

Vornahme und Zweck von Geschwindigkeitsmessungen beim Betriebe von Rieswegen.

Von

Dr. Josef Glatz,

k. k. Forst- und Domänen-Verwalter.

Die vorteilhafte Anwendung der Rieswege als Holzbringungsmittel in Gebirgsforsten wird heute kaum mehr angezweifelt. Wenn die Verbreitung derselben trotz ihrer hervorragenden wirtschaftlichen Bedeutung noch nicht allgemein ist, so hat dies zum großen Teil seinen Grund in der noch vielfach bestehenden Unkenntnis des Wesens und unzureichenden Vertrautheit mit dem Baue und Betriebe der Rieswege, indem diese zahlreiche Eigentümlichkeiten besitzen, welche oft nicht gebührend beachtet werden und dadurch zu unliebsamen Erfahrungen Anlaß geben.

Die Schwierigkeit der Herstellung dieser modernen Transportmittel wird häufig unterschätzt. Um fehlerlose oder nur mit geringfügigen Mängeln behaftete Rieswege erbauen zu können, bedarf es einer großen Summe von Erfahrung in der Projektierung, im Baue und Betriebe. Der Mangel an dieser Erfahrung macht sich um so fühlbarer, als auch die vorhandene Theorie bezüglich der Bewegung des Holzes auf Rieswegen noch lückenhaft ist und bei der Beantwortung wichtiger Fragen versagt. Die Eigentümlichkeiten des Betriebes, beziehungsweise die Lösung der Aufgabe, Sortimente von den verschiedensten Dimensionen auf mitunter mehrere Kilometer langer und steiler Lieferstrecke unter Sekundengeschwindigkeiten bis zu 40 m und darüber ohne Schaden für Holz und Riesweg bei den denkbar geringsten Lieferkosten an einen bestimmten Ort zu bringen, erfordern so viele Feinheiten in der Anlage, daß mit den üblichen Projektierungsregeln, namentlich bei schwierigen Verhältnissen, das Auslangen nicht gefunden werden kann.

Die Notwendigkeit der Vornahme von exakten Lieferungsversuchen zur Erforschung der Bewegungsgesetze des Holzes auf Rieswegen und zur Lösung aller einschlägigen Fragen wurde wiederholt erkannt und insbesondere in einem im Jahre 1907 vom jetzigen Professor Hofrat Micklitz in der Versammlung des österr. Ingenieur- und Architektenvereines über Rieswege gehaltenen Vortrage und in der daran sich schließenden Wechselrede einhellig betont.*)

Die k. k. forstliche Versuchsanstalt in Mariabrunn, an welcher in jüngster Zeit auch eine Abteilung für forstliches Bringungswesen errichtet wurde, hat sich die Aufgabe gestellt, die zahlreichen Eigentümlichkeiten bei der Trassierung, dem Baue und Betriebe von Rieswegen zu studieren, die in der Praxis gefundenen und bewährten

*) Österr. Forst- und Jagdzeitung, Jahrgang 1908, Seite 134.

Grundsätze zu prüfen und wissenschaftlich zu begründen und das Ergebnis der Untersuchungen nebst den erforderlichen Konstruktionen der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Zunächst handelt es sich um die Erforschung der Bewegungsgesetze und Reibungsverhältnisse beim Abgleiten verschiedener Holzsortimente auf Riesbahnen von verschiedener Konstruktion und Beschaffenheit. Es ergibt sich naturgemäß eine verhältnismäßig große Zahl von Variationen, welche in theoretischer Hinsicht untersucht werden müssen. Da nicht für jeden einzelnen Fall ein passender Riesweg gebaut werden kann und oft auch nicht für einen gegebenen Riesweg die für seine Betriebsfähigkeit geeigneten Voraussetzungen getroffen werden können, so ist es notwendig, diese Bringungsanstalten in der Mehrzahl der Fälle derart zu konstruieren, daß sie die weitgehendste Anwendbarkeit gestatten; dadurch ist es möglich, die durch die Verschiedenheit der Sortimente und die wechselnde Beschaffenheit der Gleitbahn bedingte große Zahl von Variationen bezüglich der Erbauung von Rieswegen auf wenige Fälle zu beschränken.

Die Feststellung der Grenzen, innerhalb welcher ein Riesweg den an ihn gestellten Anforderungen noch genügt, und die Beantwortung der Fragen, ob bei einer Reihe von bestimmten Voraussetzungen z. B. ein Sommer- oder Winterriesweg projektiert und gebaut werden soll und unter welchen Bedingungen er voraussichtlich am besten funktioniert, ferner die Lösung spezieller Aufgaben wie der zulässigen Ausdehnung und Krümmung von Kurven, der Einschaltung von Übergangsbögen in horizontaler und vertikaler Richtung oder der zweckmäßigen Anlage des Verleerplatzes, der vorteilhaften Anwendung von Bremsmitteln usw. erfordern die genaue Kenntnis der Bewegungs- und Reibungsverhältnisse der in Betracht kommenden Sortimente in der betreffenden Gleitbahn. Diese Kenntnis kann nur durch beim Betriebe von verschiedenen Rieswegen auszuführende exakte Lieferungsversuche vermittelt werden. Bei diesen handelt es sich hauptsächlich um Geschwindigkeitsmessungen oder, genauer gesagt, um die Ermittlung der Zeitmomente, in welchen ein Holzsortiment gewisse Punkte der Bahn passiert. Wenn dieselben einen besonderen wissenschaftlichen und in weiterer Folge auch praktischen Wert haben sollen, so genügt es nicht, einzelne Teilgeschwindigkeiten zu bestimmen und auf Grund dieser Gesetze und Werte abzuleiten. Um die Bewegungsgesetze des Riesholzes und die die Konstruktion der Gleitbahn beeinflussenden Umstände präzisieren und in einer für die Praxis verwertbaren Form darstellen zu können, bedarf es der genauen Kenntnis der Geschwindigkeitsänderung eines und desselben Sortimentes auf einer möglichst langen Versuchsstrecke.

Wegen der vorkommenden großen Geschwindigkeiten, welche erfahrungsgemäß bis zu 40 m und mehr in der Sekunde betragen, erfolgt die fehlerlose Messung derselben am zweckmäßigsten mit Zuhilfenahme des elektrischen Stromes. Diesem Zwecke dient der sogenannte Elektrochronograph (Abbildung 1), das ist ein für die Durchführung von fortlaufenden Zeitmessungen bei Bewegungsvorgängen auf Rieswegen besonders konstruiertes Instrument, welches auf einem mit einer gewissen gleichförmigen Geschwindigkeit laufenden Papierstreifen *p* die einzelnen Durchgangsmomente des abgleitenden Holzes durch in ihrer horizontalen und vertikalen Lage genau bestimmte Profile der Versuchsstrecke registriert. Die Durchgangsprofile werden derartig angeordnet, daß die stetige Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden kann.

Das Instrument, welches samt Zugehör von der Chronometerfirma Brüder Aulich in Wien in gediegener Ausführung geliefert wurde, besteht der Hauptsache nach aus einem Morseapparat *M* und einer Präzisionsuhr *U*. (Siehe Abbildung 1 und schematische Darstellung auf Tafel I.) Das Uhrwerk steht mit einer elektrischen Trockenbatterie *B_a* von 6—7 Volt Span-

nung derart in Verbindung, daß durch die Bewegung der mit einer verhältnismäßig großen Masse belegten Unruhe u alle Sekunden ein elektrischer Kontakt ausgelöst und vom Morseapparat am Papierstreifen p verzeichnet wird. Neben diesem Stromkreise verläuft, gespeist von einer anderen Batterie B_1 mit 8—9 Volt Spannung, ein zweiter, und zwar längs der Versuchsstrecke, auf welcher in den erwähnten Durchgangsprofilen Kontaktstellen K mit selbsttätigen Auslösevorrichtungen eingeschaltet werden. Durch die Betätigung der letzteren beim Abgleiten des Riesholzes werden der Linienstrom L für je einen Moment geschlossen und die Durchgangsmomente

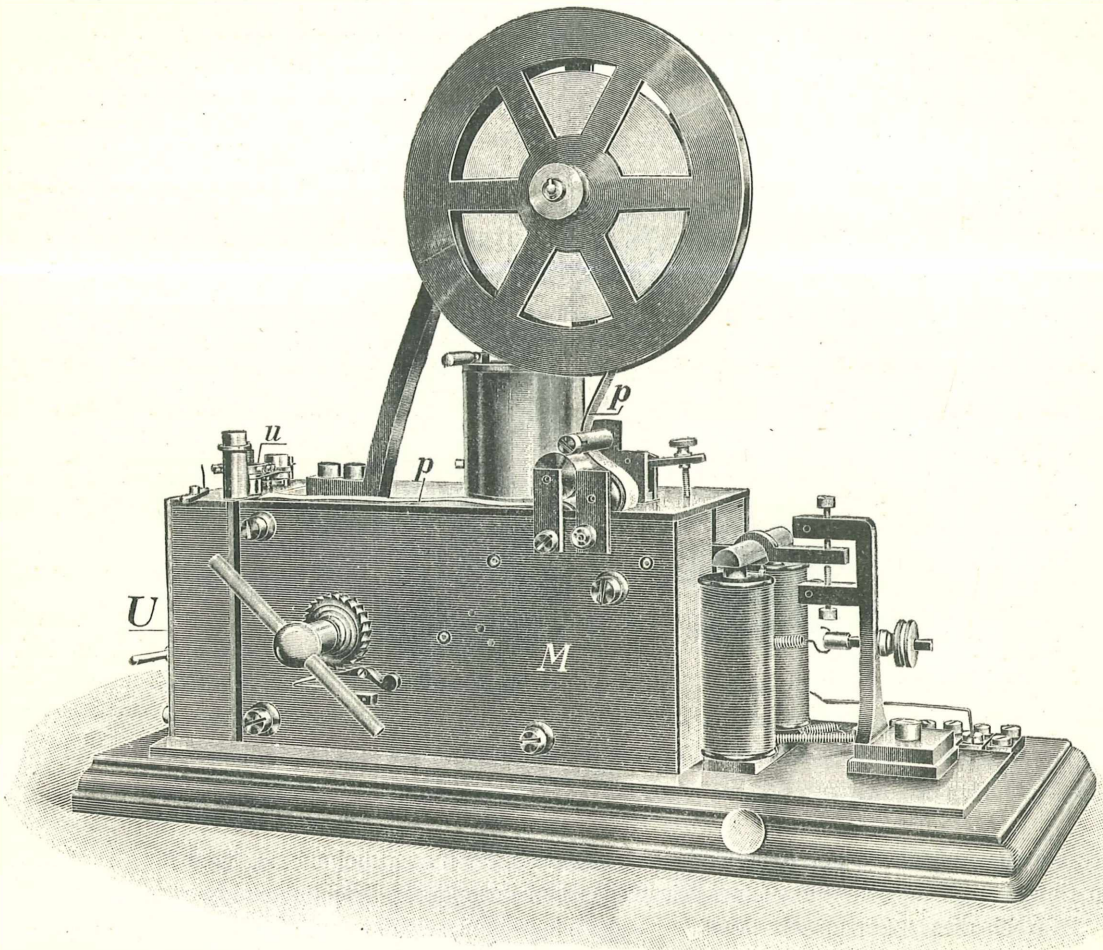


Abbildung 1.

des Sortimentes durch die einzelnen Profile gleichfalls vom Morseapparate auf dem erwähnten Papierstreifen neben den Sekundenzeichen in Form von kurzen Strichen registriert. Die Sekundenzeichen erscheinen auf dem Papierstreifen naturgemäß in gleichen Abständen und liefern dadurch einen genauen Maßstab zur Ermittlung der Zeitmomente, in welchen das abzurieselnde Holz die einzelnen in ihrer Lage vollkommen bestimmten Durchgangsprofile passiert.

Die Anordnung und Durchführung des Versuches ist aus den Zeichnungen und beigelegten Erläuterungen auf Tafel I zu entnehmen. Bei der konstruktiven Darstellung der Versuchs-

strecke wurde auf die Einschaltung von parabolischen Übergangskurven Bedacht genommen, deren bergseitige Anordnung zur Vermittlung eines stoßfreien und stetigen Überganges des Riesholzes aus einer geraden in eine scharf gekrümmte Rieswegstrecke sich in der Praxis als notwendig erwiesen hat. Den gleichen Zweck erfüllt die in der Zeichnung dargestellte eigenartige Verlegung der Querschwellen in der Gleitbahn, durch welche das Riesholz nach Möglichkeit schon vor der Passierung der Kurve auf jene Seite der Riesbahn gelenkt wird, welche das Sortiment in der Krümmung naturgemäß befährt. Es wird also die Bewegung des Holzes durch Einschaltung von Übergangskurven und zweckmäßiges Einlegen der Querschwellen auf die Passierung scharf gekrümmter Rieswegstrecken entsprechend vorbereitet. Die dadurch bewirkte stoßfreie Ablenkung des Holzes von seiner jeweiligen Bewegungsrichtung gewährleistet nicht bloß eine Schonung desselben bei großen Geschwindigkeiten, sondern schützt namentlich auch die Bewehrung des Ries-

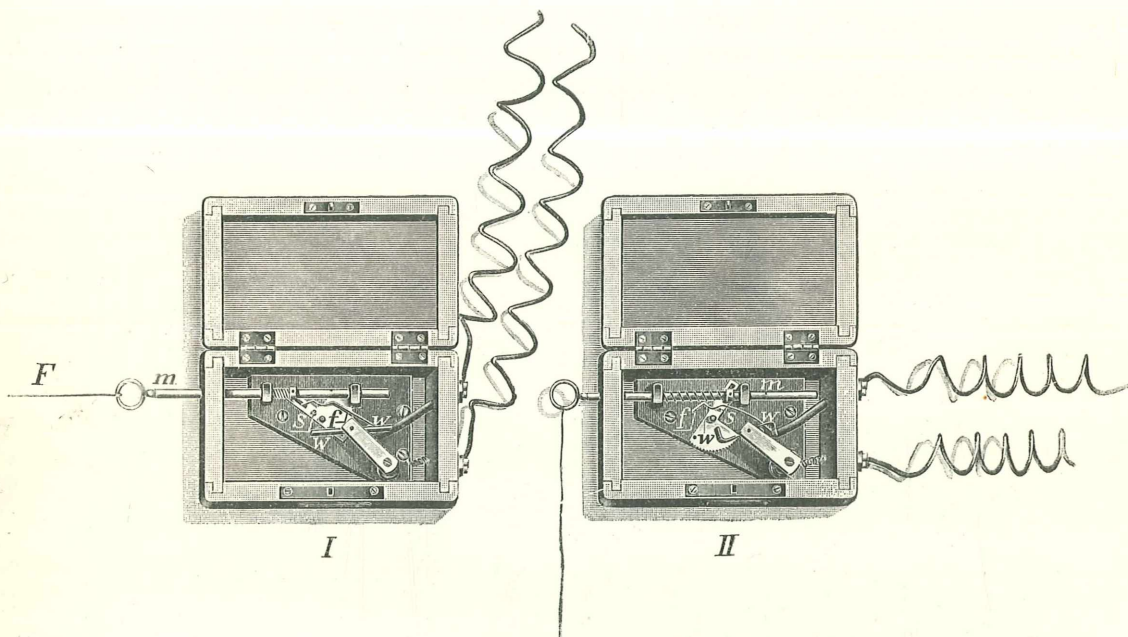


Abbildung 2.

weges an der Außenseite der Krümmung vor allzu starker Inanspruchnahme, was für den klaglosen Betrieb und die Erhaltung eines Riesweges von besonderer Wichtigkeit ist.

Nach dieser kurzen Abschweifung vom eigentlichen Thema wollen wir die Einzelheiten bezüglich der Vornahme und Anordnung der Versuche weiter besprechen.

Eine besondere Schwierigkeit liegt in der Auslösung der elektrischen Kontakte. Die bei den im Jahre 1913 durchgeführten Lieferungsversuchen verwendeten Kontaktstellen sind derart konstruiert, daß der Schluß des elektrischen Stromes möglichst unabhängig von der jeweiligen Geschwindigkeit des Holzsortimentes erfolgt.

Der Stromschluß muß an jeder Kontaktstelle eine gewisse Zeit andauern, um den Schreibstift am Morseapparate zuverlässig und regelmäßig zu betätigen. Dies wird dadurch erreicht, daß ein mit einer Öse versehener und durch eine um denselben gewundene Spiralfeder in bestimmter Lage gehaltener Metallstab *m* (Abbildung 2) durch einen entsprechend starken und in passender Anordnung über die Gleitbahn gespannten Faden *F* in eine derartige Stellung *I* gebracht wird, daß die bezeichnete Spiralfeder sich zunächst in gespanntem Zustande befindet.

Infolge Abreißens des Fadens durch das vorangehende Ende des abgleitenden Riesholzes entspannt sich die Feder. Beim Übergange derselben aus dem gespannten in den spannungslosen Zustand *II* und der damit verbundenen Bewegung des Metallstabes wird durch das Vorüberstreichen eines blanken Messingstiftes *s* an einer gekröpften Feder *f* der elektrische Strom für einen Augenblick geschlossen und dadurch der Durchgangsmoment vom Morseapparat verzeichnet.

Die Dauer des Stromschlusses hängt, wie durch Versuche festgestellt wurde, unter sonst gleichen Umständen sehr weitgehend davon ab, in welcher Weise das Zerreißen des Fadens durch das abgleitende Holz vor sich geht. Geschieht das Zerreißen des Fadens sehr rasch und vermöge der Reaktion der Trägheit ohne ausreichende Übertragung der elastischen Spannung desselben auf die Kontaktstelle, so erfolgt auch die Entspannung der Spiralfeder und mit ihr die Bewegung des Metallstäbchens ganz unvermittelt und schnell. Die damit verbundene momentane Dauer des Stromschlusses genügt aber nicht, die Widerstände in der Leitung bis zum Elektrochronographen zu überwinden und am Papierstreifen sichtbare Zeichen hervorzurufen. Um nun dem Stromschlusse bei den Kontaktstellen eine angemessene Dauer zu geben, wird der den Kontakt bewirkende Messingstift *s* mit einer Windfangvorrichtung verbunden, welche auf die Entspannung der Spiralfeder und die Bewegung des Metallstabes verzögernd wirkt. Durch Vergrößerung oder Verkleinerung der die Luft verdrängenden Flächen mittelst entsprechenden Abbiegens der Windflügel *w* läßt sich die Dauer des Stromschlusses derart regulieren und so weit von der Zerreißungsart des über die Gleitbahn gespannten Fadens unabhängig machen, daß die Kontaktstellen bei jeder Geschwindigkeit des Riesholzes zuverlässig arbeiten.

Nebenbei wird bemerkt, daß sämtliche Holzsortimente bei ihrer Ankunft am Verleerplatze durch eine verlässliche Hilfskraft bezüglich ihrer Stärke, Länge, Holzart und sonstige Beschaffenheit genau verzeichnet werden. Um die Zugehörigkeit der einzelnen Versuchsstücke zum Registrierstreifen am Elektrochronographen zu bewerkstelligen, werden vom Versuchsleiter, bzw. von der klassifizierenden Hilfskraft die Zeiten der Passierung der Versuchsstrecke und der Ankunft des Riesholzes am Verleerplatze vorgemerkt.

Die der forstlichen Versuchsanstalt zur Verfügung stehende Freileitung und Anzahl von Kontaktstellen ermöglichen die Beobachtung der Geschwindigkeitsänderung beim Abgleiten der Stämme oder Stammstücke auf einer Versuchsstrecke von rund 300 *m* Länge, wobei die Durchgangsmomente des Holzes durch gewisse Profile der Bahn in Entfernungen von durchschnittlich 10 *m* ermittelt werden können.

Die Wahl der Versuchsstrecke und die Anordnung der Durchgangsprofile in dieser muß derart erfolgen, daß sich die Einflußnahme der Kurven, der Gefällsübergänge und auch der Änderung in der Beschaffenheit der Gleitbahn auf die Bewegung des Holzes mit Sicherheit berechnen läßt.

Die durch den jeweiligen Lieferungsversuch ermittelten Zeitmomente, in welchen ein Holzsortiment gewisse in ihrer horizontalen und vertikalen Lage vollkommen bestimmte Profile der Riesbahn passiert, liefern auf kürzestem Wege die gesuchte Gesetzmäßigkeit der Bewegung des betreffenden Holzes oder, mathematisch ausgedrückt, den Weg als Funktion der Zeit oder die Bewegungsgleichung, und zwar zunächst in graphischer Form. Die Bewegungsgleichung aber ist als Grundlage für die Feststellung der formelmäßigen Beziehungen zur Ermittlung der Werte, welche für die Praxis des Rieswegbaues und -betriebes in Frage kommen, von großer Bedeutung. Sie liefert ferner in ihrer weiteren Behandlung und mit Verwendung grundlegender dynamischer Gesetze das Ausmaß der Widerstände der Bewegung und mit diesen die Kenntnis der beim Rieswegbaue zur Ermittlung der wünschenswerten Gefälle so

ungemein wichtigen, bisher aber noch fast unerforschten Reibungsverhältnisse auf Rieswegen von verschiedener Bauart, bei verschiedener Witterung, auf gerader und gekrümmter Gleitbahn, in den Gefällsübergängen und bei verschiedener Beschaffenheit und Geschwindigkeit der Holzsortimente.

Auf Tafel I erscheint neben der allgemeinen Anordnung der Lieferungsversuche auch ein Registrierstreifen vom Elektrochronographen dargestellt, und zwar unter der Voraussetzung beschrieben, daß die Durchgangsprofile eine gleichmäßige schiefe Entfernung von 10 m Länge besitzen. Die stetige Änderung der Geschwindigkeit ist ohneweiters zu erkennen, und die Darstellung der Bewegungsgleichung in Form einer Kurve liegt sehr nahe. Durch einmalige, bzw. zweimalige Ableitung derselben können die jeweilige Geschwindigkeit und Beschleunigung der Bewegung des Holzes an jeder beliebigen Stelle der Versuchsstrecke — also jene Werte gefunden werden, deren Kenntnis für die Rieswegtheorie und ihre Anwendung in der Praxis von fundamentaler Bedeutung ist.

Mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Versuchsstücke und der Beschaffenheit der Riesbahn infolge wechselnder Witterung gehören zu jedem Rieswege eine Reihe von Bewegungsgleichungen oder — weil die graphische Darstellung der Bewegung bevorzugt werden soll — von Wegkurven. So entspricht z. B. der Bewegung von Bauholz, Blochholz und Brennholz in unausgeformtem Zustande auf trockener Bahn und auf demselben Rieswege je eine bestimmte Wegkurve, von welchen jede aus einer Reihe von zusammengehörigen Versuchen auf graphischem Wege als Durchschnittswert gefunden wird.

Da die ununterbrochene Beobachtung der Geschwindigkeitsänderung wegen der sich darbietenden Schwierigkeiten nur auf einer Versuchsstrecke von ungefähr 300 m Länge möglich ist, so können die verschiedenen Wegkurven zunächst nur für diese Strecke gefunden werden. Durch geschickte Zusammenreihung, bzw. durch entsprechende Verbindung der einzelnen Versuchsstrecken bei Ausführung der Lieferungsversuche lassen sich die in den einzelnen Teilstrecken ermittelten und nach ihren Voraussetzungen zusammengehörigen Wegkurven zu einheitlich verlaufenden, gesetzmäßigen Linien verbinden, so daß man auf diese Weise je nach dem Umfange der Versuche ein sehr anschauliches Bild der auf einem bestimmten Rieswege sich abspielenden Bewegungsvorgänge erhält. Das Bild wird insbesondere dann sehr instruktiv, wenn man eine Voraussetzung konstant läßt und die übrigen variiert, indem man z. B. das Verhalten verschiedener Sortimente auf gleicher Bahn oder das Verhalten desselben Sortimentes auf verschiedener Bahn, und zwar auf dem gleichen Rieswege untersucht. Die in demselben Graphikon einander gegenüber gestellten Wegkurven, bzw. die aus diesen abgeleiteten Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurven ermöglichen in Verbindung mit der Darstellung der Gefälls- und Richtungsverhältnisse und der sonstigen Beschaffenheit der Gleitbahn wertvolle Schlüsse auf die Werte der auf die Bewegung des Holzes Einfluß nehmenden Faktoren.

Der Gang der Untersuchungen und das Ergebnis derselben, in der von der forstlichen Versuchsanstalt geplanten Abhandlung über Rieswege auf Grund konkreter Beispiele verständlich dargestellt, werden nicht bloß dem Theoretiker einen vollen Einblick in das Wesen der Bewegungsvorgänge auf Rieswegen und eine zuverlässige Unterlage für weitere Forschung gewähren, sondern auch dem Praktiker eine so weitgehende und sichere Orientierung im Kapitel der Rieswege ermöglichen, wie er sich dieselbe auch durch lange und aufmerksame Beobachtung in der Natur ohne besondere Hilfsmittel nicht verschaffen kann.

Außer der Aufstellung von Bewegungsgesetzen auf neuer und einwandfreier Grundlage, der formelmäßigen Beziehungen zur Ermittlung der für die Konstruktion der Rieswege wichtigen Größen und der Bestimmung von Reibungskoeffizienten sollen ferner auch jene Gesichtspunkte klargelegt werden, wann und unter welchen Voraussetzungen die Erbauung

eines Riesweges überhaupt in Frage kommt und welche Bauart er besitzen muß, wenn er die auf ihn gesetzten Erwartungen erfüllen soll.

Selbstverständlich spielen auch der Betrieb und die Erhaltung eines sonst gut gebauten Riesweges eine außerordentlich wichtige Rolle und es werden daher auch diese Fragen in der geplanten Abhandlung mit der notwendigen Gründlichkeit bearbeitet werden.

Die Versuche beim Betriebe von Rieswegen sind im allgemeinen sehr schwierig und kostspielig; wegen der unbedingten Wahrung der Sicherheit der die Riesbahn betretenden Arbeiter und wegen der Unmöglichkeit seitens des Versuchsleiters, die bis zu 300 *m* lange und oft steile Versuchsstrecke bei jeder Lieferung abzugehen, bedarf es einer sehr umsichtigen Anordnung des Betriebes während der Versuche überhaupt und einer genauen Unterweisung der zu diesen Arbeiten verwendeten Hilfskräfte.

In dem angeführten Sinne wurden im Jahre 1913 am Waldalmsommerrieswege im k. k. Forstwirtschaftsbezirke Großreifling auf einer Versuchsstrecke von rund 800 *m* Länge gegen 500 Lieferungsversuche mit über 400 *fm*³ Holzmasse von den verschiedensten Dimensionen und bei wechselnder Witterung durchgeführt. Außerdem wurden im Jänner desselben Jahres am Waldalmwinterrieswege und auf mehreren Rieswegen der Salzkammergutstaatsforste umfangreiche Versuche zur Ermittlung von Reibungskoeffizienten beim Abgleiten des Holzes auf Schnee- und Eisbahn vorgenommen und eingehende Studien über Anlage und Betrieb der genannten Rieswege gemacht.

Nach Abschluß der im Zuge befindlichen Bearbeitung des gesammelten Materiales werden mehr oder weniger beachtenswerte Lücken hervortreten, welche in der Versuchsreihe noch offen stehen. Zur Ausfüllung derselben sollen die am Waldalmsommerrieswege in Angriff genommenen Lieferungsversuche im Jahre 1914 fortgesetzt werden. Dieser Riesweg bildet wegen seiner wenn auch nicht vollkommen tadellosen, aber doch im allgemeinen musterhaften Ausführung und wegen seiner extremen Gefällsverhältnisse ein so interessantes Studienobjekt, daß die auf demselben erzielten Versuchsergebnisse nebst den dort gesammelten bau- und betriebs-technischen Daten als vorzügliche Grundlage einer Abhandlung über Rieswege dienen können. Es sollen nach Möglichkeit aber auch anderweitig gemachte Erfahrungen verwertet werden; insbesondere die Feststellung der Einflußnahme der Kurven und der Gefällsübergänge auf den Betrieb erfordert zahlreiche und unter den verschiedensten Verhältnissen auszuführende Versuche.

Was die geplante Abhandlung betrifft, so soll diese nicht nur eine fühlbare Lücke in der bisherigen Literatur über Rieswege ausfüllen, sondern insbesondere auch den praktischen Forstwirt befähigen, Rieswege richtig zu projektieren und zu erbauen und, was nicht übersehen werden darf, mit Verständnis zu benützen. Der praktische Teil wird aus diesem Grunde besonders berücksichtigt und mit den notwendigen konstruktiven Notizen und planlichen Darstellungen versehen werden.

Es wäre sehr vorteilhaft, wenn es der forstlichen Versuchsanstalt seitens der Waldbesitzer ermöglicht würde, die Resultate wissenschaftlicher Arbeit auf besonders instruktive Fälle der Praxis anzuwenden und so auf ihre Richtigkeit zu prüfen; auch die Verbreitung der Rieswege könnte dadurch wesentlich gefördert werden.

Die im Vorstehenden in allgemeinen Umrissen skizzierte Arbeitsmethode zur Behandlung von Theorie und Praxis der Rieswege macht keinen Anspruch auf Vollkommenheit. Die Grundgedanken sowie die Einzelheiten der Forschung in einem der schwierigsten Gebiete des forstlichen Ingenieurwesens sind dermalen zum Teile noch lose und der Öffentlichkeit gegenüber unverbindlich; sie werden sich erst im Fortgange der Arbeit allmählich zu einem festen Gefüge zusammenschließen.

Man wird uns nach dem Gesagten vielleicht den Einwand machen, daß wir die Schwierigkeit der Erbauung von Rieswegen zu sehr betonen, vielleicht sogar überschätzen, da doch in der

Praxis auch unter schwierigen Verhältnissen vollkommen betriebsfähige Rieswege von Organen erbaut wurden, denen eine umfassende technische Vorbildung nicht nachgerühmt werden konnte. Darauf läßt sich erwidern, daß in diesen wenigen Ausnahmefällen ganz gewiß mit starker Umgehung der uns geläufigen Trassierungsmethoden und zum großen Teil mit einem durch die Erfahrung wohl geschulten und praktischen Blick gebaut wurde. Es hat sich im Laufe der Jahrzehnte durch die Beseitigung der bei der Inbetriebsetzung von neuen Rieswegen fast regelmäßig wiederkehrenden Fehler und Mängel eine Reihe von Erfahrungssätzen herausgebildet, deren Beobachtung für die Herstellung betriebsfähiger Rieswege von großer Bedeutung ist. Diese Erfahrungssätze in Anlehnung an exakte Versuche wissenschaftlich zu begründen und die Methoden ihrer Anwendung in einer für die Praxis allgemein brauchbaren Form darzustellen, ist unsere Aufgabe.

Registrierstreifen vom Elektrochronographen bei Anordnung der Durchgangsp Profile in gleicher Entfernung von 10 m.

