooperation (z. B. durch Experteninterviews) mit Fa. Steilmann behandelt werden. Hierbei ist jedoch die Schwerpunktsetzung für das Zentralabitur zu berücksichtigen.

5. Maßnahmen zur Stärkung des Chemieunterrichts

Mit dem Schuljahr 2007/2008 werden für den Sekundarbereich I verbindliche Informations- und Arbeitsblätter (VIPs) eingeführt, die den Schülern den Umgang mit der Voraussetzungsgebundenheit des Faches erleichtern sollen. Die dort behandelten Basiskonzepte decken sich zeitlich und inhaltlich mit dem Lehrplan.

Jahrgangsstufe 11

Leitthema: Ablauf und Steuerung chemischer Reaktionen in Natur und Technik

Themenfeld A: Reaktionsfolge aus der organischen Chemie:

Vom Alkohol zum Ester

- Ethanol
- Herstellung: Alkoholische Gärung und Destillation
 - Analyse: Verbrennung, qualitative Nachweise für C, H (, O) -> Summenformel (dabei integrierende Wiederholung des Begriffs der **molaren Masse**)
 - Strukturaufklärung: Strukturformeln; Isomerie (dabei integrierte Wiederholung, ggfs. Erweiterung - des **Atom- und Bindungsmodells**), Reaktion mit Natrium
 - Funktionelle Gruppe: **Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, hydrophil, hydrophob**
 - Oxidation (selektiv)
(dabei Einführung der **Oxidationszahlen**)
a) mit CuO zu Ethanal, weiter zur Ethansäure
b) biologische Oxidation (Referat)

Weitere **Alkanole** (aus der Analyse der Alkoholdestillate), **Alkanale, Alkanone, Alkansäuren**
Homologe Reihen, funktionelle Gruppen, systematische Nomenklatur

Organische Säuren

Anorganische Säuren (Referat)

Themenfeld B: Ein technischer Prozess:

Essigsäuresynthese

- Essigsäure
- Biologische Synthese aus Ethanol
 - Industrielle Herstellung aus Erdölraffinaten (Betriebsbesichtigung)
-> **Katalyse, Druck- und Temperatureinfluss**
- Estersynthese
- Qualitativ, Katalysator: Ionenaustauscher, unvollständige Reaktion, Nachweis der nicht umgesetzten Carbonsäuren
 - Reaktionsgeschwindigkeit (Experimentelle Untersuchung verschiedener Estersynthesen über die elektrische Leitfähigkeit, Feststellen unterschiedlicher **Reaktionsgeschwindigkeiten**)
 - Ermittlung der **Gleichgewichtseinstellung** (über Leitfähigkeit, s.o.) -> **MWG**
Gemäß Schulprogramm II.3 sollte die Gleichgewichtseinstellung mit computergestützten Mess- und Darstellungsverfahren sichtbar gemacht werden
- Eisessig
- Verbrennung
 - Biologische Verbrennung der Essigsäure (Referat)

Themenfeld C: Stoffkreislauf in Natur und Umwelt:

Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf

- Kohlendioxid
- Entstehungsmöglichkeiten: Z.B. Stoffwechsel, Einsatz fossiler Brennstoffe
 - Assimilation (Referat)
 - „Fixierung“ in der Umwelt, z. B. in Korallen

Kohlensäure und ihre Salze

Kalkkreislauf (Exkursion)

Jahrgangsstufe 12

Leitthema: Chemie in Anwendung und Gesellschaft

Themenfeld A: Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie

Von der Laborelektrolyse zur großtechnischen Chloralkalielektrolyse

Zinkbromidelektrolyse

Elektrodenvorgänge, Abscheidungsspannung, Umkehrbarkeit der Elektrodenvorgänge, galvanische Zellen, Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Standardeinzelpotential, Nernstsche Gleichung

Elektrolyse von Natriumchlorid im Labor

Überspannung, Konkurrenzreaktionen
Betriebsbesichtigungen, Referate

Themenfeld B: Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

PVC-Herstellung(Reaktionsweg aus Erdöl)

VC-Synthese

Erdöldestillation, Crackverfahren zur Ethengewinnung, Chlorierung von Ethen (mit Modellversuch: Bromierung von Ethen), Eliminierung von Hydrogenchlorid (mit Modellversuch: Ethen aus Ethanol)
Reaktionstypen: Addition und Eliminierung

PVC-Synthese

Modellversuch: Polymerisation von Styrol
Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane
funktionelle Gruppe

Aufklärung eines Reaktionsmechanismus (nur LK)

z.B.:Hydrolyse von Halogenalkanen (Leitfähigkeitsmessungen an t-Butylchlorid)
Betriebsbesichtigungen, Referate

Themenfeld C: Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung

Gemäß Schulprogramm II.3 sollten computergestützte Mess- und Darstellungsverfahren thematisiert werden und, ggf im LK-Bereich, an einzelnen Beispielen Anwendung finden

Titration von Salzsäure mit Endpunktbestimmung

z. B. aus der Hydrolysereaktion von t-Butylchlorid

pH-Messungen an unterschiedlichen Säuren

gleicher und fallender Konzentrationen, Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen, Brönsted-Theorie, Autoprotolyse, pH, pK_s
Funktionsweise der Einstabmesskette (Nernst-Gleichung)

Titrationsskurven (verbindlich für LK)

Quantitative Bestimmung von Säuren in Lebensmitteln

z. B. Speiseessig, Säuregehalt in Citronen, Phosphorsäure in Cola Exkursionen, z. B. zum chem. Untersuchungsamt

Jahrgangsstufe 13

Leitthema: Chemische Forschung - Erkenntnisse, Entwicklungen und Produkte

Themenfeld: Frei wählbar (gemäß Richtlinien S. 37)

Gemäß Schulprogramm III 2.2 wäre die Behandlung des Themenfeldes "Werkstoffe" sinnvoll. Die Schüler sollten auf die Kongruenz des Themenfeldes zum Schulprogramm hingewiesen werden, dennoch sollten sie frei wählen können.

Verbindliche, integrierte Behandlung eines der fünf folgenden Theoriekonzepte:

Das aromatische System

Die koordinative Bindung

Kristalline und nichtkristalline Festkörperstrukturen

Makromoleküle

Energetik

Anhänge

Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe: Der Schüler organisiert seinen Lernprozess selbstständig.

- die Schüler fertigen eigene Mitschriften im Unterricht an, die üblicherweise über das an der Tafel angeschriebene hinausgehen, da die Tafel der Steuerung von Lernprozessen dient und auf ihr nie alle Inhalte/Methoden fixiert werden können
Die Mitschriften sowie ausgeteiltes Arbeitsmaterial werden ordentlich in einem Hefter abgeheftet.
- die Schüler müssen sich nach Abwesenheiten selbst über die versäumten Inhalte informieren und sie eigenständig nacharbeiten. Ebenso müssen sie sich über die versäumten Hausaufgaben informieren und diese nacharbeiten. Sofern ein Tag zwischen der letzten Schulabwesenheit und der aktuellen Stunde liegt, kann der Lehrer Schüler auf die versäumten Inhalte prüfen
 - hinsichtlich der mündlichen Leistung besteht eine Bringeschuld der Schüler, d. h., er muss sich aktiv am Unterricht beteiligen. Der Lehrer ist nicht verpflichtet, stille Schüler zu prüfen. Ein Schüler, der sich in einem Bewertungsabschnitt nicht von selbst mündlich beteiligt, kann in der mündlichen Note für diesen Bewertungsabschnitt eine 6 bekommen.

Bewertung von Schülerleistungen

- die Endnote setzt sich in der Regel zusammen aus der Note der Klausuren sowie in gleicher Gewichtung aus den Noten der sonstigen Mitarbeit.
- die Note für die sonstige Mitarbeit setzt sich zusammen aus:
 1. der mündlichen Leistung (70 - 90 %), die auch Hausaufgabenvorträge beinhaltet
 2. Schriftliche Übungen (Hausaufgabenkontrollen, Blitztests etc.)
 3. Referate
 4. Protokolle
 5. Versuchsvorbereitung, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll
 6. Fähigkeit und Bereitschaft in Gruppen und an Projekten zu arbeiten.

=> je nach Fach können die Punkte 2 - 6 verschieden gewichtet werden
=> ferner können schriftliche Übungen sowie die Heftführung zur Notenfindung beitragen
- sowohl bei der Bewertung der schriftlichen als auch bei der Bewertung der mündlichen Leistung gilt, dass Quantität alleine keine gute Note macht; in Einzelfällen kann sich ein Schüler durch zahlreiche im Kontext des Unterrichtsgeschehens vollkommen abwegige oder sinnentleerte Beiträge sogar verschlechtern
- sowohl bei schriftlichen als auch bei mündlichen Überprüfungen wird nicht nur das geprüft, was unterrichtet wurde. Neben der Reproduktion (Wiedergabe von Fakten) gibt es auch Aufgaben zur Reorganisation (Anwendung von Lösungswegen) und Transfer (Entwicklung von Lösungswegen zu neuen Aufgabentypen)

Im folgenden werden Beispiele für die Anforderungsbereiche genannt:

- Anforderungsbereich I (z. B. Wiedergabe von Kenntnissen)
Anforderungsbereich II (z. B. Anwenden von Kenntnissen)
Anforderungsbereich III (z. B. Problemlösen und Werten).

Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst

- die Wiedergabe von Sachverhalten (Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Gesetze, Aussagen) aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Dazu kann gehören:

1. Wiedergeben von Daten und Fakten sowie von Stoffnamen und Stoffeigenschaften, Begriffen, Größen und Einheiten und ihren Definitionen
2. Wiedergeben von Gesetzen, chemischen Formeln, Reaktionen und Reaktionsgleichungen, Modellvorstellungen, Stoffklassen und Strukturtypen
3. Wiedergeben von im Unterricht eingehend erörterten Fragestellungen und Zusammenhängen
4. Beschreiben von in der Chemie verwendeten Verfahren und Experimentiertechniken
5. Kennen möglicher Gefahren, die mit der Herstellung und Anwendung bestimmter Stoffe in Labor, Industrie, Wirtschaft und im Alltag verbunden sind
6. sicheres Handhaben von gebräuchlichen Laborgeräten und Chemikalien
7. Aufbauen von Apparaturen nach Anweisung oder aus der Erinnerung
8. Durchführen von Versuchen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten
9. Protokollieren einer Versuchsdurchführung, ggf. mit Versuchsskizze
10. Aufnehmen und Darstellen von Messergebnissen in Form von Tabellen oder in einer Grafik auf eine im Unterricht behandelte Weise
11. Durchführen einfacher Rechnungen
12. Beschreiben von Beobachtungen
13. Entnehmen von Daten und Informationen aus Tabellenwerken und aus der Fachliteratur
14. Beschreiben von aus dem Unterricht bekannten, fachübergreifenden Zusammenhängen
15. Wiedergeben der Bedeutung wichtiger Stoffe, Reaktionen und Verfahren in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht.

Anforderungsbereich II

Der Anforderungsbereich II umfasst

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Dazu kann gehören:

1. sachgerechtes Wiedergeben von komplexen chemischen Zusammenhängen
2. Zuordnen beobachteter oder vorgegebener chemischer Reaktionen zu einzelnen Reaktionstypen, die im Unterricht behandelt wurden
3. Verbalisieren von qualitativen und quantitativen Versuchsergebnissen und Gesetzen
4. Erläutern von Zusammenhängen zwischen Daten, Phänomenen und Modellen an vorgegebenen Beispielen bei vertrauter Aufgabenstruktur
5. Anwenden von chemischen Begriffen, Modellvorstellungen und Gesetzen zur Lösung von Fragen, die im Unterricht an analogen Beispielen behandelt wurden

6. Übertragen von im Unterricht behandelten Gesetzmäßigkeiten der Wechselwirkungen zwischen Teilchen auf beobachtete oder vorgegebene Vorgänge und Erscheinungen; Formulieren der entsprechenden Reaktionsgleichungen
7. Planen von einfachen Versuchen zur Lösung vorgegebener Fragestellungen; Durchführen selbstgeplanter Experimente
8. Auswerten von Beobachtungen und Messergebnissen nach bekanntem Muster
9. Erörtern von Fehlerquellen; Einschätzen der Messgenauigkeit verwendeter Geräte
10. Interpretieren von Tabellen und grafischen Darstellungen mit Methoden, die im Unterricht behandelt wurden
11. Anwenden von elementaren mathematischen Beziehungen auf einfache chemische Sachverhalte
12. Anwenden des im Unterricht vermittelten chemischen Grundwissens auf Umweltprobleme und technische Prozesse
13. sachverständiges Wiedergeben von Berichten und Veröffentlichungen über chemische und fachübergreifende Inhalte.

Anforderungsbereich III

Der Anforderungsbereich III umfasst planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Methoden oder Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt oder einer neuen Problemstellung angepasst.

Dazu kann gehören:

1. Finden und Formulieren der sich aus einem Sachverhalt ergebenden neuen Fragestellungen
2. Eigenständiges Finden und Anwenden der zur Problemlösung erforderlichen Methoden und Verfahren
3. Auswählen und Verknüpfen von bekannten Daten, Fakten und Gleichungen bei neuartiger Aufgabenstruktur
4. Deuten von bisher nicht im Unterricht behandelten Beobachtungen und Versuchsergebnissen
5. Auffinden von bekannten Wechselbeziehungen zwischen Stoffeigenschaften und Molekülstrukturen an im Unterricht nicht behandelten Stoffen
6. Aufstellen von begründeten Voraussagen über Eigenschaften und Reaktionsverhalten ausgewählter Stoffe
7. Zerlegen komplexer chemischer Reaktionsabläufe in ihre Einzelelemente
8. Entwickeln alternativer Lösungsvorschläge, wenn dieses in der Aufgabenstellung gefordert wird
9. Überprüfen und Beurteilen der Stimmigkeit eines Argumentationszusammenhangs in einem vorgegebenen Text aus der Sicht der Chemie
10. Planen (und gegebenenfalls Durchführen) von Experimenten zu vorgegebenen oder selbst gefundenen Fragestellungen
11. Auffinden, Darstellen und Bewerten von fachübergreifenden Aspekten, z. B. aus der Biologie, Ökologie, Medizin, Technik, Wirtschaft unter chemischen Gesichtspunkten
12. kritische Beurteilung von chemischen Sachverhalten, Forschungsvorhaben, Produktionsprozessen, auch unter ethischen Gesichtspunkten.

Da der mündlichen Leistung im Chemieunterricht der Sekundarstufe II eine tragende Rolle bei der Notenfindung zukommt, werden im folgenden Kriterien zur Bewertung mündlicher Leistung genannt:

Kriterien zur Beurteilung mündlicher Leistungen

Diese Auflistung gibt die Bedeutung der einzelnen Aspekte für die Notenfindung wieder. Je höher die arabische Ziffer vor dem jeweiligen Aspekt ist, desto positiver wirkt er sich auf die Note aus. Eine rein mathematische Umrechnung von erreichten Punkten in Noten ist jedoch nicht erlaubt.

- I Qualifikation der Beiträge
- II Häufigkeit der Mitarbeit
- III Sozialverhalten - in Bezug auf den Unterricht
- IV Mitarbeit in Gruppen

zu I

- 5 sehr gute Beiträge; produktiv selbstständig; originell, kritisch
- 4 gute Beiträge; selbstständig, meist auch produktiv
- 3 befriedigende Beiträge; teilweise selbstständig; noch solide
- 2 ausreichende Beiträge; teils reproduktiv, z. T. Hilfe nötig
- 1 wenn überhaupt Beiträge geliefert, dann fehlerhaft und nur reproduktiv
- 0 keine Beiträge

zu II

- 2,5 konstant aktiv; ohne Aufforderung
- 2,0 häufig aktiv, ohne Aufforderung
- 1,5 ambivalent, selten aktiv, arbeitet aber bei Aufforderung mit
- 1,0 selten; teilweise passiv, Aufforderung nötig
- 0,5 sehr selten, passiv
- 0 keinerlei Mitarbeit

zu III

- 2 der Schüler zeigt häufig mehrere der unten aufgezählten Fähigkeiten
- 1 der Schüler zeigt einige dieser Fähigkeiten, gelegentlich oder häufig nur eine oder zwei
- 0 der Schüler zeigt solche Fähigkeiten gar nicht, reagiert also weder auf Lehrer- noch auf Schülerimpulse

Fähigkeiten:

- der Schüler führt den Unterricht - er differenziert fremde Beiträge
- er greift überhaupt Beiträge anderer auf - er stellt infrage
- er verknüpft seinen Beitrag mit anderen Beiträgen - er stellt Fragen, die vertiefen oder weiterführen
- er reagiert auf Schüler- , nicht nur auf Lehrerimpulse

zu IV

- 2 kreativ, selbständig, erklärt anderen Gruppenmitgliedern Sachverhalte
- 1 erfüllt Arbeitsaufträge relativ selbstständig, braucht gelegentlich Unterstützung
- 0 verweigert Mitarbeit in der Gruppe und/oder stört den Arbeitsprozess der anderen Gruppenmitglieder

Für Klausuren ergibt sich folgender Bewertungsschlüssel:

Prozent der Rohpunkte	KMK-Punkte	Note
100 - 95	15	1 +
94 - 90	14	1
89 - 85	13	1 -
84 - 80	12	2+
79 - 75	11	2
74 - 70	10	2 -
69 - 65	9	3+
64 - 60	8	3
59 - 55	7	3 -
54 - 50	6	4+
49 - 45	5	4
44 - 39	4	4 -
38 - 33	3	5+
32 - 27	2	5
26 - 20	1	5 -

In Aufgabenstellungen finden folgende Operatoren verwendung:

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
analysieren / untersuchen	Unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten, Untersuchen beinhaltet unter Umständen zusätzlich praktische Anteile
anwenden / übertragen	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Sachverhalte in einen Zusammenhang stellen und gegebenenfalls zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
berechnen / bestimmen	Mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe bestimmen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge wiedergeben
bestätigen	Die Gültigkeit einer Aussage z.B. einer Hypothese oder einer Modellvorstellung durch ein Experiment verifizieren
beurteilen	Zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden begründet formulieren
bewerten / Stellung nehmen	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Kriterien vertreten
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessenen Kommunikationsformen strukturiert wiedergeben
diskutieren	In Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen bzw. Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen

dokumentieren	Alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
durchführen (Experimente)	Eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
entwickeln / aufstellen	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment oder ein Modell schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	Einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen
erläutern	Einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen (chemische Formeln und Gleichungen) veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
interpretieren / deuten	Kausale Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen
nennen / angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen
planen (Experimente)	Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder als Fließtext übersichtlich darstellen
strukturieren / ordnen	Vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren
überprüfen / prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
verallgemeinern	Aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	Eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen