

Ivan R ů ž i č k a:

## Příspěvek k regulační schopnosti mechů a vyšších rostlin z prameniště v Tiché dolině v západních Tatrách

V červenci v r. 1959 prováděli posluchači katedry botaniky v Brně botanický výzkum Tiché a Tomanové doliny. Měřil jsem regulační schopnost mechů ve vztahu k jejich zastoupení v různých biotopech prameniště, které se nachází pod Štrkami na pravém břehu Tichého potoka v nadmořské výšce 1240 m.

V horní části prameniště vytéká ze dvou pramenů malý potůček, který protéká částí prameniště a pak se vlévá do Tichého potoka. Tyto prameny mají charakter vaclusních pramenů, které se objevují ve vápencových oblastech. Kromě dvou výše uvedených pramenů prosakuje voda na povrch na celém prameništi a vytváří v jeho vrchní a spodní části řadu drobných tůňek s charakteristickou mechovou vegetací.

Pomocí universálního indikátoru Čůta-Kámen měřil jsem pH vody v různých biotopech prameniště. Voda v obou pramenech měla pH 7,5. Toto poměrně vysoké pH souvisí s tím, že voda v těchto pramenech není ještě ovlivněna mechovou vegetací. O tom, jak rostlinná vegetace a zvláště mechy dovedou ovlivnit a změnit pH vody, jsem se přesvědčil měřením pH vody v tůňkách se stagnující vodou, ve kterých rostly mechy. Ke změně pH vody došlo již v tůňce vzdálené od jednoho pramene 2 m, kde jsem naměřil pH 7,0. Ve spodní části prameniště, v místech kde přechází v kamenité koryto Tichého potoka, měla voda již jen pH 5,8—5,4. Tato velká změna pH je způsobena hlavně bohatými porosty rašeliníků (*Sphagnum girgensohnii* a *Sphagnum squarrosum*), které vodu silně okyselují.

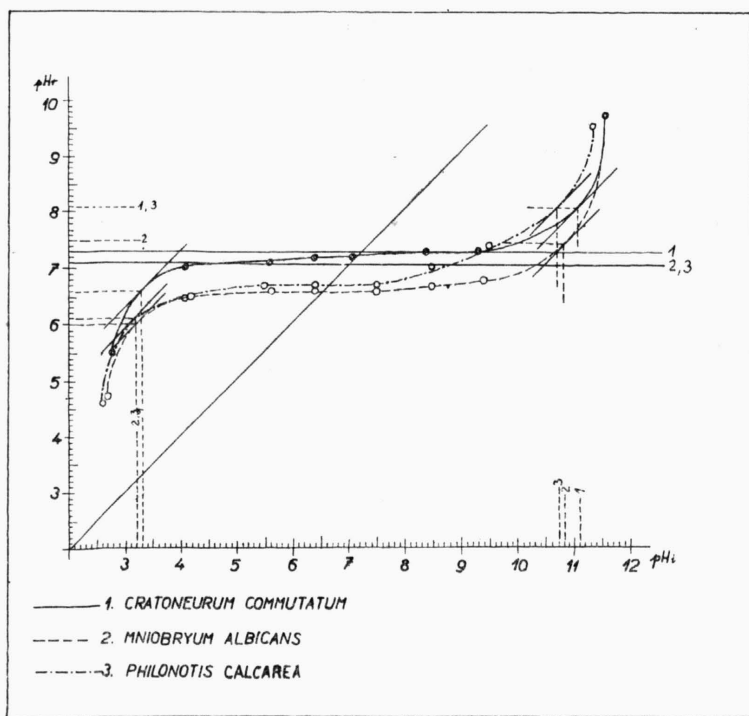
Na tomto prameništi roste asi 35 druhů mechů. Zajímavý je pro ně masový výskyt druhu *Paludella squarrosa* BRID, který je ojedinělý v takové nadmořské výšce. Z vyšších rostlin jsou charakteristické pro toto prameniště tyto druhy: *Carex paniculata* JUSL, *Carex flava* L., *Bistorta major* S. F. GRAY, *Eriophorum latifolium* HOPPE a *Valeriana simplicifolia* (RCHB.) KABAT. Tyto jsou zastoupeny v různé kombinaci ve třech ne dosti vyhraněných typech společenstva: 1. *Caricetum paniculatae* prameništního typu, 2. *Caricetum paniculatae* se stagnující vodou a 3. *Eriophoretum latifolii*.

Podstata regulační schopnosti rostlin spočívá ve snaze upravit si pH prostředí na takovou hodnotu, která jim nejlépe vyhovuje. Regulační schopnost mechů jsem měřil metodou modifikovanou dr. Rychnovskou-Soudkovou M. Je to jednoduchá kolorimetrická metoda, při níž jsem používal universální indikátor Čůta-Kámen.

Připravil jsem si řadu neustojných roztoků 6—8 s odstupňovaným pH od 2,0 do 11,0. Do každé zkumavky s 5 cm<sup>3</sup> roztoku jsem vložil 2 až 5 rostlinek (podle velikosti druhu) a po uplynutí dvou hodin jsem je vyjmul a změřil výsledné pH. Počáteční pH ve zkumavce — pH<sub>i</sub> (iniciální) a pH po vyjmutí mechů — pH<sub>r</sub> (regulační) jsem pak srovnával. Abych vyloučil změny pH působením atmosféry, odečítal jsem pH iniciální z kontrolní sady zkumavek, kterou jsem nechal stát bez mechů na vzduchu též dvě hodiny. Hodnocení výsledků jsem prováděl graficky. Na osu *x* jsem nanášel počáteční — iniciální pH roztoků a na osu *y* pH naměřené po dvou hodinách — pH regulační. Spojením získaných bodů jsem dostal regulační křivku příslušného druhu mechu. Regulační křivka mechů má charakteristický průběh. Z jejího tvaru a průběhu

jsem stanovil délku a výšku regulační zóny. Obě hodnoty jsem získal tak, že jsem vedl ke křivce tečny rovnoběžně s přímkou půlící pravý úhel mezi osami  $x$  a  $y$ . Na každé křivce jsem dostal 2 body, jejichž promítnutím na osu  $x$  jsem stanovil délku regulační zóny a promítnutím na osu  $y$  výšku regulační zóny.

Délka regulační zóny je dána dvěma krajními hodnotami pH, které může daný druh ještě regulovat, čím větší je délka regulační zóny, tím větší má druh regulační schopnost a tím také větší ekologickou plasticitu. Výška regulační zóny ukazuje rozmezí optimálního pH pro daný



Obr. 1. Regulační křivky neutralisujících mechů rostoucích ve vodě potůčku.

Abb. I. Regulationskurven neutralisierender Moose, die im Bachwasser wachsen.

druh. Střední hodnota optima je přímo dána průsečíkem přímkou půlící úhel mezi osami  $x$  a  $y$  s křivkou promítnutým na osu  $x$  nebo  $y$ .

Pro srovnání jsem měřil ještě pH vody vymačkané z mechů a tyto hodnoty nanášel do grafu s regulační křivkou příslušného mechu. Naměřené pH vody leželo vždy v rozmezí optimálního pH daného druhu, což potvrdilo správnost této metody.

Podle regulační schopnosti jsem rozdělil mechy rostoucí na prameništi do tří skupin:

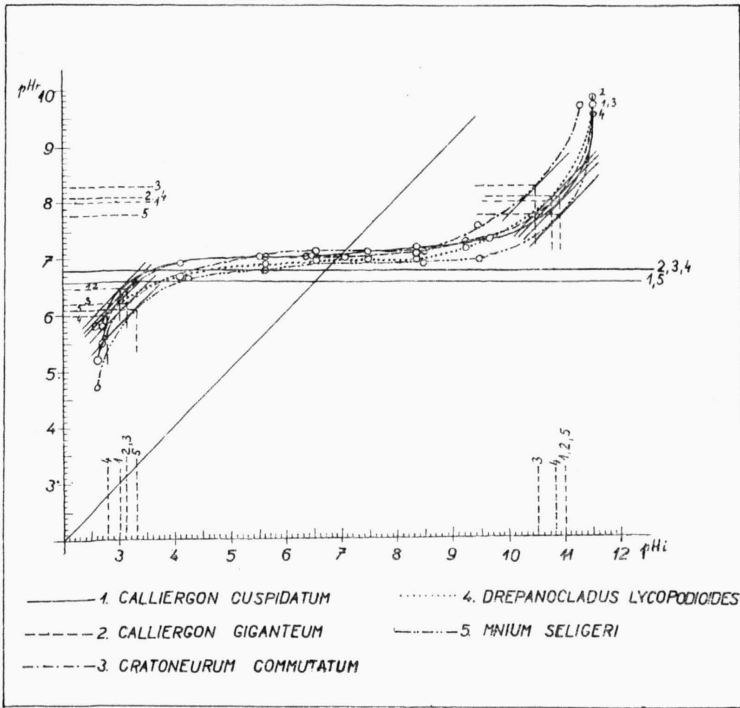
1. Mechy neutralisující,
2. mechy slabě okyselující,
3. mechy silně okyselující.

Toto rozdělení mechů podle regulační schopnosti se obvykle shoduje s jejich rozmístěním na prameništi. S klesající hodnotou pH vody na prameništi směrem od shora dolů, mění se též mechová vegetace. Zde je právě vidět závislost rozšíření druhu na pH prostředí a na délce jeho regulační zóny.

V horní části prameniště kolem potůčku v jeho vodě a v tůňkách se stagující vodou rostou mechy neutralisující. Těsně pod pramenem ve vodě

potůčku rostly tyto neutralisující mechy: *Mniobryum albicans* LIMP., *Philonotis calcarea* SCHMP., a různé formy *Cratoneurum commutatum* ROTH. Regulační křivky těchto mechů jsou na obr. 1.

Délka regulační zóny těchto mechů se pohybuje v rozmezí pH 3,2—11,1, výška regulační zóny od pH 6,0 do 8,1. Značná délka regulační zony svědčí



Obr. 2. Regulační křivky neutralisujících mechů z horní části prameniště.

Abb. 2. Regulationskurven neutralisierender Moose aus dem oberen Quellgebiet.

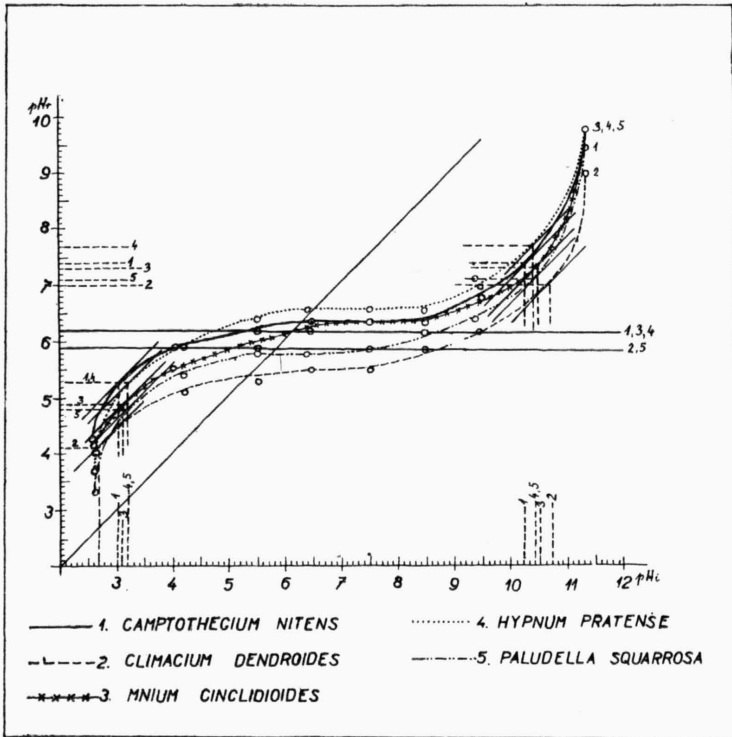
o silné regulační schopnosti těchto mechů, což jim umožňuje osidlovat extrémní stanoviště jako v tomto případě, kdy rostou v mírně alkalické vodě. Jejich optimum se pohybuje kolem pH 6,8. Jde tedy o mechy neutralisující.

V horní části prameniště v tůňkách se stagnující vodou a kolem nich rostou další neutralisující mechy: *Calliergon giganteum* KINDB., *Calliergon cuspidatum* KINDB., *Cratoneurum commutatum* ROTH., *Drepanocladus lycopodioides* WTF. a *Mniium seligeri* LIMPR. Regulační křivky těchto mechů jsou na obr. 2.

Délka regulační zóny těchto mechů se pohybuje v rozmezí pH 2,8—11,0, výška regulační zóny od pH 6,0 do 8,3. Tyto mechy mají také velkou délku regulační zóny, což souvisí s jejich velkou ekologickou plasticitou. Optimum se pohybuje okolo pH 7,0 a odpovídá to též přibližně hodnotám pH vody vymačkané z těchto mechů. Střední regulační bod je roven pH 7,0 a proto tyto mechy rostou nejlépe v neutrálním prostředí. Regulační křivky těchto mechů jsou téměř shodné, což je patrné z obr. 2. Je to způsobeno velkou

přizpůsobivosti těchto mechu k vnějším podmínkám. Mechy z obou těchto skupin jsou typické kalcifilní druhy.

Do skupiny mechu neutralisujících pronikají i druhy slabě a silně okyselující. Jsou to hlavně *Paludella squarrosa* BRID. a *Sphagnum girgensohnii* Russ. (jejich regulační křivky jsou na obr. 3 a 4), které tvoří často rozsáhlé



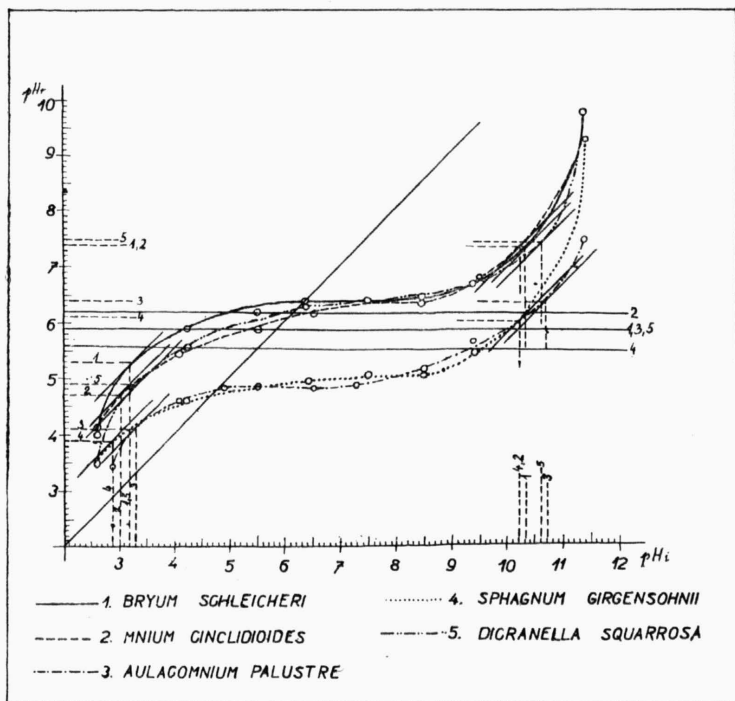
Obr. 3. Regulační křivky mechu ze střední části prameniště.  
Abb. 3. Regulationskurven von Moosen aus dem mittleren Quellgebiet.

ostrůvky mezi neutralisujícími mechy. Jejich schopnost pronikat do prostředí mírně alkalického je umožněna značnou délkou jejich regulační zóny. U *Paludella squarrosa* od pH 3,2 do 10,4 a u *Sphagnum girgensohnii* od pH 2,9 do 10,2. Porosty těchto mechu sahají často do vzdálenosti 1 m od potůčku, jehož voda má pH 7,5, ale voda vymačkaná z těchto mechu má pH již značně nižší. Např. voda ze *Sphagnum girgensohnii* rostoucího 1 m od potůčku má pH 4,3, avšak 2 m od potůčku již jen pH 3,7.

Další skupinu na tomto prameništi tvoří mechy slabě okyselující. Jsou to: *Camptothecium nitens* LOESKE, *Climacium dendroides* WEB. et MOHR., *Mnium cinclidioides* HUEB., *Hypnum pratense* KOCH a *Paludella squarrosa* BRID. Regulační křivky těchto mechu jsou na obr. 3.

Délka regulační zóny těchto mechu se pohybuje v rozmezí pH 2,7—10,7 a výška regulační zóny od pH 4,1 do 7,7. Jde opět o mechy s velkou délkou regulační zóny. Střední hodnota regulačního bodu je rovna pH 6,1 a odpovídá

to i naměřené půdní aciditě, která má také pH 6,1. Z toho je patrné, jak se tyto mechy přizpůsobily daným podmínkám. Též průběhy regulačních křivek těchto mechů jsou skoro shodné a liší se jen málo výškou regulační zóny. U těchto mechů a potom u všech dalších byla do grafu společně s regulační křivkou nanášena místo pH vymačkané vody hodnota půdní acidity.



Obr. 4. Regulační křivky mechů ze spodní části prameniště.  
Abb. 4. Regulationskurven von Moosen aus dem unteren Quellgebiet.

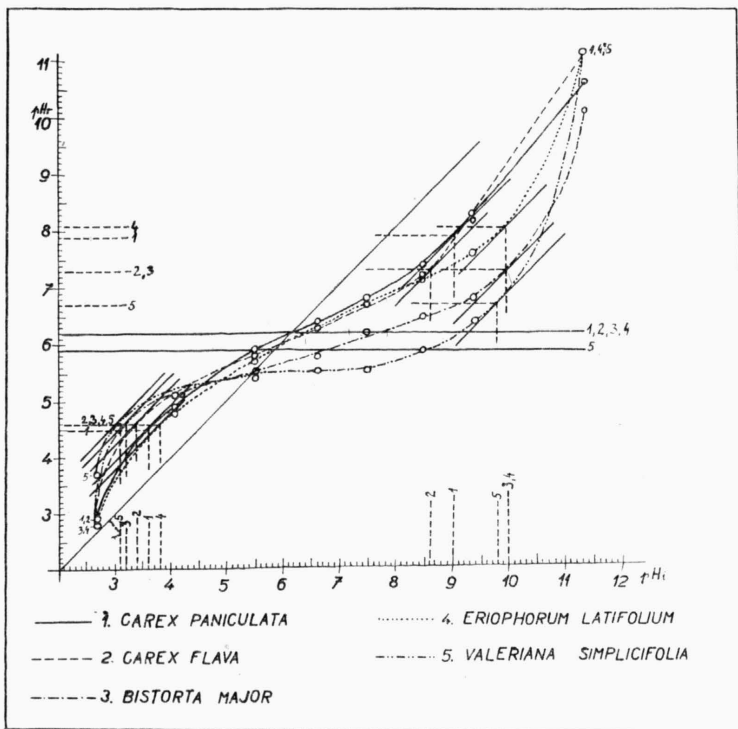
V této části prameniště se vyskytují ve větší míře než v horní části mechy silně okyselující, jako je *Sphagnum girgensohnii* RUS. a *Sphagnum squarrosum* PERS. Optimum u *Sphagnum girgensohnii* kolísá v rozmezí pH 3,7—6,0 a pH vody vymačkané z těchto mechů mělo hodnotu 3,7.

V dolní části prameniště a v okolí místa kde potůček opouští prameniště převládají mechy silně okyselující. Jsou to *Sphagnum girgensohnii* RUS. a v menší míře *Aulacomnium palustre* SCHWAEGR. Kolem malých tůňek se stagnující nebo mírně proudící vodou rostou mechy slaběji okyselující: *Bryum schleicheri* SCHWAEGR., *Mnium cinclidioides* HUEB., *Dicranella squarrosa* SCHIMP. a jatrovka *Scapania uliginosa* DUM. Regulační křivky těchto mechů jsou na obr. 4.

Délka regulační zóny těchto mechů se pohybuje od pH 2,9 do 10,7 a výška regulační zóny od pH 3,9 do 7,5. Střední regulační bod mechů silně okyselujících má hodnotu pH 4,9, pro slabě okyselující pH 6,2. pH vody vymačkané z těchto mechů bylo přibližně shodné s jejich optimum. Průběh regulačních

křivek mechů silně okyselujících je podobný průběhu křivek mechů slabě okyselujících, jen střední regulační bod se liší o pH 1,3.

Regulační vlastnosti vyšších rostlin rostoucích na tomto prameništi studoval v červenci 1959 JAROSLAV VEČEREK. Jeho výsledky měření pokud jsou



Obr. 5. Regulační křivky vyšších rostlin rostoucích na prameništi.

Abb. 4. Regulationskurven höherer Pflanzen, die im Quellgebiet wachsen.

nutné pro srovnání uvádím s jeho svolením. Měření bylo prováděno u těchto druhů: *Carex paniculata* JUSL. *Carex flava* L., *Bistorta major* S. F. GRAY, *Eriophorum latifolium* HOPPE a *Valeriana simplicifolia* (RCHB.) KABAT. Regulační křivky těchto rostlin jsou na obr. 5.

Délka regulační zóny vyšších rostlin se pohybuje v rozmezí pH 3,1—10,0, výška regulační zóny od pH 4,5 do 8,1. Střední regulační bod má pH 5,8 a střední hodnota acidity půdy pH 6,1. Průběhy regulačních křivek vyšších rostlin jsou jiné než u mechů a liší se hlavně délkou regulační zóny, výškou optima a tvarem regulační křivky. Křivky jsou si však navzájem podobné a mají osobitý tvar.

Mezi vyššími rostlinami rostoucími na prameništi se nevyskytují druhy neutralisující, ale jen druhy slabě a silně okyselující. Tyto druhy se vyskytují roztroušeně po celém prameništi a nejsou lokalizovány na jednotlivé části prameniště, jako je tomu u mechů. K silněji okyselujícím rostlinám patří *Carex paniculata*, k slabě okyselujícím *Carex flava*, *Bistorta major*, *Eriophorum latifolium* a *Valeriana simplicifolia*.

Měření regulační schopnosti bylo prováděno hlavně u mechů a pro srovnání též u některých vyšších rostlin rostoucích na prameništi. Z výsledků měření a z regulačních křivek je patrné, jak velkou mají mechy regulační schopnost, což souvisí s jejich značnou ekologickou plasticitou. Na prameništi je možno pozorovat, jak působí zase zpětně podmínky prostředí na utváření rostlinného společenstva. S klesající hodnotou pH prostředí od horní části prameniště směrem dolů, mění se též mechová vegetace.

Podle regulační schopnosti jsem rozdělil všechny mechy rostoucí na prameništi do tří skupin: 1. Mechy neutralisující, 2. mechy slabě okyselující a 3. mechy silně okyselující. Pro všechny mechy je charakteristický skoro stejný tvar a stejný průběh regulačních křivek. Křivky se liší jen výškou regulační zóny, která se u neutralisujících mechů pohybuje v rozmezí pH 6,0—8,3, u okyselujících mechů od pH 4,0—6,4. Křivky mechů mají velkou délku regulační zóny, což je pro ně typické a umožňuje jim pronikavě ovlivňovat aciditu půd. Regulační křivky vyšších rostlin se liší od křivek mechů hlavně délkou regulační zóny, výškou optima a průběhem. Tyto křivky mají strmější průběh a tím také menší délku regulační zóny. Proto vyšší rostliny vykazují menší regulační schopnost než mechy.

#### L i t e r a t u r a

- ŮLEHLA V. (1928): Die Regulation der Wasserstoffionenkonzentration durch Suceulentengewebe, *Protoplasma* 3.  
 RYCHNOVSKÁ-SOUDKOVÁ M. (1958): Regulační schopnost rostlin jako ukazatel aciditní amplitudy jejich přirozeného výskytu, *Biológia* 13 : 662—668.  
 ŠMARDKA J., RŮŽIČKA I., VEČEREK J. (1959): Příspěvek k poznání regulační schopnosti mechů, *Biológia* 14 : 843—851.

Adresa autora: Ivan R ů ž í č k a, Katedra botaniky, Kotlářská 2, Brno.  
 Došlo 3. března 1960.

I. R ů ž í č k a:

### Beitrag zur Regulationsfähigkeit der Moose und der Samenpflanzen aus dem Quellgebiet im Tale Tichá dolina in den Westkarpaten

Die Messungen der Regulationsfähigkeit führte ich besonders an Moosen aus und als Kontrolle benützte ich einige Samenpflanzen von derselben Lokalität. Die Messungsergebnisse und Regulationskurven erweisen eine ziemlich hohe Regulationsfähigkeit der Moose, das bedeutet die Fähigkeit, pH ihrer Grundlage an das Optimum anzupassen. Man kann in dem Quellgebiete die Umwandlung der Pflanzenassoziation mit den geänderten Umweltfaktoren untersuchen. Mit dem abnehmenden pH-Werte talwärts nimmt auch die Moosvegetation eine andere Bildung an. Nach der Regulationsfähigkeit habe ich alle im Quellgebiete wachsenden Moose in drei Gruppen eingeteilt: 1. die neutralisierenden Moose, 2. die schwach azidisierenden Moose und 3. die stark azidisierenden Moose.

Für alle Moose ist dieselbe Form und der gleiche Verlauf der Regulationskurven charakteristisch. Die Kurven unterscheiden sich bloss durch die Höhe der Regulationszone, welche bei den neutralisierenden Moosen von pH 6,0—8,3, bei azidisierenden von pH 4,0—6,4 schwankt. Die Mooskurven zeigen eine grosse Länge der Regulationszone. Dies ist von grosser Bedeutung für Moose, denn dadurch wird ihnen ermöglicht, die Bodenazidität stark zu beeinflussen und verschiedene Standorte zu besiedeln.

Die Regulationskurven der Samenpflanzen unterscheiden sich von denen der Moospflanzen namentlich durch die Länge und den Verlauf der Regulationszone. Diese Kurven steigen plötzlich an und deshalb weisen die Samenpflanzen eine niedrigere Regulationsfähigkeit als die Moospflanzen auf.