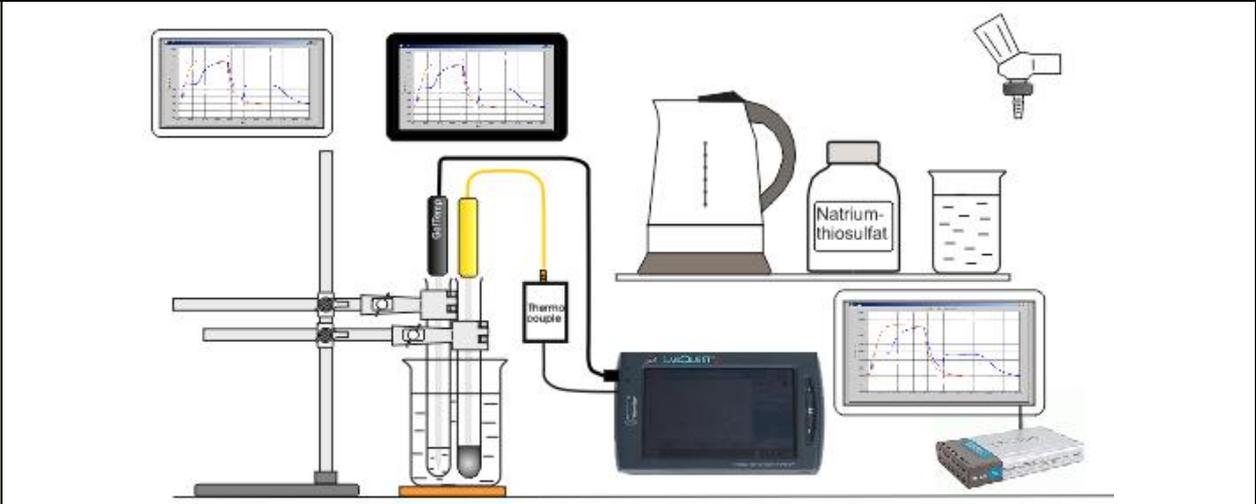


Prinzip

Die Temperaturänderung beim Schmelzen von Natriumthiosulfat bzw. beim Auskristallisieren der unterkühlten Schmelze wird gemessen und mit dem Temperaturverhalten von Wasser verglichen. Die Begriffe Schmelztemperatur, Schmelzwärme, Erstarrungstemperatur, Kristallisationswärme und unterkühlte Schmelze werden deutlich. Praktische Anwendung: Regenerierbarer Handwärmer mit Knickplättchen aus Metall, Schutz der Baumblüte bei Nachtfrost durch Besprühen mit Wasser oder Latentwärmespeicher bzw. Phase change materials (PCM).

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte	Verwendete Chemikalien
<input type="checkbox"/> Labquest 2 (Vernier) / (Netzteil) <input type="checkbox"/> Thermocouple- Modul <input type="checkbox"/> Temperaturfühler <input type="checkbox"/> Go!Temp <input type="checkbox"/> Laptops/ Tablets mit WLAN Eee05 <input type="checkbox"/> Holzunterlegplatte <input type="checkbox"/> 2 Bechergläser, 600 mL	<input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas <input type="checkbox"/> Reagenzglas für Go!Temp <input type="checkbox"/> Stativ <input type="checkbox"/> 2 Muffen <input type="checkbox"/> 2 Greifklemmen <input type="checkbox"/> Wasserkocher <input type="checkbox"/> Spatel
	<input type="checkbox"/> Leitungswasser <input type="checkbox"/> Natriumthiosulfat-Pentahydrat

- Vorbereitung des Versuchs**
- Ein Reagenzglas ca. 2 cm hoch mit Natriumthiosulfat, das zweite ca. 1,5 cm hoch mit Wasser füllen.
 - Beide Reagenzgläser mit Greifklemmen und Muffen so am Stativ befestigen, dass man durch Anheben des Stativs das Becherglas wechseln kann.
 - Den Temperaturfühler über das Thermocouple-Modul und das Go! Link mit dem Labquest2 verbinden.
 - Das Go!Temp mit dem Labquest2 verbinden.
 - Temperaturfühler und Go!Temp in die Reagenzgläser einstellen.
 - Heißes Wasser von ca. 90 °C und kaltes Wasser von ca. 15-20 °C **bereithalten**.

Vorbereitung am Labquest 2 in einem bestehenden Netzwerk (Eingaben mit dem Stift=🖋️)

- Optional: Netzgerät mit Labquest verbinden - Eingabe-Stift aus dem Unterteil ziehen
- ▶ Labquest 2 einschalten (Schalter auf der Oberseite links). Bootphase abwarten. 2 Temperaturen erscheinen.
- Vorbereitung für Netzbetrieb - sonst überspringen:**
- ▶ Die mittlere Taste rechten Rand **Home**🖋️, **Verbindungen**🖋️, WiFi **an**🖋️, daneben "Einstellungen" **⚙️**🖋️
 - ▶ **AKLaborServer** **Wichtig: IP-Adresse (Vielleicht: 192.168.1.112 auch QR-Code)**
 - ▶ Bei „Data Sharing“ **⚙️**🖋️ Data Sharing: **an**🖋️ **Erlaube verbundenen Geräten Start/Stop ...** **OK**🖋️
 - ▶ **Home**🖋️, **LabQuest App**🖋️ Rechts im Display **Betriebsart**🖋️ **Dauer**🖋️ **500**🖋️ **Fertig**🖋️ **OK**🖋️
 - ▶ Oben rechts auf **Graph Icon**🖋️ Es erscheint das Koordinatensystem.
 - ▶ In der Leiste oben **„Graph“**🖋️ anwählen, **Graphoptionen**🖋️ und
 - ▶ unter „y-Achse Graph 1“ **oben** **600**🖋️ **Fertig**🖋️, **unten** **0**🖋️ **Fertig**🖋️.

Vorbereitung an den anderen Computern / Tablets (Clients)

- ▶ Am Laptop / Tablet **Netzwerk**🖋️ mit dem bestehenden Netzwerk eine WLAN Verbindung herstellen
- ▶ **Home Netzwerk**🖋️ anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox**🖋️ aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile) **z.B.:** **192.168.1.112** eingeben.

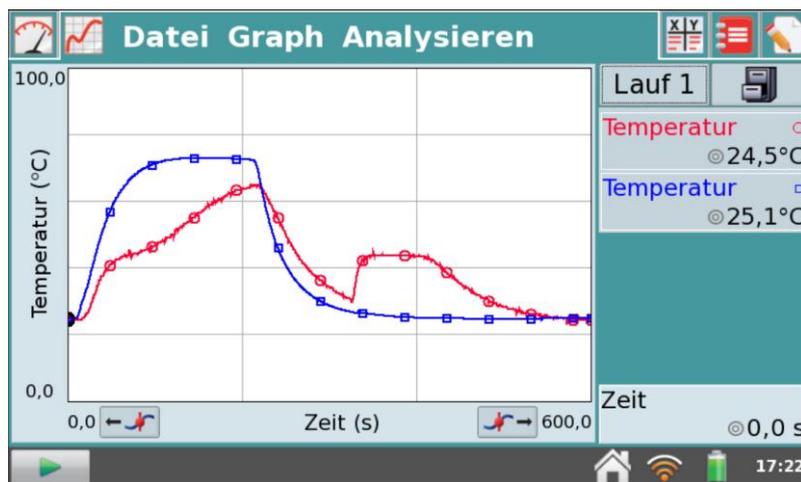


Durchführung
am
Labquest

- ▶ Mit **Grüner Pfeil** links unten Messwertspeicherung starten.
- ▶ Beide Reagenzgläser zusammen in das Becherglas mit dem ca. 90 °C heißen Wasser stellen. Nach einiger Zeit ist das Natriumthiosulfat komplett geschmolzen. In ca. 2 weiteren Minuten erfolgt der Temperatúrausgleich.
- ▶ Das Becherglas mit dem heißen Wasser gegen das Becherglas mit dem kalten Wasser austauschen.
- ▶ Ist die Temperatur im Reagenzglas etwa auf 30°C gesunken, die Kristallisation mit einem Impfkristall starten.

Achtung: Die kristallisierende Masse mit dem Temperaturfühler solange wie möglich rühren!

- ▶ Zum Beenden **Rotes Quadrat** links unten drücken.



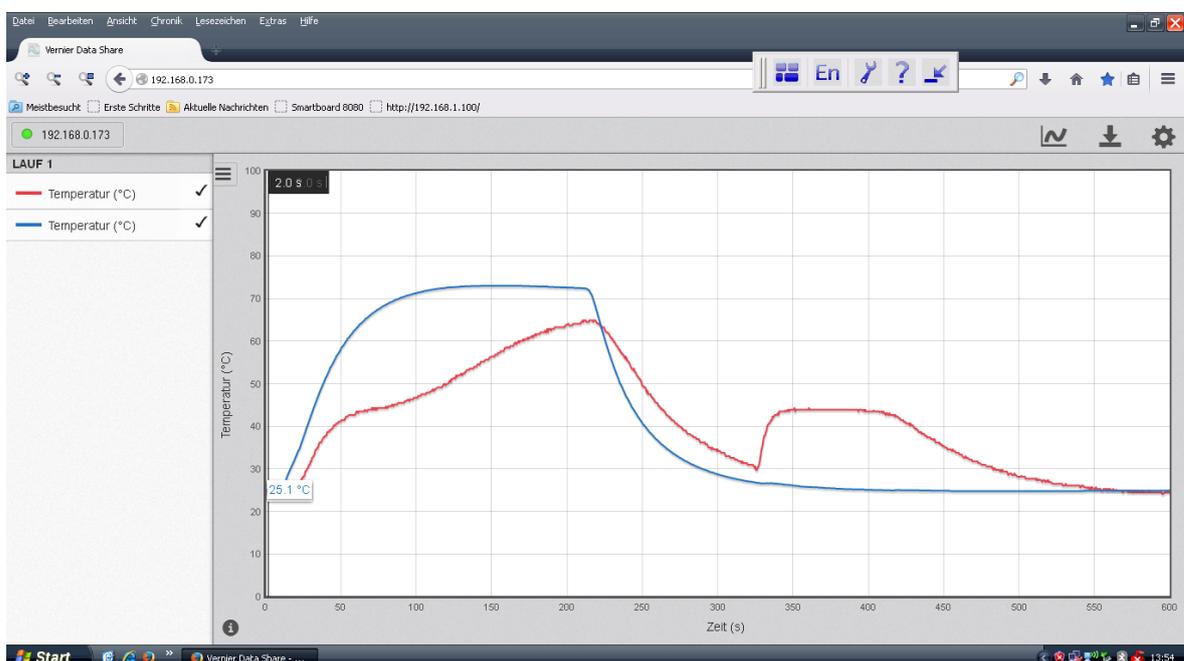
Speichern

- ▶ Zum Speichern oben im Menü **Datei** **Speichern**
- ▶ Projektnamen eingeben statt "unbenannt" **N05-5-3-user** **Fertig** und **Speichern**

Öffnen
bei
Bedarf

- ▶ LabQuest 2 anstellen. Bootphase abwarten. Zum Dateiladen oben im Menü **Datei** **Öffnen**, entsprechende Datei auswählen und **Öffnen**

Ansehen
am
Client



--	--

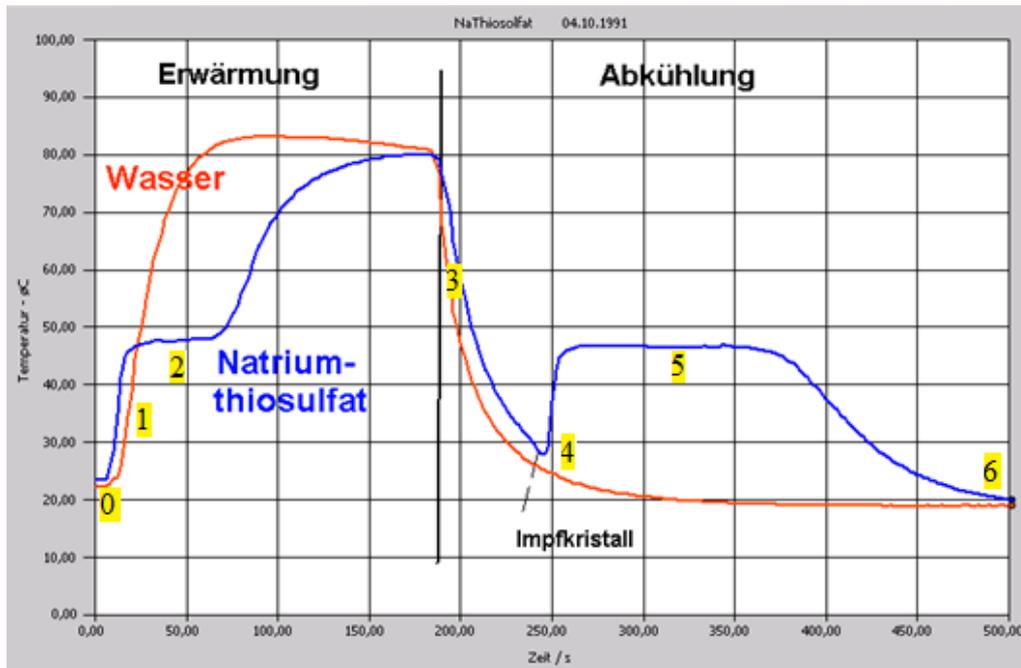
Am Client Speichern	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pfeil Oben rechts , im Fenster "Export"  im Fenster "Export Options" Projektname eingeben (hier: Beispiel)  und  Im Fenster "„Öffnen von N05-5-3-user.csv"  und  <p style="color: red;">Darauf achten, dass kein Popup-Blocker das Speichern verhindert.</p>
----------------------------	--

Client Excel-Export	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pfeil Oben rechts , im Fenster "Export"  im Fenster "Export Options" Projektname eingeben (hier: Beispiel)  und  Im Fenster "„Öffnen von N05-5-3-user.csv" <p>Direkt in Excel Öffnen:  und </p> <p>oder</p> <p>Als Datei Speichern:  und </p>
----------------------------	---

Öffnen bei Bedarf	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Browser z.B.  aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile)  eingeben. ▶ Weiter??.
--------------------------	--



Theorie:
Auswertung



0. Die Proben sind noch nicht erwärmt
1. Die Temperatur im Reagenzglas mit Wasser **steigt "gleichmäßig"**, und passt sich schließlich der Umgebungstemperatur an. Die zugeführte Energie wird zum Erwärmen gebraucht.
2. Die Temperatur im Reagenzglas mit Natriumthiosulfat verhält sich zunächst ähnlich, bis die undurchsichtige Aufschüttung klar wird (=schmilzt). Dabei **bleibt** die Temperatur **konstant**. (=Schmelztemperatur =Fp). Die in dieser Phase zugeführte Energie wird zum Schmelzen gebraucht
Ist alles geschmolzen, geht der Anstieg analog (1).
3. Bei Energieentzug (kaltes Becherglas) verhalten sich die Temperaturen zunächst ähnlich (Abkühlen).
4. Gibt man einen Impfkristall in die Schmelze, **steigt** die Temperatur **trotz der Kühlung**.
5. Die Temperatur **bleibt** auf dem "vorherigen Plateau" **konstant**. Die Schmelze kristallisiert. (=Erstarrungstemperatur = Fp). Die vorher zugeführte Energie wird beim Erstarren wieder an die Umgebung abgegeben.
6. Erst, wenn die Schmelze komplett auskristallisiert ist, sinkt die Temperatur und gleicht sich der Umgebung an.

Geräte (Module) und Chemikalien müssen schon aufgebaut, angeschlossen und eingeschaltet sein!

Quick-
Start
Labquest

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden.

- ▶ Labquest einschalten (Schalter oben drauf links). Bootphase abwarten. Bootphase abwarten. Der-Bildschirm zeigt beide Temperaturen an.
- ▶ Oben **„Datei“** **Öffnen** die Datei **N05-5-3-QS.qmbl** **Öffnen**
- ▶ Mit **Grüner Pfeil** links unten Messwertspeicherung starten „... Letzten Lauf ...“ **Verwerfen**
- ▶ Weiter, wie bei **Durchführung** beschrieben.

Tip

Für iOS-Besitzer von gibt eine die käufliche App "LabQuest viewer" (€), mit der man allerdings nur den Screen empfangen und betrachten kann, ohne das LabQuest 2 bedienen zu können)
Dazu ins gleiche Netz einwählen und die App aufrufen.

Zeitbedarf
Minuten

Aufbau (Exp):	Vorber. Rechn.	Durch- führ.	Auswer- tung	Ab- bau	Intuitive Be- dienung (+1-6)
------------------	-------------------	-----------------	-----------------	------------	---------------------------------

Beachten:



Entsorgung

Abfalleimer

Literatur

Der Schmelzpunkt von Natriumthiosulfat-Pentahydrat ist meist mit 48,5 °C angegeben.
Frei nach: W. Asselborn, H. Jakob u. K-D. Zils, Messen mit dem Computer im Unterricht, Aulis Verlag Deubner und Co KG, Köln 1989