Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer

Elektrizitätswerke

Band: 46 (1955)

Heft: 25

Artikel: Aufbau und Wirkungsweise der Fernmesseinrichtungen des

Lastverteilers der Atel, Olten

Autor: Quervain, A. de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060968

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: 30.11.2025

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

In Deutschland wurden seit der Aufnahme der elektrischen Traktion auf Hauptlinien vor mehr als 40 Jahren eine grosse Zahl von Fahrleitungsbauarten ausprobiert, bis die heute allgemein verwendete «Einheitsfahrleitung 1950» entwickelt war. Da die Geschwindigkeiten der Züge mit Dampflokomotiven im Laufe der Jahre und ganz besonders nach der Aufgabe des Dampfbetriebes immer mehr erhöht wurden, so war es nötig, dem einwandfreien Zusammenarbeiten von Fahrdraht und Stromabnehmer die nötige Aufmerksamkeit zu schenken und die gewonnenen Erfahrungen zweckmässig auszuwerten. Die heute verwendete «Einheitsfahrleitung 1950» ist durch verschiedene Eigenschaften gekennzeichnet. Im Aufbau ist sie einfach und billig. Dazu besitzt sie eine grosse Betriebssicherheit, so dass ihr Unterhalt nur wenig Personal erfordert. Sie eignet sich für Fahrgeschwindigkeiten bis 160 km/h.

Der Fahrdraht ist nicht durchgehend über der Geleisemitte aufgehängt, sondern weicht nach rechts und nach links um je 400 mm aus, um die Schleifstücke der Triebfahrzeuge gleichmässig abnützen zu können. Die Rheintallinie kann später mit einer maximalen Geschwindigkeit von 160 km/h befahren werden, ohne dass grössere bauliche Änderungen des Tracés nötig sind; die Fahrleitung wird von Anfang an hiefür vorgesehen. Eine Herabsetzung der Geschwindigkeit ist nur in besonderen Fällen, z. B. am Westhang des Isteinerklotzes, nötig, wo zahlreiche Kurven vorhanden sind. Die totale Länge aller Geleise mit Fahrleitungen auf der doppelspurigen Linie Basel—Karlsruhe beträgt rund 850 km.

Im Badischen Bahnhof in Basel werden nach der Aufnahme des elektrischen Betriebes vertragsmässig auch Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen zirkulieren. Dies bedingt für die Fahrleitungen des Bahnhofgebietes die Anwendung einer speziellen Bauart, bei der die Fahrleitung nur \pm 200 mm von der Achse des Geleises abweichen darf, da die Stromabnehmer der Triebfahrzeuge der Schweizerischen Bundesbahnen schmäler sind als diejenigen der Deutschen Bundesbahn.

Besondere Verhältnisse des Bahnhofes Freiburg i. Br.

Im Bahnhof Freiburg i. Br. stellt sich für die Deutsche Bundesbahn erstmals das Problem, innerhalb des gleichen Bahnhofes zwei Fahrleitungsbezirke mit verschiedenen Spannungen und verschiedenen Frequenzen zu betreiben, da dort der Anfangspunkt der Höllentalbahn liegt (Fahrdrahtspannung 20 kV, 50 Hz). Dies bedingt gewisse Änderungen an den Fahrleitungs- und an den Geleiseanlagen. Auch werden die Triebfahrzeuge der beiden Systeme, 162/8 Hz und 50 Hz, in ihrer Bewegungsfreiheit innerhalb der Bahnhofanlagen gewissen Beschränkungen unterworfen sein, was zu betrieblichen Komplikationen führen wird. Die Trennung in zwei getrennte Fahrleitungsbezirke, wie sie heute angewendet ist, wird deshalb nur als vorübergehend angesehen. Es wird danach getrachtet, mit einer einzigen Frequenz und zwar mit 162/3 Hz auszukommen. In dieser Richtung weist auch die Absicht der Deutschen Bundesbahn, zwei Lokomotiven der Höllentalbahn zu Zweifrequenz-Triebfahrzeugen umzubauen2), um sie sowohl im Höllental als auch auf der Rheintallinie verwenden zu können.

Die Triebfahrzeuge

Im Sommerfahrplan 1955 werden nur Personenzüge zwischen Basel und Freiburg elektrisch verkehren; der Vorortverkehr nach Efringen-Kirchen wird mit elektrischen Triebfahrzeugen abgewickelt. Die Schnellzüge und die Güterzüge werden mit Dampflokomotiven geführt, da sich bei den ersteren ein Wechsel des Triebfahrzeuges in Freiburg nach rund 60 km nicht lohnt und ausserdem die nötigen Triebfahrzeuge nicht verfügbar sind. Im Vorortverkehr zwischen Basel und Efringen-Kirchen werden teilweise auch Akkumulatoren-Triebwagen, eingesetzt, wie dies schon früher vor der Aufnahme des elektrischen Betriebes im Jahre 1952 der Fall war.

Bei den zwischen Basel und Freiburg eingesetzten elektrischen Lokomotiven handelt es sich in erster Linie um ältere Bauarten, die von andern Linien abgezogen wurden.

Die verwendeten Triebwagen werden zum Teil direkt von der Fahrleitung aus (16²/₃ Hz, 15 kV) mit Energie versorgt, zum Teil sind sie vom Fahrdraht unabhängig und besitzen Akkumulatoren. Die Motorwagen für 16²/₃ Hz verkehren zum Teil auch auf der Wiesen- und der Wehratalbahn, wo sie erstmals vor rund 20 Jahren bei ihrem Aufkommen in den fahrplanmässigen Betrieb eingesetzt wurden. Bei den Akkumulatoren-Triebwagen, die als Einzelfahrer verkehren, ist die Platzzahl geringer. Neben Wagen älterer Bauart kommen auch neuere Konstruktionen zum Einsatz.

Adresse des Autors:

A. Degen, Dipl. El.-Ing. ETH, Colmarerstrasse 85, Basel.

Aufbau und Wirkungsweise der Fernmesseinrichtungen des Lastverteilers der Atel, Olten¹)

Von A. de Quervain, Baden (AG)

621.3.083.7

Sowohl die Fernmesseinrichtungen des Lastverteilers wie auch die Regelkanäle der verschiedenen nach dem Prinzip der Frequenz-Leistungsregelung arbeitenden Kraftwerke verwenden das Fre-

quenz-Variationsprinzip. Sie sind mit grundsätzlich denselben Geber- und Empfangseinrichtungen ausgerüstet.

Während im Regelnetz pro Messkanal nur 1 Messwert übertragen wird, sind die Fernmesskanäle des Lastverteilers zyklisch mehrfach aus-

²) siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 648...650.

¹⁾ siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 657...659 und Nr. 16, S. 742...744.

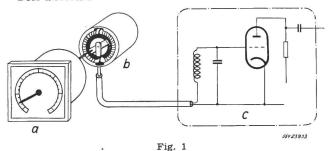
genützt, wodurch die übertragbare Messwertzahl auf Kosten der Übertragungszeitkonstanten gesteigert werden kann.

a) Das Frequenzvariationssystem für Dauer-Fernmessübertragung

Neben den verbreiteten Fernmessverfahren, welche meist auf der Übertragung einer messwertproportionalen Impulszahl oder Impulsbreite beruhen, hat auch das Verfahren, dem die Übertragung einer messwertproportionalen Tonfrequenz zu Grunde liegt, eine zunehmende Bedeutung erlangt. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dass dieses System ohne Zuhilfenahme von beweglichen Kontakten, rotierenden Scheiben oder dergleichen arbeitet.

Die durch den Messwert zu beeinflussende Tonfrequenz wird zweckmässigerweise gerade in dem Bereich gewählt, in dem sie direkt über Kabeladern oder über Trägerfrequenz-Kanäle übertragen werden soll. Als günstigster Bereich kann das Band zwischen ca. 2...3,5 kHz gelten, von dem durch einen Fernmesskanal ein Teilbereich belegt wird.

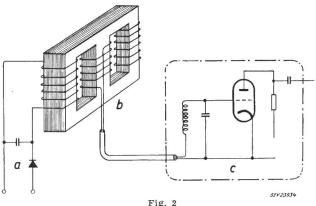
Die Fernmessfrequenz wird durch einen an sich stabilen Oszillator erzeugt, dessen Schwingkreisinduktivität aus einem fixen und einem variablen Teil besteht.



Fernmessoszillator mit Variometer als Messwertgeber

a Messwerk für Leistung, Spannung usw.; b Variometer mit
Messwerk gekuppelt; c Tonfrequenzoszillator

Der variable Teil wiederum kann als «Variometer», d. h. eine in Funktion des Drehwinkels veränderbare Induktivität, direkt an ein zeigendes oder registrierendes Instrument angebaut werden, oder als eine durch Gleichstrom vormagnetisierbare Regeldrosselspule für direkte Strom- oder Spannungsmessungen verwendet werden. Fig. 1 und 2 zeigen

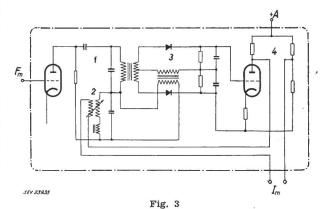


Fernmessoszillator mit Regeldrosselspule als Messwertgeber a Gleichrichter, Schaltung bei Messung von Wechselspannung; b Regeldrosselspule; c Tonfrequenzoszillator

schematisch den Aufbau dieser beiden Gebereinrichtungen.

Fernmessgeber und zugehöriger Oszillator können, sofern dies zweckmässig erscheint, getrennt voneinander aufgestellt werden. Die Tonfrequenzleistung des Messwertsenders ist so bemessen, dass auch NF-Kabel bis zu 2 N Dämpfung überbrückt werden können.

Der Fernmessempfänger hat die Aufgabe, aus der Messfrequenz einen messwertproportionalen Gleichstrom zu bilden, der für die direkte Anzeige bzw. für die Beeinflussung von Regeleinrichtungen notwendig ist.



Prinzipschema des Fernmessempfängers

Phasendrehkreis; 2 Regeldrosselspule; 3 Phasenvergleichskreis; 4 Brückenkreis; F_m Eingang des Fernmeßsignals; I_m messwertproportionaler Gleichstrom

Der Fernmessempfänger (Fig. 3) enthält als wesentliche Bestandteile einen Phasendrehkreis I, einen Phasenvergleichskreis 3 und einen Brückenkreis 4, in deren einen Zweig sich eine Röhre als variabler Widerstand befindet. Durch den im Messzweig der Brücke fliessenden Meßstrom wird die im Phasendrehkreis eingeschaltete Regeldrosselspule 2 in ihrer Induktivität verändert, so dass der Phasenvergleichskreis auf die empfangene Fernmessfrequenz abgestimmt wird. Die Brücke ist hiebei im Gleichgewicht und der Meßstrom I_m der Fernmessfrequenz proportional.

Die Rückführung des Meßstromes zwecks Abstimmung des Phasendrehkreises bringt zwei wesentliche Vorteile mit sich:

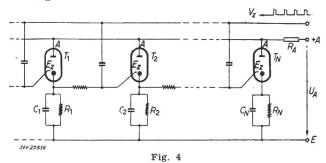
- a) Der Einfluss der Röhrenalterung, Anodenspannungsänderung auf den Meßstrom wird kompensiert.
- b) Jede Verstimmung des Empfängers gegenüber der Soll-Signalfrequenz hat einen grossen Strom im Meßkreis zur Folge, der die Fehlabstimmung des Empfängers auszugleichen sucht. Dadurch wird eine ausserordentlich kurze Einstellzeit des Empfängers erreicht.

Die Zeitkonstante, die in der Grössenordnung von 20...30 ms liegt, ermöglicht die Anwendung des Kanales zu Regelzwecken überall dort, wo eine kleine Zeitkonstante vom Messwertgeber bis zur Turbinenregelung aus Stabilitätsgründen erwünscht ist.

b) Rapid-zyklische Fernmessung nach dem Frequenzvariationssystem

Die kurze Einstellzeit des Fernmessempfängers erlaubt es, eine in der Zeit gestaffelte Übertragung von Messwerten durchzuführen. Zu einem vorhandenen Basiskanal sind die sendeseitigen Einrichtungen durch eine zyklische Umschalteinrichtung zu ergänzen, gleichermassen der Fernmessempfänger. Speichereinrichtungen sind zusätzlich notwendig, um für jeden Messwert eine durchgehende Anzeige zu gewährleisten.

Die Schaltgeschwindigkeit wird entsprechend einer Übertragung von ca. 8...10 Messwerte pro s gewählt. Damit wird die vom Basiskanal belegte Bandbreite nur ganz unwesentlich vergrössert und eine für Ablesung und Registrierung genügend kurze Zeitkonstante von ca. 2 s in jedem Messkanal sichergestellt.



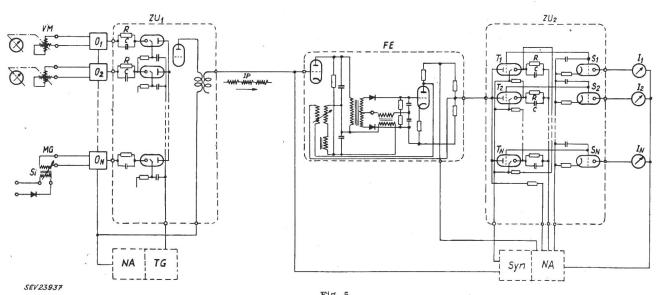
Prinzipschema einer Zählkette $T_1...T_N$ Kaltkathoden-Thyratron; A Anode; E_Z Zündelektrode; E Erde; $C_1R_1...C_NR_N$ Zeitglieder; R_A gemeinsamer Anodenwiderstand; V_Z Zündimpulse

Als Umschalteinrichtung wird sende- und empfangsseitig ein elektronischer Zählring verwendet, so dass in der gesamten Fernmesseinrichtung keine beweglichen Kontakte vorhanden sind. Anhand von Fig. 4 soll die Wirkungsweise einer Zählkette bzw. eines Zählringes erläutert werden.

tung von Kopplungsgliedern bzw. Netzwerken, parallel geschaltet. Zwischen gemeinsamer Erd- und Anodenleitung ist an den Punkten E und +A eine Gleichspannung von 250...300 V angelegt, während an der gemeinsamen Zündspannungsleitung ein Impulsgenerator angeschlossen ist. Eine einmal gezündete Röhre, z. B. T1, erzeugt an dem in der Kathodenleitung liegenden RC-Glied einen Spannungsabfall, der so bemessen wird, dass er knapp unter der Zündspannung der Zündelektrode der nächstfolgenden Röhre T_2 liegt. Ein über die gemeinsame Leitung allen Zündelektroden zugeführter Impuls bringt nur diese vorbereitete Röhre T₂ zum zünden. Durch den plötzlichen Stromanstieg am gemeinsamen Anodenwiderstand R_A wird die Röhre T_1 gelöscht. Dieser Vorgang wiederholt sich bis ans Ende der Zählkette. Werden Anfang und Ende der Kette verbunden, so entsteht ein Zählring, in dem die Zündung im Takte der Impulse im Kreise herum von Röhre zu Röhre springt.

Ein gezündetes Thyratron weist einen kleinen inneren Widerstand auf und kann deshalb als Durchschaltkontakt verwendet werden. Jedem Messwert ist nun im Zählring sende- wie empfangsseitig ein Thyratron als Durchschaltkontakt zugeordnet. Während auf der Sendeséite jeweils eine Messfrequenz entsprechend dem momentan übertragenen Messwert durchgeschaltet wird, müssen auf der Empfangsseite die dem Empfänger entstammenden messwertproportionalen Spannungen an die Speichereinrichtungen an- bzw. abgeschaltet werden.

Die Forderung, dass die Meßspannungen durch Zündvorgang und Brennspannung der Zählring-



Schematischer Aufbau einer Fernmesseinrichtung mit zyklischer Umschaltung

VM Variometer mit Geberinstrument gekuppelt; MG Messwertgeber mit Regeldrosselspule; O1...ON Messwertoszillatoren; ZU1 zyklische Umschaltung sendeseitig; FE Fernmessempfänger; ZU2 zyklische Umschaltung empfangsseitig; Syn Synchron-Taktgeber; NA Netzanschlussgerät; I1...IN Anzeigeinstrumente, T1...TN zyklische Schaltröhren; S1...SN Speicherröhren; IP Impulsprogramme; TG sendeseitiger Taktgeber

Die Thyratrons $T_1...T_N$ sind derart in Serie geschaltet, dass die Kathode einer Röhre mit der Zündelektrode E_Z der nächstfolgenden Röhre verbunden ist. Die jeweils gleichen Elektroden aller Röhren sind unter sich, teilweise unter Einschal-

Thyratrons unbeeinflusst bleiben sollen, wurde durch eine spezielle Konstruktion gelöst.

Die in Zusammenarbeit mit der Cerberus GmbH für diese Zwecke entwickelte Kaltkathoden-Glimmröhre enthält neben den üblichen Elektroden eine «Sonde», welche es gestattet, eine Kontaktstrecke Anode—Sonde aufzubauen, die von der Entladungsstrecke Kathode—Anode unabhängig bleibt.

Die jedem Fernmesskanal zugeordneten Tonfrequenzpakete sind in der Übertragung durch eine kurze Lücke getrennt. Diese Impulslücken werden für die empfangsseitige Synchronisation über eine spezielle Synchronisationseinrichtung herangezogen, während der Frequenzinhalt der ca. 80 ms langen Impulse der Träger des Momentan-Messwertes ist.

Die richtige Zuordnung der Messwerte wird dadurch sichergestellt, dass für einen Messwert ein Tonfrequenzpaket ungefähr dreifacher Länge gesendet wird. Der schematische Aufbau eines zyklischen Fernmesskanales ist aus Fig. 5 ersichtlich. Der Vorteil der zyklischen Messwertübertragung beruht in erster Linie auf der besseren Ausnützungsmöglichkeit von Übertragungskanälen, sowohl in Bezug auf die belegte Bandbreite, wie auch auf leistungsmässige Ausnützung des Übertragungskanales.

Da die belegte Bandbreite unabhängig von der Zahl der Fernmesswerte bleibt, können trägerfrequente oder niederfrequente Telephoniekanäle mit einem Minimum an Filteraufwand mehrfach ausgenützt werden. So beträgt für beispielsweise 16 Messwerte die benötigte Bandbreite nur rund 20 % derjenigen eines entsprechenden Mehrfach-Impulssystemes. In einem bestimmten Zeitpunkte wird in einem zyklischen Fernmesskanal nur ein Messwert übertragen. Die dem Kanal zugeordnete Übertragungsleistung kommt somit jedem Messwert voll zugute.

Gerade bei trägerfrequenter Übertragung längs Hochspannungsleitungen, wo immer mit einem gewissen Störpegel zu rechnen ist, fällt hiebei die Energiebilanz in Bezug auf das Verhältnis Nutzzu Störpegel weit günstiger aus, als bei gleichzeitiger, in der Frequenz gestaffelten Übertragung von Messwerten.

Adresse des Autors:

Dr. A. de Quervain, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

Exposé du principe de la télésignalisation entre l'installa-

tion de couplage à haute tension et le tableau du répartiteur

Die Fernmeldeanlage des Lastverteilers der Atel¹)

Von U. Anderegg, Bäch 2)

621.39 : 621.311.177

Der grundlegende Aufbau von der Hochspannungsschaltanlage bis zu deren Abbild im Bildschema werden skizziert. Tonfrequenz- oder Schwingungsimpulse übermitteln Meldungen, vorwiegend über die HF-Träger der EW-Telephonie. Pendel, Relaisketten und Kreuzwähler mit den zugehörigen Markier- und Rückrechnerschaltungen bilden die wesentlichsten Elemente der Automatik und werden eingehender beschrieben. Erwähnt wird ferner der in diesem System begründete Schutz gegen Störimpulse trotz kleiner Übermittlungszeit sowie die praktisch unbeschränkte Ausbaufähigkeit.

de charges de l'Atel. Des impulsions à fréquence acoustique ou oscillantes transmettent les annonces, principalement par les porteuses à haute fréquence du réseau téléphonique des entreprises électriques. Des commutateurs cycliques, des chaînes de relais et des sélecteurs, avec leurs couplages de marquage et de contrôle, constituent les éléments essentiels du système automatique et sont décrits en détail. Ce système justifie le dispositif de protection contre les impulsions de défaut, malgré la brève durée de transmission. Il offre une possibilité d'extension pratiquement illimitée.

Allgemeines

Aus der Aufgabenstellung des Lastverteilers geht hervor, dass die Fernmeldeanlage einen möglichst lebendigen Kontakt der zentralen Überwachungsstelle mit den fernen Schaltstellen des Höchstspannungsnetzes gewährleisten soll. Innert weniger Sekunden muss jeder Schalterstellungswechsel in der Kommandostelle gemeldet werden können. Über die Richtigkeit dieser Meldungen darf kein Zweifel bestehen, da sie zusammen mit den Werten der Fernmessung als Unterlage für die Betriebsdisposition des Lastverteilers dienen.

Eine solche Rückmeldeanlage hat im Prinzip den in Fig. 1 dargestellten Aufbau. Sie umfasst die Hochspannungsschaltanlage, die Automatik des Rückmeldesenders, die Kanaleinrichtung, die Automatik des Rückmeldeempfängers und das Blind-

Ihre Aufgabe verteilt sich wie folgt: In der Schaltanlage geben Hilfskontakte der Leistungsschalter den Schaltzustand nach den Stellungshilfsrelais Ein und Aus. Hier wird die aus deren Stellungen bestehende momentane «Information» um-

1) siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 657...659, Nr. 16, S. 742...744 und S. 1206 dieser Nummer.
2) Die vorliegende Arbeit entstand während der früheren Tätigkeit des Autors bei der Chr. Gfeller A.-G., Bern-Bümpliz.

gerechnet in ein zeitliches Programm von Impulsen des Senderelais Se. Der Rückmeldekanal überträgt diese Impulse zum Relais Ep des Empfängers E. Die dortige Automatik ermittelt aus dem ep-Impulsprogramm für jeden Schalter wieder den zu schliessenden Ein- und Aus-Kontakt, während das Blindschema die Schalterstellung sichtbar wiedergibt.

Wechselt ein Schalter in der Schaltanlage seine Stellung, so wird sofort ein neues, anderes Impulsprogramm gesendet, und die zwei entsprechenden Kontakte ein und aus der Automatik auf der Empfangsseite wechseln ihre Stellungen. Im Blindschema leuchtet die Lampe des betreffenden Schaltersymbols auf und ein akustisches Signal macht den Bedienenden auf die Änderung des Schaltzustandes aufmerksam.

Neben dieser automatischen Rückmeldung kann der Schaltzustand der Hochspannungsschaltanlage wie auch die Übertragungseinrichtung willkürlich kontrolliert werden mittels Tastendruck im Blindschema. Durch Impulse in umgekehrter Richtung, über den Steuerkanal, wird dieser Befehl nach dem Rückmeldesender gegeben, worauf sich anschliessend sämtliche Rückmelde-Impulsprogramme nacheinander abwickeln.