



L. März

Das Apfelhandbuch

Wissenswertes rund um den Apfel

L. März

Das Apfelhandbuch

Wissenswertes rund um den Apfel

ISBN: 978-3-8366-4888-2

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2012

Covermotiv: © Inga Nielsen - Fotolia.com

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2011

INHALTSVERZEICHNIS

<u>1. EINLEITUNG</u>	<u>1</u>
<u>2.1 HERKUNFT UND GESCHICHTE DES APFELS</u>	<u>3</u>
<u>2.2 BOTANIK</u>	<u>4</u>
2.2.1 SYSTEMATIK	4
2.2.2 MORPHOLOGIE	6
2.2.3 HISTOLOGIE	7
<u>2.3 ZÜCHTUNG</u>	<u>10</u>
2.3.1 URFORMEN DER ZÜCHTUNG	10
2.3.2 KLASSISCHE ZÜCHTUNG	10
2.3.3 GENTECHNISCHE ZÜCHTUNG	12
<u>2.4 ERZEUGUNG</u>	<u>15</u>
2.4.1 WELTWEITE- UND EUROPÄISCHE PRODUKTION	15
2.4.2 PRODUKTION IN DEUTSCHLAND	15
2.4.3 IMPORT UND EXPORT VON ÄPFELN	17
<u>2.5 ANBAU</u>	<u>19</u>
2.5.1 ANBAUSORTEN UND KULTURFORMEN	19
2.5.2 ANBAUFORMEN	20
2.5.3 STANDORTBEDINGUNGEN	22
2.5.4 NÄHRSTOFFBEDARF UND DÜNGUNG	23
2.5.5 BAUMSCHULARBEITEN	26
2.5.6 ANBAUVERFAHREN	29
2.5.7 KULTURARBEITEN	30
2.5.8 WACHSTUMSVERLAUF	34
2.5.9 ERNTE	36
2.5.10 PFLANZENSCHUTZ	37
2.5.10.1 PILZ- UND BAKTERIENKRANKHEITEN	38

2.5.10.2 TIERISCHE SCHÄDLINGE	41
2.5.10.3 ABIOTISCHE SCHÄDEN	45
2.6 HANDEL	47
2.6.1 QUALITÄTSKRITERIEN	47
2.6.1.1 MINDESTEIGENSCHAFTEN	48
2.6.1.2 GÜTEKLASSENEINTEILUNG	48
2.6.1.3 SORTIERUNG	49
2.6.1.4 VERPACKUNG	51
2.6.2 LAGER- UND FRISCHHALTUNG	53
2.6.2.1 LAGERUNGSBEDINGUNGEN	54
2.6.2.2 LAGERUNGSMETHODEN	55
2.6.2.2.1 Frischluftlager	55
2.6.2.2.2 Normallager	56
2.6.2.2.3 Kühllager	56
2.6.2.2.4 CA- Lagerung	56
2.6.2.2.5 Gescrubte CA-Lagerung	57
2.6.2.2.6 ULO-Lagerung	57
2.7 INDUSTRIELLE LEBENSMITTELVERARBEITUNG	59
2.7.1 INDUSTRIELLE VERARBEITUNG VON ÄPFELN	59
2.7.2 VERFAHREN UND MASCHINEN BEI DER APFELSAFHERSTELLUNG	60
2.7.2.1 OBSTANNAHME, WASCHEN UND SORTIEREN	60
2.7.2.2 ZERKLEINERUNG	61
2.7.2.3 PRESSEN	61
2.7.2.3.1 Bandpresse	61
2.7.2.3.2 Horizontalpresse	62
2.7.2.3.3 Dekanter	63
2.7.2.4 TELLERSEPARATOR (-ZENTRIFUGE)	63
2.7.2.5 ENZYMBEHANDLUNGEN	64
2.7.2.6 SCHÖNEN VON FRUCHTSÄFTEN	65
2.7.2.7 PASTEURISIEREN VON FRUCHTSÄFTEN	65
2.7.2.8 FILTRATION	66
2.7.2.9 DIE KZE-TECHNOLOGIE	66
2.7.2.10 ABFÜLLUNG DES SAFTES	67

2.7.3 BEDEUTUNG ALS LEBENSMITTELROHSTOFF	68
<u>2.8 VERMARKTUNG</u>	<u>71</u>
2.8.1 STORE-CHECK-ANALYSE FÜR FRISCHE ÄPFEL	71
<u>2.9 VERWENDUNG IM PRIVAT- UND GROßHAUSHALT</u>	<u>73</u>
2.9.1 HERKUNFT	73
2.9.2 EINKAUF	73
2.9.3 LAGERUNG	74
2.9.4 ZUBEREITUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR ÄPFEL	75
<u>2.10 NÄHRWERT UND GESUNDHEITSWERT DES APFELS</u>	<u>77</u>
2.10.1 NÄHRSTOFFE IM APFEL	77
2.10.1.1 KOHLENHYDRATE	78
2.10.1.2 BALLASTSTOFFE	78
2.10.1.3 VITAMINE	81
2.10.1.4 MINERALSTOFFE	82
2.10.1.5 PROTEINE	83
2.10.1.6 ORGANISCHE SÄUREN	84
2.10.1.7 FETT BZW. FETTSÄUREN	86
2.10.2 SEKUNDÄRE PFLANZENSTOFFE IM APFEL	86
2.10.2.1 CAROTINOID (B-CAROTIN)	87
2.10.2.2 POLYPHENOLE	87
2.10.3 AROMASTOFFE	89
2.10.4 UNERWÜNSCHTE UND GIFTIGE STOFFE IM APFEL	91
2.10.4.1 NATÜRLICHE SCHADSTOFFE	91
2.10.4.2 PESTIZIDE	92
2.10.4.3 SCHWERMETALLE	92
2.10.4.4 AMYGDALIN	92
2.10.5 GESUNDHEITLICHE WIRKUNG DES APFELS	93
<u>2.11 SENSORIK UND GENUSSWERT</u>	<u>95</u>

2.12 SONSTIGE VERWENDUNG	97
2.12.1 FUTTERMITTEL	97
2.12.2 GRÜNDÜNGUNG	97
2.12.3 ENERGETISCHE NUTZUNG	98
2.13 DEMONSTRATION AM LEBENSMITTEL	99
2.13.1 MORPHOLOGISCHER AUFBAU DES APFELS	99
2.13.2 HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	100
2.13.2.1 MIKROSKOPIE DER APFELOBERSCHICHT	100
2.13.2.2 MIKROSKOPIE DES KERNGEHÄUSES UND DES KERNS	101
2.13.3 LEBENSMITTELCHEMISCHE UNTERSUCHUNG	102
2.13.3.1 BESTIMMUNG DES ZUCKERGEHALTS BEI UNTERSCHIEDLICHEN APFELSORTEN	102
2.13.3.2 OXIDATIVE BRÄUNUNG BEIM APFEL	103
2.13.4 KÜCHENTECHNISCHE UNTERSUCHUNG	105
2.13.4.1 BESCHLEUNIGUNG DES REIFEPROZESSES DURCH DIE ETHYLENABGABE DES APFELS	105
3. DISKUSSION	107
4. ZUSAMMENFASSUNG	110
5. LITERATURVERZEICHNIS	111
6. ANHANG	121

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Seite
01. Gemäßigte Breite	4
02. Bestandteile einer Apfelblüte	121
03. Exokarp eines Apfels (Vergrößerung 100:1)	7
04. Haare vom Kelchrest (Vergrößerung 50:1)	122
05. Leitbündelfragment aus dem Fruchtfleisch des Apfels (200-fache Vergr.)	123
06. Apfelmark (Vergrößerung 40:1)	123
07. Endokarp des Apfels (Vergrößerung 100:1)	8
08. Querschnitt durch den Randteil des Apfelsamens (200-fache Vergr.)	9
09. Schutz vor Fremdbestäubung bestäubter Blüten durch Tüten	124
10. Genetische Transformation beim Apfel	124
11. Anbau von Obst 2007 in Deutschland nach der Anbaufläche in ha	129
12. Obsternte 2007 nach proz. Anteilen einzelner Sorten in Deutschland	16
13. Anbaufläche von Äpfeln nach Bundesländern in Hektar 2006/2007	130
14. Import von Tafeläpfel aus den wichtigsten Ländern nach Deutschland im Jahr 2007 (1.000 t)	129
15. Verhältnis zwischen der Ernte und dem Import von Äpfeln (2002-2007) in Deutschland	17
16. Ausfuhr von Äpfeln nach Empfangsländern in Tonnen für das Jahr 2006	18
17. Messung der Fruchtfleischfestigkeit mit einem Penetrometer	136
18. Stärkeabbau	136
19. Blattschorfbefall	138
20. Fruchtschorf	138
21. Mehltau	139
22. Feuerbrand	139
23. Apfelblütenstecher und Schadbild	139
24. Rote Spinne, Wintereier und Schadbild	140
25. Apfelrostmilbe	140
26. Apfelsägewespe und Schadbild	140
27. Grüne Blattlaus und Schadbild	140
28. Apfelwickler und Schadbild	141
29. Wühlmaus	141
30. Fressschäden der Wühlmaus	141

31. Feldmaus	141
32. Oberirdische Laufgänge der Feldmaus	142
33. Schadbild der Rinde durch die Feldmaus	142
34. Schema eines CA-Raumes mit zweiseitiger kontrollierter Atmosphäre	144
35. Fließdiagramm zur Herstellung von Klar- (links) und Trubsaft (rechts)	145
36. Lagerung in Betonwannen	145
37. Der Schwemmkanal	145
38. Der Elevator	146
39. Die Rätzmühle	146
40. Stator-Rotor-Einheit einer Monopumpe	146
41. Prinzip einer Bandpresse	147
42. Funktionsweise der Horizontalpresse	62
43. Funktionsweise eines Dekanterns	147
44. Tellerseparator	148
45. Trübungsursachen im Apfelsaft	148
46. Grundlagen der Erhitzungseinwirkungen	148
47. Filtrationsarten	149
48. Aufbau einer KZE-Anlage	149
49. Schnitt durch einen Rundfüller	150
50. Schema zur Gewinnung von Pektin	150
51. Hauptbestandteile des Apfels in 100 g essbarem Anteil in Gramm	77
52. Strukturformel des Pektins	80
53. Strukturformel der Cellulose	81
54. Strukturformel der Ascorbinsäure	82
55. Strukturformel der Apfelsäure (L-Apfelsäure)	85
56. Strukturformel der L-Chinasäure	85
57. Strukturformel des β-Carotins	87
58. Strukturformel des Quercetins	88
59. Strukturformel des Cyanidins	89
60. Aufbau des Apfels (Längsschnitt)	99
61. Aufbau des Apfels (Querschnitt)	99
62. Oberhautzellen des Apfels (links 10-fache und rechts 40-fache Vergr.)	101
63. Kerngehäuse des Apfels (10-fache Vergrößerung)	102
64. Äußere Oberhaut der Samenschale (10-fache Vergrößerung)	102
65. Refraktometer	156

66. Apfelscheiben, als sie nach 6 Std. aus den Verdünnungen geholt wurden	156
67. Apfelscheiben am Ende der Beobachtungszeit (nach insgesamt 18 Std.)	157
68. Mittelwerte für die einzelnen Verdünnungen der Apfelscheiben	105
69. Erster und siebter Tag der untersuchten Bananen nach deren Reifung	106

Tabellenverzeichnis

Tabelle	Seite
1. Systematik des Apfels	5
2. Einteilung einiger Gattungen nach Unterfamilie der Familie Rosaceae	121
3. Apfelarten	122
4. Die weltweite Obstproduktion nach Obstarten sortiert (1.000 t)	125
5. Weltweite Apfelproduktion wichtiger Erzeugerländer (1.000 t)	126
6. Erzeugung von Tafelobst im erwerbsmäßigen Anbau in den EU-Ländern (1.000 t)	127
7. Erzeugung von Äpfeln im erwerbsmäßigen Anbau in den EU-Ländern (1.000 t)	128
8. Die wichtigsten Apfelsorten auf dem deutschen Obstmarkt mit deren Eigenschaften, Hauptlieferländern und den Angebotszeiten	131
9. Ausgewählte Apfelunterlagen nach ihrer Wuchsstärke geordnet	134
10. Einige Apfelunterlagen und deren Auswirkungen	135
11. Angestrebte Bodenwerte	23
12. Wechselbeziehung der Nährstoffe im Boden und in der Pflanze	135
13. Wichtige Düngemittel	136
14. Unsachgemäße Ernte	137
15. Nützlinge im Obstbau	137
16. Mills'sche Schorftabelle	138
17. Kriterien für die Färbung bei Äpfeln	142
18. Kriterien für die Berostung bei Äpfeln	143
19. Größensortierung für Äpfel	50
20. Lagerklima im Kühllager	144
21. Vor- und Nachteile der CA-Lagerung	57
22. Store-Check-Analyse von frischen Äpfeln in acht verschiedenen Läden	151

23. Arbeitszeitaufwand für unterschiedliche Verarbeitungsverfahren beim Apfel	75
24. Vitamine des Apfels in 100 g essbarem Anteil	81
25. Mineralstoffangaben eines Apfels pro 100 g essbarem Anteils	152
26. Aminosäureverteilung im Apfel bezogen auf 100 g essbarem Anteil	152
27. Fettzusammensetzung (FS) im Apfel; bezogen auf 100 g essbarem Anteil in Milligramm	153
28. Aromastoffe der Apfelsorten Elstar und Cox Orange	153
29. Grundsätzliche Begriffe für die Vereinheitlichung des Qualitätsbildes und der Prüfergebnisse bei der Warenprüfung von Äpfeln	154
30. Visuelle Beurteilung der Braunfärbung einzelner Apfelscheiben	157

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratzentimeter
d. h.	das heißt
DNA	Desoxyribonukleinsäure
dt	Dezitonne
EG	Europäische Gemeinschaft
etc.	et cetera (=übrige)
evtl.	eventuell
ff.	folgende
FS	Fettsäure
g	Gramm
geg.	gegenüber
h	Stunde
ha	Hektar
Hrsg.	Herausgeber
Jh.	Jahrhundert
kcal	Kilokalorien
kg	Kilogramm
KJ	Kilojoule
KG	Körpergewicht
kt	Kilotonne
l	Liter
M.	Malus
m	Meter
max.	maximal
mg	Milligramm
Min.	Minute
mind.	mindestens
min.	minimal
Mio.	Million
MJ	Megajoule
mm	Millimeter
MO	Mikroorganismen
m/s	Meter pro Sekunde
N	Stickstoff
Nr.	Nummer
o.	oder
ppm	part per million
proz.	prozentuellen
rel.	relative
S.	Seite
s.	siehe
Sek.	Sekunde
Std.	Stunde
t	Tonne

Temp.	Temperatur
TS	Trockensubstanz
u.	und
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnliche
U/min.	Umdrehung pro Minute
u.v.m.	und vieles mehr
v. Chr.	vor Christus
Vergr.	Vergrößerung
Vit.	Vitamin
VO	Verordnung
z. B.	zum Beispiel
zw.	zwischen

Sonderzeichen

-	minus
+	Plus
x	Angaben nicht sinnvoll
.	Angabe nicht verfügbar
=	gleich
%	Prozent
°C	Grad Celsius
°	Grad
€	Euro
μ	MY= Mikro
/	Angaben nicht sinnvoll
→	Angaben nicht sinnvoll

1. Einleitung

Im letzten Jahrzehnt hat das Obst einen sehr großen Stellenwert bzgl. unserer Ernährung und der gesundheitlichen Bedeutung eingenommen. Kein anderes Lebensmittel kann diese Entwicklung bis jetzt übertrumpfen. Der Apfel aus dieser Warengruppe zählt heute zu den wichtigsten Nutz- und Kulturpflanzen, da er aufgrund seines Reichtums an Nährstoffen und der positiven chemischen Zusammensetzung eine vielfältige Bedeutung nicht nur in der küchentechnischen sondern auch in der industriellen Verarbeitung einnimmt.

Zahlreiche Nachschlagewerke existieren schon, die sich mit diversen Themen zum Apfel beschäftigen. So gibt es viele Bücher zur Materie Apfel, die sich beispielsweise mit der Geschichte, der Biologie, der Züchtung, dem Anbau, dem Handel, der chemischen Zusammensetzung oder den gesundheitlichen Aspekten des Apfels beschäftigen. Aufgrund dessen wäre es vorteilhaft, ein Nachschlagewerk zu schaffen, das alle Themen zu einem Band vereinigt. Aus dieser Grundidee ist das Ziel dieser Studie entstanden, einen Leitfaden zur Warenkunde Apfel zu entwickeln. In diesem Sinne soll das Handbuch eine wertvolle fachliche Hilfe und ein warenkundliches Nachschlagewerk über alle wesentlichen Themen zum Apfel für jedermann sein.

Aufgrund der Fülle an Themen, die den Apfel näher beschreiben, war es notwendig, die Gesamtheit der Themen einzugrenzen und sich nur auf das Wesentliche zu beschränken, um ein Handbuch zu erarbeiten und kein mehrbändiges Werk. Somit werden in dieser Studie zuerst die geschichtlichen und botanischen Aspekte wie die Systematik, die Morphologie und die Histologie des Apfels dargestellt. Im Anschluss darauf beschäftigt sich die Studie mit der Züchtung von den Urformen über die klassische bis hin zur genetischen Form des Apfels. Im nächsten Kapitel werden die weltweite, die europäische und die deutsche Produktion sowie der deutsche Import und Export dargestellt. Die für den deutschen Obstmarkt wichtigen Apfelsorten und deren Kultivierung werden im Kapitel „Anbau“ gezeigt. Dabei werden die Anbauformen, die Standortbedingungen, der Nährstoff- und Düngbedarf sowie die Anbauverfahren und die Kulturarbeiten, die zum artgerechten Anbau des Apfels gehören, beachtet. Für den bestmöglichen Wachstumsverlauf und eine ertragreiche Ernte müssen diese Bedingungen beachtet werden und der letzte Unterpunkt des Kapitels „Pflanzenschutz“ geht auf wesentliche Krankheiten und Schädlinge sowie deren Bekämpfung im

Apfelanbau ein.

Des Weiteren beschäftigt sich die Studie mit der Vermarktung des Apfels im Handel, welche durch festgelegte Vorschriften und Normen geregelt ist und hier näher erläutert wird, wie beispielsweise die Qualitätskriterien oder die Lagerhaltung. Im anschließenden Kapitel wird die industrielle Apfelverarbeitung dargestellt und beispielhaft anhand der Apfelsaftherstellung werden die Verfahren und die eingesetzten Maschinen erklärt. Aber auch die Bedeutung als Lebensmittelrohstoff zur Pektinengewinnung und -verwendung erläutert dieses Kapitel. Die Studie enthält außerdem ein Ergebnis über einen selbst durchgeführten Store-Check in acht verschiedenen Lebensmittelgeschäften zum Apfelangebot, dem Ursprungsland und den Preisen.

Zudem wird kurz auf die Verwendung des Apfels im Privat- und Großhaushalt eingegangen und anschließend auf den Nähr- und Gesundheitswert des Apfels. Dabei wird besonders auf die wichtigsten primären und sekundären Pflanzenstoffe sowie die Aromen des Apfels eingegangen. Ebenfalls befasst sich dieses Kapitel mit den unerwünschten Stoffen und der positiven wie auch der negativen gesundheitlichen Wirkungen des Apfels. Ein weiteres kurzes Kapitel behandelt die sensorischen Aspekte des Apfels. Ebenso werden sonstige Verwendungen des Apfels berücksichtigt, wie der energetische Nutzen oder der Einsatz als Futtermittel und Gründünger. Das letzte Kapitel dieser Studie soll anhand einiger selbst durchgeführter Demonstrationsversuche zur Morphologie, Histologie, Lebensmittelchemie aber auch zur küchentechnischen Anwendung des Apfels die praktische Verwendung aufzeigen.

Um das Buch anschaulich zu gestalten, wurden zahlreiche Grafiken, Abbildungen sowie Tabellen in die Studie eingearbeitet, sowohl im Textteil als auch im Anhang.

2.1 Herkunft und Geschichte des Apfels

Der Apfel (*Malus domestica* Borkhausen) hat schon eine sehr lange Geschichte hinter sich gebracht und mit der Zeit aufgrund vieler Untersuchungen für den Menschen an Bedeutung und Wertschätzung gewonnen. Die ursprünglichen Apfelsorten wuchsen schon Ende der Kreidezeit (vor 65 bis 70 Mio. Jahren) in den tropischen und subtropischen Bergtälern Südostasiens (Südchina und Indochina). Viele dieser Sorten breiteten sich mit der Zeit in Richtung Osten (Ostasien, Nordamerika), Norden (China, Zentral- und Nordasien) und auch in den Westen Richtung Himalaja aus (OBSTBAU, Der Kulturapfel – Eine 12.000-jährige Geschichte, 2009). Im Tertiär (vor 25 bis 65 Mio. Jahren) ging die größte Differenzierung und Verbreitung des Urapfels hervor. Aus dieser Zeit stammen auch die Wildarten wie der Russische Apfel (*Malus sylvestris* var. *Praecox*) oder der Kaukasus-Apfel (*Malus orientalis*) (BECKER, JOHN, 2000, S. 20).

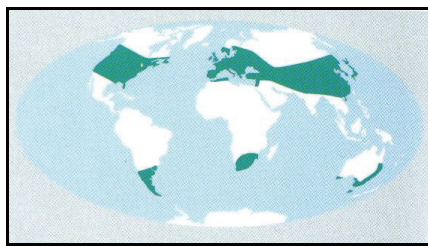
Nach älteren Beurteilungen hat man angenommen, dass der heutige Kulturapfel dem Holz-Apfel (*Malus sylvestris*) entstammt, aber alle gentechnischen Untersuchungen von Barrie Juniper an der Universität Oxford weisen darauf hin, dass der heutige Kulturapfel seinen Ursprung im asiatischen Wildapfel (*Malus sieversii*) hat (BARTHA-PICHLER, BRUNNER, GERSBACH, ZUBER, 2005, S. 14). Diese Untersuchungen sind ein Beleg für die geschichtlichen Zuchtversuche der Germanen und der Kelten mit dem Holz-Apfel, weil die Sorten nicht den heutigen Apfelsorten entsprechen. Aufgrund dessen wird davon ausgegangen, dass der Holz-Apfel eher mit den kleinen sauren Mostäpfeln eine engere Verbindung hat, da diese auch kleinwüchsig sind und viele Gerbstoffe enthalten (BECKER, JOHN, 2000, S. 20). Durch den Orient (Persien) gelangten die Äpfel über lange indogermanische Völkerwanderungen (3000 v. Chr.) in den Westen.

Im antiken Griechenland wurde 1000 v. Chr. die erste Apfelkultivierung vorgenommen und die Veredlungsmethode durch Pfropfen ergründet. Im 6. Jh. hat sich die Apfelkultivierung in Mitteleuropa durch Anordnung der höheren Schicht vermehrt und wurde zielgerechter betrieben. Die ersten Steine für die heutigen Streuobstwiesen wurden gegen Ende des 30-jährigen Krieges (1648) und dem 19. Jh. in einer etwas vereinfachten Form gelegt. Der Apfel hat im 16. Jh. zum ersten Mal eine wirtschaftliche Bedeutung bekommen, da er auch für den Verkauf angepflanzt wurde. Die gezielte Apfelzüchtung begann im 19. Jh. (BECKER, JOHN, 2000, S. 20).

2.2 Botanik

Der Apfel (*Malus*) ist eine Gattung der Unterfamilie der Maloideae (Kernobstgewächse) und gehört zur Familie der Rosaceae (Rosengewächse). Diese Gattung schließt 40 bis 55 laubwerfende Bäume und Sträucher ein, welche in den Wäldern der nördlich gemäßigten Zone (zw. den Subtropen: über 20 °C und der kalten Zone: unter 10 °C beider Erdhalbkugeln) [s. Abbildung 1] von Europa, Asien und Nordamerika wachsen (WIKIMEDIA, Laub- und Nadelbäume in Mitteleuropa, 2009).

Abbildung 1: Gemäßigte Breiten (dunkel gekennzeichnet)



Quelle: CAFFERTY, 2008, S.188

Der Apfel ist selbststeril (selbstinkompatibel), das heißt, dass nur solche Sorten zusammengebracht werden sollen, die gegenseitig als Pollenspender geeignet sind (LIEBEREI, REISDORFF, 2007, S. 197). Durch Bienen oder Fliegen werden die Apfelbäume bestäubt (CAFFERTY, 2008, S. 188). Im Kulturbau vermehrt sich der Apfelbaum vegetativ (ungeschlechtliche Vermehrung) durch Veredelungsmethoden. Hierzu werden Unterlagen eingesetzt, welche die spätere Qualität und den Ertrag des Baumes bestimmen (APFELPATENHOF, Geschichte, 2009). Die Blütezeit des Apfels fällt auf die Frühlingsmonate April und Mai (LIEBEREI, REISDORFF, 2007, S. 197). In kurzen Wurzelstöcken erfolgt die Fruchtbildung nach zwei Jahren, bei den normalen Arten nach drei bis fünf Jahren (NETAFIM, Äpfel-Fakten und Infos zum Apfelanbau, 2009).

2.2.1 Systematik

Der Apfel gehört zur Familie der Rosenblütengewächse (Rosaceae) und diese Familie gehört in die Abteilung der Bedecktsamer (Magnoliophytina; Blütenpflanzen) an. Die Klasse, in die der Apfel eingestuft wird, ist die Rosopsida (Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige) und die zugehörige Unterklasse ist die Rosidae (Rosenähnliche) sowie die Ordnung der Rosales (Rosenartige).

Die ausführliche Systematik des Apfels [s. Tabelle 1]. Sie bilden die größte Abteilung der Samenpflanzen. Die Familie der Rosengewächse ist weltweit verbreitet, besonders häufig auf der nördlichen Halbkugel. Diese Gruppe verfügt 90 Gattungen mit über 3.000 Arten. Um die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Unterfamilien zu systematisieren, wurden die Gattungen von Wilhelm Olbers Focke (1888) in vier Unterfamilien (Rosoideae, Prunoideae, Maloideae und Spiraeoideae) gegliedert [s. Tabelle 2 im Anhang]. Demnach ist der Apfel mit der Birne genauso wie mit der Erdbeere, Kirsche oder der Rose verwandt (FROHNE, JENSEN, 1973, S. 45 ff. und HESS, 2005, S. 156 ff.).

Tabelle 1: Systematik des Apfels

Rangstufe	Wissenschaftl. Name	Deutscher Name
Klassifikation	Organisma	Lebewesen
Domäne	Eucaryota	Eukaryoten
Überreich	Plantae	Pflanze
Reich	Embryophyta	Landpflanzen
Unterreich	Tracheobionta	Sprosspflanzen
Überabteilung	Spermatophyta	Samenpflanzen
Abteilung bzw. Stamm	Magnoliophytina	Blütenpflanzen
Unterabteilung	Angiospermae	Decksamer
Überklasse	Dycotyledoneae	Zweikeimblättrige
Klasse	Rosopsida	Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige
Unterklasse	Rosidae	Rosenähnliche
Überordnung	Rosanae	
Ordnung	Rosales	Rosenartige
Familie	Rosaceae	Rosengewächse
Unterfamilie	Maloideae	Kernobstgewächse
Tribus	Maleae	Apfelartig
Gattung	Malus	Apfel
Art	z. B. <i>Malus domestica</i>	Kulturapfel
Unterart	z. B. <i>Malus x domestica</i>	
Varietät	z. B. Boskoop	

Quelle: selbst erstellt in Anlehnung an FROHNE, JENSEN, 1973, S. 45 ff. und BRESINSKY, KÖRNER, KADEREIT, NEUHAUS, SONNEWALD, 2008, S. 619

Zur Gattung des Apfels gehören Arten wie der Kulturapfel (*M. domestica*), der Holzapfel (*M. sylvestris*) und viele andere [s. Tabelle 3 im Anhang]. Diese Apfelarten gliedern sich weiter in ca. 20000 verschiedene Sorten. Die wichtigsten Wirtschaftssorten im deutschen Obsthandel werden später näher erläutert.

2.2.2 Morphologie

Der Baum, an dem die Kulturform des Apfels wächst, ist ein aufrechter bis niederliegender Baum „mit dunkler graubrauner, unregelmäßig rissiger bis geschuppter Borke und graurötlich-braunen Ästen“ (CAFFERTY, 2008, S. 188) und Zweigen. Der Laubbaum wird zwischen 2 und 15 Metern hoch, die Baumkronen sind unterschiedlich beschaffen und die Zweige sind ohne Dornen (BECKER, JOHN, 2000, S. 20).

Die Blätter des Laubbaumes haben einen glatten Rand und ihre Form variiert zwischen oval und eiförmig. Am Grund ist das Blatt breit oder abgerundet und uneben bis gestielt am Rand (CAFFERTY, 2008, S. 188). Das Blatt trägt eine dunkelgrüne Farbe, ist kurzstielig und auf der Unterseite mehr behaart als auf der Oberseite (BECKER, JOHN, 2000, S. 20).

Die Blüten bilden sich in den meisten Fällen an den Spitzen von kurzen Zweigen, welche einfach oder verzweigt an einem mindestens zweijährigem Holz stehen. Aber es gibt auch Blüten, die sich in achselständigen Knospen von einjährigem Holz bilden oder in den Endknospen älterer Zweige (CAFFERTY, 2008, S. 188). Die Blüten sind kurzgestielt und „stehen in wenigblütigen Doldentrauben an Kurztrieben“ (RAUH, 1950, S. 268). Die Doldentrauben sind vier bis sieben büschelige Triebe. Die Kron- und Kelchblätter sind fünfzählig. Die Kronblätter haben eine weiße oder eine rosa Farbe, die Kelchblätter sind grün und die Staubblätter verfügen über eine gelbe Verfärbung und sind meistens in Kreisen angeordnet. Die Gesamtheit der Fruchtblüten (Gynoeceum) bildet sich aus fünf untereinander freien (chorikarpen) Fruchtblättern (Karpellen). Die Griffel dieser Blätter sind miteinander verwachsen (unterständiger Fruchtknoten). Auf der Rückseite (Dorsalseite) sind die Fruchtblätter (Fruchtknoten) mit der Blütenachse verbunden. Der Blütenboden (Blütenachse) umwächst die Fruchtblätter so, dass am Ende nur noch ein kurzes Stück des Griffels mit der Narbe aus dem Becher zu sehen ist [s. Abbildung 2 im Anhang] (RAUH, 1950, S. 269).

Jedes Fruchtblatt enthält zwei Samenanlagen, von diesen entwickelt sich meist nur eine