

1 Einleitung

1.1 Allgemeines über Tee

Tee (*Camellia sinensis*) wird als weltweit wichtigstes Coffein-haltiges Getränk eingeordnet (Mabberley 1987) und wird von mehr als zwei Dritteln der Weltbevölkerung aufgrund seines guten Aromas und seiner gesundheitsfördernden Effekte getrunken. Diese Eigenschaften machen ihn zu einem der beliebtesten Getränke in der Welt.

Bereits 3000 v. Chr. wurde Tee von den Chinesen als Arzneimittel und als Getränk verwendet. Die medizinische Verwendung von Tee wurde in dem alten chinesischen Arzneibuch "Ben Cao Gang Mo" von Shi-Zheng Li in der Ming-Dynastie (16. Jh.) beschrieben. Tee-Pflanzen sind in Südostasien einschließlich China, Indien, Japan, Taiwan, Sri Lanka, Indonesien und in afrikanischen Ländern verbreitet. Tee wird in der Regel in drei große Kategorien eingeteilt: grüner Tee, Oolong-Tee und schwarzer Tee. Die Zusammensetzung von Tee ist je nach Art, Saison, Alter des Blattes, Klima und Herkunft unterschiedlich (Degenhardt et al. 2000; Duh et al. 2004).

1.1.1 Herstellung des Tees

Es gibt mehr als eine Saison für die Ernte vom Tee (*Camellia sinensis*). Je nach Anbaugebiet sind zwischen 15 und 30 Pflückungen jährlich möglich. Die Tee-Triebe werden von Hand, manueller Schere, mechanisierter Schere oder Traktor-montierten Maschinen gepflückt. Demzufolge unterscheidet sich die Ernte in Kapazität und Qualität (fein oder grob).

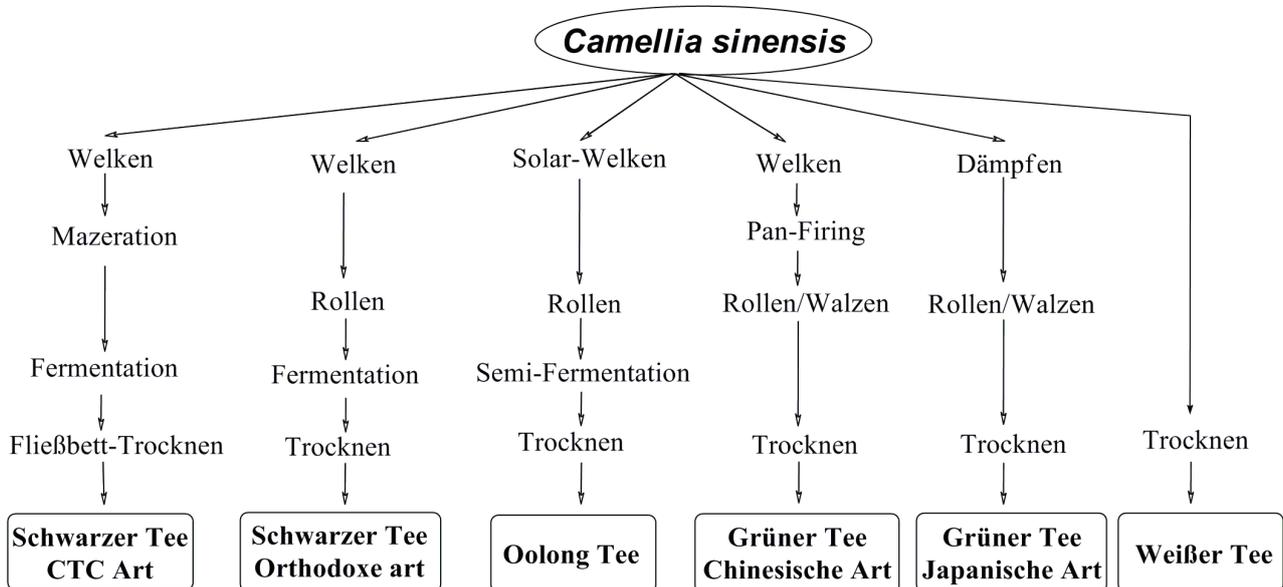


Abbildung 1: Tee Herstellung- wichtige Schritte und die entsprechenden Arten von Tees

Vom frischen Tee-Blatt werden verschiedene Arten vom Tee hergestellt. Bekannt ist grüner Tee, Oolong-Tee und schwarzer Tee. Gemeinsame Ursache für die Umwandlung von Tee-Phenolen bei der Herstellung von Schwarz- und Oolong-Tees ist der Fermentationsprozess. Diese Umwandlungen erfolgen durch endogene Enzyme - vor allem die Polyphenol-Oxidase. Für die Herstellung von grünen Tees sind die entsprechenden Enzyme durch Hitze vor dem Rollen deaktiviert. In Abbildung 1 werden die Herstellungsprozesse von verschiedenen Teesorten dargestellt. Die ISO-Definitionen für grünen und schwarzen Tee basieren auf unterschiedlichen Herstellungsprozessen (ISO 3720).

1.1.2 Schwarzer Tee

In der Tee-Industrie gibt es für schwarzen Tee hauptsächlich drei verschiedene Herstellungsverfahren: das orthodoxe Verfahren, CTC-Verfahren und LTP-Verfahren (Willson und Clifford 1991).

Teeblätter werden bei der orthodoxen Methode nach der Ernte auf Trockengestellen flach ausgebreitet und getrocknet, wobei sie ca. 30% ihrer Feuchtigkeit verlieren. Das Welken macht die Teeblätter weich und geschmeidig und ist für die weiteren Arbeitsschritte sehr wichtig. Beim Rollen werden die Teeblätter auf eine starre Unterlage gelegt und von oben durch einen kreisenden Zylinder gerollt. Dabei werden die Zellwände der Teeblätter aufgebrochen und der Zellsaft reagiert mit Luftsauerstoff und leitet den Fermentationsprozess ein. Mit Hilfe der teeblatteigenen Enzyme entwickelt sich das eigentliche Teearoma. Dabei verändern sich die Farbe und der Geschmack der Teeblätter. Durch die Reaktionswärme des Rollprozesses wird der Fermentationsprozess noch beschleunigt. Um die Oxidation zu fördern, wird der Raum mit Wasserdampf befeuchtet. Der richtige Zeitpunkt des Abbruchs der Fermentation ist ein wesentlicher Faktor für die Qualität des Tees. Das anschließende Trocknen bei 85-95°C macht den Tee haltbar.

Beim CTC (Crushing-Tearing-Curling)-Verfahren wird anstatt des Rollens mit einer glatten Walze eine Walze mit Dornen eingesetzt, die die Teeblätter in gleichgroße Blatteile zerreißt. Dadurch entstehen ausschließlich Blattgrade der Stufe Fannings und Dust. Durch die vergrößerte Oberfläche dauert die Fermentierung nur ein Bruchteil des orthodoxen Verfahrens.

Das LTP (Lawrie-Tea-Processor)-Verfahren benutzt einen zentralen Drehkörper mit einer Reihe von Messern und Schlägern in einem runden Gehäuse.

Außer diesen drei Methoden werden andere Verfahren benutzt, z.B. die Rotorvane, BCR (Boruah-Continuous-Roller) und (Legg-Cutting) Maschinen (Willson und Clifford 1991).

1.1.3 Oolong Tee

Oolong Tee wird auch halbfermentierter Tee genannt. Nach dem Pflücken werden die Teeblätter in der Sonne für ca. 1-2 Stunden getrocknet. Dann wird das Blattgut gerollt wie beim schwarzen Tee und in großen Bambuskörben oder auf Siebe geschüttelt, um die Teeblätter an den Rändern aufzubrechen und einen teilweisen Fermentierungsprozess in Gang zu setzen. In einem abschließenden Trocknungsprozess wird dem Tee die letzte Feuchtigkeit entzogen, um ihn haltbar zu machen. Die Dauer der sogenannten Fermentation variiert bei Oolong Tees sehr stark.

1.1.4 Grüner Tee

Grüner Tee ist nicht fermentierter Tee. Teeblätter werden sofort nach Ernte gedämpft oder kurz erhitzt (Willson und Clifford 1991). Die Enzym-Aktion in den Blättern ist durch diese kurzzeitige Behandlung beendet, die Fermentation wird unterbunden und die endogene Komponente bleibt im Wesentlichen unverändert. Daher wird der Geschmack in erster Linie durch die Wahl der Triebe, des Erntezeitpunktes, der Reife der Blätter und die Anbau-Methode bestimmt.

Man unterscheidet zwei verschiedene Verfahren: das Verfahren des gedämpften Tees (Steaming Tea, SEN-CHA), das vor allem in Japan praktiziert wird, und die Methode des gerösteten Tees (Pan-fired Tea, KAMAIRI-CHA), die in China verwendet wird.

Beim SEN-CHA Tee werden die geernteten Teeblätter kurz mit heißem Wasserdampf behandelt und in dreistufiger Temperatur getrocknet. In dieser Form wird er als nicht-standardisierter Tee bezeichnet (BAN-CHA). Der standardisierter Tee (HON-SHA) ist für ein besseres und einheitlicheres Aussehen gesiebt und von Stengel und Staub befreit.

Beim KAMAIRI-CHA Tee werden die frisch gepflückten Blätter ca. 2 Stunden bei 250-300°C auf Bambussieben getrocknet, in wok-artigen Pfannen manuell kurz gefeuert, gerollt und anschließend mit einem Heissluftstrom bei 100-150 °C getrocknet. Das Blattgut wird in drei grüne Teesorten (Gun-, Chun-Mee- und Pan-fired Type) geformt.

1.1.5 Weißer Tee

1.1.5.1 Definition des weißen Tees

Nach (ISO 3720) stützten sich die Definitionen des schwarzen und grünen Tees auf die Art des Herstellungsprozesses. Im Entwurf-Bericht von ISO ist die Herkunft des weißen Tees beschrieben und folgende Definition vorgeschlagen: Da das Rollen bei der Verarbeitung von weißem Tee untersagt ist, sind abgeflachte, verdrehte oder geschnittene Blätter in der ganzen Blattgrade ein Indiz dafür, dass es sich bei dem Produkt nicht um weißen Tee handelt. Für Fannings und Tee-Extrakte wird vorgeschlagen, dass die Analyse der chemischen Zusammensetzung des weißen Tees notwendig ist, um zwischen weißen und einigen grünen Tees zu unterscheiden (ISO/TC 34/SC 8 N 625).

Andere bisherige Definitionsversuche für Weißtees widersprechen sich durch verschiedene Ansätze . Sie beruhen auf einem oder mehreren von den folgenden Ansätzen:

Herkunft: Weißer Tee aus speziellen Teepflanzen (*Camellia sinensis* var. *Khenghe Bai Hao* und var. *Fundin Bai Hao*), die nur aus der chinesischen Provinz Fujian stammen. Nach dieser geographischen Definition werden alle anderen weißen Teesorten aus Japan, Vietnam, Indien (Darjeeling und Assam) und Sri Lanka (silberne und goldene Tipps) ausgeschlossen.

Ernte und Herstellung: Bei der Ernte von weißem Tee werden nur die ungeöffneten Blattknospen mit oder ohne die ersten beiden Blätter gepflückt. Einige Sorten der Weißtees enthalten sogar nur Knospen. Weißer Tee wird minimal verarbeitet. Es erfolgt keine Hitzebehandlung bzw. kein Inaktivieren der Enzyme. Während grüner Tee geröstet bzw. gedämpft wird, und schwarzer Tee einer Fermentation unterworfen wird, bleibt der weiße Tee fast frisch.

In Bezug auf die Definition des schwarzen Tees und auf die Herstellungsprozesse des Weißen Tees, da keine Inaktivierung der Enzyme im Tee stattfindet, wurde weißer Tee in manchen Quellen als fermentierter Tee eingeordnet (Engelhardt und Hilal 2008; Hashimoto et al. 2007), während bei (Alcazar et al. 2007; Banerjee und Chaudhuri 2005) weißer Tee im Gegensatz dazu als nicht fermentierter Tee eingestuft wird. Allerdings ist es nicht möglich, aufgrund der Anwesenheit der typischen Fermentationsprodukte im Tee, wie Theaflavinen, eine Aussage zu treffen, ob es sich um fermentierten oder nicht fermentierten Tee handelt. Diese Fermentationsprodukte konnten sowohl in einigen grünen Tees (Lapczynski 2000) als auch in einer geringen Menge in einigen weißen Tee-Sorten nachgewiesen werden (Engelhardt und Hilal 2008; Hilal und Engelhardt 2007).

Aussehen: Weißer Tee wird eigentlich aufgrund seiner besonderen wahrnehmbaren Eigenschaften als weiß bezeichnet. Seine stark behaarten Knospen sind weißlich-silberig und flaumig. Dadurch entstehen eine helle Farbe im Aufguss und ein milderer Geschmack als bei anderen Tees.

In den Abbildungen 2 und 3 sind in der Vergrößerung die feinen Härchen der weißen Teeknospen aus China im Vergleich mit einem grünen Tee aus Japan klar zu erkennen.

1.1.5.2 Die verschiedenen Sorten des weißen Tees

Wie bei allen Tees gibt es auch eine Vielzahl an weißen Tees, die einen unterschiedliche geographische Ursprung, verschiedenes Rohmaterial (Knospen oder Blätter) und poetische Namen haben. Abbildung 4 zeigt einige weiße Teesorten. Einige wichtige weiße Teesorten sind die Folgenden (White tea central):



Abbildung 2: weißer Tee aus Fujian, China



Abbildung 3: grüner Tee aus Japan

Bai Hao Yinzhen (Silber Nadel): Dieser ist die höchste Qualität an weißem Tee aus Fujian. Die beste Qualität der Bai Hao Yinzhen Knospen sollten federnd, fleischig, hell gefärbt und mit feinen weißen Haaren bedeckt sein. Die Form ist sehr einheitlich, ohne Stiele oder Blätter. Die besten Yinzhen Knospen werden per Hand gepflückt während eines kurzen Zeitraums im frühen Frühling, wenn es nicht regnet oder kalt ist, bevor die Knospen sich zu Blättern entwickeln. Dieser weiße Tee hat einen zarten, leichten und leicht süßlichen Geschmack.

Bai Mu Dan (Weiße Pfingstrose - White Peony): Eine Klasse von Bai Hao Yinzhen Tee aus Fujian. In dieser Sorte sollten die Knospen und zwei Blätter mit einem feinen, silberigen weißen Haar gewählt werden. White Peony neigt zu einem stärkeren Geschmack und dunklerer Farbe als Silber-Nadel.

Gong Mei (Tribute - Augenbrauen): Die dritte Klasse der weißen Tees verwendet Blätter aus den kleinen weißen Tee-Bäumen (*Xiao Bai*) aus der Provinz Fujian. Es ist ein weißer Tee von niedrigerer Qualität und enthält wenige Knospen und viele junge Blätter.

Shou Mei (Noble, Lange Lebensdauer Augenbrauen): Die vierte Klasse der weißen Tees aus der Provinz Fujian und Guangxi in China wird später als Bai Mu Dan geerntet. Damit ist der Tee eventuell dunkler in der Farbe. Er ist ein fruchtiger, pelzig weißer Tee und enthält eine Mischung aus Tipps und oberen Blättern. Sein Aroma ist stärker als das von anderen weißen Tees und ist dem der Oolong-Tees sehr ähnlich.

Song Yang und Snow Bud (Xue Ya): sind andere weiße Teesorten aus China. Song Yang wird in der Song Yang Region der Provinz Zhejiang geerntet, während Snow Bud in sehr begrenzten Mengen auf den hohen Gipfeln der nördlichen Provinz Fujian geerntet wird.

Abgesehen von diesen oben genannten chinesischen Tees gibt es eine Reihe von anderen weißen Tee-Sorten, einige sind nach der Herkunftsregion benannt wie z.B.:

- Weißer Ceylon: Dieser Tee wächst in Sri Lanka und hat ein sehr leichtes Aroma von Pinien und Honig und einen goldenen kupferfarbigen Aufguss.
- Weißer Darjeeling: Ein Tee aus der Darjeeling-Region in Indien und hat ein feines Aroma mit einem sanften leicht süßen Geschmack und einem goldenen Aufguss.

- Weißer Assam: Eine seltene weiße Teesorte kommt aus der Region Assam in Indien. Ein weißer Assam ist leichter in dem Körper als der traditionelle schwarze Assam-Tee und hat einen raffinierten süßen Aufguss.
- Afrikanischer Weißtee: Dieser Tee wird in geringe Mengen in Malawi und Kenia, meist als Silber-Nadeln (Yin Zhen) Art, hergestellt. Sein Geschmack ist reicher als der der chinesischen weißen Tees.



Abbildung 4: Einige weiße Teesorten

1.1.5.3 Produkte der weißen Tees

In China wurde weißer Tee traditionell als Arzneimittel und Getränk benutzt. Derzeit wird weißer Tee in vielen anderen Ländern ebenso als Getränk gebraucht, sowohl in Form von Instant-Produkten als auch als Zusatz in Fertiggetränken (Engelhardt und Hilal 2008). Allerdings wurden auch RTD-Produkte mit weißem Teeextrakt in Kosmetika eingesetzt und auf dem europäischen Markt eingeführt, wie z.B. Düfte, Feuchtigkeitscreme, Körpermilch und Duschgel (Matthews 2003; Tea Collection; Twenga). Diese Produkte werden mit zahlreichen Aussagen beworben (niedrige Gehalte an Coffein, „anti-aging“ Effekt, extrem hohe Gehalte an Antioxidantien).

1.2 Polyphenole

1.2.1 Biosynthese der Polyphenole

Die de-novo-Synthese der Flavonoide umfasst die Schritte der Umwandlung von Glucose in Phenylalanin über den Shikimisäureweg und die Bildung von Zimtsäure oder Cumarsäure.

Alle wesentlichen Schritte der allgemeinen Flavonoidbiosynthese sind heute genetisch und biochemisch gut charakterisiert (Forkmann und Heller 1999). Ein Ausschnitt aus der Biosynthese der wichtigsten Tee-Polyphenole ist in der Abbildung 5 dargestellt.

Alle Precursoren der Polyphenole entstammen dem Kohlenhydratstoffwechsel. Über Shikimisäure, Phenylalanin und Zimtsäure wird 4-Cumarsäure gebildet. Diese reagiert als 4-Cumaroyl-CoA mit 3 Molekülen Malonyl-CoA zum 4,2',4',6'-Tetrahydroxychalkon, das bereits das C-15-Grundgerüst der Flavonoide aufweist und das mehrere phenolische OH-Gruppen trägt.