



European Arboricultural Council (EAC)

EUROPEAN tree WORKER



H a n d b o o k



H a n d b u c h



P o d ręcznik

TABLE OF CONTENTS

INHALT

SPIS TREŚCI

Preface	9	Vorwort	9	Przedmowa	9
1 Introduction	11	1 Einleitung	9	1 Wstęp	
1.1 Definition of Tree Care	11	1.1 Definition „Baumpflege“	11	1.1 Definicja pielęgnowania drzew	11
1.2 Definition of „European Tree Worker“	11	1.2 Definition „European Tree Worker“	11	1.2 Definicja arborysty zwanego dalej „European Tree Worker“	11
1.3 Aims of the Handbook	12	1.3 Ziele des Handbuchs	12	1.3 Główne cele podręcznika	12
2 Principal Elements of Tree Care	13	2 Grundlagen der Baumpflege	13	2 Podstawy pielęgnowania drzew	13
2.1 Basic Biology	13	2.1 Biologische Grundlagen	13	2.1 Podstawy biologiczne	13
2.1.1 Introduction	13	2.1.1 Einleitung	13	2.1.1 Wprowadzenie	13
2.1.2 Tree Anatomy	14	2.1.2 Anatomie des Baumes	14	2.1.2 Anatomia drzewa	14
2.1.3 Tree Physiology	23	2.1.3 Physiologie des Baumes	23	2.1.3 Fizjologia drzewa	23
2.2 Tree/Soil Relations	29	2.2 Baum und Boden	29	2.2 Drzewo a gleba	29
2.2.1 Introduction	29	2.2.1 Einleitung	29	2.2.1 Wprowadzenie	29
2.2.2 Properties of Soil	30	2.2.2 Bodeneigenschaften	30	2.2.2 Właściwości gleby	30
2.2.3 Practical Applications	36	2.2.3 Praktische Umsetzung	36	2.2.3 Praktyczne wykorzystanie w uprawie drzew	36
2.3 Selection and Quality of Trees	41	2.3 Wahl der Baumart und Baumqualität	41	2.3 Gatunek drzewa i jakość materiału sadzeniowego	41
2.3.1 Selection of the Species	41	2.3.1 Wahl der Baumart	41	2.3.1 Wybór gatunku drzewa	41
2.3.2 Selecting Trees at the Nursery	42	2.3.2 Baumqualität	42	2.3.2 Jakość materiału sadzeniowego	42

2.4 Physical Protection Measures	42	2.4 Baumschutzmaßnahmen	42	2.4 Zabiegi ochrony drzew	42
2.4.1 Permanent Protection	42	2.4.1 Dauerhafter Schutz	42	2.4.1 Ochrona trwała	42
2.4.2 Tree Protection on the Construction Site	43	2.4.2 Baumschutz bei Baumaßnahmen	43	2.4.2 Zabezpieczenie drzewa na placu budowy	43
2.5 Diagnosing Plant Problems	45	2.5 Baumschadensdiagnose	45	2.5 Diagnoza stanu drzewa	45
2.5.1 Introduction	45	2.5.1 Einleitung	45	2.5.1 Wprowadzenie	45
2.5.2 The most important criteria for protection of endangered species and biodiversity	46	2.5.2 Die wichtigsten Kriterien zum Artenschutz in der Baumpflege	46	2.5.2 Najważniejsze kryteria dla ochrony zagrożonych gatunków i zachowania bioróżnorodności	46
2.5.3 Principal Symptoms of Ill-health in the Tree	47	2.5.3 Die wichtigsten Krankheitssymptome	47	2.5.3 Najważniejsze symptomy chorobowe	47
3 Tree Care Operations 55					
3.1 Introduction	55	3 Baumpflegearbeiten	55	3 Pielęgnowanie drzewa	55
3.2 Principal Elements of Legislation	56	3.1 Einführung	55	3.1 Wprowadzenie	55
3.3 Practical Elements	57	3.2 Arbeitsrechtliche Grundlagen	56	3.2 Podstawy legislacyjne prac	56
3.3.1 Planting and Transplanting of trees and palms „European Tree and Palm Planting Guide“	57	3.3 Maßnahmen der Baumpflege	57	3.3 Zabiegi pielęgnowania drzew	57
PG 1 Choice of planting material	60	3.3.1 Pflanzung und Verpfanzung von Bäumen und Palmen „European Tree and Palm Planting Guide“	57	3.3.1 Sadzenie i przesadzanie drzew i palm „European Tree and Palm Planting Guide“	57
PG 2 Planting – principles	69	PG 1 Auswahl der Pflanzen	60	PG 1 Dobór roślin	60
PG 3 Planting in practice	76	PG 2 Voraussetzungen für die Pflanzung	69	PG 2 Założenia do sadzenia	69
PG 4 Transplanting large trees	99	PG 3 Die Pflanzung	76	PG 3 Sadzenie	76
PG 5 Post-planting maintenance	101	PG 4 Großbaumverpfanzung	99	PG 4 Przesadzanie drzew dużych	99
3.3.2 Pruning	105	PG 5 Fertigstellungspflege	101	PG 5 Pielęgnacja przesadzonego drzewa	101
3.3.3 Bracing	127	3.3.2 Kronenschnitt	105	3.3.2 Cięcie koron	105
3.3.4 Wound Treatment	130	3.3.3 Kronensicherung	127	3.3.3 Zabezpieczenie koron	127
3.3.5 Prevention of Root Damage on a Construction Site	131	3.3.4 Wundbehandlung	130	3.3.4 Pielęgnowanie rany	130
3.3.6 Tree Felling	133	3.3.5 Schutz des Wurzelbereiches auf der Baustelle	131	3.3.5 Zabezpieczanie korzeni na placu budowy	131
3.4 Equipment, Tools and Machinery	138	3.3.6 Baumfällung	133	3.3.6 Ścinka drzew	133
3.4.1 Saws	138	3.4 Material, Werkzeuge und Maschinen	138	3.4 Materiały, narzędzia i maszyny	138
3.4.2 Equipment for Accessing the Crown	138	3.4.1 Sägen	138	3.4.1 Pily	138
3.4.3 Ladders	139	3.4.2 Technik und Ausrüstung für den Aufstieg in den Baum	138	3.4.2 Technika i ekwipunek do wspinania się na drzewo	138
3.4.4 MEWPs (Aerial Lifts)	140	3.4.3 Leitern	139	3.4.3 Drabiny	139
3.4.5 Climbing Equipment and Techniques	141	3.4.4 Hubarbeitsbühnen	140	3.4.4 Podnośniki	140
3.4.6 Techniques for Ascending	147	3.4.5 Kletterausrüstung und -techniken	141	3.4.5 Wyposażenie i techniki wspinania się na drzewo	141
3.4.7 Safety in the Tree	148	3.4.6 Aufstiegstechniken	147	3.4.6 Techniki wspinania się na drzewo	147
3.4.8 Techniques for using the MEWP	150	3.4.7 Sicherheit im Baum	148	3.4.7 Bezpieczeństwo na drzewie	148
3.4.9 Aerial Rescue	152	3.4.8 Hubarbeitsbühnentechnik	150	3.4.8 Technika pracy z podnośnika	150
		3.4.9 Höhenrettung	152	3.4.9 Ratowanie z wysokości	152



4	Laws and Statutory Regulations	155	4	Gesetze und Bestimmungen	155	4	Podstawy i regulacje prawne	155
4.1	Preparation of the Workplace	155	4.1	Vorbereitung der Baustelle	155	4.1	Przygotowanie miejsca pracy	155
4.2	Travelling to the Workplace	156	4.2	Transport zur Baustelle	156	4.2	Dojazd do miejsca pracy	156
4.3	Work Safety	156	4.3	Arbeitsschutz	156	4.3	BHP Pracownicy w miejscu pracy	156
4.4	Work Site Safety	158	4.4	Baustellenabsicherung	158	4.4	Zabezpieczenie placu budowy	158
4.5	Safety and the Surrounding Area	159	4.5	Schutzmaßnahmen	159	4.5	Zabezpieczenie obiektów w sąsiedztwie teren budowy	159
4.6	Protection of Trees: Principal Regulations	159	4.6	Baumschutz – Gesetze	159	4.6	Podstawowe przepisy ochrony drzew	159
5	Annex	161	5	Anhang	161	5	Aneks	161
5.1	Curriculum for the „European Tree Worker”	161	5.1	Rahmenlehrplan „European Tree Worker”	161	5.1	Ramowy program szkolenia „European Tree Worker”	161
5.1.1	Definition of „European Tree Worker”	161	5.1.1	Definition „European Tree Worker”	161	5.1.1	Definicja zawodu „European Tree Worker”	161
5.1.2	Curriculum	162	5.1.2	Lerninhalte	162	5.1.2	Zakres szkolenia	162
5.2	European Tree Worker Certification Rules	164	5.2	Prüfungsordnung für den European Tree Worker	164	5.2	Organizacja egzaminu dla European Tree Worker	164
5.3	European Diploma/ID Card	166	5.3	Eurodiplom/ID-Card	166	5.3	Diplom europejski (ID-card)	166
5.4	National Contacts	167	5.4	Nationale Ansprechpartner	167	5.4	Kontakty w poszczególnych krajach	167
5.5	Technical Dictionary	169	5.5	Technisches Wörterbuch	169	5.5	Słowniczek techniczny	169
5.5.1	English/German/Polish	169	5.5.1	Englisch/Deutsch/Polnisch	169	5.5.1	angielski niemiecki/polski	169
5.5.2	German/Polish/English	175	5.5.2	Deutsch/Polnisch/Englisch	175	5.5.2	niemiecki/polski/angielski	175
5.5.3	Polish/English/German	181	5.5.3	Polnisch//Englisch/Deutsch	181	5.5.3	polski/angielski/niemiecki	181

PREFACE

VORWORT

PRZEDMOWA

The European Tree Worker programme was developed between 1996–1999 within the framework of the Leonardo-da-Vinci-Programme. The objective has been to harmonize the skill level of the specialized field of tree care within a unified Europe. Further goals have been to ensure a high standard of tree care operations, a qualified common level of training and to facilitate the international movement of European Tree Workers. In order to reach these objectives, the EAC has developed an examination and certification system for the European Tree Worker. This system has now been accepted in 25 European countries. The examination and certification system includes a curriculum, examination regulations, the ETW Certificate as well as this Handbook.

The European Tree Worker Handbook is a practical guide which is designed to help the European Tree Worker prepare him-/ herself for the ETW examination. It may also be used as a reference book. This revised edition from 2016 includes the complete „European Tree and Palm Planting Guide” and the

In Rahmen des europäischen Programms Leonardo-da-Vinci wurde der European Tree Worker 1996–1999 entwickelt. Ziel des Projektes war und ist es, in einem vereinten Europa das Spezialgebiet der Baumpflege zu harmonisieren, eine qualitätsvolle Arbeit und ein qualifiziertes Ausbildungsniveau zu sichern und einen länderübergreifenden Austausch von Angestellten zu vereinfachen. Hierzu wurde ein Prüfungs- und Zertifizierungssystem zum European Tree Worker entwickelt, das von 25 europäischen Ländern anerkannt und unterstützt wird. Das Prüfungs- und Zertifizierungssystem umfasst neben dem Curriculum auch eine Prüfungsordnung und ein Zertifikat zum European Tree Worker sowie dieses Buch.

Das European Tree Worker Handbook soll ein praktisches, anleitendes Buch für den Baumpfleger sein, das sich insbesondere zur Vorbereitung auf die Prüfung zum European Tree Worker und auch als Nachschlagewerk eignet. Die hier vorliegende 7. Ausgabe wurde 2016 vollständig überarbeitet. Der „European Tree and Palm Planting Guide“

W ramach europejskiego Programu Leonardo da Vinci, Grupa Robocza „Pielęgnowanie drzew” Niemieckiego Związku Wykonawców Budowy Krajobrazu (BGL) skutecznie przedstawiła Komisji Europejskiej projekt „Kształcenia i doskonalenia zawodowego w zakresie europejskiego pielęgnowania drzew” (AWEB I). Celem projektu było i jest ujednolicenie specjalistycznego zakresu pielęgnowania drzew w zjednoczonej Europie, zapewnienie wysokiej jakości zabiegów pielęgnacyjnych oraz wysokiego poziomu wykształcenia oraz ułatwienia międzynarodowej wymiany pracowników. W tym celu partnerzy z siedmiu europejskich krajów, którzy stali się jednocześnie Grupą Roboczą „Edukacja” w European Arboricultural Council (EAC), opracowali system egzaminowania i certyfikacji na stopień European Treeworker. System ten znalazł się w następnym, wspieranym przez Brukselę, projekcie (AWEB II) i został wdrożony w 25 krajach europejskich.

System egzaminowania i certyfikacji obejmuje program, zakres, przepisy egzaminacyjne, Certyfikat (patrz Aneks) jak i niniejszy podręcznik.

„European Pruning Guide”, both by the EAC. This 7th edition of the European Tree Worker Handbook is written in English/German/Polish with the aim of assisting in the cross-border transfer of tree care knowledge and to assure high quality tree operations in a unified Europe – for the benefit of all our trees.

The Handbook has been published in the following languages: English, French, German, Italian, Latvian, Norwegian, Polish, Russian, Spanish, and Swedish.

For further information about European tree care and the European Tree Worker, please visit our web site: www.EAC-arboriculture.com.

Many thanks to the publishing house for their exceptional engagement and the publication of the Handbook, to the members of the EAC working group “ETW Handbook” for updating this 7th edition.

Our thanks also to the ISA for the use of some of the text from the Certified Arborist Manual.

und der „European Pruning Guide“ wurden vollständig eingearbeitet. Aufgrund der jeweiligen Dreisprachigkeit, hier in dieser 7. Ausgabe englisch, deutsch und polnisch, soll es die Transparenz des Baumpflege-Know-hows über die Grenzen hinaus fördern und eine qualitativ hochwertige Ausführung im vereinten Europa zum Wohle der Bäume ermöglichen.

Das Buch wurde bisher in folgende Sprachen übersetzt:

Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Lettisch, Norwegisch, Polnisch, Russisch, Spanisch und Schwedisch.

Aktuelle Informationen zur europäischen Baumpflege und zum European Tree Worker sind darüber hinaus online unter www.EAC-arboriculture.com abzurufen.

Dem Verlag sei für das große Engagement und die Herausgabe, den Mitgliedern der EAC „Arbeitsgruppe ETW-handbook“ für die Überarbeitung gedankt, die alle dazu beigetragen haben, dass diese 7. Auflage realisiert werden konnte.

Vielen Dank auch der ISA für die Bereitstellung einiger Texte aus der Broschüre „Zertifizierter Baumpfleger“.

Podręcznik European Tree Worker jest praktycznym przewodnikiem pielęgnowania drzew, stanowiącym podstawę przygotowania się do egzaminu na stopień European Tree Worker. Niniejsze 7. wydanie 2016 zostało całkowicie zmienione. Do podręcznika włączone zostały w całości „Europejski Przewodnik Sadzenia Drzew i Palm“ i „Europejski Przewodnik Cięcia Drzew“.

Celem Podręcznika European Tree Worker, wydawanym zawsze w trzech językach (ta wersja: angielski, niemiecki, polski), jest transfer ponad granicami know-how pielęgnowania drzew i zapewnienie wysokiej jakości wykonywanych zabiegów dla dobra naszych drzew w zjednoczonej Europie.

Dostępne są ponad to następujące wersje językowe:
angielski/niemiecki/francuski, angielski/włoski/hiszpański, angielski/norweski/szwedzki i angielsko/niemiecki/łotewski.

Aktualne informacje o europejskim pielęgnowaniu drzew i o projekcie AWEB zawiera ponadto strona internetowa www.EAC-arboriculture.com.

Podziękowania należą się Wydawcy za wyjątkowe zaangażowanie, jak i członkom Grupy Roboczej EAC ETW-Handbook za przerobienie i aktualizacje, którzy przyczynili się do realizacji tego 7. wydania.

Dziękujemy też ISA za udostępnienie niektórych tekstów z broszury „Certyfikowany Arborysta“.

Bad Honnef, January 2016

Prof. Dr. Marek Siewniak, Poland
Dietrich Kusche, Germany
Glen Read, Norway

Jochum Bax, Spain
President of the EAC 2016

Bad Honnef, Januar 2016

Prof. Dr. hab. Marek Siewniak, Polen
Dietrich Kusche, Deutschland
Glen Read, Norwegen

Jochum Bax, Spanien
Präsident des EAC 2016

Bad Honnef, styczeń 2016

Prof. Dr. Marek Siewniak, Poland
Dietrich Kusche, Germany
Glen Read, Norway

Jochum Bax, Spain
President of the EAC 2016

1

INTRODUCTION

EINLEITUNG

WSTĘP

1.1

Definition of Tree Care

Tree care operations comprise the planting, monitoring and maintenance of amenity trees.

Definition „Baumpflege“

Baumpflege umfasst das Pflanzen, Überwachen, Erhalten, Pflegen und Sanieren von Bäumen in ihrem urbanen Umfeld.

Definicja „pielęgnowania drzew“

Pielęgnowanie drzew obejmuje ich sadzenie, kontrolę (monitorowanie), utrzymanie, pielęgnowanie w środowisku zurbanizowanym.

1.2

Definition of European Tree Worker

European Tree Workers carry out operations on and in amenity trees with the aim of keeping trees healthy and safe. They act on the basis of arboricultural knowledge taking conservation matters, environmental protection, European biodiversity protection laws, public safety laws and regulations into account. Tree care operations require sound and highly qualified training with a special focus on work safety. See also section 5.1.1

Definition „European Tree Worker“

Der European Tree Worker soll auf der Grundlage baumpflegerischen Wissensstandes die wesentlichen Arbeiten am und im Baum unter Berücksichtigung des Natur-, Umwelt- und Unfallschutzes unter Anleitung durchführen. Baumpflegearbeiten erfordern eine gründliche und qualitativ hochwertige Aus- und Weiterbildung, bei welcher der Arbeitsschutz, der Artenschutz und die Verkehrssicherungspflicht einen hohen Stellenwert besitzt.
Weiteres siehe 5.1.1

Definicja zawodu arborysty zwanego dalej European Tree Worker

Europejski Treeworker wykonuje zabiegi pielęgnacyjne, obejmujące drzewo jak i jego środowisko w celu utrzymania drzewa w stanie zdrowym i bezpiecznym. Treeworker działa w oparciu o podstawy dendrologii i zasady uprawy, z uwzględnieniem zasad konserwatorskich, wymogów ochrony środowiska, unijnych przepisów o ochronie różnorodności biologicznej i przepisów bezpieczeństwa. Wykonywanie zawodu treeworkera wymaga pogłębionego szkolenia specjalistycznego i doskonalenia zawodowego ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa pracy. Por. 5.1.1

1.3

Aims of the Handbook

- To improve the appreciation of the fundamental elements of tree care and tree maintenance.
- To put at the European Tree Worker's disposal a clear and easily understood handbook which helps him/her to prepare for the European Tree Worker examination.
- To establish homogenous and high quality tree care operations in all European countries.

Ziele des Handbuchs

- Das Verständnis für die grundlegenden Elemente der Baumpflege und Baumerhaltung zu verbessern.
- Dem(r) praktizierenden Baumpfleger(in) ein klares und eindeutiges Handbuch zur Verfügung zu stellen, mit dem er/sie sich auf die Prüfung zum European Tree Worker vorbereiten kann.
- Eine einheitliche und qualitativ hochwertige Baumpflegepraxis in Europa zu etablieren.

Cele podręcznika

- Podstawowe cele podręcznika to:
- poprawa stanu wiedzy o podstawach pielęgnowania drzew
 - udostępnienie praktykującemu tree-workerowi jasnego i jednoznacznego podręcznika
 - pomoc w przygotowaniu się do egzaminu na stopień „European Tree Worker”
 - ustanowienie jednolitego i wysokiego poziomu pielęgnowania drzew w całej Europie.

2

PRINCIPAL ELEMENTS OF TREE CARE

GRUNDLAGEN DER BAUMPFLEGE

PODSTAWY PIELĘGNOWANIA DRZEW

2.1

Basic Tree Biology

2.1.1

Introduction

Trees are woody plants that are large in size. They have unique characteristics that allow them to dominate the vegetation of large areas of the world. A foundation for the practice of arboriculture is a thorough understanding of how trees grow and develop. Only through this it is possible to execute professional tree care.

The study of tree biology is essentially the study of structure and function of trees, and the relationship between them. Physiology is the study of the biological and chemical processes within these structures, providing the basis for function.

Biologische Grundlagen

2.1.1

Einleitung

Bäume sind große Holzgewächse. Ihre besondere Wuchsform ermöglicht es ihnen, die Vegetation eines Großteils der Erde zu beherrschen. Baumpflege setzt das Verständnis von Wachstum und Entwicklung der Bäume voraus. Nur so kann ein Baum fachgerecht gepflegt werden.

Die Baumbiologie erklärt die Struktur und Funktion der Bäume mit ihren Wechselwirkungen. Die Physiologie beschreibt die biologischen und chemischen Vorgänge, die innerhalb der Strukturen des Baumes ablaufen, um die Wechselwirkungen zu ermöglichen.

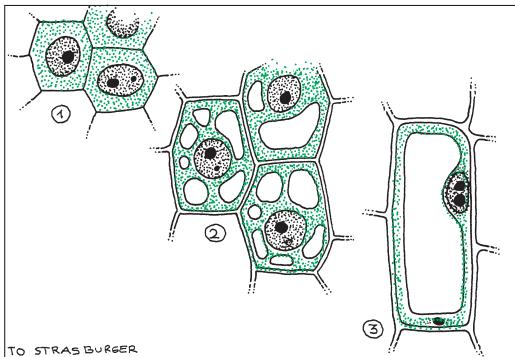
Podstawy biologiczne

2.1.1

Wprowadzenie

Drzewa są roślinami o zdrewniałych tkankach, które umożliwiają im osiąganie dużych rozmiarów. Drzewa dzięki szczególnym cechom wzrostu zdolnoły roślinność olbrzymich obszarów na kuli ziemskiej. Poznanie biologii drzewa ma podstawowe znaczenie dla znajomości jego struktur i funkcji oraz ich wzajemnych zależności.

Fizjologia wyjaśnia procesy życiowe i chemiczne w obrębie tych struktur, z których wynikają funkcje drzew. Praktyczne pielęgnowanie drzew opiera się na szerokim zrozumieniu procesów wzrostu i rozwoju drzewa. Tylko dzięki temu będzie można fachowo pielęgnować drzewa w sposób zapewniający ich wzrost i rozwój w terenach zurbanizowanych.



I Cells

- ① Young Cell with Plasma and Nucleus
- ② Cell Development
- ③ Mature Cell with Large Vacuole

I Zellen

- ① Junge Zelle mit Plasma und Zellkern
- ② Entwicklung der Zelle
- ③ Ausgewachsene Zelle mit großer Vakuole

I Komórki

- ① Młode komórki z plazmą i jądrem komórkowym
- ② Rozwój komórk
- ③ Dojrzała komórka zawierająca dużą wakuolę

2.1.2

Tree Anatomy

Basic Structure: Cells and Tissues

All living organisms share a basic organisational theme, based upon cells, tissues and organs. Cells are the basic building blocks of structure. In plants, new cells are from the division of existing cells. This process occurs in specialized structures called meristematic tissue.

Following division, cells undergo differentiation, which changes their structure and permits cells to assume a wide variety of specific functions. Cells with similar structure and function are arranged into tissues. Tissues are then organized into organs, of which plants have six: leaves, stems, roots, buds, flowers and fruit. Finally, organs are organized as intact, fully functional organisms – trees.

There are two basic types of meristematic tissue:

- primary, which produce the cells that result in elongation of shoots and roots
- secondary, which produce cells that result in increases in diameter.

Trees have two secondary meristems: the cambium and the cork cambium. The cambium is an essential tissue: by

2.1.2

Anatomie des Baumes

Grundstruktur: Zellen und Gewebe

Die Grundstruktur aller Lebewesen besteht aus Zellen, Geweben und Organen. Die Zellen sind die Bausteine dieser Struktur. Bei den Pflanzen entstehen neue Zellen durch Teilung bestehender Zellen in spezialisierten Geweben, die als Meristeme (Teilungsgewebe) bezeichnet werden. Direkt nach der Zellteilung differenzieren sich die Zellen. Sie ändern ihren Aufbau. So können sie die unterschiedlichsten Aufgaben erfüllen. Zellen mit gleicher Aufgabe und Funktion bilden ein Gewebe. Die Organe der Bäume setzen sich aus verschiedenen Geweben zusammen. Der Baum besteht aus fünf Organen: Blatt, Stamm und Ast, Wurzel, Blüte und Frucht. Die Organe bilden zusammen einen funktionierenden Organismus, den individuellen Baum.

Es werden zwei Arten von Meristemen unterschieden:

- Die Primärmeristeme, welche Zellen produzieren, aus denen durch Zellverlängerung die Triebe und Wurzeln entstehen
- Die Sekundärmeristeme, hier findet durch Längsteilung der Zellen das sekundäre Dickenwachstum des Baumes statt.

2.1.2

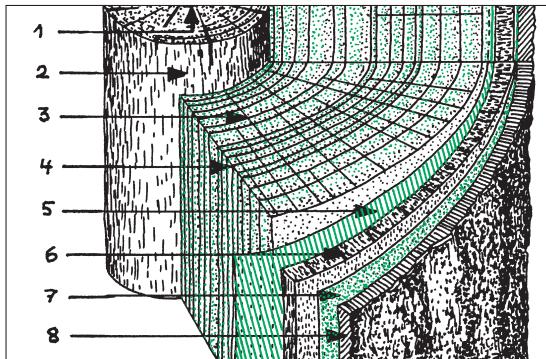
Anatomia drzewa

Podstawowe struktury: komórki i tkanki

Wszelkie żywne organizmy charakteryzują się podobnymi strukturami; wyróżniamy wśród nich komórki, tkanki i organy. Komórki są podstawowymi składnikami tych struktur. Nowe komórki roślin powstają przez podział istniejących komórek. Procesy podziału komórek zachodzą w wyspecjalizowanych strukturach zwanych merystemami (tkanki twórcze). Powstające nowe komórki podlegają różnicowaniu. W wyniku tych zmian poszczególne komórki mogą pełnić różnorodne funkcje w organizmie. Komórki o podobnej strukturze i funkcji tworzą tkanki. Tkanki z kolei tworzą organy. W organizmie rośliny wyróżniamy pięć organów: liście, pień i gałęzie, korzenie, pąki, kwiaty oraz owoce.

Wyróżnia się dwa podstawowe typy tkanek twórczych:

- pierwotne, (zwane też merystemami wierzchołkowymi) produkujące komórki potrzebne do wzrostu pędów i korzeni na długość,
- wtórne, (zwane też merystemami bocznymi) produkujące komórki potrzebne do przyrostu na grubość. Drzewa posiadają dwie wtórne tkanki



I Cross Section of a Trunk

- ① Pith
- ② Heartwood
- ③ Medullary Ray
- ④ Sapwood
- ⑤ Cambium
- ⑥ Phloem
- ⑦ Cork Cambium
- ⑧ Bark

I Stammquerschnitt

- ① Mark
- ② Kernholz
- ③ Markstrahl
- ④ Splintholz
- ⑤ Kambium
- ⑥ Phloem
- ⑦ Korkkambium
- ⑧ Borke

I Przekrój poprzeczny pnia

- ① rdzeń
- ② drewno twardzielowe
- ③ promień rdzeniowy
- ④ drewno bielaste
- ⑤ kambium
- ⑥ floem
- ⑦ miazga korkotwórcza
- ⑧ korowina

division of cells, it produces new cells that will become the vascular system of the tree. It produces two kinds of tissue: xylem to the inside, and phloem to the outside.

The cork cambium is the cambium which produces the bark.

The xylem is part of the wood of the tree, composed of non functional and live cells.

The differences of non functional cells are: tracheen, tacheiden in conifers, vessels in deciduous trees.

It has three functions:

- the mechanical support of the tree
- conduction of water and mineral elements
- storage of reserves.

When a tree is cut and is viewed in cross section, growth rings are visible in the xylem. In moderate climatic zones these rings are identical with the annual production of xylem by the cambium. They are seen as rings because the relative size and density of the vascular tissues change through the growing season. As the season progresses, cells become smaller in diameter. Thus the contrast between cells produced early in the season (early-wood) and those produced later (late-wood) allows the diameter increase within an individual year to be seen.

Der Baum besitzt zwei solcher Meristeme, das Kambium und das Korkkambium. Das Kambium ist ein lebensnotwendiges Gewebe für den Baum. Neben der Produktion von Holz wird auch das Gefäßsystem des Baumes gebildet. Beidseitig des Kambiums wird zur Stammmitte hin Xylem, nach außen hin Phloem gebildet.

Vom Korkkambium wird die Rinde des Baumes gebildet.

Das Xylem bildet das Holz des Baumes und besteht aus toten und lebenden Zellen. Unter den toten Zellen des Xylems unterscheidet man zwischen Tracheen/Tracheiden (Nadelgehölze) und den Gefäßen (Laubbäume).

Es erfüllt drei Funktionen:

- Traggerüst des Baumes
- Transport von Wasser und Nährsalzen (Wasser- und Nährsalzlösung)
- Speicherung von Reservestoffen.

Wenn ein Baum aufgeschnitten wird, sind im Querschnitt des Holzes Jahrringe sichtbar. In gemäßigten Breiten sind diese mit der jährlichen Produktion von Xylem durch das Kambium identisch. Die ringförmige Struktur ergibt sich, weil sich im Verlauf der Vegetationszeit eines Jahres die Struktur des Leitgewebes und der Zellen verändert. So haben zum Beginn der Vegetationszeit die neu gebildeten Leitbahnen und Zellen einen

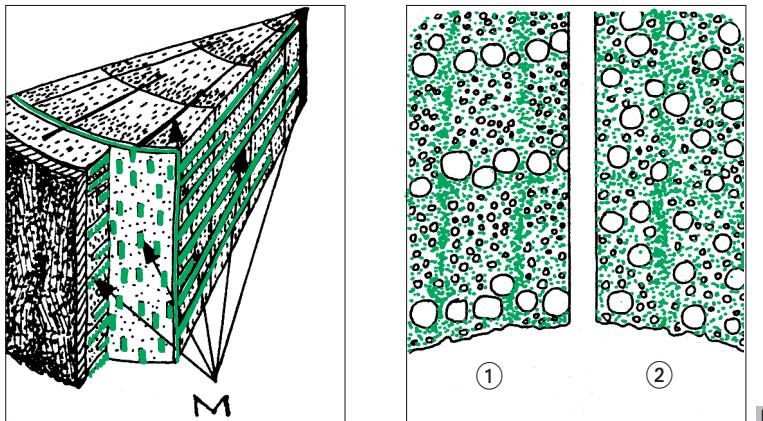
twörcze: miazę zw. „kambium” i mięzgę korkotwórczą. Kambium jest podstawową tkanką twórczą. W wyniku podziału jego komórek powstają nowe, z których po zróżnicowaniu się powstają systemy przewodzące drzewa. Wytwarzane są dwa rodzaje tkanek: do środka pnia drewno zw. „ksylemem” i na zewnątrz lyko zw. „floolem”.

Mięzga korkotwórcza wytwarza w wyniku podziału komórek korowinę.

Drewno jest tkanką zbudowaną ze zdrewniałych, martwych komórek.

Drewno zbudowane jest z dwóch rodajów wyspecjalizowanych komórek: cewek (u iglastych) i naczyń (u liściastych). Pełni ono trzy funkcje: przewodzi wodę wraz z solami mineralnymi oraz utrzymuje cały ciężar drzewa. W obrębie drewna istnieją żywe komórki parenchymatyczne, pełniące funkcje magazynowania materiałów zapasowych.

Po ścieciu drzewa widzimy na przekroju poprzecznym przyrosty roczne drewna. Te słoje odzwierciedlają roczną produkcję drewna przez kambium. Są one widoczne jako pierścienie ponieważ w ciągu okresu wegetacyjnego zmienia się przekrój naczyń i względna gęstość drewna. Na początku okresu wegetacyjnego przekrój cewek i naczyń jest większy a ich ścianki cienkie. Później ich światła stają



Concerning the wood of a tree, there are differences between the wood of coniferous and deciduous trees. The wood of deciduous trees has further differences between ring-porous wood (i.e. *Quercus*, *Fraxinus*) and diffuse-porous wood (i.e. *Tilia*, *Fagus*). Heartwood is formed within the centre of the tree. The heartwood is surrounded by a ring of living sapwood. Not all of the conducting elements in the xylem transport water. Only those of the sapwood (active and living wood) function to conduct water, while the other elements of the xylem which are situated farther inside the tree are no longer functional. They constitute the heartwood, non-conducting tissue that is sometimes darker in colour than the sapwood. The phloem is responsible for the movement of sugars, produced in the leaves, to other parts of the plant. In addition to the phloem and xylem, the vascular system of a tree contains ray cells. Rays grow out radially from the centre of the tree to cross through the phloem and xylem and function to transport sugars and other compounds across the trunk. They assist in restricting decay in wood tissue and store reserves in the form of starch.

größeren Durchmesser und Hohlraum im Inneren (Frühholz) als im Verlauf des Sommers, in dem die Leitbahnen immer enger und die Zellwände immer dicker werden (Spätholz). So kann man den jährlichen Durchmesserzuwachs des Baumes deutlich erkennen. In der Holzstruktur ist grundsätzlich zwischen Nadel- und Laubholz und beim Laubholz zwischen ringporigem (z. B. Oak, *Fraxinus*) und zerstreutporigem Holz (z. B. *Tilia*, *Fagus*) zu unterscheiden. Im Inneren des Stammes bildet sich Kernholz. Es wird von einem Ring lebenden Splintholzes am Rande des Stammes eingeschlossen. Nur die Gefäße des Splintholzes transportieren in den lebenden Zellen (aktives Holz) Wasser. Mit zunehmendem Alter verlieren die Gefäße ihre Wasserleitfähigkeit. Oft wird durch Einlagerungen von Stoffen die Farbe des Xylems dunkler, wodurch das Kernholz dann deutlich vom Splintholz zu unterscheiden ist. Das Phloem ist für den Transport des in den Blättern produzierten Zuckers (Phloemsaft) zu den übrigen Teilen der Pflanze verantwortlich. Zusätzlich zu Xylem und Phloem enthält das Gefäßsystem des Baumes radial verlaufende Zellbündel, die als Markstrahlen bezeichnet werden. Diese Strahlen

A █ Medullary Ray in the Wood
█ Markstrahlen im Holz
█ Promienie rdzeniowe w drewnie

B ① Ring porous ② Diffuse porous
① ringporig ② zerstreutporig
① pierścieniowonaczyniowe
② rozpierzchlonaczyniowe

się coraz mniejsze, a ścianki grubsze. W ten sposób wyróżniają się corocznie komórki powstałe na początku okresu wegetacyjnego (drewno wczesne) od tych powstałych później (drewno późne); powstają przyrosty roczne. Drewno drzew iglastych różni się od drewna drzew liściastych. Wśród drzew liściastych wyróżnia się gatunki o drewnie pierścieniowo naczyniowym (np.: *Quercus*, *Fraxinus*) i rozpierzchlonaczyniowym (np.: *Tilia*, *Fagus*). Woda transportowana jest tylko przez najmłodsze słojy roczne bielu (tzw. drewno aktywne). Pozostałe, starsze słojy przestają pełnić funkcje prowadzącej. W wyniku postępujących zmian wyróżnia się zewnętrzne, jaśniejsze partie drewna jako biel a wewnętrzne, ciemniejsze partie drewna jako twardziel. Floem rozprowadza produkowane w liściach asymilaty do pozostałych części drzewa. W skład systemu prowadzącego drzewa wchodzą, obok drewna i tyka, promienie rdzeniowe. Przebiegają one promieniście przez drewno, i tyko i służą transportowi poprzecznemu rozpuszczonych w wodzie węglowodanów i innych składników. Pomagają one w ograniczaniu rozprzestrzeniania się rozkładu drewna

The outer covering of a tree's branches and stems is the bark. It is a protective tissue that moderates the temperature inside the stem, offers defence against injury, and reduces water loss. Bark is composed of non-functional phloem, corky tissues and dead cells. The cell walls are impregnated with wax and oil that minimize water loss. Lenticels, small openings in the bark, allow for gas exchange between the living tissues of the tree and the atmosphere. Many types of bark develop in trees. For example, *Fagus* has very smooth bark with little corky material and *Quercus suber* produces thick layers of cork.

Branches and Twigs

Twigs are small stems that provide the support structure for leaves, flowers and fruit. Branches support twigs, and the trunk supports the entire crown.

Branches and twigs emerge from two types of buds:

- the terminal or apical bud at the end of a shoot and
- the lateral or axillary bud occurs along the twig.

The terminal bud is the most powerful bud on the branch or twig and located at the end of a shoot. It controls the development of the secondary buds by means of hormones. Usually the secondary buds do not develop and are dormant.

Normally, the terminal bud is the most active on each branch or twig and controls the development of the lateral buds on the same shoot which are often dormant: Their growth is inhibited by the apical dominance of the terminal bud.

Apically dominant shoots are monopodial or sympodial. Shoots that are not apically dominant are pseudodichotomous. The destruction of the terminal bud by accident or pruning can release dormant buds near the cut, leading to

wachsen vom Zentrum des Baumes durch das Xylem und Phloem nach außen und dienen dem radialen Transport von Nährstoffen und Wasser durch den Stamm. Sie helfen dem Baum den wichtigen Schutzmechanismus der Abschottung zu bewerkstelligen. Sie enthalten lebende Parenchymzellen und dienen als Speicher für Reservestoffe. Die Außenhaut der Äste und des Stamms ist die Rinde. Sie besteht aus Phloem, Korkkambium und der Borke. Die Borke ist ein Schutzgewebe, das die Temperatur des Baumes reguliert, den Baum vor mechanischen Beschädigungen schützt und einen übermäßigen Wasserverlust verhindert. Die Borke wird vom Korkkambium gebildet und besteht hauptsächlich aus Korkzellen. Die Zellwände sind mit Wachs und Öl imprägniert, wodurch der Wasserverlust minimiert wird. Kleine Öffnungen in der Borke, die Lentizellen, ermöglichen eine Gasaus tausch zwischen der Atmosphäre und dem lebenden Gewebe des Baumes. Die Beschaffenheit von Rinde und Borke ist von Baumart zu Baumart sehr unterschiedlich. So hat z.B. die Buche in der Regel eine sehr glatte, dünne Rinde und die Korkeiche eine sehr rau e und dicke Borke.

Äste und Zweige

Zweige tragen Blätter, Blüten und Früchte. Die Äste tragen die Zweige und werden wiederum vom Stamm getragen.

Äste und Zweige entstehen aus zwei verschiedenen Knospentypen:

- den Terminal- bzw. Apikalknospen an den Triebspitzen und
- den Achsel- bzw. Seitenknospen entlang der Triebe.

Die Terminalknospe, die mächtigste Knospe eines Astes bzw. Zweiges, kontrolliert die Entwicklung der Seitenknospen an demselben Ast/Zweig durch Hormone. Oft treiben die basalen Seitenknospen nicht aus und blei-

wspierając jeden z najważniejszych mechanizmów ochronnych drzewa jakim jest kompartmentalizacja czyli grodziwanie. Będąc żywymi komórkami parenchymatycznymi są miejscem magazynowania materiałów zapasowych.

Od zewnątrz pień i gałęzie drzewa okryte są korą. Składa się ona z floemu, miazgi korkotwórczej i korowiny. Korowina jest tkanką ochronną, regulującą cieplotę drzewa, chroniąc przed uszkodzeniami mechanicznymi i nadmierną utratą wody. Kora jest wytworem miazgi korkotwórczej i składa się głównie ze skorkowaciałych komórekłyka. Ich ściany komórkowe są zaimpregnowane woskami i olejami, dzięki czemu ograniczona jest utrata wody. Jest to tkanka ochronna, zabezpieczająca przed nadmiernym nagrzewaniem się wnętrza pnia, uszkodzeniami mechanicznymi i ograniczającą nadmierną utratę wody. Małe otwory w korowinie tzw. przetchlinki umożliwiają wymianę gazową pomiędzy atmosferą i żywymi tkankami drzewa.

Drzewa wykształcają różnorodne typy kory. Kora buka (*Fagus*) jest gładka i ma cienką korowinę. *Quercus suber* tworzy grube warstwy korka.

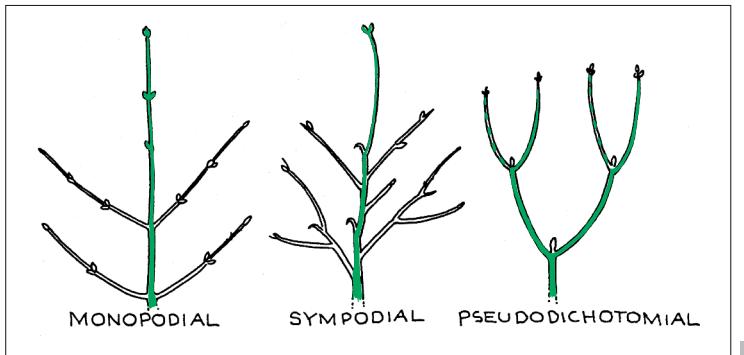
Konary i gałęzie

Pędy utrzymują liście, kwiaty i owoce. Konary utrzymują gałęzie, tak jak pień utrzymuje całą koronę.

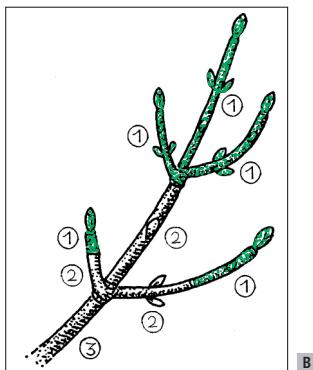
Pędy i gałęzie rozwijają się z dwóch typów pąków:

- z pąka szczytowego umieszczonego na szczycie pędu
- z pąków bocznych rozmieszczonych wzdłuż pędów

Normalnie, pąk szczytowy jest najbliższym aktywny na każdej gałęzi i kontroluje rozwój pąków bocznych na tym samym pędzie poprzez hormony. Dość często pąki boczne nie rozwijają się i pozostają nawet przez wiele lat uspione (pąki śpiące); ich rozwój jest ograniczony.



A | Branch Formation
| Verzweigungsmuster
| Sposoby rozgałęziania się pędów
(monopodialny, sympodialny,
pseudodichotomiczny)



- B | Annual Growth
- ① = 1 Year ② = 2 Years
 - ③ = 3 Years
- | Jahrestrieb – Alter
- ① = 1 Jahr ② = 2 Jahre ③ = 3 Jahre
- | Przyrosty roczne
- ① = jednoroczne ② = 2.letnie
 - ③ = 3.letnie

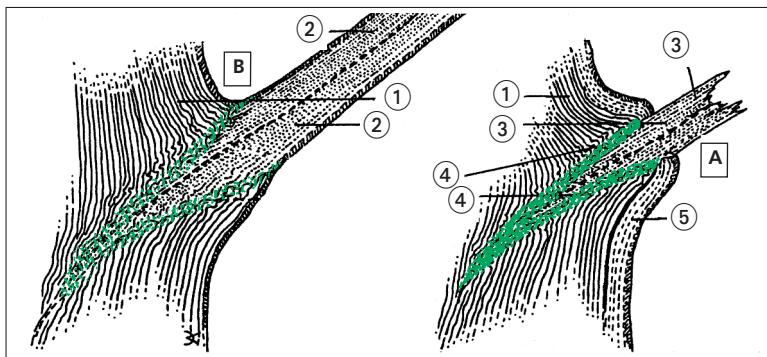
new shoot development. Some shoots develop from adventitious buds which are produced along stems or roots. They are usually produced in response to the loss of normal buds and the growth regulators produced by them. Leaves and buds are from a slightly enlarged portion of the twig called a node. The internode is the area bet-

ben als schlafende Augen für Jahre im Ruhezustand. Außerdem können im parenchymatischen Gewebe spontan neue Knospen gebildet werden Adventivknospen). Das Wachstum der Seitenknospen wird durch die Dominanz der Spitzenknospe gesteuert. Äste/Zweige mit ausgeprägten Spitzenknospen entwickeln sich monopodial. (Nadelgehölze) Triebe mit schwacher Dominanz verzweigen sich sympodial (z. B. Buche, Linde) oder pseudodichotom. Die Zerstörung bzw. Entfernung der Terminalknospe, z. B. durch Schnittmaßnahmen oder mechanische Beschädigung, kann zum Austrieb bisher unterdrückter Seitenknospen oder schlafender Knospen und in der Folge zu einem neuen Sprosswachstum führen. Die Erneuerungstrieb (Reiterate) können sich auch aus Adventivknospen entwickeln, die sich spontan am Stamm, an Ästen und Zweigen oder an Wurzeln bilden. Schlafende und adventive Knospen treiben in der Regel als Reaktion auf einen Verlust der regulär gebildeten Knospen oder Kronenpartien aus.

Die Knospen erzeugen eine lokale Verdickung des Astes, welche Nodium bzw. Knoten genannt wird. Der Bereich zwischen zwei Knoten ist das Internodium. Nach Abfallen der Blätter verbleiben an dem Zweig die Blattnarben

niczony poprzez dominację wierzchołkową pąka szczytowego. Poza tym mogą powstawać spontanicznie w tkankach parenchymatycznych pąki przybyszowe (adwentywne). Przy dominacji pąka szczytowego powstają pędy monopodialne (jednoosiowe) np. jak u iglastych lub sympodialne (wieloosiowe) np. u buka, lipy; przy braku tej dominacji powstają pędy pseudodichotomiczne. Zniszczenie lub usunięcie pąka szczytowego (np. mechanicznie lub poprzez cięcie gałęzi) może wyzwolić pobliskie, uśpione pąki i rozwój nowego pędu. Nowe pędy zw. reiteratami rozwijają się z pąków przybyszowych, które powstają spontanicznie na pniu, gałęziach lub na korzeniach.

Na drzewie występują pędy rozwijające się z pąków przybyszowych występujących wzduż pnia, gałęzi, pędów lub korzeni. Ich pobudzenie i rozwój następuje z reguły jako reakcja na utratę normalnych pąków i produkowanych przez nie regulatorów wzrostu. Pąki pojawiają się w miejscach zgubień pędów zwanych węzłami. Odcinek pomiędzy dwoma węzłami nazywa się międzywęzłem. Na pędach, po opadnięciu liści, widoczne są liścioślad i ślady po łuskach pączków przybyszowych. Są one pomocne przy liczeniu i pomiarze



Branch Attachment

A = Stem / Living Branch, B = Stem/Dead Branch
 ① Stemwood ② Livewood
 ③ Deadwood ④ Protection Zone
 ⑤ New Stem Wood

Anastomosis

A = Stamm/lebender Ast, B = Stamm/toter Ast
 ① Stammholz ② lebendes Astholz
 ③ totes Astholz ④ Schutzzone
 ⑤ neugebildetes Stammholz

Mocowanie gałęzi

A = pień/żywa gałąź, B = pień/martwa gałąź
 ① drewno pnia ② nasada żywnej gałęzi ③ nasada martwej gałęzi ④ strefa ochronna ⑤ nowe drewno pnia

ween the nodes. Leaf scars and terminal bud scale scars are visible on the twig. These are useful in measuring annual twig elongation or growth. Each branch of the tree is similar in structure and function to the entire tree crown. Yet branches are not simply outgrowths of the trunk. Instead, branches have a unique attachment form, which is critical to the application of arboricultural practices such as pruning. Branches are strongly attached to the wood and bark beneath the branch but weakly attached to the wood and bark above the branch. The annual production of layers of tissue at the junction of the branch to the stem is apparent, forming, most of the time, a shoulder or bulge around the branch base called the branch collar.

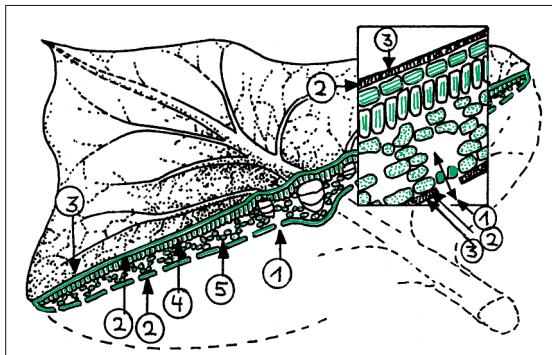
In the crotch, the branch and trunk expand against each other. As a result, bark is pushed up forming the branch bark ridge. If bark in the crotch is surrounded by wood, it is called included bark. Included bark further weakens the crotch since the normal branch to trunk attachment is not formed.

und die Knospenschuppennarben der Terminalknospen, die bei manchen Arten über Jahre hinaus sichtbar bleiben und so die Zählung und Messung des jährlichen Längenwachstums ermöglichen.

Jeder Ast ist in seiner Architektur und Funktion der gesamten Krone ähnlich. Doch Äste sind nicht einfach nur Auswüchse des Stammes. Sie sind Teil der Grundstruktur des Baumes und haben eine eigene Art der Anbindung an den Stamm. Das Verständnis der Anbindung ist für die Baumpflege und besonders für die Schnittmaßnahmen von grundlegender Bedeutung. Die Äste sind fester mit dem Holz und der Rinde auf ihrer Unterseite verbunden als mit dem Holz und der Rinde auf der Oberseite.

Durch die jährliche Überlagerung von Holzschichten zwischen Ast und Stamm kann an der Astbasis eine Verdickung entstehen, die als Astring bezeichnet wird. Bei einer Gabelung drücken Gewebe des Astes und Stammes gegeneinander. So entsteht in der Gabel eine Rindenleiste. Fehlt die nach oben geschobene Rindenleiste oder ist die Rinde eingewachsen, sind die Holzfasern in der Gabel nicht miteinander verbunden. Die Zugfestigkeit der Gabel ist dann geschwächt.

długości rocznych przyrostów pędów. Wszystkie gałęzie są podobne w strukturze i funkcji do korony. Jednak konary nie są jedynie odrostami pnia. Gałęzie są elementami struktury całego drzewa i są w szczególny sposób połączony z pniem. Znajomość tych połączeń ma istotne znaczenie dla praktyki pielęgnowania drzew, a głównie ich cięcia. Połączenie gałęzi z drewnem i korą pnia jest silne z dolnej strony, a słabe z górnej strony. Nakładające się corocznie w miejscu łączenia gałęzi z pniem przyrosty roczne warstw drewna tworzą widoczne zgrubienie otaczające nasadę gałęzi zwane obrączką. W rozwidleniu napierają na siebie tkanki gałęzi i pnia i wytwarza się charakterystyczna krawędź korowa. Gdy nie ma wypychanej do góry listwy korowej lub wrasta ona w rozwidlenie włókna drewna nie mogą się ze sobą zrastać. Wytrzymałość takiego rozwidlenia jest słaba.



I Leaf Construction

- ① Stomata
- ② Cuticle
- ③ Epidermis
- ④ Parenchyma-Palisade-Cells
- ⑤ Parenchyma-Sponge-Cells

I Blattaufbau (Schnitt)

- ① Stomata (Spaltöffnung)
- ② Kutikula
- ③ Epidermis
- ④ Palisaden-Parenchym
- ⑤ Schwamm-Parenchym

I Budowa liścia (przekrój)

- ① stomata (aparaty szparkowe)
- ② kutikula
- ③ epiderma
- ④ miękisz palisadowy
- ⑤ miękisz gąbczasty

Leaves

Leaves are the food producers of the tree. They contain chloroplasts that are filled with a green pigment called chlorophyll, where photosynthesis occurs.

A second role of leaves is transpiration. Transpiration is the loss of water through the foliage in the form of water vapour.

Leaves provide a large surface area for the absorption of sunlight and carbon dioxide needed for photosynthesis. The outer surface of a leaf is covered by a waxy layer called the cuticle. The cuticle functions to minimize dessication (drying out) of the leaf. Stomata, small, variable openings in the leaf surface, control the loss of water vapour and the exchange of gases.

Leaves have a network of conducting tissues that comprise the veins, or vascular bundles. These veins are composed of both phloem and xylem tissue. They transport water and essential elements, and carry food produced in the leaf cells to other parts of the tree.

Blätter

Die Blätter produzieren die kohlenstoffhaltige Nahrung des Baumes. Sie enthalten Chloroplasten mit dem grünen Chlorophyll und anderen Pigmenten. Die Blattfarbstoffe absorbieren das Sonnenlicht und wandeln es in chemische Energie um. Diese Reaktion wird als Photosynthese bezeichnet.

Eine weitere Funktion der Blätter ist die Transpiration, das heißt die Abgabe von Wasser in Form von Wasserdampf. Die Blätter eines Baumes bilden eine große Fläche, welche die maximale Aufnahme von den für die Photosynthese wichtigen Faktoren Licht und Kohlendioxid und die Abgabe von Wasser ermöglicht. Die Blattoberseite ist mit einer wachsartigen Schicht, der Kutikula, bedeckt, welche die Austrocknung des Blattes verhindert. Die Spaltöffnungen (Stomata), kleine, regulierbare Öffnungen in der Blattunterfläche, kontrollieren die Wasserdampfabgabe und den Gasaustausch.

Blätter verfügen über ein Netzwerk von Leitgeweben, den Nerven bzw. Gefäßbündeln. Diese setzen sich aus Phloem- und Xylemgewebe zusammen. Sie transportieren Wasser und die lebensnotwendigen Elemente und befördern die in den Blättern produzierten Nährstoffe. Bäume, die ihr Laubwerk jedes Jahr verlieren, werden als sommergrün bezeichnet.

Liście

Liście produkują węglowodanowy pokarm dla drzewa. Wyposażone są one w chloroplasty zawierające zielony barwnik zwany chlorofilem. W nich zachodzi proces fotosyntezy czyli absorpcji i przemian energii słonecznej. Drugą funkcją liści jest transpiracja wody. Transpiracja jest wydalaniem wody z liści w postaci pary.

Błaszki liściowe zapewniają dużą powierzchnię potrzebną do absorpcji światła słonecznego i dwutlenku węgla, niezbędnych do fotosyntezy oraz transpiracji wody. Zewnętrzna powierzchnia liścia pokryta jest dodatkową, woskową warstwą ochronną zwaną kutikulą. Kutikula zabezpiecza liść przed nadmierną utratą wody. Wyposażona ona jest po dolnej stronie liścia w aparaty szparkowe zw. stomata (tj. małe otwórki do aktywnego kontrolowania transpiracji i wymiany gazowej).

W liściu jest cały system tkanek przewodzących w postaci nerwów lub wiązek. Wiązki przewodzące zbudowane są z ksylemu i floemu. Doprowadzają one wodę z rozpuszczonymi składnikami pokarmowymi oraz odprowadzają asymilaty z liści do innych części drzewa.

Większość drzew zrzuca liście na zimę, są to drzewa o liściach sezonowych. Drzewa utrzymujące liście przez kilka

Trees that shed their leaves every year are called deciduous. Trees that retain their leaves for more than one year are called coniferous or evergreen. Leaf drop is caused by cell changes and growth regulators that combine to form an abscission zone at the base of the leaf stalk or petiole.

The abscission zone has two functions:

- to enable leaf drop in the autumn
- to protect the region of the stem from which the leaf has fallen against dessication, insect or disease damage.

Autumn foliage colour in deciduous trees results from the breakdown of chlorophyll to reveal other pigments contained in the leaf. Shorter days combined with cold nights enhance the accumulation of sugars and trigger a decrease in chlorophyll production. This allows other pigments including anthocyanins (reds and purples) and carotenoids (yellows, oranges and reds) to be unmasked.

net, solche hingegen, die es über mehrere Jahre behalten, als immergrün. Darüber hinaus gibt es wintergrüne Gehölze welche ihre vorjährigen Blätter erst im nächsten Frühjahr verlieren. Das Abwerfen des Laubes erfolgt nach Veränderung der Zellstruktur und durch Wachstums-Regulatoren. An der Basis des Blattstiels wird eine Trennzone gebildet.

Sie erfüllt zwei Funktionen:

- den Laubfall im Herbst
- den Schutz gegen Austrocknung, Eindringen von Insekten und Krankheiten in dem Bereich, wo sich das Blatt abgelöst hat.

Die Verfärbung der Blätter im Herbst ergibt sich einerseits aus der Zersetzung des Chlorophylls, dadurch werden die anderen im Blatt vorhandenen Pigmente sichtbar und andererseits durch die vor dem Laubfall gebildeten roten Schutzpigmente (Anthocyane), welche die abbauenden Enzyme im Blatt vor der Sonne schützen. Die sich verkürzenden Tage sowie sinkende Nachttemperaturen führen zu einer verstärkten Speicherung der Assimilate.

lat nazywamy drzewami zawsze zielonymi. Poza tym są zimozielone rośliny drzewiaste, które liście tracą wiosną następnego roku. Opadanie liści jest wynikiem zmian strukturalnych komórek oraz działania substancji zw. regulatorami wzrostu, co doprowadza do powstania strefy odrzucania u podstawy ogonka liściowego.

Wytwarzanie strefy odrzucania spełnia dwie funkcje:

- umożliwia opadanie liści podczas jesieni
- zabezpiecza pęd przed przesuszeniem, infekcjami, atakami owadów w miejscach po opadłych liściach.

Jesienne przebarwianie liści następuje z jednej strony w wyniku rozpadu chlorofilu i jego przemian w inne barwniki. Z tego powodu inne zawarte w liściach pigmente stają się widoczne. Dodatkowo przed opadaniem liści wytwarzane są czerwone pigmente ochronne (antocyjan), które chronią enzymy w liściach przed słońcem. Krótkie dni i zimne noce przyspieszają gromadzenie węglowodanów i powodują spadek produkcji chlorofilu.

Roots

The roots of trees serve four primary functions:

- anchorage
- storage of energy
- absorption
- conduction

Absorbing roots are the small, fibrous, primary tissues that grow at the ends of the main, woody roots. The absorbing roots have epidermal cells that are modified into root hairs, which aid in the uptake of water and minerals.

The root hairs only have a short life (3–4 weeks in spring) and duplicate considerably the possibilities of absorption when vegetation starts in spring. As with shoot tips, root tips contain a meristematic zone, where the cells

Wurzeln

Die Wurzeln der Bäume erfüllen vier Hauptaufgaben:

- Verankerung
- Speicherung von Energie
- Aufnahme vom Wasser mit Nährsalzen
- Transport

Die Saugwurzeln sind kleine faserige Gewebe, die sich an den Enden der verholzten Hauptwurzeln bilden. Die Epidermiszellen an den Wurzel spitzen bilden kurzlebige Wurzelhaare aus, welche die Wasser und Nährsalze aufnehmen. Die Wurzelhaare haben nur eine sehr geringe Lebensdauer (im Frühjahr 3–4 Wochen).

Genau wie die Sprossspitze hat auch die Wurzelspitze einen meristemati-

Korzenie

Korzenie drzewa pełnią cztery podstawowe funkcje:

- zakotwienia
- magazynującą energetyczne materiały zapasowe
- pobierającą wodę z solami mineralnymi
- przewodzącą wodę z solami mineralnymi.

Woda pobierana jest przez korzenie ssące zbudowane z włóknistych tkanek pierwotnych. Są one rozmieszczone na końcach dużych, zdrewniałych korzeni. Z epidermalnych komórek wyksztalca ne są włośniki. Włośniki żyją bardzo krótko (3–4 tygodnie na wiosnę) ale są ustawicznie odnawiane. Dzięki nim zwiększa się wydajność pobierania wo-