

# KORENINA (RADIX)

- CORMOPHYTA = "RHIZOPHYTA";  
THALOPHYTA = "ARHIZOPHYTA"
- organ razvit le pri brstnicah; korenin nimajo nekateri **hidrofiti** (*Ceratophyllum, Utricularia, Wolffia arrhiza, Salvinia,..*); zakrnjena pri **epifitih** (*Orchidaceae, Bromeliaceae*), **saprofiti**, **paraziti**

# Nastanek:

- **Spermatophyta**: bipolaren embrio; radikula  $\Rightarrow$  rastni vršiček korenine; iz njega se ravije **koreninski sistem (radikacija)**:
- a) **golosemenke, dvokaličnice**: **alorizija, heterogeni koreninski sistem** (sistem glavne in stranskih korenin)
- b) **večina enokaličnic**: **sekundarna homorizija, homogeni koreninski sistem** (sistem enakovrednih šopastih korenin, nastalih sekundarno iz stebla ali hipokotila; sekundarna homorizija se ravije tudi pri številnih dvokaličnicah s poleglimi ali plezajočimi stebli (*Aegopodium podagraria*, *Trifolium repens*, *Potentilla reptans*, *Ajuga reptans*,...))
- **Pteridophyta**: unipolaren embrio (na gametofitu); nastanek korenin primarno iz stebla - **primarna homorizija**

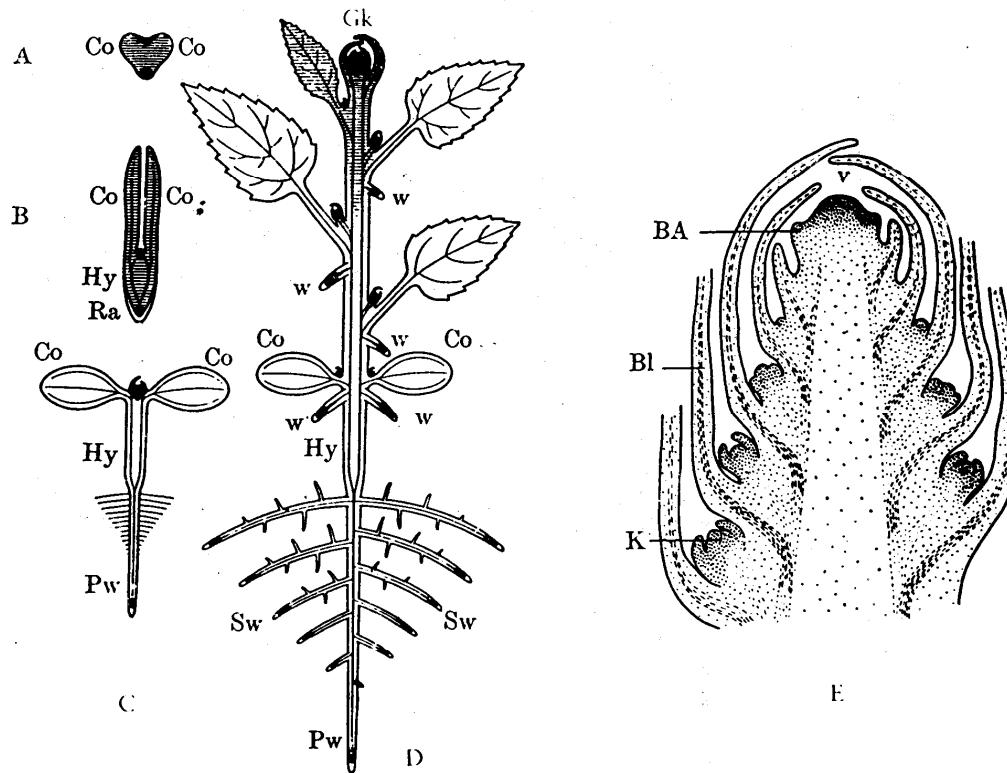
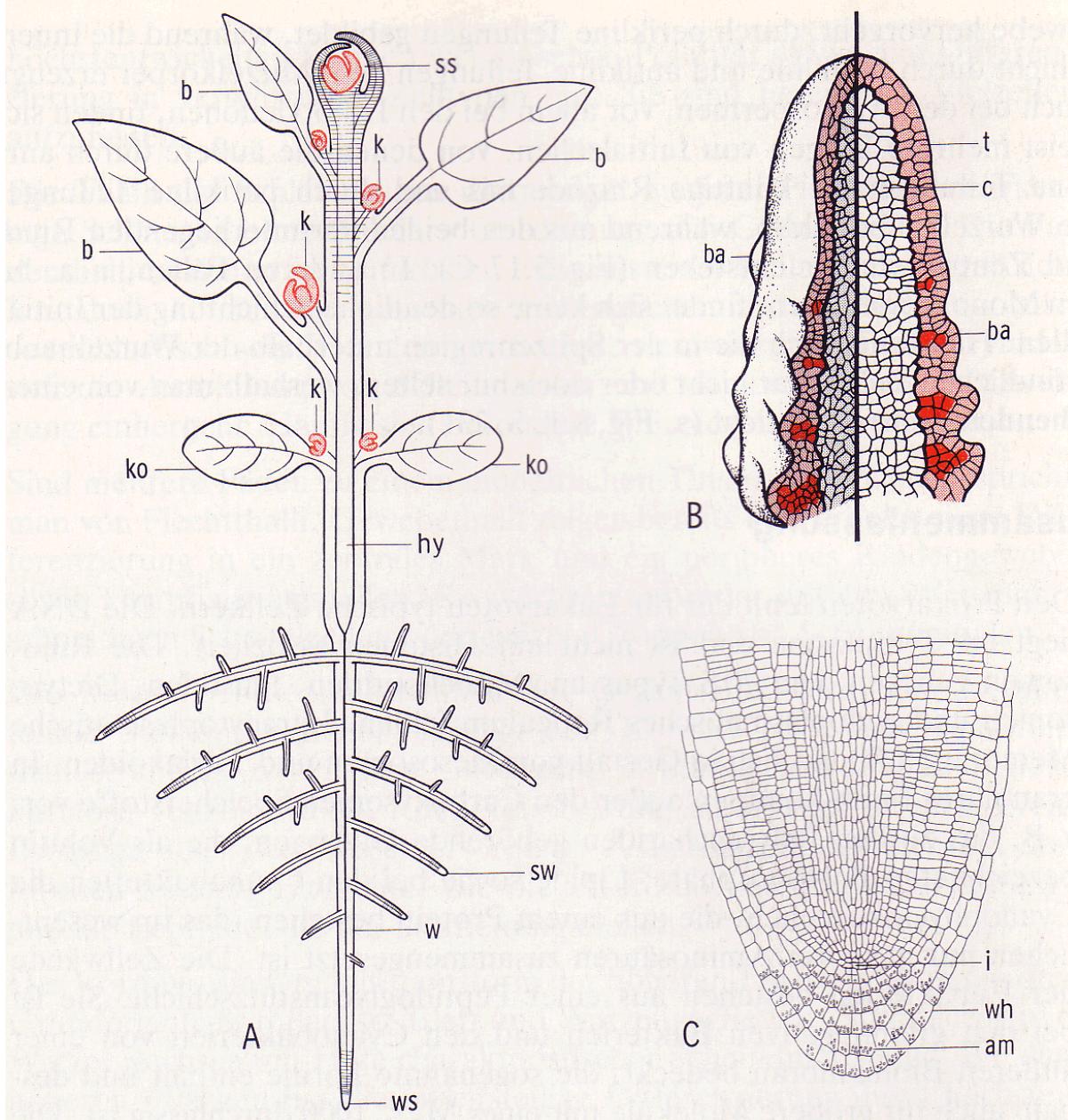


Abb. 36: Schema einer dicotylen Cormus-Pflanze. A: junger, B: ausgereifter Embryo, C: Keimpflanze; D: Jungpflanze im rein vegetativen Stadium. RA = Radicula; Pw = Primärwurzel; Sw = Sertenzurzeln; Hy = Hypocotyl; w = sproßbürtige Nebenwurzeln; GK = Gipfelknospe; Co = Keimblätter (Cotyledonen). Die schwarzen Zonen in den Knospen und Wurzelspitzen enthalten embryonale, teilungsfähige Zellen. In den schraffierten Zonen von Sproßachse und Wurzeln findet das Streckungswachstum der Zellen statt. E: Gipfelknospe einer Samenpflanze. V = Vegetationskegel; BA = Blattanlagen; BL = jugendliche Knospensubäitter; K = jugendliche Achselknospen. (A bis D nach Sachs und Troll, E nach Strasburger aus Lehrb. Bot. 1973.)

Semenke (Spermatophyta) imajo bipolaren embrio. Zasnova za korenino je v obliki radikule zasnovana že na osi embria.



Rastni vršiček korenine

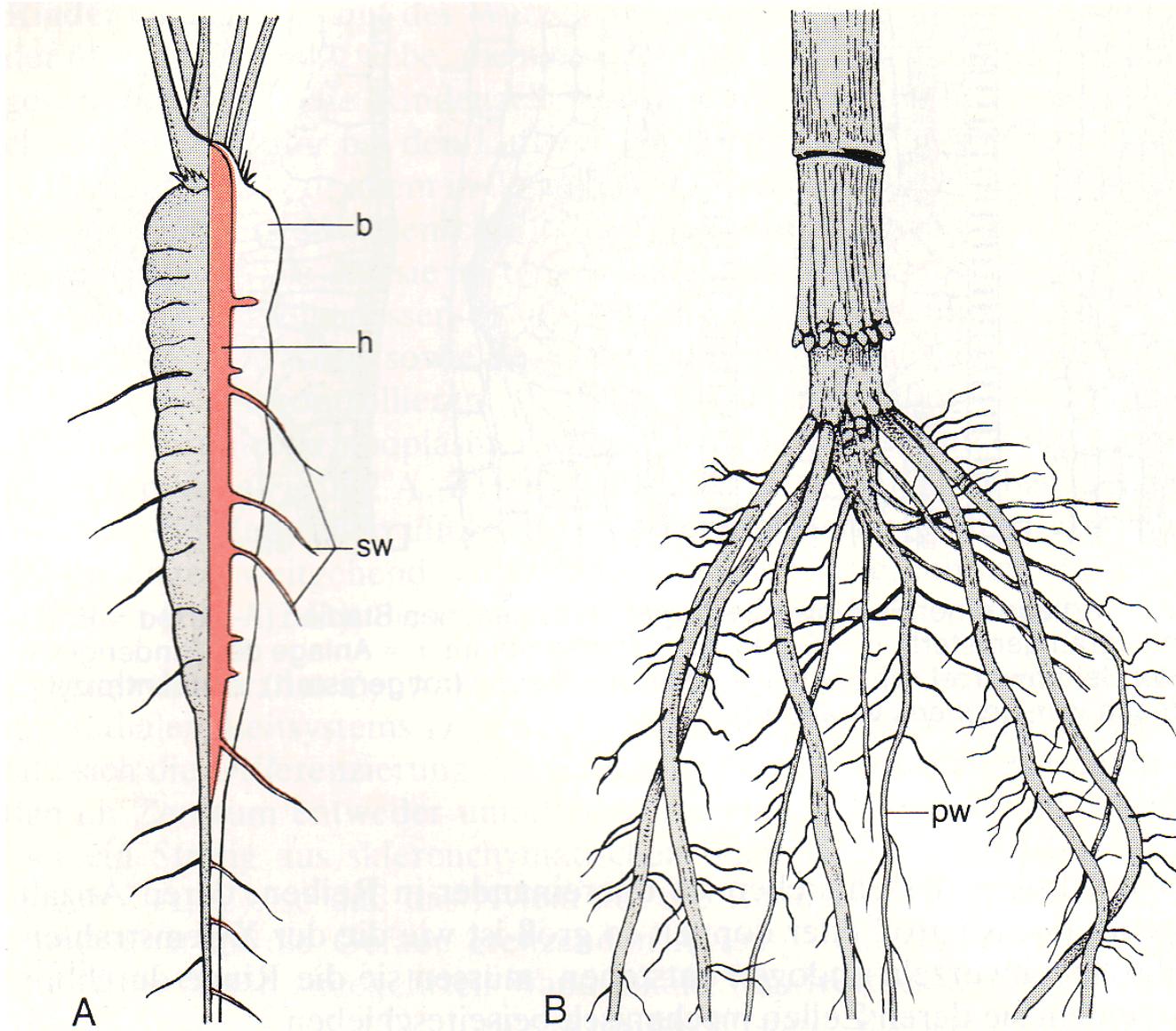
Rast korenine je potencialno neomejena

# Zasnova rastnega vršička korenine:

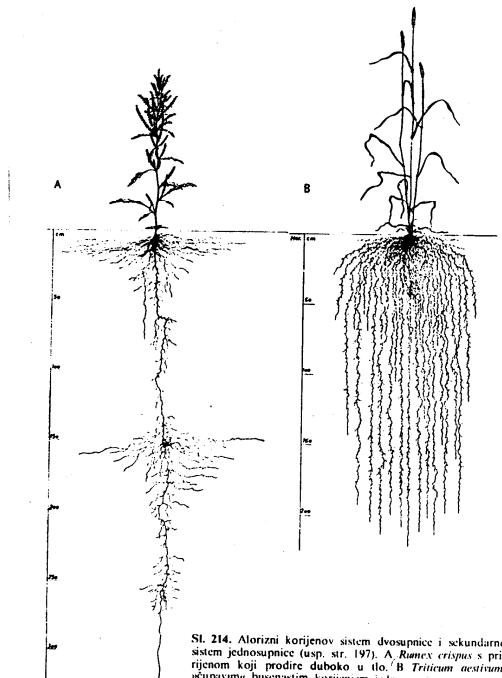
- a) primarno
- ***Spermatophyta***: radikula se zasnuje eksogeno na embriju v semenu; iz nje nastanane rastni vršiček - apikalni meristem (rastni stožec) korenine, ki prvi prodre skozi semensko (plodno) ovojnicu pri kalitvi; izjema *Poaceae*: tu prva prodre **koleoriza**, spremenjena nožnica kličnega lista;
- ***Pteridophyta***: radikule ni; rastni vršiček korenine (1 temenska celica!) se zasnuje endogeno; v primarni skorji stebla;

# Rast korenin - radikacija

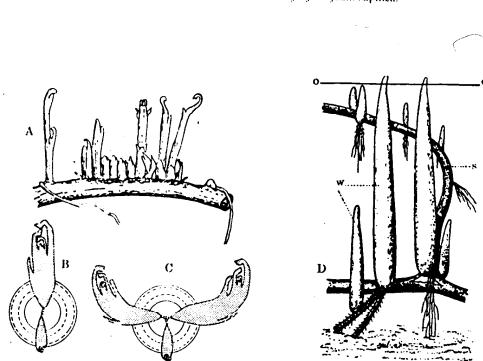
- a) Vplivi na rast:
- **1) genetska zasnova** (alorizija (enoosni, večosni koreninski sistemi; globoki in plitvi koreninski sistemi) homorizija); vpliv rastnih regulatorjev - hormonov;
- **2) okolje** (lastnosti tal, zemeljska težnost, svetloba).



Alorizija (A) in sekundarna homorizija (B).



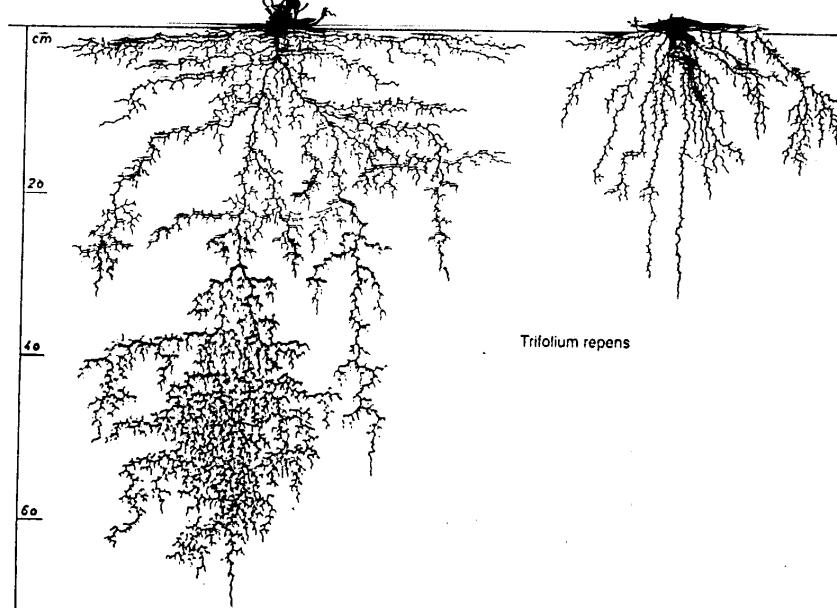
Sl. 214. Alorizni korjenov sistem dvojnica i sekundarno homorizni sistem jednospinice (usp. str. 197). A *Rumex crispus* s primarnim korijenom koji prodire duboko u tlo. B *Triticum aestivum* s tipičnim "čupavim" busenastim korijenjem jednospinice.



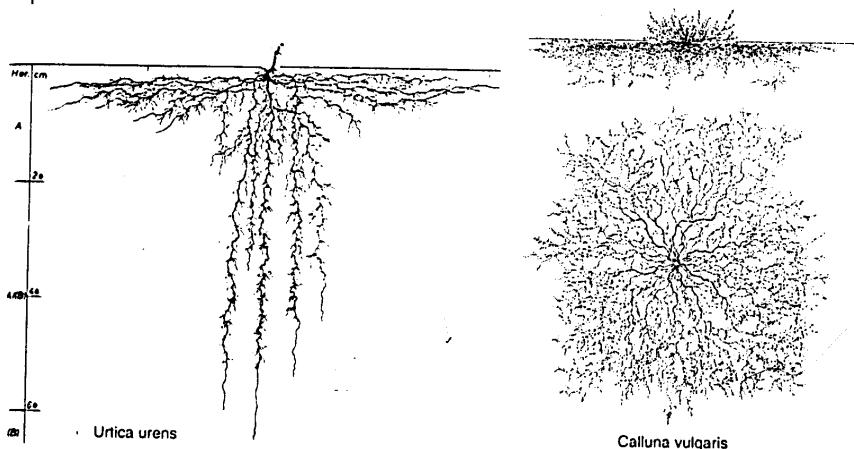
Sl. 215. Izdanci korijena i korjeni potekli iz izdanka. A-C izbijanje korijena kod grašara (*Carex varia*). A postrojni korijen s brojnim endogenim nastalim izdanicima korijena. B poprečni presjek kroz dijarni. C kroz trijarhni korijen pri jačem povećanju, shematski. Razvitiak korijenovih izdanaka koji su izrasti prije drvenitih dijelova žila iz pericikla, pospijeće je na gornjoj strani postrano korijenu. D advenitivno hranidbeno i dišno korijenje iz izdanka, na razgranjenom vodnom izdanku okružujući *Asterella repens*, o vodenu poslušna, s os izdanka, w uđinski korijen obavijen rafijom, zrakom raspunjanim aerenchimom i stoga bijeli. Njezna vlažna i obje u tlu utvršene dlakave užetu slične tvorevine, lijevo dolje, su korjeni za hranjenje i usidrenje. (A 2x, B i C 10x).

## Alorizija (*Rumex crispus*), sekundarna homorizija (*Triticum aestivum*) in nastanek zračnih korenin

Peščena tla



Iljvnata tla

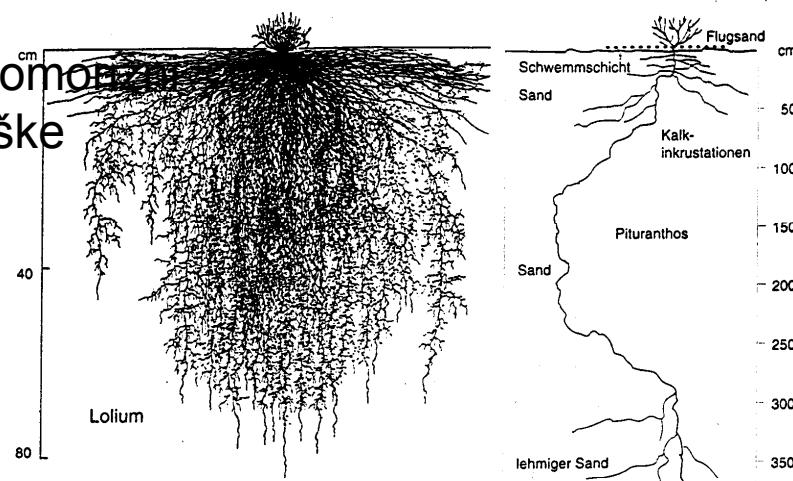


Šotno barje

Abb. 1.9. Unterschiedliche Wurzelausbreitung auf verschiedenen Standorten. *Trifolium repens* auf sandigem Lehm Boden über grobkörnigem, hohlräumreichem Kies (links) und auf dichtem, kleinporigem tonigem Lehm (rechts). *Urtica urens* auf humosem Lehm Boden mit oberflächlicher Stickstoffanreicherung. *Calluna vulgaris* als mykotropher Rohhumuszehrer auf Eisenpodsol. Nach KUTSCHERA (1960) und KUTSCHERA und LICHTENEGGER (1992).

Razvoj koreninskih sistemov je odvisen od lastnosti tal

Intenzivno razrasli homogeni koreninski sistem laške ljuille



Malo razrasli alorizni koreninski sistem vrste, ki raste za vodo v podtalnici

Nekateri kaktusi trajno vzdržujejo le ogrodne sidralne korenine, absorpcijska cona se obnavlja pri vsakem deževju

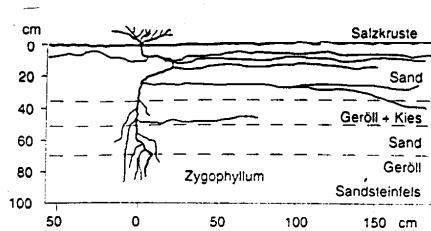
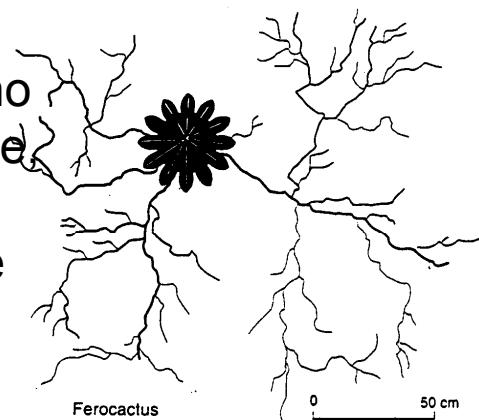


Abb. 4.9. Beispiele für intensive Bewurzelung (*Lolium multiflorum*) und für extensive Wurzelsysteme: Vertikale Ausdehnung der Pfahlwurzel von *Pituranthus tortuosus* in einem Wadi in Ägypten, horizontale Ausbreitung des Wurzelsystems von *Zygophyllum album* in einer versalzten Senke in der algerischen Wüste und von *Ferocactus wislizenii* (Grundriß horizontal streichender Wurzeln) in Arizona. Nach CANNON aus KUTSCHERA (1960), WALTER (1960) und KAUSCH (1959, 1968).

Razrast in rast koreninskega sistema sta odvisni od gentske zaslove in lastnosti tal

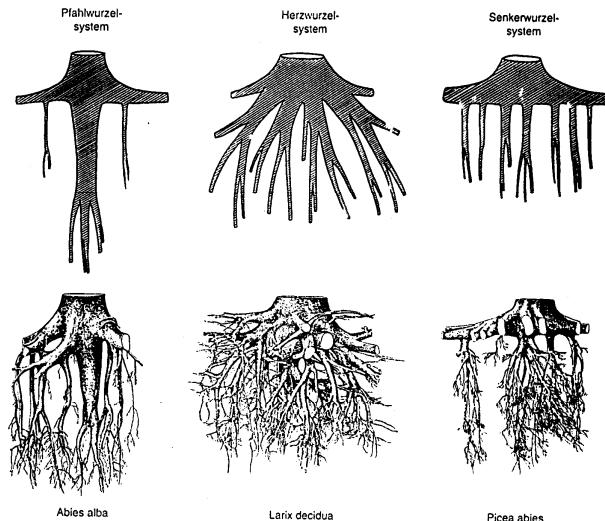


Abb. 1.8. Grundtypen der Wurzelsysteme von Waldbäumen der gemäßigten Zone und Wurzelraight erwachsener Nadelbäume bei ungehemmter Entwicklung. Unter den Laubbäumen bilden Eichen ein Pfahlwurzelsystem aus. Buchen, Hainbuchen und Birken ein Herzwurzelsystem. Eschen und Ulmen ein Senkerwurzelsystem. In tropischen Wäldern auf sauerstoffarmen Böden gibt es spezielle Wurzeltypen wie Tellerwurzel-, Brettwurzel- und Stielwurzelsysteme. Nach KÖSTLER et al. (1968).

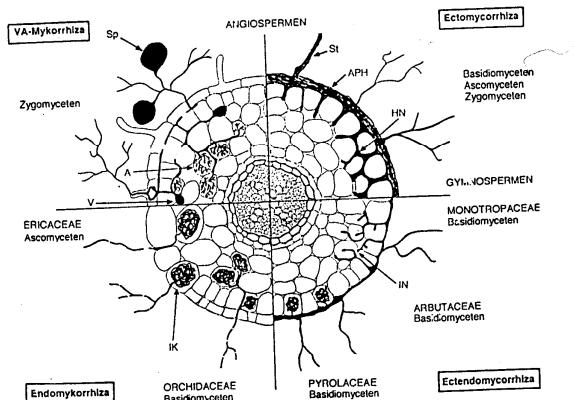


Abb. 1.10. Schematische Übersicht über die verschiedenen Mykorrhizaformen und die beteiligten Symbiosepartner. St = gebündelte Myzelstränge, APH = äußere Pilzhülle, HN = Hartig'sches Netz, IN = interzelluläres Myzelnetz, IK = intrazelluläres Myzelknäuel, V = Pilzvesikel, A = Arbuskel, Sp = Spore. Nach GIANINAZZI und GIANINAZZI-PEARSON (1988).

Tipi koreninskih sistemov in tipi mikoriz so odraz prevladujočih okoljskih razmer.

# Način rasti

- Potencialno neomejena rast (dolge in kratke korenine)
- Pozitivni geotropizem; negativni fototropizem (izjema zračne korenine); vpliv vode, hrani.

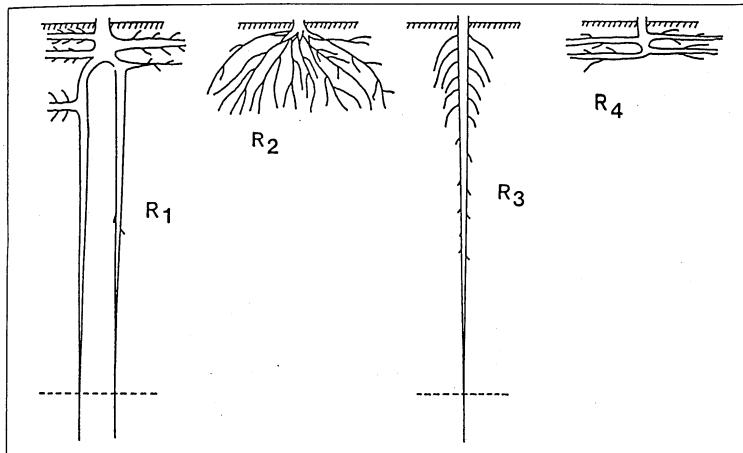


Fig. 1. Principal types of rooting morphologies exhibited by plants of sandplain (kwongan) ecosystems. The position of the water table is indicated by a broken line for Types R<sub>1</sub> and R<sub>3</sub>.

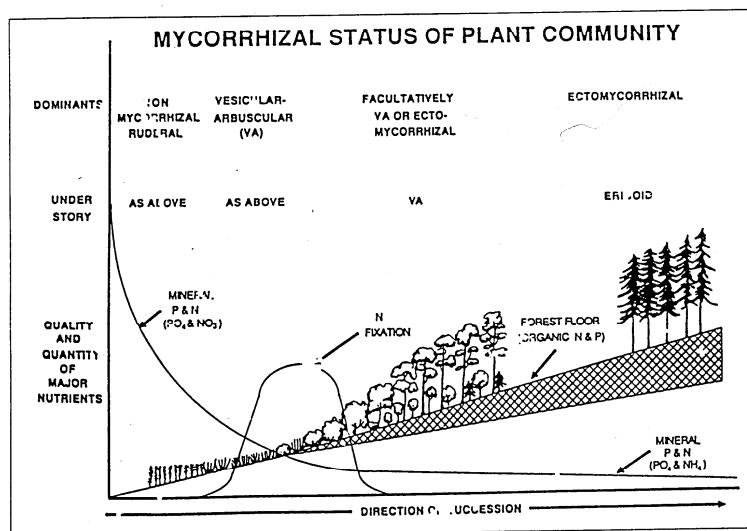
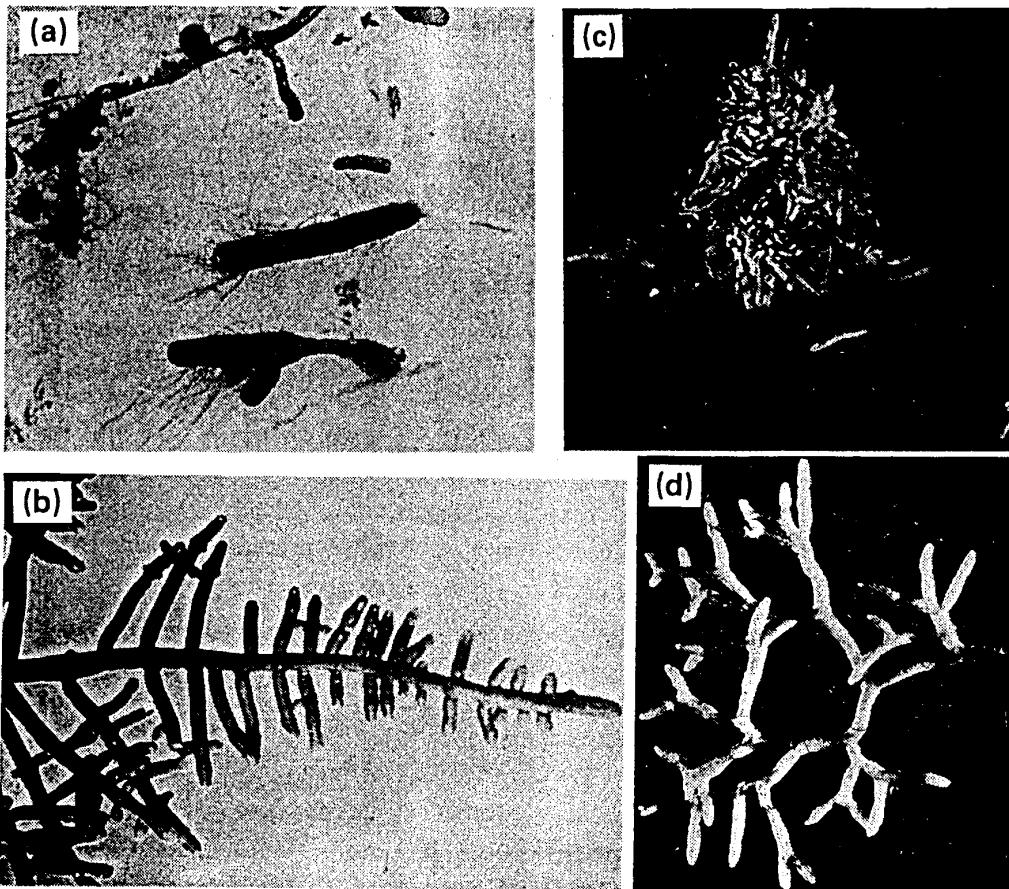


Fig. 4. Showing the proposed relationships between changing of myco-chemical qualities of the rooting environment in the course of succession and selection of differing mycorrhizal types. This succession refers to a boreal forest climax but similar processes are likely to be involved in many temperate forests and in the most nutrient impoverished tropical forests.

Koreninski sistemi lesnatih rastlin so v večini zgrajeni iz dolgih in kratkih korenin. Absorpcijska cona je omejena na kratke korenine, na katerih se razvijejo različne mikorize.

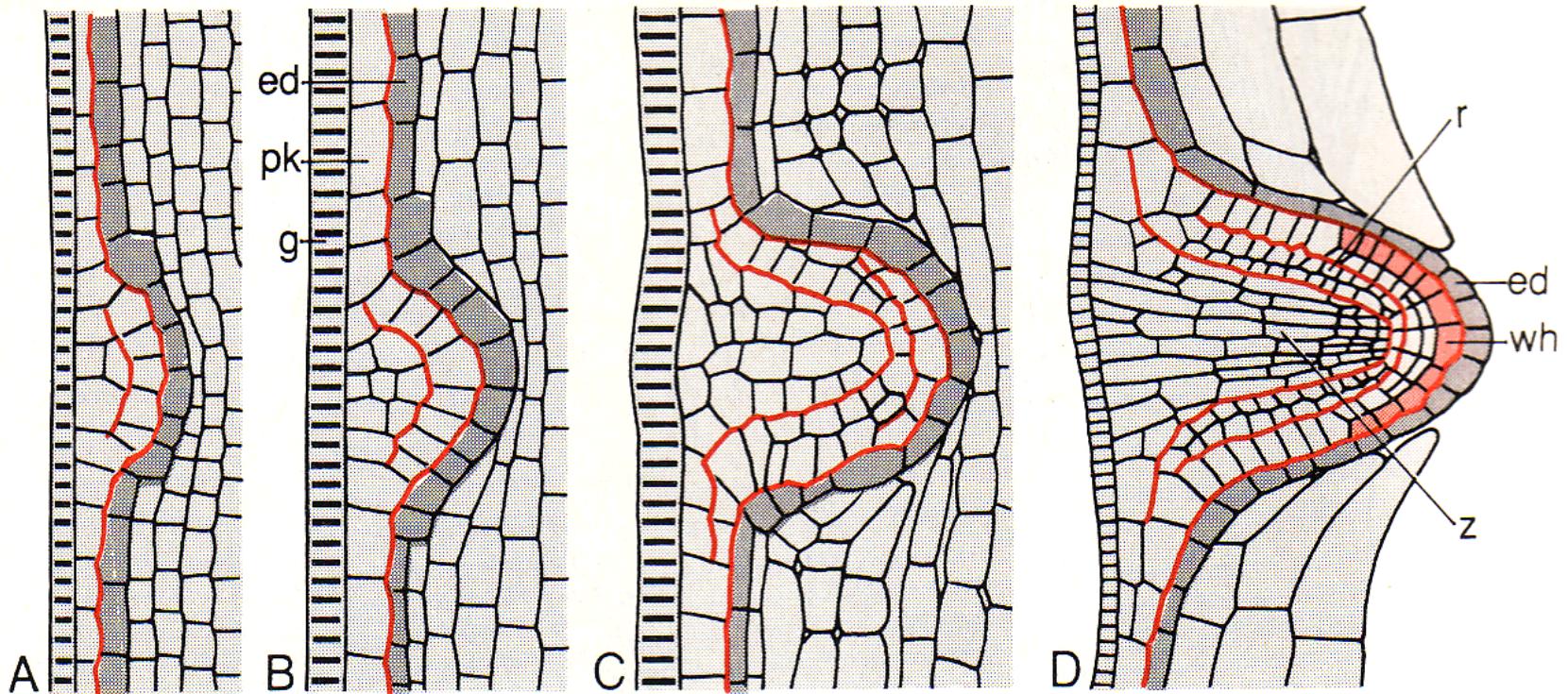


**Fig. 2-2** Various forms of mycorrhiza: (a) *Cenococcum* mycorrhiza; (b) pinnate mycorrhiza ( $\times 3.5$ ); (c) tuberculate mycorrhiza ( $\times 1.8$ ); (d) dichotomously-branched *Pinus* mycorrhiza ( $\times 3.8$ ). ((a) By courtesy of Dr L.V. Fleming.)

Tipi in trajnost mikorize so genetsko in okoljsko pogojeni

# Razraščanje korenine

- nikoli na temenu; vedno endogeno, obstransko
- **Spermatophyta:** iz pericikla;
- **Pteridophyta:** iz primarne skorje korenine)
- **nastanek nadomestnih (adventivnih) korenin:** potencialno možno iz vseh organov; najbolj pogosto:
- **iz hipokotila** (*Cyclamen*, *Impatiens*,...)
- **iz stebla-kolenc-nodijev** (*Zea mays*, *Mentha arvensis*; *Glechoma hederacea*, *Lycopus europaeus*, *Lamium* sp.,...)
- **iz internodijev** - rizomi!: *Iris*, *Acorus*, *Polygonatum*, *Hedera*, *Paris*, *Petasites*,...)
- **iz brstov:** *Crassulaceae* -*Bryophyllum*; *Adoxa moschatellina*; *Rubus*
- **iz listov** (*Begonia*, *Bryophyllum*, *Saintpaulia*,..)



Stranske korenine semenk nastajajo lateralno, iz pericikla.

# Regulacija rasti

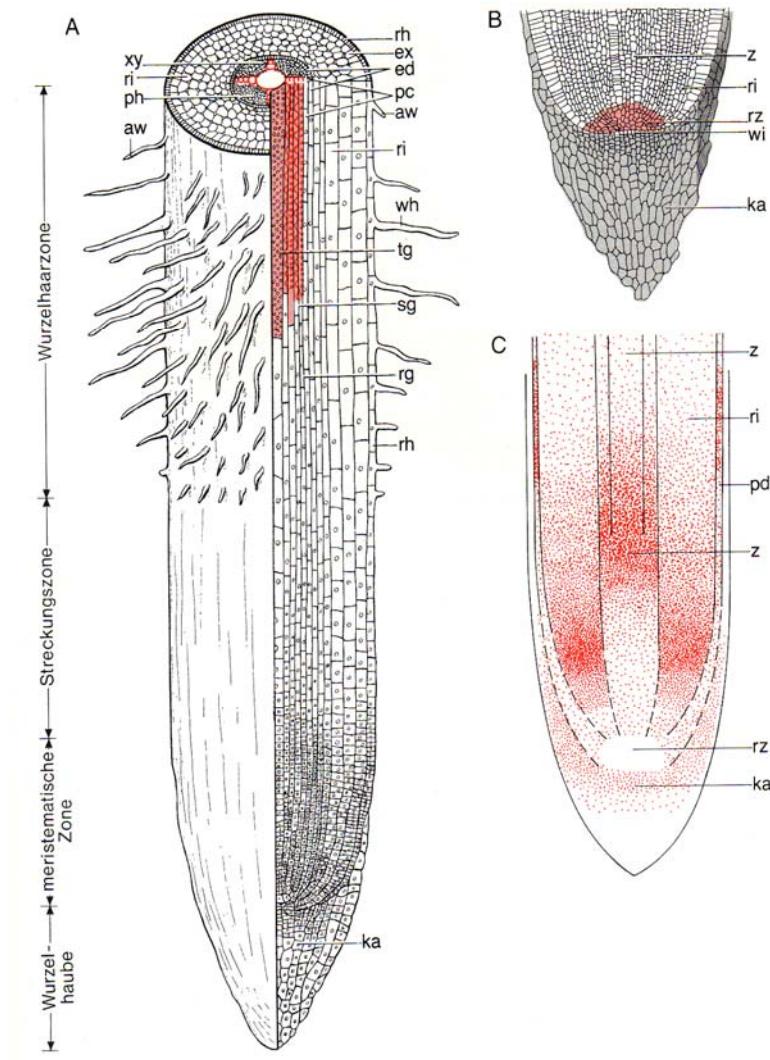
- Homologna regulacija (korelacija)
- a) **Nastanek korenin** (zasnova-indukcija): velika konc. auksinov ( $10^{-5}$  - $10^{-7}$  g/ml) + majhna konc. citokininov; obratno velja za indukcijo rastnega vršička stebla;
- b) **Dolžinska rast** je stimulirana pri manjši koncentraciji auksinov (cca  $10^{-10}$  g/ml)
- c) Pomemben je še vpliv etilena, ABA, fitohromov (težnost, svetloba⇒vpliv na sintezo in transport hormonov⇒nastanek polarnosti (koncentracijskih razlik), kar vodi v rast ali v indukcijo (razraščanje); **Cholodny-Wentova teorija rasti**

# **FUNKCIJE KORENINE**

- **1. Sidranje**
- **2. Absorpcija**
- **3. Prevajanje**
- **4. Drugo** (založna, prezračevalna, oprijemalna, razmnoževanje, (fotosinteza), hormonalna.

# MORFOLOGIJA IN ANATOMIJA KORENINE

- a) Morfologija: vrste koreninskih sistemov glede na nastanek in način razraščanja
- b) Razdelitev koreninskega sistema na cone (funkcija!):
  - **rastna cona** (cona delitve, morfogenetska, histogenetska cona)
  - **absorpcijska cona** (razvoj rizoderma in mikorize; ekto mikoriza, endo mikoriza (VAM mikoriza), ektendo mikoriza, simbioza z bakterijami fiksatorji dušika; primarna zgradba korenine (*Spermatophyta*: cent. cilinder z radialno žilo, pericikel, endoderm (aktivna Casparijeva proga), primarna skorja korenine, rizoderm/mikoriza); krajše obmoèje na dolgi korenini ali kratka korenina)
- - **cona prevajanja- dolge korenine** ; ( cent. cilinder, pericikel, odebelen endoderm s propustnicami, prim skorja, eksoderm; pri lesnatih rastlinah nastopi sekundarna debelitev korenine)



Postopna diferenciacija korenine

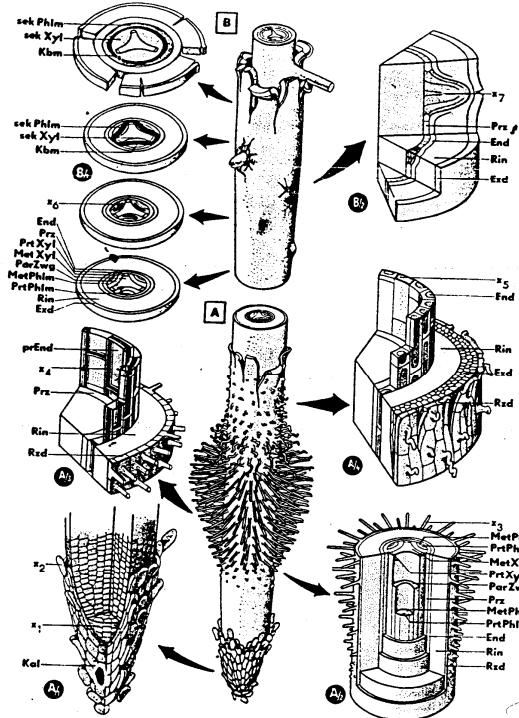


Abb. 85. Wurzel.

A Bau einer primären Wurzel von der Wurzelspitze (mit Kalyptra) bis zum Ersatz der Rhizodermis durch die Exodermis als Abschlußgewebe.

A/1 Vegetationskegel der Wurzelspitze (x<sub>1</sub>) und Kalyptra Kal; x<sub>2</sub> sich ablösende Zellen der Kalyptra.

A/2 Der Bau der Wurzel im Bereich der jungen Wurzelhaarzone. x<sub>3</sub> Wurzelhaare, Rzd Rhizodermis, Rin Rinde, End Endodermis, Prz Perizykel, PrtXyl Protoxylem, PrtPhlm Protophloem, MetPhlm Metaphloem, MetXyl Metaxylem, ParZwg parench. Zwischengewebe.

A/3 Lage und Bau der primären Endodermis prEnd im Bereich der Wurzelhaarzone. x<sub>4</sub> Cäsarspärriger Streifen, Prz Perizykel, Rin Rinde, Rzd Rhizodermis mit Wurzelhaaren.

A/4 Lage und Bau der tertiären Endodermis End in der älteren Wurzel. x<sub>5</sub> eine Durchlaßzelle, Rin Rinde, Exd Exodermis, Rzd Rhizodermis mit absterbenden Wurzelhaaren.

B Bau einer Wurzel im Bereich des beginnenden sekundären Dickenwachstums; Seitenwurzelbildung.

B/1 Übergang vom späten primären Zustand (unten) zum sekundären Bau der Wurzel (oben). End Endodermis, Prz Perizykel, PrtXyl Protoxylem, PrtPhlm Protophloem, MetXyl Metaxylem, MetPhlm Metaphloem, ParZwg Parenchym zwischen Phloem und Xylem (parenchymatisches Zwischengewebe), Rin Rinde, Exd Exodermis. x<sub>6</sub> Beginn der Ausbildung des Kambiums Kbm aus Zellen des Parenchyms ParZwg. Kbm Kambium, sekPhlm sekundäres Phloem, sekXyl sekundäres Xylem.

B/2 Frühes Stadium der Seitenwurzelbildung (x<sub>7</sub>). Prz Perizykel, End Endodermis, Rin Rinde, Exd Exodermis.

Cone korenine glede na funkcijo: rastna cona, absorpcijska cona, prevajalna cona

## Vzdolžni radialni prerez Korenine v rastni coni

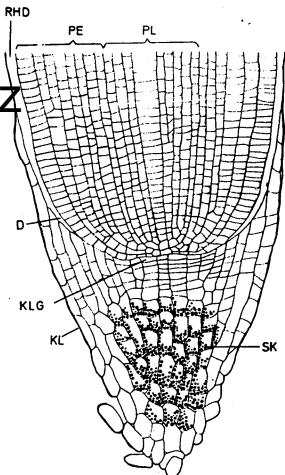


Abb. 54: Spitze einer jungen Wurzel, die von einer Calyptra (KL) überdeckt ist. Die Zellen der Calyptra entstehen aus dem Calyptrogen (KLG), enthalten z. T. Statolithenstärke (SK) und verschleimen an der Spitze. D = Dermatogen, aus dem die Rhizodermis (RHD) und die Wurzelhaare hervorgehen; PE = Periblem, aus dem die Wurzelrinde, einschließlich der Endodermis entsteht; PL = Plerom, aus dem sich der Zentralzyylinder mit dem Leitbündel entwickelt. (Nach Kny aus Lhrb. Bot. 1978, verändert.)

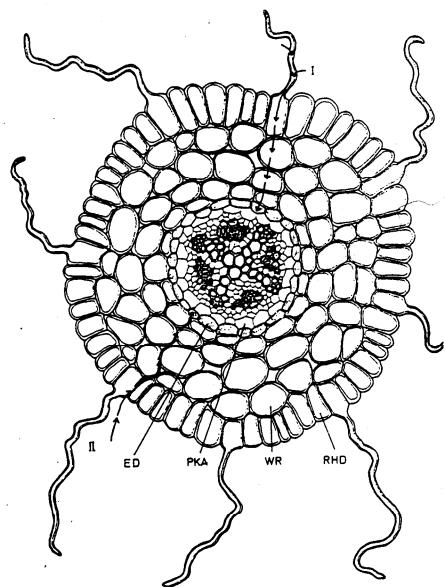


Abb. 55: Querschnitt durch eine junge Wurzel. RHD = Rhizodermis mit Wurzelhaaren; WR = Wurzelrinde; ED = Endodermis mit Caspary-Streifen in den radialen Wänden; PKA = Pericambium, äußerste Schicht des Zentralzyinders, in dem das radiale Leitbündel liegt (Xylem 4-strahlig, zwischen den Strahlen die 4 Phloemteile). I und II = Wassereinstrom (Pfeile) durch den Symplasten bzw. durch den Apoplasten bis zur Endodermis. (Vgl. Text)

## Prečni prerez korenine v absorpcijski coni

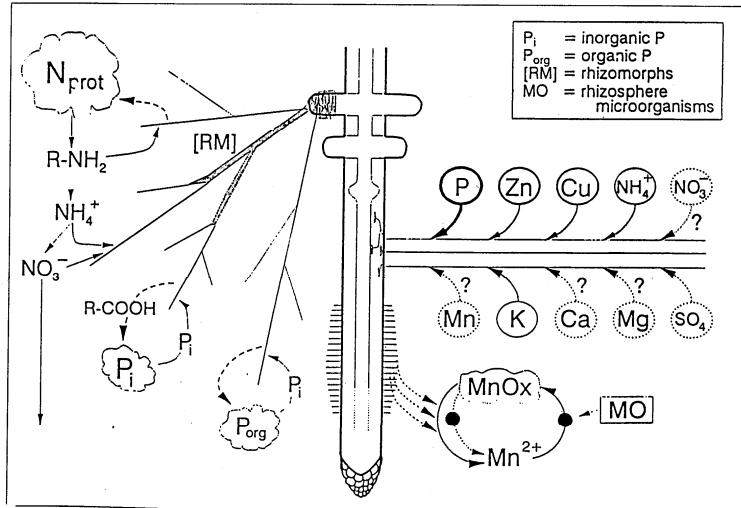


Fig. 1. Schematic presentation of components of the nutrient dynamics in, and acquisition from, the 'hyphosphere' of endo- (VA) mycorrhizal roots and of additional components found in ectomycorrhizal roots.

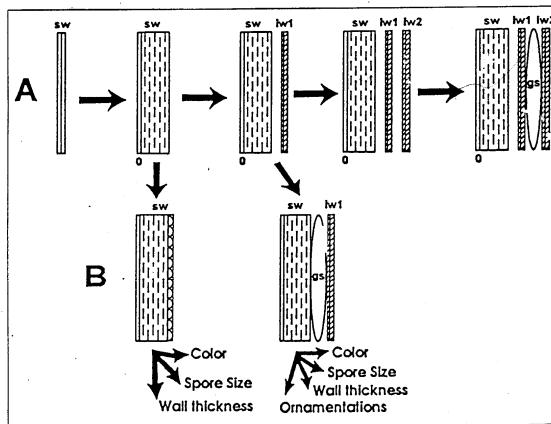


Fig. 2. Discrete stages in differentiation of subcellular structures, characters, and character states in *Gigaspora* and selected *Scutellospora* species. (A) Murographic representation of five stages in differentiation of *S. heterogama* spores. Subcellular structures; spore wall (''), first inner wall (iw1), second inner wall (iw2), germination shield (gs). Fill patterns signify characters of each structure; none = outer layer, vertical dashed lines = laminae, angled lines = flexible layers; o = ornamentation character state. (B) Murographs illustrating phenotypes of adult spores in: left = *Gigaspora* species, each species separated by different character states of the spore wall (arrows); right = *S. coraloides*, *S. fuliginea*, *S. gregaria*, *S. persica*, and *S. verrucosa*, each species separated by character states of the spore wall (arrows). Morphology of the inner walls in all *Scutellospora* species shown here differs from that in species descriptions (unpublished results).

## V absorpcjiski coni poteka absorpcija vode in mineralnih snovi

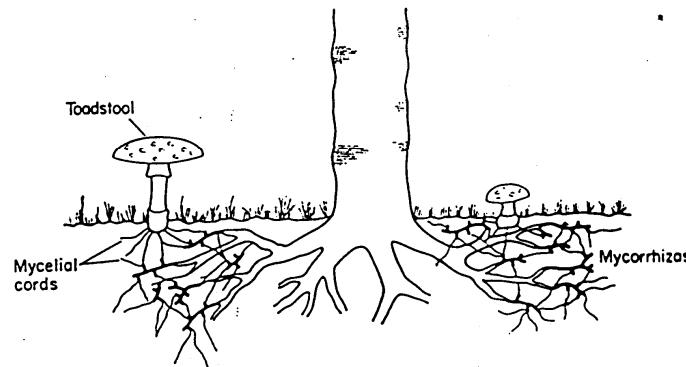


Fig. 2-1 Diagram showing sheathing mycorrhizal association.

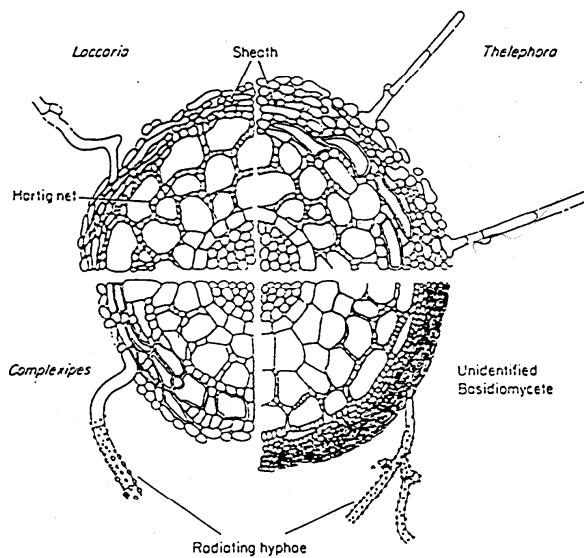


Fig. 2-5 Diagrammatic transverse sections of mycorrhizas of Sitka spruce formed by four different fungi. (By courtesy of Dr G.W. Thomas.)

Pri lesnatih rastlinah se v večini primerov razvije trajna absorpcijska cona na kratkih koreninah z ektomikorizo

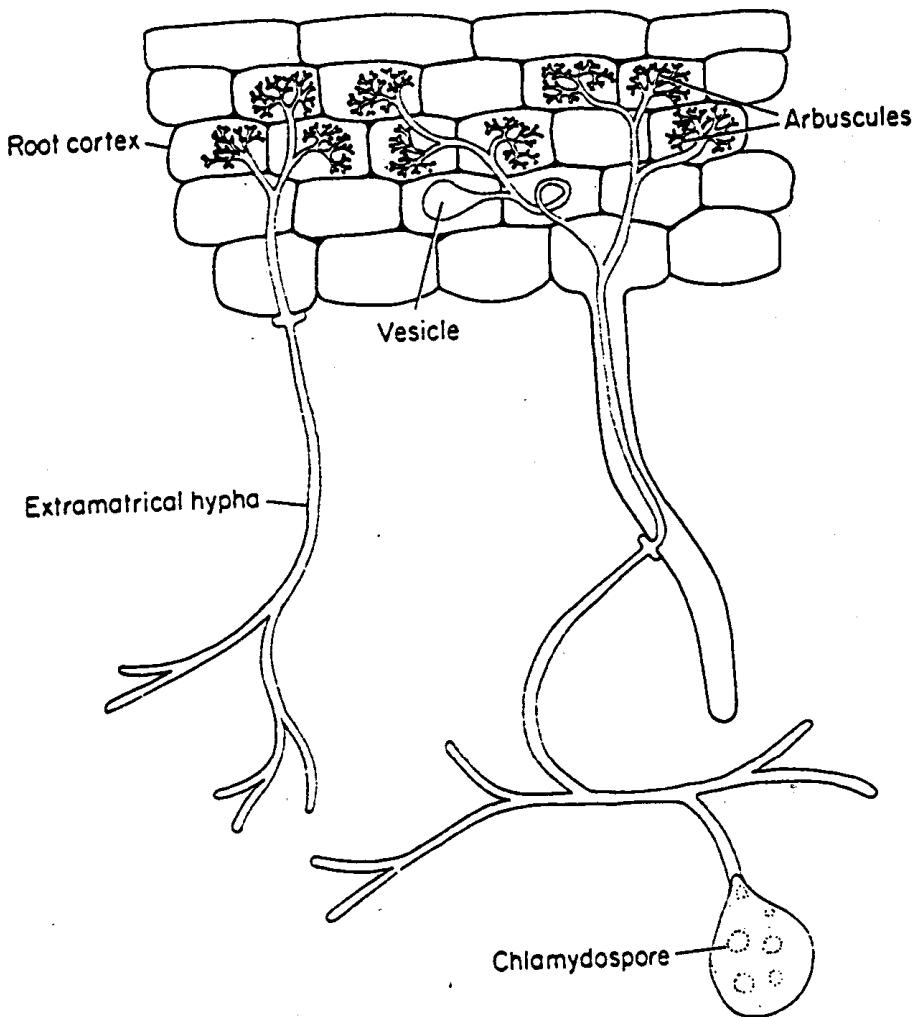
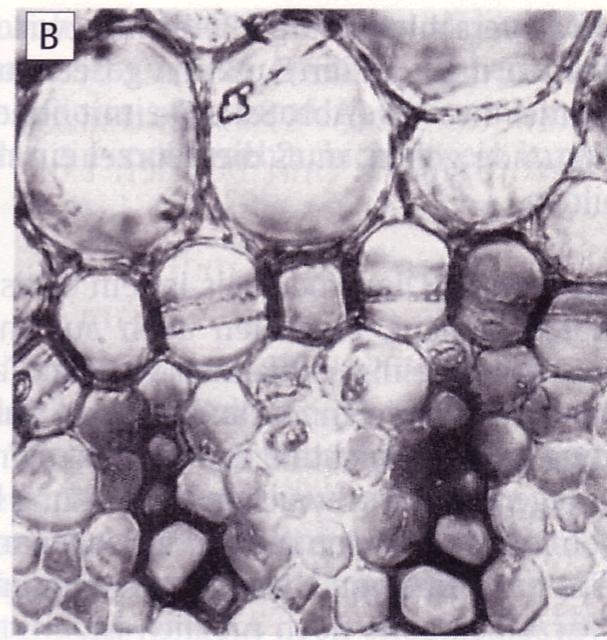
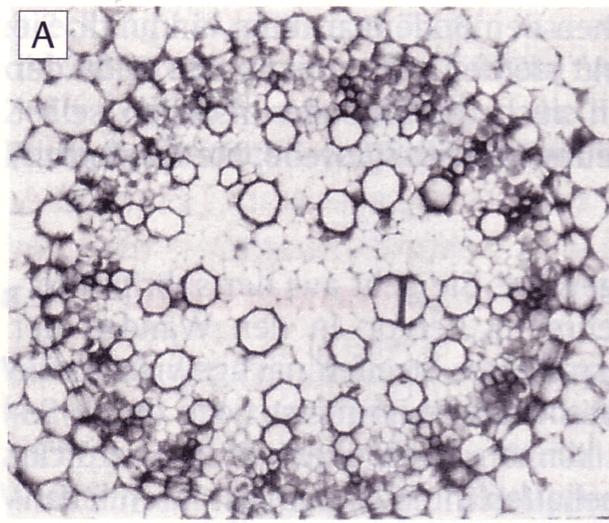
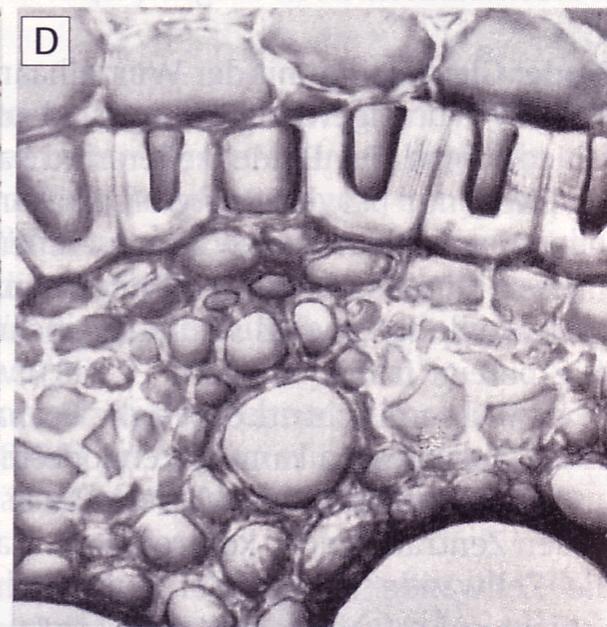
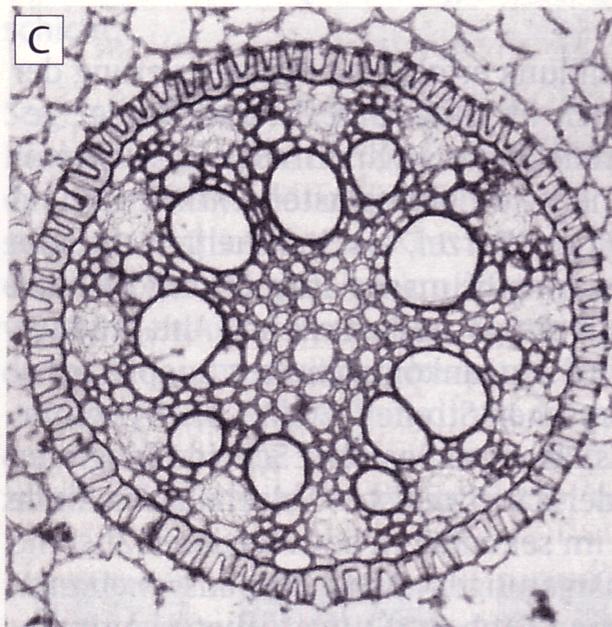


Fig. 3-1 Diagram of V-A mycorrhiza. (By courtesy of Dr G.W. Thomas.)

V travičih (stepe, savane, pampe) absorpcijska cona korenin ni trajna in se vsako sezono razvije na novo, enako endomikoriza (VAM mikoriza)



Casparijevi  
trakovi v  
endodermu



Opluteneli  
endoderm

Sprememba endoderma na prehodu iz absorpcijske v prevajalno cono korenine.

## Korenina dvokaličnice

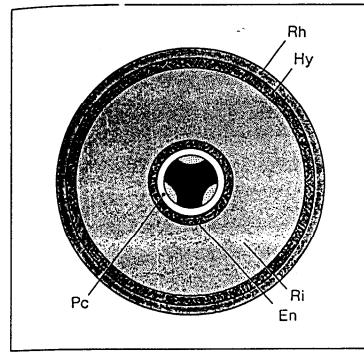


Abb. 1.3.95: Gewebe-Anordnung im Wurzelaquerschnitt; Rh Rhizodermis, Hy Hypodermis, Ri parenchymatische Wurzelrinde, En Endodermis; Zentralzylinder: Pc Pericambium = Pericyzel, Xylem schwarz, Phloem punktiert. Der Zentralzylinder ist hier „triarch“, das Xylem ist dreistrahlig, es weist im Querschnitt 3 Xylempole auf. (Original)

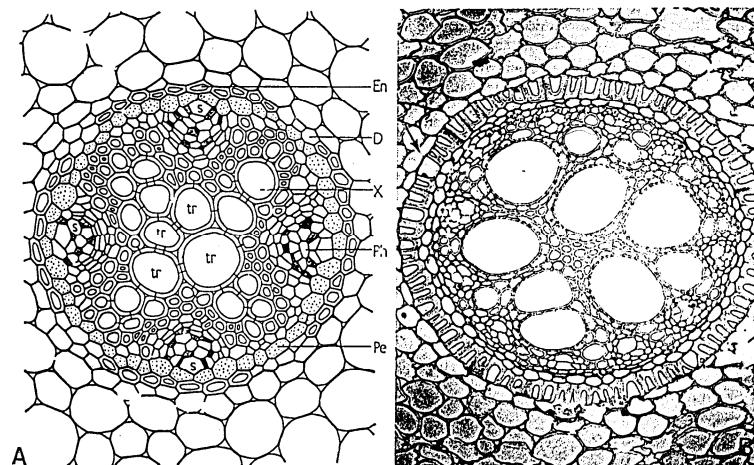
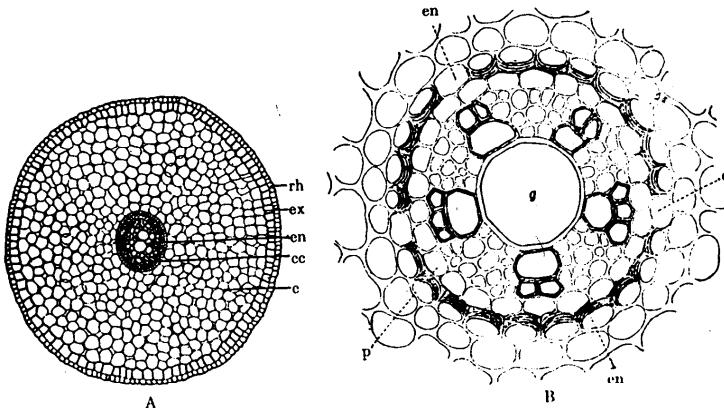


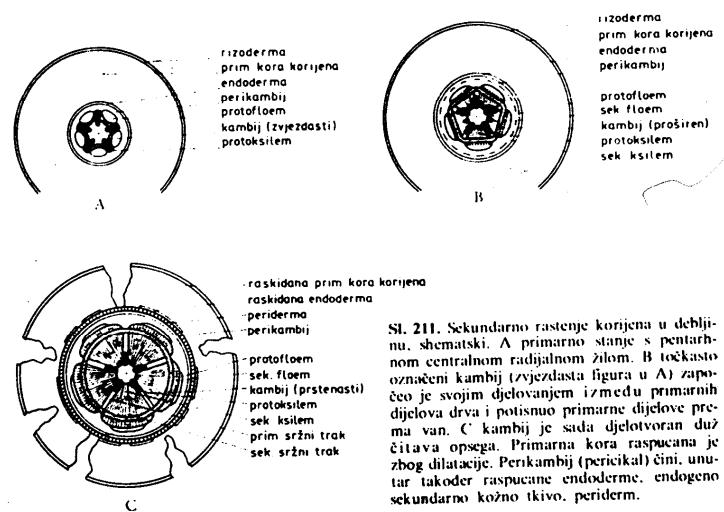
Abb. 1.3.96: Zentralzylinder der A, Querschnitt durch triarches Leitbündel der Wurzel des Hahnenfußes *Ranunculus acer*; En Endodermis, D Durchloßzellen, X Holzteil mit Tracheen tr, Ph Siebteil mit Siebröhren s und dunkel gezeichneten Geleitzellen, Pe Pericambium. B, Querschnitt durch dodecarchen Zentralzylinder einer Wurzel von *Iris germanica*; die in A etikettierten Gewebe können leicht wiedererkannt werden – mit Ausnahme der Phloempartien, die mit zarten Zellwänden zwischen den 12 Xylempolen unmittelbar unter dem Pericambium liegen. Pfeil: Durchloßzelle; Endodermis (wie in A) im tertiären Zustand. (A 215 : 1, n. D.v. Denffer, B 150 : 1, LM Aufnahme: H. Falk)

## Prerez korenin v prevajalni coni

## Korenina enokaličnice



Sl. 210. A poprečni presek kroz korijen crvenog luka (*Allium cepa*). rh rizoderma, ex eksoderma, en endoderma, cc centralni cilindar s centralnom radijalnom žilom. B radialna pentarhna žila korijena šalotke (špadžik, *Allium ascalonicum*). en endoderma s odeblijanim unutrašnjim stijenama korijena s širokim propusnicama (d), p perikambij, g velika centralna traheja. (A 45x, B 100x).



V prevajalni coni se notranja zgradba korenine bistveno spremeni. Pri zeliščih se na površini razvije eksoderm, v notranjosti opluteni endoderm. Pri lesnatih rastlinah se začne proces sekundarne debelitve korenine

# Primarna debelitev korenine

- Poteka podobno kot primarna debelitev stebla:
- 1. ponavadi traja eno sezono
- 2. ne nastane kambij, ampak se debelijo parenhimi skorje ali centralnega stržena
- Nastanejo:**koreni, koreninski gomolji**

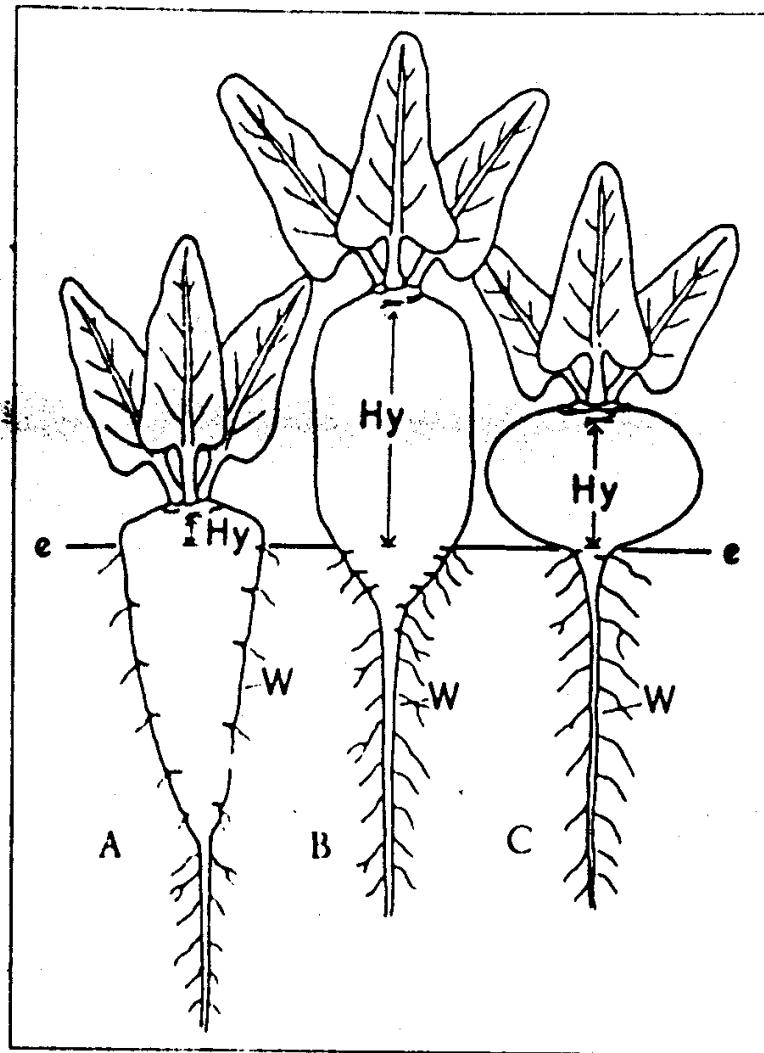
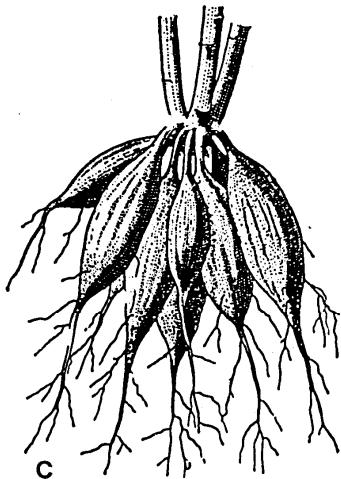
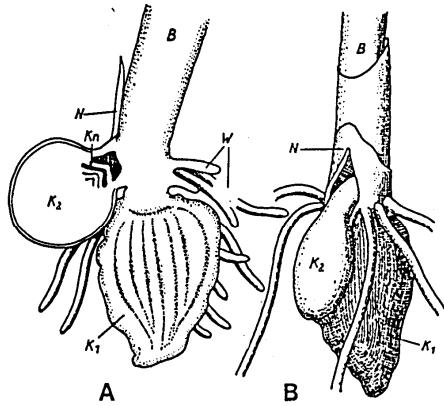


Abb. 1.3.39: Beteiligung von Primärwurzel W und Hypocotyl Hy an der Bildung von Rüben bei verschiedenen Rassen von *Beta vulgaris*: A, Zuckerrübe; B, Futterrübe; C, Rote Bete. (Nach W. Rauh)

Primarna debelitev glavne korenine in hipokotila pri nastanku korenov



**Abb. 1.3.92:** Wurzeln als Speicherorgane. **A, B**, Wurzelknollen bei *Orchis militaris*; *K*, vorjährige Knolle, aus der sich der diesjährige Blütenstiel *B* entwickelt hat; in der Achsel des untersten, schuppenförmigen Niederblattes *N* entwickelt sich am Achseltrieb eine neue Wurzelknolle *K<sub>2</sub>*; *W* normale Nebenwurzel; *Kn* Sproßknospe des Achseltriebes für die nächste Vegetationsperiode (n. R.v. Weltstein, 1,2 : 1). **C**, sprossbürtige Speicherwurzeln einer Dahlie (0,25 : 1, n. Weber). **D**, sprossbürtige Wurzelknollen im homorrhizigen Wurzelsystem des Scharbockskrautes *Ranunculus ficaria*; die Knollen brechen an der Basis leicht ab und wachsen dann wieder zu ganzen Pflanzen aus. **E**, weniger ausgeprägt als bei der Dahlie sind die Wurzelknollen bei *Hemerocallis*; auch hier werden aber Seitenwurzeln nur im nichtspezierenden distalen Bereich gebildet: *a* Rhizomausläufer. (D 2,7 : 1, E 0,7 : 1. Orig.: ale)

Primarna debelitev korenin pri nastanku koreninskikh gomoljev.

# Sekundarna debelitev korenine

- Poteka podobno potek kot v steblu:
- **1. Nastanek vaskularnega kambija** (žarkovne inicialke iz pericikla, fuziformen inicialke iz parenhimov med floemom in ksilemom; zvezdast igled v začetku, kasneje se zaokroži; tvorba lesa navznoter in sekundarne skorje navzven)
- **2. Delovanje kambija potencialno neomejeno;** sezonsko; tvorba branik v lesu; zgradba-razvitost in organizacija hidrosistemov podobno kot v deblu!
- **3. Tako ob začetku procesa propad prim skorje z endodermom;** nastanek felogena iz pericikla; tvorba periderma in kasneje ritidoma

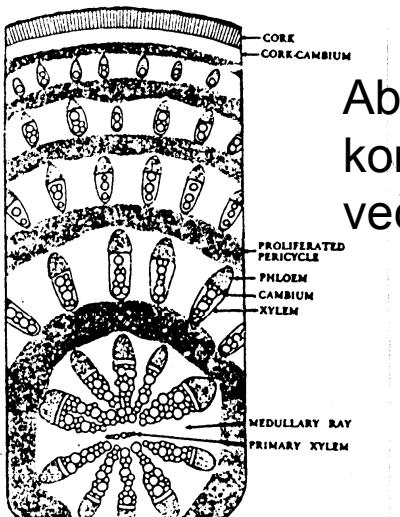


FIG. 88. Anomalous growth in beet root (*Beta vulgaris*).

Zaradi močnejše rasti vretenastih inicialk se kambij kmalu zaokroži

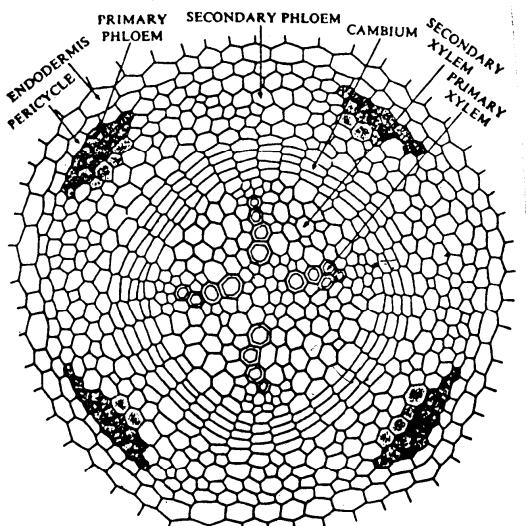


FIG. 78. Secondary growth of dicotyledonous root (later stage).

Začetek sekundarne debelitve korenine.

Aberatna sekundarna debelitev korenine pri pesi, kjer kambij nastane večkrat

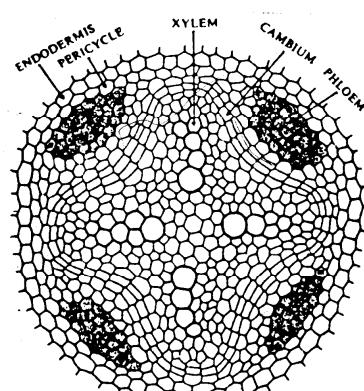


FIG. 77. Secondary growth of dicotyledonous root (early stage).

Kambij je sprva zvezdaste oblike

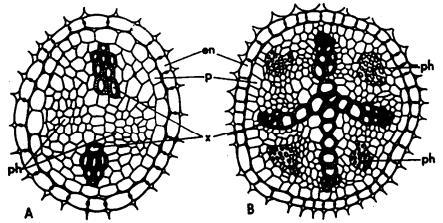


Abb. 316. A: *Nigella damascena*. B: *Ranunculus acer*. Querschnitt durch den Zentralzylinder der Wurzel. en Endodermis, p Perikambium, x Xylemechte, ph Phloemechte. A nach GERARD, B nach STRASBURGER aus KAUFMANN 1963.

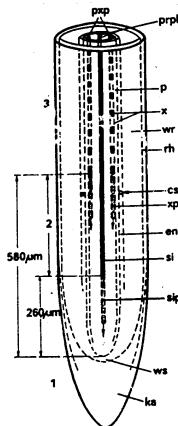


Abb. 317. Schematischer Längsschnitt durch die Wurzelspitze einer Tabakpflanze mit der Leitbündeldifferenzierung. Das Perikambium (p) reicht fast bis zur Wurzelspitze (ws). Von den Leitelementen werden die Siebröhren zuerst differenziert (sr). 1 Wurzelspitze, 2 Verlängerungszone, 3 Region der Wurzelhaare (Wurzelhaare weggelassen), ka Kalyptra, sip Siebröhrenprimordien, en Endodermis, o Beginn des Casparyschen Streifens 'cs', xp Xylemprämanen, rh Rhizodermis, wr Wurzelrinde, x fertige Gefäße, ppp Protophloempole, prph Protophloempole. Nach ESAU 1953, verändert.

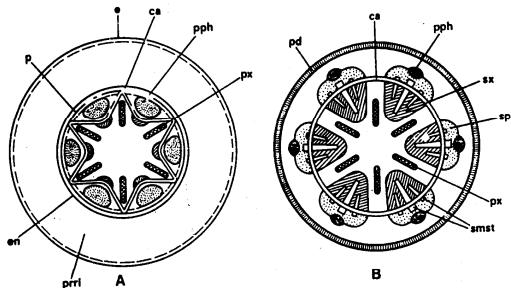


Abb. 318. Sekundäres Dickenwachstum der Wurzeln krautiger Dikotyledonen, schematisch. A: Primärer Wurzelbau kurz nach Beginn der sekundären Zuwachsaktivität. Der Kambiumring (ca) ist sternförmig. B: Sekundärer Wurzelbau mit kreisförmigem Kambiumring (ca). Die Epidermis (e), primäre Rinde (pri) und die Endodermis (en) sind bereits abgestoßen und durch ein aus dem Perikambium (p) stammendes Periderm (pd) ersetzt worden. px primäres, sx sekundäres Xylem, pph primäres, sph sekundäres Phloem, smst sekundäre Markstrahlen. Nach STRASBURGER aus RAUH 1950.

Pri oleseneli (sekundarno odebeleni) korenini ostane v sredini ostanek radialne žile

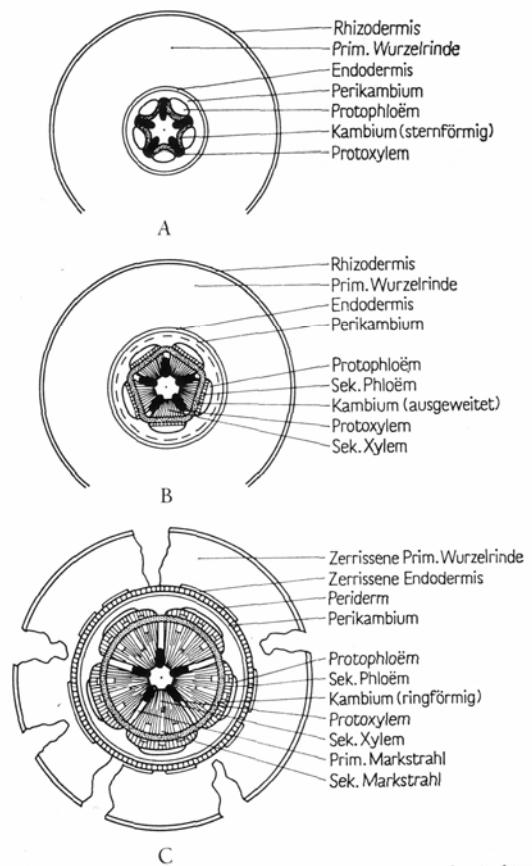


Abb. 128: Sekundäres Dickenwachstum einer Wurzel. A: primärer Zustand mit fünfstrahligem, zentralem Leitbündel; B: das Cambium (punktiert) mit noch sternförmiger Figur in A hat seine Tätigkeit aufgenommen, sich dabei abgerundet und die primären Phloemteile (Protophloëm) nach außen geschoben. C: Aufreissen der Rhizoderme, der primären Rinde einschließlich der Endodermis durch die stärker werdenden sekundären Gewebe; das neue Abschlußgewebe des Periderms entsteht endogen aus dem Pericambium. (Nach v. Denffer aus Lehrb. Bot. 1978.)

Pri sekundarni debelitvi korenine primarna skorja poči v začetku