

Workshop Quantitative Beziehungen



Quantitative Beziehungen in Curriculum 1

„Klassische Verortung“ als eigenständiges Kapitel „6. Atommasse, Stoffmenge und molare Masse“ in Klasse 8.



Themengebiete in den Klassen 8, 9 und 10									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						8			
						8			
		9, 10	10			8, 9		8	
10		9	9						
		9	9						
		10				9			
10		10			8	8, 9			

Quantitative Beziehungen in Curriculum 2

Kein eigenständiges Kapitel „Quantitative Beziehungen“.

Durch die frühe und konsequente Arbeit mit chemischen Formeln und Reaktionsgleichungen wird die Basis für die Betrachtung quantitativer Aspekte gelegt. Wesentlich für eine spätere Beherrschung quantitativer Aspekte ist die Sicherheit, die die Schülerinnen und Schüler durch den langen und stetigen Umgang mit der Formelsprache der Chemie erlangen. Schwerpunktmäßig findet das chemische Rechnen in Klasse 10 statt.



Themen in Klasse 8, 9, 10								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
						8		
						8	8	
9,10	10	10	9,10		9	8		
10			9	9				
9				8				
		10			9			
10		10			9		8	

Meilensteine Quantitative Beziehungen Curriculum 2

KLASSE 8

Kapitel 5. Reinstoffe und ihre Stoffteilchen

- Einführung der **atomaren Masseneinheit u** als neue Einheit, da Angaben in g oder kg „unhandlich“ sind.
 - ➔ Die Atome als Bausteine der Stoffteilchen besitzen unterschiedliche Massen.

Kapitel 7. Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen

- **Gesetz von der Erhaltung der Masse** und **Gesetz von der Erhaltung der (Elementar-) Teilchen** als Basis für das Aufstellen von Reaktionsgleichungen.

Kapitel 8. Bestandteile der Luft

- **Experimentelle Ermittlung eines Massenverhältnisses** und daraus **Ableiten einer Verhältnisformel** als Bestätigung der bereits bekannten Formel - nicht als Herleitung für die Verhältnisformel!

Meilensteine Quantitative Beziehungen Curriculum 2

KLASSE 9

Kapitel 1. Wasser und Wasserstoff

- **Ermittlung des Verhältnisses** zwischen Wasserstoff und Sauerstoff bei der chemischen Reaktion zu Wasser.
→ Nachvollziehen des Weges zur Erkenntnisgewinnung - nicht: Ermittlung des Verhältnisses zur Einführung der chemischen Formel.
- **Satz von AVOGADRO** (ohne Einführung des molaren Volumens) über gleiche Teilchenzahl in gleichen Volumina.
- **Ermittlung der Molekülformel** von Wasser aus dem Reaktionsverhältnis.
→ Nachvollziehen des Weges zur Erkenntnisgewinnung - nicht: Ermittlung des Verhältnisses zur Einführung der chemischen Formel.

6. Chemische Reaktionen – Donator-Akzeptor-Prinzip

- Motivation: "Wie viele Teilchen sind in einer Lösung?,"
→ Einführung der Teilchenkonzentration – aufgrund der „ungeschickten Zahlen“:
Einführung der **Stoffmengenkonzentration c**
→ Einführung des **Mol-Begriffs** („unhandliche Zahlen erfordern einen neuen Faktor“)

Meilensteine Quantitative Beziehungen Curriculum 2

KLASSE 10

Kapitel 1. Kohlenwasserstoffe

- Motivation: Welche Masse m an Kohlenstoffdioxid entsteht aus einem kg Methan/einem kg Octan?
[vgl. www.lehrerfortbildung-bw.de - ZPG: Kompetenzorientierter Chemieunterricht in der Sek. I – Klasse 9 – ALKANE IN KLASSE 10]
 - ➔ Ermittlung der **Molaren Masse M** von Methan (Spritzentechnik)
 - ➔ Ermitteln der entstehenden Stoffmenge an Kohlenstoffdioxid über die Reaktionsgleichung
 - ➔ Berechnung der Masse m an entstehendem Kohlenstoffdioxid

Kapitel 10. Alkali-Säuren

- Ermittlung der Stoffmengenkonzentration c und des **Massenanteils w** .

Drei formatierte Wege zum selben Ziel

Arbeitsauftrag:

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben nach den drei möglichen Lösungswegen und diskutieren Sie anschließend Vor- und Nachteile der einzelnen Wege und stellen Sie diese gegenüber.

- ➔ Ist ein Parallelangebot zur Lernwegdifferenzierung denkbar?*
- ➔ Sind Kompromisse im Sinne eines „best of“ denkbar?*
- ➔ Sind weitere, klar formatierbare Wege, denkbar?*

Differenzierung in drei mögliche Wege

LERNWEG 1a)	Mathematisch formalistischer Zugang
LERNWEG 1b)	Mathematisch formalistischer Zugang mit grafischer Veranschaulichung
LERNWEG 2	Verbalisierender Zugang über einen Dreisatz

Aufgabenstellungen

AUFGABE A (eher „klassisch“ zur Anwendung nach Curriculum 1)

Kupfersulfid (Cu_2S) wird in einem Reagenzglas aus Kupfer und Schwefel hergestellt.

1. Formuliere das Reaktionsschema und die Reaktionsgleichung für die Herstellung von Kupfersulfid.
2. Berechne die benötigte Masse an Kupfer, um 5 g Kupfersulfid herzustellen.

AUFGABE B (eher zur Anwendung nach Curriculum 2)

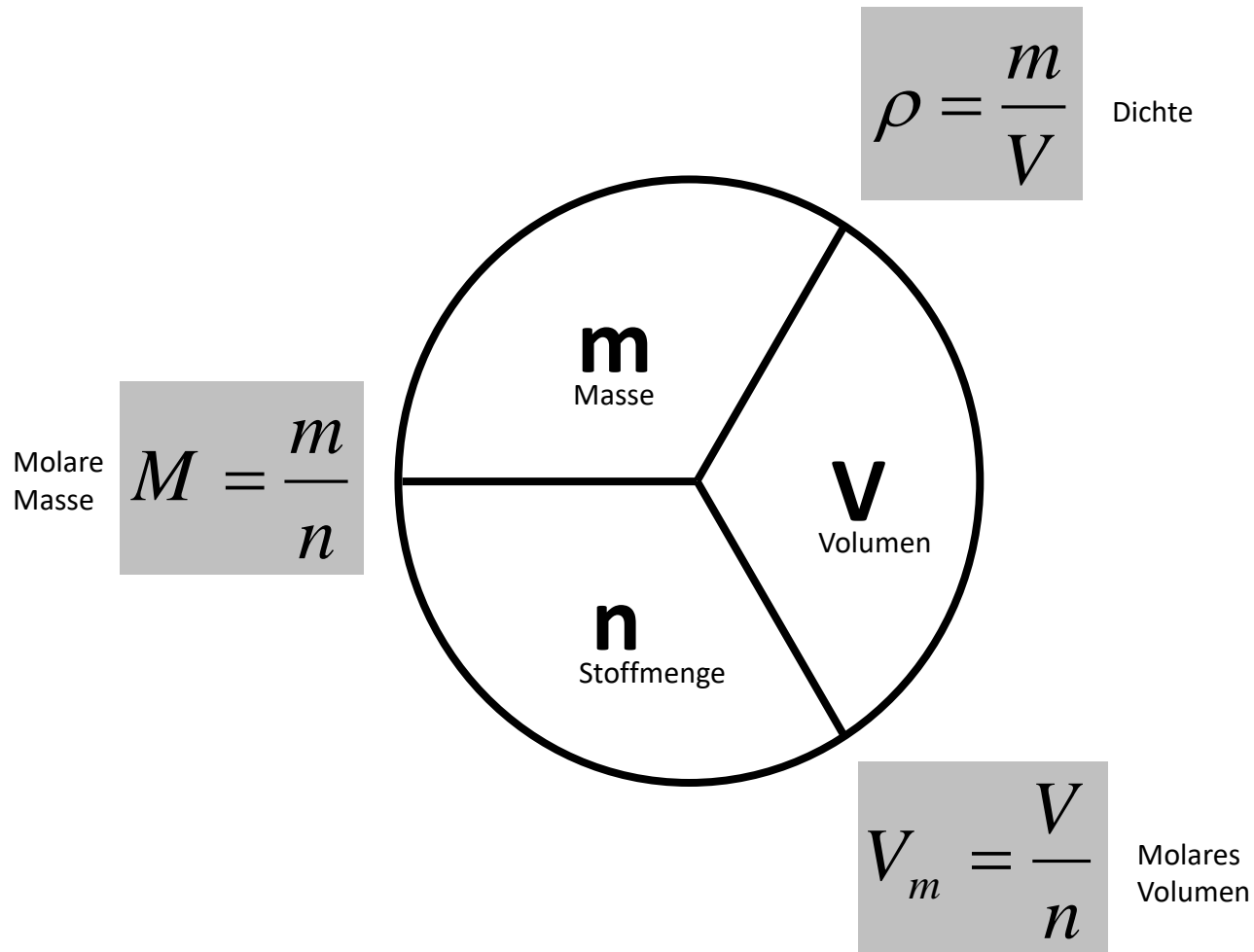
In einem mit Erdgas betriebenen Auto wird Methan in einem Motor zu Kohlenstoffdioxid und Wasser verbrannt.

1. Formuliere das Reaktionsschema und die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Methan.
2. Berechne die entstehende Masse an Kohlenstoffdioxid, die bei der Verbrennung von 1 kg Methan entsteht.

LERNWEG 1a (mathematisch-formalistisch)

1. Notiere die **Reaktionsgleichung** für die chemische Reaktion
(ggf. vorgeschaltete Schritte: Reaktionsschema – Übersetzung der beteiligten Stoffe in chemische Formeln – Ergänzung durch Ausgleichen zur Reaktionsgleichung)
z. B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
2. Rechne die vorgegebene **Stoffportion in eine Stoffmenge** um ($M = \frac{m}{n}$)
z. B. $n(\text{Portion Eisen}) = \frac{m(\text{Eisenportion})}{M(\text{Eisen})} = \frac{1000000 \text{ g} \cdot \text{mol}}{56 \text{ g}} = 17857,1 \text{ mol}$
3. Stelle die Formeln des gesuchten Stoffs und des vorgegebenen Stoffs ins **Verhältnis**
z. B. $\frac{\text{C}}{\text{Fe}}$
4. Ergänze das **Verhältnis der zugehörigen Vorzahlen** aus der Reaktionsgleichung
z. B. $\frac{\text{C}}{\text{Fe}} = \frac{3}{4}$
5. Setze das Verhältnis mit dem **Stoffmengenverhältnis der Stoffportionen** gleich, forme die Gleichung um und berechne die Stoffmenge der gesuchten Stoffportion
z. B. $\frac{n(\text{Kohlenstoffportion})}{n(\text{Eisenportion})} = \frac{3}{4} \quad | \cdot n(\text{Eisenportion})$
 $\rightarrow n(\text{Kohlenstoffportion}) = \frac{3 \cdot n(\text{Eisenportion})}{4} = \frac{3 \cdot 17857,1 \text{ mol}}{4} = 13392,9 \text{ mol}$
6. Rechne die **Stoffmenge** des gesuchten Stoffs **in eine Masse** um ($M = \frac{m}{n}$)
z. B. $m(\text{Portion Kohlenstoff}) = M(\text{Kohlenstoff}) \cdot n(\text{Portion Kohlenstoff})$
 $= 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 13392,9 \text{ mol} = 160714,3 \text{ g} = 160,7 \text{ kg} = 0,16 \text{ t}$

HILFSMATERIAL LERNWEG 1a



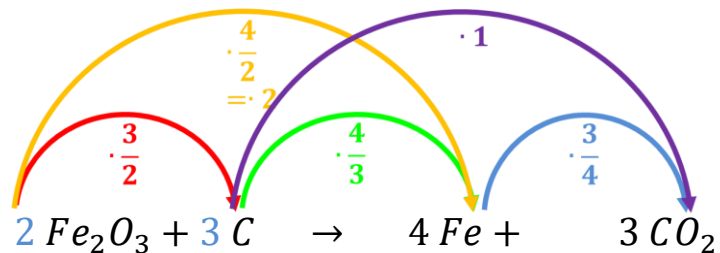
LERNWEG 1b (grafisch veranschaulicht)

1. Notiere die **Reaktionsgleichung** für die chemische Reaktion
(ggf. vorgeschaltete Schritte: Reaktionsschema – Übersetzung der beteiligten Stoffe in chemische Formeln – Ergänzung durch Ausgleichen zur Reaktionsgleichung)



2. Notiere über die Reaktionsgleichung **Pfeile mit Faktoren**, die die Umrechnung der Vorzahlen ineinander widerspiegeln

z. B.



3. Rechne die vorgegebene **Stoffportion in eine Stoffmenge** um ($M = \frac{m}{n}$)

z. B. $n(\text{Portion Eisen}) = \frac{m(\text{Eisenportion})}{M(\text{Eisen})} = \frac{1000000 \text{ g} \cdot \text{mol}}{56 \text{ g}} = 17857,1 \text{ mol}$

4. **Berechne** über die ermittelten Faktoren aus der vorgegebenen Stoffmenge **die gesuchte Stoffmenge**

z. B. $n(\text{Kohlenstoffportion}) = \frac{3}{4} \cdot 17857,1 \text{ mol} = 13392,9 \text{ mol}$

5. Rechne die **Stoffmenge** des gesuchten Stoffs **in eine Masse um** ($M = \frac{m}{n}$)

z. B. $m(\text{Portion Kohlenstoff}) = M(\text{Kohlenstoff}) \cdot n(\text{Portion Kohlenstoff})$
 $= 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 13392,9 \text{ mol} = 160714,3 \text{ g} = 160,7 \text{ kg} = 0,16 \text{ t}$

LERNWEG 2 (verbalisierend über einen Dreisatz)

- Notiere die **Reaktionsgleichung** für die chemische Reaktion
(ggf. vorgeschaltete Schritte: Reaktionsschema – Übersetzung der beteiligten Stoffe in chemische Formeln – Ergänzung durch Ausgleichen zur Reaktionsgleichung)

z. B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
- Notiere die reagierenden **Stoffmengen** unter die Reaktionsgleichung und formuliere mithilfe der Vorzahlen aus der Reaktionsgleichung eine Aussage bezüglich der reagierenden Stoffmengen und

z. B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
 $2 \text{ mol} + 3 \text{ mol} \rightarrow 4 \text{ mol} + 3 \text{ mol}$
 („2 mol Ionengruppen Eisen(III)-oxid reagieren mit 3 mol Kohlenstoff-Atomen zu 4 mol Eisen-Atomen und 3 mol Kohlenstoffdioxid-Molekülen“)
- Notiere unter die jeweiligen Stoffe die **Masse von 1 mol der Teilchen** (über die Molare Masse M) („Wie viel wiegt ein Mol dieser Teilchen?“)

z. B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
 $2 \text{ mol} + 3 \text{ mol} \rightarrow 4 \text{ mol} + 3 \text{ mol}$
 $160 \text{ g} \quad 12 \text{ g} \quad 56 \text{ g} \quad 44 \text{ g}$
- Multipliziere die untereinanderstehenden Vorzahlen mit den Massen** aus 3.

z. B. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
 $2 \text{ mol} + 3 \text{ mol} \rightarrow 4 \text{ mol} + 3 \text{ mol}$
 $2 \cdot 160 \text{ g} \quad 3 \cdot 12 \text{ g} \quad 4 \cdot 56 \text{ g} \quad 3 \cdot 44 \text{ g}$
 $320 \text{ g} \quad 36 \text{ g} \quad 224 \text{ g} \quad 132 \text{ g}$
- Notiere die **gesuchte und die gegebene Masse** der Stoffportion darunter

$x \text{ g} \qquad 1000000 \text{ g}$
- Formuliere eine **Dreisatzberechnung**:

 - „Für 224 g Eisen brauche ich 36 g Kohlenstoff“
 - „Für 1 g Eisen brauche ich $\frac{36}{224} \text{ g}$ Kohlenstoff“
 - „Für 1000000 g Eisen brauche ich $\frac{1000000 \cdot 36}{224} \text{ g} = 160714,3 \text{ g} = 0,16 \text{ t}$ Kohlenstoff“

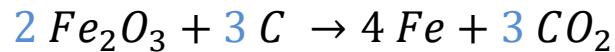
BEISPIELAUFGABE

Eisen wird in einem Hochofen u. a. aus Eisen(III)-oxid (Fe_2O_3) und Kohlenstoff gewonnen. Vereinfacht lässt sich die Reaktion als Redoxreaktion zwischen Eisen(III)-oxid und Kohlenstoff betrachten.

1. Formuliere das Reaktionsschema und die Reaktionsgleichung für die Eisenherstellung aus Eisen(III)-oxid.
2. Berechne die benötigte Masse an Kohlenstoff , um eine Tonne Eisen herzustellen.

Beispielaufgabe nach Lernweg 1a

Eisen(III)-oxid + Kohlenstoff → Eisen + Kohlenstoffdioxid



Geg.: $m(\text{Portion Eisen}) = 1000000 \text{ g}$, $M(\text{Eisen}) = 56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (aus PSE),
 $M(\text{Kohlenstoff}) = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (aus PSE)

Ges.: $m(\text{Portion Kohlenstoff})$

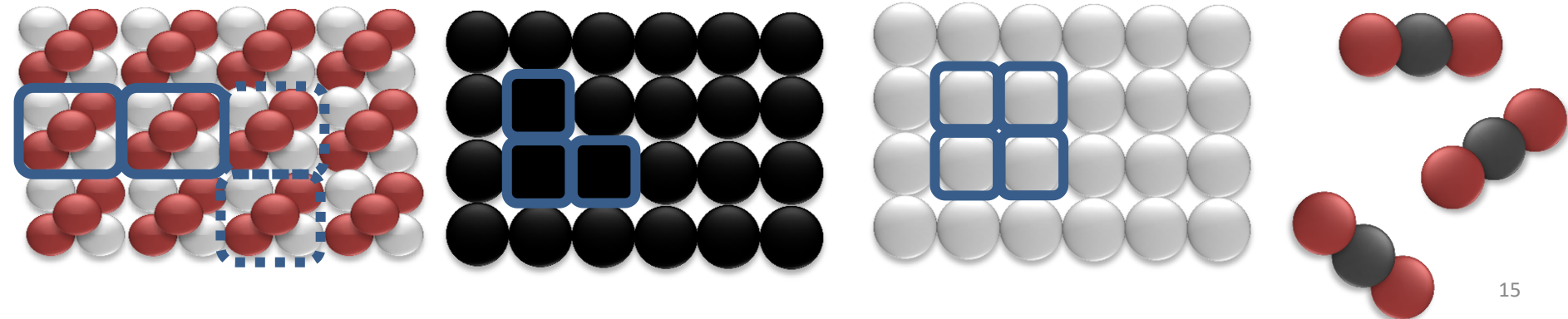
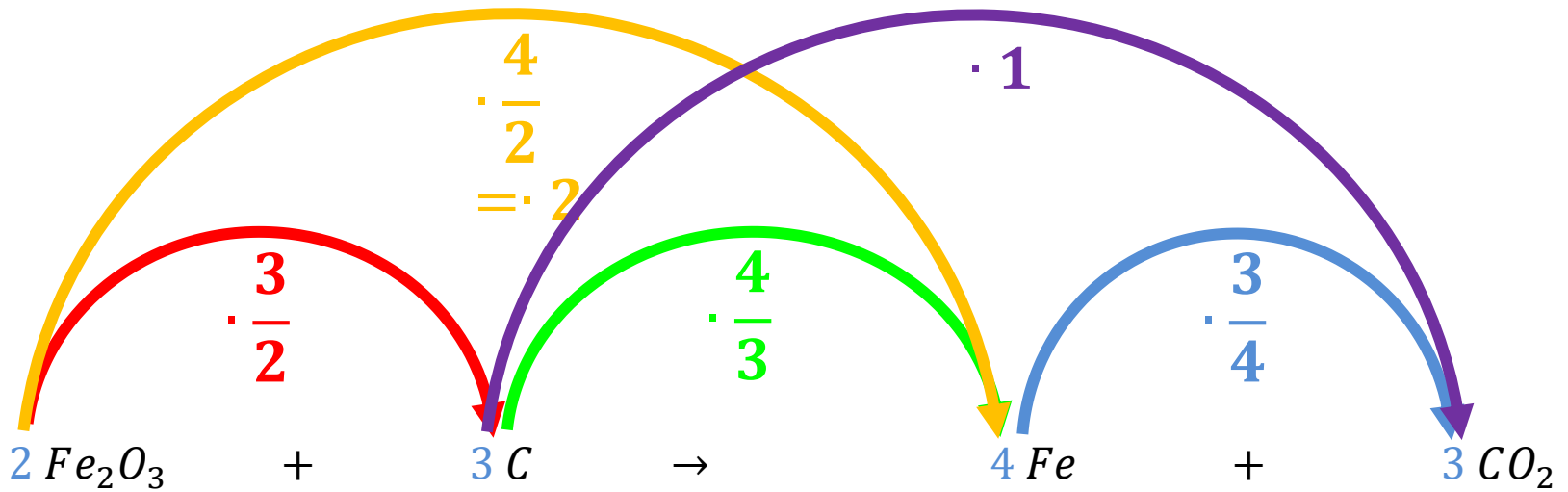
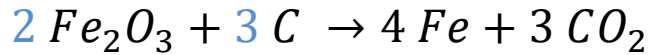
$$n(\text{Portion Eisen}) = \frac{m(\text{Eisenportion})}{M(\text{Eisen})} = \frac{1000000 \text{ g} \cdot \text{mol}}{56 \text{ g}} = 17857,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{Portion Kohlenstoff}) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{Portion Eisen}) = \frac{3}{4} \cdot 17857,1 \text{ mol} = 13392,9 \text{ mol}$$

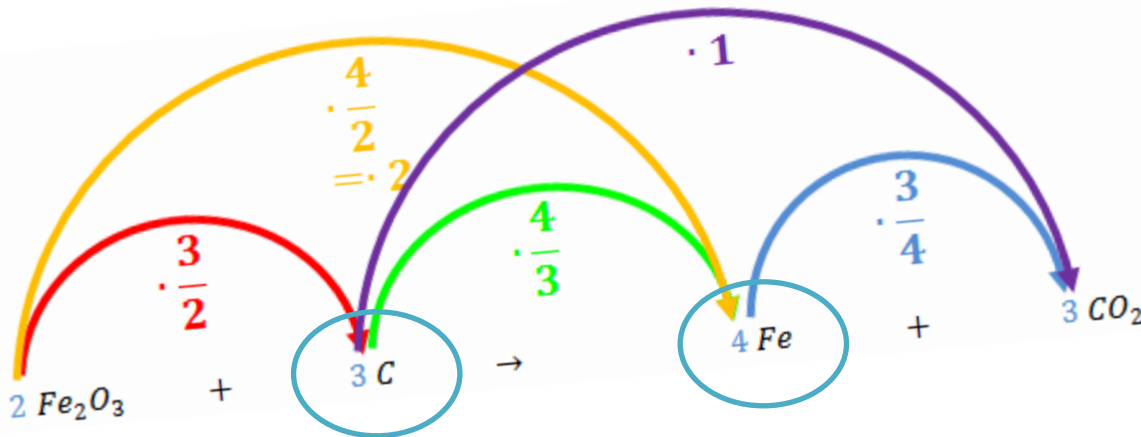
$$m(\text{Portion Kohlenstoff}) = M(\text{Kohlenstoff}) \cdot n(\text{Portion Kohlenstoff}) = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 13392,9 \text{ mol} = 160714,3 \text{ g} = 160,7 \text{ kg} = 0,16 \text{ t}$$

Beispielaufgabe nach Lernweg 1b (S. 1)

Eisen(III)-oxid + Kohlenstoff → Eisen + Kohlenstoffdioxid



Beispielaufgabe nach Lernweg 1b (S. 2)



„Von 3 nach 4 heißt: Mal 4,
geteilt durch 3 – umgekehrt:
Von 4 nach 3 heißt: Mal 3
durch 4“
ALLGEMEIN:
„Mal ZIEL,
geteilt durch START!“

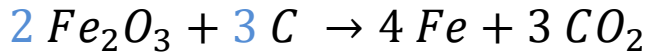
$$n(\text{Portion Eisen}) = \frac{m(\text{Eisenportion})}{M(\text{Eisen})} = \frac{1000000 \text{ g} \cdot \text{mol}}{56 \text{ g}} = 17857,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{Portion Kohlenstoff}) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{Portion Eisen}) = \frac{3}{4} \cdot 17857,1 \text{ mol} = 13392,9 \text{ mol}$$

$$m(\text{Portion Kohlenstoff}) = M(\text{Kohlenstoff}) \cdot n(\text{Portion Kohlenstoff}) = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 13392,9 \text{ mol} = 160714,3 \text{ g} = 160,7 \text{ kg} = 0,16 \text{ t}$$

Beispielaufgabe nach Lernweg 2

Eisen(III)-oxid + Kohlenstoff \rightarrow Eisen + Kohlenstoffdioxid



Stoffgleichung $2 \text{ mol} + 3 \text{ mol} \rightarrow 4 \text{ mol} + 3 \text{ mol}$

1:1 Korrelation mit der Rgl.

\rightarrow Molmassen darunter schreiben „Wie viel wiegt ein Mol dieser Teilchen?“



\rightarrow Massengleichung $320 \text{ g} + 36 \text{ g} \rightarrow 224 \text{ g} + 132 \text{ g}$

Massenerhalt

denkbar:

\rightarrow Volumengleichung: $2 \text{ VE (g)} + 3 \text{ VE (g)} \rightarrow 4 \text{ VE (g)} + 3 \text{ VE (g)}$

Formulierter Dreisatz:

- „Für 224 g Eisen brauche ich 36 g Kohlenstoff“
- „Für 1 g Eisen brauche ich $\frac{36}{224} \text{ g}$ Kohlenstoff“
- „Für 1000000 g Eisen brauche ich $\frac{1000000 \cdot 36}{224} \text{ g} = 160714,3 \text{ g} = 0,16 \text{ t}$ Kohlenstoff“

Denkbare Fragen: Wie viel Liter Kohlenstoffdioxid entstehen bei der Herstellung von einer Tonne Eisen?