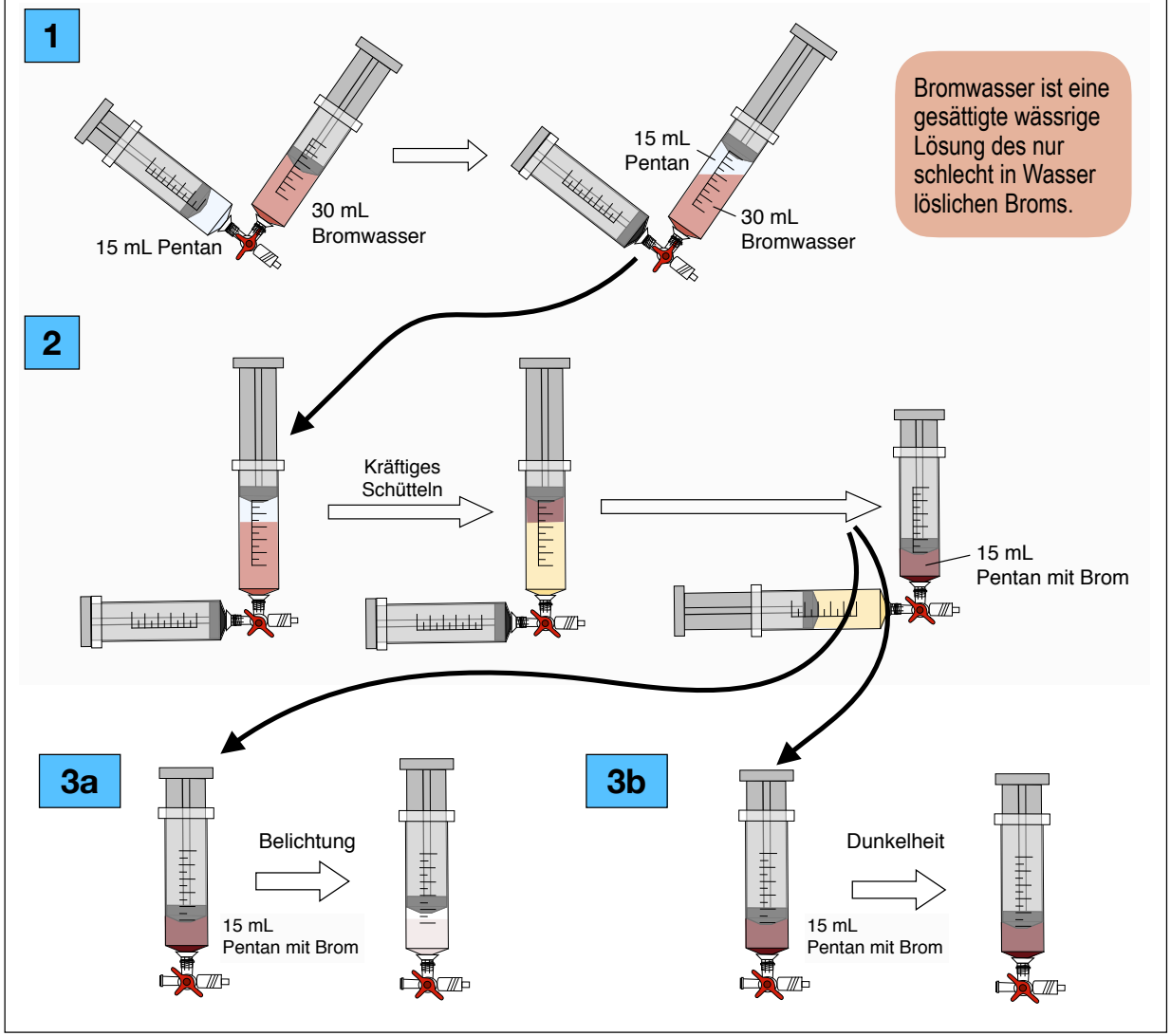
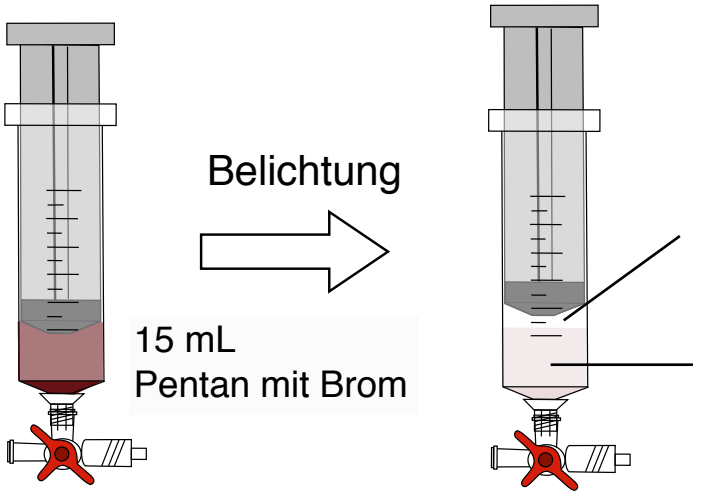
Experiment: Reaktion von Brom mit Pentan

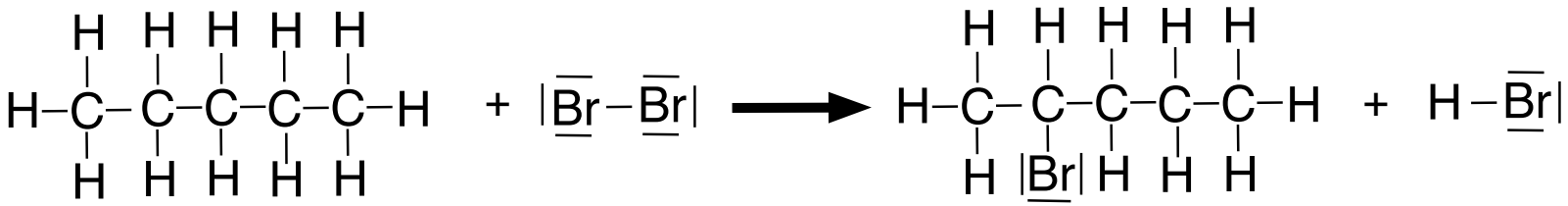


3a



HBr-Gas *(dissoziiert in wässriger Lösung, dadurch saure Lösung)*

Brompentan gelöst in überschüssigem Pentan
(evtl. auch etwas Dibrompentan, Tribrompentan…)



Zu klärende Fragen:

Startreaktion:



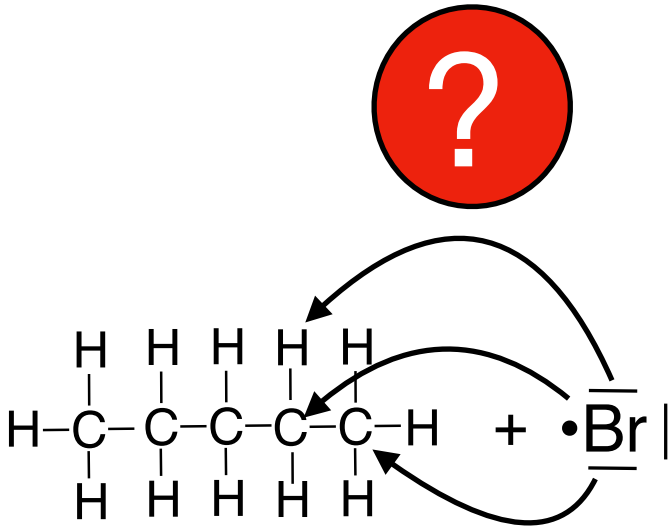
Zum Spalten von Bindungen benötige Energie:

Br-Br-Bindung:	193 kJ / mol
C-H-Bindung:	414 kJ / mol
C-C-Bindung:	347 kJ / mol

https://de.wikipedia.org/wiki/Brom#/media/Datei:Bromine_vial_in_acrylic_cube.jpg, von Alchemist-hp (pse-mendelejew.de) 2009 Lizenz: CC BY-SA 3.0 de



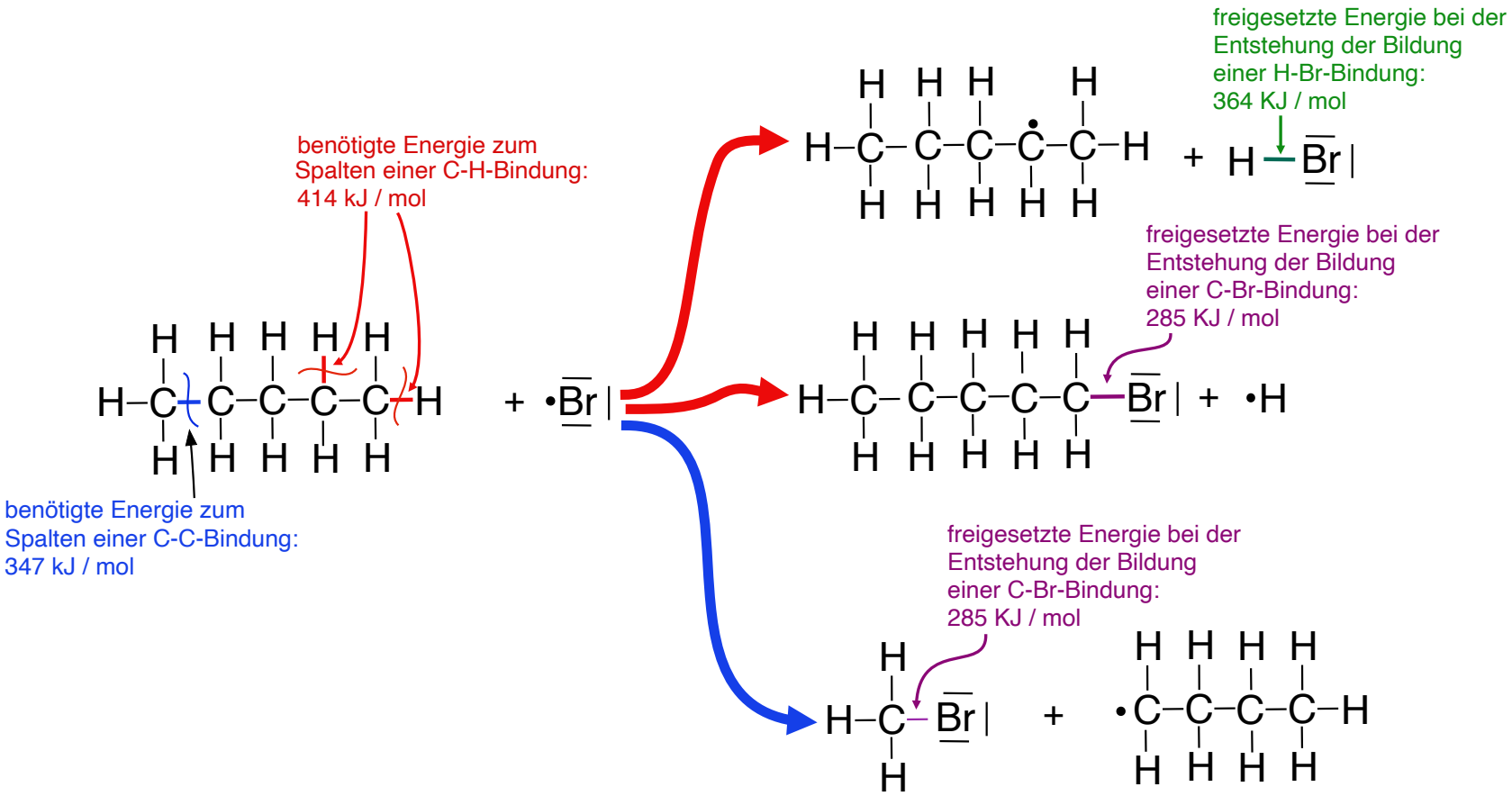
Rotbraunes Brom absorbiert sichtbares Licht (und damit die entsprechenden Lichtenergie)

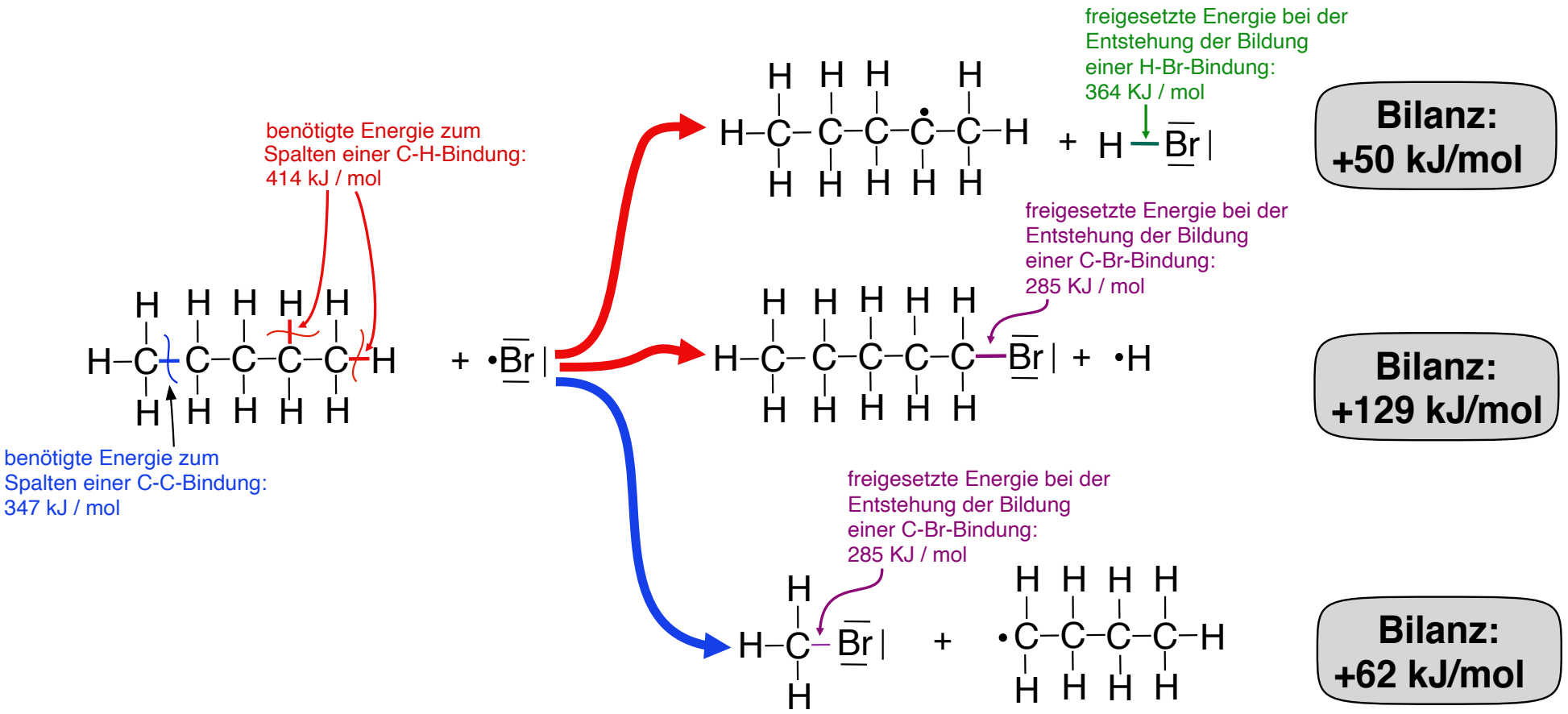


Bindung	mittlere Bindungsenergie/ kJ mol^{-1}	Bindung	mittlere Bindungsenergie kJ mol^{-1}
Br—Br	193	I—I	151
Br—Cl	216	N—Br	243
Br—F	249	N—Cl	201
Br—I	175	N—F	283
C—Br	285	N—H	389
C—C	347	N—N	159
C=C	619	N=N	418
C≡C	812	N≡N	941
C—Cl	326	N—O	201
C—F	485	N=O	607
C—H	414	O—Br	201
C—I	213	O—Cl	205
C—N	293	O—F	184
C=N	616	O—H	463
C≡N	879	O—I	201
C—O	335	O—O	138
C=O	707	O=O	494
C≡O	1072	P—Cl	326
C—S	272	P—H	318
C=S	573	S—Br	217
Cl—Cl	243	S—Cl	276
Cl—F	249	S—F	285
Cl—I	208	S—H	339
F—F	155	S—S	213
H—Br	364	Si—Cl	301
H—Cl	431	Si—C	381
H—F	565	Si—F	565
H—H	435	Si—H	323
H—I	297	Si—O	368
I—F	278	Si—Si	226

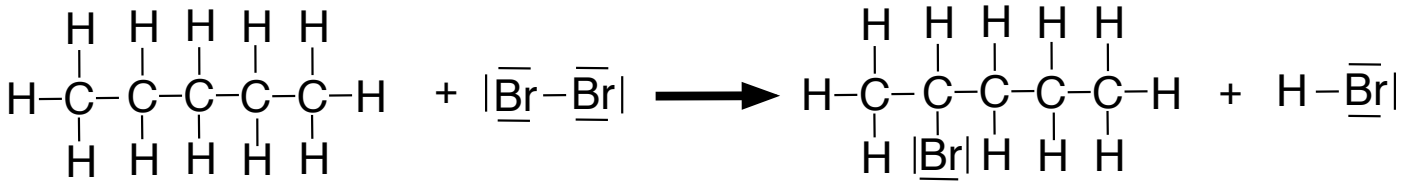
aus Charles E. Mortimer: Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 5. Auflage, Thieme-Verlag 1987

CC BY SA


benötigte Energie zum
Spalten einer C-H-Bindung:
414 kJ / mol
benötigte Energie zum
Spalten einer C-C-Bindung:
347 kJ / mol
freigesetzte Energie bei der
Entstehung der Bildung
einer H-Br-Bindung:
364 KJ / mol
freigesetzte Energie bei der
Entstehung der Bildung
einer C-Br-Bindung:
285 KJ / mol
freigesetzte Energie bei der
Entstehung der Bildung
einer C-Br-Bindung:
285 KJ / mol


benötigte Energie zum Spalten einer C-H-Bindung: 414 kJ / mol
benötigte Energie zum Spalten einer C-C-Bindung: 347 kJ / mol
freigesetzte Energie bei der Entstehung der Bildung einer H-Br-Bindung: 364 KJ / mol
freigesetzte Energie bei der Entstehung der Bildung einer C-Br-Bindung: 285 KJ / mol
freigesetzte Energie bei der Entstehung der Bildung einer C-Br-Bindung: 285 KJ / mol
Bilanz: +50 kJ/mol
Bilanz: +129 kJ/mol
Bilanz: +62 kJ/mol

Zwischenfazit:

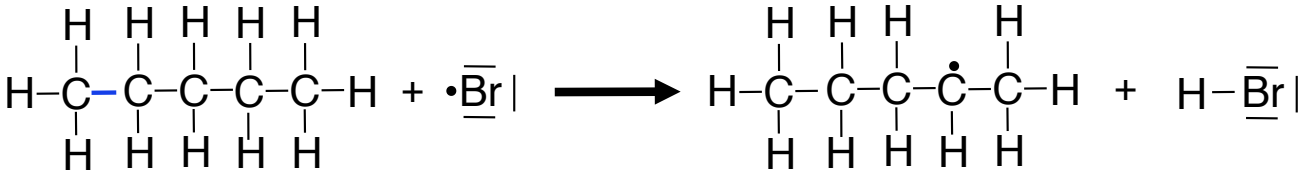


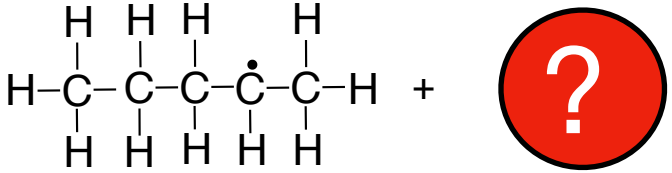
Reaktionsschritte:

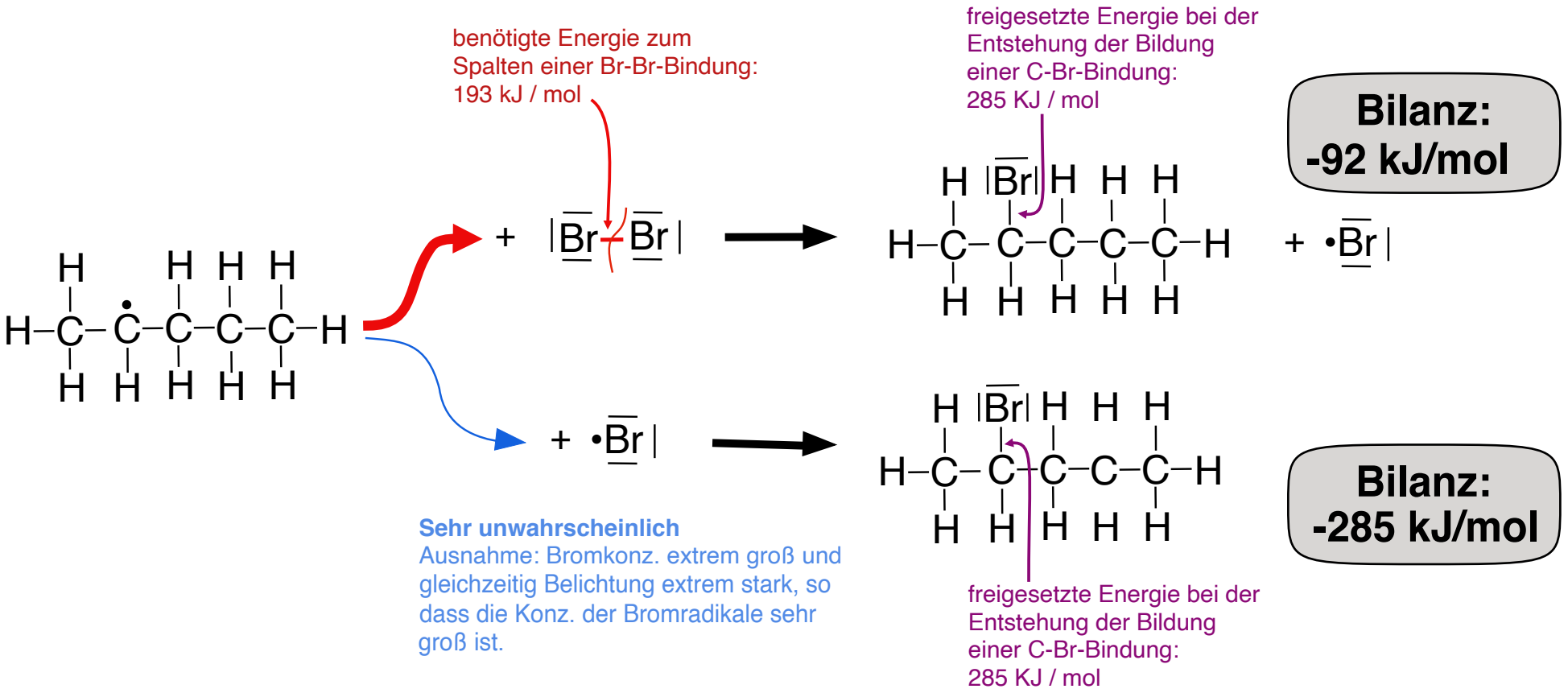
1



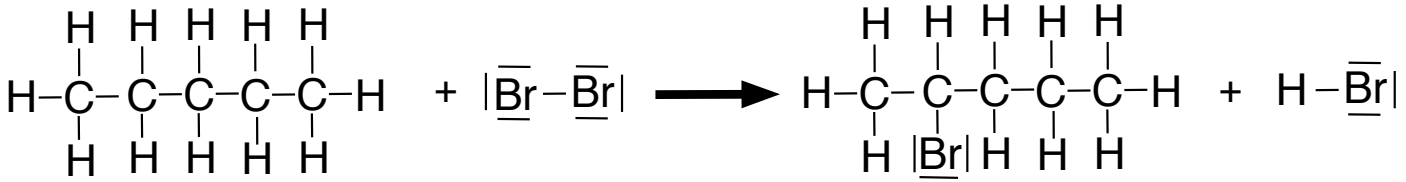
2






benötigte Energie zum
Spalten einer Br-Br-Bindung:
193 kJ / mol
freigesetzte Energie bei der
Entstehung der Bildung
einer C-Br-Bindung:
285 KJ / mol
Bilanz:
-92 kJ/mol
Sehr unwahrscheinlich
Ausnahme: Bromkonz. extrem groß und
gleichzeitig Belichtung extrem stark, so
dass die Konz. der Bromradikale sehr
groß ist.
freigesetzte Energie bei der
Entstehung der Bildung
einer C-Br-Bindung:
285 KJ / mol
Bilanz:
-285 kJ/mol

Zwischenfazit:

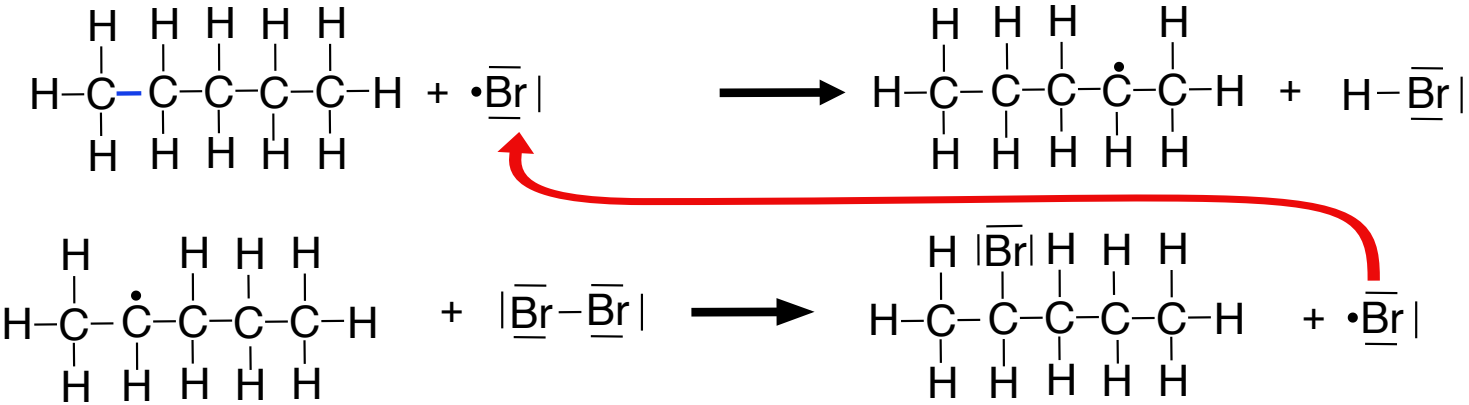


Reaktionsschritte:

1



2



Bilanz: +50 kJ/mol

Bilanz: - 92 kJ/mol

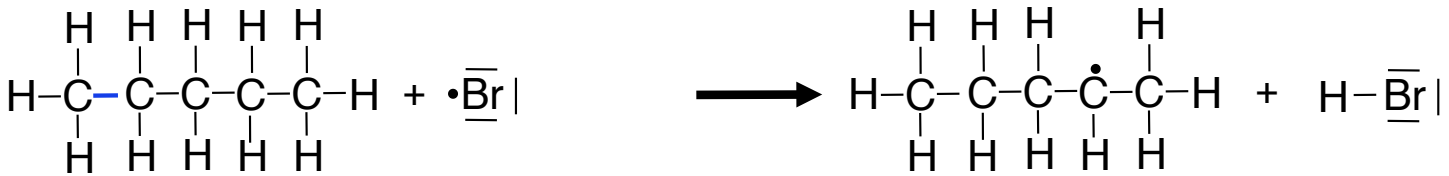
Kettenreaktion!

Reaktionsschritte:

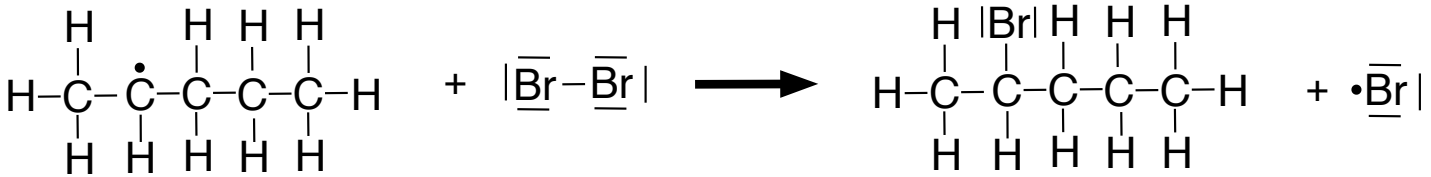
1



2

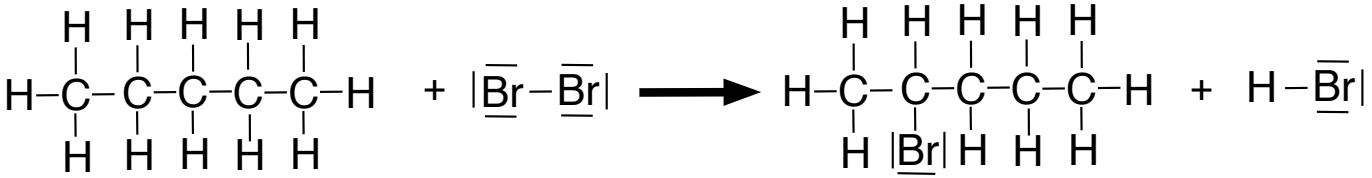


Bilanz: +50 kJ/mol



Bilanz: - 92 kJ/mol

$\sum_2$

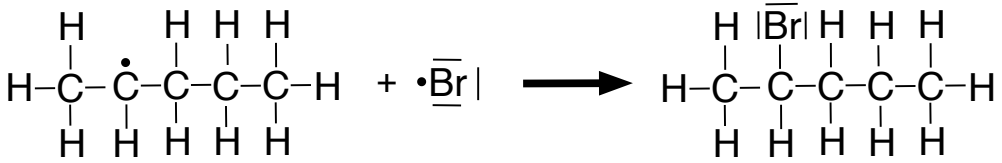


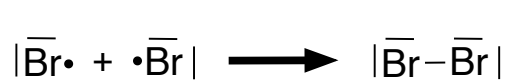
Bilanz: - 42 kJ/mol

Stand 2021

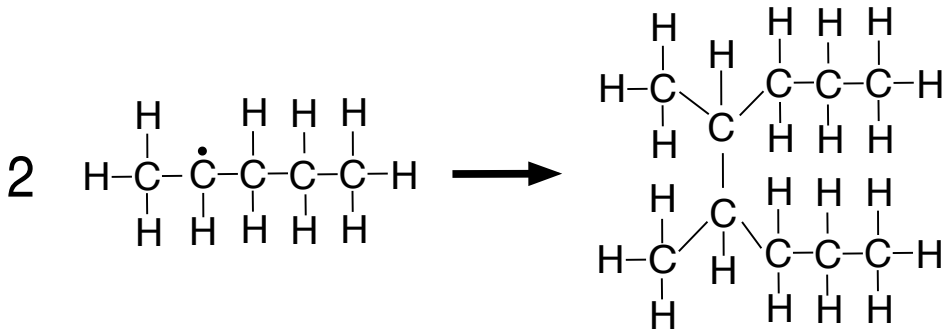
3

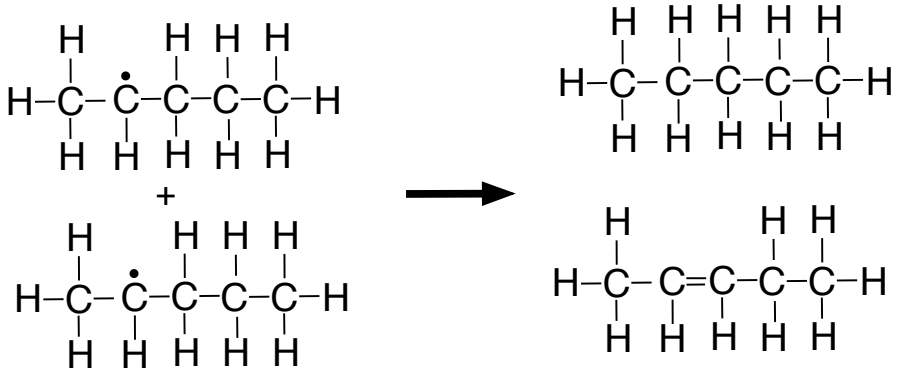
Abbruchreaktionen:





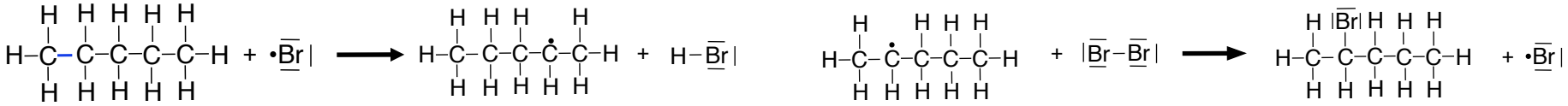
Voraussetzung: keine weitere Belichtung...sonst wieder Spaltung



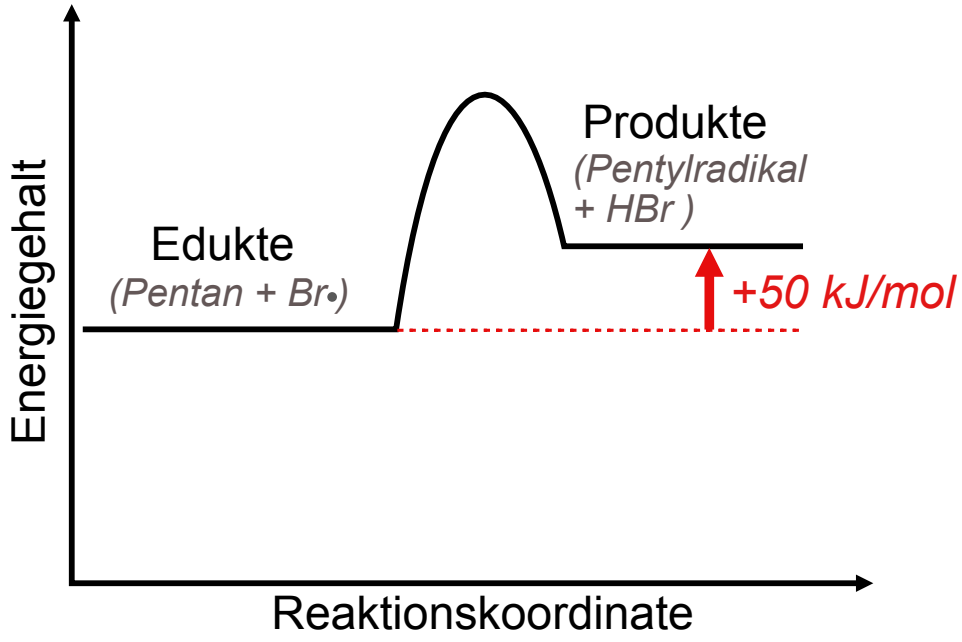


Energetisch Betrachtung der Kettenreaktion

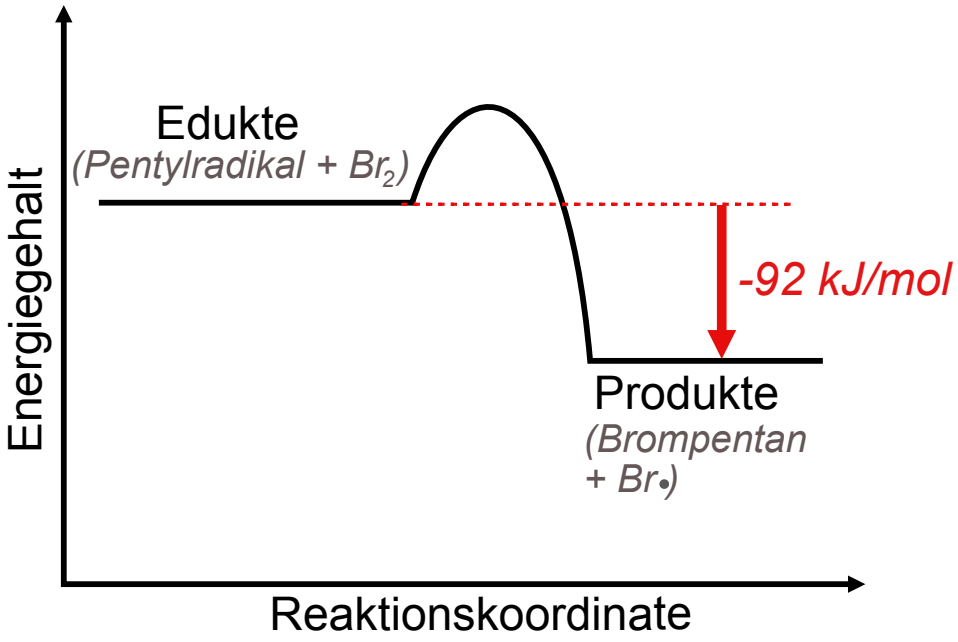
2



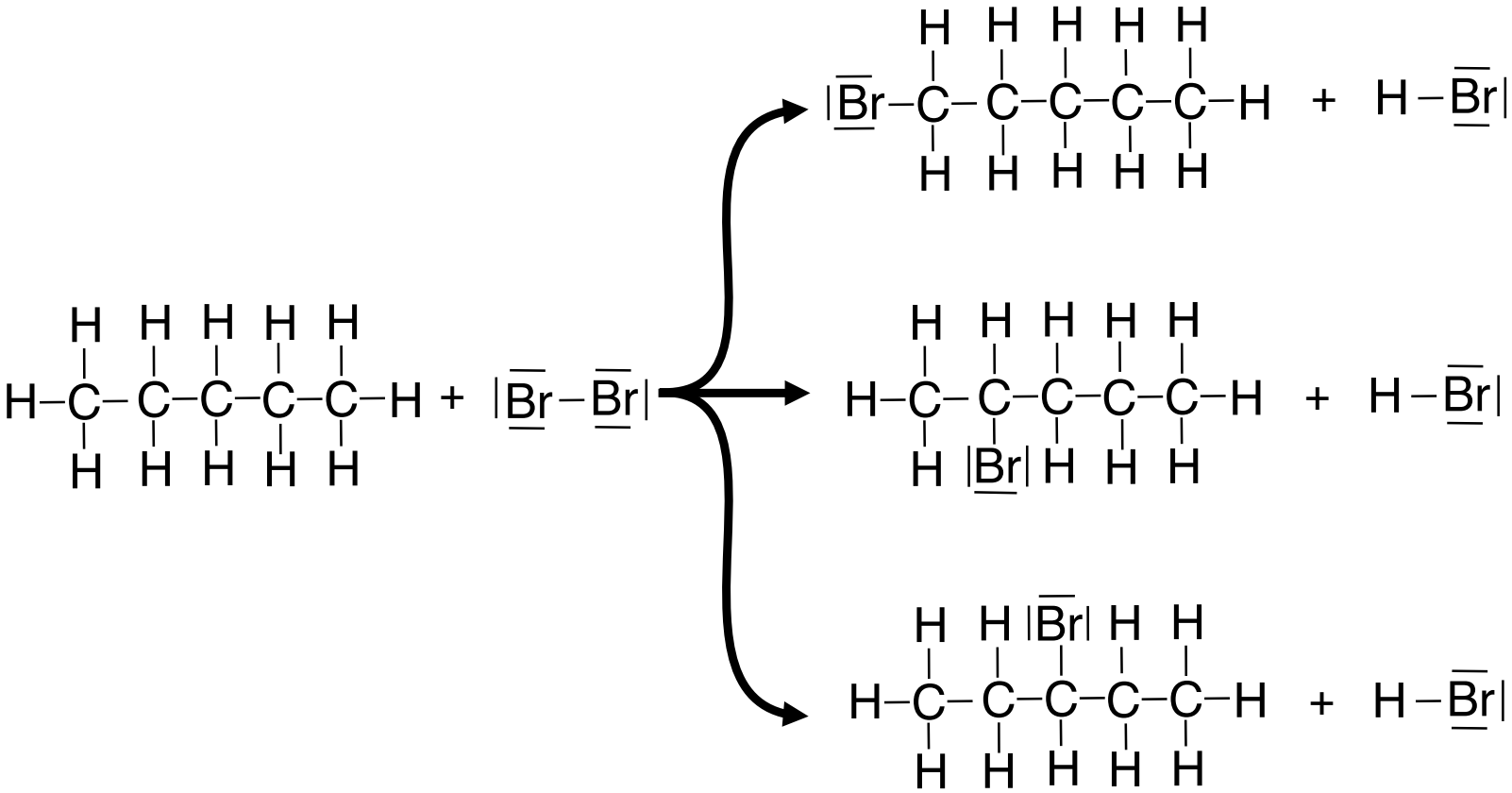
Bilanz: +50 kJ/mol



Bilanz: - 92 kJ/mol

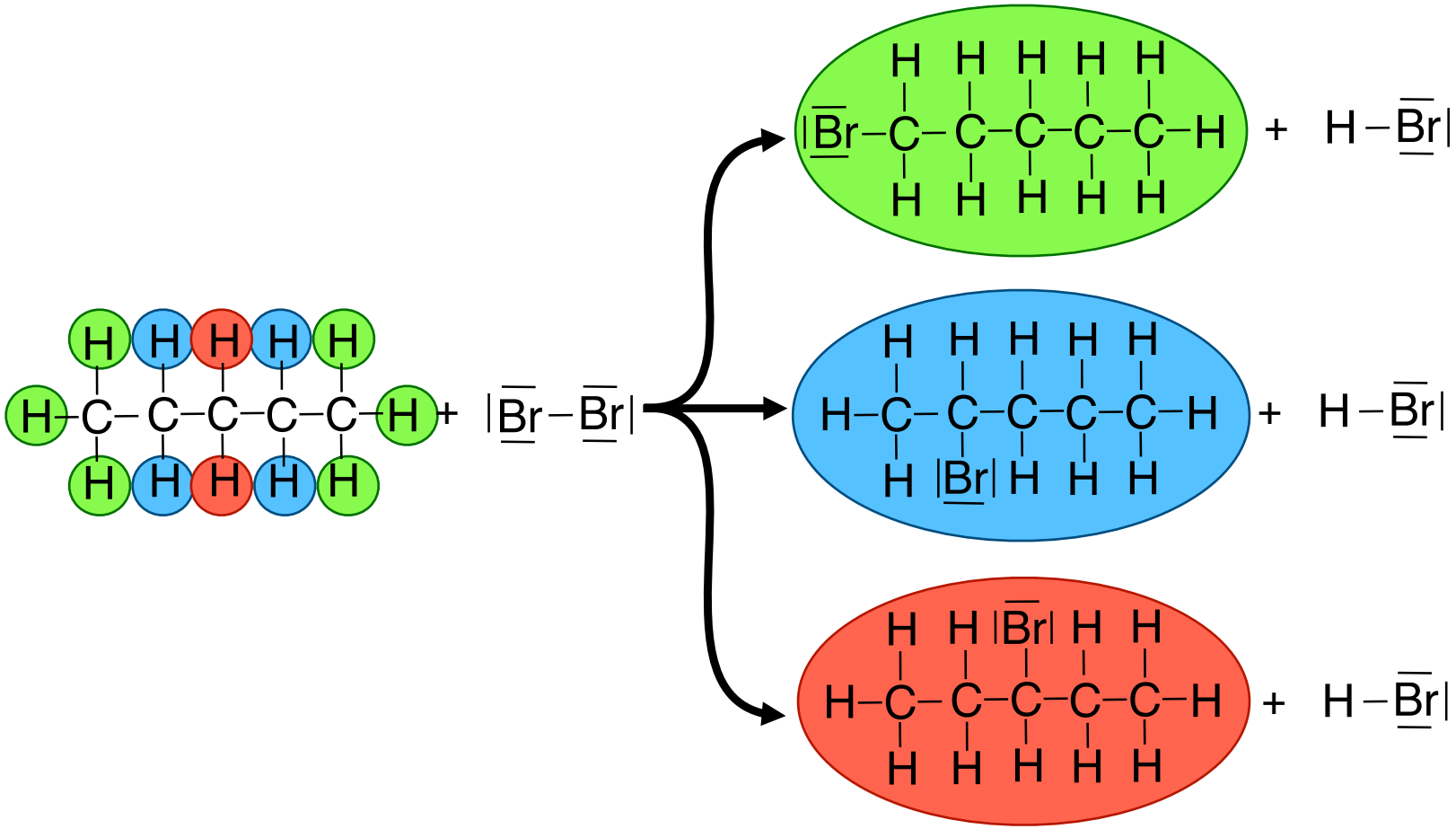


Mögliche Monosubstitutionsprodukte bei der Bromierung von Pentan



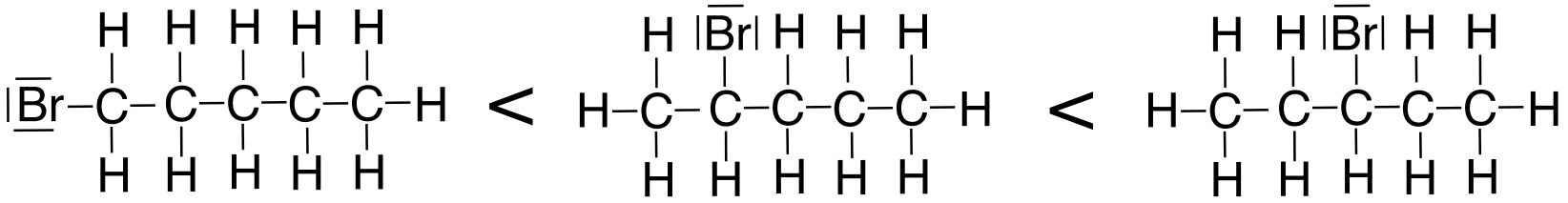
Stand 2021

Mögliche Monosubstitutionsprodukte bei der Bromierung von Pentan



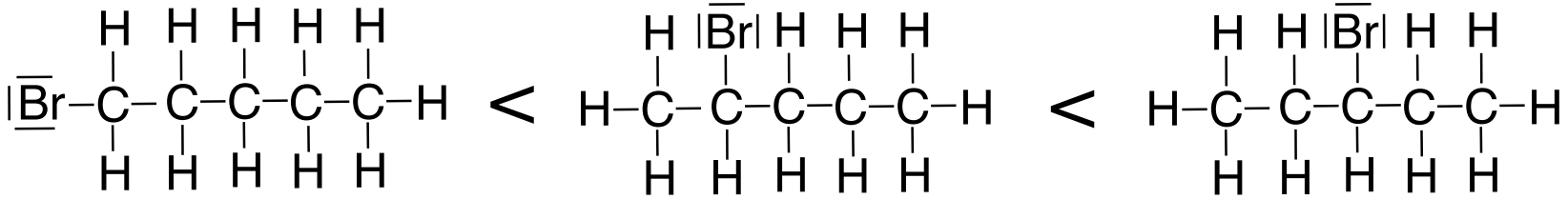
CC BY SA

Mengenverhältnisse der Monosubstitutionsprodukte

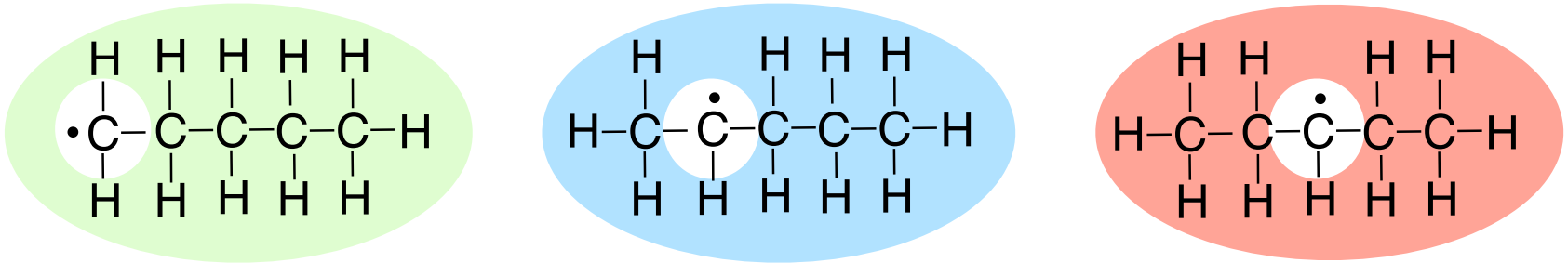


Stand 2021

Mengenverhältnisse der Monosubstitutionsprodukte



zwischenzeitlich gebildete Radikale:

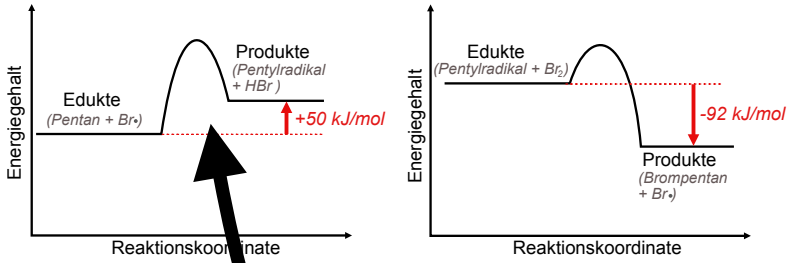


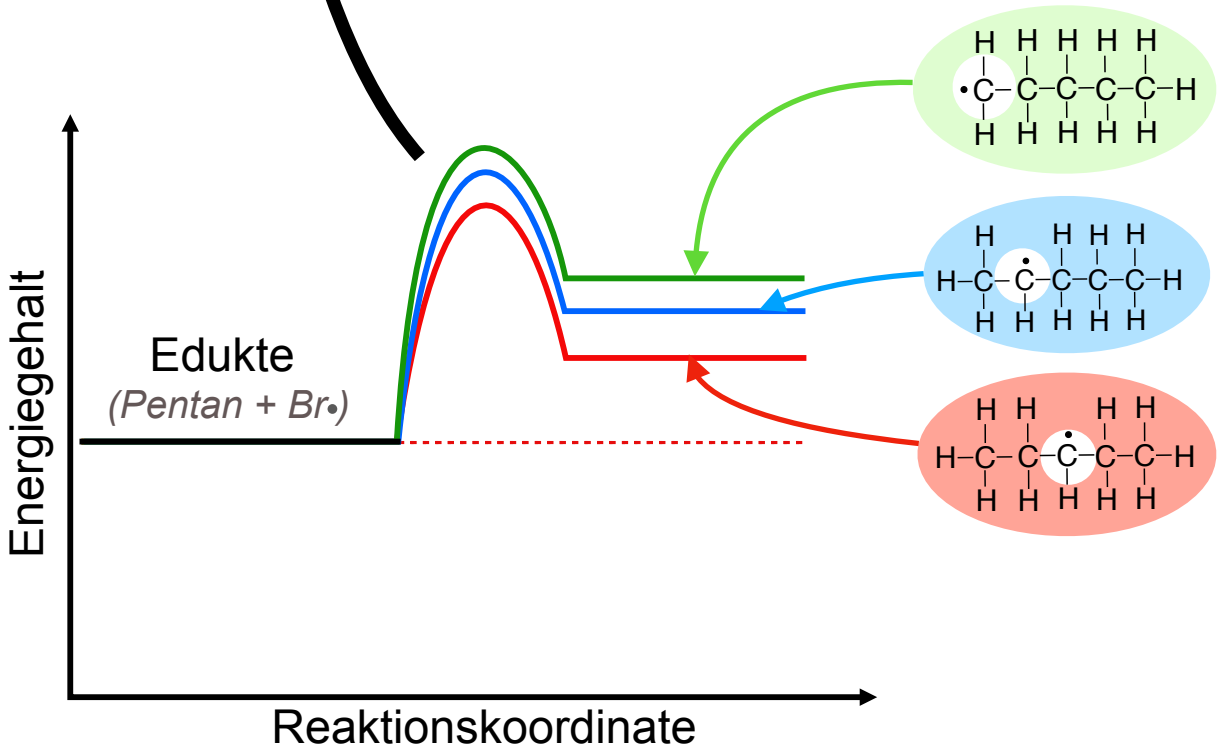
S_N-Radikalische Bromierung (2)

Bindung	mittlere Bindungsenergie/ kJ mol^{-1}	Bindung	mittlere Bindungsenergie kJ mol^{-1}
Br—Br	193	I—I	151
Br—Cl	216	N—Br	243
Br—F	249	N—Cl	201
Br—I	175	N—F	283
C—Br	285	N—H	389
C—C	347	N—N	159
C=C	619	N=N	418
C≡C	812	N≡N	941
C—Cl	326	N—O	201
C—F	485	N=O	607
C—H	414	O—Br	201
C—I	213	O—Cl	205
C—N	293	O—F	184
C=N	616	O—H	463
C≡N	879	O—I	201
C—O	335	O—O	138
C=O	707	O=O	494
C≡O	1072	P—Cl	326
C—S	272	P—H	318
C=S	573	S—Br	217
Cl—Cl	243	S—Cl	276
Cl—F	249	S—F	285
Cl—I	208	S—H	339
F—F	155	S—S	213
H—Br	364	Si—Cl	301
H—Cl	431	Si—C	381
H—F	565	Si—F	565
H—H	435	Si—H	323
H—I	297	Si—O	368
I—F	278	Si—Si	226

aus Charles E. Mortimer: Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 5. Auflage, Thieme-Verlag 1987

N





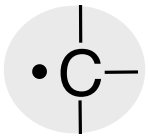
Homolytische Bindungsenergien (A—B → A · + B ·) in kJ/mol

H—H	435	H_3C—H	435	H_3C—Cl	351	H_3C—Br	293
H—F	565	H_5C_2—H	410	H_5C_2—Cl	339	H_5C_2—Br	289
H—Cl	431	*n*-H_7C_3—H	410	*n*-H_7C_3—Cl	343	*n*-H_7C_3—Br	289
H—Br	364	*i*-H_7C_3—H	397	*i*-H_7C_3—Cl	339	*i*-H_7C_3—Br	285
H—I	297	*t*-H_9C_4—H	385	*t*-H_9C_4—Cl	331	*t*-H_9C_4—Br	264
F—F	155	H_2C=CH—H	452	H_2C=CH—H	351		
Cl—Cl	243	H_2C=CH-CH_2—H	368	H_2C=CH-CH_2—H	251	H_2C=CH-CH_2—Br	197
Br—Br	193					H_3C—F	452
I—I	151					H_3C—I	243

Bindung	mittlere Bindungsenergie / kJ mol^{-1}	Bindung	mittlere Bindungsenergie / kJ mol^{-1}
Br—Br	193	I—I	151
Br—Cl	216	N—Br	243
Br—F	249	N—Cl	201
Br—I	175	N—F	283
C—Br	285	N—H	389
C—C	347	N—N	159
C=C	619	N=N	418
C≡C	812	N≡N	941
C—Cl	326	N—O	201
C—F	485	N=O	607
C—H	414	O—Br	201
C—I	213	O—Cl	205
C—N	293	O—F	184
C=N	616	O—H	463
C≡N	879	O—I	201
C—O	335	O—O	138
C=O	707	O=O	494
C≡O	1072	P—Cl	326
C—S	272	P—H	318
C=S	573	S—Br	217
Cl—Cl	243	S—Cl	276
Cl—F	249	S—F	285
Cl—I	208	S—H	339
F—F	155	S—S	213
H—Br	364	Si—Cl	301
H—Cl	431	Si—C	381
H—F	565	Si—F	565
H—H	435	Si—H	323
H—I	297	Si—O	368
I—F	278	Si—Si	226

aus Charles E. Mortimer: Chemie - Das Basiswissen der Chemie, 5. Auflage, Thieme-Verlag 1987

CC BY SA



Elektronenmangel an der radikalischen Stelle:
Nur 7 Elektronen in der Valenzschale!

