

## Geheimschrift

Es wurden **in der Vergangenheit** viele Versuche unternommen, Botschaften so zu übermitteln, dass nur Eingeweihte sie lesen können. Zum Beispiel wurden besonders vereinbarte Zeichen verwendet oder die Reihenfolgen der Zeichen vertauscht. Auch Geheimschriften (Abb. 1) waren sehr beliebt und schon lange bekannt. Um 50 n. Chr. benutzte Plinius der Ältere Geheimschrift aus der Thymian-Pflanze. Erst wenn man das Papier (Pergament) über einem Feuer erhitzte, wurde der Text sichtbar. Im 17. bis zum 19. Jahrhundert wurden Geheimschriften sehr gerne benutzt, vor allem zum Verfassen von Liebesbriefen.



Abb. 1: Geheimschrift

Später wurde eine Reihe von Tinten entwickelt die man auf einem anderen Wege sichtbar machen konnte, manchmal verschwindet sogar der Text wieder nach einer Weile. Beispiel hierfür ist die in diesem Versuch verwendete Phenolphthaleinlösung (Abb. 2), die mit Laugen wieder sichtbar gemacht werden kann. Auch Zitronen- oder Zwiebelsaft, Essig, Milch (Erhitzen) und Obstsaft (UV-Licht) können verwendet werden.



Abb. 2: Phenolphthaleinlösung

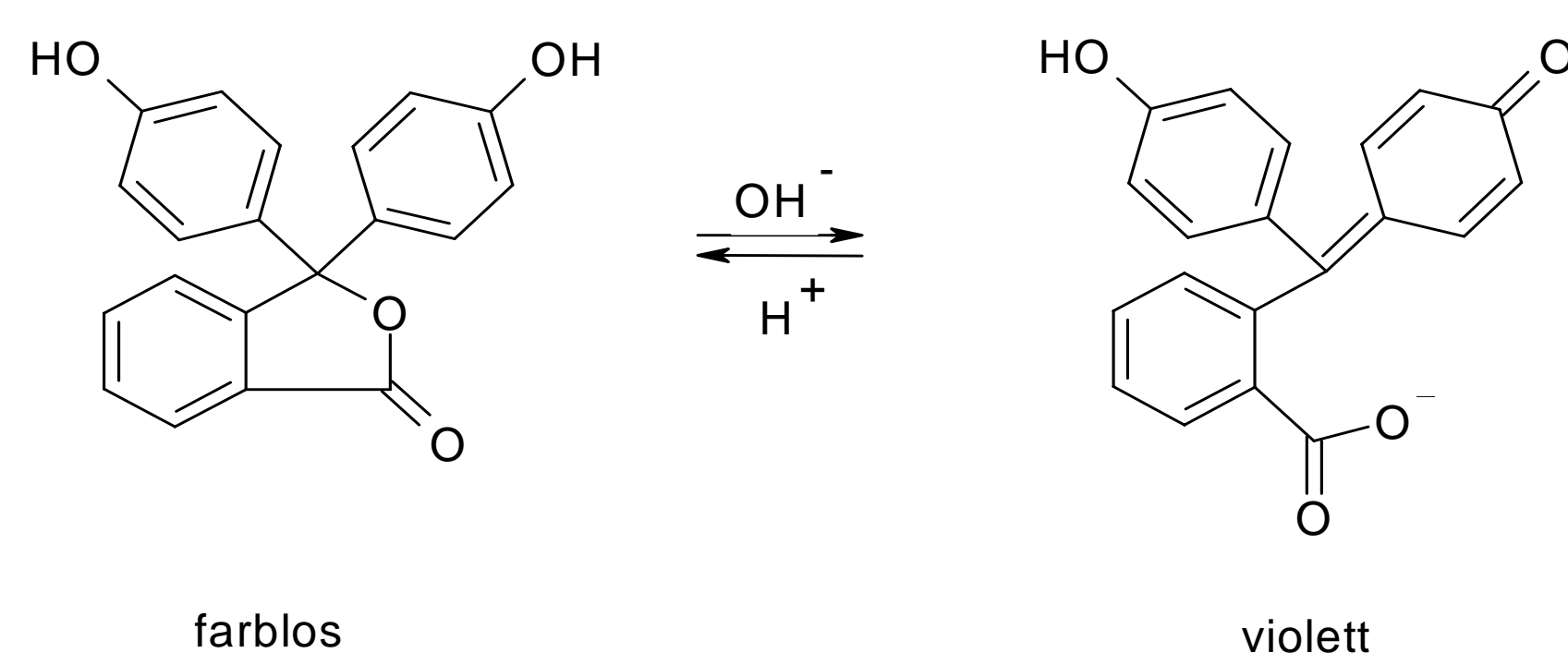


Abb. 3: Änderung des Phenolphthaleins bei Zugabe von Base/Säure

Phenolphthalein ist ein pH-Indikator. pH-Indikatoren sind schwache organische Säuren oder Basen die ihre Farbe je nach pH-Wert ändern. Gelöstes Phenolphthalein ist bei einem pH-Wert von 0 bis 8 farblos, bei höheren pH-Werten färbt sich die Lösung violett. Solche Stoffe werden zum Beispiel zur Titration (Bestimmung der Menge eines Stoffes) von verschiedenen Lösungen verwendet. Phenolphthalein kann mit Ammoniak oder anderen Basen (pH>8) wieder sichtbar gemacht werden (Abb. 3).

## Flammenfärbung

Salze sind aus Kationen und Anionen aufgebaut. Bestimmte Ionen, wie Alkali- oder Erdalkali-Ionen können, in die Flamme gebracht, diese färben. Eine so erzeugte Flammenfarbe (Abb. 5) ist spezifisch für die Ionen der eingebrachten Stoffe. Die optisch beobachtete Gesamtfammenfarbe setzt sich aus einer Mischung der einzelnen Licht-Emissionslinien zusammen (Abb. 6).

Die Flammenfärbung beruht darauf, dass die Elemente oder Ionen in einer farblosen Flamme Licht spezifischer Wellenlängen abgeben, welches für jedes Element charakteristisch ist. Die Färbung der Flamme entsteht durch Energieumwandlung von Wärmeenergie zu Strahlungsenergie. Durch Valenzelektronen kommt die Umwandlung zustande, die durch die Wärmeenergie in den angeregten Zustand gehoben werden und unter der Abgabe von Licht wieder zurückfallen (Abb. 4). Aus diesem Licht können wiederum Rückschlüsse auf Temperatur und Element gezogen werden.

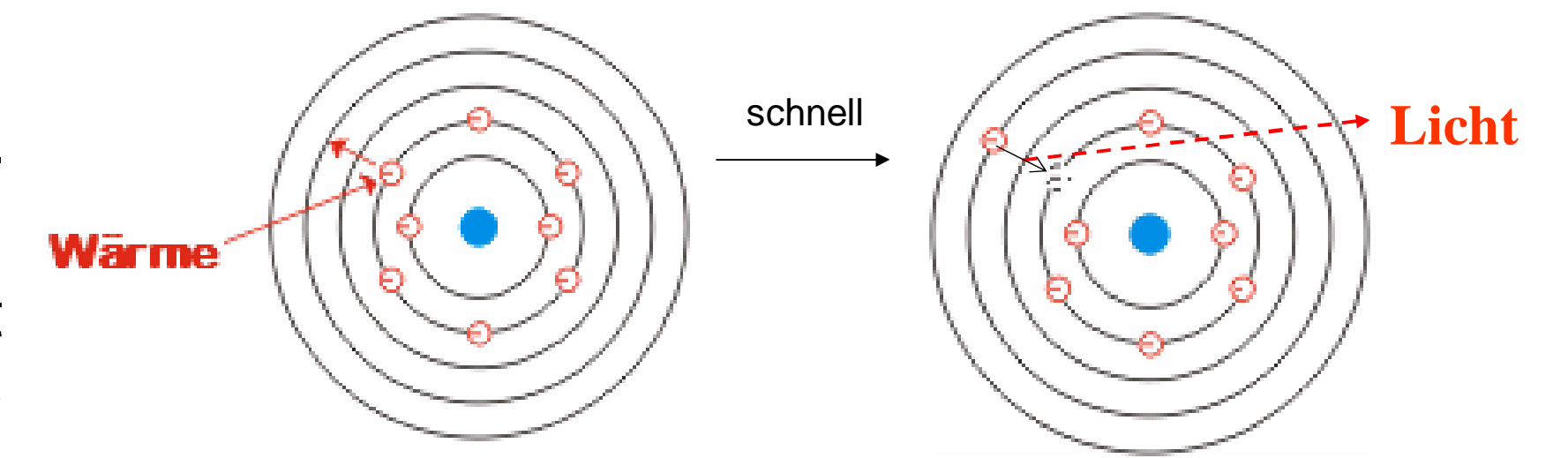


Abb. 4: Modell des Emissionsvorganges

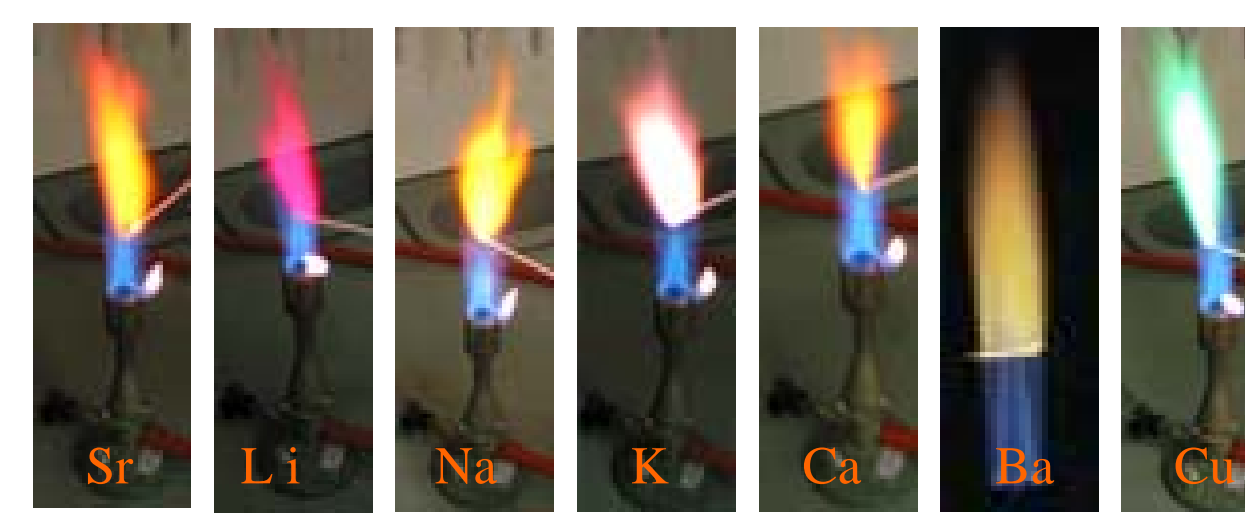


Abb. 5: verschieden gefärbte Flammen

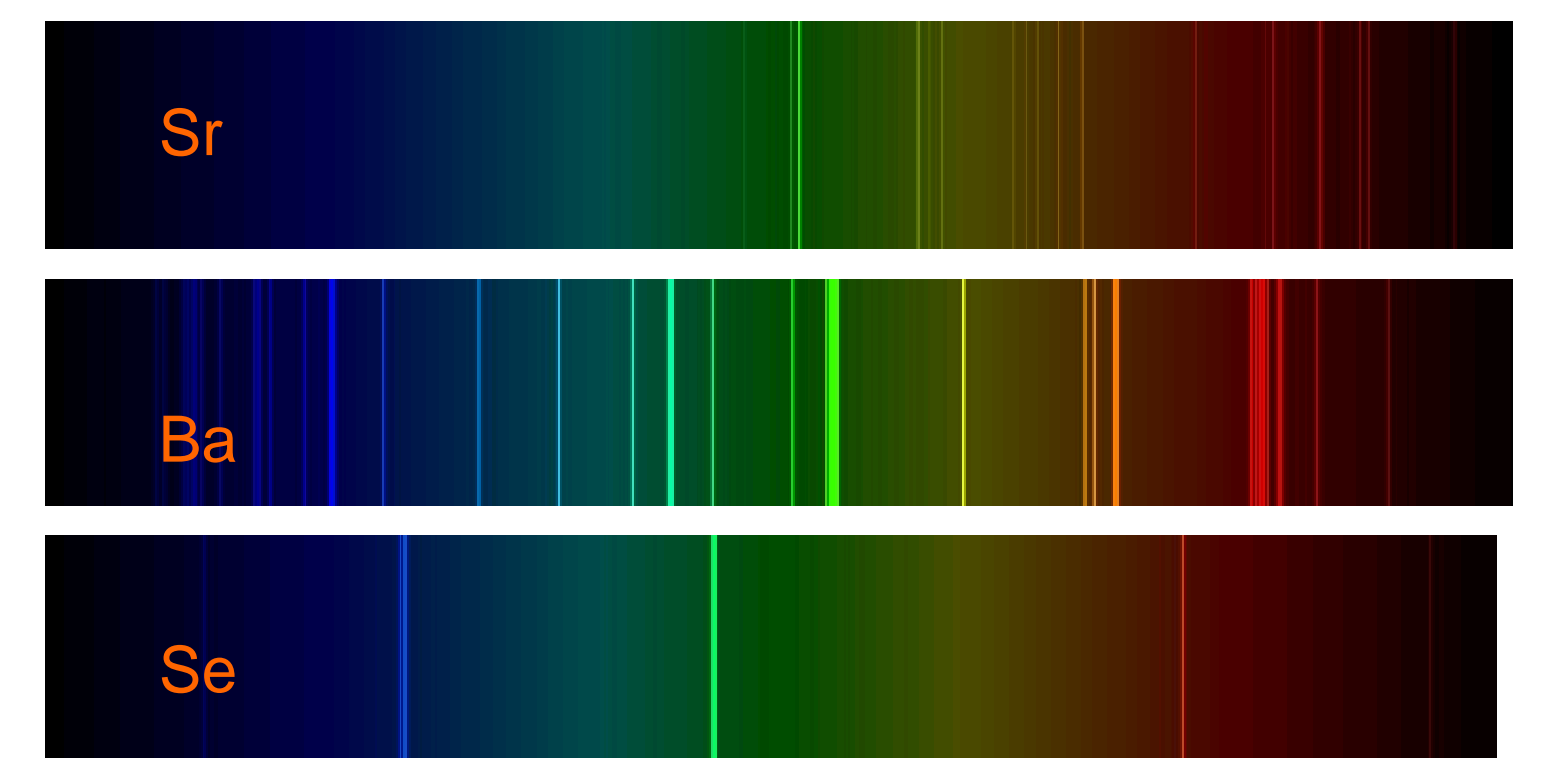


Abb. 6: Linienspektren

Aus den vielen Anwendungsmöglichkeiten sollen hier Beispiele genannt werden. So kann mithilfe der Atomabsorptionsspektroskopie (Abb. 7) ein Mineralwasser auf Mineralgehalt oder auch die Bleibgabe durch alte Bleirohre im Stadtwasser überprüft werden. Direkt wird die hübsche Farbe in der Pyrotechnik bei Feuerwerken genutzt (Abb. 7). In der Astronomie kann auch die chemische Zusammensetzung von Himmelskörpern wie z. B. Kometen, Sonnen beobachtet und daraus chem. Reaktionen / Prozesse abgeleitet werden.



Abb. 7: Anwendungen von Flammenfärbung

## Silberspiegel

In der Geschichte nimmt man an, dass die Menschheit zuerst Wasser als Spiegel genutzt hat, bevor sie in der Bronzezeit lernte, poliertes Metall als Spiegel zu gebrauchen. Im 14. Jahrhundert wurden erstmals Spiegel hergestellt, indem man Glaskugeln blies, in welche, noch während sie glühten, Metalllegierungen eingebracht wurden. Zum Ende des Mittelalters wurde die Technik der Glasspiegel weiterentwickelt und man stellte nun so genannte Quecksilber-Spiegel her. Die Metalllegierung bestand zu etwa 75 Prozent aus Zinn und zu etwa 25 Prozent aus Quecksilber, d.h. eine Zinnamalgam-Verbindung. Aufgrund der hohen Giftigkeit von Quecksilber starben viele bei dessen Gewinnung und Verarbeitung.



Abb. 8: Spiegel

Erst als Amalgamspiegel 1886 wegen ihrer Giftigkeit verboten wurden, ging man allgemein zur Silberspiegelherstellung über, obwohl das chemische Verfahren zur Silberspiegelherstellung (Abb. 8) damals schon mehr als 50 Jahre bekannt war.



Abb. 9: versilberter Weihnachtsschmuck

Auch heute noch besteht der klassische Spiegel und auch ein Teil des Weihnachtsschmuckes (Abb. 9) aus Glasformen, deren Innenseite mit einer feinen, dünnen Silberschicht besetzt ist.

Zum Schutz vor Verkratzen und Oxidation wird die Silberschicht oft noch galvanisch verchromt und lackiert.



Abb. 10: Silberspiegel

Um die dünne Silberschicht herzustellen muss man eine Silbernitrat-Lösung mit Natronlauge und Ammoniak versetzen. Diese Zusammensetzung wird auch als Tollens Reagenz bezeichnet. Das Tollens Reagenz wird zum Nachweis von Aldehyden und anderen reduzierenden funktionellen Gruppen verwendet. Der Nachweis ist positiv, wenn Silber ausfällt und sich an der Innenwand des Reaktionsgefäßes abscheidet. Dies führt zur Bildung eines spiegelnden Belages. Bei Zugabe von zum Beispiel Traubenzucker (ein reduzierender Aldehyd) entsteht der in diesem Versuch hergestellte Silberspiegel (Abb. 10).

## Legierungen

Eine Legierung ist ein Gemenge aus zwei oder mehreren Metallen. Der metallische Charakter bleibt dabei erhalten. Schon im Altertum waren Legierungen bekannt und wurden aufgrund ihrer Eigenschaften benutzt. Die wohl älteste bekannte Legierung ist **Bronze** (90% Kupfer und 10% Zinn), die seit ca. 5000 Jahren bekannt ist. Bronze ist deutlich härter als Kupfer und damit für Werkzeuge und Waffen besser geeignet. Auch **Messing** (>50% Kupfer, Rest Zink) ist in Babylon seit ca. 4000 Jahren bekannt.



Abb. 11: (v. links nach rechts): Bronzebeile (Nordeuropa, um 1500 v.C.), alt nordischer Bronzeguss, Bronzeglocke (v.1645), Büste des Marcus Aurelius (170 n.C.)

In der modernen Technik wird eine Vielzahl von Legierungen für verschiedenste Anwendungen benötigt. Reine Metalle werden meist nur in Spezialanwendungen benutzt. Typische Legierungen sind z.B. Quecksilberlegierungen für Zahnfüllungen (Hg-Cu-Ag-Au-Pd), Lotmetalle, Stahl für verschiedene Anwendungen, Leichtmetall-Legierungen für den Fahrzeug- und Flugzeugbau.



Abb. 12a: Kampfflugzeug (oben), Stealthbomber (mitte), Komet Hale-Bopp (unten)

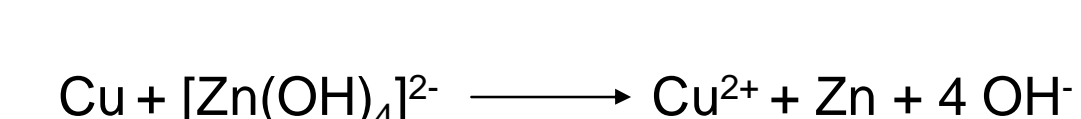


Abb. 12b: Rotgold (Au/Cu), Weissgold (Au/Pd) und Gelbgold (Au/Ag)

Natürliche Legierungen sind z.B. in Meteoriten und bei vielen Gesteinen vorkommenden Metallen wie Kupfer, Silber und Gold zu finden.

Das Verhalten von Legierungen wird mittels Phasendiagrammen (Abb. 13 oben) beschrieben. Das Verständnis der Phasenbildung ist sehr wichtig bei der Entwicklung neuer Werkstoffe.

**Herstellung von Messing:** ein Cent wird in ein alkalisches Zink-Bad getaucht, Zink scheidet sich auf dem Kupfer ab.



Erhitzen (Tempern) des verzinkten Kupfers lässt die Legierung **Messing** entstehen.

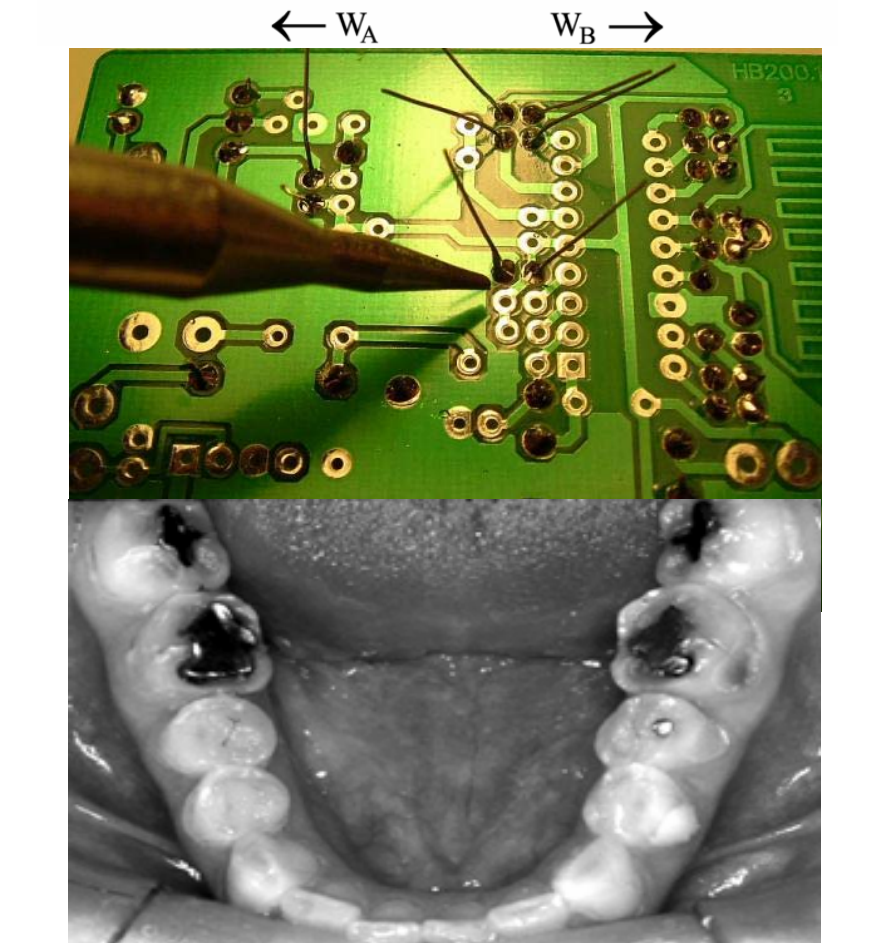
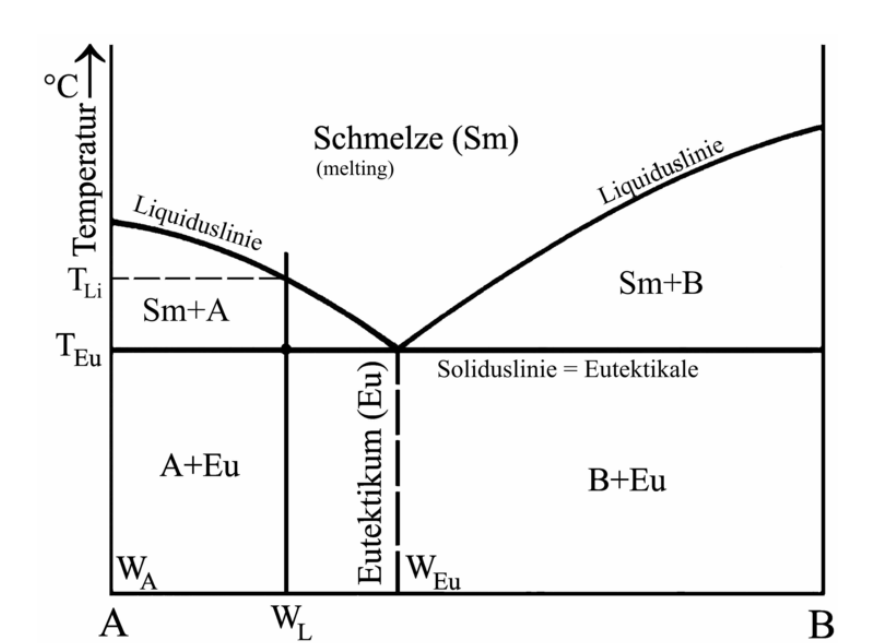


Abb. 13: Phasendiagramm einer Legierung (oben), Löten von Platinen (mitte), Amalgamfüllungen (unten) in Zähnen