

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 48

Artikel: Der Niederschlags-Intensitätsschreiber, ein Messgerät im Dienste des Abwasserwesens
Autor: Züllig, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62753>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.01.2026

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

dann die bekannte Abstützung der nicht belasteten Mauer einerseits durch fünf mit dem Fels verbundene Betonklötze, gegen die sich die Staumauer bei Entlastung anlehnt, und anderseits durch zwei mit der Mauer solidarische Stelzen aus Beton. Diese letztern setzen sich bei entleertem Staubecken auf den Fundamentblock auf und verhindern dadurch das Zustandekommen von vertikalen Zugspannungen auf der Luftseite. Die maximale im Scheitel gemessene Verformung der Mauer ist 12 mm bei rechnerisch ermittelten mittleren Druckspannungen von 25 kg/cm² und lokalen Spitzen von 55 kg/cm². Als Instrumente zur Kontrolle der im Beton auftretenden Spannungen sind akustische Spannungsmesser, System Coyne, eingebaut worden.

Auf dem gesamten Umfang ist der Fuss der Staumauer durch ein zusammenhängendes, etwa 10 m starkes Fundament in Beton P 275 \div 300 kg/m³ gebildet. Das Gewölbe selber in Beton P 250 kg/m³ ist in 15 Blöcke von 13 m Breite eingeteilt worden, die durch 1 m breite Fugen voneinander getrennt waren. Die Verzahnungen mit den Blöcken sind beidseitig 24 cm tief. Nach Erkalten des Blockbetons wurden die Fugen geschlossen und später in mehreren Phasen injiziert. Die drei Fugen im Talweg des Flusses sind im untern Teil breiter gelassen und erst am Schluss zubetoniert worden, um den Hochwassern, die durch die beiden Umlaufstollen nicht hätten abgeführt werden können, Durchlass zu gewähren. Der mittlere Block wurde übrigens, damit extreme Hochwasser die Mauer nicht vorzeitig unter Druck setzen könnten, tief gehalten und ist später im Eiltempo, unter Verwendung künstlicher Kühlung durch Rohrschlangen, aufbetoniert worden.

Der Zement wurde mittels einer 9 km langen Luftseilbahn von 15 t Stundenleistung von der Bahnhlinie Brive-Bort antransportiert. Die Betonzuschlagstoffe, einschliesslich des Sandes, sind aus einem Granitsteinbruch gewonnen worden. Der Antransport von Naturkies und -sand bot viel zu grosse Schwierigkeiten, als dass deren Verwendung hätte in Frage kommen können. Maximalkorn des Betons 120 mm, nach der Bolomey-Siebkurve aus 0 \div 3, 3 \div 10, 10 \div 30 und 30 \div 120 zusammengesetzt; der Beton wies im Mittel 240 kg/cm² Druckfestigkeit nach 90 Tagen auf. Das Einbringen des plastischen Betons erfolgte mittels drei Betontürmen von 60 m³/h Leistung und regulierbaren Auslegern mit Transportbändern. Auf etwa 30 cm Schichthöhe ausgebreitet, wurde der Beton durch Platten oder Platten mit Zähnen leicht vibriert. Zur Verdichtung der Wasserseite der Staumauer sind Pervibratoren verwendet worden. Erstmals wurden also in Marèges die heute zum Teil noch üblichen Verfahren und Geräte zum Verarbeiten von etwa 1000 m³ Beton pro Tag angewendet und erprobt. Die Schalungen waren aus Stahl. Insgesamt sind 160 000 m³ Aushub und 213 000 m³ Beton nötig gewesen, um das Kraftwerk zu bauen.

Die *Freiluftschaltanlage La Mole*, nordwestlich der Zentrale auf dem Plateau gelegen, war schon anfangs der dreissiger Jahre im Zuge des Ausbaues der 225-kV-Ueberlandleitung von Rueyres-Brommat an der Truyère nach Chevilly bei Paris erstellt worden [53]. Von dort wurde die in den Zentralen Coindre und Roche-le-Peyroux an der Rhône und Laval und Lamativie an der Cère erzeugte Energie nach dem Verbrauchszentrum Paris überführt. Drei Stränge bringen heute die Energie nach dem Tagesspitzenkraftwerk *Eguzon* an der Creuse¹⁾ (1923 bis 1926, 64 000 kW, 102 Mio kWh), von wo zwei 225-kV-Stränge nach Chevilly und zwei weitere nach dem Industriegebiet Angers-Nantes-Saint Nazaire und nach der Bretagne abgehen. 1954 vermittelten die beiden Pariser Stränge rd. 420 Mio kWh, mit einer Monatsspitze im März von rd. 90 Mio kWh, während gegen die Bretagne an die 680 Mio kWh flossen.

Fortsetzung folgt.

1) Vgl. SBZ, Bd. 88, S. 91 (31. Juli 1926).

Literaturverzeichnis

- [57] R. Riquois: Aménagement de la chute de Bort. «Travaux» 1951, S. 79/86.
- [58] «La Houille-Blanche», Extranummer Bort, 1953. Beschreibungen von 16 Mitarbeitern.
- [59] M. Mary: Le barrage de Bort. «Travaux» mai 1955, Supplément au No. 247, S. 71/78.
- [60] L. Besnard, F. Décriy: Le barrage et l'usine génératrice de Marèges. «Revue Générale d'Electricité» 1936, S. 605/615, 633/647 und 673/679.
- [61] A. Coyne: L'aménagement de la chute de Marèges sur la Dordogne. «Mémoires de la Société des Ingénieurs-civils de France» 1935, Sept.-Oct., S. 697/719.

Der Niederschlags-Intensitätsschreiber, ein Messgerät im Dienste des Abwasserwesens

Von Dr. sc. nat. Hans Züllig, Rheineck SG

DK 551.508.77

1. Einleitung

Die rationelle Gestaltung einer Ortsentwässerung setzt u. a. die Kenntnis lokaler Niederschlagsverhältnisse voraus, denn nur auf Grund langzeitiger statistischer Erhebungen lassen sich z. B. Fragen über die Dimensionierung von Leitungen und Bauwerken zur Hochwasserentlastung beantworten und deren Wirkung prüfen [1, 2, 4, 5] *).

Hydraulischen Berechnungen solcher Art liegt, soweit sie Angaben über Niederschläge erfordern, die Niederschlagsintensität zugrunde, eine Grösse, zu deren Ermittlung bis anhin Aufzeichnungen von sog. Regensummenschreibern ausgewertet werden mussten. Obgleich theoretisch gesehen die Niederschlagsintensität die erste Ableitung der Niederschlags-Summenkurve darstellt, sieht man in der Praxis von der eigentlichen Infinitesimalbetrachtung ab und definiert als Niederschlagsintensität die Niederschlagshöhe bzw. die Regenmenge pro Minute. Bis heute bestand die sehr mühevole Arbeit darin, aus der Regenhöhenganglinie (Summenkurve) für Änderungen der Regenintensität einzelne Teilregenhöhen herauszugreifen und durch die entsprechenden Teilregendauern zu dividieren. Um nun diese zeitraubende Arbeit nach Möglichkeit zu kürzen, konstruierten wir einen Apparat, welcher nicht mehr nur die Regenhöhenganglinie, sondern auch die Regenintensität i in mm pro Minute direkt registriert. Es schien uns von Vorteil zu sein, die Aufzeichnung der Niederschlags-Summenkurve beizubehalten. Sie lässt stets eine summarische, von der Stromzufuhr unabhängige Kontrolle über die Aufzeichnung der Regenintensität zu; sie gestattet weiter, die innerhalb einer gewissen Zeitspanne erreichte Niederschlagshöhe sofort abzulesen, und sie ermöglicht, die mittlere Intensität feinster Niederschläge mit Intensitäten kleiner als 0,005 mm/min (z. B. «Nebelreissen») aus der Summenkurve abzuleiten.

*) Literaturverzeichnis am Schluss.

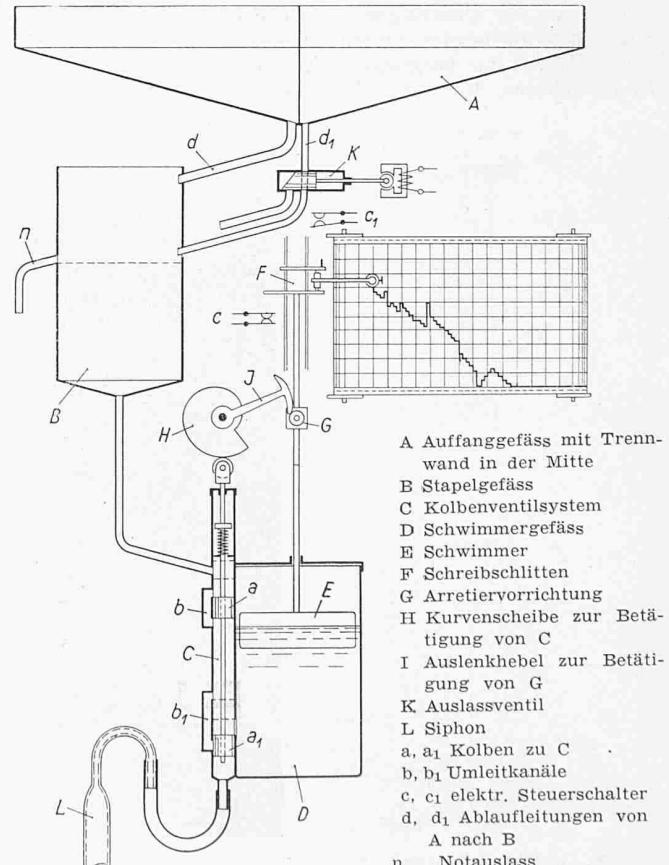


Bild 1. Prinzipschema des Niederschlags-Intensitätsschreibers

Während zur Dimensionierung von Leitungskalibern lediglich Starkregen auszuwerten sind, bedarf im speziellen die Abklärung der Fragen über Dauer und Anzahl der Entlastungen von Regenauflässen die Berücksichtigung sämtlicher Regenfälle. Es wird daher erforderlich, sowohl Intensitäten und Intensitätsunterschiede von mindestens 0,005 bis 0,01 mm/min, aber auch die eher seltenen Regen von mehr als 1 mm/min zu erfassen. Es wäre nun bezüglich des Verbrauches an Diagrammfläche unwirtschaftlich, die zwar wichtigen, jedoch seltenen Regen mit Intensitäten von mehr als z. B. 1 mm/min im gleichen Maßstab wie diejenigen von 0 bis 1 mm/min aufzzeichnen zu lassen. Die Registrierung in zwei Messbereichen und deren selbsttätige Einstellung nach den jeweils herrschenden Intensitätsverhältnissen wird daher zur Notwendigkeit. Zur verbleibenden Auswertung der Diagramme, die im wesentlichen in der Auszählung der jeweils gleichgrossen Niederschlagshöhen beruht, sollten die minütlichen Messpunkte für das Auge gut erkennbar sein, was durch eine stufenartige Registrierung («Treppendiagramm») erreicht werden kann. Geringer Wartung und ungünstigen klimatischen Voraussetzungen Rechnung tragend, müssen sämtliche Apparateile eines solchen Registratorinstrumentes robust und nach Möglichkeit selbstschmierend ausgeführt sein. Nach unserer Erfahrung dürfte in dieser Hinsicht die vorwiegend mechanische Ausführung von Messapparaten die beste Gewähr für langzeitig einwandfreies Funktionieren geben.

2. Konstruktion und Funktionsweise des Niederschlags-Intensitätschreibers

Zur Ermittlung der Niederschlagsintensität muss grundsätzlich der Pegelstand jeder minütlich gesammelten Niederschlagsmenge gemessen, das zur Registrierung gestaute Wasser zwischen jeder Messung selbsttätig entleert und die während der Entleerungszeit anfallende Niederschlagsmenge gestapelt werden.

Eine apparative Lösung dieses Problems sei im folgenden

kurz anhand von Bild 1 skizziert. Der von einem heizbaren Trichter A aufgefangene Niederschlag gelangt zunächst ins Stapelgefäß B, sodann durch ein Kolbenventilsystem C ins Schwimmergefäß D, zu dessen Füllung und Entleerung das System C dient. Dieses besteht aus zwei Kolben a und a₁ sowie aus zwei Umlaufleitungen b und b₁. Es ist so ausgebildet, dass das Wasser in der Einlaufstellung (in Bild 1 ausgezogene Stellung der Kolben a und a₁) ungehindert in das Schwimmergefäß D einlaufen, in der Entleerungsstellung (Kolben a und a₁ gestrichelt) aus dem Schwimmergefäß D über den Siphon L ausfliessen kann, während die inzwischen anfallenden Niederschläge im Gefäß B gestapelt werden. Das Gefäß B ist mit einem Notauslass n versehen, durch den Niederschläge, die den maximalen Messbereich des Apparates überschreiten, ins Freie ausfliessen. Die Registrierung des Wasserstandes im Schwimmergefäß D, der sich entsprechend der Niederschlagsintensität einstellt, erfolgt mittels dem Schwimmer E, auf dessen Führungsstange ein Schreibschlitten F lose ruht. Dieser kann von einer als Klammer ausgebildeten Arretiervorrichtung G in beliebiger Stellung fixiert oder frei gegeben werden. Das Kolbenventil C und die Arretiervorrichtung G des Schreibers werden von einem Synchronmotor aus mittels einer Kurvenscheibe H und einem Auslenkhebel J so betätigt, dass sich eine «treppenartige» Aufzeichnung der Niederschlagsintensitäten auf einem Diagramm mit rechtwinkligen Koordinaten ergibt. Der Papiervorschub wird durch ein Uhrwerk konstant auf 30 mm/h gehalten. Der Rhythmus des Arbeitsganges dauert eine Minute und umfasst zwei Phasen, nämlich:

1. Entleerung des Gefäßes D in 25 Sekunden. Dabei bleibt der Schreibschlitten F arretiert. Die inzwischen anfallenden Niederschläge werden in B gestapelt.
2. Füllung des Gefäßes D in 35 Sekunden. Der Schreibschlitten F wird während der letzten 5 Sekunden entsichert.

Auffangfläche und Wasseroberfläche im Schwimmergefäß D stehen zu einander im Verhältnis von 100:1. Das hat zur Folge, dass bei einer Auffangfläche von 1 m² und einer

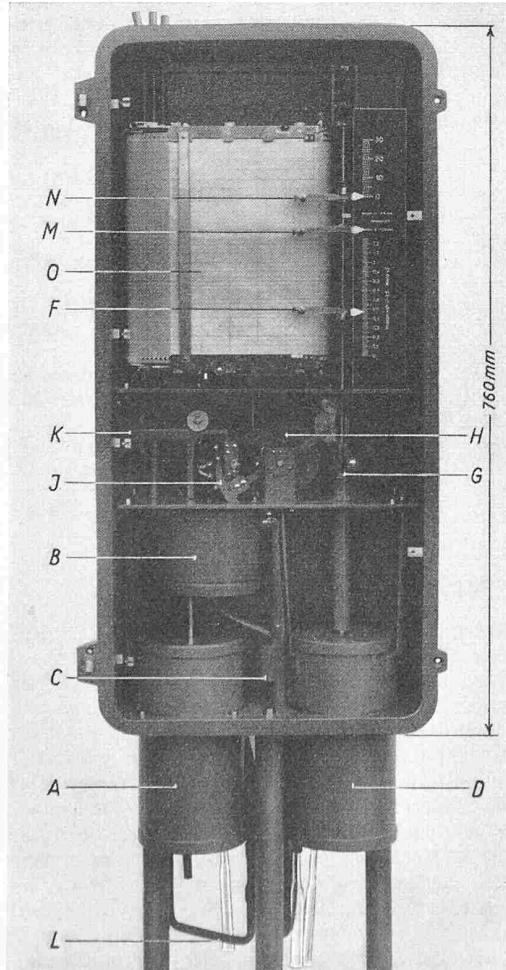


Bild 2 (links). Registrierausrüstung des Niederschlags-Intensitätschreibers mit eingebautem Regenmesser

- A Regensammelgefäß (Schwimmergefäß) zur fortlaufenden Niederschlagssummierung
- B Stapelgefäß
- C Kolbenventilsystem
- D Schwimmergefäß zur Intensitätsmessung
- F Schreibfeder mit angebautem Kontakt zur Anzeige und Registrierung der Niederschlagsintensität
- G Arretiervorrichtung zur Schreibvorrichtung
- H Kurvenscheibe (dahinter Synchronmotor) zur Betätigung des Kolbenventilsystems
- J Auslenkhebel zur Betätigung der Arretiervorrichtung
- K Auslassventil zur Umstellung auf andern Messbereich
- L Siphon im Ablauf von A und D
- M Schreibfeder zur Aufzeichnung des jeweilig selbsttätig eingestellten Messbereiches
- N Schreibvorrichtung zur Aufzeichnung der Niederschlags-Summenlinie (Regenhöhenlinie)
- O Registrierwerk mit Handaufzug und fortlaufender Ab- und Aufwicklung des Diagrammstreifens



Bild 3. Gesamtansicht des Niederschlags-Intensitätschreibers kombiniert mit Regensummenschreiber. A heizbares Auffanggefäß

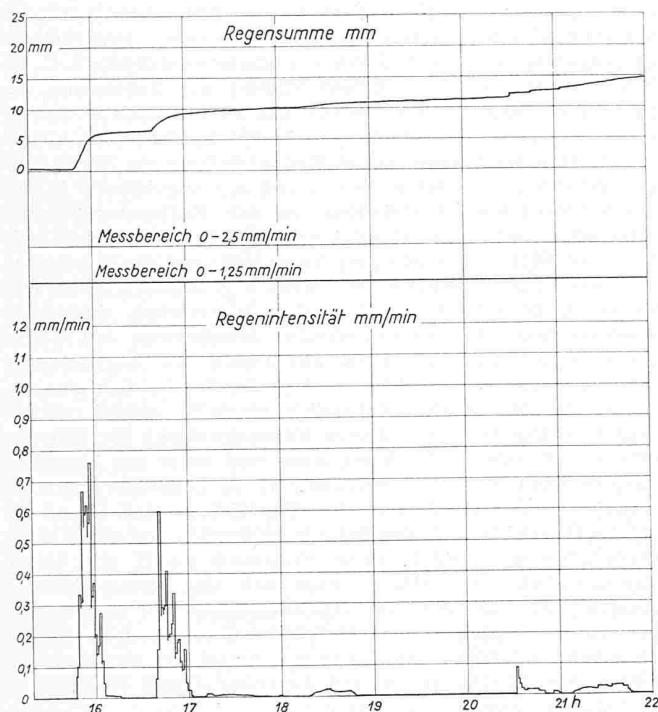


Bild 4. Ausschnitt aus einem Registerstreifen. Unten Niederschlagsintensität (Schreibfeder F, Bild 2). Mitte Angabe des Messbereichs (Feder M). Oben Regensumme (Feder N)

Niederschlagshöhe von nur 0,005 mm noch 5 g Auftrieb zur Verfügung steht, eine Grösse, die gerade noch genügt, um den Schreibschlitten um eine Hubhöhe von 0,5 mm zu verändern und die als Genauigkeitsgrenze angesehen werden muss.

Aus den Aufzeichnungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt [6] geht hervor, dass im Mittel der Jahre 1901 bis 1930 die maximale Regenintensität 2,29 mm pro Minute betrug. Diese Angabe diente uns zu einer vorläufigen Festlegung der Messbereiche, die wir demzufolge so bemessen, dass wir einer Regenintensität von 0,01 mm pro Minute 1 mm Schreibhöhe zuordneten und den ersten Messbereich bis zu einer Intensität von 1,25 mm/min, entsprechend 12,5 cm Schreibhöhe, ausdehnten. Um nun Intensitätswerte über 1,25 mm/min ebenfalls registrieren zu können, ist das Auffanggefäß A vertikal hälftig geteilt; die eine Hälfte entwässert sich durch die Leitung d ins Stapelgefäß B, während die andere Hälfte durch die Leitung d_1 und das elektro-mechanisch gesteuerte Auslassventil K entweder ebenfalls ins Stapelgefäß B oder ins Freie geleitet wird. Ueberschreitet nämlich der Schreibschlitten die Stellung, die dem Niederschlagsintensitätswert 1,00 mm/min entspricht, so schliesst sich der Kontakt c_1 kurzzeitig und stellt über ein Halterelais das Auslassventil K so, dass die zweite Auffanghälfte des Trichters A ins Freie entwässert. Auf diese Weise wird dem Messapparat nur noch die Hälfte der Niederschläge zugeführt, wodurch die Aufzeichnung der Niederschlagsintensitäten im erweiterten Bereich bis 2,5 mm/min im Maßstab 1:2 erfolgt. Sinkt in der Folge die Niederschlagsintensität unter den Wert von 1,00 mm/min, d. h. fällt der Schreibschlitten im Aufzeichnungsbereich 1:2 unter die Schreibhöhe von 5,00 cm, so unterbricht der Schreiber kurzzeitig den Schalter c , wodurch das Halterelais abfällt, das Auslassventil K in seine stromlose Ausgangsstellung zurückkehrt und das Wasser wieder ins Stapelgefäß B leitet. Von diesem Moment an erfolgt die Aufzeichnung der Regenintensität wieder im Maßstab 1:1.

Um auf dem Diagramm jene Zeitspannen zu markieren, in denen die Aufzeichnungen im Maßstab 1:2 erfolgen, besteht eine dritte Registrierfeder, die mit dem Auslassventil K mechanisch verbunden ist und von ihrer Normallage nach oben ausgelenkt wird, sobald das den Messbereich einstellende Auslassventil in Funktion tritt.

Die Bilder 2 und 3 zeigen die apparative Ausführung, die neben dem in Bild 1 schematisch dargestellten Nieder-

schlags-Intensitätsschreiber zusätzlich noch mit einer Regensummier-Vorrichtung ausgerüstet ist. Das auf dem Dach der Messtation montierte Auffanggefäß A von 1,02 m² Auffangfläche enthält im Zentrum ein getrennt eingebautes Regenauffanggefäß von 0,02 m² Auffangfläche, das der fortlaufenden Regensummierung dient und in direkter Verbindung mit dem Schwimmergefäß A (Bild 2) steht. Der in Abhängigkeit der anfallenden Niederschläge stets zunehmende Wasserstand im Schwimmergefäß wird mittels Schwimmer und Schreibfeder auf das Registrierwerk übertragen und in Funktion der Zeit aufgezeichnet. Die Registrieroehr ist mit einem Werk für Handaufzug ausgerüstet, um in Fällen von Stromunterbrechungen, während welchen die Intensitätsmessung ausbleibt, wenigstens die Aufzeichnung der Regenhöhenganglinie zu ermöglichen. Der Inhalt des Schwimmergefäßes entleert sich selbsttätig nach Ueberschreiten einer Regensumme von 30 mm über einen Siphon.

Die übrige, ausschliesslich der Messung der Regenintensität dienenden Restauffangfläche von 1,00 m² entwässert sich einerseits direkt ins Stapelgefäß B, andererseits über das Auslassventil K entweder ins Stapelgefäß B oder ins Freie. Neben diesem Ventil ist der Synchronmotor von 36 Volt, die Kurvenscheibe H, der Auslenkhebel J sowie die Arretiervorrichtung G des Intensitätsschreibers angeordnet (Bild 2).

Der obere Apparataraum dient der Registrierung der Intensitätswerte (Feder F), der gleichzeitigen Aufzeichnung des jeweilig eingestellten Messbereiches (Feder M), sowie der graphischen Summierung der Niederschlagshöhen (Feder N). Bild 4 zeigt einen Diagramm-Ausschnitt, auf welchem die Niederschlagsverhältnisse während zweier kurz aufeinander folgender Gewitter mit anschliessendem «Landregen» zum Ausdruck gelangen.

Hinter den beiden Skalen sind verschiedene Kontaktvorrichtungen angeordnet, so z. B. ein Endschalteraggregat, das den Synchronmotor beim Fehlen von Niederschlägen ausschaltet oder wieder in Betrieb setzt, sobald etwa 0,002 bis 0,003 mm Regen gefallen sind. Andere Kontakte dienen dazu, die Messbereiche selbsttätig einzuschalten. Es besteht ferner die Möglichkeit, nach dem gleichen Kontakt- und Relais-Schaltprinzip Alarmvorrichtungen, eventuell sogar Entwässerungspumpen, in Funktion zu setzen oder durch Einbau eines kleinen Gebrauklementes Regenintensitäten fernzumelden, also weitere Zusatzeinrichtungen einzubauen, die, wie das Registriergerät selbst, auf den verschiedensten Wasserwirtschafts-Gebieten mancherlei Anwendungen finden dürften.

Literaturverzeichnis

- [1] Allenspach H., Entlastungsbauwerke in Kanalisationen. «Verbandsbericht des VSA» Nr. 33/2, 1954.
- [2] Hörl A., Die Wirkung der Regenauslässe, SBZ Bd. 118, S. 229 (15. Nov. 1941).
- [3] Kropf A., Auswertung von 30jährigen Aufzeichnungen der Regenmesstation der Meteorologischen Zentralanstalt Zürich, SBZ Bd. 123, S. 225 (6. Mai 1944).
- [4] Müller-Neuhäus G., Zur Frage der Bemessung von Regenüberfällen bei Entwässerungsnetzen und Kläranlagen, «Gesundheits-Ing.» Bd. 71, Nr. 9/10, 1950.
- [5] Wildi P., Die Notwendigkeit genereller Kanalisationsprojekte und ihre Grundlagen, «Schweiz. Baublatt», Bd. 63, Nr. 38, 1952.
- [6] zitiert in [2].

Adresse des Verfassers: Dr. H. Züllig, Rheineck SG

MITTEILUNGEN

Architektonische Gestaltung in Stahlrohr. In der Rue Jouffroy in Paris war ein zweistöckiges Einfamilienhaus durch Aufstockung bis zur zulässigen Höhe von 30 m in ein modernes Bürogebäude von möglichst grosser Nutzfläche umzu gestalten. Dabei wurde gefordert, dass das alte Gebäude möglichst wenig angetastet, seine Mauern nicht zusätzlich belastet und seine Räume nur wenig durch Stützen gestört würden und dass die Trennwände der neuen Stockwerke nach Bedarf versetzt werden könnten. Architekt Ed. Albert und Ing. J. L. Sarf, G. E. P., lösten das Problem durch eine Konstruktion mit Fassadenstützen und -riegeln in Stahlrohr, die unverkleidet sichtbar bleiben (Bild 1) und einen Axabstand von nur 1,225 m aufweisen. Durch diese enge Teilung war es möglich, die Tragkonstruktion äusserst leicht zu halten. Als