

Blitzschutzprobleme bei Stollenbauten und Stollenkabeln im Gebirge

Von Prof. Dr. Karl Berger, Vorsteher des Institutes für Hochspannungstechnik

DK 621.316.93:624.19

Es mutet merkwürdig an, dass bei Untertagbauten von einem Blitzschutz die Rede sein soll. Gilt doch die Erde als guter Leiter, der das Eindringen von Blitzströmen in grössere Tiefen verhindern sollte. Und doch hat die Erfahrung bei Stollenbauten im Hochgebirge leider gezeigt, dass recht unangenehme Auswirkungen des Blitzes selbst in vielen 100 m Tiefe vorkommen.

Eine erste Erfahrung wurde beim Stollenbau im Hochgebirge gemacht, wenn zur Zündung der Sprengladungen elektrische Minenzünder benutzt werden. Solche Zünder sind im Bergbau weit verbreitet; sie ersetzen die pyrotechnischen Zünder mit Zündschnüren. Schwere Unfälle entstanden nun beim Stollenvortrieb mit elektrischer Zündung, wenn während des Ladens der Bohrlöcher und des Verdrahtens der Zünder Blitzeinschläge in die Ueberdeckung des Stollens erfolgten. Nachdem dieser Zusammenhang einmal klar erkannt war, wurden in den Alpenländern eine Reihe schwerer Unfälle beim Stollenbau näher untersucht [1] [2] [3] [5] [6] [7] [8] *). Ein weiterer Fall betrifft das Granitgebiet von Schottland [4]. Insgesamt sind etwa 20 Fälle von Fehlzündungen durch Blitz im Verlauf der letzten 20 Jahre mit Sicherheit geklärt worden. Dies ist an sich eine kleine Zahl, wenn an das grosse Bauvolumen gedacht wird, das in dieser Zeit bewältigt wurde. Doch ist zu bedenken, dass die wirkliche Zahl solcher Unfälle höher liegt, weil die Abklärung von Sprengunfällen nicht überall mit der selben Sorgfalt geschieht wie bei uns.

Wie entstehen solche Fehlzündungen? Um diese Frage zu beantworten, ist es nötig, sich den räumlichen und zeitlichen Verlauf des Blitzstromes bei einem Blitzeinschlag ins Gebirge klarzumachen. Der Blitz ist eine Stromquelle mit grossem internem Widerstand; die erzeugende Spannung zwischen Wolken und Erde liegt in der Grössenordnung von etwa 100 Megavolt; der Stromscheitelwert des Blitzes überschreitet selten 100 Kiloampere. Ein Widerstand von 100 Ω im Stromkreis des Blitzes ändert dessen Verlauf nur unwesentlich, d. h. man darf den Blitzstrom als gegeben betrachten und die im Erdboden entstehenden Spannungen aus diesem Strom berechnen. Ebenso sind für den Blitz Schlagweiten von einigen Metern in Luft kein Hindernis. Nach dem Durchschlag bleibt am Blitzkanal lediglich eine Lichtbogen-spannung in der Grössenordnung von wenigen kV/m bestehen.

Bild 1 gibt ein schematisches Bild des Blitzstromkreises beim Einschlag in den Boden. Der Dipol (Wolke...Erde) bzw. die Verlängerung des Dipols (+ Wolke bis - Wolke) nach unten erzeugt einen Blitzstrom, der sich durch die Erde und die anliegenden Luftkapazitäten zur Wolke schliesst. Der Kreis besteht somit aus einer Serieschaltung von Luftkapazitäten mit Bodenwiderständen; die Bodenkapazität kann für das Blitzspektrum gegen den Leitwert des Bodens

*) Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

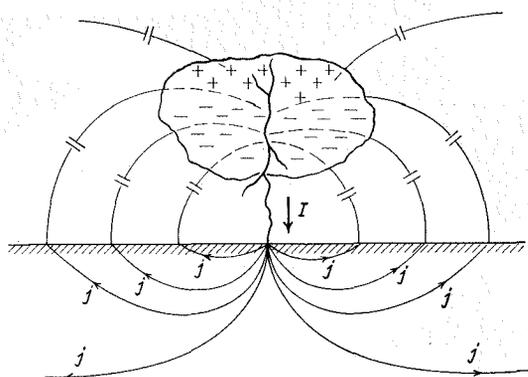


Bild 1. Schematischer Blitzstromkreis. I Blitzstrom, j Strömungslinien im homogenen Boden

vernachlässigt werden. Dort, wo die Stromdichte gross ist, wie z. B. im Blitzkanal selbst, entstehen kräftige magnetische Felder. Da der Blitzstrom ein rasch veränderlicher Stossstrom ist, bedingen die raschen Aenderungen des Magnetfeldes grosse Induktionsspannungen.

Die mathematische Ermittlung des tatsächlichen Feldbildes stösst auf Schwierigkeiten. Für den Fall eines senkrechten Blitzes kann wohl das Feldbild des Hertzischen Dipols herangezogen werden, wie er durch die Spiegelung des Blitzfeldes Wolke-Erde an der Erdoberfläche entsteht. Sobald jedoch die Erdoberfläche nicht mehr eben ist, wie z. B. an Bergabhängen, oder bei nicht senkrechter Lage des Blitzkanals gegenüber der Erdoberfläche, werden die Randbedingungen kompliziert. Auch wird die mathematische Lösung des Hertzischen Dipols dadurch erschwert, dass der Blitzstrom für die Berechnung des Feldes in sein Frequenzspektrum zerlegt werden muss, um für jede Teilfrequenz die Lösung nach Hertz zu bestimmen.

Alle Teillösungen müssen dann überlagert werden. Der mathematische Aufwand ist besonders gross, wenn auch der Bodenwiderstand berücksichtigt wird.

Es fragt sich daher, ob die Bestimmung des Blitzstromfeldes, wenigstens im Erdboden, nicht auf einfachere Art möglich sei, z. B. anhand eines räumlichen Modelles im geometrischen Masstab 1:1000 oder 1:5000. Die Transformationsbedingungen ergeben sich aus den Maxwell'schen Gleichungen des Feldes, oder aus den daraus abgeleiteten Formeln für die Eindringtiefe X und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v des Feldes. Man erhält

$$X = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma \mu}}, \quad v = \sqrt{\frac{c}{\epsilon_{rel} \mu_{rel}}}$$

Dabei bedeuten:

- c die Lichtgeschwindigkeit
- ω die Kreisfrequenz
- σ die Leitfähigkeit
- $\mu = \mu_{abs} \cdot \mu_{rel}$ die Permeabilität
- $\epsilon = \epsilon_{abs} \cdot \epsilon_{rel}$ die Dielektrizitätskonstante

Ein räumliches Modell 1:1000 ist somit möglich, sofern ohne Zeittransformation alle relativen Werte σ , μ_{rel} , ϵ_{rel} 1000 mal grösser gemacht werden als in der Natur. Alle Widerstandswerte würden dann im 1:1000-Modell gleichbleiben, da die geometrischen Abmessungen 1000 mal kleiner, die Leitfähigkeit 1000 mal grösser würde. So würden auch alle C - und L -Werte im Modell erhalten bleiben, ebenso alle Zeitkonstanten $T (RC, L/R, \sqrt{LC})$. Das theoretisch skizzierte Modell scheidet jedoch an den Materialkonstanten, die nicht in der erforderlichen Grösse verwirklicht werden können. Es könnte daran gedacht werden, das räumliche Modell durch ein Netzwerk von RLC-Elementen aufzubauen. Die Durchführbarkeit scheidet daran, dass hierfür das Feldbild bekannt sein sollte, was nicht der Fall ist.

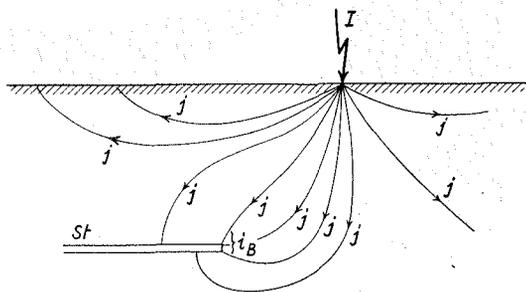


Bild 2. Strömungsfeld des Blitzstroms im Erdboden (Gebirge). I Blitzstrom, j Strömungslinien, B Blitzstromanteil der Stollenbrust, St Stollen als elektrischer Leiter

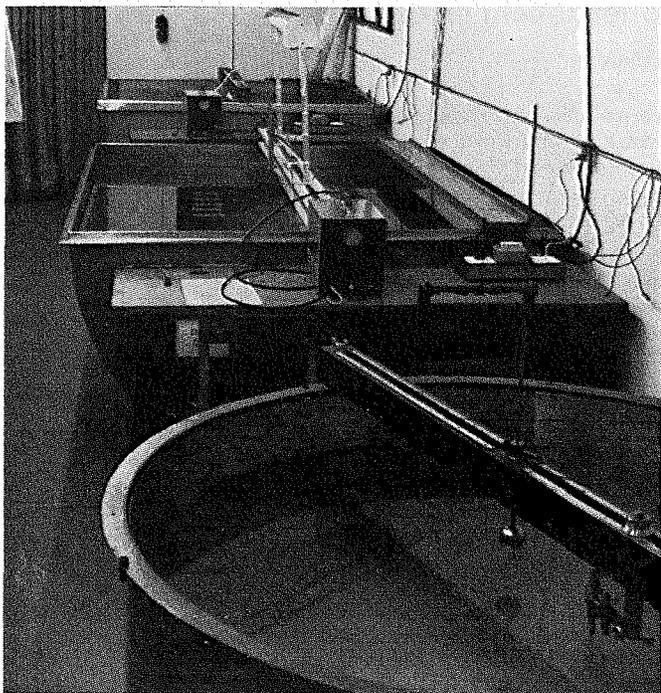


Bild 3. Messraum mit elektrolytischen Trögen des Hochspannungslaboratoriums der ETH

Nachdem sich mangels verfügbarer σ -, μ -, ϵ -Werte kein räumliches Modell 1:1000 im Zeitmasstab 1:1 verwirklichen lässt, sind zwei Wege denkbar; nämlich einerseits die Zeittransformation und andererseits ein nur angenähert richtiges räumliches Modell auf Grund einer wirbelfreien Potentialströmung. Die Untersuchung der Zeittransformation ergibt, dass nur eine solche im Sinne raschern Ablaufs im Modell in Frage kommt. Da der Blitzvorgang in μs abläuft, würde der zeittransformierte Vorgang in ns (10^{-9} Sekunden) spielen. Dies gibt messtechnische Schwierigkeiten. Daher wurde für den vorliegenden Fall eine Näherungslösung erwogen, die das Problem des Blitzstromverlaufs im Erdboden noch mit genügender Genauigkeit darstellt.

Als solche Annäherungslösung drängt sich der Grenzfall tiefer Frequenzen auf, derart, dass im Erdboden des spezifischen Widerstandes $\rho = 1/\sigma$ noch mit einem wirbelfreien oder Potentialfeld gerechnet werden kann. Die sofort zu stellende Frage, wie weit ein Potentialfeld im Erdboden noch dem wirklichen Strömungsfeld im Boden beim Blitzschlag entspricht, kann hier am einfachsten aus der Grösse der Eindringtiefe bzw. Leitschichtdicke beantwortet werden.

Wie schon gesagt, rechnet sich die Eindringtiefe des Feldes bei der Frequenz f oder der Kreisfrequenz ω in einem Boden vom Leitwert σ oder vom spezifischen Widerstand ρ unter Vernachlässigung der kapazitiven Ströme gegenüber den ohmschen Strömen im Boden nach den gleichwertigen Formeln aus:

$$X = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma \mu}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10^7}{f \sigma \mu_{rel.}}}$$

Dabei ist X definiert als jene Tiefe, in der das eindringende Feld auf $1/e = 37\%$ abfällt. Die Werte X in m sind für einige Frequenzen f und Bodenwiderstände ρ in Ωm in Tabelle 1 aufgeführt. Dabei ist der Boden als nicht magnetisch

Tabelle 1. Bodenwiderstände ρ in Ωm und Eindringtiefen X in m bei verschiedenen Frequenzen f

f	10 ² Hz			10 ³ Hz			10 ⁴ Hz		
ρ	100	1000	10 000	100	1000	10 000	100	1000	10 000
X	506	1600	5060	160	506	1600	50	160	506

($\mu_{rel.} = 1$) vorausgesetzt. Es ergibt sich, dass im Gebirge, wo mit spezifischen Bodenwiderständen bis zu einigen $10^4 \Omega m$ zu rechnen ist [10] [11], bei den wesentlichen Frequenzen des Blitzstromspektrums von 100 bis 10 000 Hz mit Eindringtiefen von mindestens 0,5 bis 5 km gerechnet werden kann. Als erste Annäherung darf somit bis zu obigen Tiefen ein Potentialfeld zugrunde gelegt werden. In zweiter Annäherung müsste berücksichtigt werden, dass in grösseren Tiefen nur noch die tiefen Frequenzen des Blitzspektrums zur Wirkung kommen, die höheren dagegen fehlen.

Mit der vorstehend erwähnten Erkenntnis ist es möglich, Strömungsmodelle im elektrolytischen Trog herzustellen, deren Randbedingungen den natürlichen Gegebenheiten in allen Einzelheiten entsprechen. An Stelle des stossförmigen Blitzstromverlaufs kann ein Gleichstrom oder ein niederfrequenter Strom treten, dessen stationäres Strömungsfeld auszumessen ist. Die für die Modellmessungen benutzten elektrolytischen Tröge des Hochspannungslaboratoriums der ETH sind in Bild 3 abgebildet.

Die Bilder 4 und 5 zeigen den im Modell gemessenen Bruchteil des Blitzstromes, der bei einer Felsüberdeckung von 100 bzw. 500 m einer Stollenbrust von 3 m Durchmesser zufließt, wobei das überdeckende Gebirge homogen vorausgesetzt ist. Der spezifische Bodenwiderstand spielt bei dieser Darstellung i/I keine Rolle¹⁾. Der mit Gleisen und Rohrleitungen versehene Stollen ist im Modell als elektrischer Leiter angenommen. Man erkennt, dass bei 100 m Ueberdeckung etwa 1% des Blitzstromes, bei 500 m etwa 1‰ auf die Stollenbrust zufließt. Beträgt der Blitzstrom z. B. 50 kA, so fließen bei 100 m Ueberdeckung etwa 500 A, bei 500 m Ueberdeckung etwa 50 A zur Stollenbrust.

In Wirklichkeit sitzen in der Stollenbrust die vielen elektrischen Zünder, jeder in seinem Bohrloch, wobei normalerweise alle Zünder nach der Verdrahtung elektrisch in Serie geschaltet sind. Der Blitzstromanteil zur Stollenbrust fließt diesen Zündern aus dem Gebirge über kurze Funken zu, die sich in der starken Konzentration des elektrischen Feldes an der Stollenbrust bilden. Der Strom addiert sich von Zünder zu Zünder, bis im oben genannten Beispiel der maximal mögliche Summenstrom von 1‰ bis 1% des Blitzstromes erreicht wird, der als Funke zum Gleis überspringt, wenn die Verdrahtung nicht zufällig bereits das Gleis berührt. Leider sind die bisher üblichen elektrischen Zünder derart empfindlich (Ansprechgrenze etwa 0,2 A), dass sie beim Durchgang von Stoss-Strömen der oben genannten Grösse mit Sicherheit zünden. Darin besteht die Unfallgefahr beim Stollenbau im Hochgebirge während Gewittern. Im Tiefland besteht diese Gefahr nicht, da die Eindringtiefe infolge der um Grössenordnungen besseren Bodenleitfähigkeit 10 bis 100 mal kleiner ist.

Wie kann man sich gegen die Gefahr solcher Fehlzündungen durch Blitzschlag in die Ueberdeckung schützen? Offenbar gibt es zwei Methoden: a) das Abschirmen der Zünder gegen die ihnen zufließenden Blitzstromanteile, und b) die Verwendung weniger empfindlicher Zünder. Die Methode a) ergibt theoretisch und praktisch einen ausgezeichneten Schutz, wenn z. B. alle Zünder mit ihren Verbindungen in gutleitende Abschirmungen gesteckt werden, die ihrerseits mit dem Stollengleis verbunden werden (Faraday'scher Schutzkäfig). Leider hat diese Möglichkeit kaum Aussicht auf praktischen Erfolg, weil die Arbeitsbedingungen an der Stollenbrust und die Fachkenntnisse der Mineure keine weitere Komplikation der Verdrahtungsarbeit erlauben.

Die zweite Möglichkeit konnte dank der fortschrittlichen Gesinnung der beiden in der Schweiz in Frage kommenden deutschen und österreichischen Zünderlieferanten zusammen mit der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH) verwirklicht werden. Es wurden elektrische Zünder entwickelt, die zur Einleitung der Detonation etwa 0,5 bis 1 Ws Energie benötigen, gegenüber wenigen mWs bei den bisherigen Minenzündern. Dies bietet weder

¹⁾ Diese Messungen wurden von F. Schwab, dipl. Ing., durchgeführt.

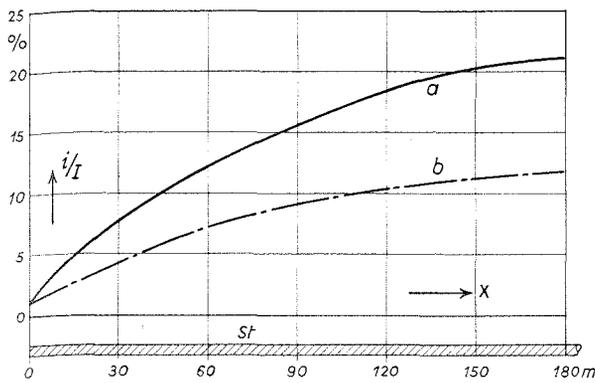


Bild 4. Blitzstromanteil eines 3 m weiten Stollens St beim Einschlag in 100 m Ueberdeckung. Kurve a Einschlag senkrecht über Stollenbrust, Kurve b Einschlag 100 m vor der Stollenbrust. X Stollenlänge ab Stollenbrust, i/I Blitzstromanteil auf Stollenlänge X

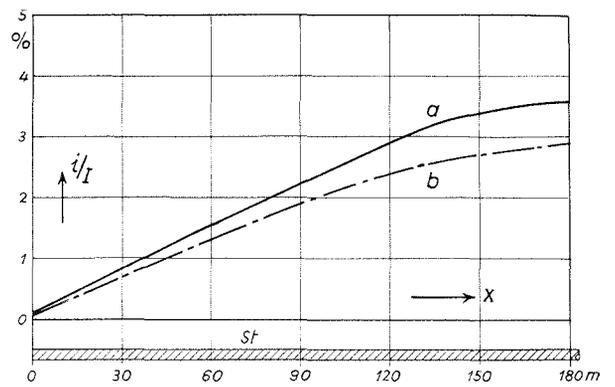


Bild 5. Wie Bild 4, aber bei 500 m Ueberdeckung

in technischer noch in finanzieller Hinsicht Schwierigkeiten. Dagegen ist zur Zündung von unempfindlichen Zündern nun eine wesentlich grössere Energie nötig. Diese kann von den üblichen Zünd-Dynamos nicht aufgebracht, sondern muss einer vorher auf 3000 V aufgeladenen kräftigen Kondensatorbatterie entnommen werden. Diese hochempfindlichen Zünder (HU-Zünder) erlauben blitzsicheres Zünden unter Tag, sofern gewisse Ueberdeckungen nicht unterschritten werden, die mit den grösseren Stollenprofilen steigen.

Der Fall von Blitzeinschlägen beim Stollenausgang erfordert eine besondere Betrachtung, die hier nicht zur Sprache kommt, weil sie in den meisten Fällen nicht strenger ist als die Forderung der minimalen Ueberdeckung, wie sie heute von der SUVAL verlangt wird, z. B. 200 m bei kleinen Wasserstollen, 300 m bei Strassenstollen.

Eine zweite Erfahrung betrifft Kabelschäden in Wasserstollen im Hochgebirge (Kraftwerkstollen). Schon aus den Bildern 4 und 5 ist ersichtlich, dass zwischen dem Innern eines Gebirges, das vom Blitz getroffen wird, und den isolierten, stromlosen Kabeladern, die an weit entfernte Erdungen führen, grosse Spannungsdifferenzen entstehen müssen, sofern diese Kabel einen hoch isolierenden Mantel (PVC oder PA) ohne äussern Metallmantel aufweisen. Infolge dieser Spannungen im Potentialfeld des Blitzstroms treten Durchschläge der Mantelisolierung auf. Solche Fälle sind besonders im schlechtleitenden Gestein des Kantons Tessin bekannt geworden [9], und zwar bei Ueberdeckungen von vielen 100 m. In einem Fall entstanden solche Kabelschäden an ungefähr der selben Stollenstelle, wo beim Bau ein schwerer Unfall infolge Fehlzündung durch Blitz vorgekommen war. Nur ein metallischer, blanker Kabelmantel kann solche Störungen verhindern, weil dann der vom Gestein zugeführte Blitzstromanteil über diesen Kabelmantel abgeführt wird.

Wo aus Gründen des Korrosionsschutzes die Metallmäntel (Bleimäntel) solcher Kabel mit einem Schutzmantel aus PVC überzogen wurden, ergaben sich mit der Zeit viele kleine Durchschläge dieser Isolierschicht, die an sich einem kunststoffisolierten Kabel im Gegensatz zu papierisolierten Kabeln nicht direkt schädlich sind. Doch zeigte sich eine unerwartete Erscheinung darin, dass nicht nur die Isolierschicht feine Löcher bekam, sondern nach Jahren auch der darunter liegende Bleimantel (Bild 6). Die Erscheinung kann im Laboratorium nur durch oft wiederholte Stossbeanspruchung reproduziert werden, so dass es durchaus den Anschein macht, dass Blitzeinschläge in Ueberdeckungen von Stollen im Hochgebirge durchaus keine Seltenheit sind.

Die genannten Probleme bilden Beispiele von räumlichen Feldern, die mit dem elektrolytischen Trog zahlenmässig erfasst werden können. Mit der Abklärung dieser unerwarteten Blitzwirkungen dürfte einerseits ein wichtiger Einwand gegen die Anwendung elektrischer Zünder beim Stollenbau im Gebirge beseitigt worden sein, und andererseits ermöglicht sie, die Betriebssicherheit von Schwachstromkabeln im Hochgebirge wesentlich zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- [1] J. P. Fourestier: La sécurité dans les travaux en galerie de l'E. D. F. Congrès Intern. des Travaux du Rocher, Nov. 1949, Paris.
- [2] H. F. Schwenkhagen: Unfall durch Blitzschlag beim Rissbachstollen. «Schweiz. Bull. für Geniewesen» 1950, Nr. 18.
- [3] K. Berger: Berichte der Sprengunfälle durch Blitzschlag. Handeck-Rättrichsboden 1948, Salanfè 1949, Pontirone-Biasca 1958 (nicht veröffentlicht).
- [4] R. M. Golde: Lightning Accident Gallerie Pitlockry (Scotland). Interner Bericht an ERA, 1949 (nicht veröffentlicht).

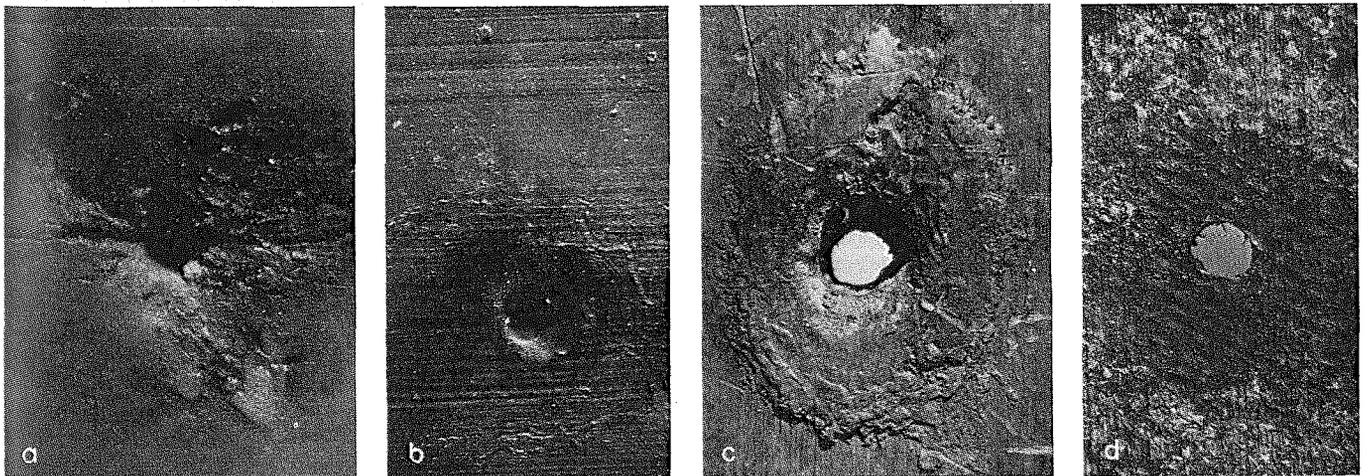


Bild 6. Blitzschaden an einem Stollenkabel mit PVC-Ueberzug über Bleimantel. (Interner Bericht der PTT-Verwaltung Bern vom 16. Febr. 1961). a PVC-Mantel von aussen, b PVC-Mantel von innen, c Bleimantel von aussen, d Bleimantel von innen. Vergrösserung 14fach (bei a) bzw. 7fach (bei b, c, d)

- [5] V. Fritsch: Schutz hochgelegener Baustellen gegen Blitzschläge. «Oesterr. Zeitschrift für El'wirtschaft», Jg. 5 (1952), Heft 2.
- [6] T. Micheletti: Le Ripercussioni in sotteraneo delle scariche elettriche atmosferiche, «Industria Mineraria», Dec. 1954.
- [7] L. Zaretti: Il brillamento elettrico delle volate di mine. «L'Energia Elettrica» 1955, Nr. 12.
- [8] K. Berger, J. P. Fourestier und H. Schwenkhagen: Blitzschutz

für elektrische Sprengzünder im Stollenbau. «Nobel-Hefte» 1959, Heft 4.

- [9] E. Foretay & H. Ruchet: Schutz von Kabeln in Wasserstollen. «Bull. SEV» 1961, Nr. 2.
- [10] Bericht über Erdwiderstandsmessungen im Sanetschgebiet, PTT Bern 1954 (nicht veröffentlicht).
- [11] Bericht über Erdwiderstandsmessungen im Maggiatal, PTT Bern 1955 (nicht veröffentlicht).

Entwicklung der Chemischen Abteilung der ETH seit 1949

DK 378.962:66

Von Prof. Dr. August Guyer, Vorsteher des Laboratoriums für technische Chemie, anorganische Richtung

Wie die meisten Industriezweige hat auch die chemische Industrie seit dem Zweiten Weltkrieg ein bis dahin nie gekanntes Tempo der Entwicklung eingeschlagen. Dieser Tatsache hat auch die Hochschule Rechnung zu tragen und zwar in zweierlei Hinsicht: Einmal handelt es sich darum, den Studienplan mit den Fortschritten in Wissenschaft und Technik in Einklang zu bringen und sodann auch die eigene Forschung den neuen Erkenntnissen entsprechend zu entwickeln. Dabei unterscheidet sich das Gebiet der Chemie insofern von manchen der anderen technischen Disziplinen, als sich hier der Unterricht nicht hauptsächlich auf die Vermittlung von theoretischem Wissen erstreckt, sondern der junge Akademiker durch ausgedehnte Laboratoriumspraktika auch eine weitgehende praktische Ausbildung mit auf den Weg erhalten soll. Diese sinnvolle Verbindung von Theorie und Experiment findet ihre Fortsetzung im Rahmen von Promotionsarbeiten, welche durch einen Grossteil der Studierenden nach dem Diplom ausgeführt werden, um dabei die erforderliche Befähigung zu selbständigem Forschen und Entwickeln zu erwerben. All das verlangt aber eine Grosszahl von Arbeitsräumen mit modernen und teils besonderen Einrichtungen.

In dieser Erkenntnis wurde die Chemische Abteilung im verflossenen Dezennium massgeblich ausgebaut. Dazu gehören neue Laboratorien für *reine anorganische und organische Chemie*. Ebenso war es notwendig, die *technisch-chemischen* Laboratorien zu vergrössern; beides, um der steigenden Zahl an Studierenden Rechnung zu tragen und den Anforderungen in der Ausbildung, welche die Industrie an den jungen Absolventen stellen muss, gerecht zu werden. Aber trotz Verzicht auf viel Hergebrachtes im Unterrichtsstoff war es im Rahmen der bisherigen Ausbildungsordnung kaum mehr möglich, in der beschränkten Ausbildungszeit den Studierenden gleichermaßen gründlich in alle einzelnen Sparten des Fachgebietes einzuführen. Demzufolge musste in jüngster Zeit ein grundlegend neuer Studienplan aufgestellt werden. Um dem heute vermehrten Stoff Rechnung zu tragen, wurde die Semesterzahl von sieben auf acht erhöht. Der Stundenplan sieht dabei vor, dass die höheren Semester durch obligatorische Vorlesungen nicht zu stark belastet sind, damit dem Studierenden die nötige Zeit bleibt zum Besuch von Spezialvorlesungen, von Kolloquien und zu einem ausgedehnteren Selbststudium. Wegleitend war dabei das Bestreben, ihn zu einem selbständig denkenden Akademiker zu erziehen, der als Absolvent fähig sein soll, die ihm später gestellten Probleme zweckentsprechend anzugehen und nach einem geeigneten Arbeitsplan zu behandeln.

Sodann sieht der Studienplan eine Aufspaltung nach dem 4. Semester vor. Für die eine Gruppe besteht eine Ausbildungsrichtung, die wie bis anhin zum *Diplom als Ingenieur-Chemiker ETH* führt. Durch logischeren Aufbau des Unterrichtes mit einer zeitlich klaren Parallelschaltung von zusammengehörigen Vorlesungen und Praktika und durch die sich damit ergebende Verlegung der technischen Fächer in höhere Semester wird eine Vertiefung in angewandter Chemie unter stärkerer Betonung der chemischen Verfahrenstechnik möglich. Die zweite Unterabteilung strebt unter fast völligem Verzicht auf die technischen Fächer einen starken Ausbau des Unterrichtes in den reinen Disziplinen der theoretischen und allgemeinen Chemie an. Sie dürfte denjenigen Studierenden dienen, die sich nachher als *Diplomierete Chemiker* speziell der reinen Forschung widmen wollen.

Gleichzeitig hat man es für nötig befunden, den Unterricht in *physikalischer Chemie* auch arbeitsplatzmässig auf eine neue Grundlage zu stellen und bedeutend zu erweitern. Es wurde hierfür ein komplett neues Institut gebaut, in welchem der Studierende einen vermehrten physiko-chemischen Unterricht mit verdoppelten Praktika erhält. Der Studierende soll in Zukunft auch nicht mehr bloss mit den klassischen Tatsachen vertraut gemacht, sondern auch eingeführt werden in die modernen Strukturuntersuchungen chemischer Substanzen und deren physikalische Eigenschaften sowie in die Handhabung der vielen in der Neuzeit hierfür entwickelten Apparate. Dies geschieht teils im Rahmen der physikalischen Chemie, teils auch in Abteilungen, die sich an die andern Institute für Grundlagenchemie anlehnen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Basis beitragen, auf welcher allfällige Synthesen von neuen Pharmazeutika, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw. aufgebaut werden, sowie zur Mehrung der Kenntnisse über deren Funktionen.

Als ein Mangel war ferner empfunden worden, dass die *Biochemie* nur am Rande behandelt und damit ungenügend gelehrt werden konnte, während sie eine mächtig aufstrebende Disziplin darstellt, die zum Ziel hat, auch der lebenden Natur einen Teil ihrer Geheimnisse zu entreissen. So wurde aufgrund eines gelegentlich der Zentenarfeier der ETH zur Verfügung gestellten Industriefonds ein Lehrstuhl für Biochemie geschaffen und ein spezielles biochemisches Institut errichtet, so dass damit auch ein Zentrum für allgemeine und spezielle Biochemie besteht.

Die *technisch-chemische Abteilung* befasst sich in Forschungsproblemen schon längere Zeit mit Reaktionen in der Gasphase, wie z. B. der Gaskatalyse, welche die Grundlage vieler industrieller Fabrikationen bildet; dasselbe gilt von Prozessen auf dem Gebiet der Petrochemie. In Zukunft sollen die Studierenden vermehrt mit diesen Arbeitsrichtungen vertraut gemacht werden. Es war hierfür notwendig, entsprechende *Hochdrucklaboratorien* zu bauen, welche die Durchführung solcher Reaktionen mit den nötigen Sicherheits- und Schutzmassnahmen gestatten.

Für die Zwecke der Ausbildung in *chemischer Verfahrenstechnik* wurde ein diesbezügliches Laboratorium gebaut und dank einer grösseren Industriespende mit den nötigen halbtechnischen Apparaturen ausgerüstet. Es dient in erster Linie der Ausbildung des Ingenieur-Chemikers in den Grundoperationen (Unit Operations) und der Reaktions- und Messtechnik.

In Uebereinstimmung mit dem Umstand, dass die Synthese immer edlerer *Farbstoffe* nicht genügt, sondern auch ihrer Anwendung besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist, wurde im Rahmen der technisch-chemischen Abteilung ein besonderes Laboratorium für *Textilchemie* errichtet, das kürzlich fertiggestellt werden konnte. Auch hier handelt es sich nicht einzig um die Vermittlung und Demonstration von Tatsachen; vielmehr soll dieses Laboratorium die Möglichkeit bieten, immer tiefer in die Vorgänge einzudringen, die sich zwischen Chemikalien und Fasermaterial vollziehen. Das gleiche gilt für Einrichtungen auf dem *Kunststoffgebiet*, das seit einer Reihe von Jahren massgeblich gepflegt wird und für welches ebenfalls spezielle Räume eingerichtet wurden.

Allgemein will man aber im regulären Unterricht eine Spezialisierung nur soweit zulassen, als sie nützlich und un-