

Problem A

24 bp $\hat{=}$ 10 rp; $f = \frac{10}{24}$

Multiple Choice

1. **2 bp**

- Al Cl Cs Ba N

2. **2 bp**

- CO₂ NaCl C₁₂H₂₂O₁₁ CaCO₃ MgO

3. **2 bp**

- C₈H₁₆O C₈H₁₈O₂ C₈H₁₆O₂ C₇H₁₃COOH C₈H₁₈N₂

4. **2 bp**

- ³⁶Cl₁₇ ³⁷Ar₁₈ ⁴⁰Sc₂₁³⁺ ³⁶P₁₅³⁻ ³⁶Cl₁₇⁻

5. **2 bp**

- 0,98 g/mL 0,99 g/mL 1,00 g/mL 1,01 g/mL 1,02 g/mL

6. **2 bp**

- 2,0 2,3 2,6 3,0 3,5

7. **2 bp**

- 1 2 3 4 5

8. **2 bp**

- 1, 16, 10, 22 2, 31, 20, 22 1, 20, 10, 22 2, 42, 20, 22 3, 42, 20, 22

9. **2 bp**

- 6 7 8 9 10

10. **2 bp**

- I I und II I, II und III alle keine

11. **2 bp**

- BaNO₃ AlCl₂ CaBr₂ Al₂SO₄ H₂Cl

12. **2 bp**

- (a) (b) (c) (d) (e)

<i>g) Berechnen Sie x.</i>	
$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,6(\text{g})}{18,02(\text{g mol}^{-1})} = 0,20 \text{ mol}$	1 bp
$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = n(\text{MgCO}_3) = \frac{4,0(\text{g})}{100,09(\text{g mol}^{-1})} = 0,040 \text{ mol}$	1 bp
$x = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{MgCO}_3)} = \frac{0,20}{0,040} = 5$	1 bp
<i>h) Berechnen Sie das Gesamtvolumen der Gase bei 25,0°C und 99000 Pa in Liter.</i>	
$n_{\text{tot}} = 0,24 \text{ mol}$	1 bp
$V = \frac{0,24(\text{mol}) \cdot 8,3145(\text{Pa m}^3 \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \cdot 298,15(\text{K})}{9,90 \cdot 10^4(\text{Pa})} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 6,0 \text{ L}$	1 bp

Problem C

30 bp \pm 11,5 rp; $f = \frac{11,5}{30}$

Woraus man Münzen (nicht mehr) macht

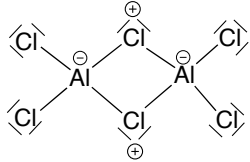
C.1. Kupfer

a) Berechnen Sie den Materialwert, den eine 1-Cent-Münze gleicher Masse aus reinem Kupfer hätte, in Cent.	
2,30 g = $2,30 \cdot 10^{-6}$ t \Rightarrow Materialwert = $5558,3(\text{€ t}^{-1}) \cdot 2,30 \cdot 10^{(-6)}(\text{t}) = 0,0128\text{€} \approx 1,3$ Cent	1 bp
b) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für die Bildung von Kupfer(II)-nitrat aus Cu und HNO ₃ unter Entwicklung von NO ₂ und Wasser an.	
$\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	2 bp
c) Geben Sie abgestimmte Ionengleichungen für die Reaktionen von Cu ²⁺ mit I ⁻ und für die Reaktion des gebildeten I ₂ mit S ₂ O ₃ ²⁻ an.	
$2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{I}^- \rightleftharpoons 2 \text{CuI} + \text{I}_2$ (Wenn: $2 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cu}^+ + \text{I}_2$	1,5 bp 1 bp
$\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{I}^-$	1 bp
d) Der Umschlag am Endpunkt erfolgt... (kreuzen sie richtig an)	
<input type="radio"/> von Violett (Veilchenfarben) nach Farblos <input checked="" type="radio"/> von Blauviolett nach Weiß <input type="radio"/> von Rot nach Gelb <input type="radio"/> von Gelblich-braun nach Weiß	1 bp
e) Berechnen Sie den Kupfergehalt der Münze in Massenprozent.	
Titration: $n_{\text{Cu}} = V_{\text{Thios}} \cdot c_{\text{Thios}} = 14,28 \text{ (mL)} \cdot 0,200 \text{ (mmol mL}^{-1}\text{)} = 2,856 \text{ mmol}$	0,5 bp
Gesamt: $m_{\text{Cu}} = 20 \cdot n_{\text{Cu}} \cdot M_{\text{Cu}} = 20 \cdot 0,002856 \text{ (mol)} \cdot 63,55 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 3,6300 \text{ g}$	1,5 bp
$w_{\text{Cu}} = \frac{3,6300 \text{ (g)}}{4,0973 \text{ (g)}} \cdot 100 = 88,59 \%$	0,5 bp

C.2. Columbium

a) Geben Sie den Massengehalt an Sauerstoff in % an.	
$w_{\text{O}} = 100 - 14,23 - 13,99 - 47,33 = 24,45\%$	1 bp
b) Zeigen Sie durch Rechnung, um welches Element es sich bei Cb handelt.	
$M(\text{Cb}) = \frac{1}{2} \cdot 392,61 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} \cdot 0,4733 = 92,91 \text{ g mol}^{-1}$ daher Cb = Niob	1,5 bp
c) Geben Sie Oxidationszahlen in diesen Verbindungen an	
für Cb +5 für Ta +5	1 bp
d) Stellen Sie eine abgestimmte Gleichung mit ganzzahligen Koeffizienten für diese Fällung auf.	
$2 \text{K}_2[\text{CbOF}_5] + 6 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Cb}_2\text{O}_5\downarrow + 4 \text{KF} + 6 \text{NH}_4\text{F} + 3 \text{H}_2\text{O}$	2 bp
e) Stellen Sie eine abgestimmte Gleichung mit ganzzahligen Koeffizienten für diese Reduktion auf. Wählen Sie den Ansatz so, dass Cb und Fe auf der Produktseite im Stoffmengenverhältnis 3:1 auftreten.	
$3 \text{Cb}_2\text{O}_5 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 12 \text{Al} \rightarrow 6 \text{Cb} + 2 \text{Fe} + 6 \text{Al}_2\text{O}_3$	3,5 bp

C.3. Aluminium

a) Wie viel EUR erhalten Sie für 1 ATS? Geben Sie den Wechselkurs auf 6 Stellen hinter dem Komma an.				
1 ATS = 0,072673 EUR	(keine Punkte wenn nicht 6 Stellen) 0,5 bp			
b) Berechnen Sie die Massen, die man in der Geldtasche hätte, um den Gegenwert von EUR 30,- in bar zu transportieren (a) in 10-Cent-Stücken (b) in 10-Groschen-Stücken.				
10-Cent-Masse: € 30,- sind 300 Stücke zu 10 Cent → $m_{cent} = 1230 \text{ g}$ 10-Groschen-Masse: € 30,- sind ATS 412,81 das sind 4128 Stücke zu 10 Groschen $m_{Groschen} = 4541 \text{ g}$	1,5 bp			
c) Geben Sie die Formel der schützenden Oxidschicht an.				
Al_2O_3	0,5 bp			
d) Wenn sich Aluminium in Wasser auflöst, dann ist das Oxidationsmittel... (richtig ankreuzen)				
<input type="checkbox"/> H_2 aus dem Wasser H_2O	<input type="checkbox"/> O aus dem Wasser H_2O			
<input type="checkbox"/> O_2 aus der im Wasser gelösten Luft	<input checked="" type="checkbox"/> X keines der angegebenen			
1 bp				
e) Nach der Oxidation liegen hydratisierte Al^{3+} -Ionen vor. Die Gegenionen dazu sind dann... (richtig ankreuzen)				
<input type="checkbox"/> O^{2-}	<input type="checkbox"/> H_3O^+			
<input checked="" type="checkbox"/> OH^-	<input type="checkbox"/> in diesem Fall nicht vorhanden			
1 bp				
f) Kreuzen Sie die richtige Farbe des Niederschlags an				
<input type="checkbox"/> grau	<input type="checkbox"/> gelb	<input checked="" type="checkbox"/> weiß	<input type="checkbox"/> schwarz	<input type="checkbox"/> braun
0,5 bp				
g) Geben Sie die Ladungszahl n dieses Kations an..				
$n = 18$	1 bp			
h) Zeichnen Sie eine vollständige Lewis-Formel (Valenzstrichformel) für das Dimere Aluminiumchlorid samt nicht-bindender Elektronenpaare sowie allfälliger formaler Ladungen.				
	3 bp			
nichtbindende Paare fehlen: - 1bp formale Ladungen fehlen: - 1bp				
i) Berechnen Sie die Anteile von X und O in Prozent (m/m).				
$\frac{w_O}{w_{Al}} = \frac{4 \cdot 16,00}{2 \cdot 26,98} \Rightarrow w_O = 37,016 \%$	1 bp			
$w_X = 100 - 37,016 - 31,209 = 31,775\%$	1 bp			
j) Geben Sie an, um welches Element X es sich handelt, und beweisen Sie durch Rechnung.				
$\frac{M_X}{2 \cdot M_{Al}} = \frac{31,775}{31,209} \Rightarrow M_X = 54,94 \text{ g mol}^{-1}$ daher ist X Mangan	0,5 bp			
k) Geben Sie die Oxidationszahl von X an.				
+2	0,5 bp			

Problem D

30 bp \triangleq 12 rp; $f = \frac{12}{30}$

Physikalische Chemie

D.1. Das Element

a) Berechnen Sie die Atommasse des in der Natur vorkommenden Isotopengemisches in u.	
$M(\text{Pb}) = 0,014 \cdot 203,973 + 0,241 \cdot 205,974 + 0,221 \cdot 206,976 + 0,524 \cdot 207,977$	
$M(\text{Pb}) = 207,217 \text{ u}$	2 bp
b) Wie viele Protonen (p), Neutronen (n) & Elektronen (e) enthalten folgende Teilchen?	
$^{206}_{82}\text{Pb}$: 82 p, 124 n, 82 e	1 bp
$^{208}\text{Pb}^{2+}$: 82 p, 126 n, 80 e	1 bp
c) Schreiben Sie eine abgestimmte Zerfallsgleichung auf.	
$^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{206}_{80}\text{Hg}$	1 bp

D.2. Blei in Erzen

a) Schreiben Sie abgestimmte Gleichungen für die beiden Prozesse auf.	
$\text{PbS} + 1,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{SO}_2$	1 bp
$\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$ oder: $2 \text{ PbO} + \text{C} \rightarrow 2 \text{ Pb} + \text{CO}_2$	1 bp
b) Berechnen Sie die Masse Blei, die aus 1,0 t Bleierz mit 82% (m/m) PbS maximal hergestellt werden kann, wenn die Ausbeute des Röstens 98% und die der Reduktion 92% beträgt.	
$n(\text{PbS}) = \frac{1,0 \cdot 10^6 (\text{g}) \cdot 0,82}{239,26 (\text{g mol}^{-1})} = 3427,1 \text{ mol}$	
$n(\text{PbO}) = 3427,2 (\text{mol}) \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 3090,0 \text{ mol}$	
$m(\text{Pb}) = 3090,0 (\text{mol}) \cdot 207,2 (\text{g mol}^{-1}) = 6,4 \cdot 10^2 \text{ kg}$	2 bp
<i>Volle Punkte (2bp) für jeden korrekten Rechenweg zum Endresultat.</i>	

D.3. Blei als Pb^{2+}

a) Berechnen Sie die Löslichkeit von PbI_2 in mol L^{-1} in reinem Wasser.	
$\text{PbI}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2 \text{ I}^- \quad K_L = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$	2 bp
$s = \sqrt[3]{\frac{7,5 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$	1 bp
b) Treten in der Mischung eine Trübung oder ein Niederschlag auf? Zeigen Sie durch eine Berechnung.	
$c_0(\text{Pb}^{2+}) = \frac{0,010}{2} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$	
$c_0(\text{Cl}^-) = \frac{0,020}{2} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$	
$IP = 5,0 \cdot 10^{-3} \cdot (1,0 \cdot 10^{-2})^2 = 5,0 \cdot 10^{-7} < K_L \Rightarrow \text{kein NS}$	2 bp

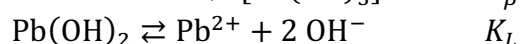
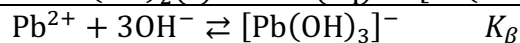
c) Berechnen Sie das Potential der abgebildeten Halbzelle. Verwenden Sie dazu das vorher gegebene Löslichkeitsprodukt von PbI_2 .

$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln[Pb^{2+}] = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{K_L}{[I^-]^2} \quad 2 \text{ bp}$$

$$[I^-] = 0,100 + 2 \cdot [I^-]_{NS} \cong 0,100 \text{ mol L}^{-1}$$

$$E = -0,125(V) + \frac{8,3145(V \text{ A s mol}^{-1} K^{-1}) \cdot 298,15(K)}{2 \cdot 96485(A \text{ s mol}^{-1})} \ln \frac{7,5 \cdot 10^{-9}}{0,100^2} = -0,306 V \quad 2 \text{ bp}$$

d) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante für die Reaktion
 $Pb(OH)_2(s) + OH^-(aq) \rightleftharpoons [Pb(OH)_3]^-(aq)$



$$Pb(OH)_2 + OH^- \rightleftharpoons [Pb(OH)_3]^- \quad K = K_\beta K_L = 7,9 \cdot 10^{13} \cdot 1,4 \cdot 10^{-15} = 0,11 \quad 2,5 \text{ bp}$$

e) Berechnen Sie die Konzentration des Komplexes $[Pb(OH)_3]^-$ in einer Lösung mit $pH = 11,0$, die einen Bodenkörper von $Pb(OH)_2$ enthält.

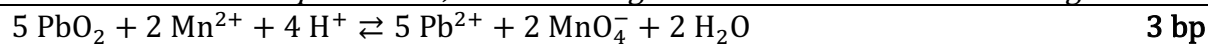
$$K = \frac{c_{eq}([Pb(OH)_3]^-)}{c_{eq}(OH^-)} \Rightarrow c_{eq}([Pb(OH)_3]^-) = K \cdot c_{eq}(OH^-)$$

$$pOH = 3,0 \Rightarrow c_{eq}(OH^-) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$c_{eq}([Pb(OH)_3]^-) = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \quad 2,5 \text{ bp}$$

D.4. Blei als Pb^{4+}

a) Schreiben Sie eine abgestimmte Reaktionsgleichung für jene Redoxreaktion zwischen den beiden Redoxpaaren auf, deren Gleichgewicht auf der rechten Seite liegt.



Wenn umgekehrt aber korrekt abgestimmt aufgeschrieben $1,5 \text{ bp}$

b) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante der Redoxreaktion.

$$\Delta E^0 = E_{red}^0 - E_{ox}^0 = 1,65 - 1,51 = 0,14 V \quad 1 \text{ bp}$$

$$\Delta G^0 = -zF\Delta E^0 = -RT \ln K$$

$$K = e^{zF\Delta E^0/RT} \quad 1,5 \text{ bp}$$

$$K = \exp\left(\frac{10 \cdot 96485(A \text{ s mol}^{-1}) \cdot 0,14(V)}{8,3145(V \text{ A s mol}^{-1} K^{-1}) \cdot 298,15(K)}\right) = 4,62 \cdot 10^{23} \quad 1,5 \text{ bp}$$

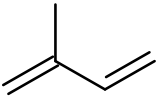
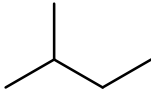
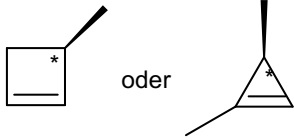
Wurde bei a) die Gleichung verkehrt aufgeschrieben, ist $K_{Folgefehler} = \frac{1}{K} = 2,16 \cdot 10^{-24}$

Problem E

50 bp $\hat{=}$ 20 rp; $f = \frac{20}{50}$

Organische Chemie - Terpene und Phenylpropanoide

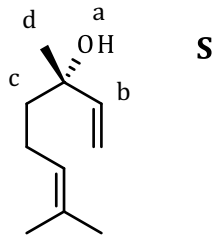
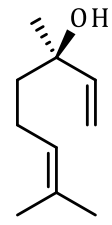
E.1. Rund um den Terpenbaustein Isopren

<p>a) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel des Terpenbausteins Isopren (2-Methylbuta-1,3-dien).</p>		
<p>b) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel des Reaktionsproduktes, das durch die vollständige katalytische Hydrierung von Isopren entsteht.</p>		
<p>c) Zeichnen Sie die Konfigurationsformel eines cyclischen, chiralen Isomers von Isopren und kennzeichnen Sie das chirale Zentrum mit einem Sternchen (*).</p>		
<p>a) 1 bp</p> 	<p>b) 1 bp</p> 	<p>c) 2 bp</p> 

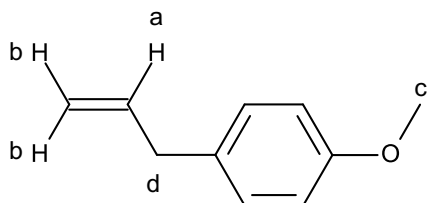
E.2. Verschiedene Terpene

<p>d) Schreiben Sie zu jeder Aussage die Nummer/n der obenstehenden Verbindung/en, für die die jeweilige Aussage zutrifft.</p>	
Ich bin/wir sind acyclisch:	3,9
Ich/wir enthalte/n eine Keton-Gruppe:	5,7
Ich bin/wir sind mit $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ in H_2SO_4 schonend oxidierbar:	1
Ich/wir zeige/n eine positive Reaktion mit DNPH (2,4-Dinitrophenylhydrazin):	5,7
Ich/wir beinhalte/n im Ring eine Doppelbindung, welche E-konfiguriert ist:	6
Ich/wir enthalte/n eine tertiäre Hydroxygruppe:	3
Ich/wir reagiere/n mit elementarem Natrium unter Bildung von H_2 :	1,3
Ich/wir enthalte/n ausschließlich C- und H-Atome:	4,6,8,9
Für jede vollständig richtige Lösung 1 bp = 8 bp	

<p>e) Bestimmen Sie die Summenformel von Terpen 5.</p>	
$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$	1 bp
<p>f) Wie viele Isopreneinheiten enthält Verbindung 6?</p>	
3	1 bp

g) Bestimmen Sie den Stereodeskriptor vom chiralen C-Atom von Terpen 3 und ordnen Sie die Substituenten nach ihrer Priorität (a = höchste Priorität, d = niedrigste Priorität).	
h) Zeichnen Sie die Konfiguration des Enantiomers zu 3.	
g)	2 bp
	h)
	1,5 bp
	

E.3. NMR-Spektroskopie verschiedener Phenylpropanoide und anderer Naturstoffe

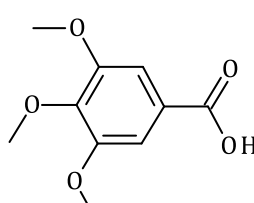
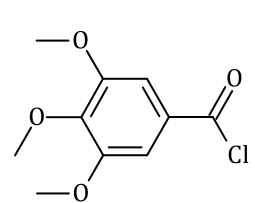
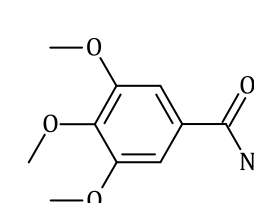
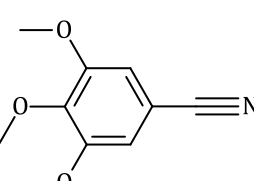
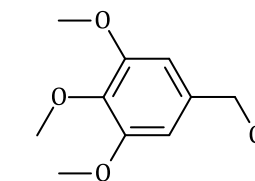
i) Welche der Strukturen zeigt kein Phenylpropanoid?			
Verbindung C			1 bp
j) Geben Sie die Summenformel des Phenylpropans an.			
C ₉ H ₁₂			1 bp
k) Ordnen Sie den vier NMR-Spektren die richtige Struktur (aus A bis H) zu.			
Spektrum 1: G	Spektrum 2: A	Spektrum 3: E	Spektrum 4: C
Für jede richtige Zuordnung: 2 bp = 8 bp			
l) Ordnen Sie alle nicht-aromatischen Protonensignale von Spektrum 2 der Struktur zu, indem Sie die Buchstaben a, b, c und d (für die Signale a, b, c bzw. d) zu den entsprechenden Protonen in der Struktur schreiben. Zeichnen Sie dazu hier nochmals die Struktur.			
			
0,5bp je richtiger Zuordnung – gesamt daher 2 bp			
m) Ermitteln Sie den vollständigen (inklusive etwaiger Stereodeskriptoren) IUPAC-Namen von Verbindung G.			
E-3-Phenylpropenal			1,5 bp

E. 4. Synthese des Phenylpropanoids Elemicin

n) Schreiben Sie die Summenformeln von **F** und **X** auf. Der Rechenweg muss nicht gezeigt werden.

F: $C_{10}H_{14}O_4$	1 bp	X: HCl	0,5 bp
-----------------------------	-------------	-----------------	---------------

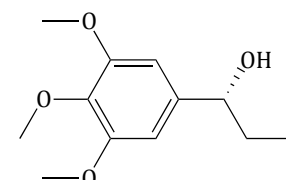
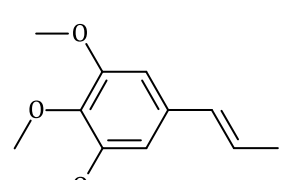
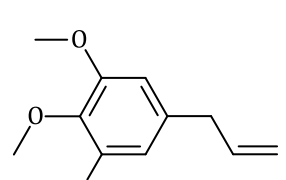
o) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln der Verbindungen **B**, **C**, **D**, **E** und **F**.

B: 	2 bp	C: 	2 bp	D: 	2 bp
E: 	2 bp	F: 	2 bp		

p) Wählen Sie für die Umsetzung von **E** zu **G** ein geeignetes Reagenz für **Y** aus und unterstreichen Sie dieses.

<p>$LiAlH_4$ (Lithiumaluminiumhydrid) H_2SO_4 (Schwefelsäure) <u>$DIBAL-H$ (Diisobutylaluminiumhydrid)</u> H_2O_2 (Wasserstoffperoxid) $Cr_2O_7^{2-} / H^+$ (Dichromat, saures Milieu) $KMnO_4$ (Kaliumpermanganat)</p>	1 bp
--	-------------

q) Zeichnen Sie die Konfigurationsformel der Verbindung **H** in (*R*)-Konfiguration, die von **I** in (*E*)-Konfiguration sowie die Konstitutionsformel der Verbindung **J**

H: 	2,5 bp	I: 	2 bp	J: 	2 bp
für fehlende oder falsche Stereochemie 0,5bp Abzug als Alkoholat 1bp Abzug		für fehlende oder falsche Stereochemie 0,5bp Abzug			