Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 44 (1953)

Heft: 3

Artikel: Assemblée de discussion de l'UCS sur la construction et l'exploitation des postes de transformation : compte-rendu des assemblées de discussion sur l'exploitation des postes de transformation

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058050

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: 14.12.2025

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

gen Dauerbetrieb geschlossen werden konnte. Die BKW werden daher die Generatoren mit den ursprünglichen Wicklungen weiterhin im Betriebe belassen, jedoch eine komplette Reservewicklung beschaffen, so dass beim Auftreten eines umfangreichen Schadens die alte Wicklung innert kürzester Frist ersetzt werden kann.

Auch der aktive Eisenkörper befindet sich in einwandfreiem Zustand, besonders die Blechpressung ist noch ausgezeichnet, und irgendwelche Schlagrostbildungen sind nicht vorhanden.

Adresse des Autors:
R. Frey, Prokurist der Bernischen Kraftwerke A.-G., Viktoriaplatz 2, Bern.

Assemblées de discussion de l'UCS sur la construction et l'exploitation des postes de transformation

Introduction

La 5e assemblée de discussion de l'UCS, sur l'exploitation des postes de transformation, a eu lieu les 29 mars et 31 mai 1951 à Zurich, en langue allemande, et le 5 avril 1951 à Lausanne, en langue française. La 7e assemblée de discussion, sur la construction des postes de transformation, s'est déroulée le 6 mars 1952 à Berne, dans les deux langues. Ces assemblées ont toutes été très fréquentées.

Nous publions ci-après et dans un des prochains numéros du Bulletin ASE, un résumé de la discussion sur l'exploitation des postes de transformation, la conférence de M. Binkert sur la construction des postes de transformation et un résumé de la discussion qui suivit cette conférence.

Secrétariat de l'UCS

Compte-rendu des assemblées de discussion sur l'exploitation des postes de transformation

Par le *Secrétariat de l'UCS* 621.316.262

A. Questions techniques

I. Haute tension

1. Choix des organes de manœuvre

Les coupe-circuit à fusibles sont en général admis jusqu'à 12 kV et 200 kVA; dans des réseaux au-dessus de 12 kV ou pour des puissances supérieures, il est préférable d'utiliser des sectionneurs de charge ou des disjoncteurs à bain d'huile ou à faible volume d'huile. Le disjoncteur à bain d'huile est préféré dans bien des cas bien qu'il présente certains dangers d'incendie ou d'explosion, parce qu'il est meilleur marché que le disjoncteur à faible volume d'huile. Les disjoncteurs à air comprimé ont leur place dans les stations importantes parce qu'ailleurs l'installation d'air comprimé renchérit sans cela trop fortement l'appareillage. Les principaux critères à retenir pour le choix des interrupteurs sont: l'encombrement, la sûreté mécanique de l'interrupteur et la possibilité d'un réenclenchement rapide.

Les *coupe-circuit à fusibles* présentent l'avantage de n'exiger que peu de place; les ratés sont très rares. Il est intéressant de relever qu'une entreprise régionale préfère les coupe-circuit aux disjoncteurs à relais, car ses communes-revendeuses ne disposent pas de personnel suffisamment spécialisé pour desservir les relais. Cette entreprise utilise dans son réseau à 8 kV des coupe-circuit pour des puissances jusqu'à 1500 kVA. Il n'est cependant pas recommandable de suivre partout cet exemple.

Les *sectionneurs de charge* ont fait leurs preuves depuis plusieurs années jusqu'à 350 à 400 A environ. On a cependant enregistré différentes perturbations dues à des défauts de contacts, à des ruptures d'isolateurs, etc.

L'avantage notoire des *disjoncteurs à faible volume d'huile* est le peu de danger qu'ils présentent au point de vue de l'incendie. Leur encombrement réduit facilite une disposition rationnelle des conduites. Pendant la guerre, on a constaté des dérangements dus à la mauvaise qualité des joints. Ces dérangements ont toutefois disparu depuis qu'on obtient de nouveau de bon matériel.

Les *disjoncteurs à air comprimé* montés dans les grandes installations ont eu leurs défauts du début; depuis, il semble que ces défauts ont été corrigés et que les appareils donnent satisfaction.

2. Protection des transformateurs contre les surcharges

D'une façon générale, on ne protège que les postes de faible puissance par des coupe-circuit à haut pouvoir de rupture. Pour des puissances plus élevées, on utilise des disjoncteurs à relais. On insère généralement un relais thermique dans la phase médiane et des relais à maximum de courant dans les deux autres phases. Le contact de signalisation du relais thermique est utilisé par certaines entreprises pour signaler la surcharge au bureau d'exploitation. Chez les abonnés industriels, le contact du relais thermique actionne dans de nombreux cas un claxon qui ne s'arrête que lorsque la charge a été réduite. Pour le contrôle de l'exploitation, un indicateur de maximum sur les relais thermiques est recommandable.

Ces relais n'indiquant pas la température de l'huile, mais celle de l'enroulement, ils sont généralement réglés à 80...120 °C. L'entretien des relais est très important. Plusieurs entreprises utilisent un seul type de relais car cela facilite la protection sélective.

Il peut être intéressant de mentionner les essais d'une entreprise avec des couleurs indicatrices de température (Thermochrome, Thermocolor). Ces indicateurs sont en vente pour des températures allant de 65...650 °C. Ils prennent une coloration

déterminée à la température critique. L'emploi de ces couleurs a permis de déceler des élévations de température aux points de contact, en particulier sur des joints cuivre-aluminium.

3. Protection des transformateurs contre les surtensions

Des 760 postes de transformation du réseau d'une entreprise régionale, 60 possèdent un simple raccordement par câble et 150 un raccordement de même genre, mais avec dispositif de protection contre les surtensions. Les nouveaux postes alimentés par réseau aérien sont tous équipés de parafoudres. Le pouvoir d'écoulement des parafoudres est aujourd'hui de l'ordre de 4000 A. Ces appareils ne sont généralement pas doublés de coupe-circuit. Seules quelques entreprises utilisent des coupe-circuit dans des stations surveillées. Lorsqu'il y a suffisamment de place, il est indiqué de monter les parafoudres à l'intérieur du bâtiment, sinon sur le dernier poteau précédant la station.

Lors de raccordement par câbles, des parafoudres ne sont nécessaires que si le tronçon de câble est court (moins de 500 m). Des essais de la FKH sont en cours à ce sujet.

Une entreprise a fait de bonnes expériences avec les parafoudres à résistance variable, ceci à condition toutefois que le pouvoir d'écoulement soit suffisamment élevé (4000 à 10 000 A). Cette entreprise, dont le réseau est fortement exposé aux perturbations d'origine atmosphérique, a installé des parafoudres dans tous les postes de transformation, ce qui a permis de réduire sensiblement le nombre des dérangements. Au début, des sectionneurs étaient prévus, mais maintenant les appareils sont raccordés directement. Un parafoudre protège sur une distance de 30 à 50 m. Il faut donc en prévoir plusieurs au besoin, en particulier dans les grandes sous-stations.

4. Réseaux bouclés

Le principal avantage des réseaux de câbles bouclés réside dans le fait que chaque poste de transformation peut être alimenté de deux côtés et, de ce fait, une section de câble peut être mise hors service sans interruption de la fourniture.

Dans de nombreux cas, les tronçons de câble entre deux stations ne sont pas assez longs pour l'application de la protection sélective, car les intervalles seraient trop courts.

5. Emploi d'unités de construction normalisées

Une entreprise utilise des supports de fer normalisés, sur lesquels on peut monter différents appareils. Ces supports sont disposés de façon à laisser subsister entre eux un interstice, dans lequel on peut glisser une plaque de matière isolante. Pendant l'exploitation normale, cette entreprise ne prévoit pas de paroi de séparation entre les diverses cellules. Cependant, la plupart des entreprises séparent, pour des raisons de sécurité, les diverses cellules par des cloisons fixes en béton ou en plâtre.

6. Emploi des conducteurs au polyéthylène

Des expériences faites avec les câbles à haute tension au polyéthylène, il ressort que lorsque les extrémités ne sont pas montées avec soin, il en résulte une déformation du champ, qui peut provoquer des perturbations radiophoniques déjà à partir de 10 kV. Autour de 100 °C, le polyéthylène se ramollit et commence à fondre; il est en outre combustible. Il faut également éviter que des rongeurs puissent avoir accès aux câbles et les détruisent.

Différentes entreprises ont utilisé avec succès les câbles au polyéthylène au lieu de câbles sous plomb au papier, en particulier pour des connexions dans les stations et lors de transformations. Ces câbles ne nécessitent aucune boîte d'extrémité, donc économie de place et d'argent. Une entreprise utilise des câbles au polyéthylène avec écrans «Höchstätter» et déflecteurs au voisinage des extrémités. Les câbles sans écran doivent être montés à distance des parties de bâtiment conductrices, sinon des effluves se produisent. Déjà des câbles au polyéthylène fixés à même un mur ou une partie conductrice de bâtiment ont subi des dommages par suite de la formation d'effluves.

II. Basse tension

1. Appareillage et disposition des coupe-circuit

Tandis qu'il y a quelques années encore, on employait généralement des fusibles en tubes, on préfère aujourd'hui les fusibles à haut pouvoir de coupure. Ces coupe-circuit ne sont cependant pas infaillibles. De nombreuses entreprises disposent les coupe-circuit d'un même groupe non l'un à côté de l'autre, comme il était d'usage jusqu'ici, mais verticalement. Quelques entreprises utilisent des installations blindées, d'autres des interrupteurs automatiques.

Il semble utile de rappeler ici que dans une seule et même station, on peut rencontrer des transformateurs branchés en parallèle et capables de débiter jusqu'à 4000 kVA. Il est donc risqué d'utiliser des coupe-circuit dans ces conditions.

La mise en parallèle de gros transformateurs ne peut être recommandée que sous certaines conditions. Il vaut mieux séparer les sections de réseau.

2. Protection contre les surtensions

La protection contre les surtensions n'entre qu'exceptionnellement en considération pour les réseaux aériens à basse tension, c'est-à-dire pour de longues lignes non ramifiées.

III. Mise à la terre

Dans la plupart des cas il est préférable de raccorder les terres à des conduites d'eau plutôt qu'à des électrodes à plaque ou à ruban, exception faite des installations à courant continu. Il est important que la résistance de terre du point neutre à la station et celle des prises de terre des appareils dans les installations intérieures soient correctement accordées. Lorsque la résistance de terre du point neutre est relativement élevée et celle d'un appareil faible, la tension de contact qui s'établit lors d'un défaut d'isolement à l'appareil reste faible. Lorsque la proportion est inverse, il n'est pas possible de réduire la tension de contact à moins de 50 V. Ce n'est que lorsque les deux résistances sont

faibles (mise au neutre ou raccordement de toutes les terres au même réseau de distribution d'eau) que le courant qui se produit lors d'un court-circuit à la terre dans un appareil prend une valeur suffisante pour garantir le fonctionnement des coupe-circuit.

Lors de la pose d'électrodes de terre à côté de postes de transformation, il faut veiller à ne pas créer des tensions de pas. Les animaux, en particulier les chevaux, ressentent déjà de très faibles tensions de pas. A plusieurs reprises des clôtures métalliques entourant des prises de terre de transformateur ont été mises sous tension et ont ainsi provoqué des accidents. La nature du terrain, l'humidité et la température exercent une grande influence sur la valeur de la résistance de passage.

La terre de protection et la terre spéciale d'une station doivent être séparées électriquement l'une de l'autre. On peut cependant utiliser la même fouille, lorsqu'on se sert de câbles isolés pour la ligne menant à l'électrode de la terre spéciale.

IV. Ventilation et bruits

1. Ventilation

Une grande partie des entreprises suit le principe de se passer si possible du refroidissement artificiel des transformateurs. Une grande entreprise municipale, qui possède plus de 200 postes de transformation, n'a installé une ventilation artificielle que dans quatre d'entre eux. Cependant, d'autres entreprises installent souvent des ventilateurs qui sont commandés par un thermostat fixé au transformateur. Les sections des ouvertures de ventilation ne devraient pas être trop grandes pour éviter la pénétration de poussière et de neige poudreuse. Il pourrait être opportun de prévoir, lors de la construction, des ouvertures plutôt trop grandes et de les réduire ensuite au besoin. La section de ces ouvertures dépend surtout des pertes à évacuer. On peut dire qu'il faut prévoir en moyenne une ouverture de 0,5 à 0,6 m^2 par unité de transformateur de 500 kVA. Il y a lieu de disposer, si possible, les ouvertures sur la face nord du bâtiment. Pour éviter des avaries et des accidents, l'ouverture d'évacuation ne doit pas être disposée directement au-dessus du transformateur.

2. Bruits

Beaucoup d'entreprises appliquent des mesures souvent très onéreuses pour réduire à un minimum les bruits causés par les postes de transformation. C'est ainsi qu'on place les transformateurs sur des plaques antiphones, par exemple sur des plaques Trichopièce. Des essais ont montré que les plaques de caoutchouc ou de liège-caoutchouc perdent leur efficacité avec le temps et par suite des effets de l'humidité. Souvent ce ne sont pas seulement les transformateurs mais aussi le ventilateur, les relais ou les barres collectrices qui sont la source de bruits. Lorsqu'il s'agit des barres collectrices, on peut diminuer leurs vibrations par des joints flexibles. Il y a lieu de retenir que les bruits semblent plus forts pendant la nuit que lors des essais de réception en fabrique. C'est pourquoi l'installation de postes de transformation dans les maisons d'habitation, notamment à la campagne, est un chapitre spécial. On a constaté à plusieurs reprises que les bruits dans de hautes maisons sont plus forts dans les étages supérieurs qu'immédiatement au-dessus de la station. Pour éviter les réclamations des locataires, plusieurs entreprises ne placent aujourd'hui plus de stations dans les maisons d'habitation. On préfère adosser les stations aux murs des maisons d'habitation en intercalant une couche de matière antiphone et en faisant des fondations séparées. Dans de nombreux cas, on peut aussi prévoir un local construit, pour amortir le bruit, entre la station et la maison d'habitation (par exemple un garage).

V. Echelonnement des puissances de transformateurs, puissances maxima par unité et possibilités de surcharge des transformateurs

Une grande entreprise municipale divise les barres collectrices basse tension en autant de secteurs qu'il y a de transformateurs. De l'avis de cette entreprise, il faudrait disposer en magasin d'une réserve de transformateurs de 5 % de la puissance totale des transformateurs du réseau. La puissance moyenne d'un transformateur est de 330 kVA dans le réseau à 380 V et de 500 kVA dans le réseau à 500 V de cette entreprise.

Beaucoup d'entreprises procèdent à des mesures pour se rendre compte de l'influence des nouveaux raccordements sur la charge des postes de transformation en cause. En général, des surcharges ne sont pas admises.

Une entreprise régionale construit des stations sur poteaux jusqu'à 250 kVA et des stations maçonnées de 200 à 600 kVA. Pour des abonnés dont la fourniture d'énergie ne supporte aucune interruption, on prévoit un transformateur de réserve outre l'alimentation des deux côtés. Les anciens modèles de transformateurs, largement dimensionnés, présentaient une assez forte réserve en cas de surcharge. Pour les transformateurs de construction récente, il est par contre recommandable de s'en tenir aux indications du fabricant.

Une entreprise urbaine ne dépasse pas 500 kVA comme puissance unitaire et branche 3 à 4 transformateurs en parallèle. Lors de la mise en parallèle de transformateurs d'une telle puissance, il peut cependant se produire de grandes surtensions dans de petits réseaux lorsque les coupe-circuit fondent.

De l'avis d'un participant, plusieurs transformateurs de faible puissance sont préférables à un seul gros transformateur, pour la raison que lors de l'interruption d'un gros transformateur, trop d'abonnés ne peuvent plus être desservis.

VI. Téléphone de station

Une entreprise urbaine a installé le téléphone dans nombre de ses stations. Elle utilise à cet effet un câble de signalisation à 20 lacets, quarte en étoile, logé dans la même fouille que les câbles à basse tension, mais à une distance de 20 à 30 cm de ceux-ci et isolé pour une tension d'essai de 4000 V.

VII. Clôtures

Les clôtures ne sont généralement considérées nécessaires que pour des stations à très haute tension. Selon un participant, la tension de pas atteint 20 % de la tension d'exploitation lorsque l'électrode de terre est enfouie à 0,5 m. Cette tension tombe à 9 % lorsque l'électrode est à 1 m, à 5,5 % lorsqu'elle est à 1,5 m et à 4% lorsqu'elle est à 2 m de profondeur.

B. Questions d'exploitation

I. Clefs et serrures

La plupart des entreprises utilisent des serrures à clef standard pour toutes les stations, sans mesure spéciale de sécurité. La clef est remise aux employés contre quittance. Lorsqu'une autre clef est nécessaire pour certaines stations, cette clef est déposée dans un petit coffret encastré que l'on peut ouvrir à l'aide de la clef standard. On n'a pas fait de mauvaises expériences avec ce système jusqu'à aujourd'hui. Il est rare de rencontrer des locaux ouverts par inadvertance et aucun accident n'est à déplorer. En considération de ces bonnes expériences avec le système le plus simple, on n'appliquera les systèmes plus compliqués avec deux clefs et serrures différentes, ainsi que le font certaines entreprises, que si des raisons spéciales l'exigent.

II. Barrières

Dans des installations anciennes et de faible importance, on rencontre la plupart du temps des barrières horizontales en bois. Dans les stations d'une certaine importance, on utilise des treillis métalliques; on a procédé aussi récemment à des essais avec des plaques de verre Securit et du plexiglas. Ces écrans en Securit ne semblent pas être plus chers que ceux en treillis, en éternit ou en tôle. Il semble qu'aujourd'hui on donne la préférence aux barrières mobiles; il faut alors prévoir des coulisses dans lesquelles on fait glisser les écrans servant de barrières.

III. Contrôles périodiques

La nécessité d'un contrôle régulier et sévère des relais est évidente, car ceux-ci ont souvent des pannes, même à l'état neuf, ou sont mal ajustés. Plusieurs entreprises s'intéresseraient à un appareil approprié pour le contrôle des relais. Toutefois, ces appareils ne devraient être desservis que par du personnel qualifié. Les grandes entreprises pourraient mettre leur personnel qualifié à la disposition des petites entreprises, contre rémunération. Il serait aussi possible que quelques petites entreprises s'associent pour acheter en commun un appareil à contrôler les relais.

Les nécessités de l'exploitation ne permettent pas toujours de contrôler exactement les relais chaque année. La plupart des entreprises les contrôlent lors de leur mise en service et, dans la suite, à l'occasion d'interruptions de service, dans un délai de 8 à 10 ans au plus. Une entreprise qui a plus de 1000 relais en service et les contrôle régulièrement d'après ce procédé, n'a enregistré que 4 pannes de relais lors de perturbation, durant 15 années.

Des revisions trop fréquentes peuvent provoquer des dérangements, en particulier dans les interrupteurs qui ne sont que rarement appelés à fonctionner. Un contrôle extérieur est nécessaire une fois par an (dépoussiérage, éventuellement contrôle du serrage des vis et écrous, etc.). Plusieurs entreprises contrôlent les relais les plus importants chaque année au début de la période des orages. Lors de déclenchement violent, il est indiqué de procéder à des revisions intermédiaires des interrupteurs et des relais. Il est important de surveiller particulièrement le fonctionnement du mécanisme de commande des disjoncteurs qui doit être huilé et non graissé. Il faut enjoindre au personnel de revision de ne pas faire uniquement fonctionner les disjoncteurs en tournant le volant, mais aussi en appuyant avec une tige isolante sur le déclic des relais, ce qui permet de découvrir maint défaut.

IV. Journal de station, schémas, prescriptions de service

Il est important de pouvoir reconnaître immédiatement l'état de couplage. Dans ce but, plusieurs entreprises tiennent un journal de station ou utilisent à cet effet des formules spéciales. Beaucoup d'entreprises exigent que toutes les personnes pénétrant dans une station s'inscrivent dans le journal avec indication de la date et de l'heure, du but de la visite et des observations éventuelles. Le chef de service du réseau contrôle les écritures du journal au cours de ses inspections périodiques. Le journal peut également contenir un règlement de service de la station, des indications sur les consignes de manœuvre, etc. Un schéma complet de la station doit être affiché en un endroit bien en vue. Les ordres de manœuvre doivent être donnés par écrit.

V. Mesures

Nombre d'entreprises ne mesurent pas l'énergie dans le poste de transformation car cela conduirait trop loin à leur avis. D'autres, au contraire, ont installé des compteurs dans toutes leurs stations, pour établir la charge maximum moyenne et pour pouvoir comparer les indications du compteur de station avec l'énergie vendue (détournements d'énergie et pertes). Dans des stations importantes, on prévoit des compteurs avec indicateurs de maximum. La mesure de la puissance appelée permet de se rendre compte si la puissance du transformateur répond aux exigences du rapport de la charge effective à la puissance installée du secteur. L'expérience démontre que, dans les contrées typiquement agricoles, sans cuisine électrique, il faut compter 100 kW de charge au transformateur pour 1000 kW installés chez les abonnés. La capacité du transformateur nécessaire pour 1000 kW raccordés chez les abonnés s'élève à 200...330 kW dans les faubourgs d'une grande ville et à 250...330 kW dans une colonie d'habitations. S'il y a des fabriques, il faut en tenir compte spécialement.

VI. Mesures de protection lors de travaux

Quelques entreprises utilisent des sectionneurs de mise à la terre montés à demeure. Ces sectionneurs, qui sont très chers, présentent, selon quelques spécialistes, un inconvénient en ce sens que, lors de courts-circuits violents, ils peuvent s'ouvrir par suite de l'effet dynamique du courant, ce qui rendrait la protection illusoire. Dans la pratique, de tels cas ne se sont cependant pas encore produits. La plupart du temps, les entreprises utilisent également des garnitures spéciales de mise à la terre. Dans une entreprise en particulier, ces garnitures sont appliquées sur un mandrin conique avec fermeture à baïonnette et permettent de décharger, de mettre à la terre et de court-circuiter simultanément les lignes visées. Pour les travaux, les cellules sont isolées à l'aide de plaques de papier bakélisé.

VII. Insectes

Différentes mesures ont été essayées pour empêcher les mouches de pénétrer dans les stations: tamis fins sur les ouvertures de ventilation, peinture des fenêtres de la station en bleu, application de gésarol, ventilation forcée, etc. Aucune de ces mesures n'a abouti jusqu'à présent à des résultats satisfaisants. Il y a lieu de remarquer que les tamis rendent la ventilation plus mauvaise.

VIII. Divers

Pour des travaux d'une certaine importance dans les stations, il est recommandable de déléguer deux hommes. Les travaux dans les stations sous tension doivent être confiés à deux hommes dont l'un sera responsable de l'exécution.

En ce qui concerne l'emploi des fusibles, l'assemblée émet le vœu que l'ASE examine s'il n'est pas possible de normaliser ces fusibles.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Theorie der Aufladungserscheinungen an Staub, Papier und Spinnstoffen

537.24

[Nach *P. Böning:* Theorie der Aufladungserscheinungen an Staub, Papier und Spinnstoffen. Elektrotechn. Z. Ausg. A, Bd. 73(1952), Nr. 20, S. 655...658]

In Natur und Technik treten vielerorts und unter mannigfachen Umständen elektrische Erscheinungen auf, die teils harmlos, teils aber auch störend oder sogar gefährlich sein können. Solche Erscheinungen sind:

a) Staubelektrische Erscheinungen

Wird Staub aufgewirbelt, so erweisen sich die einzelnen Staubteilchen als positiv oder negativ geladen. Auch wenn Staub von einer Unterlage abgeblasen wird, erweist er sich als elektrisch geladen. Ein isoliert aufgestellter Körper lädt sich auf, wenn er mit einem Luft- oder Gasstrom, der Staub enthält, angeblasen wird. Der Staub ist in diesem Falle Träger von Ladungen von entgegengesetztem Vorzeichen. Der Staub kann anorganischer oder organischer Natur sein: Silikate, Sulfate, Carbonate, Oxyde, Mehl, Zuckerstaub usw.

Wird Wasser zerstäubt, so sind auch die einzelnen Wassertröpfchen Träger von elektrischen Ladungen. Die Aufladungen durch Staub können zu hohen Spannungen führen und daher besonders in Fernmeldeanlagen erhebliche Störungen hervorrufen. In industriellen Betrieben, in denen grosse Staubmengen organischer oder brennbarer Art vorkommen, wie ihn Mühlen, Zuckerfabriken usw. können Staubladungen, die sich durch Funken ausgleichen, Entzündungen und Explosionen hervorrufen.

b) Riemenelektrische Erscheinungen

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass Treibriemen sich aufladen. Die dabei auftretenden Spannungen können so gross sein, dass Funkenentladungen bis 30 cm Länge beobachtet werden. Dieselben Aufladungen sind an bewegten Papierbahnen in Druckmaschinen zu beobachten. Infolge der elektrischen Felder, die diese Aufladungen begleiten, treten unerwünschte Kräfte auf, die z. B. durch Kleben des Papieres an den Walzen den ordnungsmässigen Betrieb stören. In der Filmindustrie führen Aufladungen der Filme zu den gleichen Schwierigkeiten. Ähnliche Erscheinungen sind ebenfalls beim Verspinnen von Wolle hinderlich.

c) Elektrische Erscheinungen in isolierenden Flüssigkeiten

Es wurde beobachtet, dass sich beim Ausströmen von Benzin, Benzol, Äther und ähnlichen Flüssigkeiten u. U. so starke Aufladungen der Rohrleitungen ergaben, dass Funkenentladungen zu benachbarten Gegenständen übergingen. Mancher Brand ist auf eine Entzündung solcher Flüssigkeiten durch elektrische Entladungen zurückzuführen.

d) Verschiedene Aufladungserscheinungen

Elektrische Erscheinungen können beim Spalten, Zerbrechen oder allgemein beim Trennen bestimmter isolierender fester Stoffe festgestellt werden. So leuchtet beim Zerbrechen eines Zuckerstückes die Bruchstelle für einen Augenblick auf.

Deutung der Erscheinungen

Die meisten Versuche, die Aufladungserscheinungen der besprochenen Art zu deuten, knüpfen an die reibungselektrischen Vorgänge an. Der Verfasser hat aus den Versuchsergebnissen verschiedener Forscher und aus zahlreichen eigenen Versuchen eine neue Theorie abgeleitet.

Aus den Versuchen geht eindeutig hervor, dass der Ladungssinn des Staubes lediglich durch die äusseren Versuchsbedingungen bestimmt wird: dieselbe Staubsorte wird in Wechselwirkung mit einer Wand aus gleichem Stoff z. B. positiv beim Aufprall, dagegen negativ beim Abblasen. Dieser Befund lässt sich auf Grund des «Stosseffektes» oder des «Abreisseffektes» erklären, wenn der Oberfläche von festen Stoffen folgende Eigentümlichkeiten zugeschrieben werden. Es ist bekannt, dass sich auf der an einen Luftraum grenzenden Oberfläche eines festen Stoffes eine Schicht verdichteter Luft anlagert und durch Adsorptionskräfte gebunden wird. Fernerhin ist bekannt, dass die Luft stets Ionen beiderlei Vorzeichens etwa in gleicher Zahl enthält. In der angelagerten Luftschicht werden sich daher ebenfalls Ionen beider Vorzeichen befinden. Es ist nun anzunehmen, dass die Adsorptionskräfte eine der Ionenarten bevorzugen und sie fester binden werden als die andere («polare Ionenadsorption»). Unmittelbar auf der Oberfläche des festen Stoffes klebt also eine Schicht von z. B. positiven Ionen, darüber lagert sich in lockerer Bindung die gleiche Anzahl negativer Ionen. Die Untersuchungen über das Auftreten elektrischer Ladungen beim Strömen isolierender Flüssigkeiten durch Faserstoffe führen z. B. auf eine polare Adsorption von Ionen durch Oberflächen.

Der Stosseffekt

Wird ein kugelförmiges Teilchen, z. B. ein Staubteilchen, das eine festhaftende Schicht positiver Ionen und darüber eine lockere Schicht negativer Ionen trägt, gegen eine feste Wand geschleudert, so wird es elastisch reflektiert. Infolge der Beharrungskräfte lösen sich beim Aufprall negative Ionen vom Staubteilchen in Richtung auf die feste Wand ab und bleiben an ihr kleben. Dieser Stosseffekt bewirkt demnach einen Überschuss an positiven Ladungen auf dem Staubteilchen und einen Überschuss an negativen Ladungsträgern auf der (isolierenden) festen Wand. Die Energie, die zur Trennung der beiden Ladungsarten notwendig ist, wird der kinetischen Energie des Staubteilchens entnommen, die ihm durch den Luftstrahl zugeführt wird.