



1

---

2 This manuscript is a non-peer-reviewed preprint submitted to EarthArXiv.

3 This version is a first-round revised manuscript currently under review at  
4 Hydrological Sciences Journal. Although the manuscript has been revised  
5 following peer-review comments, it has not been formally accepted for publication  
6 and should not be treated as the peer-reviewed Version of Record.

7 Subsequent versions of this manuscript may differ from the version posted here. If  
8 the manuscript is accepted for publication, the EarthArXiv record will be updated  
9 to identify the final published article and its peer-reviewed publication DOI.

10 Journal under review: Hydrological Sciences Journal

11 Current manuscript status: First-round revised manuscript under review

12 Peer-reviewed publication DOI: Not yet available

13 Preprint server: EarthArXiv

14 Date of EarthArXiv submission: June 26, 2026

---

15

16 **Stemflow as a canopy water-balance closure term at the dawn of international forestry research:**  
17 **Translation and commentary on Carl Eduard Ney's (1893/1894) *Ueber die Messung des an den***  
18 ***Schäften der Bäume herabfließenden Regenwassers.***

19

20 **John T. Van Stan, II** [j.vanstan@csuohio.edu]

21 Biological, Geological, and Environmental Sciences, Cleveland State University, OH, USA

22

23 **Abstract.** Stemflow is now recognized as a hydrologically consequential pathway, yet much of twentieth-  
24 century forest hydrology treated it as negligible. This paper revisits a counterpoint, a formal exchange  
25 regarding stemflow between Government and Forestry Councilor C.E. Ney and Imperial-Royal Trainee  
26 Dr. E. Hoppe at the first Congress of the International Union of Forestry Research Stations (Mariabrunn,  
27 1893; published 1894)—presented here in a complete English translation. Ney argued that “interception-  
28 by-difference” (subtracting beneath-canopy throughfall from open precipitation) yields a misleading  
29 residual if stemflow goes unmeasured. Hoppe extended this critique, emphasizing spatial variability  
30 beneath crowns, wind-driven sampling artifacts, and event structure as controls on precipitation  
31 partitioning, culminating in a proposed (labor-intensive) station design. Ney's closing synthesis affirmed  
32 Hoppe's reasoning while advocating an operationally minimal correction for long-running networks.  
33 Together, these contributions suggest that stemflow's relevance to water-balance closure was articulated  
34 early and with methodological sophistication.

35 **Key words.** Canopy precipitation partitioning; throughfall; interception; precipitation measurement;  
36 forest hydrology history.

37 **1. Introduction.**

38 *To reckon with nothing but x's?*  
39 *Now that's a thing I've never done!*  
40 *For my mathematical conscience*  
41 *would quite spoil the reckoning fun.*  
42 *Yet, this act, others've probably done,*  
43 *And even found a reasonable stat!*  
44 *But whether 'twas more than mere guesses—*  
45 *In truth, I have my doubts of that!*

46 —excerpt from Carl E. Ney's "*Die forstliche Statik*" (Forest Statics: see Supplemental Materials S1),  
47 translation by J.T. Van Stan.

48

49 In the late nineteenth century, forest hydrology was already confronting a water-balance closure  
50 problem that remains familiar: how to account for precipitation as it passes through a forest canopy and  
51 how to distinguish true canopy "loss" (*i.e.*, interception evaporation) from the water that eventually reaches  
52 the soil (Allen et al., 2020; Van Stan and Simmons, 2025). The translated discussion at the center of this  
53 paper (see Supplemental Materials S2) comes from a moment of methodological self-audit, as foresters,  
54 meteorologists, and engineers began interrogating decades of numerical evidence collected from across  
55 mainland Europe (Friesen and Van Stan, 2019; Van Stan and Friesen, 2020) to determine what those  
56 numbers physically represented, and how they were produced. Note that original German passages are  
57 given in italics throughout to allow direct comparison with the source text.

58 This exchange occurred at the Austrian forestry research station in 1893 (published in the 1894  
59 proceedings), at the first Congress of the International Union of Forestry Research Stations—the precursor  
60 to the IUFRO. At this time forest research was becoming a transnational, instrumented endeavor concerned  
61 with standardized observation protocols (Johann et al., 2017). The speakers embody a productive  
62 generational and disciplinary contrast. The principal speaker is Government and Forestry Councilor  
63 (*Regierungs- und Forstrath*) Carl Eduard Ney, an older practitioner-scientist whose credibility comes from  
64 office, publications, and experimental improvisation (Forestry Administration of Reichsland [Alsace-  
65 Lorraine], 1916). The respondent is Imperial-Royal Trainee and Junior Meteorologist (*K. k. Aspirant*) Dr.

66 Eduard Hoppe; in his own framing, a “newcomer” (*Neuling*) seeking to formalize future institutional  
67 observation programs.

68         The substance of their debate reveals a community realizing that a major term had been missed in  
69 the hydrological accounting. Precipitation caught in rain gauges placed beneath the canopy had been  
70 assumed equivalent to total “net” precipitation, collapsing the distinction between what instruments  
71 captured and what the ecosystem actually processed. This conceptual gap was accompanied by a linguistic  
72 one. Lacking the noun “stemflow,” Ney relied on an eleven-word circumlocution: *Ueber die Messung des*  
73 *an den Schäften der Bäume herabfliessenden Regenwassers*—“On the measurement of the rainwater  
74 flowing down the stems of the trees”. In philosophy of science terms, this represents a struggle to anchor  
75 ‘vagrant predicates’ – loose descriptors like “flowing down here” and “evaporating there” – into stable  
76 scientific objects (Rescher, 2006). Similarly, what we now define as “interception” (Coenders-Gerrits et al.,  
77 2020) appeared as the residual “caught on the trees and evaporated there” (*an den Bäumen aufgefangenen*  
78 *und dort verdunsteten*), a phrase that smuggles an entire hydrological assumption into its descriptive  
79 grammar. “Throughfall” also did not exist as a formal term; instead, one finds “precipitation measured  
80 beneath forest canopies” (*Niederschlag unter den Kronen*) or the still-awkward “through-crown rainfall,”  
81 phrasings that describe instrument placement rather than name a process. That terminological instability  
82 reflects the field’s epistemic tentativeness, yet the data under discussion – from Ney’s interrupted 1870 pilot  
83 study to Dr. Wahrmond Riegler’s Mariabrunn work (1879, published 1881) – suggested that canopy  
84 partitioning is an event-conditioned function (Levia and Germer, 2015; Wischmeyer et al., 2024). The  
85 conversation becomes a miniature laboratory of method, wrestling with the difference between what is easy  
86 to measure and what is necessary to know.

87         Historically, this debate matters because it shows that stemflow was not originally viewed as  
88 “negligible,” but as a missing closure term required to transform a dubious residual into a physical pathway  
89 for infiltration and recharge—in fact, Riegler’s (1881) discussions anticipate the later ‘double-funneling’  
90 formulation of Johnson and Lehmann (2006) (a detailed discussion of this may be found in Friesen and Van  
91 Stan (2019)). Despite its early prominence, stemflow appears to have been sidelined in subsequent decades,

92 plausibly owing to the labor demands of its measurement and a mid-twentieth-century pivot toward  
93 catchment-scale management (Bosch and Hewlett, 1982; McGuire and Likens, 2011). The post-war  
94 marginalization of German as a primary scientific language (Bahji et al., 2023; Reinbothe, 2013) may also  
95 have contributed to these foundational threads being overlooked or “rediscovered” decades later. This paper  
96 provides the first full translation and analytical commentary of the Ney-Hoppe exchange. By tracing the  
97 principal threads of their argument, one recovers a vital period of methodological negotiation that remains  
98 strikingly relevant to modern water-balance challenges. The full translated conversation, including its  
99 professional courtesies and flashes of insight, is provided in Supplemental Materials S2. The author  
100 ventures to hope that these notes will serve as an invitation to spend an hour in the company of Ney and  
101 Hoppe themselves.

102

## 103 **2. Translation methodology.**

104 The translation of Ney’s address and Hoppe’s response followed a sense-for-sense approach,  
105 prioritizing readability for contemporary hydrologists while attempting to preserve the rhetorical register  
106 of late-19<sup>th</sup>-century German scientific discourse. This kind of discourse contains elements of formal direct  
107 address, hedged declaratives, and layered courtesies. Where the speakers used lexical circumlocutions for  
108 concepts that lacked a stable noun in 1893, the translation deliberately varies its English rendering so as not  
109 to anachronistically flatten the speakers’ struggle for terminology. Editorial additions fall into 3 tiers, each  
110 marked. (1) Bracketed inline clarifications of the form “[*i.e.*, ...]” are used sparingly for modern term  
111 equivalents, unit conversions (*e.g.*, the Paris cubic foot rendered as 34.28 L), and brief contextual glosses  
112 (*e.g.*, mobilization in 1870 for the Franco-Prussian War). (2) Numbered translator end notes handle  
113 idiomatic expressions, historical-institutional references (*e.g.*, Aschaffenburg, Mariabrunn), and cross-  
114 references to modern literature where a passage anticipates a later concept. (3) Footnotes original to the  
115 1894 proceedings are preserved and distinguished typographically from translator notes. Running-prose  
116 tabulations in Hoppe’s data presentation have been reformatted as inline tables for readability; this is the  
117 only substantive structural intervention and is flagged at first occurrence. A transcription was drafted from

118 the 1894 proceedings' images hosted on Google<sup>1</sup>. Then the translation was drafted with reference to the  
119 Langenscheidt German-English dictionary, and was iteratively reviewed by a native German speaker,  
120 Stefanie Van Stan, whose corrections and preferences are reflected throughout. For instances of archaic  
121 constructions and 19<sup>th</sup>-century technical idioms that remained ambiguous after review, three large language  
122 models (Claude, Gemini, and ChatGPT) were independently queried for a minimum of 3 plausible readings  
123 each. Then, these plausible readings were discussed with S. Van Stan and adjudicated in favor of the reading  
124 most consistent with the surrounding German text and the forest-hydrology context. Thus, AI models were  
125 deployed as complementary reference works. No AI-generated text appears in the translation.

126

### 127 **3. Ney's opening argument.**

128 Ney's argument is, at heart, diagnostic. He treats the residual in the canopy water-balance  
129 calculation (conventionally defined as open rainfall minus throughfall) as a hypothesis to be tested instead  
130 of a settled quantity of evaporation. His starting point is the mundane reality of the "drenched stem." If the  
131 residual strictly represented water that was intercepted and evaporated, as the standard definition implied  
132 at the time, then the bark of the stems would remain dry; the water would simply hang in the canopy until  
133 it returned to the atmosphere. However, the visibly wet stem-bark functions as a falsification tool; it  
134 empirically suggests an active drainage pathway, proving that the calculated residual contains liquid flow,  
135 not just vapor. From this embodied observation, Ney pivots to the network data for a consistency check  
136 (using the 1875–1884 Prussian station records). The magnitude of the mean forest-versus-open difference  
137 across all stations (212 mm, or 23.6% of gross precipitation) demands explanation, but Ney's diagnostic  
138 insight lies in the species comparison. If the residual truly quantified canopy storage and evaporation, then  
139 denser, more persistent canopies should yield larger inferred losses. Ney finds precisely the opposite:

140

---

<sup>1</sup> [google.com/books/edition/Bericht\\_%C3%BCber\\_die\\_Erste\\_Versammlung\\_des/ZomTqndli74C?hl=en](https://www.google.com/books/edition/Bericht_%C3%BCber_die_Erste_Versammlung_des/ZomTqndli74C?hl=en)

141 “Most striking, however, was the difference among the species: beech, pine, spruce. One  
142 would assume from the outset that the two shade-species—beech and spruce—would  
143 show the greatest differences, and that the light-demanding species—pine—would show  
144 the smallest, given the lower density of its foliage. Yet the average over all German  
145 stations yields precisely the opposite: pine ‘loses,’ on average, 28.0 percent of rainfall in  
146 this way; beech 22.9; and spruce (green through the winter as compared with beech) only  
147 20.2 percent. Plainly, then, there is an error source here that must be removed...”

148  
149 This species anomaly provides the critical inconsistency on which Ney’s argument turns. The data suggest  
150 that pine, with its open crown and sparse needle cover, “loses” more precipitation to the atmosphere than  
151 spruce with its dense, layered canopy. Such a result is physically incoherent under the standard  
152 interpretation and, thus, the residual cannot mean what the publications of the time claim it means. From a  
153 modern perspective, Ney’s reasoning resembles what would now be called a closure problem: the  
154 observations cannot be reconciled with a simple interception-only model unless a significant flux is missing  
155 from the equation. He identifies this unmeasured variable as stemflow and marshals Riegler’s (1881)  
156 observations as existence proof that the volumes involved are transformative:

157  
158 “Riegler collected, in a single day under his beech, 1200 liters of water that had run down  
159 the stem. This fact is reported in the Reports from the *Austrian Forestry Research Institute*  
160 for 1879 [Ney refers to 1879 data; the relevant report was published in 1881], volume 2.  
161 From a single rain, from a single beech: 1200 liters! That beech had, if I recall correctly,  
162 79 m<sup>2</sup> of crown-projection area. This proves that the way water is distributed into the forest  
163 soil is essentially different from what we generally assume.”

164  
165 Even if later readers debate the scaling or representativeness, Ney’s point is that this concentrated delivery  
166 necessarily transforms one’s conception of soil wetting patterns. Read from a modern standpoint, Ney’s

167 observation can be seen as prefiguring a point that later work would articulate in more formal terms: that  
168 even when stemflow constitutes a modest fraction of gross precipitation at the stand scale, it can be  
169 hydrologically consequential at the near-stem microsite scale. He also sketches event dependence with  
170 surprising clarity. Stemflow, he notes, increases as rainfall increases, but there is threshold behavior where:

171

172       “...the stronger the rain, the larger the percentage that runs down the stem. ... Flow down  
173 the stem begins only once the whole crown is wet; so below a certain threshold—and, as I  
174 found in my observations, with rainfall under 2 mm— no runoff along the stem occurs at  
175 all.”

176

177 These are early articulations of process understanding, of stemflow being a function of antecedent wetting  
178 and event magnitude. He frames this evidence with caution; his results are partial, interrupted, and  
179 suggestive rather than definitive. A leak has been identified and, at minimum, he argues the magnitude of  
180 the error is undeniable. Ney’s case moves to programmatic demand. He wants stemflow measured as a  
181 correction term that makes decades of existing long-term station data interpretable.

182

183       “...my figures lead me to this result: at least half of the total difference our stations find  
184 between forest rainfall and open-field rainfall runs down the stems, so that all published  
185 numbers concerning that difference are, quite simply, at least 100 percent too high.”

186

187 That formulation clarifies his agenda. Because he frames the stakes in terms of soils and springs, he situates  
188 canopy partitioning as a governing mechanism of the forest water cycle. This framing introduces the  
189 concerns that Dr. Eduard Hoppe would address next. Where Ney’s contribution is primarily diagnostic,  
190 Hoppe’s is methodological. His response shifts the discussion from critique to design, proposing to translate  
191 Ney’s field-improvised insights into a rigorous, reproducible observation protocol.

192

193 **4. Hoppe’s response: Spatial heterogeneity, wind, event structure, and instrumentation.**

194 Hoppe moves quickly from polite agreement on the problem’s significance – affirming that  
195 resolving the stemflow question is vital for both “nature’s economy” and “the forest’s welfare-effects” – to  
196 a systematic inventory of error sources. While Ney argues that the stations are measuring the wrong thing,  
197 Hoppe argues they are measuring the right thing the wrong way. He begins by cautioning that “forest  
198 precipitation” is not a uniform observational object; it is partly an artifact of siting philosophy (e.g., he  
199 discusses the specific siting differences between Austrian and German observational networks). From there,  
200 he attacks the assumption that a single rain gauge can represent the mean throughfall beneath a tree. Also  
201 citing Riegler’s (1881) data, Hoppe argues that crown architecture creates structural heterogeneity that  
202 persists across storm types. In his view, “average throughfall” is a statistical construct that requires high-*n*  
203 replication with consideration of spatiotemporal canopy architectural patterns.

204 Hoppe supports this by identifying wind as an active sampling confounder. In a thought experiment  
205 that, read from a modern vantage, prefigured themes later formalized in stemflow mechanics (*cf.*, Herwitz  
206 and Slye, 1995), he describes how a storm-lashed tree creates dynamic “wind shadows” where a gauge  
207 placed on the leeward side of a stem would completely miss the precipitation being whipped off the canopy.

208

209 “Imagine a rain gauge set up by chance such that the axis of the wind direction coincides  
210 with an imaginary line drawn from the stem to the gauge. A violent storm strikes the rain-  
211 laden tree, whose leaves still hold raindrops; the stem sways, the leaves are whipped against  
212 one another and fling the raindrops outward in arcs. The rain gauge, standing in the stem’s  
213 lee and is therefore shielded from the wind by that stem, now misses that portion of  
214 precipitation which would otherwise have dripped down slowly, or which another gauge,  
215 not set in the wind-shadow of the stem (if one may speak so), would have received in part.”

216

217 This recognition, that crown-atmosphere interactions create systematic spatial patterns, leads to a second  
218 critique that reads as modern: the importance of event structure. For Hoppe, a rainfall total is not

219 hydrologically equivalent to itself unless one knows the intensity. He argues that the stemflow percentage  
220 functions as a variable dependent on rainfall duration and energy, again presenting supportive data:

221

222 “In a 60-hour moderate land-rain [widespread, steady, frontal rainfall]... 7.6% of the  
223 rainfall [was stemflow]. In a thunderstorm lasting several hours... 13.6% of the rainfall.  
224 By contrast, in a short cloudburst-like thunder-rain... only 4.3% of the rainfall... because,  
225 plainly, the impact of the rain was so violent that it bent the leaves downward and the water  
226 fell directly to the ground.”

227

228 This conceptual step effectively pushes the station network toward, what would be called today, an event-  
229 based observation rather than simple 24-hour totals. Hoppe’s methodological proposal culminates in an  
230 ambitious station design, proposing three to five instrumented trees per site, each fitted with sealed stem-  
231 gutters and surrounded by four to six throughfall gauges to capture spatial variance (what is eventually  
232 published: Hoppe, 1896). He also insists on self-recording ombrometers to capture intensity, alongside wind  
233 vanes and thermometers. Yet, Hoppe pairs this ambitious design with humility about what even the most  
234 careful instrumentation cannot capture:

235

236 “I have deliberately omitted certain influences from my calculations and left them  
237 unmentioned, influences that are arguably the most powerful, but precisely for that reason,  
238 not easily eliminated; influences about which it is even questionable whether they can ever  
239 be eliminated by means of average values, even if these averages are derived from a very  
240 large series of observations. I am referring, in particular, to the influences of species, age,  
241 density and quality of the stand, further that of climate, and last not least the influence—  
242 brought about by species and climate—of earlier or later leaf-out and leaf-fall...”

243

244 His closing philosophy is *nicht im Sturme zu lösen*—“not to be solved in a hurry.” He advises pilot  
245 studies, instrument testing, and small-scale validation before any network-wide rollout, then acknowledges  
246 that the influence of species, age, and leaf-out creates complexity that can “truly be achieved only through  
247 international cooperation.” Hoppe thus validates Ney’s diagnosis but prescribes a treatment so rigorous it  
248 borders on the impossible, which leads to Ney’s closing rejoinder.

249

## 250 **5. Ney’s closing rejoinder: Pragmatism over perfection.**

251 Ney’s closing remarks will be familiar to anyone who has tried to reform a monitoring network: he  
252 agrees with Hoppe’s underlying science and disagrees with his proposed implementation. “I am completely  
253 convinced of the scientific correctness of Dr. Hoppe’s proposals,” he begins, but immediately pivots to  
254 feasibility. Four to six gauges beneath each tree? “Somewhat excessive.” The error introduced by imperfect  
255 gauge placement, he argues, will average out over years as crowns grow and gaps shift. What matters is  
256 usable correction. His counterproposal is deliberately minimal:

257

258 “What I want is only this: that, in a simple way, at each individual station, the readings of  
259 the rain gauges be corrected by measuring the water running down the stem. That is to say,  
260 that at each forest station a simple, inexpensive apparatus be set up: one lays a gutter around  
261 one of the thickest stems, catches the water, and then divides the result by the tree crown’s  
262 projection area.”

263

264 This is infrastructure realism. Ney knows what station observers face. At Prussian stations, he notes,  
265 82 readings must be taken twice daily. Adding Hoppe’s full instrumentation array would collapse the  
266 network under its own ambition. Ney also challenges Hoppe’s proposed forest-clearing reference station,  
267 drawing on a cautionary example from St. Johann in Württemberg. There, a “so-called open station”  
268 surrounded by forest on three sides produced snow measurements 41% higher than the forest interior – not  
269 because more snow fell, but because wind-borne snow settled out when wind speed dropped in the

270 aerodynamic shelter of the clearing – describing similar processes identified in Hiemstra et al. (2002). The  
271 lesson is built on Hoppe’s methodological statements, that siting choices create systematic biases that  
272 arithmetic alone cannot cure.

273         Where Ney and Hoppe converge is on the importance of rainfall duration. In an illustrative  
274 calculation, Ney posits a soil infiltration capacity of  $1 \text{ mm h}^{-1}$ . If 30 mm falls in 1 h, 29 mm becomes surface  
275 runoff; if the same 30 mm falls over 20 h, only 10 mm runs off. “The soil therefore derives decidedly greater  
276 benefit from a slower-falling rain, and the risk of flood damage is significantly reduced.” From a modern  
277 perspective, this example maps closely onto what would later be formalized as infiltration-excess overland  
278 flow (Horton, 1933; 1945). What the passage suggests is that the underlying conceptual intuition was  
279 available to observant practitioners well before its theoretical codification; what Ney lacked was the  
280 recording infrastructure to parameterize it. Yet, Ney tempers aspiration with realism. Duration data would  
281 be “extraordinarily valuable,” but he doubts field stations can bear the added burden. Central stations with  
282 dedicated staff might manage it; dispersed observers cannot. His closing statement summarizes a pragmatic  
283 position on stemflow measurement:

284

285         “I shall be quite satisfied if we are in a position to demonstrate numerically that the  
286 differences shown by the rain gauges must be corrected by roughly 40 or 60 percent...  
287 Whether it is exactly 51 or 59% is quite indifferent to me. Today we actually do not know  
288 whether it amounts to 20 or 80%.”

289

290         Read sympathetically, Ney is articulating a philosophy of network science that still resonates:  
291 monitoring programs live or die by what can be maintained. Viewed retrospectively, Hoppe’s vision reads  
292 as a forerunner of the modern intensive plot study; Ney’s prefigures the operational correction factor.  
293 Together, their exchange offers one plausible account of why stemflow could be recognized as important  
294 and yet fail to become routine practice. Once framed as a correction requiring additional apparatus, it would

295 have had to compete against labor, cost, and institutional inertia—a competition it appears to have lost for  
296 nearly a century.

297

## 298 **6. Conclusions: An invitation.**

299 To read Ney and Hoppe now is to encounter a debate that feels unexpectedly contemporary, because  
300 the core tensions they navigated remain unresolved. The conflict between methodological rigor and  
301 operational feasibility, between process understanding and network-scale monitoring, between what we  
302 wish to know and what we can afford to measure: these are persistent features of environmental observation.  
303 What the 1893 exchange suggests is that the core questions were visible early and articulated with  
304 sophistication; the subsequent attenuation of these threads may be consistent with pressures from labor  
305 economics, institutional inertia, and linguistic displacement (though future work may provide a fuller  
306 historiographic accounting). The full translation in the Supplemental Materials attempts to preserve the  
307 texture of that conversation. Again, I invite readers to encounter Ney and Hoppe directly, to experience one  
308 instance of how scientists might reason before the vocabulary stabilized. This document is also one entry  
309 point into a larger archive. The German-language forest-hydrology literature of the late nineteenth century  
310 (much of it untranslated, and some of it seemingly little-consulted in recent decades) contains  
311 methodological debates, long-term datasets, and conceptual innovations that appear relevant to  
312 contemporary ecohydrology. Ney himself left not only technical papers but writings that engaged socio-  
313 scientific and epistemological questions through a range of literary forms, including satirical poetry (see  
314 the opening quote to this essay). Forest hydrologists of this period frequently worked across such registers,  
315 and attending to the full range of their writing can enrich the historical record available to contemporary  
316 hydrology.

317

318 **Acknowledgements:** The author thanks his wife, Stefanie, a patient native German speaker, for her  
319 steady support throughout this work, and his mother-in-law, Iris, a retired professor of German, whose  
320 guidance has been instrumental in his engagement with the language. Thanks also to Keith Beven for his  
321 thoughtful review of this concept. This work was supported by NSF WaLCZ (#2521494).

322 **References.**

- 323 Allen, S.T., Aubrey, D.P., Bader, M.Y., Coenders-Gerrits, M., Friesen, J., Gutmann, E.D., Guillemette, F.,  
324 Jiménez-Rodríguez, C., Keim, R.F., Klamerus-Iwan, A., Mendieta-Leiva, G., Porada, P., Qualls,  
325 R.G., Schilperoort, B., Stubbins, A., Van Stan II, J.T., 2020. Key Questions on the Evaporation and  
326 Transport of Intercepted Precipitation, in: *Precipitation Partitioning by Vegetation*. Springer  
327 International Publishing, Cham, pp. 269–280. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2_16)
- 328 Bahji, A., Acion, L., Laslett, A.M., Adinoff, B., 2023. Exclusion of the non-English-speaking world from  
329 the scientific literature: Recommendations for change for addiction journals and publishers. *NAD*  
330 *Nordic Studies on Alcohol and Drugs* 40. <https://doi.org/10.1177/14550725221102227>
- 331 Bosch, J.M., Hewlett, J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation  
332 changes on water yield and evapotranspiration. *J. Hydrol. (Amst)*. [https://doi.org/10.1016/0022-](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2)  
333 [1694\(82\)90117-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2)
- 334 Coenders-Gerrits, A.M.J., Schilperoort, B., Jiménez-Rodríguez, C., 2020. Evaporative Processes on  
335 Vegetation: An Inside Look. *Precipitation Partitioning by Vegetation: A Global Synthesis*.  
336 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2_3)
- 337 Forestry Administration of Reichsland [Alsace-Lorraine], 1916. Carl Eduard Ney: Obituary.  
338 *Forstwissenschaftliches Centralblatt (European Journal of Forest Research)* 38, 163–166.
- 339 Friesen, J., Van Stan, J.T., 2019. Early European observations of precipitation partitioning by vegetation:  
340 a synthesis and evaluation of 19th century findings. *Geosciences (Basel)*. 9, 423.
- 341 Herwitz, S.R., Slye, R.E., 1995. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven  
342 rainfall. *J. Hydrol. (Amst)*. 168, 205–226. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(94\)02643-P](https://doi.org/10.1016/0022-1694(94)02643-P)
- 343 Hiemstra, C.A., Liston, G.E., Reiners, W.A., 2002. Snow redistribution by wind and interactions with  
344 vegetation at upper treeline in the Medicine Bow Mountains, Wyoming, U.S.A. *Arct. Antarct. Alp.*  
345 *Res.* 34. <https://doi.org/10.2307/1552483>
- 346 Hoppe, E., 1896. *Regenmessung unter Baumkronen*. W. Frick.
- 347 Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins; Hydrophysical approach  
348 to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America* 56.  
349 [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2)
- 350 Horton, R.E., 1933. The role of infiltration in the hydrologic cycle. *Eos, Transactions American*  
351 *Geophysical Union* 14, 446–460. <https://doi.org/10.1029/TR014i001p00446>
- 352 Johann, E., Buck, A., Burger, B., Kleine, M., Prüller, R., Wolfrum, G., 2017. 125 years of IUFRO: History  
353 of the International Union of Forest Research Organizations 1892–2017. Freiburg, Germany.
- 354 Johnson, M.S., Lehmann, J. 2006. Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential  
355 flow. *Ecoscience* 13, 324-333.
- 356 Levia, D.F., Germer, S., 2015. A review of stemflow generation dynamics and stemflow-environment  
357 interactions in forests and shrublands. *Reviews of Geophysics* 53, 673–714.

- 358 McGuire, K.J., Likens, G.E., 2011. Historical roots of forest hydrology and biogeochemistry. *Forest*  
359 *Hydrology and Biogeochemistry*.
- 360 Reinbothe, R., 2013. [The boycott against German scientists and the German language after World War I].  
361 *Dtsch. Med. Wochenschr.* 138.
- 362 Rescher, N., 2006. On Ignorance and Limits of Knowledge, in: *Studies in Epistemology* . De Gruyter,  
363 Berlin, pp. 157–180. <https://doi.org/10.1515/9783110332360.157>
- 364 Riegler, W., 1881. Beobachtungen über die Abfuhr meteorischen Wassers entlang den Hochstämmen.  
365 *Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien* 2, 234–246.
- 366 Van Stan, J.T., Friesen, J., 2020. Precipitation Partitioning, or to the Surface and Back Again: Historical  
367 Overview of the First Process in the Terrestrial Hydrologic Pathway. *Precipitation Partitioning by*  
368 *Vegetation: A Global Synthesis*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29702-2_1)
- 369 Van Stan, J.T., Simmons, J., 2025. Water Models as Geographical Chimera: Precipitation Interception  
370 Routines as an Example of “Patchwork Empiricism.” *Water Alternatives* 18, 200–220.
- 371 Wischmeyer, C., Swanson, T., Mueller, K., Lewis, N., Bastock, J., Van Stan, J.T., 2024. A LiDAR-driven  
372 pruning algorithm to delineate canopy drainage areas of stemflow and throughfall drip points.  
373 *Methods Ecol. Evol.* 15, 1997–2009. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4600550>.

374 **Supplemental Materials.**

375

376

377 **S1. Original and transcription of the poem excerpt from Carl Eduard Ney's (1896) *Lieder und***  
378 ***Reimereien eines alten Grünrocks aus der Pfalz*. Verlag von Karl J. Trübner; Straßburg.**

---

Scan from original Ney (1896)

Transcribed by J.T. Van Stan

---

Mit lauter x rechnen zu wollen,  
Hab' ich aber niemals geübt.  
Hätt' mein mathematisch Gewissen  
Von jeher gar ernstlich betrübt.  
Wohl haben's schon And're versucht  
Und fanden auch ein Resultat.  
Doch daß das auch richtig gewesen,  
Bezweifle ich sehr in der That.

Mit lauter x rechnen zu wollen,  
Hab' ich aber niemals geübt.  
Hätt' mein mathematisch Gewissen  
Von jeher gar ernstlich betrübt.  
Wohl haben's schon And're versucht  
Und fanden auch ein Resultat.  
Doch daß das auch richtig gewesen,  
Bezweifle ich sehr in der That.

---

379

380 **S2. Full English translation of “*Ueber die Messung des an den Schäften der Bäume herabfliessenden***  
381 ***Regenwassers.*”**

382 [Translator notes are provided in brackets or, when lengthier, as end notes.]

383

**Original German:**

Wir übergehen nun zu Punkt 6 der Tagesordnung, das ist zum Referat “Ueber die Messung des an den Schäften der Bäume herabfliessenden Regenwassers.”

**Referent Regierungs- und Forstrath Ney:**

Meine Herren! Ich muss zunächst um Entschuldigung bitten, dass ich den Aufsatz,<sup>i</sup> welchen ich Ihnen letzten Montag übergeben habe, und welcher die wichtigsten Grundlagen für meinen Vortrag enthält, nicht vorher vertheilen liess. Die Ursache lag darin, dass mir nicht bekannt war, wer an der Versammlung theilnehmen werde, und dass ich auch den Aufsatz selbst von der Verlagshandlung zu spät erhalten hatte. Ich habe weniger Abdrücke erhalten, als ich mir erbeten hatte, so dass ich zu meinem Bedauern nicht in der Lage war, jedem der Herren einen derselben zu übergeben. Das Hauptsächliche der Zahlen, auf welche ich vielleicht zurückzukommen hätte, habe ich in diesen Aufsatz aufgenommen, und ich glaube, Sie werden nichts dagegen haben, wenn ich sie Ihnen hier erlasse.

Meine Herren! Seit langer Zeit - ich glaube, es sind schon 30 Jahre - werden in Deutschland die Regenmengen in Wald und Feld mit einander verglichen. Es wird daraus eine Differenz berechnet, von welcher es in den bayerischen Publicationen ursprünglich hiess: „An den Bäumen hängen geblieben und dort verdunstet“. Ich war in jener Zeit Beobachter an einer der bayerischen Stationen und habe sofort gesehen, dass diese Angabe über den Verbleib dieses Wassers unmöglich richtig sein kann. Die Baumschäfte waren bei jedem Regen in so hohem Grade nass, dass ich mir sagen musste, dass an ihnen eine beträchtliche Menge Wassers herunterlaufen müsse. Aus den Zahlen der preussischen Stationen habe ich für die Jahre 1875 bis 1884 die durchschnittlichen Unterschiede

**English Translation:**

We now pass to item 6 of the agenda, namely to the report “On the measurement of the rainwater running down the stems of trees.”

**Government and Forestry Councilor Ney:**

Gentlemen! I must first beg your pardon for not circulating in advance the paper<sup>i</sup> I handed you last Monday and which contains the most important foundations for my talk. The reason was simply this that I did not know who would be attending the meeting, and that I received the paper itself from the publisher too late. I received fewer offprints than I had requested, so that, to my regret, I was unable to place one into the hands of every gentleman here. The essential figures to which I might otherwise need to return are contained in that paper, and I trust you will not object if I spare you their repetition here.

Gentlemen! For a long time—I believe it is already 30 years—Germany has been comparing rainfall amounts in forest and in open fields. From this comparison a difference is calculated, and in the Bavarian publications it was originally said of this difference: “caught on the trees and evaporated there.” At that time, I was an observer at one of the Bavarian stations, and I saw at once that this account of where the water “went” cannot possibly be correct. Whenever it rained, the tree stems were so thoroughly wet that I had to conclude: a considerable quantity of water must be running down them.

Using the figures from the Prussian stations, I calculated for the years 1875 to 1884 the mean differences that result—across all stations—from

berechnet, welche sich aus der Vergleichung zwischen den Regenmengen in Wald und Feld für alle Stationen ergeben. Ich fand, dass im Durchschnitte aller unter preussischer Verwaltung stehenden Stationen die jährliche Regenmenge im Freien 898 und im Walde 686 mm beträgt, dass also der Unterschied 212 mm betragen soll, das heisst, dass 23·6 Procent der Regenmenge dem Boden verloren gehen sollen. Ich habe dann dieselbe Berechnung je nach der Menge des Regens, welcher überhaupt fällt, und je nach der Holzart ausgeführt und gefunden, dass bei einem jährlichen Regen unter 750 mm der rechnungsmässige Verlust 22·2 Procent beträgt, bei einem mittleren Regen von 750 bis 1000 mm 25·9 Procent und ebenso viel bei Regenmengen über 1000 mm. Am auffallendsten aber war der Unterschied zwischen den verschiedenen Holzarten: der Buche, der Kiefer, der Fichte. Von Vorneherein wäre anzunehmen, dass die beiden Schatten-Holzarten Buche und Fichte die grössten, die Licht-Holzart, die Kiefer, wegen der geringen Dichtigkeit der Belaubung, die geringsten Unterschiede zeigen würden. Der Durchschnitt aller deutschen Stationen ergibt aber genau das Gegentheil: die Kiefer verliert im Durchschnitte aller Stationen 28·0 Procent des Regens auf diese Weise, die Buche 22·9 und die Fichte, welche der Buche gegenüber im Winter grün ist, nur 20·2 Procent. Es liegt also hier eine Fehlerquelle vor, welche beseitigt werden muss, wenn unsere Beobachtungen über die Regenmengen im Walde und im Freien überhaupt einen Zweck haben sollen.

Ich finde dieselbe in der Menge des an den Schäften herablaufenden Wassers, und ich glaube, ich war der Erste, welcher es versucht hat, diese Regenmenge zu messen. Es dürfte um den 15. März des Jahres 1870 gewesen sein, als ich die Messungen begann. Ich liess einen der stärksten Bäume meiner Waldstation, denselben, an welchem das Thermometer zur Messung der Baumtemperaturen angebracht war, mit einer Zinkrinne umgeben, die dicht anlag und deren Lücken am Stamme - wenn ich mich recht erinnere - mit Wachs verklebt waren. Die Rinne mündete in ein Ausgussrohr, unter welchem ich grössere offene Gefässe aufstellte, so dass in denselben das sämmtliche Wasser, welches an dem Schafte herunterlief, aufgefangen wurde.

comparing forest and field rainfall. I found that, averaged over all stations under Prussian administration, the annual rainfall is 898 mm in the open and 686 mm in the forest; thus the difference is said to be 212 mm—that is, 23.6 percent of rainfall is supposedly “lost” before reaching the ground. I then carried out the same calculation as a function of (i) the total annual rainfall and (ii) the tree species, and found that when annual rainfall is under 750 mm the computed loss is 22.2 percent; with a medium rainfall of 750 to 1000 mm it is 25.9 percent; and it is the same again for rainfall totals above 1000 mm.

Most striking, however, was the difference among the species: beech, pine, spruce. One would assume from the outset that the two shade-tolerant species—beech and spruce—would show the greatest differences, and that the light-demanding species—pine—would show the smallest, given the lower density of its foliage. Yet the average over all German stations yields precisely the opposite: pine “loses,” on average, 28.0 percent of rainfall in this way; beech 22.9; and spruce (which is green through the winter, unlike beech) only 20.2 percent. Plainly, then, there is an error source here that must be removed, if our observations of rainfall in forest and in the open are to serve any useful purpose at all.

I locate this error source in the quantity of water that runs down the stems [*i.e.*, stemflow] and I believe I was the first to attempt to measure this portion of rainfall. It was probably around the 15<sup>th</sup> of March, 1870, that I began. I had one of the stoutest trees at my forest station (the very tree on which the thermometer for measuring tree temperatures was mounted) encircled with a zinc gutter fitted tightly to the stem; the gaps between the gutter and the bark surface were—if I remember correctly—sealed with wax. The gutter discharged into a spout, beneath which I placed larger open vessels, so that all water running down the stem was collected.

Gleich beim ersten gehörigen Regen ist es vorgekommen, dass das ursprünglich benützte Aufnahmegefäß überlief. Später kam das auch bei dem grössten mir zur Verfügung stehenden Gefässe, einem Blechkasten von einem Pariser Cubikfuss Inhalt vor. Es hat sich auch bei den Versuchen, welche hier in Mariabrunn in den vor uns liegenden Garten von Riegler im Jahre 1879<sup>ii</sup> angestellt wurden, gezeigt, dass bei heftigem Regen die an den Schäften ablaufende Regenmenge eine ganz ungeheure ist. Riegler hat bei seinen Versuchen, wie ich jetzt schon bemerken will, an einem einzigen Tage unter seiner Buche 1200 l Wasser aufgefangen, welche an dem Schafte herabgelaufen waren. Diese Thatsache ist in den „Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs“ vom Jahre 1879, 2. Band, angegeben. Von einem einzigen Regen, von einer einzigen Buche 1200 Liter! Diese Buche hatte, wenn ich mich recht erinnere, 79 m<sup>2</sup> Schirmfläche. Es beweist dies, dass die Art der Wasservertheilung im Boden des Waldes eine wesentlich andere ist, als wir im Allgemeinen glauben. Wenn 1200 L an einer und derselben Stelle den Boden erreichen, so muss das den Boden in ganz anderer Weise bewässern, als wenn sich das tropfenweise vertheilt.

Ich besitze leider meine Beobachtungshefte von damals nur noch theilweise, und Aschaffenburg<sup>iii</sup> hat meine Beobachtungen damals nicht veröffentlicht. Der stärkste Regen, welcher in meiner Zeit überhaupt fiel, betrug nur 8·14 mm im Walde, und es sind im Ganzen in dieser Zeit nur 68 mm Regen gefallen. Ich muss bemerken, dass ich nach der Mobilisirung im Jahre 1870 einrückte, und dass von dieser Zeit an keine einzige Beobachtung an meiner Rinne gemacht worden ist. Ich fand aber doch ganz interessante Zahlen.

In der Zeit vor Laubausbruch liefen, wenn im Freien 3·39 mm Regen aufgefangen wurden, nur 4·8 Procent dieser Regenmenge ab. 3·39 mm ist in diesem Falle die Regenmenge im Freien, die ich mir berechnen musste, weil ich die correspondirenden Hefte für die Beobachtungen im Freien nicht mehr besitze. Bei einer Regenmenge von 7·00 mm im Freien stieg die an dem Schafte aufgefangene Wassermenge schon auf 20 Procent, während die ganze Differenz,

At the very first proper rain it happened that the vessel I initially used overflowed. Later the same occurred even with the largest container I had available: a sheet-metal box of one Paris cubic foot in volume [*i.e.*, ~34 L]. The experiments carried out here at Mariabrunn, in the garden before us, by Riegler in 1879<sup>ii</sup> [Riegler, 1881] likewise showed that, in heavy rain, the amount of rainfall running down stems is truly enormous. In his experiments—as I should note here—Riegler collected 1200 liters of water in a single day under one beech tree, all of it having run down the stem. This fact is reported in the *Reports from the Austrian Forestry Research Institute* for 1879 [Ney refers to 1879 data; the relevant report was published in 1881], volume 2. From a single rain, from a single beech: 1200 liters! That beech had, if I recall correctly, 79 m<sup>2</sup> of crown-projection area. This proves that the way water is distributed into the forest soil is essentially different from what we generally assume. If 1200 liters reach the soil at one and the same spot, then the soil must be watered in a wholly different manner than if the water were dispersed drop by drop.

Unfortunately, I now possess only part of my observation notebooks from that period, and Aschaffenburg<sup>iii</sup> did not publish my observations at the time. The heaviest rain event during my period of observation amounted to only 8.14 mm in the forest, and in total only 68 mm of rain fell during that entire interval. I must add that after the mobilization in 1870 I reported for duty [*i.e.*, for the Franco-Prussian War], and from that time onward not a single observation was made at my gutter. Still, I found numbers that are quite instructive.

Before leaf-out, when 3.39 mm of rain was collected in the open, only 4.8 percent of that amount ran down the stem. (Here 3.39 mm is the open-field rainfall, which I had to reconstruct by calculation, because I no longer possess the corresponding notebooks for the open-field observations.) With an open-field rainfall of 7.00 mm, the amount collected at the stem rose already to 20 percent; while the entire difference that was found on average between forest and field was

welche zwischen Wald und Feld durchschnittlich gefunden wurde, nur 23 Procent betrug. So geht es bei meinen Beobachtungen fort, ebenso bei den Riegler'schen. Je stärker der Regen, desto grösser der Procentsatz des am Schafte ablaufenden Wassers.

Das ist auch ganz selbstverständlich. Der Baum braucht zuerst eine Menge von Wasser, bis jedes Blatt befeuchtet ist. Ein Wasserabfluss am Schafte beginnt erst, wenn die ganze Krone nass ist, so dass bei einer gewissen Grenze, und zwar - wie ich bei meinen Beobachtungen gefunden habe - bei einem Regen unter 2 mm ein Abfluss am Schafte überhaupt nicht stattfindet.

Ebenso natürlich ist es, dass zwischen den am Schafte abfliessenden Wassermengen grosse Unterschiede bestehen müssen, je nachdem der Regen vor oder nach Laubausbruch stattfindet. Immerhin komme ich aus meinen Zahlen zu dem Ergebnisse, dass mindestens die Hälfte des von unseren Stationen gefundenen gesammten Unterschiedes zwischen der Regenmenge im Walde und jener im Freien nachträglich an den Schäften herunterläuft, dass also alle über diese Differenz veröffentlichten Zahlen einfach mindestens um 100 Procent zu hoch sind.

Zu ganz ähnlichen Resultaten ist Mathieu<sup>iv</sup> in Nancy gekommen, der zehn Jahre lang die Regenmengen im Walde in der Weise beobachtete, dass er einen grossen Recipienten von der Projection der Schirmfläche des benützten Baumes unter demselben anbrachte. Der Schaft des Baumes ging durch das Aufnahmegefäss hindurch. Mathieu hat demnach in seinem Recipienten alles Wasser aufgefangen, welches die Baumkrone passirte, sowohl dasjenige, welches an den Schäften herabliief, als auch dasjenige, welches von den Zweigen abtropfte oder auf andere Weise die Baumkrone passirte. Er kam so zu einem durchschnittlichen Unterschiede zwischen den Regenmengen im Freien und im Walde von nur 8·48 Procent, während wir in Deutschland, wo wir die am Schafte ablaufenden Wassermengen nicht mitmessen, 23 Procent gefunden haben. Dieser ganze Unterschied zwischen 23 und 8·48 Procent bezeichnet diejenige Wassermenge, welche an den Schäften herunterläuft. Das gilt vom Buchenwalde.

only 23 percent. This pattern continues through my observations, and likewise through Riegler's: the heavier the rain, the larger the percentage of rainwater that runs down the stem.

That is entirely to be expected. A tree must first receive a certain quantity of water before every leaf is wetted. Flow down the stem begins only once the whole crown is wet; so below a certain threshold—and, according to my observations, this was rainfall of less than 2 mm—no runoff along the stem occurs at all.

It is just as natural that the quantities running down the stem must differ greatly depending on whether the rain falls before or after leaf-out. Even so, my figures lead me to this result: at least half of the total difference our stations find between forest rainfall and open-field rainfall ends up running down the stems, so that all published estimates for that difference are, quite simply, at least 100 percent too high.

Mathieu<sup>iv</sup> in Nancy arrived at very similar results. For ten years he observed rainfall in the forest by placing beneath the tree a large collector, sized corresponding to the projected area of its crown; the stem passed through the collecting vessel itself. In this way Mathieu captured, in his collector, all water that passed through the crown, both the portion that ran down the stem and the portion that dripped from branches or otherwise passed through the canopy [*i.e.*, gaps]. He thereby found an average difference between open-field and forest rainfall of only 8.48 percent; whereas we in Germany, where we do not measure the water running down stems, have found 23 percent. The entire difference between 23 and 8.48 percent represents the water that runs down the stems. This holds for beech forest.

Anders ist es natürlich im Fichtenwalde. Im Buchenwalde, namentlich im geschlossenen Bestände, ist jeder Ast nach aufwärts gerichtet, das Blatt selbst ist steif und steht mehr oder weniger aufrecht. Das Wasser fällt auf das Blatt, läuft auf dem Stiele ab, vom Stiele kommt es auf den Zweig und läuft längs des Zweiges herunter. Bei der Fichte hängen, wenigstens in höherem Alter, alle Seitenzweige nach abwärts, so dass das Wasser an den Nadeln herunterläuft und so von den Zweigen auf den Boden abtropft. Es ist ganz interessant, dass alle diejenigen Holzarten, welche hängende Blätter und hängende Zweige haben, auch eine flache Bewurzelung haben, wie die Fichte, die Birke. Es kann überhaupt von dem Wasser, das auf die Zweige fällt, sowohl bei der Fichte, als auch bei der Birke, nur sehr wenig an den Schaft gelangen. Bei der Fichte sind sogar die Hauptäste so gebogen, dass ihre tiefste Stelle in ihrer Mitte liegt und ihre beiden Enden aufwärts ansteigen. Darauf beruht nach meiner Ueberzeugung auch der Umstand, dass der Unterschied zwischen der Regenmenge in Wald und Feld bei den Beobachtungen unserer Stationen bei der Fichte kleiner ist, als bei der Buche, obwohl die wintergrüne Fichte doch eigentlich mehr Wasser als die Buche in der Krone zurückhalten sollte. Riegler hat auch an anderen Holzarten Beobachtungen angestellt: am Ahorn und an der Zerreiche. Es stellte sich dabei heraus, dass auch diese beiden Holzarten weniger Wasser an den Schäften ablaufen lassen als die Buche. Bei der Fichte hat Riegler eine ganz lächerlich geringe Summe als an dem Schaft ablaufend gefunden, ich glaube 1.37 Procent, während der Unterschied zwischen dem Regen im Freien und unter seinem Baume 60 Procent betrug.

Sie sehen also, meine Herren, hier liegt für unsere Beobachtungen, die wir mit grossen Kosten jetzt schon seit 25 Jahren angestellt haben, eine Fehlerquelle, welche bis jetzt vollständig vernachlässigt worden ist. Ich möchte deshalb die Frage anregen, ob man diese Fehlerquelle nicht beseitigen und das Wasser, welches an den Schäften herabläuft, nicht messen soll. Diese Frage ist jedenfalls für die Bodencultur von Bedeutung. Wir müssen wissen, wie sich das Wasser, das an den Schäften herunterläuft, in dem

In spruce forest, of course, matters are different. In beech forest, especially in closed stands, every branch is directed upward; the leaf itself is stiff and stands more or less erect. Water falls onto the leaf, runs along the petiole, passes from the petiole to the twig, and then runs down the length of that twig. In spruce, by contrast—at least at greater age—all lateral branches hang downward, so that the water runs along the needles and then drips from the branches to the ground.

It is quite striking that all tree species with hanging leaves and hanging branches also tend to have shallow rooting: spruce and birch, for example. Of the water that falls on the branches, only very little can reach the stem at all in either spruce or birch. In spruce even the main branches are bent such that their lowest point lies at mid-span, while both ends rise upward. In my conviction, this is also the basis for the fact that the observed difference between forest and field rainfall is smaller for spruce than for beech at our stations, although the winter-green spruce ought, in fact, to retain more water in the crown than beech. Riegler also made observations on other species: maple and Turkey oak (*Zerreiche*). It emerged that these two species as well allow less water to run down their stems than beech does. For spruce, Riegler found an almost laughably small sum running down along the stem—if I recall correctly, 1.37 percent—while the difference between rainfall in the open and under his tree amounted to 60 percent.

You see, then, gentlemen: for our observations—carried out at great cost now for twenty-five years—there lies here an error source that has so far been entirely neglected. I therefore wish to raise the question whether we should not remove this error source and measure the water that runs down stems. The question is certainly important for soil and land management. We must know how the water that descends along stems is distributed within the soil. These investigations would be of particular importance for the great

Boden vertheilt. Namentlich wären diese Untersuchungen auch für die grosse Quellenfrage<sup>v</sup> von Bedeutung. Es werden durch dieses an den Schäften herunterlaufende Wasser an die einzelnen Stellen des Bodens, an welchen ihn das Wasser berührt, Zumuthungen in Bezug auf Aufnahmefähigkeit gestellt, welche weit über das hinausgehen, was wir bisher für möglich gehalten haben. Ich wiederhole es: 1200 L sind bei einem einzigen, allerdings starken Regen am Schafte eines einzigen Baumes beobachtet worden; wenn ich nicht irre, fielen damals 56 oder 57 mm an einem Tage.

Wie die Sache gemacht werden soll, darüber, meine Herren, kann ich nicht gut Vorschläge machen. Wir haben so ausgezeichnete Mechaniker und Erfinder unter uns, die jedenfalls bessere Mittel finden werden, als ich es im Stande wäre. Ich habe damals in der einfachen Weise, in welcher ich arbeiten musste - ich musste die Kosten aus eigenen Mitteln bestreiten - eine einfache Zinkrinne machen lassen, habe sie höchst eigenhändig angenagelt und die Lücken, welche an dem Baumrande blieben, mit Wachs verschmiert. Die Rinne wurde etwas schief angelegt, so dass sie ein Gefälle nach dem an der tiefsten Stelle angelötheten Ausgussrohre zu hatte. Das Rohr lief in das Aufnahmegefäss hinein. Wegen der Kleinheit des Gefässes habe ich an Regentagen die am Schafte abgelaufene Regenmenge mehrmals messen müssen. Wenn es stark regnete, musste ich mich oft sehr beeilen, weil das Gefäss, das mir zur Verfügung stand, einfach übergelaufen wäre, bevor ich kam.

Schwierigkeiten werden mancherlei entstehen. Zunächst wird, um die bei der Messung gefundenen absoluten Zahlen für die Menge des am Schafte herablaufenden Wassers in Procente der Regenhöhe übertragen zu können, die Schirmfläche des Baumes sehr genau berechnet werden müssen. Das hat bei einem einzelnen freistehenden Baume keine grossen Schwierigkeiten, aber in einem geschlossenen Bestande, in welchem die Kronen ineinander greifen, wird doch in der Praxis die Frage manche Schwierigkeiten bieten: wo hört die Schirmfläche des einen Baumes auf? wo fängt die des anderen an? Die Lösung dieser Schwierigkeit muss ich denjenigen Herren überlassen, welche in

question of springs and source waters<sup>v</sup> [*i.e.*, the *Quellenfrage* debate]. This stem-running water imposes demands, demands on the absorptive/infiltrative capacity, upon the particular soil patches it strikes, far beyond what we have hitherto considered possible. I repeat it: 1200 liters have been observed, in a single (admittedly heavy) rain, running down the stem of a single tree; and if I am not mistaken, 56 or 57 mm fell that day.

As to how, precisely, the matter ought to be done, on that, gentlemen, I can hardly offer proposals. We have among us such excellent mechanics and inventors that they will certainly find better means than I could devise. At the time I proceeded in the simple manner my circumstances required—I had to meet the costs from my own funds—I had a plain zinc gutter made, nailed it on with my own hands, and smeared wax into the gaps left along the edge against the stem-bark. The gutter was set slightly askew, so that it sloped toward the spout soldered at the lowest point. The spout emptied into the collecting vessel. Because the vessel was small, on rainy days I had to measure the stem-runoff several times. When the rain was heavy, I often had to hurry, because the vessel available to me would simply have overflowed before I arrived.

Difficulties of various kinds will arise. First, if the absolute quantities measured for water running down the stem are to be expressed as percentages of rainfall depth, the crown-projection area of the tree must be calculated with great accuracy. For a single free-standing tree this presents no great difficulty; but in a closed stand, where crowns interlock, the question becomes practically troublesome: where does the crown area of one tree end, and where does that of the neighboring trees begin? I must leave the solution of this difficulty to those gentlemen who have more practice and greater skill in such matters than I can claim. Perhaps the debate will offer occasion to return to one point or another; for now, I ask

derartigen Sachen mehr Uebung und mehr Geschick haben, als mir zur Verfügung steht. Es wird sich vielleicht in der Debatte Gelegenheit geben, noch auf das eine oder andere zurückzukommen; ich möchte nur jetzt schon gebeten haben, die Messungen dieser Wassermengen auch in den Arbeitsplan der forstlichen Versuchsanstalten aufzunehmen. (Beifall.)

**K. k. Aspirant Dr. Ed. Hoppe:**

Meine Herren! Nach dem ebenso gediegenen als ausführlichen Vortrage des geehrten Herrn Referenten glaube ich mich kürzer fassen zu dürfen, umsomehr, als Vieles, was ich bei diesem Thema hätte erörtern wollen, bereits besprochen ist.

Schon seit Uebernahme der meteorologischen Agenden durch die k. k. forstliche Versuchsanstalt im Januar dieses Jahres hat die Anstalt die in Behandlung stehende Frage, welche leider in den letzten Jahren in Folge grösserer Arbeiten an den Radialstationen von Herrn Sectionschef von Lorenz nicht weiter verfolgt werden konnte, im Auge gehabt, doch gerade die hier in Oesterreich durch Dr. W. Riegler angestellten diesbezüglichen Versuche, ich möchte sagen, Vorstudien, zeigten, wie schwer und heikel die exacte Untersuchung auf diesem Gebiete ist. Dies und der Umstand, dass ich als Neuling zu Beginn dieses Jahres die meteorologische Abtheilung übernommen hatte, veranlassten zur ruhigen, langsamen Erwägung, dann kam der Vorschlag des sehr geehrten Herrn Forstrathes Ney, die Frage als Verhandlungsthema für den internationalen Congress anzusetzen, so dass wir die Ausführung von Beobachtungen in das nächste Jahr verschoben, indem der Grundsatz massgebend war, erst studiren und dann probiren und Geld ausgeben.

In der That ist die Frage nach den an den Baumstämmen ablaufenden Regenmengen eine solche, dass wohl Niemand an ihrer Wichtigkeit zweifeln wird, denn es wird durch ihre Lösung nicht nur unsere Kenntniss von den Vorgängen im Haushalte der Natur vermehrt und der Wissenschaft als solcher genützt, sondern sie wird indirect durch die so wieder fortschreitende Beurtheilung der Wald-Wohlfahrtswirkungen und

only that the measurement of these water quantities be included in the work plan of our forestry experimental stations. (Applause.)

**Imperial-royal aspirant Dr. Ed. Hoppe:**

Gentlemen! After the honored speaker's lecture—at once so solid and so thorough—I believe I may allow myself to be briefer, all the more since much that I might have wished to discuss on this topic has already been addressed.

Ever since the Imperial-Royal Forestry Experimental Station assumed responsibility for meteorological matters in January of this year, the Station has kept the question now under discussion in view, though, regrettably, in recent years it could not be pursued further, owing to major work at the radial stations under Section Chief von Lorenz. Yet precisely the experiments conducted here in Austria by Dr. W. Riegler, one might call them preliminary studies, showed how difficult and delicate exact investigation in this field truly is. This, together with the circumstance that I, as a newcomer, took over the meteorological division at the start of this year, led us to proceed with calm, slow deliberation. Then came the proposal of the highly esteemed Forestry Councilor Ney to set this question as a topic for deliberation at the international congress; thus we postponed the execution of observations to the coming year, guided by the principle: first study, then experiment, and only then spend money.

Indeed, the question of the quantities of rainwater that run down tree stems is such that no one will doubt its importance; for its resolution will not only increase our knowledge of the processes within nature's economy, and thus benefit science as such, but will also become indirectly significant for the public and the state: through the renewed and advancing assessment of the forest's welfare-effects and of spring-water yields. To this

der Quellwassermengen für Volks- und Staatswohl belangreich werden können. Dazu kommt noch der Werth, den die Lösung dieser Frage durch die Richtigstellung der seit mehr als einem Jahrzehnte von den deutschen forstmeteorologischen Stationen gesammelten ombrometrischen Beobachtungsdaten erlangt.

En passant sei es mir gestattet, auf die Verschiedenheit in Zweck und Einrichtung der ombrometrischen Beobachtungen in den österreichischen und deutschen Stationen hinzuweisen. Während die deutschen Waldstationen die Aufgabe haben, das durch die Baumkronen zu Boden fallende Wasser zu messen, sollen die österreichischen Stationen der Staatsforstverwaltung nur den Niederschlag im Waldgebiete überhaupt messen; während also - wie ich glaube - in Deutschland nach Angabe Ebermayer's<sup>vi</sup> die Regenmesser unter einer geschlossenen Baumkrone, deren Aeste ineinander greifen, aufgestellt sind, sind die Regenmesser in Oesterreich völlig frei in der Nähe der Forsthäuser auf gerodetem Waldboden oder auf Waldwiesen derart aufgestellt, dass der Wald allseitig mindestens so weit entfernt ist, dass selbst bei schräg einfallendem Regen kein Niederschlag durch die Wipfel der Bäume vom Regenmesser abgehalten werden kann.

Uns in Oesterreich fehlen also bisher Beobachtungen über die im Walde factisch zu Boden fallenden Niederschlagsmengen, dafür haben wir aber vielfach Beobachtungen jener Niederschlagsmengen, welche im Waldterrain fallen, die - da wo Freiland nahe liegt - direct vergleichbar wären mit den daselbst fallenden Regenmengen, wenn man von der jedenfalls äusserst minimalen Differenz absieht, die die Niederschlagsmengen im Walde vielleicht durch etwas grössere Luftfeuchtigkeit und tiefere Lufttemperatur gegenüber der in waldumschlossenen Geländen aufgefangenen Niederschlagsmengen etwa aufweisen könnten.

Dem gegenüber besitzen die deutschen Stationen Aufzeichnungen von Feld- und Waldbeobachtungen der zu Boden gefallenen Niederschlagsmengen, aus deren Differenz das in den Baumkronen haften gebliebene Wasser zu berechnen wäre, sofern man die - wie ich noch

is added the value that solving this question would bring by correcting the ombrometric [*i.e.*, rain-measurement] observation data that the German forest-meteorological stations have been collecting for more than a decade.

In passing, permit me to point out the difference, in purpose and in arrangement, between ombrometric observations at the Austrian stations and those at the German stations. While the German forest stations have the task of measuring the water that falls to the ground through the tree crowns, the Austrian stations of the State Forest Administration are intended only to measure precipitation in the forest region as such. Thus—so I believe—whereas in Germany, according to Ebermayer<sup>vi</sup>, the rain gauges are set beneath a closed canopy whose branches interlock; in Austria the rain gauges are set entirely free, near forest houses, on cleared forest ground or forest meadows, arranged so that the surrounding forest is at least far enough away on all sides that even with obliquely falling rain no precipitation can be intercepted from the gauge by the tree tops.

We in Austria therefore currently lack observations regarding the actual amount of precipitation that falls to the ground in forests. Instead, we have in many places observations of those precipitation amounts that fall in forest terrain—and where open land lies nearby—these would be directly comparable with the rainfall there, if one sets aside the certainly extremely minimal difference that forest precipitation might perhaps show, owing to slightly higher humidity and lower air temperature, relative to the precipitation collected in forest-enclosed sites.

By contrast, the German stations possess records of open field- and forest-observations of precipitation that reached the ground. From the difference between them, one could compute the water retained in the tree crowns—provided one is willing to accept the (as I shall show) somewhat

zeigen werde - allerdings etwas gewagte Annahme machen will, dass der unter den Baumkronen aufgestellte Regenmesser - es ist ja in jeder Waldstation nur ein Apparat in Function - genau eine solche Stellung hat, dass sich in ihm wirklich die durchschnittliche, das Laub durchdringende Regenmenge sammeln kann, sofern man weiters die Menge des an den Baumschäften ablaufenden Wassers und endlich die Menge des im Walde wirklich gefallenen Regens statt der in grösserer Entfernung in der Freilandstation beobachteten Niederschlagsmenge kennen würde.

Ich bin so *in medias res*, d. h. dahin gelangt, jene Bedingungen aufzuzählen, von denen ich glaube, dass sie im positiven oder negativen Sinne wichtig sind, eingehalten oder vermieden werden sollten, um von Vorneherein die Beobachtungen so zu gestalten, dass sie voraussichtlich einwurfsfrei sein werden.

Manche oder richtiger viele von diesen Bedingungen sind zwar schon vom geehrten Herrn Referenten erwähnt und dargelegt worden, doch sei es mir gestattet, seine Ausführungen in einigen Punkten vielleicht zu ergänzen.

Die unter den Baumkronen über relativ doch kleinen Flächen aufgefangene und gemessene Regenmenge ist offenbar variabel, d. h. abhängig von der Aufstellung des Regenmessers, näher oder weiter vom Stamme oder abhängig von der dichterem oder weniger starken Krone, die sich gerade über ihm befindet.

In der That zeigen Riegler's Beobachtungen, der anfänglich nur zwei Regenmesser unter je einem beobachteten Baume postirt hatte, beträchtliche Differenzen der in denselben aufgefangenen Niederschlagsmengen - leider fehlen Angaben, wie die Ombrometer aufgestellt waren - später wurde von Riegler unter jeden Baum noch ein dritter Regenmesser aufgestellt und wie nöthig, respective dass dies noch nicht zureichend war, ist daraus ersichtlich, dass die Differenzen noch weiter zunehmen, und nur in den seltensten Fällen die in zwei von den drei Ombrometern gemessenen Niederschlagsmengen übereinstimmen. Zugegeben auch, dass die Differenzen unter im Kronenschlusse

bold assumption that the rain gauge set underneath the crowns—after all, only one instrument is in operation at each forest station—is positioned in so precisely a way that it truly collects the average rainfall penetrating the foliage. One would also need to know the quantity of water running down the stems and, finally, the quantity of rain that actually fell in the forest, rather than relying on the precipitation observed at a more distant open-field station.

And so I have already come to the heart of the matter: that is, at the point of listing those conditions which, I believe, are important in a positive or negative sense, and which should be observed or avoided, in order to shape the observations from the outset so that they will, in all likelihood, be beyond objection.

Some, or rather, many, of these conditions have already been mentioned and explained by the honored speaker; nevertheless, permit me to supplement his remarks at a few points.

The amount of rain collected and measured beneath tree crowns (over areas that are, after all, relatively small) is evidently variable; that is, it depends on where the rain gauge is set, nearer to or farther from the stem, or on whether the crown immediately above it is denser or less developed.

Indeed, Riegler's observations show this clearly. He initially placed only two rain gauges beneath each observed tree, each showing considerable differences in the precipitation amounts collected in them—unfortunately, details of how the ombrometers were positioned are lacking. Later Riegler placed a third rain gauge under each tree; and how necessary this was—or rather, how even this was still insufficient—is evident from the fact that the differences become still greater, and only in the rarest cases do the precipitation amounts measured in two of the three ombrometers agree. Granted, the differences would likely be smaller beneath trees grown in closed canopy; still, I for

erwachsenen und stehenden Bäumen geringer wären, ich wenigstens zweifle nicht daran, dass sie in den meisten Fällen doch vorhanden sein werden.

Ich will nicht die schreiendsten Beispiele aus Riegler's Beobachtungen herausheben, die sich bei der Fichte und bei der Eiche vorfinden, sondern bei der einmal als Beispiel gewählten Buche verbleiben.

So zum Beispiel am 14. Juni während jenes 60 stündigen Landregens zeigten die drei Ombrometer: 30.3 mm, 32.7 mm, 22.1 mm. Freilandregen: 52.6 mm

am 18. Juni nach einem geringen Regen differiren dennoch die Angaben sehr: 2.7 mm, 6.7 mm, 6.1 mm. Freilandregen: 7.2 mm

am 30. Juni: 5.1 mm, 9.4 mm, 10.7 mm, and 11.4 mm Freilandregen.

am 9. Juli: 8.6 mm, 16.7 mm, 18.4 mm, and 24.1 mm Freilandregen.

endlich am 15. Juli während des mehrstündigen Gewitters: 13.2 mm, 18.6 mm, 11.8 mm, Freilandregen: 29.7 mm.

Aber nicht nur bei dichtem Laube zur Sommerszeit, sondern auch schon vor dem Laubausbruche hat Riegler diese Wahrnehmung zu verzeichnen gehabt, der er nur leider nicht den Werth beigelegt hat, den sie wenigstens mir für eine exacte Beobachtung des an den Schäften ablaufenden Wassers zu haben scheint. Damals beobachtete er in zwei Regenmessern:

am 25. April: 31.3 und 24.2 mm

am 12. Mai: 62.4 und 53.1 mm

Wie man sieht, ist also die unter den Kronen aufzufangende oder aufgefangene Niederschlagsmenge sehr von der Stärke der Kronen, und zwar nicht nur von der Dichte des Laubdaches, sondern auch von der Mächtigkeit und Gestaltung der Beästung abhängig, und insoferne als das Wachstum von Aesten, Zweigen und Blättern auch von der häufigsten

one do not doubt that in most cases they will nevertheless be present.

I do not wish to single out the most glaring examples from Riegler's observations, those found for spruce and oak, but will remain with the beech that has already been chosen as our example.

So, for example, on 14 June, during that 60-hour steady land rain, the three ombrometers showed:

Gauge 1	Gauge 2	Gauge 3	Open
30.3 mm	32.7 mm	22.1 mm	52.6 mm

On 18 June, after a light rain, readings differ greatly:

Gauge 1	Gauge 2	Gauge 3	Open
2.7 mm	6.7 mm	6.1 mm	7.2 mm

On 30 June:

Gauge 1	Gauge 2	Gauge 3	Open
5.1 mm	9.4 mm	10.7 mm	11.4 mm

On 9 July:

Gauge 1	Gauge 2	Gauge 3	Open
8.6 mm	16.7 mm	18.4 mm	24.1 mm

Finally, 15 July, during a several hour thunderstorm:

Gauge 1	Gauge 2	Gauge 3	Open
13.2 mm	18.6 mm	11.8 mm	29.7 mm

But it is not only under dense summer foliage that Riegler recorded this phenomenon; he recorded it already before leaf-out—only, unfortunately, he did not assign it the weight which it seems to me to have, at least for an exact observation of the water running down the stems. At that time he observed, in two rain gauges:

25 April: 31.3 and 24.2 mm

12 May: 62.4 and 53.1 mm.

As one sees, the amount of precipitation that can be (or is) collected beneath crowns depends greatly on the crown structure, not only on the density of the foliage, but also on the size and architecture of the branch system. And insofar as the growth of branches, twigs, and leaves also depends on the prevailing wind direction and duration of sunlight exposure—as each tree

Windrichtung und dem längeren Verweilen der Sonnenstrahlen abhängt - streckt doch jeder Baum seine Zweige der Sonne zu und wendet sie vom Winde ab - insoferne also dürfte die im Regenschirm unter der Baumkrone aufgefangene Niederschlagsmenge auch von diesen Factoren indirect abhängig sein.

Aber noch in einem anderen Sinne ist der Wind nicht ohne Einfluss! Man denke sich einen Regenschirm zufällig so aufgestellt, dass die Windrichtung als Linie betrachtet zusammenfällt mit der Verbindungslinie, die man vom Stamme zum Regenschirm gezogen denken kann. Ein heftiger Sturm fährt den regenschweren Baum, an dessen Blättern noch die Tropfen hängen, an, der Stamm schwankt, die Blätter werden aneinander gepeitscht und entsenden im Bogen die Regentropfen; dem vom Stamme gegen den Wind gedeckten Regenschirm entgeht nun jene Niederschlagsmenge, die noch langsam abgetropft wäre oder die ein anderer Regenschirm, der nicht im Windschatten des Stammes - wenn man so sagen darf - aufgestellt gewesen wäre, hätte theilweise bekommen müssen. Ich glaube, dass sohin der Schluss berechtigt ist, dass unter die Krone des bezüglich des schaftabfließenden Wassers beobachteten Baumes nicht ein, sondern ziemlich viele Regenschirme in verschiedener Entfernung und in verschiedenen Richtungen vom Baume aufzustellen sein werden.

Ein Zweites scheint mir nicht gleichgiltig zu sein, das ist die Beobachtung, in welcher Zeit eine Regenmenge fällt. Offenbar wird bei langsamem feinem Strichregen mehr schaftwärts ablaufen und weniger direct abtropfen, als bei heftigem, aber kurzem Gewitterregen, man wird daher auch die Dauer des Regens als Componente einführen müssen, wenn man - wie Herr Forstrath Ney es thun will - für jede Niederschlagsmenge berechnen will, welcher Procentantheil an den Schäften abließ oder direct abtropfend zu Boden fiel. Aus Riegler's Beobachtungen geht dies auch schon theilweise hervor:

- bei 60 stündigem mässigen Landregen vom 12. bis 14. Juni im Betrage von 52·6 mm gelangten 4 mm, d. i. 7·6% der Regenmenge durch Schaftabfuhr der Buche zur Erde;
- bei mehrstündigem Gewitter am 15. Juli im Betrage von 29·7 mm (1/2 des vorigen)

extends its branches towards the sun and away from the wind—so, to that extent, the precipitation amount collected in a rain gauge beneath a crown is also indirectly dependent on those factors.

But wind is not without influence in yet another sense! Imagine a rain gauge set up by chance such that the axis of the wind direction coincides with an imaginary line drawn from the stem to the gauge. A violent storm strikes the rain-laden tree, whose leaves still hold raindrops; the stem sways, the leaves are whipped against one another and fling the raindrops outward in arcs. The rain gauge, standing in the stem's lee and therefore shielded from the wind by that stem, now misses that portion of precipitation which would otherwise have dripped down slowly, or which another gauge, not set in the wind-shadow of the stem (if one may speak so), would have received in part. I believe one may therefore conclude that, beneath the crown of the tree observed with respect to stem-running water, one should set not one rain gauge, but rather quite a number, at different distances and in different directions from the tree.

A second point seems to me not indifferent: namely, the observation of the time over which a given rainfall amount falls. Plainly, during a slow, fine, steady rain, more will run toward the stem and less will drip directly, than during a violent but brief thunderstorm. One will therefore have to introduce duration as a component if one wishes—as Forestry Councilor Ney proposes—to calculate, for each precipitation amount, what percentage ran down the stems or fell to the ground by direct dripping.

From Riegler's observations this already emerges in part:

- In a 60-hour moderate land-rain [widespread steady frontal rain] from 12 to 14 June, totaling 52·6 mm, 4 mm reached the ground by way of the beech's stem-discharge; that is 7·6% of the rainfall.

gelangten ebenfalls 4 mm, d. i. 13·6% der Regenmenge an dem Schafte abrinrend zu Boden;

- hingegen bei einem kurzen wolkenbruchartigen Gewitterregen am 9. Juni im Betrage von allerdings nur 17·6 mm (d. i. 1/3 der Landregenmenge) gelangten an der Buche 0·75 mm, d. i. nur 4·3% der Regenmenge längs des Stammes zur Abfuhr, weil offenbar der Anprall des Regens so heftig war, dass er die Blätter abwärts bog und direct zu Boden fiel, indem das Intervall zwischen dem Tropfenfall so minim war, dass die Tropfen den gewöhnlichen Weg zweig- und stammabwärts nicht zu nehmen vermochten.

Bestätigt wird diese meine Anschauung von der Nothwendigkeit der Beobachtung der Regendauer auch durch einen Vergleich der gesammten durch die Kronen zu Boden gelangten Regenmengen: während dieselbe bei dem langandauernden Landregen nur 61·6% des Niederschlages betrug und bei dem mehrstündigen Gewitterregen ebenfalls nur 62·4% des Niederschlages betrug, war die zu Boden gelangte Regenmenge bei dem wolkenbruchartigen Gewitter des 9. Juni 85·0% des Gesamtniederschlags. Noch sprechender wäre das Beispiel an der Fichte.

Die Hauptthese, dass Dauer und Vehemenz des Regens nicht gleichgiltig sind, beweisen ja auch die Zahlen, welche Herr Forstrath Ney in seinem Artikel über Wald und Quellen geboten hat; denn aus welchem Grunde sonst, würden den Regenmengen von

4·51 mm  
5·64 mm  
6·50 mm  
6·78 mm  
8·14 mm

so verschiedene Procente des am Schafte abgelaufenen Wassers entsprechen, wie:

17.7%  
20.0%  
24.6% !!  
14.5%  
10.9% —?

- In a thunderstorm lasting several hours on 15 July, totaling 29.7 mm (half the former), likewise 4 mm reached the ground running down the stem; that is 13.6% of the rainfall.
- By contrast, in a short cloudburst-like thunder-rain on 9 June, totaling only 17.6 mm (*i.e.*, one third of the land-rain amount), the beech delivered 0.75 mm, *i.e.* only 4.3% of the rainfall, as discharge along the stem—because, plainly, the impact of the rain was so violent that it bent the leaves downward and the water fell directly to the ground, the interval between drops being so minimal that the drops could not take the usual path downward along twig and stem.

This view of mine—the necessity of observing rain duration—is confirmed also by a comparison of the total rainfall amounts reaching the ground through the crowns: while in the long-lasting land rain this amounted to only 61.6% of total precipitation, and in the several-hour thunder-rain likewise to only 62.4%, the amount reaching the ground in the cloudburst-like thunderstorm of 9 June was 85.0% of total precipitation. The example would be still more telling in spruce.

The main thesis—that the duration and vehemence of the rain are not indifferent—is also proven by the numbers Forstrath Ney presented in his article on forest and springs; for on what other grounds would rainfall amounts of

4.51 mm  
5.64 mm  
6.50 mm  
6.78 mm  
8.14 mm

correspond to such different percentages of stem-drained water, namely:

17.7%  
20.0%  
24.6% !!  
14.5%  
10.9% —?

Der Regen von 6.50 liess das meiste Wasser an den Stämmen abfliessen, war also vermuthlich langsamer, als die anderen Regenfälle.

Auch nach Laubausbruch:

2.44 mm Regenhöhe geben... 0.17%

Schaftabfliessendes Wasser.

2.63 mm 1.99%

4.32 mm 6.47% !!

6.63 mm 3.15%

Es gewinnt daher den Anschein, als ob die in je 24 Stunden erfolgende Beobachtung der Regenmenge dahin zu ergänzen sein wird, dass auch die Dauer jedes einzelnen Regenfalles zur Aufzeichnung gelangt, indem es dadurch möglich wird, den Quotienten aus Regenmenge durch Regendauer, das ist die Regenintensität, zu constatiren und ihren Einfluss auf das sei es direct, sei es am Schafte durch die Kronen dringende Wasser zu ermitteln.

Von grosser Wichtigkeit scheint es mir auch zu sein, dass man, um die von den Kronen zurückgehaltene Regenmenge kennen zu lernen, constatirt, welches Regenquantum überhaupt im Walde gefallen ist, und dazu dürfte es - meiner unmassgeblichen Meinung nach - nicht genügen, wenn man nur die in Feldstationen gefallene Niederschlagsmenge kennt, denn Manche sind ja der Ansicht, dass die Niederschlagsmenge des Waldes durch die grössere Abkühlung, die daselbst die Dunstwolken erfahren, durch den grösseren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, wodurch bei und nach dem Regenfälle weniger Wasser verdunstet, durch Thau und Reif und noch mancherlei andere Factoren vielleicht grösser sei, als die des Freilandes. Dazu kommt, dass die Freilandstationen, wie sie gewöhnlich angelegt werden, in grosser Entfernung vom Walde sich befinden, so dass es ganz leicht und oft genug vorkommen mag, dass ein Regen bloss über einer der beiden Stationen niedergeht, oder in der einen als heftiger Guss, in der anderen nur als Sprühregen zu beobachten ist. Um diesem Uebelstande abzuhelpen, bleiben nur zwei Wege, von welchen jeder einen Fehler einschliesst; man könnte nämlich den Regen über den Baumkronen oder aber in einer nahen Lichtung, d. i. in einer Waldesblösse messen. Da die Hochaufstellung des Ombrometers nicht nur mit Schwierigkeit

The rain of 6.50 mm produced the most water running down stems, and was therefore presumably slower than the other rainfalls.

And after leaf-out as well:

2.44 mm rainfall gives... 0.17% stem-descending water

2.63 mm rainfall gives... 1.99%

4.32 mm rainfall gives... 6.47% (!!)

6.63 mm rainfall gives... 3.15%

It therefore begins to appear that the rainfall observation made every 24 hours ought to be supplemented by recording the duration of each individual rain event, since this makes it possible to establish the quotient of rainfall amount divided by rain duration—that is, rain intensity—and to determine its influence on the water penetrating the crown, whether directly or by way of the stem.

It also seems to me of great importance that, if one wishes to know the amount of rain retained by the crowns, one should establish how much rain fell in the forest at all. And for that purpose it would—in my unpresuming opinion—not suffice to know only the precipitation amount at the field stations; for some hold the view that precipitation in the forest may be greater than in the open, owing to the greater cooling undergone there by vapor-laden air or clouds (so that during and after rainfall less water evaporates), due to dew and hoarfrost, and to various other factors.

To this is added that the field stations, as they are usually laid out, are at great distance from the forest, so that it may very easily, and often enough happen, that a rain falls only over one of the two stations, or is observed at one as a heavy downpour and at the other only as drizzle.

To remedy this defect only two routes remain, each of which contains an error: one could measure the rain above the tree crowns, or else in a nearby clearing, *i. e.* a forest opening. Since placing an ombrometer high aloft is not only difficult, but also (as is well known) yields false, too-low results owing to wind effects; since, further, the physical influence that the forest may exert in increasing its own rainfall would also be

verbunden ist, sondern auch bekanntlich durch Windeinwirkung falsch, zu niedrige Beobachtungsergebnisse liefert, da ferner der physikalische Einfluss, den der Wald vielleicht auf Vermehrung der in ihm fallenden Regenmenge übt, auch theilweise verloren ginge und zu Allem noch die Bedienung eines über den Kronen aufgestellten Regenmessers nicht allzu leicht und angenehm wäre, so bleibt wohl nur der andere Weg, dessen eventuellen minimalen Fehler ich schon Eingangs erwähnt habe, nämlich die Beobachtung in einer Waldblösse.

Wenn ich also in Kürze schildere, wie ich mir die Anlage einer Station zur Messung des an den Baumschäften ablaufenden Regenwassers denke, so muss ich zunächst noch bemerken, dass ich auch Gewicht auf die Wahl der Oertlichkeit legen würde, insofern als eine südlich exponirte Waldfläche sich vermuthlich etwas anders verhalten wird, als eine nördlich exponirte. Ich denke mir also eine auf ziemlich ebenem Terrain gelegene Waldesstelle, bestockt mit Bäumen, die in der Vollkraft des Lebens und des Wachstums begriffen sind, in so geschlossenem, eher dichten als lichten Beständen, dass die Kronen vollends ineinander greifen. Nicht weit, etwa 100 Schritte davon, eine grössere Waldblösse oder Waldwiese oder auch einen Kahlschlag, welcher zur Einrichtung der Vergleichsstation dienen soll. Am besten den Garten oder die Wiese eines Försters bei dessen Dienstwohnung, wodurch die Beobachtungen sehr erleichtert werden. Die Station unter den Baumkronen sollte - meiner unmassgeblichen Meinung nach - drei bis fünf ziemlich gleich starke Bäume umfassen; jeder bekäme eine schaftumschliessende, allseitig dicht angekittete Rinne und ein entsprechendes, lieber zu grosses als zu kleines Auffanggefäss von beiläufig 1 hl sammt Messgefässen. Um jeden der Bäume nach verschiedenen Richtungen und in verschiedenen Entfernungen vom Stamme wären dann mindestens vier bis sechs Regenmesser aufzustellen.

Anfänglich hatte ich an Gefässe mit rechteckiger Auffangfläche von etwa 1 m Länge und 25 cm Breite, dann an Ombrometer mit grösserer Auffangfläche als der normalen von  $1/20 \text{ m}^2$  gedacht, welche Einrichtung jedenfalls billiger und vielleicht ebenso zweckentsprechend wäre,

partly lost; and since, on top of all this, tending a rain gauge placed above the crowns would not be especially easy or pleasant... there remains, in practice, only the other route, whose minimal possible error I already mentioned at the outset: observation in a forest opening.

If, then, I briefly describe how I envision setting up a station for measuring the rainwater running down the tree stems, I must first mention that I would also place importance on the choice of location, insofar as a south-facing forest area will presumably behave somewhat differently than a north-facing one. I therefore imagine a forest site located on fairly level terrain, stocked with trees that are in the full vigor of life and growth, in a dense stand, rather than a sparse one, so that the crowns completely interlock. Not far away, about 100 paces, there should be a larger clearing, a forest meadow, or even a clear-cut area, which will serve as the comparison station. Ideally, this would be the garden or meadow of a forester near his official residence, which would greatly facilitate the observations. The station beneath the crowns should—in my humble opinion—comprise three to five trees of roughly equal size; each would be fitted with a gutter encircling the stem and sealed tightly on all sides, along with a corresponding collection vessel, preferably slightly larger than necessary, with a capacity of approximately 1 hectoliter, including measuring devices. Around each of the trees, at least four to six rain gauges would then be placed at varying distances and in different directions from the stem.

At first, I had thought of vessels with a rectangular collecting surface of about 1 m length and 25 cm width; then of ombrometers with a larger collecting surface than the normal  $1/20 \text{ m}^2$ , an arrangement that would certainly be cheaper and perhaps equally fit for purpose. However, the

doch hat mich der Umstand, dass es der Mühe und Kosten werth wäre, bei dieser Gelegenheit zu controliren, wie gross wohl der Beobachtungsfehler bei den bisherigen Regenmessungen mit nur einem Ombrometer an den deutschen Waldstationen anzusetzen ist, bewogen, vier bis sechs gewöhnliche Regenmesser vorzuschlagen, die dazu noch den Vortheil bieten, dass sie später nach Abschluss dieser in Rede stehenden Beobachtungen als gewöhnliche Stations-Regenmesser Verwendung finden können.

Die Waldblößen-Station denke ich mir nun mit einem selbstregistrirenden Ombrometer ausgerüstet, um so die Dauer jedes Regenfalles leicht und auch zu nachtschlafender Zeit beobachten und daraus die Intensität berechnen zu können; da aber die selbstregistrirenden Instrumente, besonders die Ombrometer - ich habe hierin einige Erfahrung - mitunter versagen, so würde ich die Waldblößen-Station auch mit einem gewöhnlichen Stations-Regenmesser versehen, damit mindestens die Regenmengenbeobachtung nie unterbrochen werde. Auch eine Windfahne und ein Stations-Thermometer würde ich begeben, letzteres, um zu wissen, welche Abkühlung ein Regen mit sich brachte und bei welcher Temperatur er überhaupt fiel, denn man kann wohl annehmen, dass von einem Regen zur heissen Sommerszeit, wo die Blätter durstig sind und sogleich nach dem Aufhören des Regens die Verdunstung wieder in erheblichem Masse d. i. proportional der Wärme, beginnt, weniger Wasser durch Nachtropfen der Blätter im Regenmesser sich ansammeln wird, als bei einem Regen im kühlen Frühjahr oder im Spätherbste. Ist es nur halbwegs möglich, so sollte man wohl auch trachten, Beobachtungsdaten einer nahen Freilandstation zum Vergleiche zu erhalten.

Solchermassen würde ich es wagen, auf einigen Erfolg bei den Beobachtungen zu hoffen, indem ich meine, all' das, was ich an Schwierigkeiten, an störenden Einflüssen vermuthen konnte, abgewendet und umgangen zu haben, und so zu einwurfsfreien Ziffern kommen zu können.

Allerdings habe ich dabei noch Einflüsse ausser Berechnung gelassen und verschwiegen, welche wohl die mächtigsten, aber eben deshalb auch

fact that it would be worthwhile, on this occasion, to determine the magnitude of the observational error in previous rainfall measurements using only one rain gauge at the German forest stations, led me to propose using four to six ordinary rain gauges. These also offer the advantage that, after the completion of the observations in question, they can be used as regular station rain gauges.

I then envision the forest-opening station equipped with a self-recording ombrometer, so that the duration of each rainfall event can be observed easily, even during sleeping hours, and from it the intensity calculated. Yet because self-recording instruments, especially ombrometers—I have some experience here—sometimes malfunction, I would also furnish the forest-opening station with an ordinary station rain gauge, so that at least the measurement of rainfall amounts is never interrupted. I would also add a wind vane and a station thermometer, the latter so that one knows the cooling effect of a rainstorm and at what temperature the rain occurred. For one may assume that less water will accumulate in the gauge from dripping leaves during a rain event in the hot summer, when the leaves are thirsty and evaporation begins again considerably (that is, proportionally to the temperature), than during a rain event in cool spring or late autumn. If at all possible, one should also try to obtain observational data from a nearby open-field station for comparison.

In this manner I would dare to hope for some success in the observations, believing that I have averted and circumvented all that I could anticipate regarding difficulties and disturbing influences, and thus would be able to arrive at figures beyond objection.

However, I have deliberately omitted certain influences from my calculations and left them unmentioned, influences that are arguably the

nicht so glatt zu beseitigen sind; Einflüsse, von welchen es sogar fraglich ist, ob man sie je wird mittelst Durchschnittswerthen, selbst wenn diese sehr grossen Beobachtungsreihen entstammen, eliminiren können. Ich meine da besonders die Einflüsse von Holzart, Alter, Dichte und Güte des Bestandes, ferner den des Klimas und last not least den durch Holzart und Klima hervorgerufenen Einfluss des früheren oder späteren Laub-Ausbruches und -Falles; - Einflüsse, deren Mächtigkeit eine so vielseitige, andauernde Beobachtung erfordern, dass dieselbe wirklich nur durch internationales Zusammenwirken geleistet werden kann.

Doch ist es eine Sache, meine Herren, die nicht im Sturme zu lösen ist, denn bekanntlich geht Probiren über's Studiren, und ein Experiment, das man noch so klar erdacht, noch so genau berechnet und erwogen, kann bei der factischen Ausführung durch einen kleinen Rechenfehler, durch eine unbedeutende Prämisse, die man übersehen, durch ein minimales Hinderniss missglücken, und darum möchte ich mir den Vorschlag und die Bitte an die geehrten Versuchsanstalten, deren Vertreter heute hier zusammengekommen sind, erlauben, die Frage an der Tagesordnung zu belassen, nach Jahr und Tag wieder über sie zu sprechen und bis dahin einige Vorstudien, die Errichtung einer Station etwa, vorzunehmen und dann erst, wenn die Methode, wenn die Instrumente erprobt sind und exacte Resultate geben, wenn die ersten wirklichen Erfolge im Kleinen gewonnen sind, dann aber mit voller Kraft an eine grössere und ausgedehnte Untersuchung und endgiltige Lösung dieser hochwichtigen Frage zu schreiten.

**Referent Regierungs- und Forstrath Ney (zum Schlussworte):** Meine Herren! Ich bin von der wissenschaftlichen Richtigkeit der Vorschläge des Herrn Dr. Hoppe unbedingt überzeugt. Auch ich würde es für wünschenswerth halten, wenn in der von ihm vorgeschlagenen Weise die Messungen vorgenommen werden könnten, aber ich glaube doch, dass der von ihm vorgeschlagene Apparat von Regenmessern, unter jedem Baum je vier bis sechs, etwas viel ist. Die Resultate, welche in Deutschland gefunden worden sind, sind - wenn ich nicht irre - an 16 Stationen in durchschnittlich

most powerful, but precisely for that reason, not easily eliminated; influences about which it is even questionable whether they can ever be eliminated by means of average values, even if these averages are derived from a very large series of observations. I am referring, in particular, to the influences of species, age, density and quality of the stand, further that of climate, and last not least the influence—brought about by species and climate—of earlier or later leaf-out and leaf-fall; influences whose power demands so wide-ranging and enduring an observation that it can truly be achieved only through international cooperation.

Yet this is a matter, gentlemen, that cannot be solved 'in a storm'; as is well known, practical testing trumps theoretical study, and an experiment, no matter how clearly conceived, precisely calculated, and carefully considered, can fail during its actual execution due to a small calculation error, an insignificant premise that was overlooked, or a minimal obstacle. And therefore I wish to propose and request of the esteemed research institutions whose representatives have gathered here today, that we leave this question on the agenda; to speak again of it after a year's time; and in the meantime to conduct some preliminary studies, perhaps establishing a research station. Only then, when the method and instruments have been tested and yield accurate results, and when the first real successes have been achieved on a small scale, should we proceed with full force to a larger and more extensive investigation and a definitive solution of this highly important question.

**Government and Forestry Councilor Ney (concluding remarks):** Gentlemen! I am completely convinced of the scientific correctness of Dr. Hoppe's proposals. I too would consider it desirable if the measurements could be carried out in the manner he proposes, but I do believe that the array of rain gauges he suggests—four to six beneath each tree—is somewhat excessive. The results found in Germany have, if I am not mistaken, been obtained at sixteen stations over an average of about twenty years; and the error resulting from the incorrect positioning of the rain

etwa 20 Jahren gefunden worden, und da gleicht sich denn doch der aus der falschen Stellung der Regenmesser entstehende Fehler im Laufe der Jahre jedenfalls aus. Ein Regenmesser, der heute unter einer Lücke in der Krone steht, steht vielleicht in 6 Jahren unter dem dichtesten Theile der Krone. Jedenfalls bin ich überzeugt, dass wir, wenn wir in dieser eingehenden Weise auf allen unseren Stationen vorgehen wollten, nicht zum Ziele kommen würden.

Was ich wünsche, ist nur, dass in einfacher Weise an jeder einzelnen Station die Ablesungen an den Regenmessern durch Messung des am Schafte ablaufenden Wassers corrigirt werden, dass mit anderen Worten an jeder Waldstation ein einfacher billiger Apparat eingerichtet werde, indem man um einen der stärksten Stämme eine Rinne legt, das Wasser auffängt und dann das Resultat durch die Schirmfläche dividirt.

Ich habe auch noch manche andere Bedenken gegen die Vorschläge des Herrn Vorredners, namentlich auch gegen die Regenmesser in den Waldlücken. Wir haben eine sogenannte Freistation in Deutschland, deren Regenbeobachtungen mit allen Durchschnitten im grellsten Widerspruche stehen, und zwar in der Weise, dass wir sie gar nicht benützen können; das ist St. Johann in Württemberg. Diese sogenannte Freistation ist - nach der Beschreibung wenigstens, ich habe sie nicht gesehen - thatsächlich eine Waldlückenstation, nach drei Seiten von Wald umgeben. Das zeigt sich in ganz auffallender Weise schon bei der Schneemenge. Während sonst überall bei allen anderen Stationen, ich glaube ohne Ausnahme, die Schneemenge im Walde ebensogross und manchmal etwas grösser ist, als im Freien, ist dies an dieser einzigen Station umgekehrt, und zwar so, dass die Schneemenge auf dieser Waldlückenstation um 41% grösser ist als im Walde.

Das ist auch ganz natürlich. Sowie der Schneewind in den Waldschatten, also in St. Johann in die Freistation, hineinkommt, fällt der Schnee nieder, weil die Geschwindigkeit des Windes nachlässt und nicht mehr ausreicht, die Schneeflocken schwebend zu erhalten. Die Waldlückenstationen geben deshalb bezüglich der

gauges certainly evens out over the years. A gauge that today stands beneath a gap in the canopy may in six years stand beneath the densest part. In any event, I am convinced that if we attempted to proceed in this exhaustively detailed manner at all our stations, we would not achieve our goal.

What I want is only this: that, in a simple way, at each individual station, the readings of the rain gauges be corrected by measuring the water running down the stem. That is to say, that at each forest station a simple, inexpensive apparatus be set up: one lays a gutter around one of the thickest stems, catches the water, and then divides the result by the tree crown's projection area.

I also have various other reservations about the previous speaker's proposals, especially about the rain gauges in forest openings. We have a so-called open station in Germany whose rain observations stand in the starkest contradiction to all averages, and in such a way that we cannot use them at all: that is St. Johann in Württemberg. This so-called open station is—at least according to its description; I have not seen it—actually a forest-opening station, surrounded by forest on three sides. This is evident in a very striking way in the measured snow amounts. While everywhere else at all other stations, I believe without exception, the snow amount in the forest is just as large and sometimes somewhat larger than in the open, the reverse is true at this single station and, indeed, to the extent that the snow amount at this forest-opening station is 41% larger than in the forest.

That is entirely natural. As soon as the snow-bearing wind enters the wind-shadow of the forest—that is, into the open station at St. Johann—the snow falls out, because wind speed diminishes and no longer suffices to keep the snowflakes in suspension. The forest-clearing stations therefore yield false results with respect

Schneemengen falsche Resultate. Sie geben grössere Schneemengen an, als wirkliche Freistationen und grössere als der Wald, nicht weil sie die Menge der Niederschläge vermehren, sondern weil in den Waldlücken von dem schwebenden Schnee ein grösserer Theil zum Fallen kommt.<sup>vii</sup>

Dass es ausserordentlich wichtig wäre, gerade wieder für die Quellenfrage, wenn wir wüssten, wie lange jeder einzelne Regen dauert, muss auch ich bestätigen. Es wäre mir für die mich zur Zeit am meisten interessirenden Fragen ausserordentlich angenehm, wenn ich darüber irgend welche zuverlässige Zahlen finden könnte. Die Bodenoberfläche kann in einer gewissen Zeit, je nach der Bodenart, nur ein ganz gewisses Quantum Wasser aufnehmen. Nehmen wir, um leichter rechnen zu können, 24 mm, so macht das in der Stunde 1 mm. Fallen nun 30 mm an einem Tage, so kann der Boden davon nur 1 mm aufnehmen, wenn der Regen nur eine Stunde dauert, die übrigen 29 fliessen auf der geneigten Lehne oberflächlich in einer Stunde ab und veranlassen Ueberschwemmungen und Wasserschäden. Fallen aber dieselben 30 mm in 20 Stunden, so kann der Boden 20 mm aufnehmen; zum oberflächlichen Abflusse gelangen nur 10 mm und diese vertheilen sich auf 20 Stunden.<sup>viii</sup> Der Boden hat also von einem langsamer fallenden Regen entschieden einen grösseren Vortheil und die Gefahr von Wasserschäden ist bedeutend geringer. Für solche Berechnungen wäre es ausserordentlich angenehm, wenn die Dauer der einzelnen Regen vermerkt würde; ich glaube aber, dass wir die forstlich-meteorologischen Stationen mit einer grossen Mehraufgabe nicht belasten dürften.

Anders steht die Frage bei der Centralstation, jener meteorologischen Station, welche der Leiter der ganzen Einrichtung unmittelbar unter sich hat: diese mag er so reichlich ausstatten, als er nur will; er hat schliesslich auch die Leute, welche ihn bei den Beobachtungen unterstützen können. Draussen glaube ich aber nicht, dass wir es durchsetzen werden, dass wir zu der Masse von Instrumenten, die wir ohnehin haben, noch so viele Regenmesser u. s. w. aufstellen. Ich glaube, dass an den preussischen Stationen je 82 Ablesungen gemacht werden müssen, und zwar

to snow amounts. They report greater snow accumulation than true open-field stations, and greater than the forest interior—not because they increase the quantity of precipitation, but because in forest clearings a larger fraction of the wind-borne snow settles out.<sup>vii</sup>

That it would be extraordinarily important—again, precisely for the question of springs [*i.e.*, the *Quellenfrage* debate]—if we knew how long each individual rain lasts, I too must confirm. For the questions that currently interest me most, it would be extremely valuable if I could find any reliable figures on this. The soil surface can, in a given time, depending on soil type, absorb only a certain quantity of water. Let us take, to make calculation easier, 24 mm per day; that yields 1 mm per hour. If 30 mm now falls in a single day, the soil can absorb only 1 mm of it if the rain lasts only one hour; the remaining 29 mm flow off superficially down the slope within that hour, causing floods and water damage. But if the same 30 mm fall over 20 hours, the soil can absorb 20 mm; only 10 mm reach surface runoff, and these are distributed across 20 hours.<sup>viii</sup> The soil therefore derives decidedly greater benefit from a slower-falling rain, and the risk of flood damage is significantly reduced. For such calculations it would be extremely valuable if the duration of individual rains were recorded; yet I believe we ought not to burden the forest-meteorological stations with a large additional task.

The matter stands differently at the central station; that meteorological station which the director of the whole establishment has immediately under his charge. This one he may equip as lavishly as he wishes; after all, he also has the staff who can assist him with observations. Out in the field, however, I do not believe we shall succeed in adding so many rain gauges and so forth to the mass of instruments we already have. I believe that at each Prussian station some 82 readings must be taken, twice every day. If we pile on still more rain gauges, it simply cannot be done.

jeden Tag zwei Mal. Wenn wir noch so und so viele Regensmesser dazu bringen, so geht das nicht.

Das wäre Dasjenige, was ich zu sagen hätte. Ich möchte nur noch den Wunsch wiederholen, dass wir durch Messung der am Schaft ablaufenden Wassermengen in der einfachsten Weise einigermaßen brauchbare Correctionszahlen für unsere bisherigen Beobachtungen über die Regenmenge im Walde und im Freien erhalten möchten. Ich bin schon ganz zufrieden, wenn wir in der Lage sind, zahlenmässig nachweisen zu können, dass die Unterschiede der Regensmesser ungefähr um 40 oder 60% corrigirt werden müssen, um den Verlust zu berechnen, welchen der Waldboden und die Quellen durch Hängenbleiben der Niederschläge an den Baumkronen erleiden. Ob es nun ganz genau 51 oder 59 sind, ist mir ganz einerlei. Heute wissen wir thatsächlich nicht, ob es 20 oder 80% ausmacht.

**Vorsitzender:** Ich erlaube mir, im Namen der Versammlung dem Herrn Referenten den verbindlichsten Dank auszusprechen. Ich glaube aber auch, in Ihrem Sinne zu handeln, wenn ich Herrn Dr. Hoppe für seine Ausführungen ebenfalls den Dank ausspreche. (Beifall.)

Wir übergehen nun zu Punkt 7 der Tagesordnung: „Beschlussfassung über den Zeitpunkt und Ort der nächstfolgenden Versammlung.“

That would be what I had to say. I wish only to repeat the hope that, by measuring the water running down the stems in the simplest possible way, we may obtain reasonably usable correction factors for our previous observations of rainfall in forest and in open field. I shall be quite satisfied if we are in a position to demonstrate numerically that the differences shown by the rain gauges must be corrected by roughly 40 or 60 percent in order to calculate the loss that the forest soil and the springs suffer through retention of precipitation on the tree crowns. Whether it is exactly 51 or 59 percent is quite indifferent to me. Today we actually do not know whether it amounts to 20 or 80 percent.

**Chair:** I take the liberty, on behalf of the assembly, of expressing to the speaker our most sincere thanks. But I believe I also act in your spirit if I likewise express thanks to Dr. Hoppe for his remarks. (Applause.)

We now proceed to item 7 of the agenda: “Resolution regarding the time and place of the next meeting.”

---

<sup>i</sup> Der Wald und die Quellen, 1. Artikel. In Nr.-10, 12 und 15 des Wochenblattes „Aus dem Walde.“ [English: On Forest and the Springs, 1st Article. In Nos. 10, 12 and 15 of the weekly publication Aus dem Walde.]

<sup>ii</sup> Beobachtungen über die Abfuhr meteorischen Wassers entlang den Hochstämmen. Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien 1881, 2, 234–246. [English: Observations on the drainage of meteoric water along mature high-forest trees with tall clear stems (Hochstämmen). Reports of the Austrian Forestry Research Institute, Vienna 1881, 2, 234–246.]

<sup>iii</sup> Likely, here Ney refers to the “Bavarian Royal National Academy of Forestry” (Königlich Bayerische Zentrale Forstlehranstalt), which was located in Aschaffenburg at the time.

<sup>iv</sup> Mathieu, A. (1878) *Météorologie comparée agricole et forestière*; rapport. 70 p. 4°. Paris, 1878. (Ministère des forêts. Exposition universelle de 1878).

<sup>v</sup> “Quellenfrage” is used here, following Ney’s *Der Wald und die Quellen*, to specify the 19th century German-language forestry debate over whether forests sustained springs and regulated streamflow. It formed part of the wider controversy concerning rainfall, runoff, flooding, and state-controlled watershed protection

---

<sup>vi</sup> Ernst Ebermayer published the Bavarian forest-meteorological station results in *Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung* (Aschaffenburg: C. Krebs, 1873). Hoppe is referring to Ebermayer's account of forest-rainfall measurements. For an English rendering, see Robert E. Horton's (1911) "Ebermayer's Experiments on Forest Meteorology," *The Michigan Engineer*, 66–89.

<sup>vii</sup> Ney is here describing what later snow hydrology would term preferential clearing accumulation due to wind deceleration; cf. Hiemstra et al. (2002) Snow redistribution by wind and interactions with vegetation at upper treeline in the Medicine Bow Mountains, Wyoming, U.S.A. *Arct. Antarct. Alp. Res.* 34.

<sup>viii</sup> Ney's example—positing an infiltration capacity (here  $1 \text{ mm hr}^{-1}$ ), comparing rainfall intensity against that capacity, and partitioning the excess to surface runoff—constitutes an informal statement of what Horton (1933, 1945) would later formalize as infiltration-excess overland flow. The conceptual machinery was evidently available to observant practitioners well before it received theoretical codification; Ney lacked the recording infrastructure to parameterize it.