

Inhalt

1. Einleitung	6
2. Wurzeln entdecken und erforschen	8
2.1 Feldfreilegung	9
2.2 Bodenkernbohrung	11
2.3 Digitalisierung von Wurzelbildern	12
2.4 Labormethoden	13
3. Bauplan, Formenvielfalt, Artmerkmale und Anpassungen	16
3.1 Bauplan	16
3.1.1 Das Gefäßpflanzenkonzept.....	16
3.1.2 Lagebeziehungen bei Wurzeln.....	17
3.1.3 Wurzelsystem, Bewurzelung, Wurzelstock	17
3.1.4 Symmetrie	18
3.2 Formenvielfalt	19
3.2.1 Überlebensstrategien.....	19
3.2.1.1 Knollen und Rüben	19
3.2.1.2 Zugwurzeln.....	21
3.2.1.3 Haftwurzeln	22
3.2.1.4 Luftpurzeln	23
3.2.1.5 Stelz- und Brettwurzeln.....	23
3.2.1.6 Atemwurzeln	23
3.2.1.7 Wurzeldornen.....	24
3.2.1.8 Assimilierende Wurzeln	24
3.2.1.9 Haustorien, Parasitische Pflanzen	24
3.2.2 Wurzelbild und Wurzelgerüst	27
3.2.2.1 Wurzelbild, basierend auf dem Wurzelgerüst, der Wurzelarchitektur.....	27
3.2.2.2 Wurzelbild anhand der räumlichen Ausbreitung der Wurzeln	29
3.2.3 Standorteinflüsse auf die räumliche Ausbreitung der Wurzel.....	31
3.2.3.1 Bewurzelung gleicher Arten an unterschiedlichen Wuchsorten	31
3.2.3.2 Bewurzelung unterschiedlicher Arten an gleichen Wuchsorten unter weitgehend gleichen Klima- und Bodenbedingungen.....	37
4. Wurzelbilder, klassifiziert nach den Lebensformen	38
4.1 Erneuerungsknospen weit oberhalb des Erdbodens	39
4.2 Erneuerungsknospen in der Nähe des Erdbodens.....	39
4.3 Erneuerungsknospen dicht an der Erdoberfläche	39
4.4 Erneuerungsknospen an unterirdischen Achsenorganen oder an Wurzeln	40
4.5 Keine Erneuerungsknospen	41
4.6 Besonderheiten bzw. Wechselvorkommen	41
5. Anatomie der Wurzel – Jugend bis Reife	182
5.1 Wurzelspitze – Wurzelhaube, Zellvermehrungszone und Wurzelkörper/Längsschnitte.....	182
5.2 Zellstreckungszone	185
5.3 Differenzierungszone und Wurzelhaare	185
5.4 Leitende Elemente, Zentralzylinder, Rinde und Rhizodermis	187

5.5	Sekundäres Dickenwachstum und sekundäres Abschlussgewebe	190
5.6	Seitenwurzeln.....	193
5.7	Anatomischer Schnitt und Umwelteinflüsse	194
6.	Lebensdauer der Wurzeln	196
7.	Aufgaben und Leistungen	199
7.1	Assimilatspeicherung und bei Bedarf wieder Rückführung in den Spross	199
7.2	Wasseraufnahme, Wurzelndruck, Wasser- und Stofftransport	202
7.3	Hormonbildung in den Wurzelspitzen	204
7.4	Rhizosphäre, Stoffabgabe, Humusanreicherung, Krümelbildung und Bodenlockerung	204
7.5	Gasaustausch	212
7.6	Erschließung des Bodenraumes, geotropes Verhalten.....	213
7.7	Verankerung und Wurzelzug.....	216
7.8	Bildung von Wurzelsprossen	219
7.9	Symbiose mit Pilzen.....	220
7.10	Symbiose mit Bakterien.....	221
8.	Schädigungen der Wurzel.....	223
8.1	Mechanische Schädigung der Wurzel.....	223
8.2.	Schädigungen durch Schadorganismen	226
8.2.1	Tierische Schadorganismen.....	227
8.2.2	Pflanzliche Schadorganismen.....	231
8.2.3	Pilzliche Schadorganismen.....	231
9.	Praktischer Nutzen der Wurzeluntersuchungen.....	236
9.1	Hinweise für den Waldbau und die Schutzwirkung des Waldes.....	236
9.1.1	Wurzelstrukturen und Artenwahl im Zuge von Aufforstungen	237
9.1.2	Schutzwirkung des Waldes	237
9.2	Hinweise für den Ackerbau.....	238
9.2.1	Zeitgerechte Aussaat.....	239
9.2.2	Fruchtfolge: Fruchtarten-, Sortenwahl und Zwischensaat.....	239
9.2.3	Einfluss der reduzierten Bodenbearbeitung auf die Durchwurzelung	242
9.2.4	Mobilisierung von Nährstoffen und Düngung.....	243
9.2.5	Bewässerung und Wurzel	244
9.2.6	Organische Substanz alter und junger Wurzeln als Futtergrundlage für Mikroorganismen	246
9.2.7	Bewurzelungen von Kleeegrasmischungen im Feldfutterbau.....	247
9.3	Hinweise für die Grünlandwirtschaft (Dauerweiden und -wiesen)	248
9.3.1	Bewurzelung einiger Weidepflanzen	249
9.3.2	Wurzelmassen von Weideflächen und unbeweideten Flächen von Tal- und Almstandorten.....	252
9.3.3	Gegenüberstellung der Wurzelmassen	252
9.3.4	Bewurzelung einiger Wiesengesellschaften	254
9.4	Bewurzelungseigenschaften ausdauernder Unkräuter	260
9.4.1	Unkrautregulierung durch Wurzelkonkurrenz.....	261
9.4.2	Unkrautregulierung durch Beeinträchtigung der Stoffspeicherung.....	263
9.4.3	Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Unkrautausbreitung	264
9.4.4	Wirkungen durch Ausscheidungen (Wurzelexsudate) der Wurzelspitzen	264

9.5	Ingenieurbiologische Anwendungen für den Boden- und Erosionsschutz.....	264
9.5.1	Nutzung bodenmechanischer Wurzeleigenschaften.....	265
9.5.2	Auszugwiderstand und Belastbarkeit.....	266
9.5.3	Wurzelbildung von Gehölzeinlagen und ingenieurbiologische Wirkung.....	266
10.	Glossar	271
10.1	Bodenkundliche Begriffe	271
10.1.1	Bodenart (Textur).....	271
10.1.2	Humusformen	272
10.1.3	Bodenstruktur (Bodengefüge)	272
10.1.4	Bodenhorizonte, Horizontsymbole und Bodenfarben	273
10.1.5	Bodentypen.....	275
10.2	Botanische und andere Begriffe	280
11.	Literaturverzeichnis	285
12.	Sachverzeichnis	297
13.	Verzeichnisse deutscher und botanischer Pflanzennamen	303
13.1	Verzeichnis der deutschen Pflanzen- bzw. Gattungsnamen.....	303
13.2	Verzeichnis der botanischen Pflanzen- bzw. Gattungsnamen	309
14.	Anhang	314
14.1	Abkürzungen	314
14.2	Foto-Nachweis (Seiten), sofern nicht angegeben.....	314