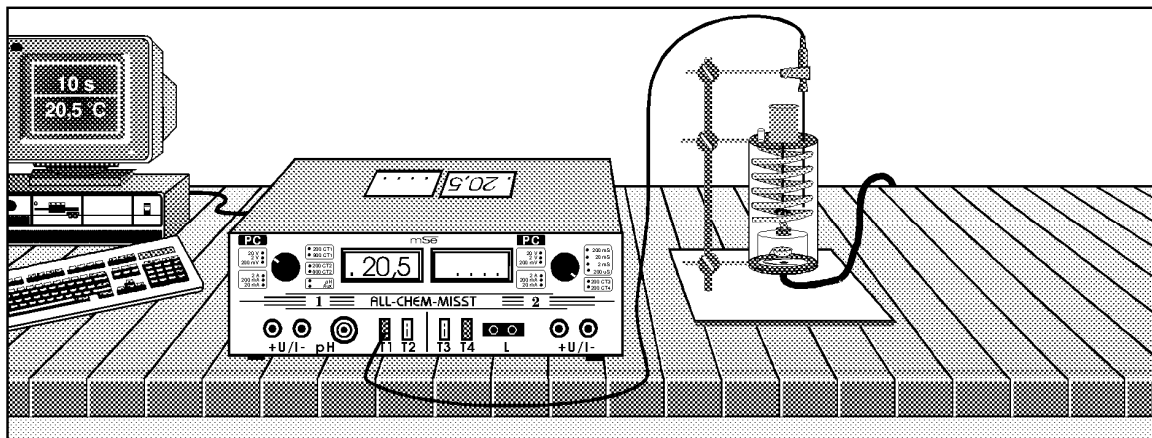



Prinzip: Die Bestimmung des Heizwertes fester Stoffe erfordert mehr Aufwand: ein Verbrennungskalorimeter (mit elektrischer Zündung).

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:	1 Nickeltiegel	1 Voltmeter
1 Computer	1 Spatel	1 Amperemeter
1 ALL-CHEM-MISST	1 Stativ	1 Stoppuhr
1 serielles Kabel.	2 Muffen	
1 Temperaturfühler	1 Gummischlauch	
1 Verbrennungskalorimeter komplett	1 elektr. Rührer mit Flügel	Chemikalien:
1 Waage (mind. 200g/0.01g)	1 Experimentiertrafo dazu	Zwieback (evtl. Aktivkohle gekörnt)
	2 Kabel	Sauerstoff (Stahlflasche) 

Vorbereitung des Versuchs:

Der ´ALL-CHEM-MISST´ wird mit Hilfe des Kabels mit dem Computer verbunden. Der Temperaturfühler wird in die Buchse T1 gesteckt. Der linke Drehschalter wird in Stellung "T1-200°C" oder in Stellung "PC" gebracht. Das Kalorimeter wird aufgebaut, die Wassermenge (je nach Kalorimeter) gewogen und eingefüllt und der Temperaturfühler eingetaucht. Ca. 0.8 g Zwieback bzw. Toastbrot (Falls nicht vorhanden ca. 0.5 g entwässerte Holzkohle) werden im Nickeltiegel eingewogen. Danach wird der Tiegel in das Kalorimeter gesetzt und der Sauerstoff angeschlossen.

Vorbereitung am Computer: (ausführliche Beschreibung: siehe nächste Seite)

Angezeigte Messgröße:	Temperatur	Untergrenze:	10 °C	Obergrenze:	30 °C
Wandler:	ALL-CHEM-MISST	Kanal:	T1 200°C	Anschluss:	z.B. COM 1
Vorgabe x-Achse:	Zeit	Zeitintervall:	10 s	Gesamtzeit:	700 s

Durchführung des Versuches:

Die Messung wird mit **START** gestartet. Dann wird die elektrische Zündung angestellt (Achtung: will man die elektrische Zündwärme mit einrechnen: $W_{el} = U \cdot I \cdot t$). Falls man keine elektrische Zündung besitzt, kann man ein Körnchen Toastbrot in der Bunsenbrennerflamme zum Glühen bringen und dann rasch in den Tiegel geben. Nach etwa 5 Minuten wird der Sauerstoffstrom abgestellt und nach weiteren 5 Minuten die Messung mit **Beenden** beendet.

Meßwerte zu Versuch G10		
Masse des Tiegels + Toastbrot (vorher)		g
Masse des Tiegels (nachher)		g
Zündspannung / Strom / Zeit	/ / /	

Speichern Sie die Ergebnisse vor der Auswertung. Nach dem Beenden der Messung erscheint die entsprechende Abfrage.

Vorbereitung am Computer: Kontrolle der Angaben anhand der Abbildungen.

☒ Programm Starten:

- ⇒ **Start** ⇒ **Programme** ⇒ **Chemie** ⇒ **AK-Kappenberg**
- ⇒ **AK Analytik 32** (oder auf dem Desktop ⇒ **AK Analytik 32**)
- ⇒ auf: **Benutzernamen**
(Wurde noch keine Identität erstellt, so ⇒ **Neuer Benutzer**
Sie werden dann aufgefordert, einen neuen Namen einzugeben)

⇒ **Messen**

☒ Einstellungen vor der Messung:

Zur Erleichterung werden mit dem Programm fertige Musterprojekte mitgeliefert. Sie können ein

- ⇒ **Experiment suchen** oder
- ⇒ **im Katalog nachsehen**. Es erscheint die Liste
- ⇒ **G10** wählen (evtl. ansehen oder ausdrucken!)
- ⇒ **Dieses Musterprojekt verwenden**

Überspringen Sie die nächsten vier Absätze zu →

Geplante Messung (Wandler)

- Sind keine Musterprojekte vorhanden, müssen Sie eine
- ⇒ **eigene Messung planen**. Ist der ALL-CHEM-MISST angeschlossen und angestellt, so wird er automatisch gefunden
 - Angezeigte Messgröße: ⇒ **Temperatur, T**
 - Einheit ⇒ **°C**
 - Skala ⇒ **10** bis ⇒ **30**
 - Nachkomma ⇒ **2**
 - Wandler: ⇒ **ALL-CHEM-MISST**
 - Messkanal: ⇒ **T1 200°C**
 - Anschluss: ⇒ **COM1** (oder **COM2** etc.)

⇒ **Test (!!Test auf jeden Fall durchführen!!)**

Ablaufsteuerung der Messungen

- ⇒ **Skalierung** (Erst muss die Ablaufsteuerung eingestellt werden)
- Vorgegebene Größe: ⇒ **Zeit**
- Zeitintervall: ⇒ **2 s**
- Gesamtzeit ⇒ **700 s**

⇒ **Übernehmen**

Sonstiges

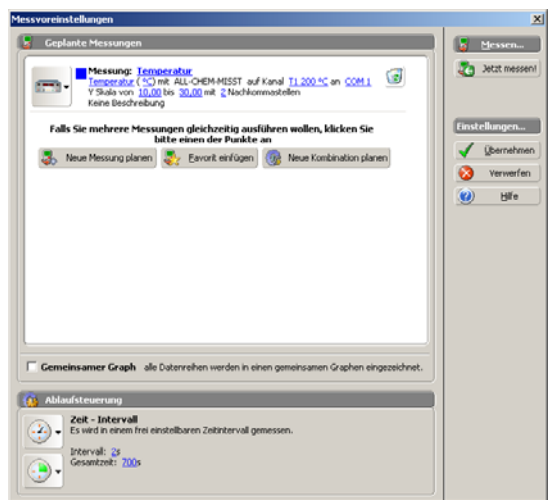
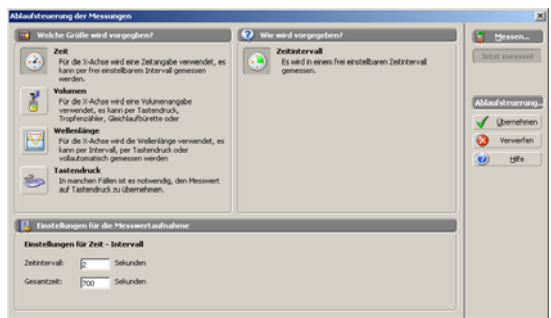
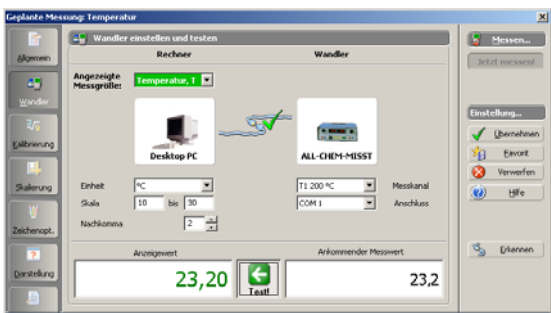
Das wichtigste ist jetzt eingestellt. Sie haben die Möglichkeit, weitere Feinheiten ändern bzw. zu überprüfen. Klicken Sie dazu bitte links auf die Buttons (bei: geplante Messungen)

- ⇒ **Zeichnungen**
- ⇒ **Darstellung**
- ⇒ **Vorschau**

Messvoreinstellungen → hier weiter, falls Musterprojekt geladen

Sie können alle wichtigen Einstellungen nochmals kontrollieren. Falls Sie etwas nicht korrekt eingestellt haben, können Sie auf das Farbquadrat oder die entsprechend blau unterlegten „Hyperlinks“ klicken und es noch schnell ändern.

Nun ist es soweit: ⇒ **Jetzt messen**



Auswertung des Versuches:

Prinzip: Die Reaktion des Toastbrottes erwärmt das Wasser und das Kalorimeter (incl. Rührer etc). Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge Q frei. Davon ist die elektrische Zündenergie abzuziehen.

$$Q = Q_W + Q_{Kal} - W_{el}$$

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal}) \cdot \Delta T_1 - W_{el}$$

Wichtig ist, daß der Wasserwert des Kalorimeters unter ähnlichen Bedingungen bestimmt wurde..

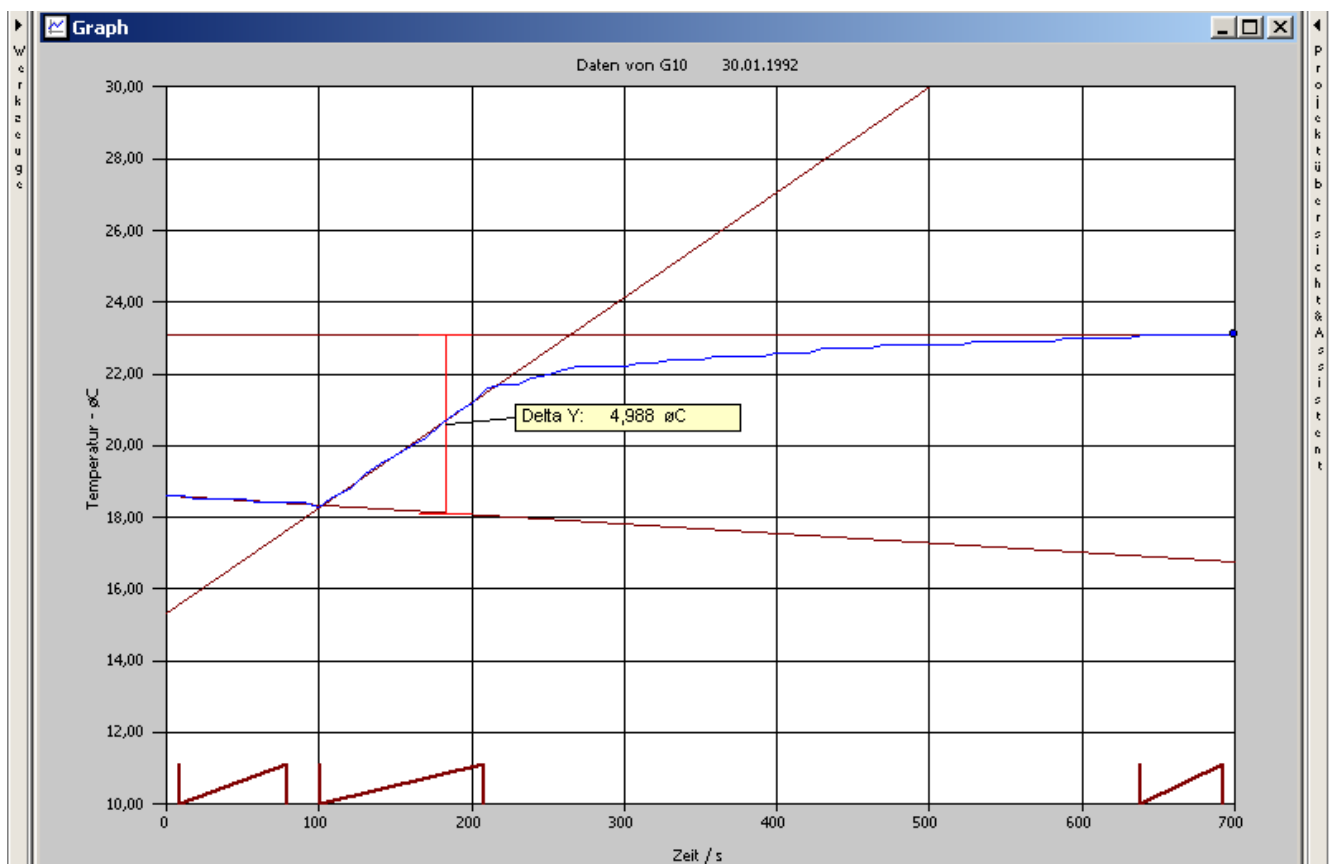
Auswerten aufrufen

Im HM ⇒ Auswerten ⇒ DreiGeradenMethode

Mit ⇒ Zeichnen und ⇒ Beschr. können Sie diese in die Graphik eintragen. Ende mit ⇒ Fertig

Legen Sie zunächst den linken bzw. rechten Punkt der Vorperiode fest. Achten Sie bei Benutzung einer Maus darauf, dass Sie den Punkt immer genau anklicken. Dies ist hier besonders wichtig, da die Hauptperiode meist nur aus zwei Punkten besteht. Nach dem Festlegen der Nachperiode zeichnet der Rechner die Ausgleichsgeraden und deren Schnittpunkte. Tragen Sie mit **DeltaY** die gesuchte Temperaturdifferenz ΔT_1 (im Beispiel: 4,988 °C) ein.

Der dritte Bereich wurde im Beispiel absichtlich ans Ende gelegt, da das Kalorimeter sich auf Grund der großen Wärmekapazität bzw. des ungenügenden Rührens auch nach dem Experiment noch weiter erwärmte.



Berechnung des Heizwertes:

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Masse des Wassers:	750 g,
Masse des Tiegels mit Toastbrot	17.09 g,
Masse des Tiegels nachher:	16.04 g,
Wasserwert des Verbrennungskalorimeters	350 J·K ⁻¹
elektrische Zündenergie	wird vernachlässigt

Berechnung aufrufen

Im HM ⇒Extras ⇒ Rechner

Termeingabe: $(4.187 \cdot 750 + 350) \cdot 4.988$ ⇒ auf "=" klicken ⇒ mit "x" schließen

Als Ergebnis liefert der Rechner: -17409 J pro (17.09-16.04) g getoastetes Brot

Die Umrechnung auf ein 1 g Toastbrot:

Berechnung aufrufen

Im HM ⇒Extras ⇒ Rechner

Termeingabe: $17409 / (17.09 - 16.04)$ ⇒ auf "=" klicken ⇒ mit "x" schließen

Als Ergebnis liefert der Rechner: -16.58 kJ g⁻¹

Literaturwert:	physikalischer Brennwert	=	- 17.00 kJ g ⁻¹
	physiologischer Brennwert	=	- 16.35 kJ g ⁻¹

Literatur: M. Wainwright, Chemische Energetik, Seite 16 ff, Verlag B. Franzbecker, Bad Salzdetfurth 1979
 F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 151, Verlag Dr. Flad, Stuttgart
 E. W. Bauer, Humanbiologie, Berlin 1987