

Grundlagen ternärer Phasendiagramme

Wenn eine Legierung aus drei Komponenten besteht, wird ihr Zustand durch drei Variablen festgelegt: Temperatur und zwei Gehaltsangaben (damit liegt auch der Gehalt der dritten Komponente fest). Bei sogenannten ternären Systemen ist eine zweidimensionale Darstellung der Phasendiagramme nicht möglich und man weicht in dreidimensionale Darstellungen aus. Die Grundfläche dieser Darstellung beschreibt die Gehalte und nach oben in den Raum hinein wird die Temperatur aufgetragen. In dieser Darstellung bilden Ein- und Mehrphasengebiete dreidimensionale Körper.

5.1 Das Gehaltsdreieck

Das Gehaltsdreieck beschreibt die Grundfläche der Darstellung eines ternären Phasendiagramms. A, B und C seien die Komponenten einer Legierung mit den Gehalten x_A , x_B und x_C . Da nur zwei Gehalte unabhängig voneinander sind ($x_A + x_B + x_C = 100\%$) lassen sich die drei als ein Punkt in einer Fläche darstellen. Als Fläche wählt man ein gleichseitiges Dreieck, das sogenannte Gehaltsdreieck.

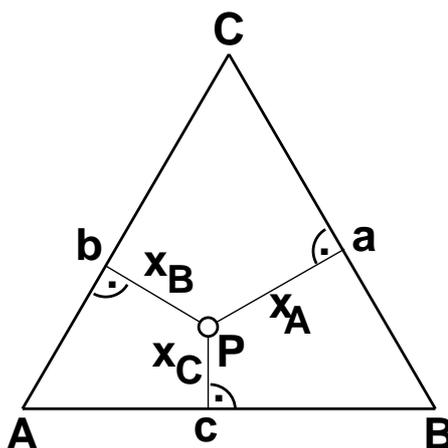


Abbildung 5.1: Gehaltsdreieck einer Legierung aus A, B und C

In der Abbildung 5.1 sei P eine Legierung, dann entsprechen die Abstände des Punktes P von den Seiten den drei Gehalten. Dies ist so einzusehen: Für jeden Punkt in einem gleichseitigen Dreieck ist die Summe der drei Abstände von den Seiten gleich der Höhe des Dreiecks. Die Höhe des Dreiecks setzt man gleich 100%. Zum leichteren Ablesen der Gehalte benutzt man ein Dreieckskoordinatennetz.

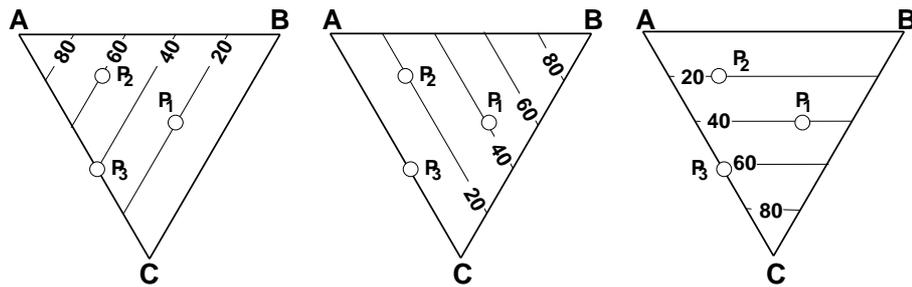


Abbildung 5.2: Gehaltsdreiecke mit Koordinatenlinien der einzelnen Komponenten

In Abbildung 5.2 sind von links nach rechts die Netzlinien für die Gehalte der drei Komponenten A, B und C eingezeichnet. Für die eingetragenen Punkte findet man folgende Zusammensetzung:

ZUM NACHDENKEN:

- Wo liegt der Zustandspunkt einer Legierung mit der Zusammensetzung A:20, B:50, C:30?

	A	B	C	Σ
P ₁	20	40	40	100
P ₂	60	20	20	100
P ₃	40	00	60	100

5.2 Der ternäre Körper

Zur Darstellung des Dreistoffsystems trägt man über dem Gehaltsdreieck die Temperatur auf. Dadurch wird ein gleichseitiges Prisma gebildet, das als ternärer Körper bezeichnet wird. Der ternäre Körper setzt sich aus Ein- und Mehrphasenräumen zusammen. Legierungen, die mit ihren Zustandspunkten in dem Mehrphasenraum liegen müssen in zwei oder mehrere Komponenten aufspalten, deren Phasenzustandspunkte auf den Phasengrenzen der benachbarten Einphasenräume liegen.

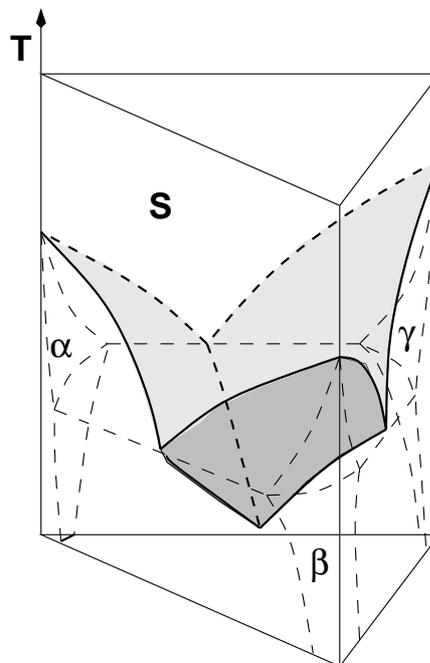


Abbildung 5.3: Ternärer Körper eines einfach eutektischen ternären Systems

Die Randsysteme des ternären Körpers sind binäre Phasendiagramme, wie sie schon behandelt wurden. Hier ist ein ternäres System gezeigt, dessen drei binäre Randsysteme eutektische Systeme sind. Der daraus

resultierende ternäre Körper weist ein ternäres Eutektikum auf. Die Liquidusflächen in diesem Beispiel sind schattiert. Die Soliduslinien der binären Systeme sind gestrichelt eingetragen.

In der Praxis werden oft isotherme Schnitte, die durch den ternären Körper gelegt werden, betrachtet. Man betrachtet in der Regel die Begrenzung der Schmelze und verfolgt deren Verlauf. All diese Karten werden dann wieder übereinander gelegt. Man erhält Karten von Schmelzisothermen, wie sie in Abbildung 5.4 dargestellt ist (für das System mit einem ternären eutektischen Punkt).

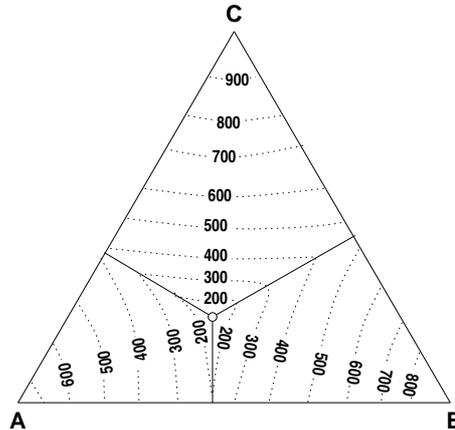


Abbildung 5.4: Schmelzisothermen des einfach eutektischen ternären Systems

Diese Karten werden wie folgt entwickelt: Zunächst hat man in einem ternären Körper mehrere einphasige Bereiche - die Schmelze und einige Randphasen. Betrachten wir den Fall, wo ein Randsystem eine vollständige Mischbarkeit zeigt und die beiden anderen eutektische Systeme seien. Dunkelgrau sind in Abbildung 5.5 die Bereiche einphasiger Mischkristalle α und β gezeigt, hellgrau die Schmelze.

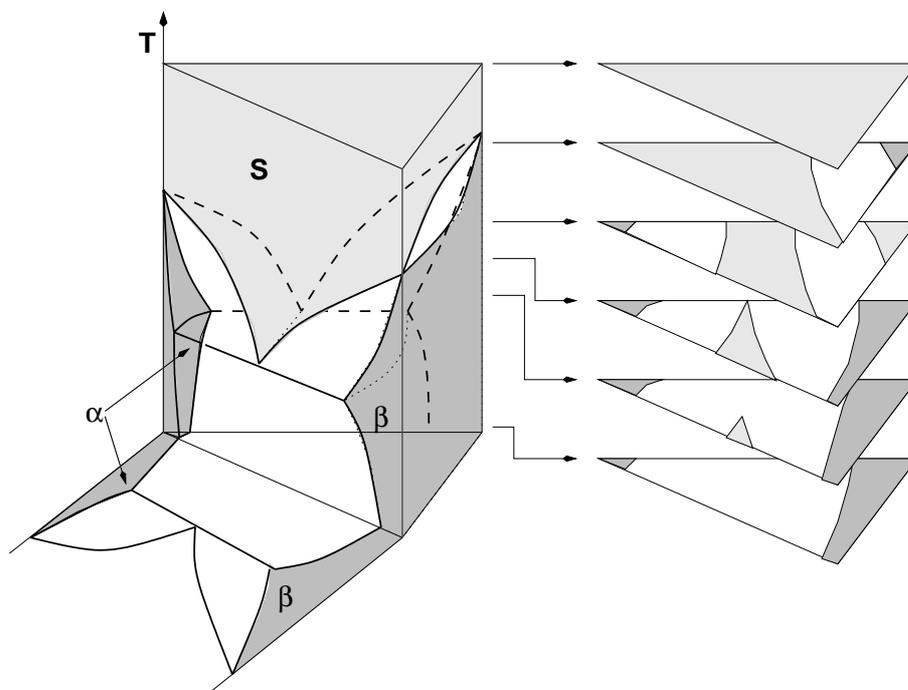


Abbildung 5.5: Ternärer Körper mit zwei eutektischen Randsystemen und einem mit vollständiger Mischbarkeit. Im linken Teilbild sind isotherme Schnitte für verschiedene Temperaturen gezeigt (dunkelgrau - feste Phasen; hellgrau - Schmelze; weiß - Phasenkoexistenzgebiete)

In Analogie zu den binären Systemen nennt man die unteren Begrenzungsflächen des Schmelz-Einphasenraumes Liquidusflächen. Die Schnittlinie zweier Liquidusflächen soll Liquidusschnittlinie genannt werden (steht für die oft verwendeten Begriffe 'Linien doppelt gesättigter Schmelzen', oder 'eutektische Rinne' und 'peritektische Kurve'. Letztere sind in manchen Systemen aber nur sehr schwer gegeneinander abgrenzbar). Die Fläche, die den Liquidusflächen gegenüber liegen werden Solidusflächen genannt.

Bei den isothermen Schnitten handelt es sich, wie der Name schon sagt, um Schnitte des ternären Körpers bei gleicher Temperatur. Man erhält für die entsprechende Temperatur Höhenschichtlinien der Phasenräume. Die Abbildung 5.5 zeigt mehrere Schnitte, die allerdings zum leichteren Erkennen noch perspektivisch gezeichnet sind.

Auch in den Schnitten sind die Schmelze hellgrau und die Mischkristalle dunkelgrau dargestellt. Der bei der zweitiefsten Temperatur gezogene Schnitt ist in Abbildung 5.6 noch einmal nicht perspektivisch gezeichnet.

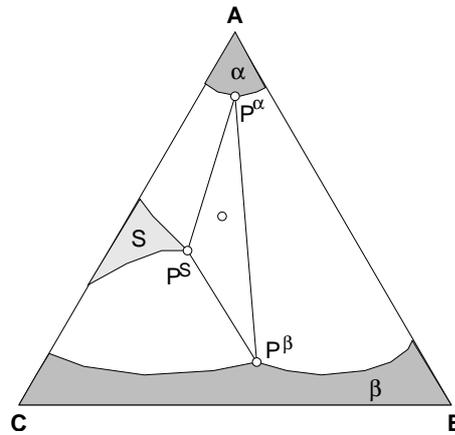


Abbildung 5.6: Isothermer Schnitt zeigt Ein- und Mehrphasenräume im Gehaltsdreieck

Er enthält die Einphasenräume der S-, α - und β - Phasen. In diesem Schnitt ist der Zustandspunkt (○) einer Legierung eingezeichnet. Die Legierung ist in S-, α - und β -Phasen aufgespalten, da diese im Mehrphasenraum liegende Legierung aufspalten muß. Die Phasenzustandspunkte liegen auf den Phasengrenzen zu den benachbarten Einphasenräumen.

Zur Berechnung des Phasengehaltes in der Legierung (x^S , x^α und x^β) dient das Schwerpunktgesetz, der entsprechenden Erweiterung des Hebelgesetzes auf ternäre Systeme:

$$(x_i^S - x_i)x^S + (x_i^\alpha - x_i)x^\alpha + (x_i^\beta - x_i)x^\beta = 0 \quad (5.1)$$

und analog für die Massengehalte:

$$(w_i^S - w_i)w^S + (w_i^\alpha - w_i)w^\alpha + (w_i^\beta - w_i)w^\beta = 0 \quad (5.2)$$

wobei i für eine beliebige Komponente A, B oder C steht.

Es gilt:

$$1 = x^S + x^\alpha + x^\beta \quad (5.3)$$

$$n_B = n_B^S + n_B^\alpha + n_B^\beta \quad (5.4)$$

$$x_B = \frac{n_B}{n}; \quad x_B^S = \frac{n_B^S}{n^S}; \quad x^S = \frac{n^S}{n} \quad x_B^\alpha = \frac{n_B^\alpha}{n^\alpha}; \quad x^\alpha = \frac{n^\alpha}{n} \quad x_B^\beta = \frac{n_B^\beta}{n^\beta}; \quad x^\beta = \frac{n^\beta}{n} \quad (5.5)$$

$$\frac{n_B}{n} = \frac{n_B^S}{n} + \frac{n_B^\alpha}{n} + \frac{n_B^\beta}{n} \quad (5.6)$$

$$\frac{n_B}{n} = \frac{n_B^S}{n^S} \frac{n^S}{n} + \frac{n_B^\alpha}{n^\alpha} \frac{n^\alpha}{n} + \frac{n_B^\beta}{n^\beta} \frac{n^\beta}{n} \quad (5.7)$$

$$x_B = x_B^S x^S + x_B^\alpha x^\alpha + x_B^\beta x^\beta \quad (5.8)$$

es gilt aber auch ((5.3)· x_B):

$$x_B = x_B x^S + x_B x^\alpha + x_B x^\beta \quad (5.9)$$

und damit:

$$0 = (x_B^S - x_B)x^S + (x_B^\alpha - x_B)x^\alpha + (x_B^\beta - x_B)x^\beta \quad (5.10)$$

q.e.d.

- ▷ Die Konoden, die die Zustandspunkte der stabilen Phasen einer Legierung verbinden umranden die Fläche
- ▷ An den Ecken der Fläche liegen die Phasenzustandspunkte in der Fläche liegt der Legierungszustandspunkt
- ▷ Mit den jeweiligen Phasengehalten werden die Phasenzustandspunkte belastet
- ▷ Damit liegt der Legierungszustandspunkt im Schwerpunkt der Fläche

Das Schwerpunktgesetz eignet sich gut zum Abschätzen der Mengenverhältnisse

- ▷ je dichter der Legierungszustandspunkt an einem Phasenzustandspunkt liegt, desto größer ist der zugehörige Phasengehalt in der Legierung
- ▷ wenn der Legierungszustandspunkt auf einer Konode liegt (die Verbindungslinie der drei Phasenzustandspunkte sind ja Konoden) ist die Menge der gegenüberliegenden Phase gleich Null
- ▷ der Legierungszustandspunkt muß innerhalb seiner Konodenfläche liegen

ZUM NACHDENKEN:

- Welche Ein- und Mehrphasengebiete sind in den isothermen Schnitten von Abb. 5.5 dargestellt?
- Warum und unter welchen Voraussetzungen kommt es zur Aufspaltung der Zustandspunkte in zwei bzw. drei Phasen (s. Abb. 5.6)?
- Wie wird der Bereich, der durch drei Phasen im thermodynamischen Gleichgewicht gekennzeichnet ist aus dem isothermen Schnitten bestimmt?

5.3 Abkühlen einer ternären Legierung

Allgemein kann das Abkühlen einer ternären Legierung anhand des Durchlaufens von fünf charakteristischen Temperaturbereichen beschrieben werden.

1. Die Legierung wird im Zustand des einphasigen Gleichgewichts der Schmelze solange abgekühlt, bis sie die Liquidusfläche erreicht (1). Die Projektion des Zustandspunktes auf das Gehaltsdreieck bleibt unverändert (1').
2. Die Legierung befindet sich im zweiphasigen Gleichgewicht. Sobald die Liquidusfläche erreicht ist scheidet sich feste Phase β aus. Hierdurch verarmt die Schmelze an B und ihr Zustandspunkt wandert mit fortschreitender Abkühlung und Ausscheidung von B auf der Liquidusfläche von B weg nach unten zu tieferen Temperaturen.
Nach dem Schwerpunktgesetz muß die Konode, die den Zustandspunkt mit B verbindet durch die Projektion des ersten Berührungspunktes des aus der Schmelze kommenden Zustandspunktes mit der Liquidusfläche laufen. Projiziert man die Zustandspunkte auf das Gehaltsdreieck, so wandert der Punkt 1' nach 2' sodaß sich 1' von B entfernt.
3. Im dreiphasigen Gleichgewicht hat der Zustandspunkt die Liquidusschnittlinie erreicht, er befindet sich auf der zu C und B gehörenden Liquidusfläche. Die Schmelze kann also weiter wie bisher B ausscheiden und nun zusätzlich noch die C-Phase. Es liegt ein Gleichgewicht von S-, B- und C-Phase vor. Durch das Ausscheiden von B- und C-Phase verarmt die Schmelze an den Komponenten B und C und reichert sich an A an. Der Zustandspunkt läuft nun in Richtung A, bis der ternäre eutektische Punkt erreicht ist (3').

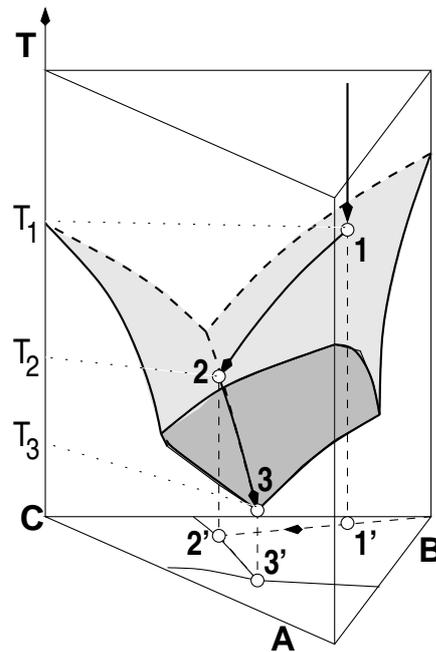


Abbildung 5.7: Verlauf des Zustandspunktes bei Abkühlung einer ternären Legierung - hier am Beispiel des ternären einfach eutektischen Systems

4. Im ternären eutektischen Punkt liegt der Zustandspunkt auf allen drei Liquidusflächen. In diesem Punkt befinden sich die Phasen S, A, B und C im Gleichgewicht, wobei sich die Restschmelze in die Phasen A, B und C zersetzt.
5. Im letzten Temperaturbereich herrscht ein dreiphasiges Gleichgewicht. Nachdem sich die Schmelze zersetzt hat liegen nur noch die Phasen A, B und C im Gleichgewicht vor, die nun weiterhin ohne Veränderung des Zustandes abgekühlt werden können.

Damit kann für jeden beliebigen Zustandspunkt der Weg der Projektion auf das Gehaltsdreieck bei der Abkühlung beschrieben werden.

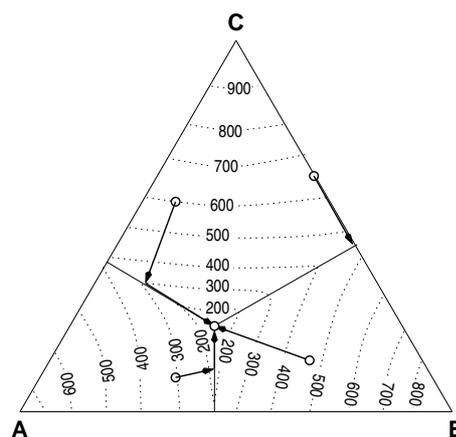


Abbildung 5.8: Wege von verschiedenen Zustandspunkten bei der Abkühlung im Gehaltsdreieck

Zunächst bewegt sich der Zustandspunkt von der ausgeschiedenen Komponente weg. Dabei trifft er entweder den ternären eutektischen Punkt, oder die Liquidusgrenzlinie. War der Zustandspunkt einer binären (B-C als ein Bsp. in Abb. 5.8) Legierung zugeordnet, so endet der Weg des Zustandspunktes im binären

Eutektikum. Da sie keine dritte Phase (Bsp. in Abb. 5.8: A) enthält, kann sie auch nicht in das Gehaltsdreieck hineinwandern. Im anderen Fall verändert sich der Zustandspunkt auf der Liquidusgrenzlinie solange, bis das ternäre Eutektikum erreicht ist.

Abschließend zur Betrachtung dieses Systems noch einmal die Darstellung eines ternären einfach eutektischen Systems in Form des ternären Körpers. Hier werden zur besseren Verdeutlichung zwei Darstellungen parallel gezeigt, um die dreidimensionale Form deutlicher hervorzuheben.

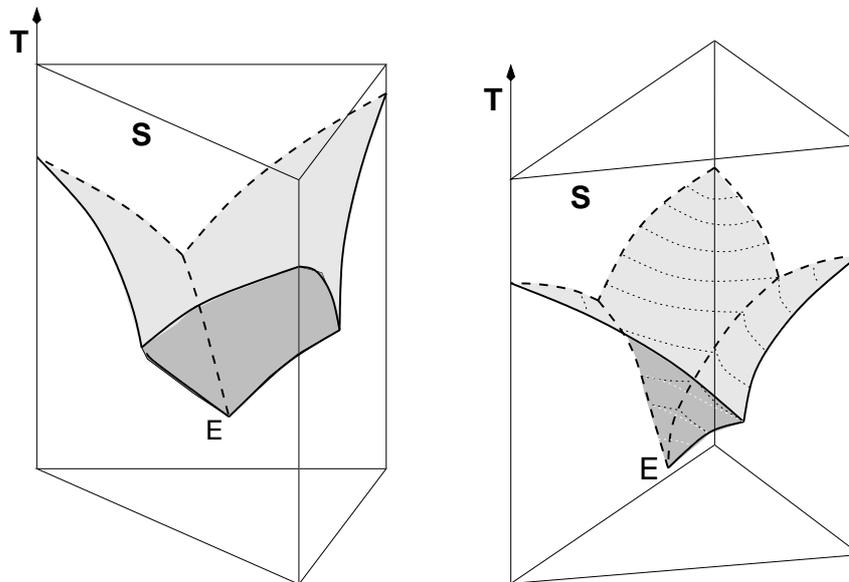


Abbildung 5.9: Ternäre Körper einfach eutektischer Systeme

Abhängig von der Temperatur findet man verschiedene Bereiche von Ein- und Mehrphasenräumen. In Abbildung 5.10 ist ein isothermer Schnitt oberhalb der eutektischen Temperatur durch ein einfach eutektisches ternäres System gezeigt.

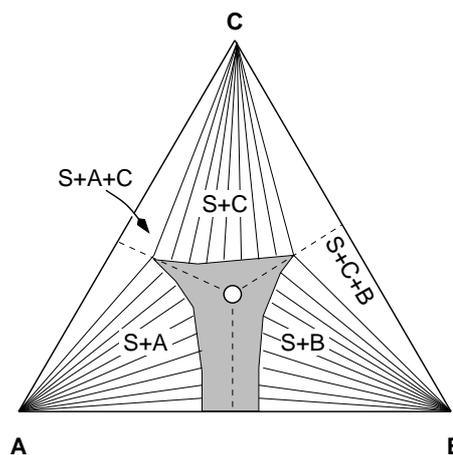


Abbildung 5.10: Isothermer Schnitt eines einfach eutektischen Systems oberhalb der eutektischen Temperatur unter Angabe der Ein- und Mehrphasenbereiche

Die Konoden zwischen den Randphasen (hier idealisiert) und der Schmelze sind ebenfalls eingezeichnet. Der Leser möge beachten, daß es hier 'Dreiecke' mit 'S + A + C' und 'S + B + C' gibt. Legierungen in diesen Bereichen scheiden zwei feste Phasen aus und stehen mit der Schmelze in Koexistenz, wobei der Zustandspunkt entlang der Liquiduslinie bis zur Schmelze gewandert ist.

Jeder ternäre Körper zeigt oben eine kompliziert gekrümmte Fläche, die sich aus den verschiedenen Liquidusflächen zusammensetzt. In dem nun betrachteten Fall besitzt der ternäre Körper zwei eutektische Randsysteme und eines mit einer intermetallischen Verbindung. Vier Liquidusflächen wölben sich in den Körper hinein.

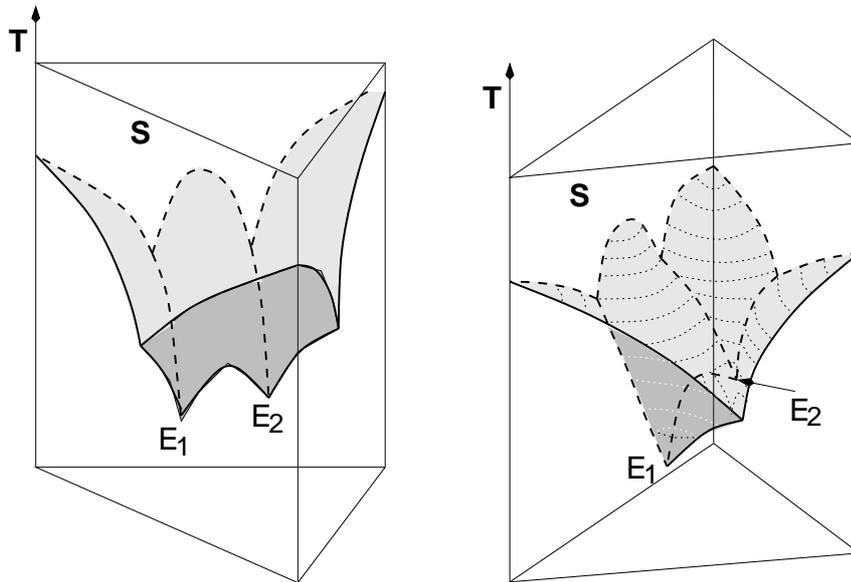


Abbildung 5.11: Ternäre Körper von Systemen mit zwei ternären Eutektika

Es kommt zur Bildung von zwei ternären Eutektika. Zwischen den beiden Eutektika weist die Liquidusfläche einen Sattel auf. Die Abkühlung einer Legierung in diesem System erfolgt fast genauso, wie in einem System mit drei eutektischen Randsystemen. Bei Erreichen der Liquidusfläche spaltet die Legierung auf. Die feste Phase, die zu der Liquidusfläche gehört wird ausgeschieden. Ihr Zustandspunkt läuft auf der Liquidusfläche geradlinig vom Zustandspunkt der festen ausgeschiedenen Phase weg, bis eine Liquidusschnittlinie erreicht ist. Ab hier scheidet sich eine zusätzliche feste Phase aus und der Zustandspunkt der Schmelze wandert in der Liquidusschnittlinie nach unten, bis einer der beiden ternären eutektischen Punkte erreicht ist. Je nach Punkt zerfällt die Restschmelze in die drei beteiligten Randphasen.

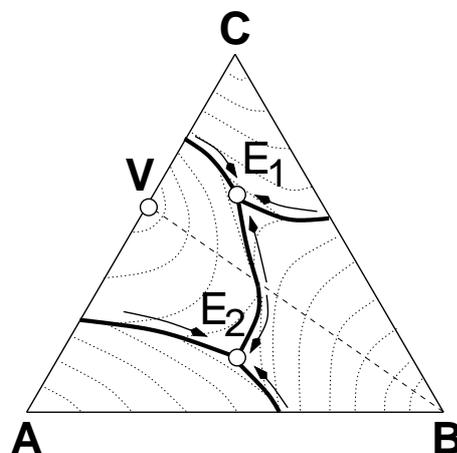


Abbildung 5.12: Gehaltsdreieck mit Schmelzisothermen und Liquidusgrenzlinien eines Systems mit zwei ternären Eutektika

Eine Besonderheit stellt die Sattelfläche dar. Der Schmelzzustandspunkt einer Legierung auf der Verbindungslinie, die über eine Randphase, der intermetallischen Phase und den Sattelpunkt geht, wandert auf der Liquidusfläche bis in den Sattel und zerfällt dort eutektisch in die Randphase und die intermetallische Phase. Der Schmelzzustandspunkt läuft also nicht in die Liquidusschnittlinie weiter zu einem der ternären eutektischen Punkte.

Diese Tatsache läßt sich mit der Schwerpunktbeziehung veranschaulichen. Nimmt man an, daß der Schmelzzustandspunkt dort ein Stück auf der Liquidusschnittlinie in Richtung eines Eutektikums läuft, wird ein Konodendreieck gebildet. Der Legierungszustand würde dann aber auf der Seite liegen, die durch die intermetallische Phase und die Randphase gebildet wird. Damit ist der Anteil der Schmelzphase aber gleich Null.

Der Sattelpunkt zwischen den Eutektika ist im Gehaltsdreieck leicht zu sehen wenn die Isothermen eingezeichnet sind. Zu beachten ist, daß vom Sattelpunkt aus die Zustandspunkte in die Eutektika entlang einer Liquidusgrenzlinie laufen. Die Liquidusgrenzlinien sind hier ebenfalls eingezeichnet.

Ist nun bei einem solchen betrachteten System der Schmelzzustandspunkt einer der an den binären Phasendiagrammen beteiligten Randsystemen viel höher, so reicht der dazugehörige Phasenkoexistenzbereich mit der Schmelze weiter in den ternären Körper hinein.

ZUM NACHDENKEN:

- Wie zerfällt eine Legierung im Sattelpunkt zwischen zwei ternären Eutektika?
- Wie ändert sich der Zustandspunkt einer Legierung der Zusammensetzung A:20, B:40, C:40 in den in Abb. 5.12 und 5.14 gezeigten isothermen Schnitten?
- Unter welchen Umständen kommt es nach der ternären peritektischen Reaktion zu einem Gleichgewicht in dem keine Schmelze auftritt?

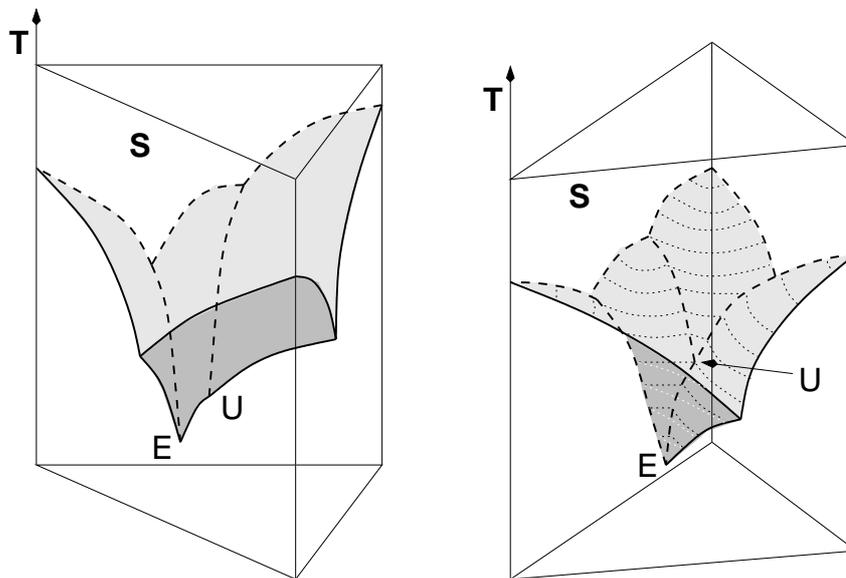


Abbildung 5.13: Ternäre Körper von Systemen mit einem ternären eutektischen Punkt und dem Phasenzustandspunkt der Schmelze einer Übergangsreaktion

Die Liquidusschnittlinien, die den Phasenkoexistenzbereich begrenzen laufen in einem Punkt zusammen, der jedoch kein Eutektikum ist. Von diesem Punkt U aus fällt die weiterführende Liquidusschnittlinie in das Eutektikum ab. Durch die Anhebung einer Schmelztemperatur und der damit verbundenen Vergrößerung des Phasenkoexistenzbereiches (bis über den gedachten Sattelpunkt eines zweifach eutektischen Systems hinweg) kommt es zur ternären Übergangsreaktion.

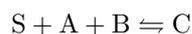
Diese Reaktion endet für die Legierung 1 beziehungsweise 2 dadurch, daß S bzw. C verbraucht ist und nur noch B + C + V bzw. S + B + V vorhanden ist.

Nun zurück zur Abkühlung:

5. ▷ **Legierung 1:** Nach der Übergangsreaktion stehen B + C + V im Gleichgewicht, die weiter abgekühlt werden können, ohne daß weitere Reaktionen stattfinden.
- ▷ **Legierung 2:** S → B + V Nach Abschluß der Übergangsreaktion stehen S + B + V im Gleichgewicht. Bei weiterer Abkühlung läuft S unter Ausscheidung von B und V die Liquidusgrenzlinie zum eutektischen Punkt hinunter. S → A + B + V Wenn der ternäre eutektische Punkt erreicht ist, zerfällt die Restschmelze eutektisch in A, B und V. Nach Abschluß der eutektischen Reaktion stehen die drei festen Phasen A + B + V im Gleichgewicht. Sie können ohne weitere Phasenreaktion weiter abgekühlt werden.

Bei der Übergangsreaktion setzen sich zwei im Konodenbereich gegenüberliegende Phasen in die beiden Anderen um. Die Reaktion ist beendet, sobald eine Phase verbraucht ist. Welche es ist, richtet sich nach der Lage des Legierungszustandspunktes im Konodendreieck.

Neben diesen beiden ternären Reaktionen gibt es noch die ternäre peritektische Phasenreaktion. Wie schon bei der binären Reaktion wird die peritektische Phase C aus der Schmelze unter Beteiligung nun von zwei festen Phasen (A + B) gebildet:



Die Abbildung 5.15 zeigt die Liquidusprojektion eines Systems mit ternärer peritektischer Phasenreaktion.

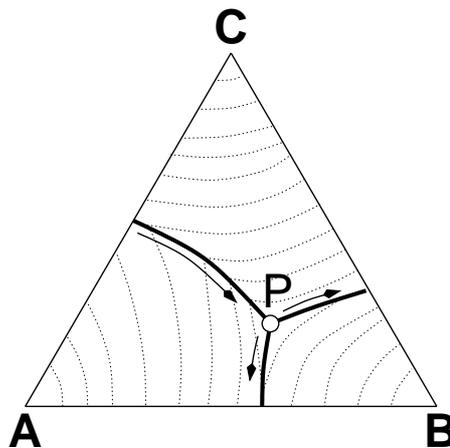


Abbildung 5.15: Gehaltsdreieck mit Schmelzisothermen und Liquidusgrenzlinien eines Systems mit einer ternären peritektischen Reaktion

Damit gibt es drei non-variante Gleichgewichte in ternären Systemen: die eutektische Phasenreaktion, die peritektische Phasenreaktion und die Reaktion mit Übergangsgleichgewicht. Diese unterscheiden sich in der Liquidusprojektion anhand der zusammenlaufenden Kanten doppelter Sättigung. Im Fall der eutektischen Reaktion laufen die drei beteiligten eutektischen Rinnen zu tiefen Temperaturen hin blickend in einem eutektischen Punkt zusammen. Im Fall der Übergangsreaktion laufen zwei Kanten doppelter Sättigung in den Phasenstatepunkt der Schmelze des non-varianten Gleichgewichts hinein und eine Kante doppelter Sättigung läuft von diesem Punkt zu tiefen Temperaturen blickend weg. Im Fall der peritektischen Phasenreaktion treffen sich auch drei Kanten doppelter Sättigung nur läuft eine Kante von hohen Temperaturen kommend in den peritektischen Punkt hinein und zwei Kanten doppelter Sättigung laufen zu tiefen Temperaturen von diesem Punkt weg.

Nachdem bisher die Liquidusfläche behandelt wurde soll nun die Abkühlung einer Legierung unter Berücksichtigung der Umwandlungen im Festen besprochen werden.

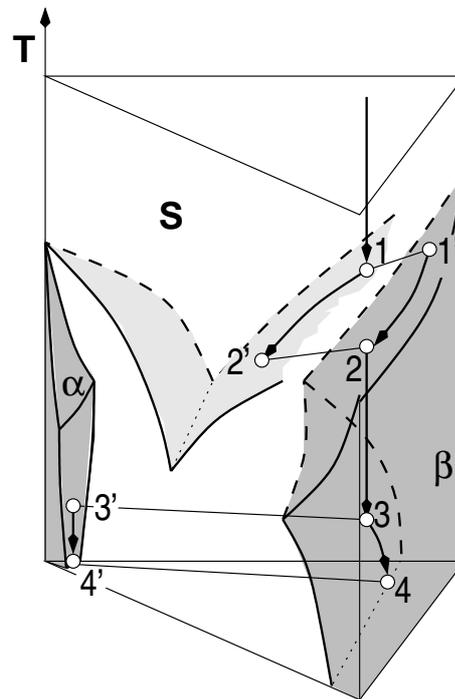


Abbildung 5.16: Abkühlung und Ausscheidungs Vorgänge in einer ternären Legierung

1. Schmelze: Die Legierung wird im Schmelzzustand abgekühlt, bis sie auf die Liquidusfläche stößt
2. Schmelze + β -Phase: Dieser Bereich entspricht genau der Schmelzumwandlung bei Systemen mit vollständiger Mischbarkeit. Der Punkt 1 auf der Liquidusfläche steht mit 1' auf der Solidusfläche im Gleichgewicht. Bei Abkühlung läuft der Zustandspunkt von 1 auf der Liquidusfläche nach 2' und die ausgeschiedene feste β -Phase von 1' nach 2. Über den genauen Weg sagt der ternäre Körper nichts. Man weiß nur soviel: Die Konode muß immer durch den Legierungszustandspunkt laufen. Während der Abkühlung wandelt sich die Schmelze in den β -Kristall um. Dieser Bereich endet, wenn die Schmelze verbraucht ist.
3. β -Phase: von Punkt 2 bis Punkt 3 kühlt die Legierung einphasig als β -Phase ab. Es kommt zu keiner Phasenreaktion.
4. α - und β -Phase: Im Punkt 3 erreicht der Zustandspunkt die Phasengrenze des β -Phasenraumes. Im Gleichgewicht beginnt die α -Phase auszuscheiden (Punkt 3'). Bei weiterer Abkühlung laufen die Zustandspunkte von 3 nach 4, beziehungsweise von 3' nach 4'

Wäre der Legierungszustand derart, daß noch Schmelze vorhanden ist, wenn der auf der Liquidusfläche herablaufende Zustandspunkt die Liquidusgrenzlinie erreicht, so würde die dazu führen, daß aus der Schmelze sowohl α , als auch die β -Phase ausgeschieden würde. Hierbei bewegt sich der Zustandspunkt solange auf der Liquidusgrenzlinie, bis die Schmelze restlos aufgebraucht ist.

5.4 Gehaltsschnitte

Neben den isothermen Schnitten sind sogenannte Gehaltsschnitte für das Verständnis und insbesondere für den Umgang mit ternären Phasendiagrammen von großer Bedeutung. Solche Schnitte stehen auf den Gehaltsdreiecken senkrecht. Das Lesen eines solchen Schnittes ist nicht schwierig, wohl aber seine Konstruktion. Hierbei sei hervorgehoben, daß die Phasenzustandspunkte der Legierung in der Regel NICHT in der Ebene des Gehaltsschnittes liegen.

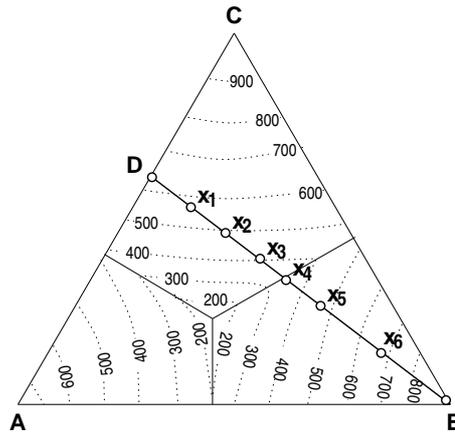


Abbildung 5.17: Beispiel für einen Gehaltsschnitt im Gehaltsdreieck

Ausgehend von zwei interessanten Punkten (meist an den Seiten eines Gehaltsdreiecks), wird ein Schnitt gelegt. Nun muß festgelegt werden, bei welcher Temperatur an ausgewählten Punkten welche Phasen stabil sind. Insbesondere wenn die Zustände unter die Liquidusfläche kommen wird dieser Überlegung besondere Bedeutung beigemessen. Ausgehend von den in Abbildung 5.17 eingetragenen Punkten wird der Zustand für verschiedene Temperaturen ermittelt. Dies ist in der folgenden Tabelle eingetragen

T[°C]	Position	D	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	B
750				S				B
500	S + C				S		S + B	B
400	A + C		S + C			S + B + C			B
300	A + C		S + C			S + B + C			B
200	A + C				S + A + B + C				B
100	A + C				A + B + C				B

Zunächst werden also die Temperaturen erfaßt, bei denen die einzelnen Zustandspunkte die Liquidusflächen durchstoßen. Darunter sieht man bei festgelegten Temperaturen nach, wohin die Zustandspunkte im Gleichgewicht gelaufen sind und welche Phasen dort im Gleichgewicht vorliegen. Dies wird für jeden Punkt gemacht.

Aus den so gewonnenen Daten kann ein Diagramm gewonnen werden, daß einem Zustandsdiagramm eines Zweistoffsystemes sehr ähnlich sieht. Für den in Abbildung 5.17 willkürlich eingezeichneten Schnitt findet man Folgendes.

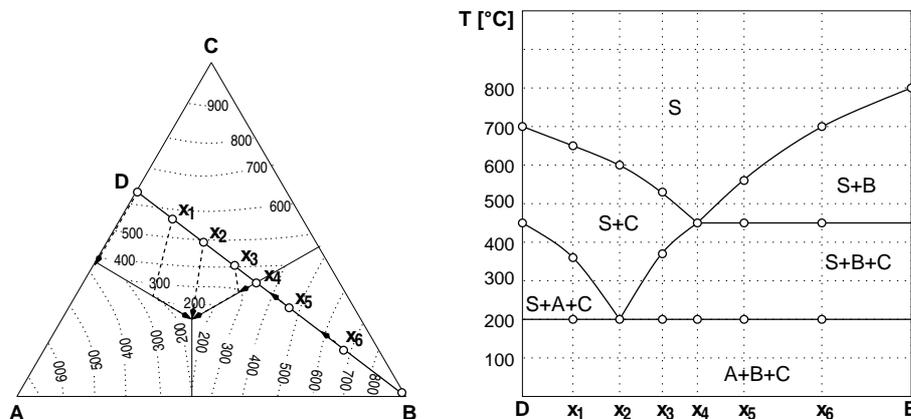


Abbildung 5.18: Gehaltsschnitt im Gehaltsdreieck (links), sowie daraus entwickeltes Diagramm für Phasengleichgewichte (rechts)

Die Abbildung 5.19 zeigt den ternären Körper in dem perspektivisch der Gehaltsschnitt DB eingezeichnet ist.

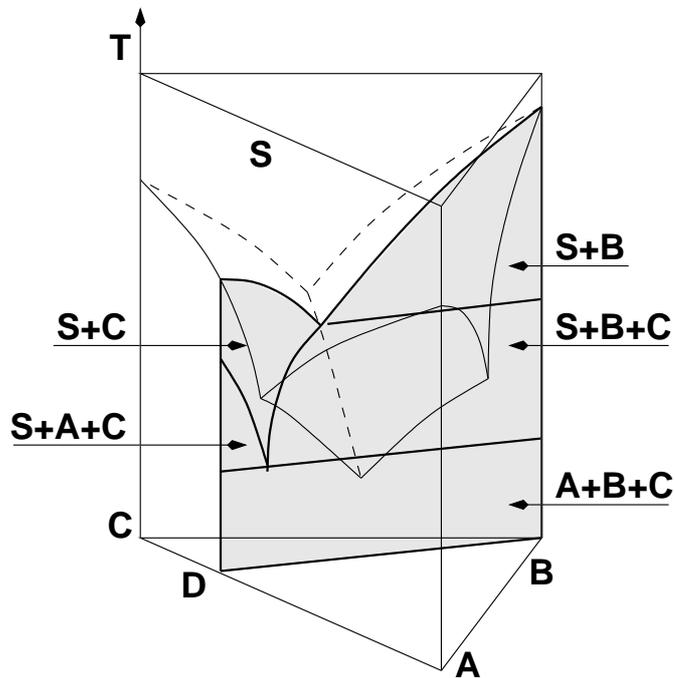


Abbildung 5.19: Ternärer Körper mit eingezeichnetem Gehaltsschnitt (grau) vgl. Abb. 5.18

Der Gehaltsschnitt läßt ablesen, welche Phasengleichgewichte eine Legierung (auf DB) bei der Abkühlung durchläuft. Er gibt aber keine Auskunft über die Phasenzustandspunkte einer Legierung! Dies ist nur in ganz seltenen Fällen möglich, nämlich wenn alle Phasenzustandspunkte während der des Durchlaufens der Mehrphasengleichgewichte auf diesem Gehaltsschnitt liegen. In diesem Fall spricht man von einem quasibinären Schnitt.