Inhalt

Vorwort 5

1 Der „gesunde“ Baum 13

1.1 Aufbau und Funktion des Baumes 14
1.1.1 Das Wurzelsystem, Aufbau und Funktion 14
1.1.2 Der Stamm, Aufbau und Funktion 17
1.1.3 Die Krone, Aufbau und Funktion 22
1.2 Das Leben des Baumes 25
1.2.1 Wachstum und Entwicklung 25
1.2.2 Photosynthese und Atmung 30
1.2.3 Wasser- und Assimilatentransport 31
1.3 Biologische Eigenschaften des Baumes 32
1.3.1 Anfälligkeit für abiotische Schadfaktoren 32
1.3.2 Anfälligkeit für biotische Schadfaktoren 34
1.3.3 Das Schutzmechanismus-Programm des „gesunden“ Baumes 36
1.3.4 Das erreichbare Baumalter 39
1.3.5 Beispielhafte Baumhöhen und Stammumfänge 39

2 Der „kranke“ Baum 41

2.1 Das Abwehrprogramm des kranken Baumes 41
2.2 Das Regenerationsvermögen des Baumes 45
2.3 Symptome und Syndrome der Erkrankungen 54
2.4 Abiotische Ursachen der Erkrankungen 62
2.4.1 Wetterbedingte Schadfaktoren 62
2.4.2 Bodenbedingte Schadfaktoren 65
2.4.3 Biotische Schadfaktoren 70

3 Diagnostik 97

3.1 Notwendigkeit 97
3.2 Baumerfassung (Grunddaten) 97
3.2.1 Baumbestandsplan 97
3.2.2 Nummerierung 98
3.2.3 Baumart 99
3.2.4 Maßangaben der Bäume 99
3.2.5 Baumalter 101
3.2.6 Beachtung des Artenschutzgesetzes 103
3.2.7 Foto des Baumes 104
3.3 Bauminventur und -kataster 105
3.4 Baum-Besichtigung/Begutachtung 105

3.4.1 Vitalitätsbeurteilung 105
3.4.2 Baumkontrolle 107
3.4.2.1 Die Regelkontrolle 108
3.4.2.2 Die Eingehende Baumkontrolle 124
3.4.3 Baumgutachten (umfassende, komplexe Baumdiagnose) 130
3.4.4 Baumwertermittlung 131

4 Maßnahmen der Baumpflege 133

4.1 Verbesserung der Lebensbedingungen für Bäume 133
4.1.1 Notwendigkeit 133
4.1.2 Bodenbelüftung und Bodenstruktur-Verbesserung 133
4.1.2.1 Notwendigkeit 133
4.1.2.2 Notwendigkeit bei Altbäumen 134
4.1.2.3 Technik, allgemein 134
4.1.2.4 Bei Altbäumen 134
4.2 Düngung 138
4.2.1 Notwendigkeit 138
4.2.2 Düngestoffe 138
4.2.3 Düngermenge 139
4.2.4 Technik 140
4.2.4.1 Allgemein 140
4.2.4.2 Oberflächiges Ausbringen 142
4.2.4.3 Einbringen des Düngers in den Boden 142
4.2.4.4 Düngen über Stamminjektionen 142
4.2.4.5 Düngen mit der Bewässerung 143
4.2.4.6 Blattdüngung 143
4.3 Maßnahmen zur Verbesserung und zum Schutz des offenen Traufbereiches (Baumscheibe) 143
4.3.1 Notwendigkeit 143
4.3.2 Technik 144
4.4 Be- und Entwässerung 146
4.4.1 Notwendigkeit 146
4.4.2 Technik 147
4.5 Bodenauf- und -abtrag 149
4.5.1 Notwendigkeit 149
4.5.2 Technik 150
4.6 Durchlichtung 152
4.6.1 Notwendigkeit 152
4.6.2 Technik 153
4.7 Vorbeugung und Bekämpfung von Schädlingen und Krankheitserregern 153
4.7.1 Notwendigkeit 153
4.7.2 Technik 153

5 Baumpflanzung (Jungbaum) 157

5.1 Notwendigkeit 157
5.2 Baumpflanzung in der Stadt 157
5.3 Die Baumpflanzungen (Jungbäume) 158
5.3.1 Baumgrubenherstellung, Größe 158
5.3.2 Baumgrubenherstellung, Substrat 159
5.3.3 Baumgrubenherstellung, Fertigteile zur Grubensicherung und -abdeckung 160
5.3.4 Auswahl der Bäume 160
5.3.4.1 Auswahl der Baumart 160
5.3.4.2 Auswahl der Größe und Form der Bäume 161
5.3.4.3 Art der Bewurzelung 161
5.3.4.4 Pflanzgröße 163
5.3.4.5 Transport 164
5.3.4.6 Abnahme. Überprüfung der Qualität der Pflanze 165
5.3.5 Die Pflanzung 166
5.3.5.1 Die Pflanzzeit 166
5.3.5.2 Das Pflanzloch und die Pflanzhöhe 166
5.3.5.3 Die Bewässerung 168
5.3.5.3 Die Entwässerung 169
5.3.5.4 Die statische Baumsicherung 169

6 Baumschutz auf Baustellen 171

6.1 Notwendigkeit 171
6.2 Technik 173

7 Wurzelbehandlung 175

7.1 Notwendigkeit 175
7.2 Ausführung 175
7.2.1 Behandlung von Rinden- und Holzschäden im Wurzelbereich 176
7.2.2 Maßnahmen zur Vermeidung von größeren Wurzelschäden 177
7.2.2.1 Wurzel-Suchgraben 177
7.2.2.2 Wurzelrückschnitt 178
7.2.2.3 Maßnahmen zum Schutz frei liegender Wurzeln 178
7.2.2.4 Wurzelvorhang 179
7.2.2.5 Wurzelsperre 180

8 Kronenschnitt 181

8.1 Notwendigkeit 181
8.2 Technik 182
8.2.1 Schnittführung 182
8.2.2 Schnittqualität 184
8.2.3 Behandlung der Schnittflächen 184
8.3 Ausführung 185
8.3.1 Erziehungs- und Aufbauschnitt 185
8.3.2 Totholzentfernung 186
8.3.3 Kronenpflege 186
8.3.4 Kronenauslichtung 186
8.3.5 Kroneneinkürzung 187
8.3.6 Einkürzen von Kronenteilen 188
8.3.7 Herstellung des Lichtraumprofiles 188
8.3.8 Kronenregenerationsschnitt 189
8.3.9 Kronenrückzugsschnitt/Retrenchment Pruning 189
8.3.10 Kronensicherungsschnitt 189
8.3.11 Sonderformen des Kronenschnittes 190
8.3.11.1 Entfernung von Wurzel-, Stock- und Stammaustrieben 190
8.3.11.2 Formschnitt 190
8.3.11.3 Obstbaumschnitt 190
8.3.11.4 Stark eingreifende Schnittmaßnahmen 191
8.3.11.5 Kopfbaumschnitt 191
8.3.11.6 Nachbehandlung von Bäumen mit Ständerbildung 192
8.3.11.7 Veteranisierende Schnitte 192
8.4 Schnittzeiten 193
8.4.1 Jahreszeiten 193
8.4.2 Zeitabstände 193

9 Behandlung von Wunden, Rinden- und Holzschäden 195

9.1 Notwendigkeit 195
9.2 Wunden 195
9.2.1 Behandlung frischer Wunden 195
9.2.2 Behandlung älterer Wunden 197
9.2.3 Überbrückung von Wundflächen 197
9.3 Behandlung von Splintfäule 198
9.4 Behandlung von Kernfäule 198
9.5 Behandlung von Rissen 199
9.6 Nachbehandlung ehemaliger baumchirurgischer Arbeiten 199
9.7 Verschließen von Hohlstellen 199
9.8 Verfüllen von Hohlstellen unter Bodenniveau 200

10 Maßnahmen zur Erhöhung der Kipp- und Bruchsicherheit 201

10.1 Notwendigkeit 201
10.2 Maßnahmen zur Erhöhung der Kippsicherheit 202
10.2.1 Bei Jungbäumen 202
10.2.2 Bei verpflanzten Großbäumen 204
10.2.3 Bei Altbäumen 205
10.3 Maßnahmen zur Erhöhung der Bruchsicherheit 208

10.3.1 Einbau von Gewindestangen 208
10.3.2 Kronensicherung 211
10.3.2.1 Notwendigkeit 211
10.3.2.2 Übersicht der Vor- und Nachteile beider Kronensicherungsmaßnahmen 211
10.3.2.3 Einbau von Kronensicherungen 213
10.3.2.4 Einkomponentensystem 215
10.3.2.5 Mehrkomponentensystem 216
10.3.2.6 Kronenverankerung 216
10.3.3 Kontrolle der Kronensicherungen 218
10.3.4 Ersetzen alter Kronensicherungen 218

11 Baumfällung 219

11.1 Notwendigkeit 219
11.2 Fälltechnik 219
11.2.1 Der Fallkerb 220
11.2.2 Der Fällschnitt 220
11.2.3 Die Bruchleiste 221
11.2.4 Absetztechnik (Rigging) 221
11.2.5 Fällung mit maschineller Hilfe 222
11.2.6 Mobilkranunterstützte Baumfällung 222
11.2.7 Fälltechnik zur Vermeidung von Hirnrissen 223
11.3 Entfernung von Stubben 223
11.3.1 Notwendigkeit 223
11.3.2 Roden oder Ziehen 224
11.3.3 Maschinelles Stubbenfräsen 224
11.3.4 Biologische oder chemische Beseitigung 224

12 Sondermaßnahmen 225

12.1 Schädlings- und Krankheitsbekämpfung an Bäumen 225
12.2 Aufrichten von schrägstehenden Altbäumen 226
12.3 Aufrichten von kürzlich an- bzw. umgekippten Bäumen 228
12.4 Blitzschutzanlagen 228
12.5 Großbaumverpflanzung 228

13 Der Baumpfleger, die Baumpflegerin 233

13.1 Notwendigkeit 233
13.2 Kurse im Bereich Arbeitssicherheit 233
13.2.1 Erste Hilfe Kurse 233
13.2.2 Motorsägenschein „AS-Baum I + II“ 234
13.2.3 Seilklettertechnik „SKT-A und SKT-B“ 234
13.2.4 Hubarbeitsbühne 234
13.3 Fort-, Weiterbildung und Studium 235
13.3.1 FLL-Zertifizierten Baumkontrolleur, seit 2007 235
13.3.2 European Tree Worker (ETW), seit 1999 235
13.3.3 Geprüfter Fachagrarwirt/Geprüfte Fachagrarwirtin – Baumpflege und Baumsanierung (FAW), seit 1995 236
13.3.4 European Tree Technican (ETT), seit 2006 240
13.3.5 Certified Veteran Tree Specialist, seit 2020 240
13.3.6 Arboristik (Studium in Göttingen), seit 2003 241
13.3.7 Der öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige 241
13.3.8 Fort- und Weiterbildungsstätten 242
13.3.9 Organisationen in Deutschland 242

14 Steige-, Hebe-, Klettertechnik 245

14.1 Notwendigkeit 245
14.2 Gefährdungsermittlung/ Baumsicherheitsbeurteilung 245
14.3 Baustellensicherung 246
14.4 Leitern und Gerüste 246

14.5 Hubarbeitsbühnen 247
14.6 Seil- und Klettertechnik (SKT) 248
14.6.1 Seiltechnik als arbeitstechnisches Hilfsmittel 248
14.6.2 Seil-Klettertechnik (SKT) 252
14.7 Mobilkranunterstützte Baumpflege 258
14.8 Rettung 259

15 Arbeitsmittel und Werkzeuge 261

15.1 Notwendigkeit 261
15.2 Persönliche Ausrüstung (PSA) 261
15.3 Werkzeuge 263
15.4 Motorwerkzeuge 263
15.5 Materialien 264
15.6 Geräte zur Baumdiagnose 264

16 Baumbestandspflege 267

16.1 Notwendigkeit 267
16.2 Baumsanierungsmöglich- und -würdigkeit 268
16.3 Ausschreibung für baumpflegerische Maßnahmen 270
16.4 Kalkulation in der Baumpflege 270

17 Aufbau und Organisation der „BAUMPFLEGE“ in Deutschland. Gesetze und Vorschriften 275

17.1 Notwendigkeit 275
17.2 Aufbau und Organisation 275
17.3 Gesetze und Vorschriften 276

18 Stichwortverzeichnis 279

19 Literaturnachweise 287

Tabellenverzeichnis

Tabelle I Baumhöhen und Baumumfänge 39
Tabelle II Das erreichbare Alter und der Beginn der Fruktifikation 40
Tabelle III Befallsbereich der Baumpilze 78
Tabelle IV Tabelle der wichtigsten Baumpilze 80
Tabelle V Bakteriosen und Mykosen der Bäume 91
Tabelle VI Tabelle zur visuellen Erkennung und Deutung verschiedener Symptome 110
Tabelle VII Zwölf bedeutende holzabbauende Pilzfruchtkörper 121
Tabelle VIII Vergleichende Bewertung der ausgewählten Verfahren und Methoden zur „Eingehenden Baumkontrolle” 129
Tabelle IX Tabelle der Düngeformen 139
Tabelle X Tabelle der verschiedenen Kronensicherungsmöglichkeiten als Überblick und im Vergleich 212
Tabelle XI Baumpflege-Programm 269

1

Der „gesunde“ Baum

Der Baum als Ergebnis der Evolution, des Konkurrenzkampfes sowie der Anpassung an die Landbedingungen zeichnet sich nicht nur durch die verholzten Gewebe (ähnlich wie der Strauch), sondern vor allem durch den Stamm aus. Der verholzte Stamm ermöglicht dem Baum die Eroberung beinahe aller erdbedeckten Landschaften durch die höhenmäßige Überdeckung aller anderen Pflanzen.

Der Baum stellt, wie jeder Organismus, ein offenes kybernetisches System dar, das durch seine komplizierte Verzahnung in einer Wechselbeziehung zur Umwelt steht. Die wichtigsten Schutz- und Sozialwirkungen des Baumes sind in dieser Wechselbeziehung enthalten.

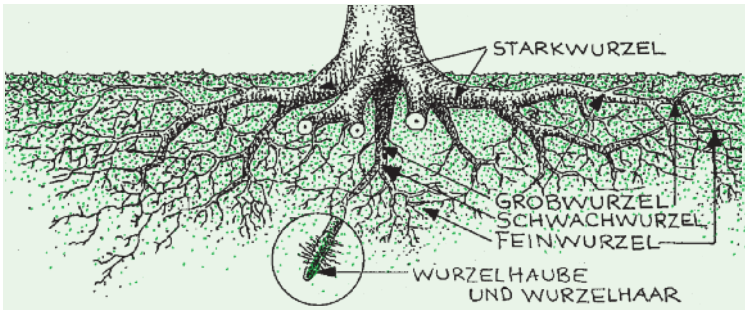
Der Aufbau des Baumes als eines Waldbestandteils ist den Standortverhältnissen angepasst. Abgesehen von außergewöhnlichen Ereignissen (Blitzschlag, Feuer, Hochwasser usw.), wird der „gesunde“ Baum dank des ausgewogenen ökologischen Gleichgewichtes kaum einer Lebensgefahr ausgesetzt und kann unter diesen Verhältnissen ein beachtliches Ausmaß und Alter erreichen. Die Natursysteme sind nie perfekt, die Mehrzahl der Bäume im Wald geht während ihrer Entwicklung im Konkurrenzkampf zugrunde.

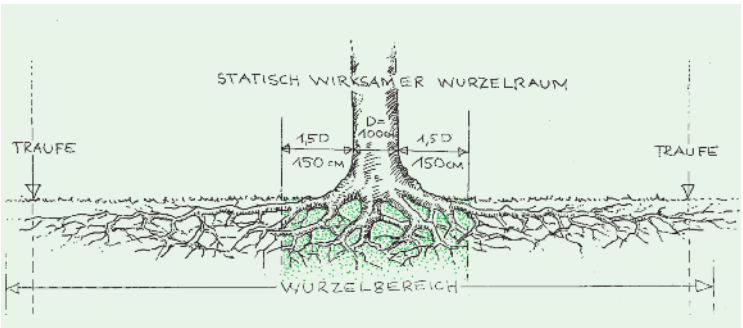
Im Laufe der Zivilisation, vor allem während der industriellen Entwicklung, nimmt der negative, direkte oder indirekte Einfluss des Menschen auf den Baum stark zu. Praktisch ist jeder Baum, besonders außerhalb des Waldes, pflegebedürftig. Das notwendige Pflegemaß ist umso größer, je naturfremder der Baumstandort ist. Unter den „antiarboralen“ Bedingungen in den Stadt- bzw. Industriezentren ist der Pflegebedarf am größten.

1.1 Aufbau und Funktion des Baumes

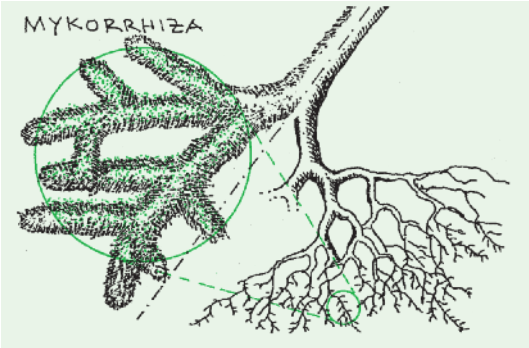
1.1.1 Das Wurzelsystem, Aufbau und Funktion

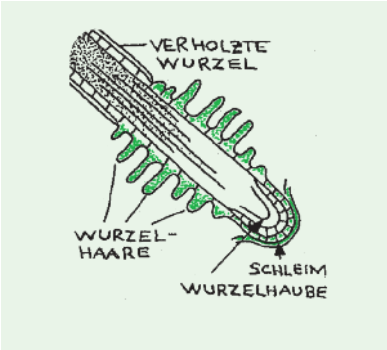
Wenn es auch selten wahrgenommen wird, der unterirdische Teil des Baumes nimmt einen beachtlichen Anteil von ca. 20 % der gesamten Baummasse ein (zum Beispiel bei Kiefer 10–25 %, Eiche 14–20 %, Buche 5–15 %, Fichte 15–25 %, Tanne 14–22 %). Bei schlechteren Standorten liegt der Wurzelanteil höher. Bei der Wurzelbildung gilt es den Boden intensiv zu erschließen, um den notwendigen Wasser-Mineralsalz-Bedarf zu decken und die Standfestigkeit zu sichern. Die Wurzeln haben, je nach Entfernung vom Stamm und somit auch ihrer Stärke (Durchmesser), unterschiedliche statische und physiologische Funktionen. Die Wurzalanläufe und die stammnahen Wurzeln, innerhalb der Wurzelplatte (der Schubwurzelballen, der beim Windwurf ausgehoben wird) leisten eine Schubarbeit. Sie sind im Querschnitt brettartig verformt. Die Starkwurzeln sind knickfest und vorrangig für die Kippsicherheit verantwortlich. Der Radius der mechanisch wirksamen Wurzelplatte oder des „statisch wirksamen Wurzelraums“ ist je nach Wurzelausbildung und Bodenverhältnissen unterschiedlich weit. Eine Faustregel sagt: Der „statisch wirksamer Wurzelraum“ beträgt ungefähr dem 1,5-fachen Stammdurchmesser nach jeder Seite. (Wessolly/Erb 2014).
An seiner Außengrenze werden die Schubwurzeln beim Versagen geschert. Die weiter reichenden, dünneren, kreisrunden Seiten- und Feinwurzeln leisten Zugarbeit und erhöhen die Scherfestigkeit. Sie wachsen in Stärke und Länge und verformen sich innerhalb des statisch wirksamen Wurzelrau-





mes. Der von ihnen durchwurzelte Raum ist ebenfalls unterschiedlich groß. Erst außerhalb dieses Bereiches entwickeln sich die physiologisch aktiven Feinwurzeln.
Sie werden durch die Symbiose mit vielen Pilzen in der Aufnahme des Wassers wesentlich unterstützt. So sind die Feinwurzeln an den Spitzen verpilzt und durch einen verdickenden Mantel bedeckt (Ektomykorrhiza). Die Myzelfäden steigern die Funktionen der Wurzelhaare oder ersetzten sie. Die Myzelfäden anderer Mykorrhiza-Arten entwickeln sich innerhalb der Wurzelrindenzellen (Endomykorrhiza).
Der Stamm geht in den Wurzelhals (Stammfuß) über und verzweigt sich in Höhe des Bodenniveaus in die Wurzeln des ersten Ranges – Starkwurzeln über Ø 5 cm – und in die des zweiten Ranges – Grobwurzeln mit einem Durchmesser von Ø 2–5 cm. Weiterhin wird unterschieden in die Schwachwurzeln Ø 0,5–2 cm, und Feinwurzeln, Ø 0,1–0,5 cm.
Die Feinwurzeln des letzten Ranges sind mit den physiologisch wichtigsten Faserwurzeln und einjährigen und einzelligen Wurzelhaaren versehen.
Der anatomische Aufbau der Wurzeln ist im Allgemeinen ein ähnlicher wie der des Stammes und der Äste. Es fehlt die mächtige Schicht der Borke und die Nodien. Die äußere Schicht bildet die Rhizodermis. Die Wurzeln der zweikeimblättrigen Pflanzen und Koniferen besitzen kein Mark. Im Holz der Wurzel gibt es mehr Parenchym, die Zellen sind größer und ihre Wände weniger verholzt als im Holz des Stammes.
Die Jahrringe sind nicht so deutlich erkennbar, weil sich Früh- und Spätholz kaum voneinander unterscheiden. Das Wurzelholz ist leichter als das Holz der oberirdischen Teile. Eine weitere wichtige Funktion der Wurzel ist es, die Reservestoffe für den nächsten Austrieb zu speichern.





Das Wurzelwerk atmet sehr intensiv, womit eine hohe Anforderung an die Bodenbelüftung gestellt wird. Im Allgemeinen reicht das Wurzelwerk (der Wurzelbereich) über die Kronentraufe hinaus (im Normalfall 1–2 m, im Einzelfall über 20 m) und durchschnittlich 80–120 cm tief.

10

Maßnahmen zur Erhöhung der Kipp- und Bruchsicherheit

10.1 Notwendigkeit

Bei Jungbäumen und verpflanzten Großbäumen ist nach dem Pflanzen die Kippsicherheit vorübergehend mit den unten genannten Maßnahmen herzustellen.
Bei Altbäumen zielen die meisten Maßnahmen auf eine Erhöhung der Bruch- und Kippsicherheit hin. Die Kippsicherheit bezieht sich hauptsächlich auf den Wurzelbereich und die Bruchsicherheit auf den Stamm, die Stämmlinge und den Stark- und Grobastbereich der Krone. Die Maßnahmen an den Altbäumen sind in der Regel auf Dauer zu treffen und beeinflussen die Umgebung und Verkehrssicherheit lebenslang.
Im Kapitel „Der gesunde Baum" und im nachfolgenden „Der kranke Baum" beschrieben wir den ebenso raffinierten wie komplizierten statischen Aufbau des Baumes und die verschiedenen Symptome als Hinweise für Fehlentwicklungen bzw. statische Schwächungen des Baumes.
Liegen keinerlei solche Symptome vor, sollten in der Regel auch keine Maßnahmen zur Verbesserung der Baumstatik notwendig sein.
Verunsichert durch hohe Haftungsansprüche gegenüber dem Baumeigentümer, möchte dieser verständlicherweise den absolut sicheren Baum. Diese übertriebene und nicht zu erreichende Sicherheit wäre nur durch völlig unsinnige Maßnahmen zu erreichen. **Einen 100-prozentig sicheren Baum gibt es nicht!**
Mit verschiedenen richterlichen Urteilen aus den letzten Jahren wird diese Aussage unterstützt. Keinesfalls befreit dies den Baumeigentümer von der Verkehrssicherungspflicht. Werden bei der regelmäßig stattfindenden Baumkontrolle Symptome erkannt, die eine baumstatische Schwächung vermuten lassen, sind geeignete statische Hilfen einzuplanen und durchzuführen.
Generell haben wir zwei verschiedene Wege, um die baumstatische Situation zu verbessern:

1. Durch Schnittmaßnahmen, Auslichten und/oder Einkürzen der Krone, um die Windlast zu reduzieren.
2. Durch den Ein- oder Anbau von technischen Hilfsmitteln.

Die möglichen Schnittmaßnahmen wurden unter Kapitel 8 beschrieben. Nachfolgend wird der Ein- oder Anbau von technischen Hilfsmitteln beschrie-

ben. Jeder Eingriff aus baumstatischen Gründen, egal ob durch Schnitt- oder technische Maßnahmen, verändert grundsätzlich die vorhandene Situation des Baumes. Die Auswirkungen sind nicht nur positiv zu bewerten. Die baumstatisch neue Situation muss ebenso bewertet werden, wie die dem Baum eventuell dabei zugefügten Verletzungen.
Das Motto „viel hilft viel" ist auch hier falsch.
Richtig ist dagegen der Leitsatz:
Die Verletzungen des Baumes sind möglichst gering zu halten und es sind nur so viel technische Hilfsmittel einzubauen, wie unbedingt erforderlich.
Jedes eingebaute, statische Mittel wirkt sich direkt an seinem Platz und indirekt auf den ganzen Baum aus.

- Direkt: es können Gewebeverletzungen durch Schneiden, Bohren, Scheuern und Einschnüren entstehen.
- Indirekt: wird der Baum oder werden seine Kronenteile in der Bewegung und somit der dämpfenden Wirkung eingeschränkt und die einwirkenden Kräfte werden an anderen Stellen wirksam. Dadurch werden andere Holzmengen und -strukturen als Reaktionsholz aufgebaut.

10.2 Maßnahmen zur Erhöhung der Kippsicherheit

10.2.1 Bei Jungbäumen

› Baumverankerungen

Frisch gepflanzte Bäume, mit oder ohne Ballen, sind nach der Pflanzung kippgefährdet, da sich der Boden gelockert und noch nicht wieder verfestigt hat und die Wurzeln eingekürzt wurden.
Die Baumverankerungen sollen:

- den Baum aufrecht halten,
- das Wurzelsystem ruhigstellen, sodass die Neubildung von Wurzeln nicht gestört wird,
- die Hochstämme gegen Bruch sichern,
- den Baum vor mechanischen Schäden schützen.

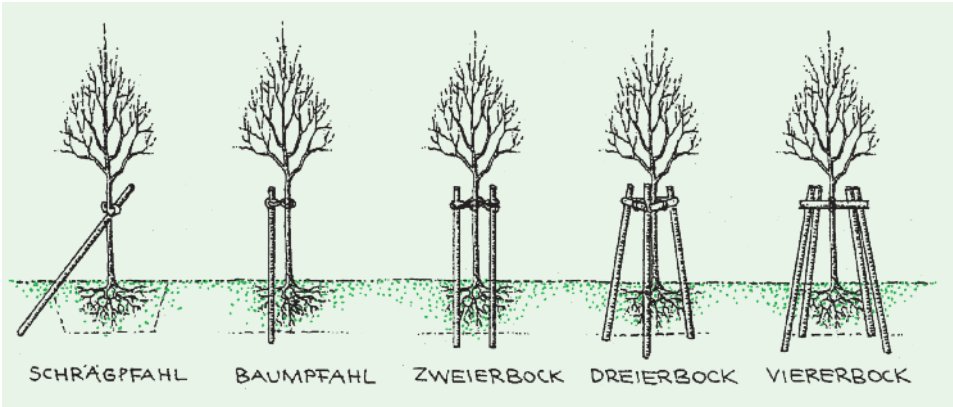
Die Baumverankerungen dürfen nicht:

- direkt oder mit der Bindung am Baum scheuern,
- den Baum nicht in seinem Dickenzuwachs behindern (einschnüren),
- die Wurzeln verletzen, zum Beispiel beim nachträglichen Einbau.

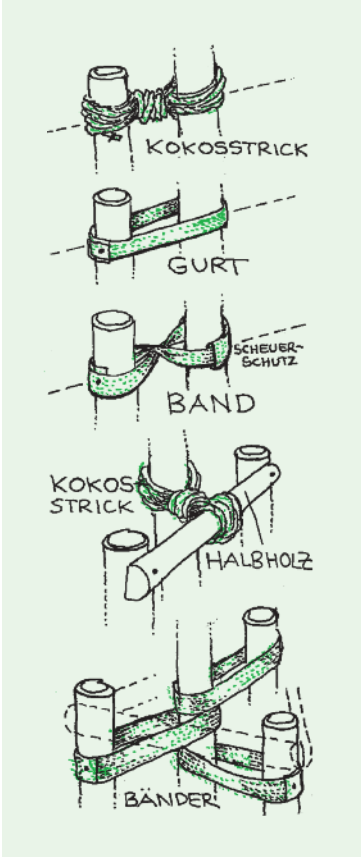
Praktisch bewährt haben sich folgende Stützformen:

- der einfache Schrägpfahl,
- der zweifache Schrägpfahl,
- der einfache Baumpfahl,
- der doppelte Baumpfahl,
- der doppelte Baumpfahl, am Kopf verlattet,
- der Dreibock in konischer Form, am Kopf verlattet,
- der Vierbock in konischer Form, am Kopf verlattet.

Als Bindematerial bei den oberirdischen Sicherungen bieten sich verschiedenste Materialien an, zum Beispiel Kokosstrick und -bänder, Textil- und Plastikbänder.
Ziel der Bindung ist es:
Sie muss den Baum sicher halten, möglichst elastisch sein und darf den Stamm nicht einschnüren.
Sie muss wetterfest sein, darf sich nicht allein lösen und muss gut hantierbar sein, auch bei unterschiedlichen Stammumfängen.
Ein weiterer Vorteil wäre die Möglichkeit einer leichten Lockerung bzw. Erweiterung der Bindung in Jahresabständen.
Um spätere Einschnürungen zu vermeiden, sind jährliche Kontrollen der Bindungen notwendig. In der Regel sollten die Stützen und Bindung nur solange erhalten werden, bis der Baum fest verwurzelt ist. Sehr oft ist es der vergessene Baumpfahl, der erhebliche Schäden verursacht.
Mindestens zwei Jahre und höchstens drei Jahre sollten als Richtzeit gelten. Die FLL Empfehlung

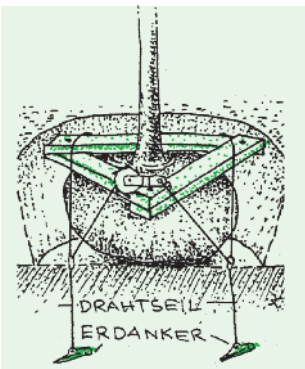


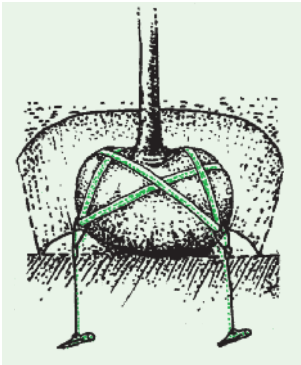
begrenzt die Zeit der Baumverankerungen auf zwei bis drei Jahre.
Zu lange verankerte Bäume erhalten keine notwendigen, mechanischen Reize durch den Wind mehr. Sie entwickeln infolgedessen keinen abholzigen Stamm aus, werden zu schwach und weisen in extremen Fällen einen umgekehrt kegelartigen Stammaufbau auf. Zusätzlich wird die Wurzelentwicklung negativ beeinflusst.
Mehr zum Thema der Baumverankerungen wird in der DIN 18916 beschrieben.

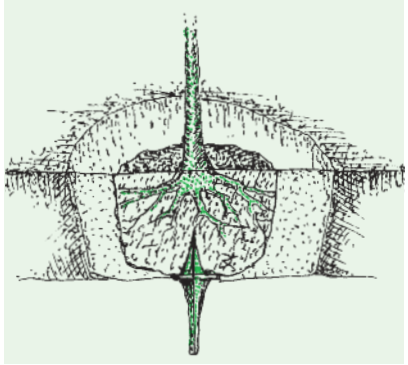


› Ballensicherung

Neben der oberirdischen Sicherung der Bäume gibt es auch die unterirdische, die Ballensicherung.
Sie wird vorzugsweise bei Bäumen angewendet, die als Ballenware gepflanzt wurden. Diese Sicherung hat folgende Vorteile:
Der Stamm behält seine Bewegungsfreiheit, oberirdisch sind keine störenden Elemente notwendig und sichtbar, es besteht keine Gefahr von Stammverletzungen.







Achtung: Es ist darauf zu achten, dass bei der Verwendung von Ballensicherungen der Baum nicht zu tief gepflanzt wird. Dies passiert leicht, weil man die Sicherungselemente nicht oberirdisch sehen möchte.
Neu entwickelt wurde die „Pfahlwurzel aus Metall", mit der man Ballenware nach unten hin in der Baumgrube sichern kann, siehe Zeichnung oben rechts.

10.2.2 Bei verpflanzten Großbäumen

Generell gilt hier das gleiche wie unter 10.2.1 beschrieben, jedoch werden bei diesen, sehr viel größeren Bäumen, zusätzlich andere Techniken verwendet.
Dies sind:

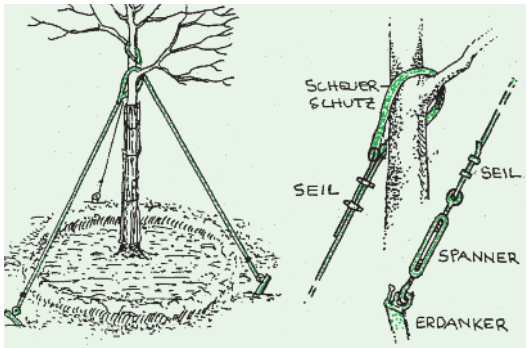
1. Sicherung durch Seile an Erdankern.
2. Sicherung durch Ballensicherung.

› Zu 1

Vom Kronenansatz aus (Astgabeln) gehen Seile an drei bis vier Erdanker. Die Seile aus Draht, Drahtgeflecht oder textilen Geweben laufen in der Gabel durch eine schlauchartige Ummantelung als Scheuerschutz und werden am Erdanker befestigt. Ein dazwischen montierter Seilspanner erlaubt das Nachspannen des Seiles. Teilweise werden auch federnde Elemente dazwischen montiert. Der Erdanker besteht aus einem Holzpfahl, einem Eisenträger oder spezielle Erdbohranker mit einer Haltekraft bis zu 110 kN.

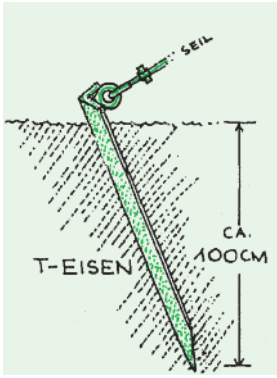
› Zu 2

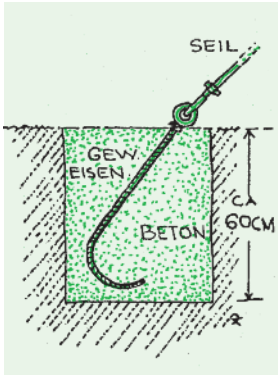
Dicht außerhalb des Ballens werden drei Pfähle in den Boden getrieben, an deren Kopfenden Querhölzer so befestigt werden, dass sie den Ballen regelrecht festklemmen. Diese Sicherung setzt feste Ballen in festen, bindigen Böden voraus.
Alternativ werden neben dem Ballen spezielle Erdanker in den gewachsenen Boden eingelassen, an denen Stahlseile und Spanner montiert werden, die über den Ballen, zum Teil auch über ein dort liegendes Lattendreieck geführt werden.
Besonders geeignet ist diese Methode dort, wo wenig Platz seitlich des Baumes vorhanden ist und/oder eine oberirdische Befestigung optisch unerwünscht ist.
Einige weitere Baumsicherungen, wie zum Beispiel durch Schrägpfähle, die an den Stamm oder in den Kronenansatz reichen, werden in der ZTV-Großbaumverpflanzung beschrieben.

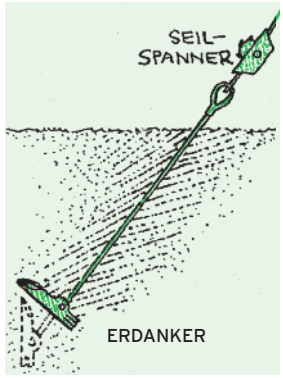


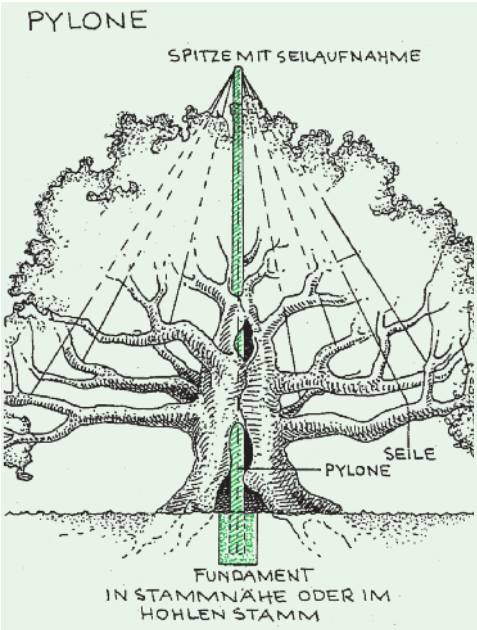
10.2.3 Bei Altbäumen

Um kippgefährdete Altbäume zu sichern, werden prinzipiell die gleichen Techniken wie zuvor beschrieben angewandt, allerdings sind die Dimensionen entsprechend größer.
Die Wahl der technischen Mittel muss individuell auf den Einzelbaum und seine Standortprobleme abgestimmt werden. Kippgefährdung kann verschiedene Ursachen haben, wie zum Beispiel Wurzelverlust, Freistellung, neu verursachte Schräglage, Bodenabtrag oder Bodenvernässung, siehe dazu auch unter „Diagnose".
Die Wahl der Mittel wird auch davon abhängen, in welche Richtung Kippgefahr besteht. Beim Kippen sind vorwiegend die konstruktiven Wurzeln im statisch wirksamen Wurzelraum beansprucht und verformt. Die Starkwurzeln sind knickfest und vorrangig für die Kippsicherheit verantwortlich. Die Grob- und Schwachwurzeln werden erst später an der Wind zugangewandten Seite gerade gezogen. Sie sind zugfest. Daraus ergibt sich, dass bei Wurzelverlusten der Baum immer eher in Gefahr ist, von der Seite der größten Wurzelschäden wegzukippen. So wird man immer versuchen, den fehlenden Zug durch die Wurzelverluste durch ein oder mehrere Seile zu ersetzen. Geht dies aus ört-



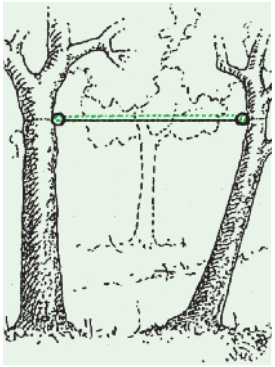


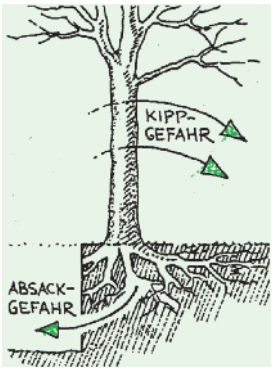


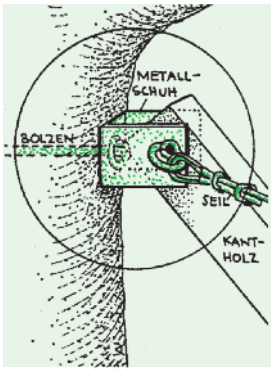


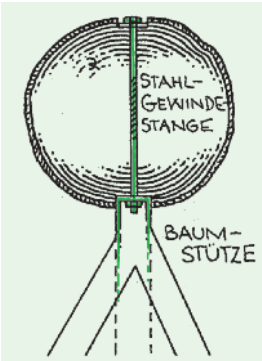
lichen/räumlichen Gründen nicht, muss der Baum von der Gegenseite her gestützt werden.
Bäume am Baugrubenrand sind besonders schwierig zu sichern. Erstens besteht die Gefahr, dass sie aufgrund ihres Gewichts und der Gefahr der Bodenauswaschung in die Baugrube abrutschen, und zweitens müssten die Halteseile in die Baugrube oder über sie hinweg gehen, was meist die Baumaßnahme nicht erlaubt. In diesen Fällen müssen die Bäume durch Baumstützen gesichert werden.

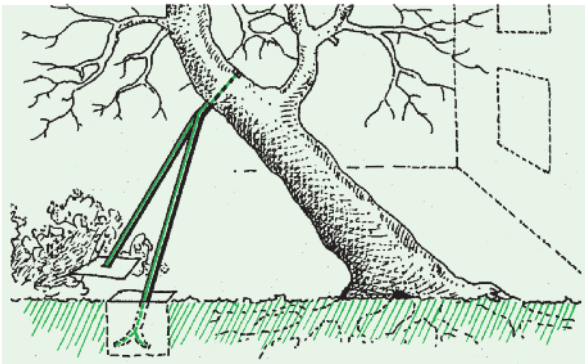
Dazu ein Beispiel aus der Praxis:
Die Bäume entlang eines Kanalufers, das neu gespundet werden sollte, wurden einseitig vom Wasser her ca. 3 m tief freigelegt. Es galt diese Bäume für die Bauzeit von sechs Monaten zu sichern.
Die Sicherung konnte aufgrund der örtlichen Situation nur von der Straßenseite her erfolgen. Ein starkes Kantholz nahm den Druck auf, während gleichzeitig zwei Seile von den Seiten her die zusätzliche Sicherung übernahmen.
Das Besondere bestand in der Aufnahme am Baum. Um die Baumverletzungen möglichst klein zu halten, wurden das Kantholz und die zwei Seile mit nur einem Gewindestab aufgenommen (siehe Zeichnung). Nach der Demontage blieb der abgesägte Gewindestab im Holz, da der Ausbau unnötige Schäden verursacht hätte. Auf ein Versenken der U-Scheiben war verzichtet worden.
Die Materialien zur Verankerung bzw. Bindung am Baum, zum Beispiel die Seile bzw. Bänder und Taue, werden im Kapitel Kronensicherung beschrieben.
Als Verankerung im Boden werden Pflöcke, Pfähle und Träger verwendet, wie in den Kapiteln zuvor beschrieben. Darüber hinaus werden als Ankerpunkt auch Betonfundamente hergestellt.
Alternativ zu den Verankerungen im Boden können die Seile auch horizontal liegen. So werden ausreichend belastbare, nebenstehende Bäume ebenso zur Sicherung verwendet wie nebenstehende Bauwerke.
Diese Methode hat Vor- und Nachteile. Bei einem horizontal montierten Seil, angebunden im Windlastschwerpunkt der Krone des zu sichernden Baumes ist das Kraftmoment am kleinsten, gleich der Windlast, daher ist die Beanspruchung des Seiles am kleinsten. Gleichzeitig wird die Beanspruchung des Widerlagerbaumes durch die Hebel (die Höhe des Anlegepunktes) verstärkt. Beansprucht werden der Stamm und die Wurzel. Hier müssen die Hebel, Winkeln und Kräfte und die Tragfähigkeiten des Widerlagerbaumes durchgedacht und durchgerechnet werden. Bei Verankerung an einem benachbarten Baum können Bruchstöße am Seil entstehen. Befestigung an Bauwerken kann auf einen Einspruch stoßen. Bän-











der und Seile werden optisch nicht so sehr wahrgenommen und der Raum unterhalb des Baumes wird nicht beansprucht.
Das gleiche gilt, wenn durch den Einbau einer Pylone der Ankerpunkt für die Seile/Bänder oberhalb der Krone liegen. Konstruktion, Herstellung und Einbau einer Pylone (siehe Zeichnung) sind sehr aufwändig und sicher nur für besonders wertvolle Bäume und Naturdenkmale anzuwenden. Die Pylone bedingt ein stabiles Betonfundament, entweder dicht am Stamm oder unterhalb des Stammes bei hohlen Bäumen. Die Spitze der Pylone nimmt alle notwendigen Seile/Bänder auf, um die Stämmlinge zu entlasten und die gesamte Krone abzusichern. Weitere Stützen sind nicht notwendig.

Baumstützen werden immer dann eingebaut, wenn Seile nicht anwendbar sind. Sie erhöhen in erster Linie die Kippsicherheit, werden manchmal aber auch notwendig, um einen bruchgefährdeten Baum zu sichern. Die Baumstütze unterstützt im wahrsten Sinne des Wortes den Gesamtbaum bzw. Baumteile.
Die einfache oder zweibeinige Stütze wird aus einem Eisenrohr nach Maß gefertigt und ruht im Boden zum Beispiel in einem Betonfundament. Der Kopf der Stütze wird am Stamm mit einem Gewindestab in Achsverlängerung befestigt, die Stütze bis dicht unter das Kambium ins Holz eingelassen. Die waagerechte Montage des Gewindestabes mit einer u-förmigen (halbkreisförmigen) Stütze hat sich nicht bewährt.

Besteht bei einem schrägstehenden Baum die Gefahr, dass Aufwinde ihn zeitweise anheben, ist der Einbau einer zweiteiligen, einer so genannten Teleskopstütze zu empfehlen. Bei dieser Stütze besteht der obere Teil aus einem im Durchmesser etwas dickeren Rohr, welches bis zu 1 m über das untere Rohr geschoben wird. So kann sich der Baum bei Bedarf nach oben etwas bewegen, ohne die Stütze zu beanspruchen. Ein in der Stütze eingelagerter Puffer verhindert harte Schläge.
Beim Einbau der Stütze ist darauf zu achten, dass das Kopfende der Stütze möglichst in einem gesunden Stammbereich eingebaut wird. Ist dies nicht möglich, weil zum Beispiel an der Einbaustelle eine Höhlung vorhanden ist, muss mit einem Einknicken des Stammes/Stämmlings gerechnet werden. Hier muss der Hohlraum ausgesteift werden und ist auf eine Durchbohrung zu verzichten. Die Auflagefläche muss maßvoll vergrößert und mit Hartgummi ausgepolstert werden.
Wie schon oben beschrieben, hängt die Wahl der Mittel und Systeme von der örtlichen Situation jedes Einzelbaumes ab. Mit entscheidend ist es, ob die Sicherung vorübergehender Art ist oder langfristig erhalten werden muss.

10.3 Maßnahmen zur Erhöhung der Bruchsicherheit

Die schwierige Frage, ob ein Baum oder Baumteil bruchgefährdet ist, behandeln wir im Kapitel 3. Diagnostik.
Eine Bruchgefährdung ist latent immer vorhanden, auch bei einem völlig gesunden Baum. Baumstatistische Hilfen sollten nur eingebaut werden, wenn akute Schäden erkannt oder Schäden zu erwarten sind.

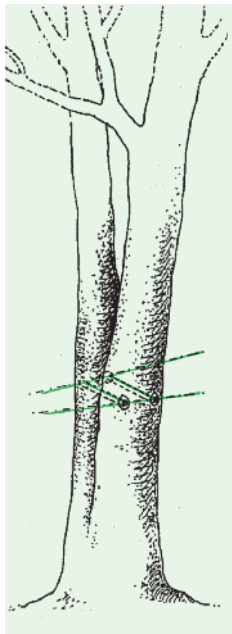
Im Wesentlichen kann man an zwei Punkten (Ebenen) ansetzen:

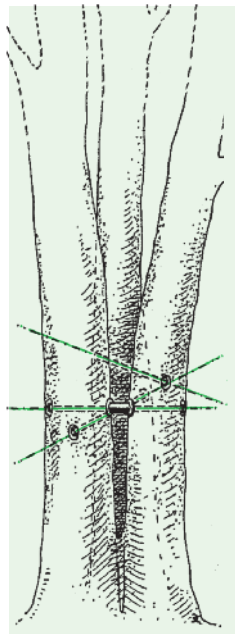
1. Direkt an der Schadstelle, der vermutlichen Bruchstelle: Einbau von Gewindestangen.
2. Ober- oder außerhalb der Schadstelle (Ast oder Stamm): Kronensicherung.

10.3.1 Einbau von Gewindestangen

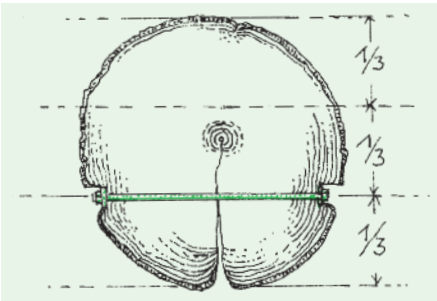
Direkt am Ort der Schadstelle werden Gewindestäbe nur noch an Rissen, meist angerissenen Zwieseln und Kopfenden eingebaut, sehr häufig bei den mehrstämmigen Bäumen.
Die Tragfähigkeit des gespaltenen Stammes senkrecht zum Riss ist um die Hälfte gesenkt.
Der Einbau von Gewindestäben an Rissen und Stammköpfen dient dem Abfangen der Torsionskräfte, sowie der Ruhigstellung des gespaltenen Holzes und fördert das Zusammenwachsen des Kambiums von beiden Seiten. Zusätzlich zu dem Einbau von Gewindestangen im Stamm werden Kronensicherungen eingebaut, siehe Kapitel 10.3.2. Der Einbau von Stahlgewindestangen wird in der ZTV-Baumpflege unter Punkt 3.6 beschrieben. Stahlgewindestangen sind beim Einbau in einer Ebene ca. 10 cm oberhalb der tiefsten Stelle des Risses (Rissspitze) einzubauen. Beim Einbau in mehreren Ebenen gilt dies für die unterste Ebene. Für die Durchmesser der Stahlgewindestangen gelten die in der ZTV-Baumpflege 2017 Tabelle 2 genannten Regelwerte. Es werden verzinkte Gewindestäbe mit den Durchmessern 16, 18, 20 und 24 mm eingebaut.
Der Durchmesser des Bohrkanals darf maximal 1 mm größer als der Durchmesser der einzubauenden Gewindestange sein. Die Verschraubung (Mutter und Unterlegscheibe) muss rechtwinklig zum Bohrkanal und vollflächig auf gesundem Splintholz aufliegen und darf nur handfest ange-

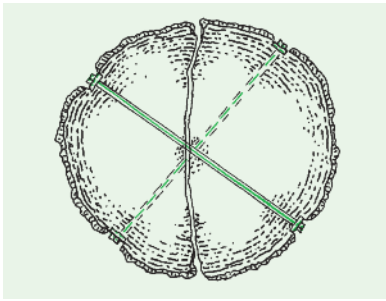
Durchmesser der Äste Stämme Stammköpfe	Durchmesser der Stahlgewindestangen	Abstand der Stahlgewindestangen zueinander bei Rissen
über 20 bis 50 cm	16 mm	ca. 60 cm
über 50 bis 90 cm	18 mm	ca. 70 cm
über 90 bis 150 cm	20 mm	ca. 80 cm
über 150 cm	24 mm	ca. 90 cm

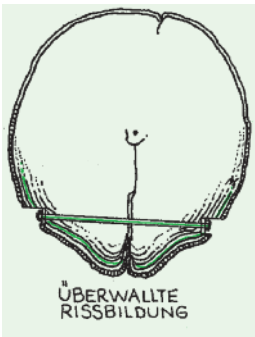


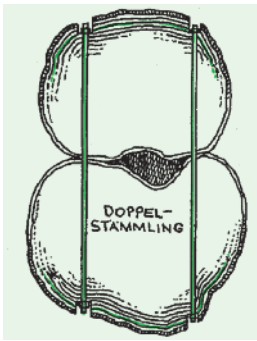


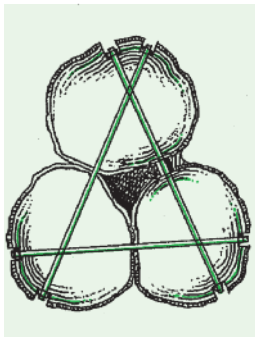
zogen werden. Die entstehenden Ränder der Rinde dürfen nicht vom Holzkörper gelöst werden. Auf die entrindete Fläche kann ein Wundbehandlungsstoff aufgetragen werden.
Die Enden der Stahlgewindestangen müssen zwei, höchstens drei Gewindegänge über die Muttern hinausstehen.

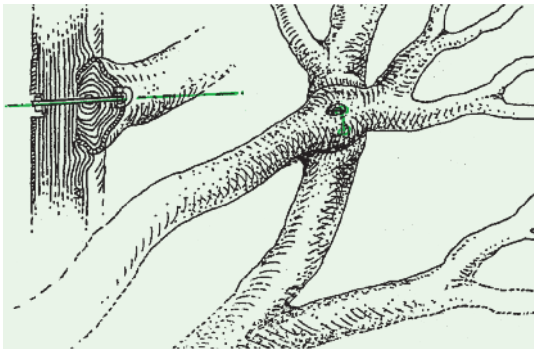












Einseitige Risse an Stämmen/Stämmlingen werden rechtwinklig zum Riss in einer Tiefe von einem Drittel des Stammdurchmessers verschraubt.
Durchgehende Risse an Bäumen bis 40 cm Durchmesser werden rechtwinklig zum Riss radial, im rechten Winkel zur Stammachse, verschraubt.
Durchgehende Risse an dickeren Stämmen/Stämmlingen, über 40 cm Durchmesser, werden in der Regel mit zwei Gewindestangen auf einer Ebene gesichert. Diese werden rechtwinklig zum Riss auf der Linie ein Drittel – zwei Drittel oder sich diagonal kreuzend, leicht höhenversetzt, eingebaut. Ist der Riss länger als der Durchmesser des Stammes/Stämmlings an dieser Stelle, sind mehrere Gewindestäbe in mehreren Etagen einzubauen. Als Faustzahl empfehlen wir, den höhenmäßigen Abstand der Gewindestangen entsprechend dem Stamm-/Stämmlingsdurchmesser zu wählen. Werden mehrere Gewindestäbe übereinander eingebaut, sollten deren Einbautiefen leicht variiert werden, um neuen Belastungsrissen vorzubeugen.
Bei drei- und mehrstämmigen Bäumen wird pro Stamm/Stämmling ein Gewindestab möglichst radial eingebaut. Bei extrem dicken Bäumen, über 1,50 m Durchmesser, wird alternativ zu den Gewindestäben auch die Seilverankerung gewählt, die möglichst dicht über dem Scheitelpunkt montiert wird. Sie soll alle Stämmlinge erfassen und straff eingebaut werden. Mitunter empfiehlt sich der Einbau von Gewindestangen auch zur Fixierung von sich scheuernden oder reibenden Ästen/Stämmlingen, wenn man dies nicht durch geeignete Schnittmaßnahmen beseitigen kann, bzw. möchte. An Spannungsrissen von weit ausladenden Ästen (Unglücksbalken) wurden ebenfalls schon Gewindestangen mit Erfolg eingebaut.

Als Material wird in der Regel verzinkter Stahl (St. 37) verwendet, dies gilt sowohl für die Gewindestange wie für die U-Scheiben und Muttern.
Die entsprechenden DIN sind:

› DIN 976-1
Gewindebolzen – Teil 1: Metrisches Gewinde bei Stabilisierung aufgerissener Stämmlinge.

› DIN EN ISO 7093-1
Flache Scheiben – Große Reihe – Teil 1: Produktionsklasse A für Unterlegscheiben bei der Stabilisierung aufgerissener Stämmlinge

› DIN EN ISO 7093-2
Flache Scheiben – Große Reihe – Teil 2: Produktionsklasse C für Unterlegscheiben bei der Stabilisierung aufgerissener Stämmlinge.

10.3.2 Kronensicherung

10.3.2.1 Notwendigkeit

Eine Kronensicherungmaßnahme wird notwendig, wenn eine Krone bruchgefährdet ist. Grundsätzlich kann eine bruchgefährdete Krone durch einen Kronenschnitt, siehe Kapitel 8, und/oder durch den Einbau von Kronensicherungen gesichert werden.

10.3.2.2 Übersicht der Vor- und Nachteile beider Kronensicherungsmaßnahmen

Gemäß ZTV Baumpflege 2017 versteht man unter einer Kronensicherung:
Stabilisieren der Krone durch gegenseitiges Verbinden von Ästen oder Kronenteilen. Kronensicherungen bestehen aus verschiedenen Stoffen und Bauteilen, welche zum Teil auch kombiniert werden, zum Beispiel Seile, Gurte und Gurtbänder, Ruckdämpfer, Scheuerschutz, Spreizbänder.
Die Aufgabe der Kronensicherungen ist es bruchgefährdete Äste und Stämmlinge sind so zu sichern, dass man möglichst die vollständige Krone erhalten kann und jeder Bruch vermieden wird.
Abhängig vom Ergebnis der Baumkontrolle, siehe „Kapitel 3 Diagnostik" wird eine Bruchgefahr eingestuft als

latent = es werden im Baum, meist an Faul- und Hohlstellen, Zwieseln oder Rissen, Gefahrenhinweise erkannt, die einen zukünftigen, möglichen Bruch erahnen/vermuten lassen.

akut = es werden im Baum, meist an Faul- und Hohlstellen, Zwieseln oder Rissen, Veränderungen erkannt, die auf einen bereits beginnenden Bruch hinweisen.

Wird die Bruchgefahr als latent eingeschätzt, empfiehlt sich der Einbau von dynamischen Kronensicherungen.
Wird die Bruchgefahr zusätzlich unterhalb der dynamischen als akut eingeschätzt, empfiehlt sich der Einbau von statischen Kronensicherungen.
Soll nach erfolgtem Bruch der Ast oder ein Baumteil im Baum festgehalten werden, wird eine zusätzliche vertikale Trag-/Haltesicherung eingebaut.
Eine horizontale Auffangsicherung ist imstande die herabstürzenden Kronenteile aufzufangen.
Die ZTV-Baumpflege 2017 definiert dazu:
› **Dynamisches Kronensicherungssystem.**
Die Systeme müssen ohne Vorspannung, nur leicht bis maximal 10 % der Länge der Verbindung, durchhängend eingebaut werden, sodass im belaubten Zustand keine Dauerlast (die perma-

	KRONENSCHNITT	KRONENSICHERUNG	BEIDES KOMBINIERT
Vorteil	Im Zusammenhang mit einer Kronenpflege leicht durchführbar. Keine „Technik" im Baum.	Erhaltung des Habitus. Herstellung der Bruchsicherheit ohne das Kronenvolumen und die Kronenstruktur zu verändern.	Weniger Schnitt und/oder weniger Kronensicherungen notwendig.
Nachteil	Veränderung der Kronenstruktur. Verlust von Blattmasse und Verletzungen der Äste. Regelmäßige Nachpflege zum Beispiel eine Kronenpflege, ist notwendig.	Optisch störende Technik in der Krone. Einschränkung der natürlichen Schwingungen in der Krone. Regelmäßige Kontrolle, gegebenenfalls Erneuerungen, notwendig.	Durch eine kombinierte Anwendung beider Maßnahmen werden beide nebenstehenden Nachteile wirksam.

nent auf die Kronensicherung einwirkt) auftritt.
Das System wird also immer erst bei größerer Belastung (Wind oder Niederschlag) dynamisch wirksam. Der Baum reagiert auf geringe Einwirkungen durch Wind oder Niederschlag in natürlicher Weise. Erst nach stärkeren Einwirkungen durch das Wetter wird der Baum oder dessen Kronenteile durch das Kronensicherungssystem gegen Bruch unterstützt.
Bei Verwendung der richtigen Materialien und der richtigen Einbauweise wird die Bruchgefahr einzelner Baumteile minimiert. Die dynamische Sicherung wird im Windlastschwerpunkt eingebaut, dort wo die Windlast durch die Hebelwirkung noch nicht verstärkt ist. Die Schwingung der Äste wird gedämpft.

› Statisches Kronensicherungssystem

Statische Verbindungen sind ohne Durchhang einzubauen.
Sie sind notwendigerweise einzubauen, wenn die Anzeichen für eine Bruchgefahr bereits zu erken-

TABELLE X Tabelle der verschiedenen Kronensicherungsmöglichkeiten als Überblick und im Vergleich.

Art	Einbau-position	Materialart d. Aufnahme	Materialart d. Verbindung	Wirkungs-weise	Einbau-zeiten	Holzer-letzung	Vorteile	Nachteile
Kronen-veranke-rung 10.3.2.6	nur im gesunden Holz, sonst ungebunden	Gewinde-stange mit Ringmutter verzinkt 16–22 mm	Stahlseil verzinkt PVC-ummantelt 6–10 mm + PVC oder Statikseile	statisch	aufwändig	durch Bohrung	geeignet für Dauerbelas-tungen, keine Nachpflege, Kontrollrhyth-mus 5 Jahre	Fäulegefahr durch Bohrung starr ohne Flexiblität
Gurt-sicherungs-system 10.3.2.3	ungebunden mit Fixier-gurt	Textilgurt, textile Seile in vorge-fertigten Längen	Stahl- oder textile Seile, alle Stärken	dynamisch	gering	beim Ein-bau keine, später Druck und Reibunng	keine Holz-verletzung beim Einbau. elastischer o. statischer Einbau möglich	regelmäßige Kontrolle, Gefahr durch Einschnürung
Hohltau-Seilsystem 10.3.2.4	in Ast- oder Stämmlings-gabeln	Hohltau gespreizt	PP-Hohltau 8–20 mm	dynamisch	gering	keine	keine Holz-verletzung beim Einbau, elastisch durch Ruck-dämpfer	nicht für Dauerlasten geeignet, Gefahr durch Scheuern
Gurt-band-sicherung 10.3.2.5	in Ast- oder Stämmlings-gabeln	textiles Gurtband	textiles Gurtband, verschiedene Stärken	statisch oder dynamisch	sehr gring	keine beim Einbau	keine Holz-verletzung beim Einbau	verhindert keine Astbrüche Gefahr durch Scheuern
Trag-/ Halte-sicherung 10.3.2.6	in Ast- oder Stämmlings-gabeln	textiles Gurtband	textiles Gurtband verschiedene Stärken	dynamisch oder statisch	gering	beim Einbau, keine, später Druck und Reibung	keine Holz-verletzung beim Einbau elastischer o. statischer Einbau möglich	regelmäßige Kontrolle, Gefahr durch Scheuern