

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 47 (1971)

Artikel: Vergleichend ökologische Untersuchungen an Plateau-Tannenwäldern im westlichen Aargauer Mittelland
Autor: Pfadenhauer, Jörg
Kapitel: 5: Ergebnisse
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308371>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

5. Ergebnisse

5.1 Station «Bim scharfen Eggen»

5.1.1 Verlauf der Saugspannung (Tafel 1)

Aus Tafel 1 erkennt man, daß der Boden des *QuAs* einen Wasserspiegel hatte, der sich innerhalb der Meßtiefen entsprechend der Niederschlagsverteilung auf- und abbewegte. Während der Meßperiode erreichte er seinen höchsten Stand am 13. Mai bei 28 cm unter Flur und sank erst am 9. Juni unter 100 cm Tiefe ab. Am 22. August stieg er wieder bis knapp 50 cm Tiefe infolge der ausgiebigen Regenfälle und verschwand erst am 3. September unter der 100-cm-Meßtiefe. Im *MFb* trat dagegen während der gesamten Meßperiode kein Wasserspiegel oberhalb 100 cm Tiefe auf. Hier wurden auch die höchsten Saugspannungen erreicht, nämlich 571 cm WS am 14. Juli, 583 cm WS am 4. und 598 cm WS am 13. August (an denselben Tagen im *QuAs* 404, 454 und 448 cm WS). In beiden Profilen erreichte der Boden am 13. August die größte Austrocknung, wobei aber immer noch genügend frei verfügbares Wasser für die Pflanzen vorhanden war. Der Boden im *MFb* war während der Vegetationsperiode am 14. Mai am feuchtesten; hier herrschte in 100 cm Tiefe eine Saugspannung von 20 cm WS, also fast Sättigung. Die nach einer Vernässung des Bodens während der langsamen Austrocknung nach rechts abfallenden Isotonen machen deutlich, daß zwischen dem kapillaren Wasseraufstieg aus – feuchteren – tieferen Bodenschichten und der Evapotranspiration ein bestimmter Gleichgewichtszustand herrscht, dessen Maß von der Bodenart und dem Porenvolumen abhängig ist. Im Extremfall verlaufen die Isotonen horizontal, wenn die Evapotranspiration gleich dem kapillaren Wasseraufstieg ist.

Die deutlichen Unterschiede zwischen *MFb* und *QuAs* kommen auch in ihren Bodenprofilen zum Ausdruck (vgl. Abschnitt 2). Es ist klar, daß in einem Pseudogley im Winter und im zeitigen Frühjahr ein Wasserspiegel auftreten muß und daß dieser Pseudogley auch während der Vegetationsperiode feuchter sein wird als eine Braunerde. Freilich ist die unterschiedliche Saugspannung zwischen zwei Vegetationseinheiten (*MFb*: viel Buche, wenig Tanne; *QuAs*: viel Tanne, wenig Buche) in geringerem Maß auch durch die unterschiedlich große Transpiration beider Bäume bedingt. Nur ist in diesem Fall der unterschiedliche Wasserhaushalt des Bodens selbst die Ursache für Saugspannungsdifferenzen, und nicht die Transpiration; andernfalls würde man vor dem Buchenaustrieb in beiden Profilen ähnliche oder gar gleiche Wasserverhältnisse vorfinden.

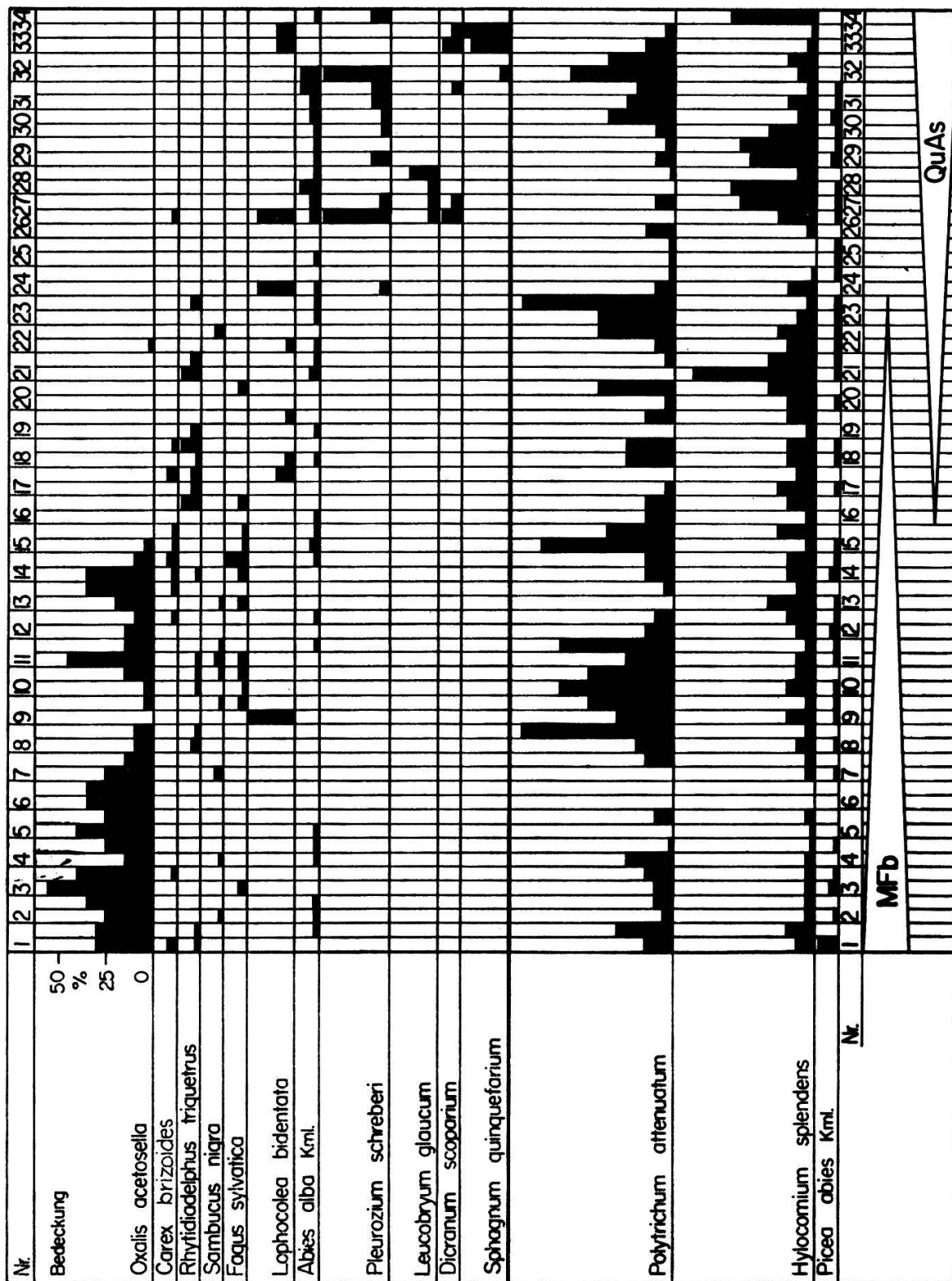


Abb. 4 Station «Bim scharfen Eggen»: Verteilung der Arten innerhalb des Transekts. Abszisse: Nummer der Probestellen, Ordinate für jede Art: Artmächtigkeit (Bedeckung) in %

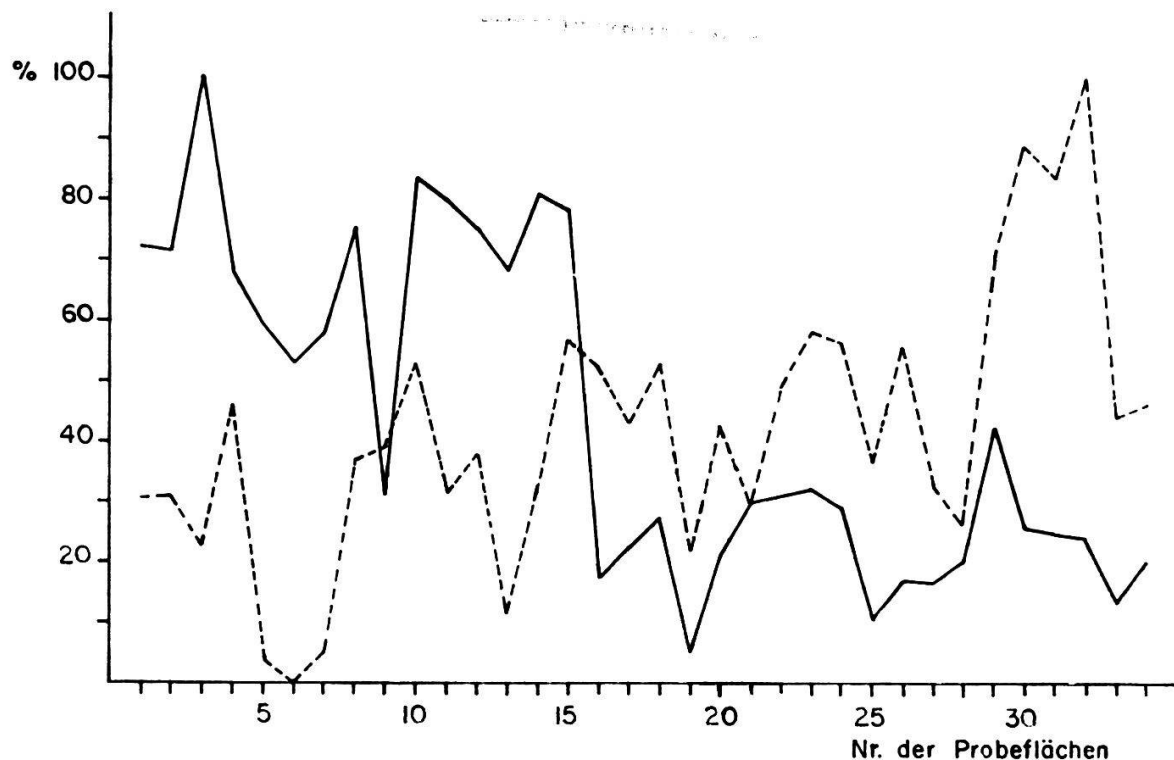


Abb. 5 Station «Bim scharfen Eggen»: Artmächtigkeits-Gemeinschaftskoeffizient der Probeflächen, für *MFb* bezogen auf P3 (—), für *QuAs* auf P32 (-----)

5.1.2 Floristisch-soziologische Ergebnisse (Abb. 4)

Erwartungsgemäß sind die Unterschiede zwischen *MFb* und *QuAs* entlang des Transekts nicht besonders deutlich ausgeprägt (vgl. auch Tab. 1). Auffallend ist aber zunächst das plötzliche Ende des Vorkommens von *Oxalis acetosella* bei P15. Die spärlich auftretenden azidophilen Moose *Pleurozium schreberi*, *Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium* und *Sphagnum quinquefarium* markieren den Beginn des *QuAs* erst bei P27. Der über 50 m breite Übergangstreifen zwischen P15 und P27 läßt einen unscharfen Grenzbereich zwischen beiden Vegetationseinheiten erkennen (Vegetation als räumliches Kontinuum). Die Arten *Carex brizoides*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Sambucus nigra* und *Fagus sylvatica* als Keimling und Jungpflanze treten mehr im Bereich des *MFb*, Keimlinge und Jungpflanzen von *Abies alba* mehr im Bereich des *QuAs* auf. Pflanzen, die sich vorzugsweise im Übergangsgebiet aufhalten, gibt es nicht, es sei denn, man betrachtet *Rhytidiadelphus* als eine solche. Ihr stärkeres Auftreten zwischen P16 und P21 ist allerdings zu undeutlich ausgeprägt, als daß es als eindeutiges ökologisches Maximum angesehen werden könnte.

Berechnet man den Gemeinschaftskoeffizienten nach JACCARD (1901 und 1928) auf Grund der Artmächtigkeit der einzelnen Arten für die Probeflächen P1 bis P34, wobei das *MFb* auf P3 und das *QuAs* auf P32 bezogen ist (Abb. 5), so erkennt man auch hier einen nicht besonders großen Unterschied zwischen beiden Vegetationssystemen, was sich vor allem durch starke Schwankungen

Tabelle 2 Chemische Zusammensetzung der Bodenproben aus 0 bis 5 cm Tiefe, Station «Bim scharfen Eggen»

Nr. der Probe- flächen	HOH % TG	pH	NH ₄ ⁺ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NO ₃ ⁻ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NH ₄ ⁺ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NO ₃ ⁻ -N _{ak} mg/ 100 g TG	N _{ak} mg/ 100 g TG	Humus %	C/N	N _{tot} % TB	Al _d ³⁺ mval/ 100 g TB
1	76,3	3,8	2,62	1,91	6,93	6,39	13,32	19,1	15,8	0,70	6,34
2	105,0	3,8	4,77	3,24	18,45	8,63	27,08	27,2	18,7	0,84	4,69
3	131,6	4,0	18,92	1,74	8,17	2,91	11,08	31,6	18,0	1,02	5,84
4	72,1	3,9	6,41	1,99	4,77	4,82	9,59	12,7	18,2	0,41	4,44
5	68,7	3,9	5,33	1,83	7,96	3,48	11,44	20,1	18,5	0,63	6,47
6	87,1	3,9	5,81	3,98	9,32	6,31	15,63	23,6	16,0	0,86	5,46
7	70,3	4,1	8,77	3,24	7,22	3,15	10,37	20,7	18,5	0,65	4,31
8	115,8	3,8	15,56	7,39	18,84	7,55	26,39	30,0	20,3	0,86	4,54
9	86,9	3,8	12,13	0,25	17,54	0,33	17,87	25,7	15,5	0,96	3,81
10	87,4	4,0	8,26	0,83	11,56	14,86	26,42	21,5	13,2	0,95	4,82
11	82,2	3,9	4,39	2,99	4,21	6,39	10,60	17,3	17,4	0,58	6,72
12	111,7	4,0	10,32	1,91	21,07	5,48	26,55	26,4	16,8	0,91	2,15
13	155,6	3,8	7,40	6,56	16,86	10,46	27,32	43,5	18,7	1,35	9,14
14	65,6	4,2	2,92	1,58	5,04	3,90	8,94	14,0	13,7	0,56	8,24
15	95,5	4,0	4,17	1,08	11,31	4,40	15,71	23,6	16,3	0,84	6,47
16	81,3	3,8	1,94	-	16,16	-	16,16	24,8	16,0	0,90	6,60
17	137,3	3,9	14,54	0,16	45,23	0,17	45,40	37,1	15,0	1,44	4,94
18	74,3	4,0	9,29	0,16	16,30	-	16,30	21,7	15,9	0,79	5,58
19	105,9	3,9	13,04	0,25	18,86	-	18,86	34,5	19,0	1,05	4,69
20	119,6	3,7	12,56	0,08	23,99	0,01	24,00	35,1	16,9	1,21	4,06
21	97,7	4,0	8,69	1,91	14,71	6,64	21,35	23,9	10,6	1,31	5,08
22	175,9	3,7	13,08	0,33	27,77	0,17	27,94	39,1	18,3	1,24	4,31
23	96,9	3,9	4,90	0,75	10,80	1,91	12,71	25,0	16,2	0,89	7,11
24	111,0	3,8	8,39	0,50	17,20	0,91	18,11	25,6	15,1	0,98	6,47
25	123,0	3,5	5,38	0,50	14,91	-	14,91	35,9	17,2	1,21	6,60
26	144,5	3,8	3,01	0,08	30,96	-	30,96	33,5	16,1	1,21	4,31
27	150,0	3,6	5,81	-	21,89	-	21,89	46,1	20,1	1,33	5,58
28	134,6	3,5	6,28	0,16	26,40	-	26,40	50,3	19,2	1,52	5,33
29	163,3	3,5	-	-	21,72	-	21,72	57,7	21,2	1,58	5,71
30	200,6	3,5	2,67	-	31,73	-	31,73	60,7	21,2	1,66	5,33
31	146,8	3,5	3,57	-	35,99	-	35,99	51,4	20,3	1,47	7,74
32	154,0	3,6	-	-	20,21	-	20,21	34,5	15,7	1,28	8,88
33	225,2	3,8	4,30	-	27,95	-	27,95	56,1	19,6	1,66	21,70
34	165,4	3,6	-	-	23,57	-	23,57	58,3	21,7	1,56	15,61

und gemeinsames Auftreten beider Koeffizienten im Bereich des *Mfb* und des *QuAs* bemerkbar macht. Nach der Darstellung in Abbildung 5 ist der erwähnte Grenzbereich eher durch Arten des *QuAs* gekennzeichnet. Dies hängt aber wohl in erster Linie mit dem plötzlichen Fehlen von *Oxalis acetosella* ab P15 zusammen (vgl. auch P9!). Die starken Schwankungen gehen oft konform mit der unregelmäßigen fleckenweisen Verteilung der Moose *Polytrichum attenuatum* und *Hylocomium splendens*. Es ist klar, daß die geringe Artenzahl pro Probe- fläche schon deshalb keinen ausgeglichenen Verlauf der Kurven zuläßt, weil das Fehlen oder Vorhandensein einer Art den Koeffizienten sehr stark beeinflußt.

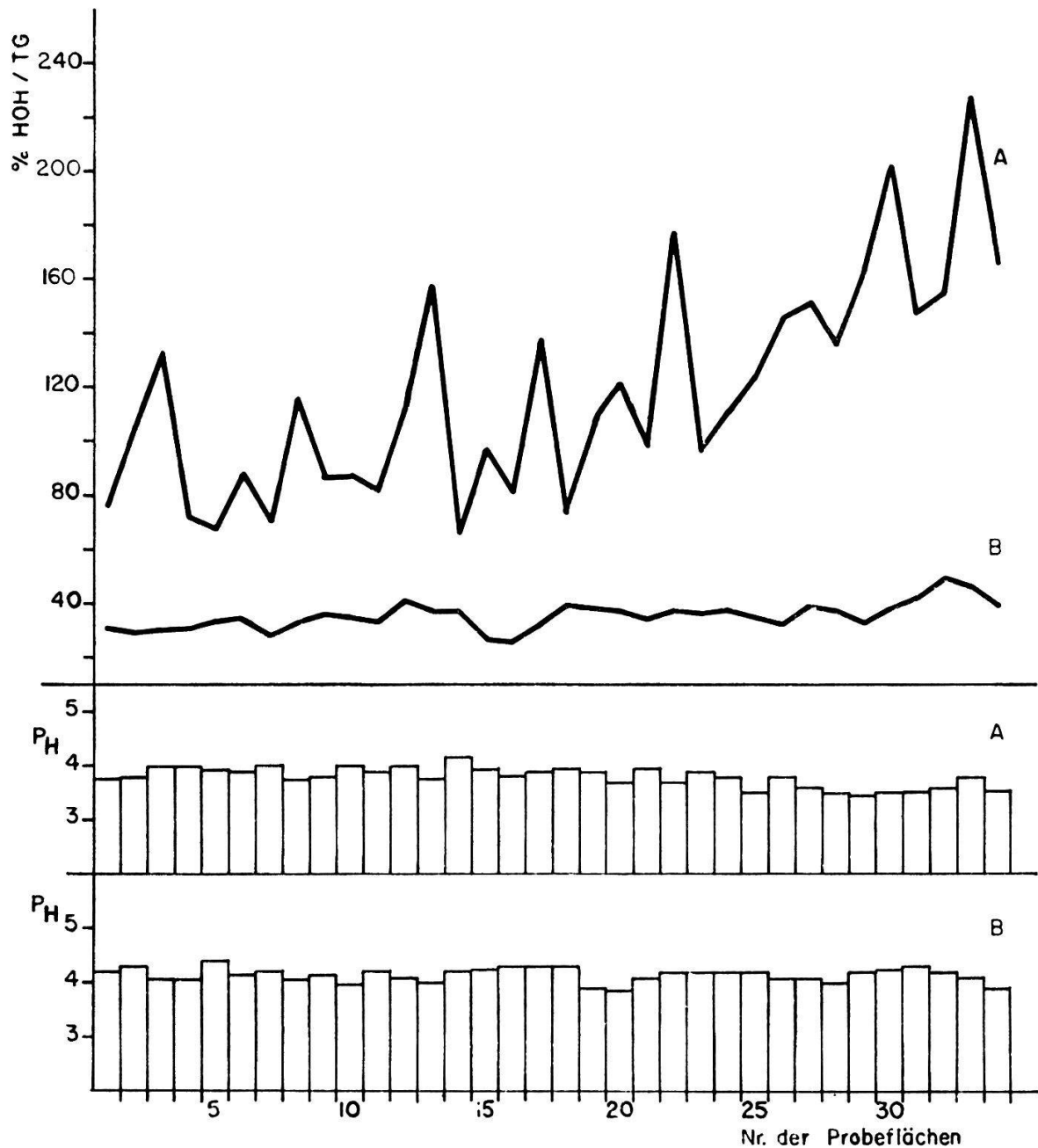


Abb. 6 Station «Bim scharfen Eggen»: Wassergehalt (HOH % TG) und pH der Bodenproben aus 0 bis 5 cm (a) und 5 bis 15 cm Tiefe (b)

5.1.3 Edaphische Kennzeichnung der Proben aus 0 bis 5 cm Tiefe (Tab. 2)

5.1.3.1 Wassergehalt (HOH%, Abb. 6)

Zur Zeit der Probeentnahme entlang des Transekts am 10. September betrug die Saugspannung in 10 cm Tiefe (Tafel 1) 170 cm WS im *MFb* und 110 cm WS im *QuAs*. Der Wassergehalt der oberflächennahen Bodenschicht, die hier untersucht wurde, wurde dagegen von den Tensiometern nicht registriert. Er ist je nach der Stärke der Vegetationsbedeckung und damit zusammenhängend nach der Größe der Evapotranspiration starken Schwankungen unterworfen. Insgesamt macht sich aber ein deutlicher Anstieg des HOH-Gehaltes vom *MFb* zum *QuAs* bemerkbar, was durch die mächtigere Humusauflage unter dem Tannenbestand bedingt ist.

5.1.3.2 Bodenreaktion (pH; Abb. 6)

Die pH-Werte schwanken innerhalb des Transekts zwischen 3,5 und 4,0. Eine leichte Depression gegen das *QuAs* ist festzustellen.

5.1.3.3 Gesamtstickstoff (N_{tot} ; Abb. 7)

Der Gehalt der organischen Substanz an Gesamtstickstoff nimmt vom *MFb* zum *QuAs* deutlich zu, und zwar von etwa 6 bis etwa 16%. Das ist kein überraschendes Ergebnis; sind doch die N_{tot} -Gehalte des Rohhumus wegen der großen Menge an eiweißreichem Pilzmyzel sehr hoch (vgl. WAKSMAN 1952).

5.1.3.4 Organische Substanz (Humus%, Abb. 7)

Die geringere Mächtigkeit der Humusauflage im *MFb* und eine geringere Zersetzung des Humuskörpers im *QuAs* lassen einen Anstieg der Werte von Humus% von 20 bis fast 60% vom *MFb* zum *QuAs* erwarten.

5.1.3.5 C/N-Verhältnis (Abb. 7)

Die C/N-Verhältnisse sind wegen der hohen N_{tot} -Angebote im Rohhumus auch im *QuAs* überraschend eng. Sie liegen für beide Vegetationseinheiten zwischen 15 und 25. P11 zeigt einen eigenartig niedrigen Wert, was möglicherweise mit der hohen Artmächtigkeit von *Hylocomium splendens* zusammenhängt (über 60%). Ein Gradient zwischen *MFb* und *QuAs* kann jedoch nicht festgestellt werden.

5.1.3.6 Pflanzenverfügbarer Stickstoff ($NH_4^+—N$, $NO_3^-—N$; Abb. 7)

Sowohl die in der frischen Bodenprobe vorhandenen als auch die in der Feuchtkammer ausgebrüteten Mengen Stickstoff zeigen beachtliche Unterschiede zwischen *MFb* und *QuAs*. Der Optimalbereich der Nitrifikation liegt eindeutig im *MFb*, und zwar ausschließlich auf Flächen, auf denen *Oxalis acetosella* gedeiht. Nitrifiziert wird deshalb nicht in P9 und in den Flächen nach P15, mit Ausnahme von P21, die nicht nur das günstigste C/N-Verhältnis im gesamten Transekt aufweist (s. oben), sondern auch eine Menge von 6,64 mg $NO_3^-—N_{ak}/$

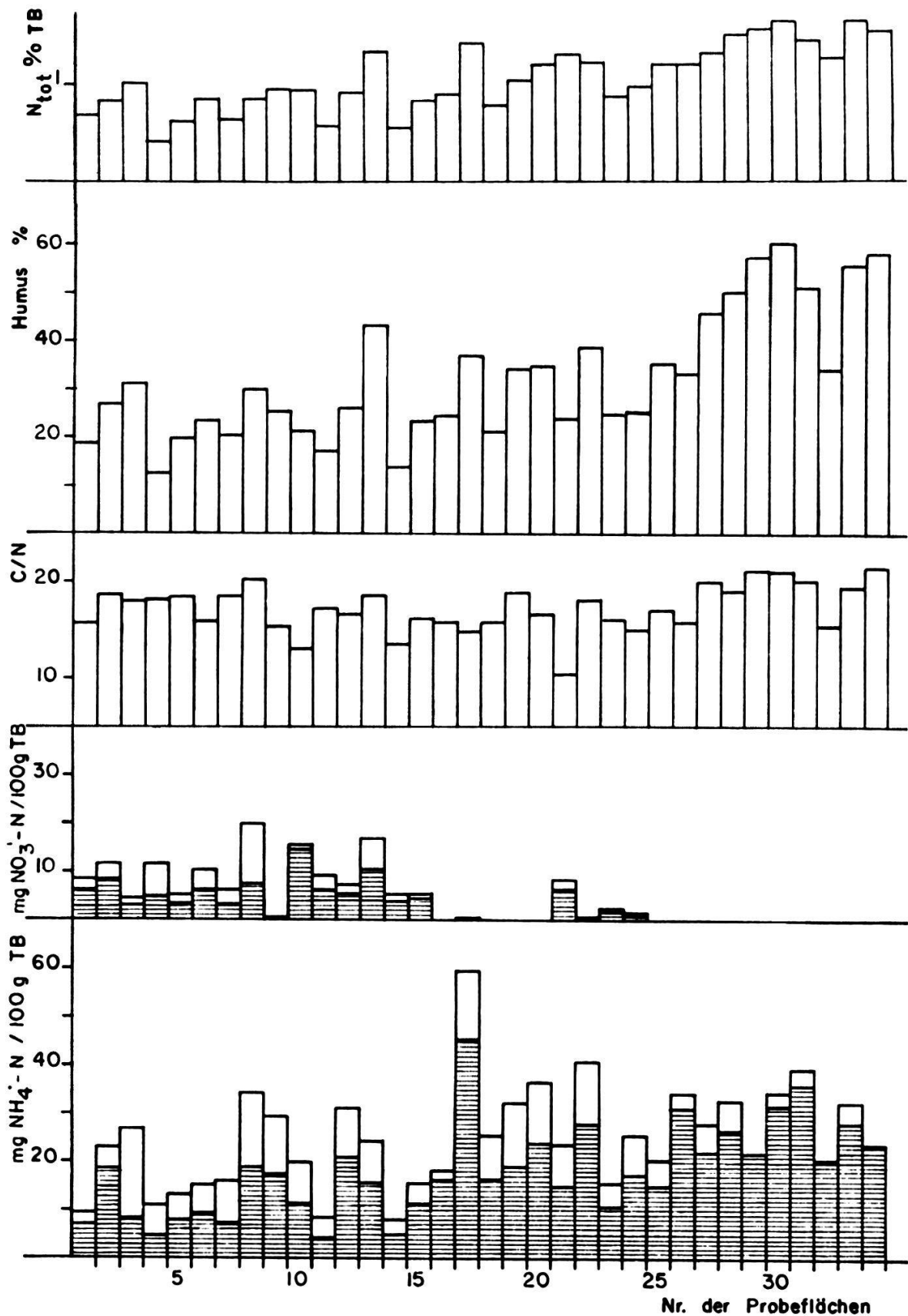


Abb. 7 Station «Bim scharfen Eggen»: Gesamtstickstoff ($N_{tot} \% TB$), organische Substanz (Humus % TB), C/N-Verhältnis sowie Nitrifikation und Ammonifikation (weiß: $NO_3^- - N_{mom}$ bzw. $NH_4^+ - N_{mom}$, schraffiert: $NO_3^- - N_{ak}$ bzw. $NH_4^+ - N_{ak}$ in mg/100 g TG)

100 g *TG* produziert (hohe Artmächtigkeit von *Hylocomium splendens*). Die übrigen Werte liegen durchschnittlich zwischen 3 und 15 mg $\text{NO}_3^- - \text{N}_{ak}$, also über der Unsicherheitsgrenze (vgl. Abschnitt 3.1.1). Im Bereich der Rohhumusböden des *QuAs* wird überhaupt kein Nitrat akkumuliert.

Umgekehrte Verhältnisse herrschen bei der Nachlieferung von Ammoniumionen. Die Ammonifikation nimmt vom *MFb* zum *QuAs* stark zu und läßt ein Maximum von 36 mg $\text{NH}_4^+ - \text{N}_{ak}/100$ g *TG* bei P31 erkennen. Aber auch im *MFb* mit seiner guten Nitrifikation wird überdurchschnittlich viel ammonifiziert (Werte zwischen 5 und 20 mg $\text{NH}_4^+ - \text{N}_{ak}$), so daß die NH_4^+ - die NO_3^- -Produktion übersteigt. Überraschend sind die hohen Ammoniumgehalte der Frischproben im *MFb*, die maximal fast 19 mg $\text{NH}_4^+ - \text{N}_{mom}$ in P3 betragen. Die NO_3^- -Gehalte der Frischproben sind dagegen allgemein sehr niedrig und erreichten außer in P2, P6, P8, P11 und P13 nie mehr als 2 mg/100 g *TG*.

Die Gesamtmenge an akkumuliertem Stickstoff (N_{ak}) ist wegen der starken Ammonifikation im *QuAs* wesentlich höher (bei 36 mg N) als im *MFb* (maximal 26 mg, minimal 9,5 mg N/100 g *TG*). Dies bestätigt die Feststellung verschiedener Autoren (u. a. ELLENBERG 1964), daß Rohhumus zu den stickstoffreichsten Horizonten der Waldböden gehört.

5.1.3.7 Austauschbares Aluminium (Al_a^{3+} ; Abb. 8)

Der Gehalt an austauschbarem Aluminium schwankt im Bereich des *MFb* und *QuAs* bis P30 zwischen 4 und 8 mval/100 g *TB*. Ein kleines Maximum bei P13 ist festzustellen. Auffallend ist der gewaltige Anstieg bei P31 bis P34, wobei über 20 mval Al_a^{3+} erreicht werden.

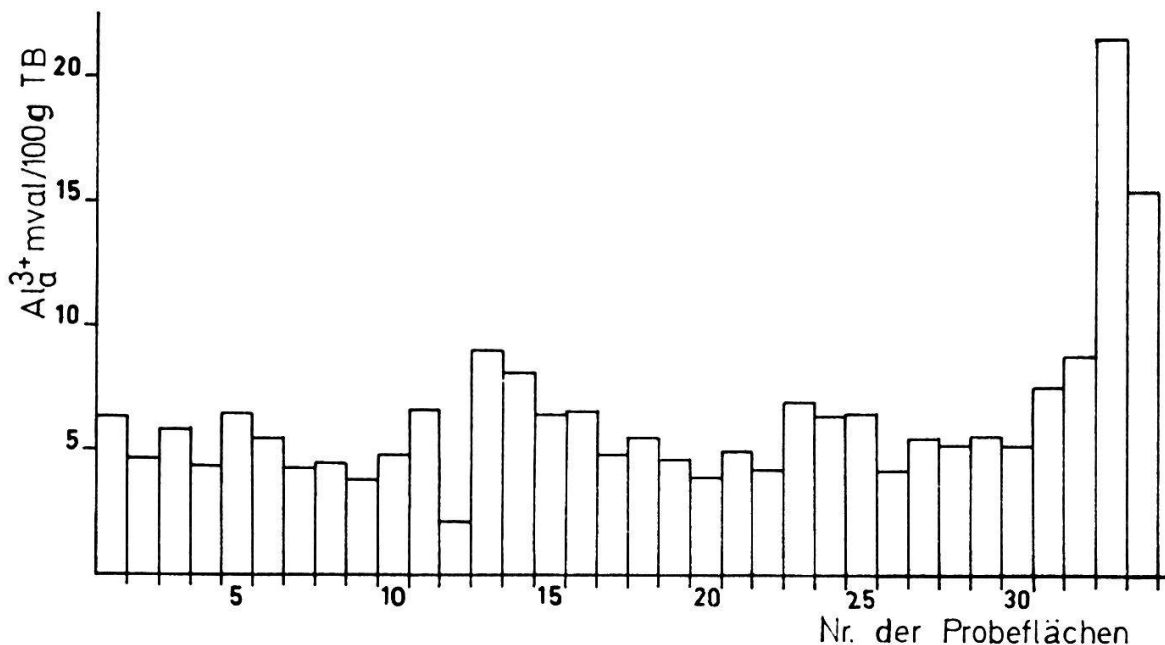


Abb. 8 Station «Bim scharfen Eggen»: Austauschbares Aluminium (Al_a^{3+} mval/100 g *TB*)

5.1.4 Edaphische Kennzeichnung der Proben aus 5 bis 15 cm Tiefe (Tab. 3)

5.1.4.1 Wassergehalt (HOH%; Abb. 6)

Der Wassergehalt liegt erheblich tiefer als bei den Proben, die von der Bodenoberfläche stammen, nämlich durchschnittlich zwischen 35 und 40% des Trockengewichtes. Ein Unterschied zwischen den Proben aus dem *MFb* und denen des *QuAs* ist nicht nachzuweisen (vgl. auch die gleichen Saugspannungen beider Vegetationseinheiten zur Zeit der Probeentnahme am 10. September).

Tabelle 3 Chemische Zusammensetzung der Bodenproben aus 5 bis 15 cm Tiefe, Station «Bim scharfen Eggen»

Nr. der Probe- flächen	HOH % TG	pH	KUK mval/ 100 g TB	H _a ⁺ mval/ 100 g TB	S-Wert mval/ 100 g TB	V%	P ₂ O _{5L} mg/ 100 g TB	K ₂ O _L mg/ 100 g TB
1	31,2	4,2	8,13	20,2	3,0	36,9	0,8	4,7
2	29,0	4,3	13,11	18,0	1,5	11,4	0,8	2,3
3	30,2	4,1	13,76	17,8	2,0	14,5	1,0	2,4
4	30,7	4,1	9,07	15,5	2,5	27,6	0,8	2,4
5	33,2	4,4	13,76	18,0	1,5	10,9	0,8	2,3
6	33,9	4,2	13,76	20,2	2,0	14,5	1,3	2,4
7	28,7	4,2	12,82	13,0	2,5	19,5	0,8	4,7
8	33,1	4,1	13,11	16,0	2,8	21,0	0,8	2,4
9	36,2	4,2	?	18,0	3,0	?	0,6	4,7
10	34,5	4,0	14,70	17,0	2,5	17,0	0,8	4,7
11	33,6	4,2	10,63	16,6	3,0	28,2	0,8	2,4
12	40,5	4,1	13,76	22,2	2,8	20,0	0,8	4,7
13	37,0	4,0	11,88	22,2	2,3	18,9	0,6	4,7
14	37,3	4,2	15,64	22,8	3,3	20,8	0,8	2,4
15	27,4	4,3	8,76	15,8	2,5	28,5	0,6	2,3
16	25,5	4,3	10,95	23,0	3,0	27,4	1,8	2,3
17	32,4	4,3	11,26	17,4	2,5	22,2	0,6	2,4
18	39,5	4,3	14,07	21,4	3,5	21,3	0,8	4,7
19	37,6	3,9	13,13	25,4	3,5	26,7	0,6	4,7
20	37,2	3,9	17,51	27,0	3,5	20,0	1,6	4,7
21	33,8	4,1	11,88	20,8	3,0	25,3	1,0	2,4
22	36,9	4,2	17,51	20,0	2,8	15,7	0,8	2,4
23	35,6	4,2	14,38	23,6	2,5	17,4	1,2	2,3
24	36,7	4,2	11,26	24,8	3,0	26,6	1,5	2,3
25	34,7	4,2	16,26	21,6	3,3	20,0	3,1	2,3
26	31,9	4,1	11,88	19,6	2,0	16,8	0,6	2,3
27	39,0	4,1	15,01	24,0	3,5	23,3	0,8	4,7
28	36,6	4,0	15,95	23,8	3,5	21,9	3,6	4,7
29	32,0	4,2	13,13	12,8	2,5	19,0	0,8	4,7
30	38,0	4,3	9,07	15,4	3,0	33,0	1,0	2,4
31	42,1	4,3	14,70	20,0	3,5	23,8	2,6	2,4
32	49,4	4,2	17,82	21,8	3,5	19,6	1,0	4,7
33	46,0	4,1	15,32	19,8	3,0	19,5	1,2	4,7
34	38,9	3,9	16,26	19,8	2,5	15,3	1,8	4,7

5.1.4.2 Bodenreaktion (pH; Abb. 6)

Auch bei den pH-Werten ist kein Unterschied feststellbar. Sie schwanken zwischen 3,8 und 4,2 und liegen damit etwas höher als die Werte der oberflächennahen Bodenschicht.

5.1.4.3 Austauschbare Wasserstoffionen (H_a^+ ; Abb. 9)

Die Austauschazidität läßt ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede erkennen.

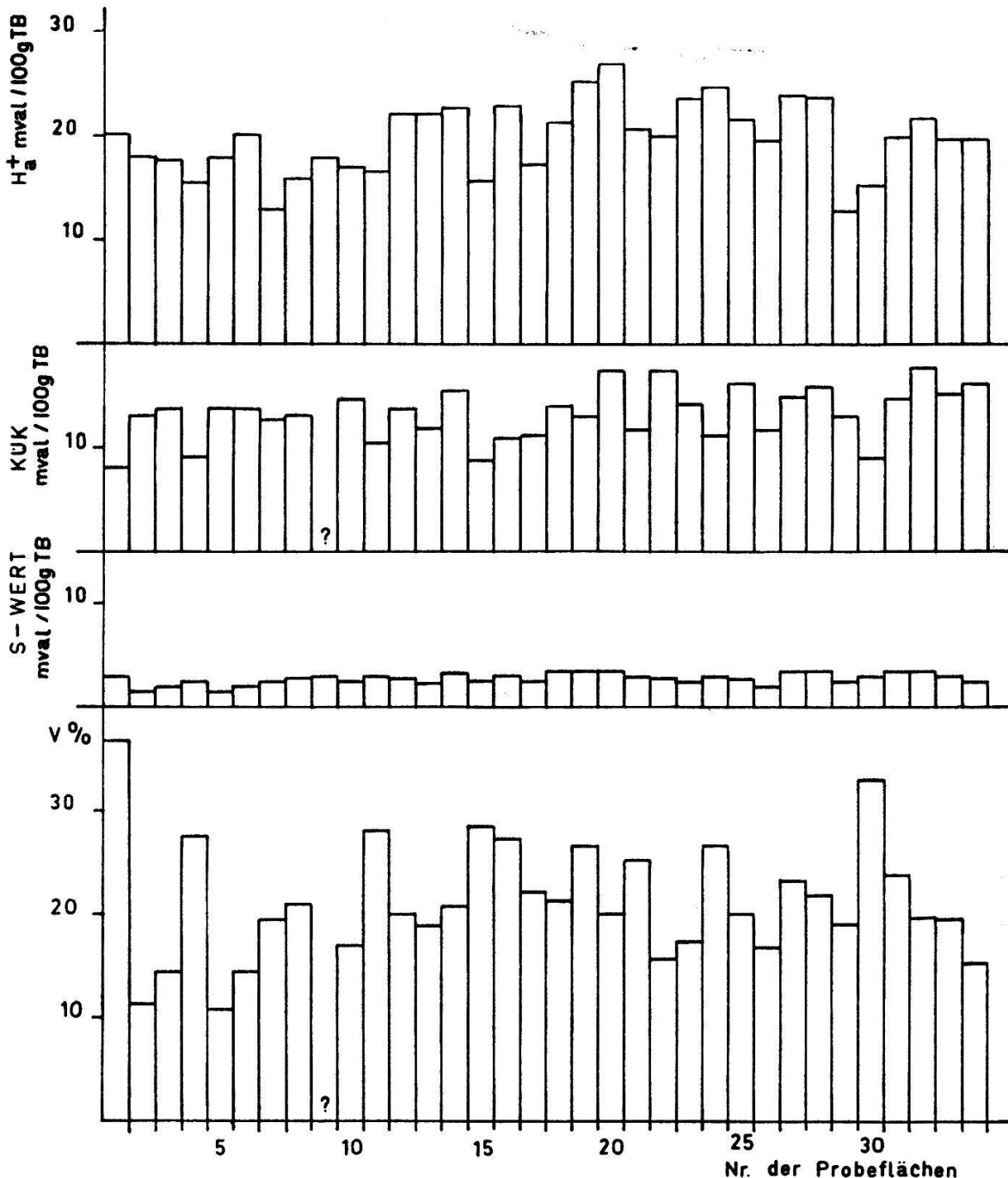


Abb. 9 Station «Bim scharfen Eggen»: Austauschbare Wasserstoffionen (H_a^+ mval/100 g TB), Kationenumtauschkapazität (KUK mval/100 g TB), S-Wert (mval/100 g TB) und Basensättigungsgrad (V%)

Sie liegt im allgemeinen sehr hoch und schwankt stark zwischen 15 und 25 mval/100 g *TB*, was auf einen hohen Gehalt an austauschbarem Aluminium hinweist. Die höchsten Werte (bis maximal 27 mval) liegen im Übergangsbereich.

5.1.4.4 Kationenumtauschkapazität ($KUK = T$ -Wert; Abb. 9)

Das *QuAs* hat eine etwas höhere Kationenumtauschkapazität aufzuweisen als das *MFb*. Signifikant ist dieser Unterschied jedoch nicht. Die Werte schwanken zwischen 8 und 18 mval/100 g *TB*.

5.1.4.5 Austauschbare Metallkationen (S -Wert; Abb. 9)

Eine leichte Depression der Werte zwischen P1 und P6 ist festzustellen. Charakteristische Unterschiede zwischen *MFb* und *QuAs* sind aber ebenfalls nicht vorhanden. Die Werte bewegen sich zwischen 1,5 und 3,5 mval/100 g *TB*.

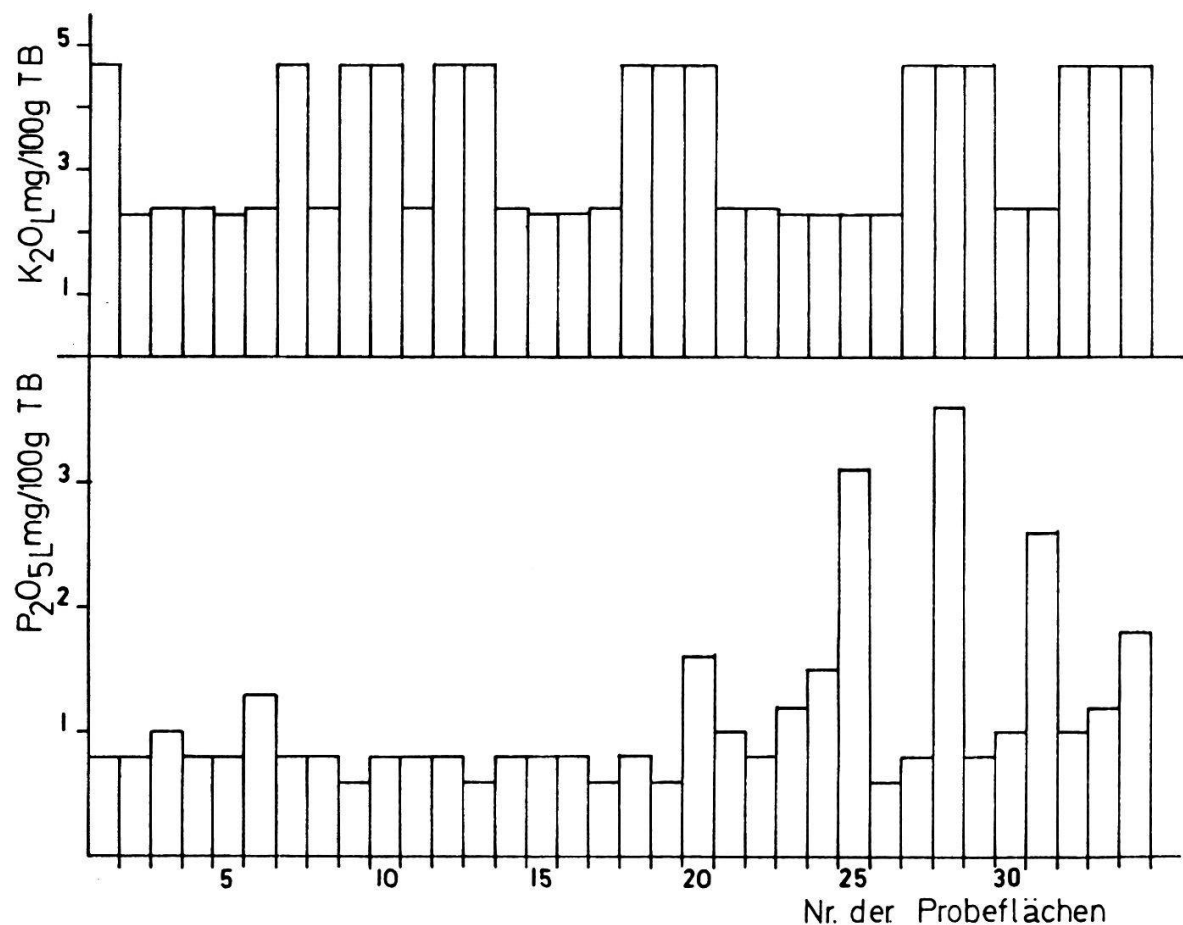


Abb. 10 Station «Bim scharfen Eggen»: Laktatlösliches Phosphat und Kali (P_2O_{5L} und K_2O_L in mg/100 g *TB*)

5.1.4.6 Basensättigungsgrad ($V\%$; Abb. 9)

Das Verhältnis T -Wert zu S -Wert, der Basensättigungsgrad, läßt ebenfalls etwas geringere Werte im *MFb* erkennen (Ausnahmen P1, P4 und P11). Allerdings sind die Unterschiede so gering, daß die Werte keine Aussage erlauben.

5.1.4.7 Laktatlösliches Phosphat und Kali (P_2O_{5L} ; K_2O_L ; Abb. 10)

Der Gehalt an laktatlöslichem Phosphat und Kali ist in beiden Vegetationseinheiten recht gering. Während K_2O_L keinen Gradienten innerhalb des Transekts erkennen läßt (Werte zwischen 2,3 und 4,7 mg/100 g *TB*), treten höhere Werte für P_2O_{5L} im *QuAs* auf (maximal 3,7 mg/100 g *TB*).

5.2 Station « Gfill-Ischlag »

5.2.1 Verlauf der Saugspannung (Tafel 2)

Sowohl im *QuAs* als auch im *MFc* tritt ein Wasserspiegel auf, der während der Meßperiode bis Mitte Mai in beiden Meßflächen zwischen 50 und 70 cm Tiefe schwankt und im *MFc* bereits am 25. Mai, im *QuAs* erst am 28. Mai unter 100 cm absinkt. Bedingt durch die starken Regenfälle Mitte August stieg der Wasserspiegel in beiden Vegetationseinheiten, wobei das *MFc* kurzfristiger, aber stärker vernäßt war (GW bis 50 cm u. F.) als das *QuAs* (GW bis 75 cm u. F.). Totale Sättigung des Bodens tritt im Tannenbestand wieder Ende Oktober bei 80 cm Tiefe auf.

Der Saugspannungsverlauf zeigt auch sonst zwischen beiden Profilen große Ähnlichkeit. Eindeutige Unterschiede, die nicht durch die stärkere Transpiration des Buchenbestandes, sondern durch die Bodeneigenschaften selbst bedingt sind, konnten nicht festgestellt werden. Die höchste Saugspannung wurde am 13. Juli (*MFc*: 482 cm WS, *QuAs*: 429 cm WS) und am 6. August (*MFc*: 559 cm WS, *QuAs*: 460 cm WS) gemessen, wobei sich die Austrocknung im *MFc* in tiefere Bodenschichten ausbreitete und sich zeitlich länger hielt als im *QuAs*.

Der Wasserhaushalt ist im Buchenbestand wegen der Lage am Hang ziemlich kompliziert (keine lotrechten hydraulischen Gradienten, die eine relativ einfache Berechnung der Tiefensickerung zuließen). Hangwasserzug – ob parallel zur Bodenoberfläche oder nicht – ist sicher nicht auszuschließen. Die geringen Unterschiede zwischen beiden Profilen in den auftretenden Saugspannungen, auch die «Austrocknungslinsen» im Profil des *MFc* am 28. Juni, 19. Juli und 12. August sind ziemlich sicher auf die stärkere Transpiration des Buchenbestandes zurückzuführen. Nach den Bodentypen zu schließen (beides Pseudogleye) ist eine zeitweilige Vernässung im Winter und Frühjahr sowie nach stärkeren Regenfällen auch im Sommer zu erwarten. Daß die Buche trotzdem gut gedeiht und eine wirksame Konkurrenz durch die Tanne verhindern kann, muß durch die biologisch günstigere Hanglage des *MFc* erklärt werden. Auf dem Plateau stagniert das in den Boden eingedrungene Niederschlagswasser, wobei die für die Buche notwendige Durchlüftung des Bodens verhindert wird. Anscheinend ist diese Durchlüftung, vielleicht wegen der Sauerstoffzufuhr durch

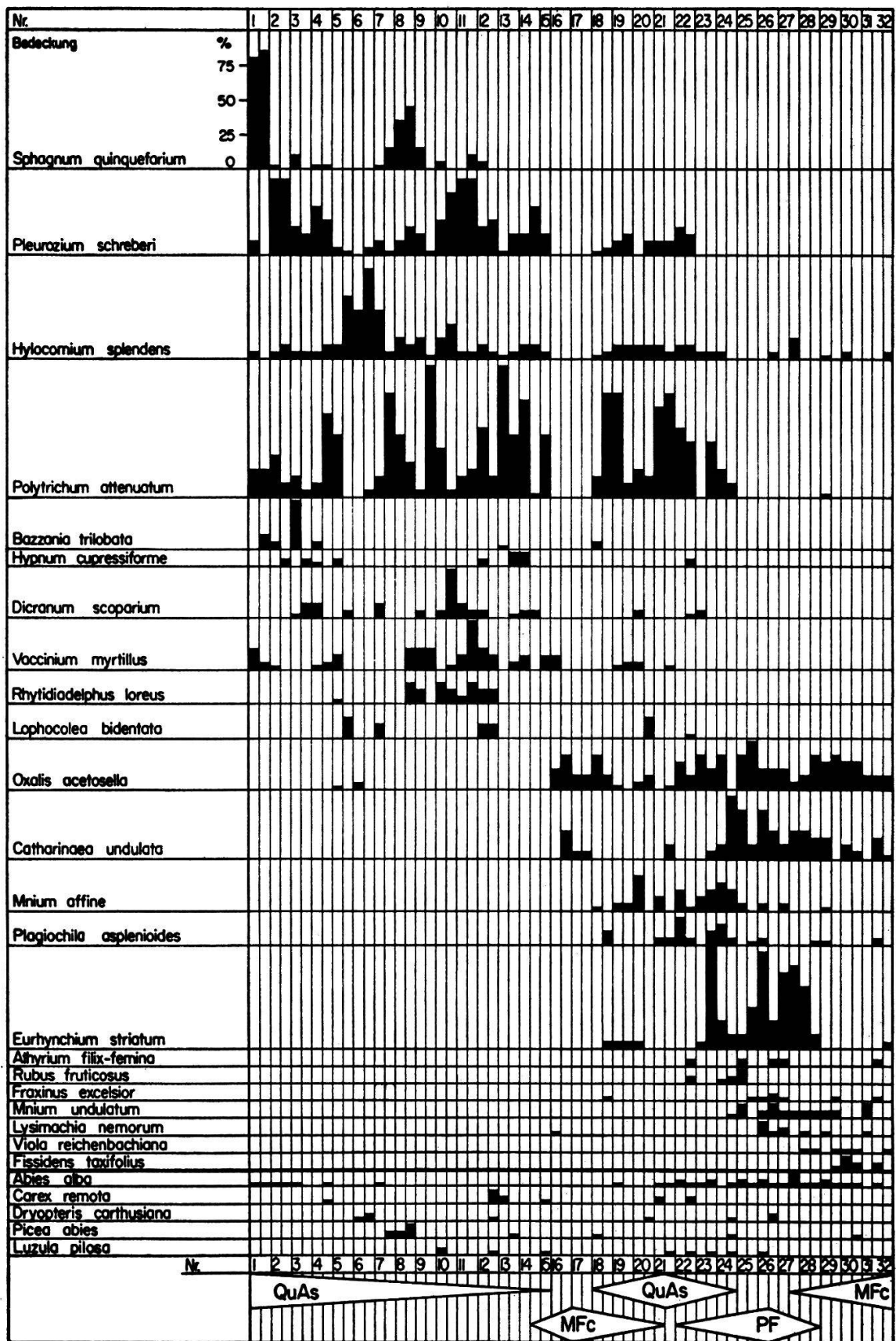


Abb. 11 Station «Gfill-Ischlag»: Verteilung der Arten innerhalb des Transekts. Abszisse: Nummer der Probeflächen, Ordinate für jede Art: Artmächtigkeit (Bedeckung) in %

fließendes Wasser, am Hang eher gewährleistet. Die Tatsache, daß Hangpseudogleye sich für die Vegetation biologisch günstiger auswirken, ist bekannt (vgl. z. B. MÜCKENHAUSEN 1954); unbekannt ist jedoch ihre pedologische Ursache, die mit genauen hydrologischen Methoden abgeklärt werden müßte.

5.2.2 Floristisch-soziologische Ergebnisse (Abb. 11)

Das Transekt, das vom *QuAs* zum *MFc* über eine Länge von 160 m verläuft, zeigt einen deutlich ausgeprägten floristischen Gradienten, der steiler verläuft als zwischen *MFb* und *QuAs* an der Station «Bim scharfen Eggen». Allerdings ist er nicht sehr einheitlich, da das Transekt eine unbefestigte Forststraße überquert, in deren unmittelbaren Nachbarschaft durch Aufkalkung und Eutrophierung eine Vegetationsänderung stattgefunden hat (P16, P16a, P17, P17a, P18), die im Bereiche des *QuAs* eine Vegetationsverschiebung in Richtung *MFc* bewirkt hat, und anschließend einen schmalen, leicht quelligen Streifen eines *Pruno-Fraxinetum* (P23–P27) schneidet. Hier häufen sich Feuchtigkeits- und Nährstoffzeiger wie *Eurhynchium striatum*, *Catharinaea undulata* und *Mnium affine*. Im allgemeinen ist aber eine langsame Abnahme der *QuAs*-Arten *Sphagnum quinquefarium*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum attenuatum*, *Bazzania trilobata*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Vaccinium myrtillus* und *Rhytidiadelphus loreus* festzustellen, vor allem im Bereich des ausklingenden *QuAs* jenseits der Forststraße (P18a–P24a).

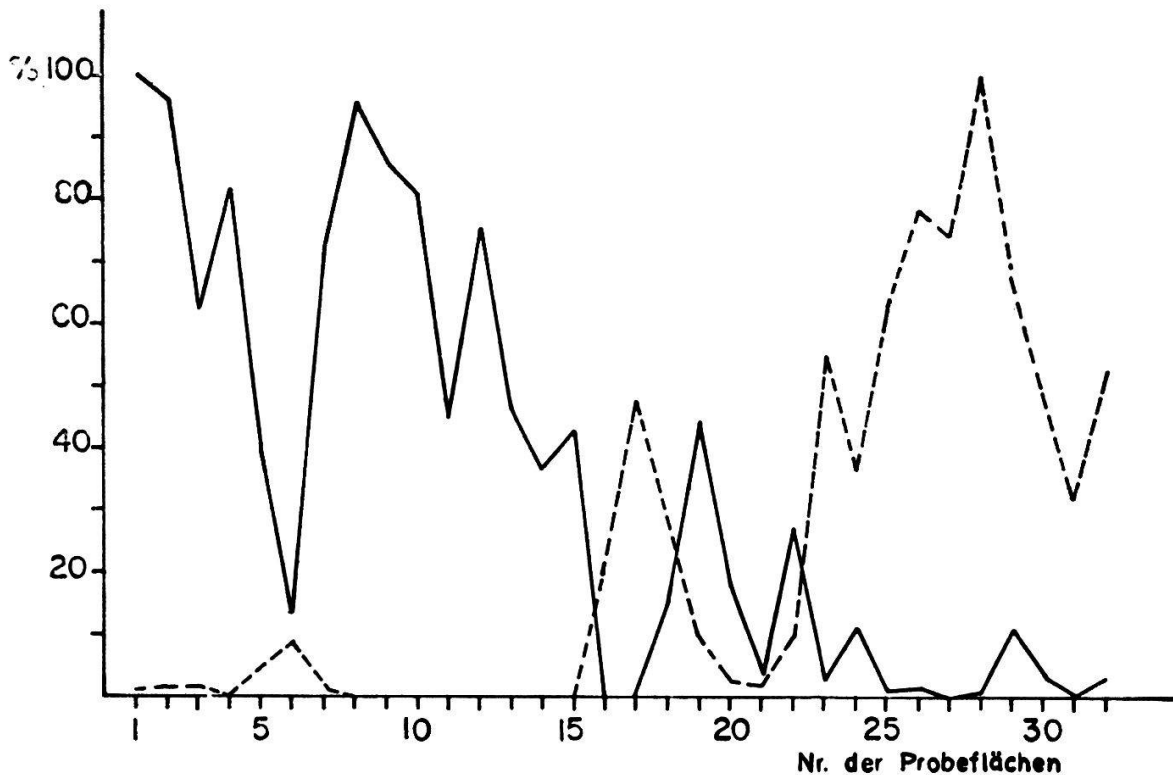


Abb. 12 Station «Gfill-Ischlag»: Artmächtigkeits-Gemeinschaftskoeffizient der Probestflächen, für *MFc* bezogen auf P28 (-----), für *QuAs* auf P1 (———)

Tabelle 4 Chemische Zusammensetzung der Bodenproben aus 0 bis 5 cm Tiefe, Station «Gfill-Ischlag»

Nr. der Probe- flächen	HOH % TG	pH	NH ₄ ⁺ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NO ₃ ⁻ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NH ₄ ⁺ -N _{mom} mg/ 100 g TG	NO ₃ ⁻ -N _{ak} mg/ 100 g TG	N _{ak} mg/ 100 g TG	Humus %	C/N	N _{tot} % TB	Al _d ³⁺ mval/ 100 g TB
1	133,9	3,6	3,57	0,08	7,22	—	7,22	33,1	12,9	1,54	9,39
2	175,0	3,5	13,63	0,25	61,97	—	61,97	44,5	18,4	1,40	7,11
3	254,4	3,7	51,60	0,25	30,10	—	30,10	56,0	19,7	1,65	4,31
4	149,5	3,6	14,11	0,08	50,39	—	50,39	43,4	20,8	1,21	5,71
5	161,2	3,5	9,46	—	18,49	—	18,49	45,7	19,4	1,37	6,85
6	126,2	3,5	7,99	0,34	19,96	—	19,96	49,0	19,2	1,48	5,33
7	209,4	3,7	20,64	0,25	73,75	—	73,75	60,0	20,3	1,72	3,81
8	223,4	3,8	24,08	0,25	72,40	—	72,40	48,8	18,3	1,54	4,69
9	105,8	3,6	3,78	0,16	18,66	—	18,66	28,3	16,4	0,90	8,37
10	135,9	3,7	5,07	—	12,21	1,91	14,12	43,8	15,1	1,68	16,11
11	259,4	3,7	10,75	—	56,90	—	56,90	58,3	23,0	1,47	4,44
12	205,8	4,0	27,52	1,20	47,65	16,89	64,54	40,0	17,5	1,33	4,19
13	79,3	3,9	1,72	—	4,04	2,57	6,61	14,7	12,8	0,77	11,17
14	78,2	3,6	0,60	0,08	6,37	—	6,37	26,6	23,8	0,65	9,01
15	133,5	3,6	4,43	—	26,96	—	26,96	39,7	12,4	1,86	8,63
16	60,9	5,0	0,22	5,31	0,17	13,12	13,29	16,6	21,1	0,46	—
17	64,6	4,9	1,08	4,15	—	13,86	13,86	17,4	23,7	0,43	—
18	47,7	5,5	—	3,24	0,34	6,06	6,40	9,4	14,2	0,38	—
19	170,0	3,6	5,25	10,13	37,75	10,70	48,45	41,4	20,8	1,16	3,43
20	137,9	3,6	4,04	3,24	10,37	5,39	15,76	48,7	27,5	1,05	5,08
21	146,9	3,3	7,01	7,89	22,41	4,48	26,89	37,4	19,1	1,14	6,98
22	137,5	3,4	1,51	6,89	21,24	7,72	28,96	42,4	19,3	1,28	5,58
23	192,8	3,4	1,76	5,89	16,69	5,73	22,42	53,7	23,1	1,35	3,55
24	110,0	3,8	0,22	4,23	10,60	8,14	18,74	29,0	17,1	0,98	6,47
25	72,3	4,9	0,52	2,41	—	9,71	9,71	8,9	13,4	0,39	1,40
26	50,7	4,7	1,08	1,25	—	6,22	6,22	7,9	14,3	0,16	1,14
27	53,1	5,3	—	1,08	0,47	1,99	2,46	7,4	15,7	0,27	—
28	40,7	5,1	0,08	0,50	4,26	2,41	6,67	6,6	12,8	0,30	0,51
29	53,0	4,7	0,95	1,58	4,68	4,06	8,74	9,7	12,9	0,43	1,40
30	49,9	5,2	—	2,08	—	3,07	3,07	8,0	15,1	0,31	0,13
31	44,9	5,2	—	1,25	3,23	3,98	7,21	5,9	18,2	0,19	—
32	43,9	5,2	1,03	1,66	2,63	4,81	7,44	7,0	20,7	0,20	1,78

Demgegenüber steht eine Zunahme in erster Linie von *Oxalis acetosella*, einer Art, die wir bereits als typischen Buchenbegleiter im *MFb* der Station «Bimscharfen Eggen» kennengelernt haben, ferner aufeinanderfolgend ab P16a *Catharinaea undulata*, P18a *Mnium affine*, P19 *Plagiochila asplenoides*, P19 bzw. P23 *Eurhynchium striatum*, P22a *Athyrium filix femina* und *Rubus fruticosus* coll., P24a *Mnium undulatum*, P25a Keimlinge von *Fraxinus excelsior*, P26 *Lysimachia nemorum*, P28 *Viola reichenbachiana* und P29a *Fissidens taxifolius*.

Auch in diesem Transekt besteht keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Vegetationseinheiten, sondern ein mehr oder minder breiter Übergangsstreifen, der allerdings bei weitem nicht so deutlich ausgeprägt ist wie zwischen *MFb* und *QuAs*. Denn der floristische – und auch der ökologische – Unterschied zwischen *MFb* und *QuAs* ist geringer als der zwischen *MFc* und *QuAs*.

Die Gemeinschaftskoeffizienten nach JACCARD (1901 und 1928), berechnet für die Nummern P1 bis P34 des gesamten Transekts und bezogen auf P1 (für *QuAs*) und P28 (für *MFc*), kennzeichnen die einzelnen Vegetationseinheiten noch deutlicher (Abb. 12). Die Werte liegen in jedem Bereich (durchgehende Linie für *QuAs* und unterbrochene Linie für *MFc*) über 40%. Eine Ausnahme macht P6, wo *Polytrichum attenuatum*, *Sphagnum quinquefarium* und *Pleurozium schreberi* fehlen, Arten, die wegen ihrer hohen Artmächtigkeit in der Bezugsfläche P1 die Koeffizienten stark beeinflussen. Auch die Probestellen P15 bis P25 fallen auf und erinnern an den Übergangsbereich zwischen *MFb* und *QuAs*. Hier liegt die Überschneidungszone, deren floristische Abweichung von den reinen Vegetationseinheiten des *QuAs* und *MFc* noch durch Einflüsse der Forststraße und durch das *PF* betont wird.

5.2.3 Edaphische Kennzeichnung der Proben aus 0 bis 5 cm Tiefe (Tab. 4)

5.2.3.1 Wassergehalt (HOH%; Abb. 13)

Der Wassergehalt der einzelnen Proben schwankt erheblich. Seine Größe richtet sich nach der Art des Humuskörpers. So liegen die höchsten Werte im Bereich des *QuAs*, also in unzersetztem Rohhumus, dessen Saugfähigkeit noch durch *Sphagnum*-Polster erhöht wird (bis 260% HOH des *TG*). Die geringsten HOH-Gehalte treten im *MFc* auf (bei 60%), wo die Humussubstanz mit dem Mineralboden vermischt ist und keine unzersetzten Pflanzenreste mehr auftreten. In der Umgebung der Forststraße liegt bei P16, P17 und P18 eine deutliche Depression, deren Werte denjenigen des *MFc* entsprechen.

5.2.3.2 Bodenreaktion (pH; Abb. 13)

Erwartungsgemäß liegt der pH-Wert im *QuAs* erheblich tiefer (zwischen 3,5 und 4,0) als im *MFc* (bei 5,0). Die Grenze zwischen beiden Bereichen ist ziemlich genau bei P24/P25 und durch das Ende des Vorkommens von *Polytrichum attenuatum* markiert. Werte, die denen des *MFc* entsprechen, zeigen P16, P17 und P18 im Bereich der Forststraße.

5.2.3.3 Gesamtstickstoff (N_{tot} ; Abb. 14)

Im Rohhumus des *QuAs* ist der Gehalt an Gesamtstickstoff am größten (zwischen 6 und 17 mg N/100 g *TB*), im Bereich des *MFc* am geringsten (zwischen 1 und 4 mg N/100 g *TB*). Die Flächen P16, P17 und P18 weisen trotz relativ

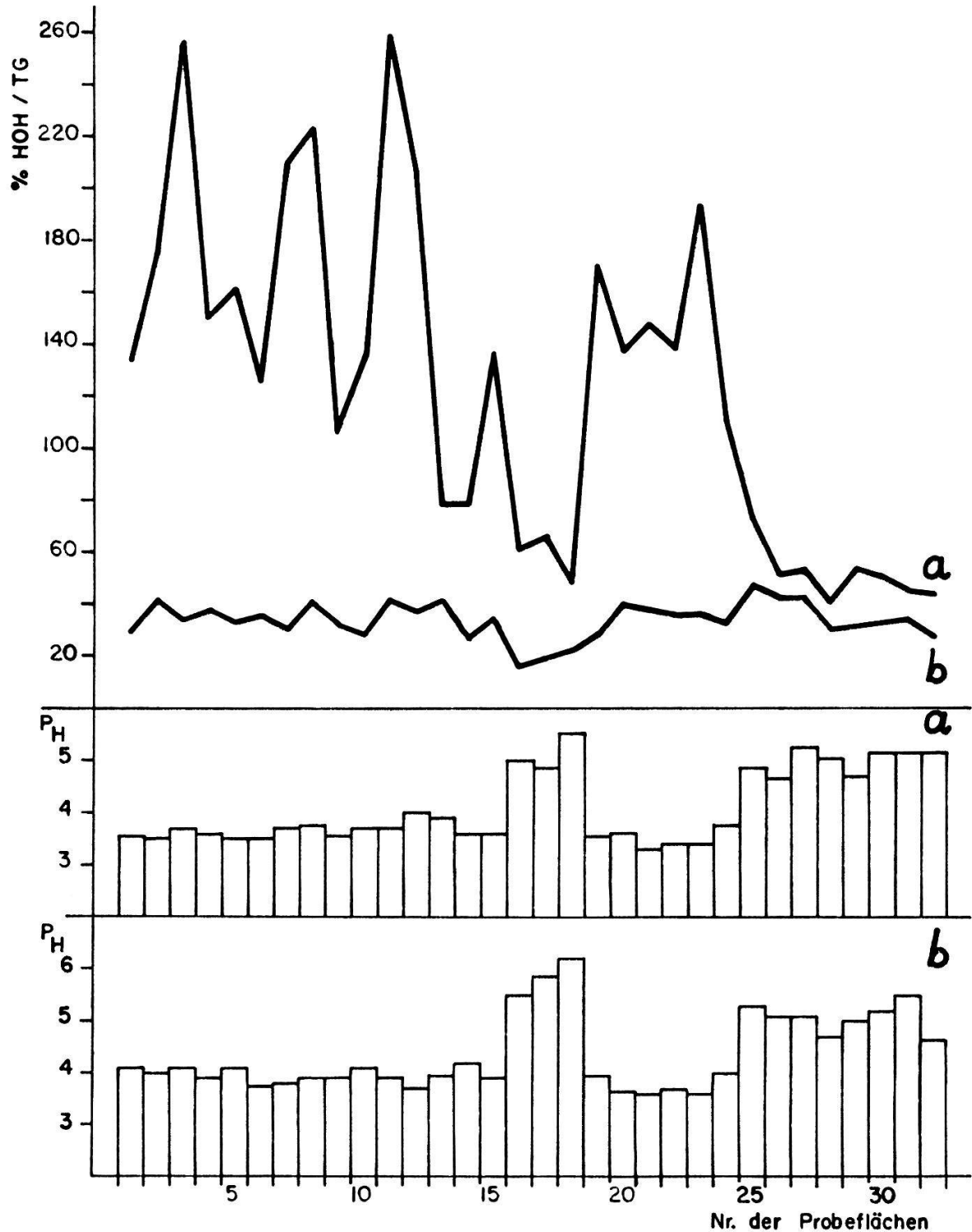


Abb. 13 Station «Gfill-Ischlag»: Wassergehalt (HOH % *TG*) und pH der Bodenproben aus 0 bis 5 cm (a) und 5 bis 15 cm Tiefe (b)

hoher Werte an organischer Substanz (s. unten) nur geringe N_{tot} -Gehalte auf (4,6, 4,3 und 3,8%).

5.2.3.4 Organische Substanz (Humus%; Abb. 14)

Die Menge an organischer Substanz ist im Oberboden des *MFc* am geringsten (unter 10%), wo Mull vorliegt und die Humusbestandteile durch bakterielle und zoogene Tätigkeit gut zersetzt und mit dem Mineralboden eng vermischt sind. Im *QuAs* liegen die Werte entsprechend der Stärke der Rohhumusaufgabe bei 50 bis 60%.

5.2.3.5 C/N-Verhältnis (Abb. 14)

Je höher der Gehalt an organischer Substanz, desto höher die Menge N_{tot} . Demgemäß ist das C/N-Verhältnis gar nicht so weit, wie für Rohhumus eigentlich zu erwarten wäre. Es schwankt zwischen 15 und 25 sehr stark und weist innerhalb des Transekts eine leichte Depression mit Werten bei 15 im Übergangsbereich auf.

5.2.3.6 Pflanzenverfügbare Stickstoff (NO_3^- -N, NH_4^+ -N; Abb. 14)

QuAs und *MFc* unterscheiden sich sehr deutlich in der Stickstoffnachlieferung ihrer Oberböden. Nitrifikation herrscht zwischen P16 und P32, also im *MFc*, *PF* und im Übergangsbereich am leicht geneigten Hang jenseits der Forststraße. Die höchsten Werte liegen – mit Ausnahme von P12, wo anscheinend eine zoogene oder anthropogene Stickstoffdüngung stattgefunden hat – zwischen 13 und 14 mg NO_3^- - N_{ak} /100 g *TG* interessanterweise nicht im reinen *MFc*, sondern im Übergangsgebiet zwischen *MFc* und *QuAs* zwischen P16 und P25. Die Menge des NO_3^- - N_{mom} und NO_3^- - N_{ak} nimmt von P16 nach P32 ab.

Die Nachlieferung von NH_4^+ -N ist außergewöhnlich hoch (bis 73,8 mg) und stellt die ausschließliche Stickstoffquelle im reinen *QuAs* dar. Die Werte nehmen vom *QuAs* zum *MFc* mit starken Schwankungen langsam ab und sind im *MFc* ab P25 am geringsten (maximal 4,7 mg N). In P16, P17 und P18 fehlt eine nennenswerte Ammonifikation. Auch die in der Frischprobe vorhandenen Mengen Ammoniumstickstoff liegen zum Teil sehr hoch (bei P3: 51,6 mg NH_4^+ - N_{mom} /100 g *TG*). Sie nehmen ebenfalls von P1 nach P32 kontinuierlich ab, so daß im Boden des *MFc* in den Frischproben fast kein NH_4^+ -N angetroffen wurde.

Die gesamte Stickstoffnachlieferung (N_{ak}) ist also im *QuAs* zweifelsohne am höchsten, geringer im Übergangsbereich und am geringsten im *MFc*.

5.2.3.7 Austauschbares Aluminium (Al_a^{3+} ; Abb. 15)

Im *QuAs* liegt die Menge an austauschbarem Aluminium im Bereich zwischen 4 und 16 mval/100 g *TB*, im *MFc* bei maximal 2 mval. In den Flächen P16, P17, P18, P27 und P31 konnte überhaupt kein Al nachgewiesen werden.

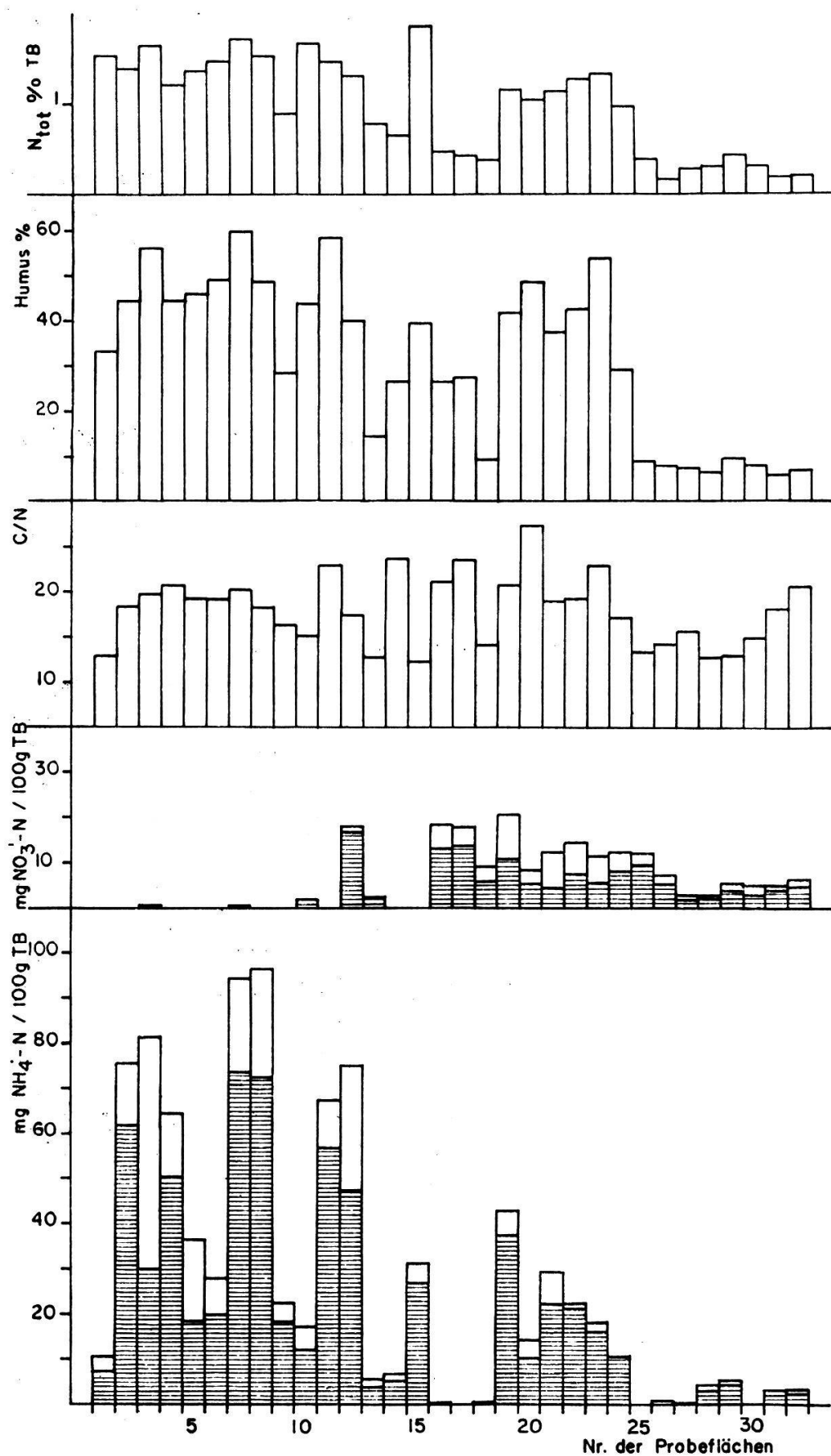


Abb. 14 Station «Gföll-Ischlag»: Gesamtstickstoff ($N_{tot} \% TB$), organische Substanz (Humus % TB), C/N-Verhältnis sowie Nitrifikation und Ammonifikation (weiß: NO_3-N_{mom} , schraffiert: NH_4-N_{ak} bzw. NH_4-N_{mom} in $mg/100 g TG$)

5.2.4 Edaphische Charakterisierung der Proben aus 5 bis 15 cm Tiefe (Tab. 5)

5.2.4.1 Wassergehalt (HOH%; Abb. 13)

Der Wassergehalt schwankt unregelmäßig zwischen 30 und 50%. Unterschiede zwischen *QuAs* und *MFc* sind nicht festzustellen. Eine leichte Depression liegt bei P16, P17 und P18.

5.2.4.2 Bodenreaktion (pH; Abb. 13)

Die pH-Werte sind in beiden Vegetationseinheiten um fast eine pH-Einheit höher in 10 cm Bodentiefe als an der Bodenoberfläche. Sie liegen im *QuAs* bei $\text{pH} = 4$, im *MFc* bei $\text{pH} = 5$. Am höchsten sind die Werte in P16, P17 und P18, was durch Aufkalkung entlang der Forststraße bedingt ist.

5.2.4.3 Austauschbare Wasserstoffionen (H_a^+ ; Abb. 16)

Innerhalb des Transekts ist die Menge austauschbarer Wasserstoffionen im *MFc* am niedrigsten, nämlich 5 bis 12,8 mval, entsprechend den höheren pH-Werten. Im Bereich des *QuAs* ist der pH niedriger, die Austauschazidität dementsprechend höher. Sie beträgt zwischen 14 und maximal 29 mval/100 g *TB*.

5.2.4.4 Kationenumtauschkapazität ($\text{KUK} = T$ -Wert; Abb. 16)

Hier sind keine deutlichen Unterschiede zwischen beiden Vegetationseinheiten festzustellen. Die Werte für KUK streuen sehr stark und reichen von 7,8 bis 26,6 mval/100 g *TB*. Immerhin kann man beobachten, daß die höchsten Werte (26,6 mval bei P13) im *QuAs*, die niedrigsten (7,8 mval bei P13) im *MFc* auftreten. Durchschnittlich liegt also der T -Wert im *QuAs* höher als im *MFc*.

5.2.4.5 Austauschbare Metallkationen (S -Wert; Abb. 16)

Im Boden des *MFc* befinden sich erheblich mehr austauschbare Metallkationen (Na, K, Ca und Mg) als in dem des *QuAs*. Während dort der S -Wert 5 bis

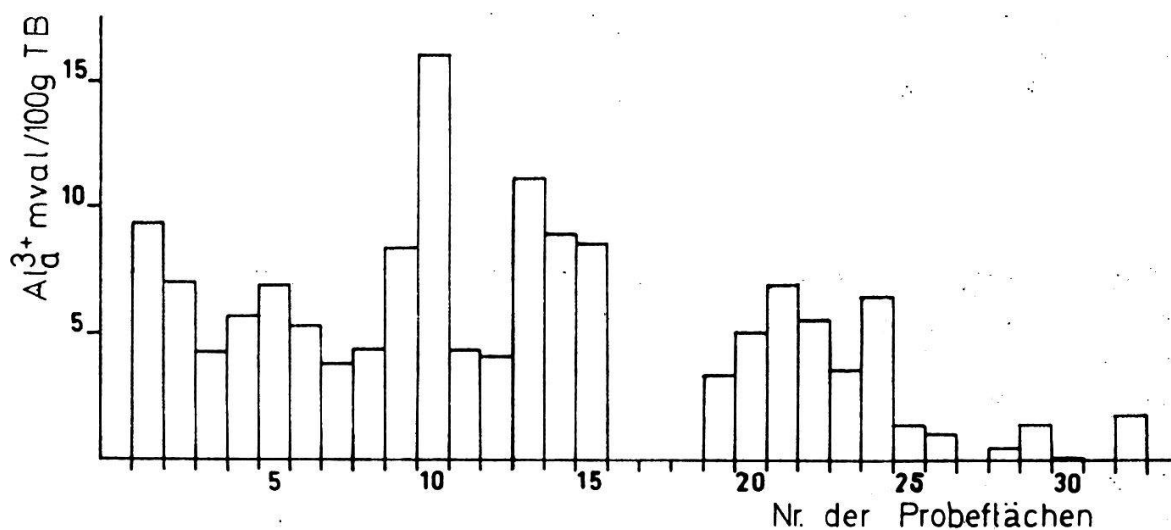


Abb. 15 Station «Gfill-Ischlag»: Austauschbares Aluminium (Al_d^{3+} mval/100 g *TB*)

Tabelle 5 Chemische Zusammensetzung der Bodenproben aus 5 bis 15 cm Tiefe, Station «Gfill-Ischlag»

Nr. der Probe- flächen	HOH % <i>TG</i>	pH	<i>KUK</i> mval/ 100 g <i>TB</i>	H ⁺ _a mval/ 100 g <i>TB</i>	<i>S</i> -Wert mval/ 100 g <i>TB</i>	<i>V</i> %	P ₂ O _{5L} mg/ 100 g <i>TB</i>	K ₂ O _L mg/ 100 g <i>TB</i>
1	29,4	4,1	10,95	14,2	1,3	11,8	0,6	4,7
2	41,4	4,0	16,89	21,8	1,6	9,4	0,8	4,7
3	33,7	4,1	15,64	18,6	2,3	14,7	1,0	4,7
4	37,0	3,9	12,20	22,2	3,0	24,5	0,8	7,0
5	33,0	4,1	14,07	20,6	1,4	9,9	0,8	4,7
6	36,2	3,8	21,89	24,6	2,3	10,5	0,8	7,0
7	29,5	3,8	16,69	18,6	3,2	19,1	1,0	4,7
8	39,9	3,9	14,07	19,8	2,1	14,9	0,6	4,7
9	32,2	3,9	12,20	15,8	1,7	13,9	0,6	4,7
10	27,7	4,1	10,63	13,0	1,6	15,0	0,5	2,4
11	41,9	3,9	14,38	19,0	1,8	12,5	0,6	7,0
12	37,1	3,7	16,26	20,4	1,1	6,7	0,6	4,7
13	40,8	4,0	26,58	22,6	1,2	4,5	1,0	4,7
14	26,1	4,2	14,07	12,6	0,4	2,8	1,0	4,7
15	34,2	3,9	20,95	26,2	0,6	2,8	1,3	4,7
16	15,7	5,5	7,82	5,0	6,4	88,8	0,6	7,5
17	18,8	5,9	9,07	5,8	5,7	62,8	1,0	4,7
18	22,4	6,2	11,88	5,6	9,8	82,4	1,0	7,5
19	28,0	4,0	11,88	21,4	1,2	10,2	0,6	2,4
20	40,2	3,7	22,51	29,4	1,6	7,1	0,6	4,7
21	37,5	3,6	18,45	26,6	1,6	8,6	0,8	4,7
22	36,1	3,7	18,14	24,6	1,6	8,8	0,6	4,7
23	36,3	3,6	16,57	25,6	1,4	8,4	0,6	2,4
24	32,9	4,0	14,38	20,8	0,8	5,5	0,5	2,4
25	47,7	5,3	15,64	12,8	8,2	52,4	0,6	7,0
26	42,6	5,1	16,88	12,4	7,6	45,0	0,8	4,7
27	42,0	5,1	12,51	11,8	7,7	61,5	1,0	4,7
28	30,3	4,7	10,63	12,2	5,0	47,0	0,5	4,7
29	30,6	5,0	13,38	12,6	7,8	58,2	0,8	4,7
30	32,7	5,2	16,26	12,2	9,3	57,1	0,8	4,7
31	33,5	5,5	12,82	9,0	11,1	86,5	0,6	4,7
32	28,3	4,7	13,13	12,4	3,7	28,1	0,5	4,7

12 mval beträgt, liegt er hier zwischen 0,5 und 3 mval/100 g *TB*. Ein Gradient, d.h. eine kontinuierliche Zu- oder Abnahme zwischen beiden Vegetations-einheiten ist nicht feststellbar; die hohen Werte beginnen vielmehr ziemlich abrupt bei P25.

5.2.4.6 Basensättigungsgrad (*V*%; Abb. 16)

Dasselbe gilt für den Basensättigungsgrad. Er liegt im *QuAs* bei minimal 2,8, maximal 24,5% und steigt im *MFc* bis weit über 80%.

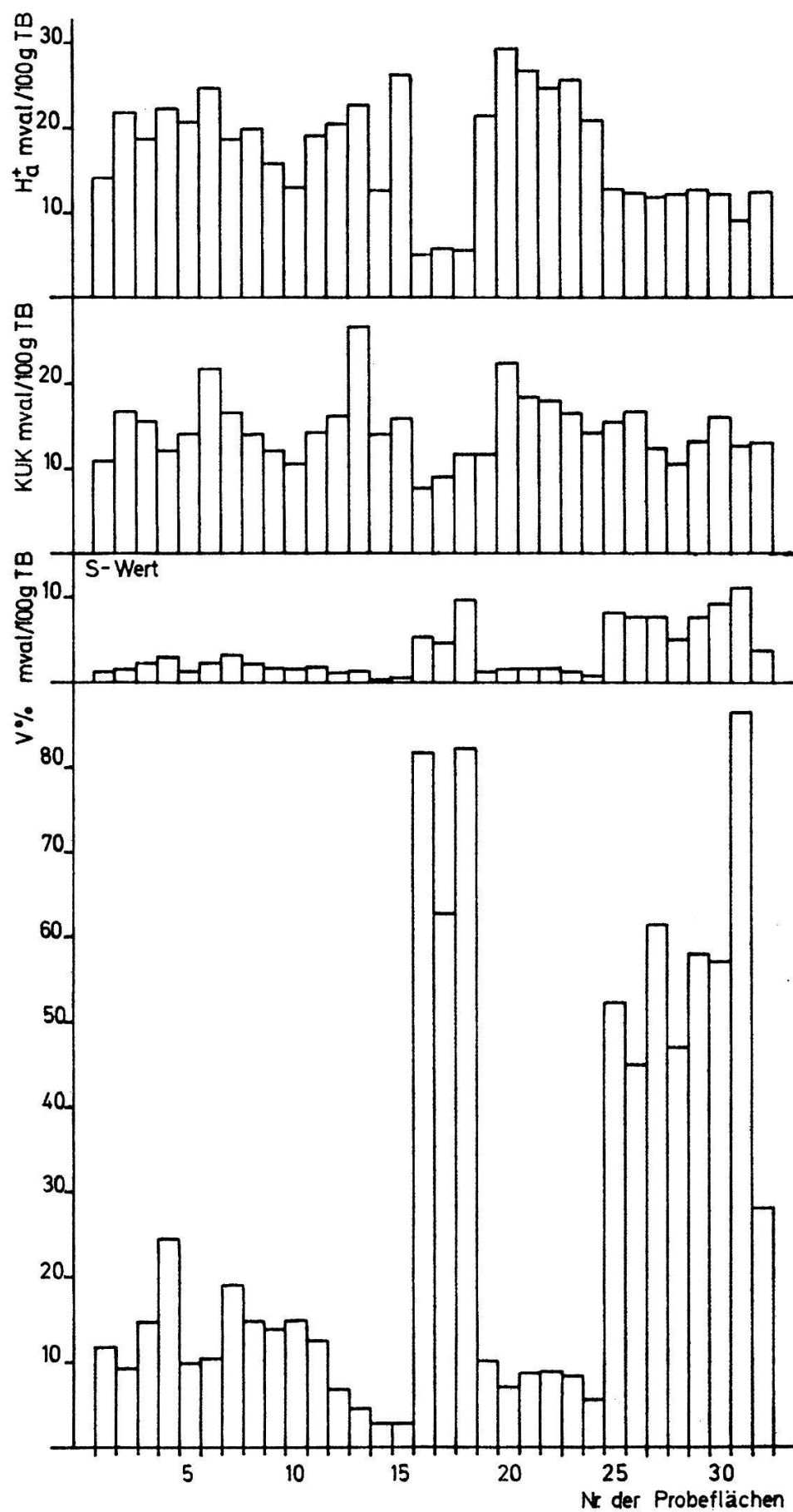


Abb. 16 Station «Gfill-Ischlag»: Austauschbare Wasserstoffionen (H^+ mval/100 g TB), Kationenumtauschkapazität (KUK mval/100 g TB), S-Wert (mval/100 g TB) und Basensättigungsgrad (V%)

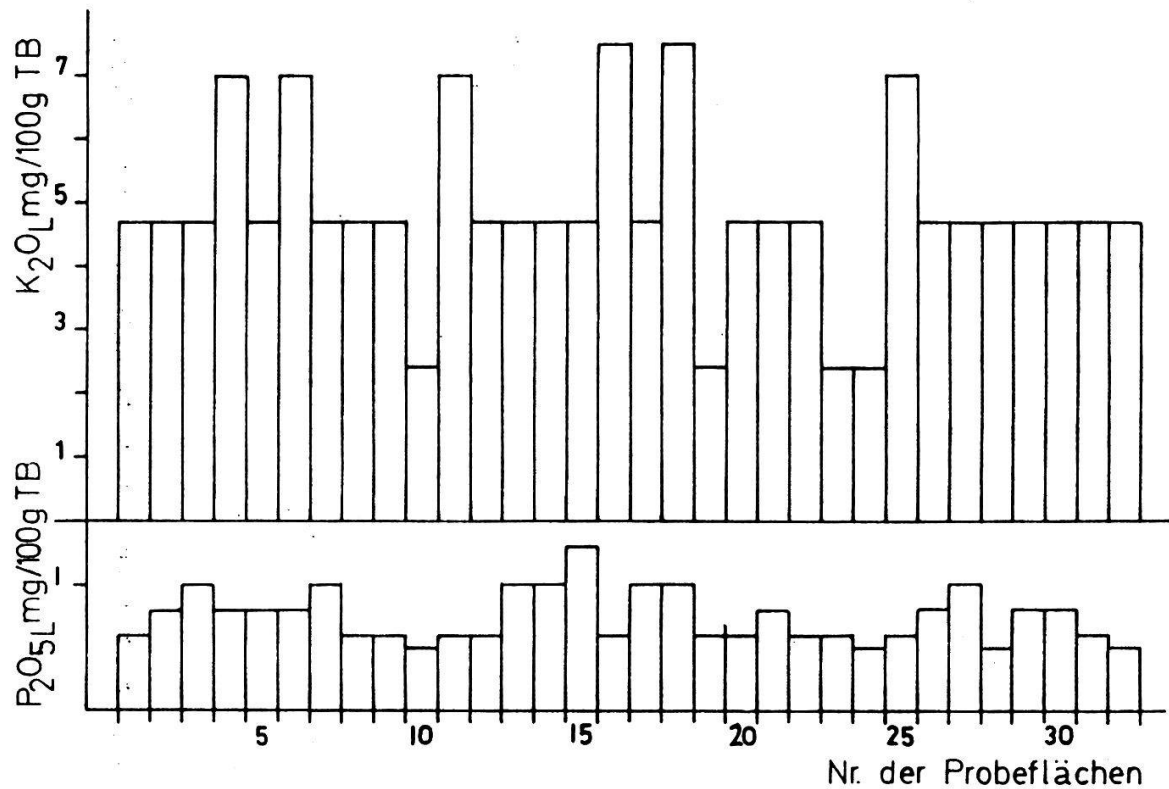


Abb. 17 Station «Gfill-Ischlag»: Laktatlösliches Phosphat und Kali (P_2O_{5L} bzw. K_2O_L mg/100 g TB)

5.2.4.7 Laktatlösliches Phosphat und Kali (P_2O_{5L} ; K_2O_L ; Abb. 17)

Der Gehalt an laktatlöslichem Kali schwankt zwischen 3 und 7,5 mg/100 g TB und läßt keine Unterschiede zwischen *MFc* und *QuAs* erkennen. Dasselbe gilt für P_2O_{5L} , wobei die Probeflächen Phosphormengen von 0,5 bis 1,3 mg/100 g TB aufweisen.