

Wenn die Archäologie auf die Naturwissenschaft trifft und umgekehrt

Roland Haubner

TU Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Wien, Österreich

Kontakt-E-Mail: roland.haubner@tuwien.ac.at

Kurzfassung

Die Archäologie gehört zu den Geisteswissenschaften und befasst sich mit der Bewahrung und Untersuchung menschlicher Hinterlassenschaften aus allen Zeitaltern. Da unter menschlichen Hinterlassenschaften nicht nur Exkremate und Skelette zu verstehen sind, sondern alles was Menschen hergestellt, bearbeitet, transportiert und verwendet haben, sind Untersuchungen an allen damals verfügbaren Materialien notwendig. Dies wären beispielsweise Keramik, Glas, Kupfer, Bronzen, Messing, Stahl, Gusseisen, aber auch Holz, Knochen, Horn, Textilien.

Üblicherweise werden analytische Methoden dazu eingesetzt, um Daten über die Zusammensetzung und den Aufbau der Materialien zu erhalten.

Chemische Messdaten sind immer fehlerhaft, aufgrund von Messungenauigkeiten, Messfehlern, Fehler bei automatischer Elementbestimmung, falsche Datenauswertung, ungeeignete Messmethoden.

Abgesehen von den verwendeten Messmethoden, ergeben sich unterschiedliche Messergebnisse aufgrund von Inhomogenitäten in den historischen Materialien. Bei zerstörungsfreien Analysen ist zu beachten, dass die Oberfläche von Artefakten üblicherweise nicht mit dem Bulkmaterial übereinstimmt.

Um Aussagen bezüglich Rohstoffgewinnung, Herstellung und Verarbeitung der Materialien tätigen zu können, sind auch detaillierte technologische Kenntnisse erforderlich.

Ausgewählte Beispiele von Untersuchungen an Metallen und Schlacken sollen die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Untersuchungsmethoden zeigen.



1. Fachseminar
Historisches trifft Materialkunde
20./21.02.2024, Quedlinburg

**TU
WIEN**

Wenn die Archäologie auf die Naturwissenschaft trifft und umgekehrt

Roland Haubner

TU Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Wien,
Österreich

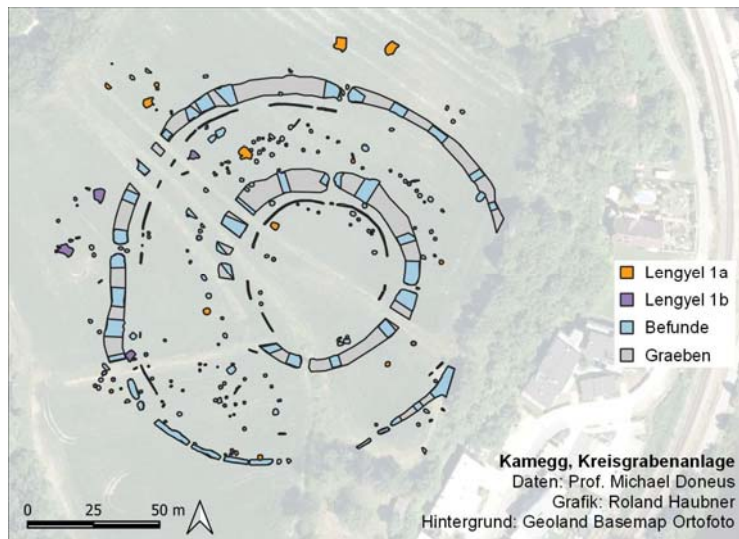
Daten in der Archäologie!

„Allerdings kann man über Daten kaum signifikante Meinungsstreitigkeiten haben, denn die Daten sind ja das, was gegeben ist; d.h. sind (wenigstens hypothetisch gesprochen) noch (weitgehend) meinungsfrei. Man kann vielleicht über die Auswahl oder Klassifizierung von Daten streiten, aber nicht über die Daten selbst (außer vielleicht, ob sie eine Fälschung sind)“

(Raimund Karl: Wider die zahmen Worte – Zu Polemik, Peer-Review und Streit(un)kultur in der deutschsprachigen Archäologie. Archäologische Denkmalpflege 2, (2019) 35-51).

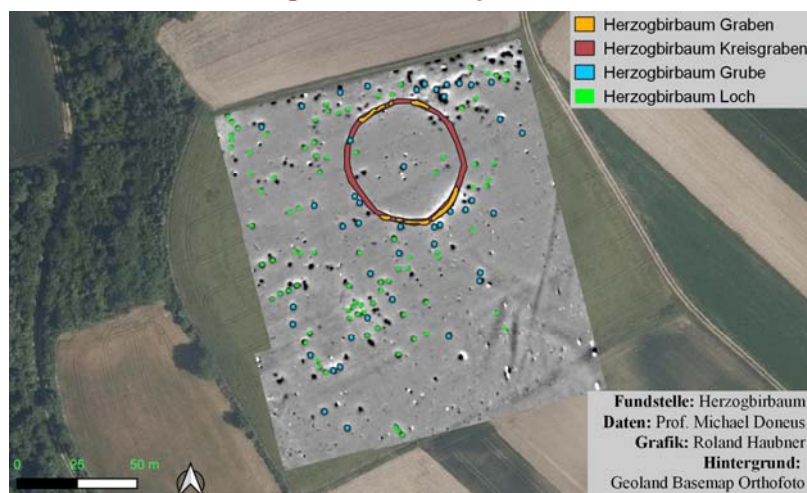
**TU
WIEN**

Kamegg - Mittelneolithische Kreisgrabenanlage



TU
WIEN

Herzogbirbaum - Mittelneolithische Kreisgrabenanlage magnetische Prospektion



Publikation: Neubauer W., Melichar P.
Magnetische Prospektion der Kreisgrabenanlage in Herzogbirbaum (Niederösterreich)
Schriften des Vorarlberger Landesmuseums, Reihe A, Landschaftsgeschichte und Archäologie, 5, 1992, 77-79.

TU
WIEN

Daten aus Naturwissenschaftlichen Messmethoden!

**Naturwissenschaftliche Messmethoden
produzieren Daten, welche IMMER mit einem
gewissen Fehler behaftet sind.**

**Daten aus chemischen Analysen sind streng-
genommen immer falsch, in Bezug auf die
tatsächlich in den Proben vorkommenden
Elemente, beziehungsweise Konzentrationen.**

**Man kann sich auf zwei Arten irren.
Man kann glauben, was nicht wahr ist,
oder
man kann sich weigern zu glauben, was wahr ist.**

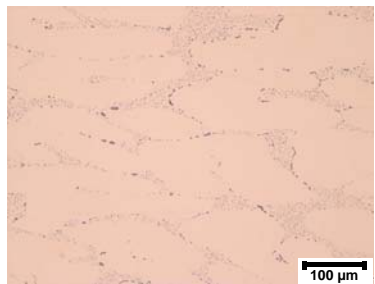
Søren Kierkegaard

**There are two ways to be fooled.
One is to believe what isn't true;
the other is
to refuse to believe what is true."**

Fehlerquellen bei naturwissenschaftlichen Daten

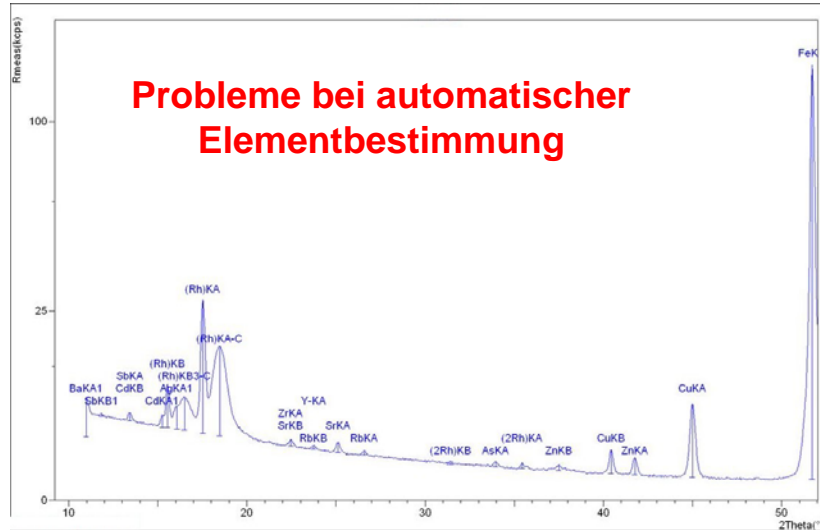
- **Messfehler**
 - ❖ Messungsgenauigkeit
 - ❖ Messfehler (Angaben meist unrealistisch)
 - ❖ Fehler bei automatischer Elementbestimmung
 - ❖ Falsche Datenauswertung
 - ❖ Ungeeignete Messmethode
- **Inhomogene Proben**
- **Unzulässige Interpretation**

RFA eines Kupferbeils



	wahre Daten	RFA	Messfehler 1 bzw. 5 %	
	Gew.(%)	Gew.(%)	"+"	"-"
Cu	99,573	99,79	100,7879	98,7921
O	0,243			
Fe	0,042	0,04	0,0420	0,0380
Ni	0,016	0,01	0,0105	0,0095
P	0,044	0,04	0,0420	0,0380
Si	0,041	0,09	0,0945	0,0855
Al	0,034	0,03	0,0315	0,0285
S	0,005	n.n.	n.n.	n.n.
As	0,0010	0,0011	0,001155	0,001045
Sb	0,0005	0,0003	0,000315	0,000285
Pb	0,0004	0,0006	0,000630	0,000570
Ag	0,0001	0,0002	0,000210	0,000190

Röntgenanalysen (RFA, EDX, ...) Überlagerung von Peaks!



Fehler durch Datenauswertung (Kupferschlacke)

RFA		wt. %		wt. %
Fe	Fe₂O₃	44,38	FeO	42,14
Si	SiO ₂	37,62	SiO ₂	39,70
Al	Al ₂ O ₃	5,10	Al ₂ O ₃	5,38
Ca	CaO	5,69	CaO	6,00
Mn	MnO	0,63	MnO	0,66
Mg	MgO	1,30	MgO	1,37
Na	Na ₂ O	0,33	Na ₂ O	0,35
K	K ₂ O	2,10	K ₂ O	2,21
Cu	CuO	0,40	Cu	0,33
Co	Co ₃ O ₄	0,04	Co ₃ O ₄	0,04
P	P ₂ O ₅	0,39	P ₂ O ₅	0,41
Ti	TiO ₂	0,18	TiO ₂	0,19
Ni	NiO	0,01	NiO	0,01
S	SO₃	1,64	S	0,69
Cr	Cr ₂ O ₃	0,01	Cr ₂ O ₃	0,01
Zn	ZnO	0,03	ZnO	0,03
Sr	SrO	0,18	SrO	0,19
C	CO₂	1,00	C	0,29

Ungeeignete Messmethode!

Schmelzpunktbestimmung von fayalitischen Rennfeuer- und Kupferschlacken



Messung an Luft,
wie in der Stahlindustrie üblich

Einigermaßen reproduzierbar zwischen
1550 °C bei Eisenschlacken
1460 °C bei Kupferschlacken

Ungeeignete Messmethode!

Schmelzpunktbestimmung von fayalitischen Rennfeuer- und Kupferschlacken



Messung an Luft,
wie in der Stahlindustrie üblich

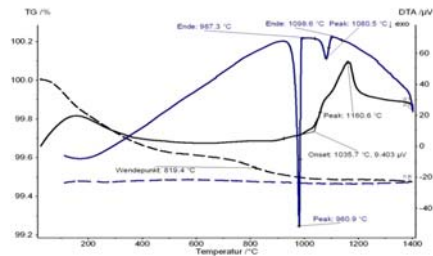
Einigermaßen reproduzierbar zwischen
1550 °C bei Eisenschlacken
1460 °C bei Kupferschlacken

**Messung richtig!
Ergebnis FALSCH**

Fayalit (Fe_2SiO_4 , Fe^{2+} , Smp. 1205 °C)
reagiert mit O_2 zu
Magnetit ($\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$) (Fe_3O_4 , Smp. 1535 °C)
oder Hämatit (Fe^{3+}) (Fe_2O_3 , Smp. 1539 °C)
und Quarz (Smp. 1712 °C).

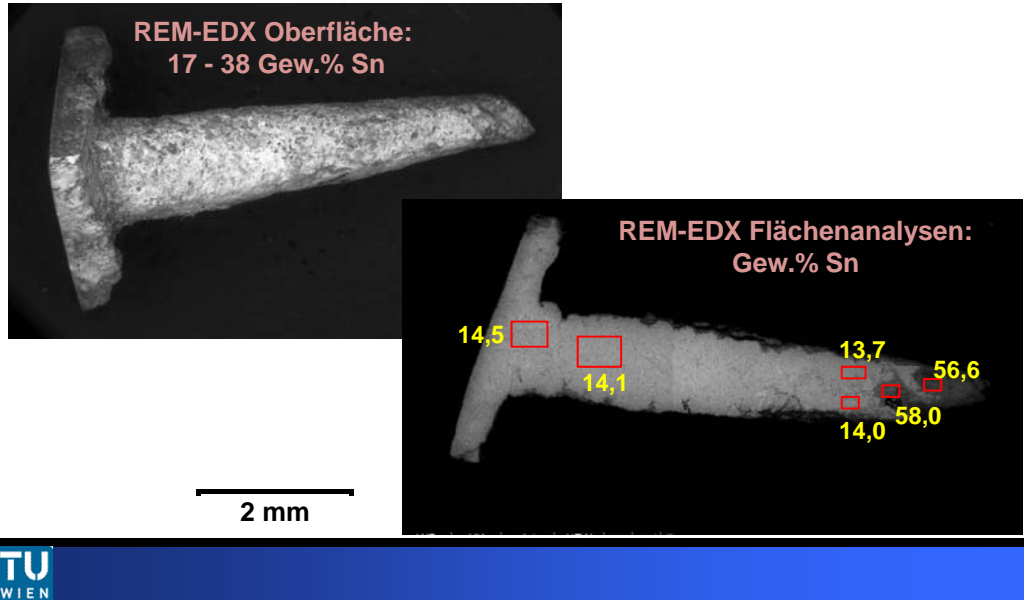
DTA Messung in Ar Atmosphäre

Schmelz- bzw. Erstarrungspunkte
zwischen 1160 und 960 °C



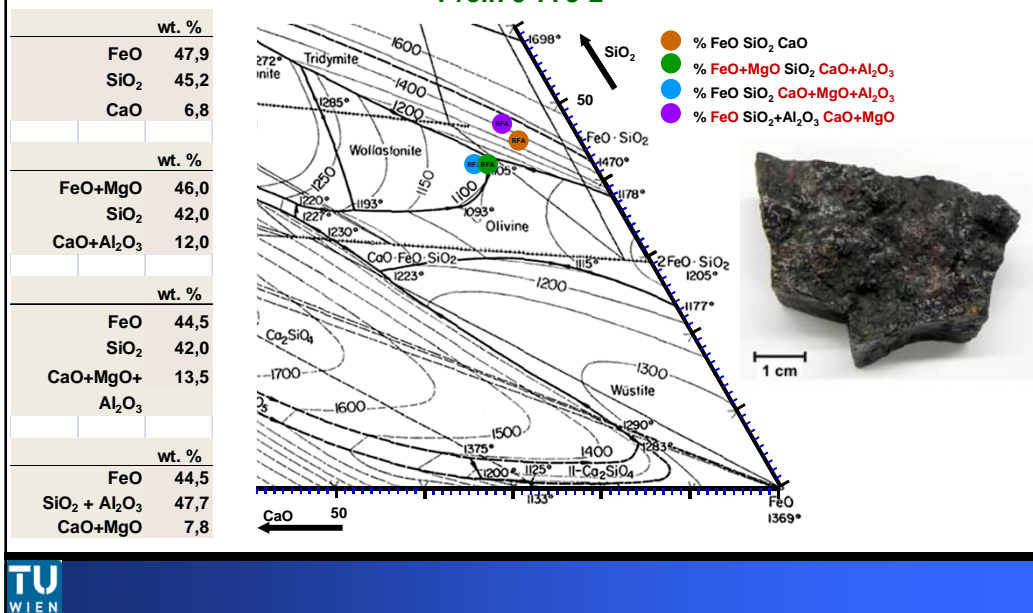
Dreiecksnagel aus Bronze

Mitterkirchen, Oberösterreich



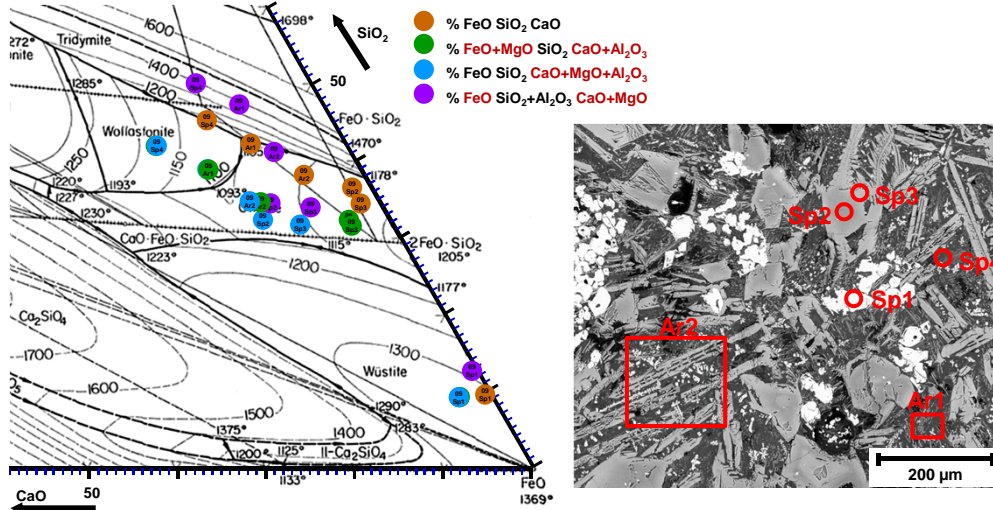
Kupferschlacke - RFA Flächenanalyse

Prein 9-773-2



Kupferschlacke - EDX Flächen- und Punktanalyse

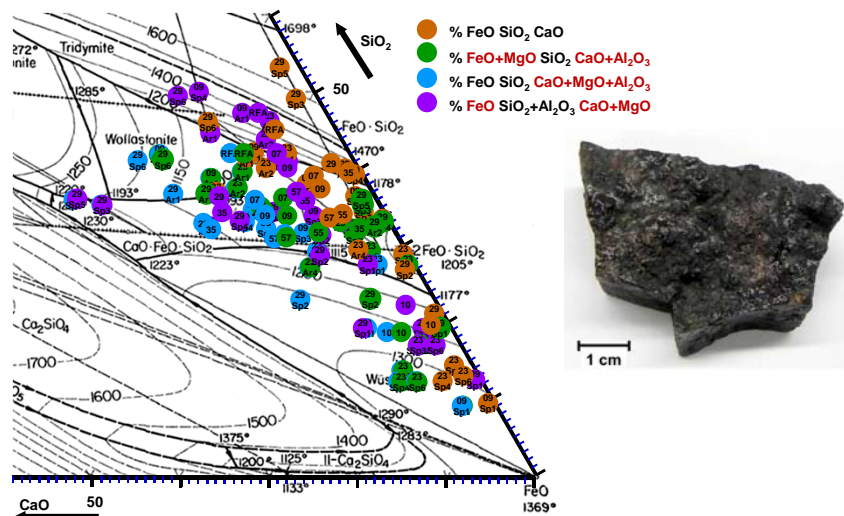
Prein 9-773-2 - Position 09



TU
WIEN

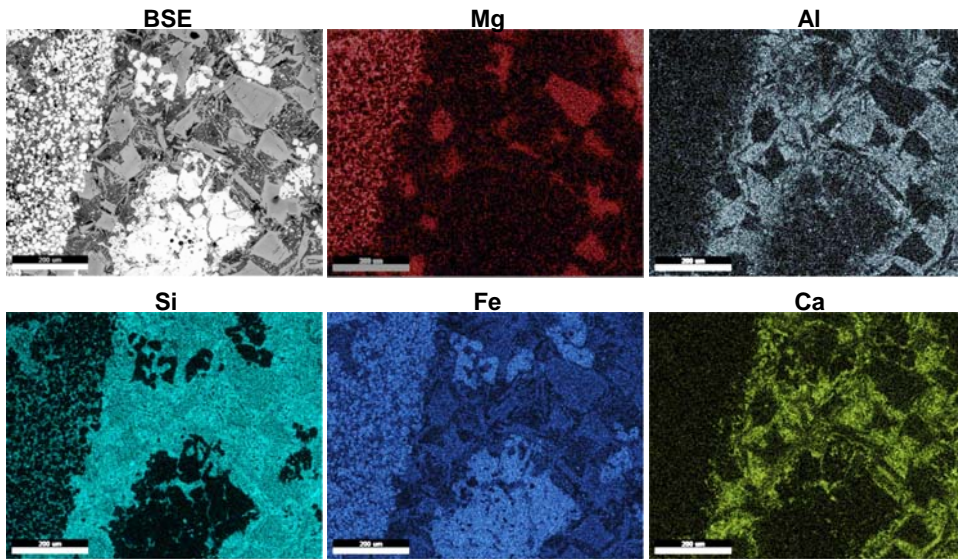
Kupferschlacke - Ergebnisse

Prein 9-773-2



TU
WIEN

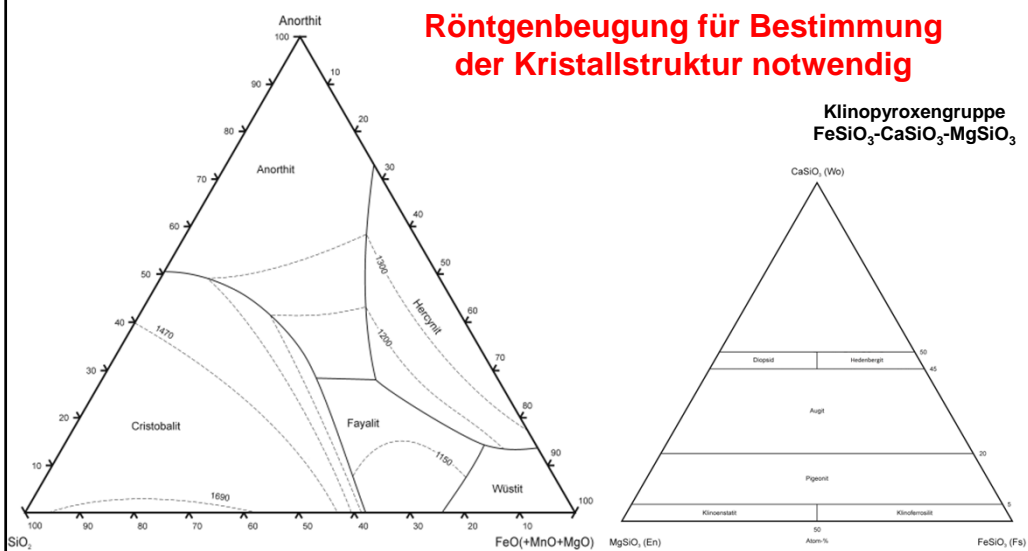
EDX Verteilungsanalyse - Prein 9-773-2 - Position 24



TU
WIEN

Interpretation ohne Messergebnisse

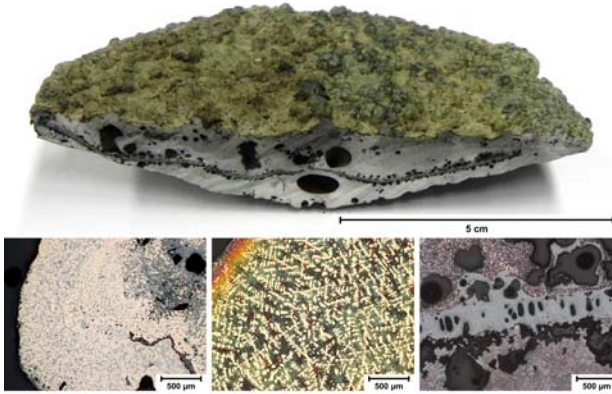
Röntgenbeugung für Bestimmung
der Kristallstruktur notwendig



TU
WIEN

Rückschlüsse auf Ausgangsprodukte

Cu-Sb Gusskuchen, vermutlich aus Cu und Sb_2S_3 hergestellt.



➤ Es ist nicht möglich die vorhandenen Verunreinigungen den Ausgangsmaterialien zuzuordnen.

➤ Daher ist es auch nicht möglich auf die Herkunft der Erze zurückzuschließen.

Unzulässige Interpretationen

- Verallgemeinerungen durch Mittelwertbildung
 - ❖ Insbesondere wenn Nullwerte vorliegen
- Falsche Prozessbeschreibungen
 - ❖ Rennofen zur Eisengewinnung
- Herkunftsbestimmung bei Mischproben
 - ❖ Pb-Isotopie bei Legierungen (z.B. Bronzen)

Zusammenfassung

History is a set of lies agreed upon.

Napoleon

Literatur und Messdaten

(manchmal, häufig, oft)

sind eine Ansammlung von Lügen, an die wir glauben!

Ich

