

Vorwort

Stephan Hloucal, Erfurt

Künstliche Intelligenz (KI) ist das neue Öl. Ohne KI geht nichts mehr. So scheint es zumindest in der medialen Wahrnehmung. Nicht nur die großen Tech-Konzerne planen und bauen große KI-Rechenzentren. Investitions- und Energiebedarf sind enorm. Neue Kraftwerke sollen eigens dafür gebaut werden und mancher Konzernmanager träumt schon von kleinen modularen Kernreaktoren (SMR). Es herrscht Goldgräberstimmung. Ein neuer Hype, den manche schon mit der DotCom-Blase vergleichen? Gewiss, der verantwortungsbewusste Einsatz künstlicher Intelligenz in Wirtschaft, Wissenschaft, Medizin, Landwirtschaft und vielen Lebensbereichen kann sicher große Vorteile mit sich bringen. Problematisch wird es jedoch dann, wenn z.B. KI-generierte Bilder und Videos durch das Internet irrlichtern, die nichts mit der Realität zu tun haben.

Nun erhalten Sie eine neue Ausgabe des ON.LINE-Magazins, die aus seriösen Quellen sorgfältig recherchiert und ganz ohne KI entstanden ist. Darin blicken wir mal über den Thüringer Tellerrand und berichten über eine Veranstaltung im Dresdner Silicon Saxony, bei der die „Big 5“ der Mikroelektronik ihre Firmen, Produkte und Zukunftspläne vorstellten. Nicht ohne ein wenig Stolz berichten wir über das erste deutsche Elektromobil, welches 1888 im fränkischen Coburg gebaut wurde und bei dessen Rekonstruktion wir mit einigen historischen Artefakten und Beratung mitwirken konnten. Seinerzeit gab es noch keine flächendeckende Elektrizitätsversorgung. Diese entwickelte sich erst mit zunehmenden Elektrizitätsanwendungen im wirtschaftlichen und privaten Leben. Die Entwicklung der Elektroenergieversorgungs(hochspannungs)netze in Thüringen mit ihrer Einbindung in die vorgelagerten Höchstspannungsnetze beleuchten wir aus historischer Sicht in dieser Ausgabe. Nach dem Aus für den Transrapid im Jahr 2011 gibt es Hoffnung auf einen Neuanfang für die Magnetschwebetechnologie in Deutschland, denn kürzlich erhielt der fränkische Baukonzern Max Bögl die Betriebsgenehmigung für öffentliche Magnetschweebahnstrecken.



Außerdem findet die historische Darstellung der Produktion von Transistorradios aus Thüringen mit Rundfunkempfängern aus Bad Blankenburg und Eisenach eine Fortsetzung.

Abschließend wünschen wir Ihnen ein frohes Weihnachtsfest und einen guten Start ins neue Jahr. Bleiben Sie uns gewogen.

Inhalt

- Vorwort
- Literaturempfehlung
- Aus aktuellem Anlass
- Historisches
- In eigener Sache
- Autorenverzeichnis, Quellen, Copyrights, Impressum

„ON.LINE“

Englische Fachbegriffe sind dem Elektrotechniker/Elektroniker hierzulande durchaus geläufig. Online steht übersetzt für gekoppelt, verbunden, abrufbereit, angeschlossen. Mit „to go on line“ / „online gehen“ gehen wir ans Netz oder gehen neudeutsch online.

Wir haben mit der ON.LINE 1.2017 den modernen on.line-Weg eingeschlagen, wollen uns mit der nunmehr 18. Ausgabe ON.LINE weiter zusammenschalten, bieten eine (Leitung) Verbindung zum fachlichen Austausch an, informieren und wünschen uns Ihren Anschluss.

Wir freuen uns über Ihre Rückkopplung.

Folgen Sie uns



Das ON.LINE 18.2025 wurde erstellt mit freundlicher Unterstützung der TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt.

LITERATUREMPFEHLUNG

„Ilmenau soll leben ...“ Die Geschichte des Thüringischen Technikums von 1894 bis 1955 und der studentischen Verbin- dungen und Vereine von 1894 bis heute.

Stephan Hloucal, Erfurt

Die Autoren Peter Jacobs und Wolfgang Prast zeichnen auf 280 Seiten ein interessantes Bild von der Einrichtung eines privaten „Thüringischen Technikums“ in Ilmenau durch Eduard Jentzen, die wechselvolle Entwicklung der Schule in der Weimarer Republik, die Umwandlung in eine Ingenieurschule durch Prof. Georg Schmidt, die baulichen Erweiterungen, die Arbeit unter dem Nationalsozialismus, die Schließung durch die Sowjetische Militäradministration und den Neuanfang der nun staatlich geführten Ingenieurschule ab 1947. Ein zweiter Teil des Buches ist dem studentischen Leben gewidmet, welches mit vielen Anekdoten und Bildern, zum großen Teil auch farbig, illustriert ist. Die Historie studentischer Verbindungen wird dargestellt und ein kleines studentisches Wörterbuch sowie ein Namensregister der Verbindungen und Vereine helfen dem Leser die „Fachbegriffe“ aus dem Verbindungsleben zu verstehen. Die farbige Wiedergabe von Ansichtskarten mit Motiven vom Ilmenauer Technikum und den Wappen studentischer Verbindungen runden dieses lesenswerte Buch ab. Das Buch ist bestimmt nicht nur für Absolventen der Technischen Hochschule oder der Technischen Universität Ilmenau interessant.



**Die Geschichte des Thüringischen Technikums
von 1894 bis 1955 und der
studentischen Verbindungen und Vereine
von 1894 bis heute**

Erschienen ist das Buch 1994 im Mediteg Verlag Wehrheim/Taunus. Es ist vergriffen und exklusiv beim Thüringer Museum für Elektrotechnik zum Preis von 25,- Euro erhältlich. Bestellungen werden über info@elektromuseum.de entgegengenommen, solange der Vorrat reicht. Die gelieferten Exemplare sind in Folie eingeschweißt.

AUS AKTUELLEM ANLASS

Inside Silicon Saxony – Technologievielfalt in Europas Mikroelektronik-Herz

Stephan Hloucal, Erfurt

Unter diesem Thema gaben am Dienstag, den 21. Oktober 2025, die Geschäftsführer der „Big 5“ der Dresdner Mikroelektronik exklusive Einblicke hinter die Fassaden ihrer fabs. Die Veranstaltung fand im Emmanuel-Goldberg-Saal in den Technischen Sammlungen Dresden statt. Eingeladen dazu hatte der Silicon Saxony e.V. gemeinsam mit den Technischen Sammlungen Dresden und den ehemaligen Mikroelektronikern (Alumni). Das Interesse war groß, der Saal war bis auf den letzten Platz gefüllt. Neben vielen Alumni waren interessierte Gäste aus ganz Deutschland, z.B. Berlin, Bayern und Thüringen angereist. X-FAB, Infineon, GlobalFoundries, BOSCH und ESMC, das sind Firmennamen, die zwar in gewisser Weise bekannt sind, X-FAB hat übrigens auch einen Produktionsstandort in Thüringen, doch was dort produziert wird, ist vielen nicht bekannt. Die Veranstalter wollten einen exklusiven Einblick in die technologische Vielfalt und strategische Bedeutung der Mikroelektronikunternehmen im Dresdner Norden geben, denn gerade die Kombination unterschiedlicher Technologien, Produkte und Perspektiven hat Dresden mittlerweile zur europäischen Spitzenregion für Halbleiter gemacht. Diese Vielfalt ist zugleich der Schlüssel zur Zukunftsfähigkeit des Mikroelektronikstandorts Dresden und alternativlos, wenn es um das Ziel geht, in der Spitzenklasse präsent, zunehmend autark und resilient zu sein.

Nach der Begrüßung und Einführung durch den Direktor der Technischen Sammlungen, Roland Schwarz, stellte Frank Bösenberg, der Geschäftsführer des Silicon Saxony e.V., dieses Netzwerk und die historische Entwicklung des Mikroelektronik-Clusters dar. Dabei hob er hervor, dass jeder dritte in Europa produzierte Chip aus Sachsen kommt,



Museumsdirektor Roland Schwarz, Technische Sammlungen Dresden, bei der Eröffnung



Silicon Saxony e.V. Geschäftsführer Frank Bösenberg bei der Einführung

und in Dresden eine einzigartige Konzentration der Mikroelektronik-Wertschöpfungskette existiert, die durch Jenoptik und das Advanced Mask Technology Center sowie mit der Siltronic AG und Freiberger Compound Materials GmbH als wichtige Zulieferer aus Freiberg ergänzt wird. In Einzelvorträgen stellten



Dr. Manfred Horstmann, Geschäftsführer GlobalFoundries, bei seinem Vortrag

dann Michael Woittennek, Geschäftsführer X-FAB; Ralf Blumtritt, Director Smart Power Fab Infineon; Dr. Manfred Horstmann, Geschäftsführer Global-Foundries; Dr. Dirk Drescher, Geschäftsführer BOSCH und Dr. Christian Koitzsch, Geschäftsführer ESMC, ihre Unternehmen, deren aktuelle Technologien, spezifischen Produkte, Innovationen und Alleinstellungsmerkmale vor. In der Abschlussdiskussion mahnten die Geschäftsführer den gravierenden Fachkräftemangel an. Ein Problem, welches viele Unternehmen seit Jahren beklagen.

Anmerkung: Die European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC) ist ein Joint Venture zwischen TSMC, Bosch, Infineon und NXP zur Errichtung einer modernen Halbleiterfabrik in Dresden. Der erste Spatenstich für den Bau der Fabrik erfolgte im August 2024. Bis 2027 werden bei ESMC 2.000 direkte High-Tech-Arbeitsplätze entstehen. Die Gesamtinvestitionen werden bei über 10 Milliarden Euro liegen.



Die Robert Bosch GmbH ist führend bei den Patentanmeldungen 2024



Die Abschlussdiskussion: Dr. Dirk Drescher, BOSCH; Ralf Blumtritt, Director Smart Power Fab Infineon; Dr. Manfred Horstmann, Geschäftsführer Global-Foundries; Michael Woittennek, Geschäftsführer X-FAB; Dr. Christian Koitzsch, Geschäftsführer ESMC (v.l.)

Bildrechte:
Die Bildrechte liegen beim Autor



TSB-Zug auf der Teststrecke in Sengenthal, 2022
(Bildquelle: Stephan Hloucal)

Betriebsgenehmigung öffentlicher Magnetschwebebahnstrecken erteilt.

Stephan Hloucal, Erfurt

Die TSB Betriebs GmbH, ein Unternehmen der Firmengruppe Max Bögl aus dem bayerischen Sengenthal, hat die Genehmigung zum Betrieb von öffentlichen Magnetschwebebahnstrecken gemäß § 5 des Allgemeinen Magnetschwebebahngesetzes (AMbG) erhalten. Damit ist ein entscheidender Meilenstein für die Realisierung einer Magnetbahnenstrecke in Deutschland erreicht. „Die Genehmigung konnte erteilt werden, da Max Bögl mit dem Transport System Bögl (TSB) jahrelange Erfahrung im

ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



*Übergabe der Betriebsgenehmigung durch den Präsidenten des Eisenbahn-Bundesamtes, Stefan Dernbach, an den Vorstandsvorsitzenden der Firmengruppe Max Bögl, Stefan Bögl (v.r.)
(Bildquelle: Firmengruppe Max Bögl)*

Betrieb sowie – durch die Teststrecke im chinesischen Chengdu – auch Erfahrung in der Projektrealisierung und im Betrieb eines Magnetbahnsystems im Ausland vorweisen kann. Mit dem TSB bietet die Firmengruppe eine moderne, emissionsfreie und automatisierte Nahverkehrslösung, die insbesondere für urbane und regionale Anwendungen konzipiert ist.“, so aus der Genehmigung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA).

In verschiedenen deutschen Städten wie Nürnberg, Hamburg oder München wird aktuell der Einsatz dieses innovativen Nahverkehrssystems untersucht. Die behördliche Genehmigung durch das EBA ist Grundvoraussetzung für den Betrieb von Magnet-

schwebebahnen im öffentlichen Verkehr. Im Gegensatz zu den etablierten Rad-Schiene-Systemen sind bei Magnetschwebebahnen kaum Wartungskosten zu erwarten, da es keine verschleißträchtigen Schienen, Räder und Bremsen gibt. Zudem ist das TSB für einen führerlosen Betrieb mit hoher automatisierter Zugfolge ausgelegt. Eine ideale Lösung für aktuelle Zubringer- und Nahverkehrsprobleme in urbanen Ballungsräumen. Die Übergabe der Genehmigung erfolgte am 19. November 2025 durch den Präsidenten des Eisenbahn-Bundesamts, Stefan Dernbach, an den Vorstandsvorsitzenden der Firmengruppe Max Bögl, Stefan Bögl und den Geschäftsführer der TSB Betriebs GmbH, Dr. Bert Zamzow.

Mit dieser Genehmigung ist die TSB Betriebs GmbH das erste und einzige Unternehmen in Europa, welches über eine solche behördliche Zulassung verfügt und kommerzielle Magnetbahnstrecken betreiben darf. Max Bögl kann das Transportsystem Bögl als schlüsselfertige Komplettlösung anbieten und gleichzeitig als Betreiber kommerzieller Magnetbahnstrecken fungieren. Damit sind die Voraussetzungen für die Planung, den Bau und den Betrieb einer Anwendungsstrecke in Deutschland gegeben. Durch den integrierten Gesamtansatz kann das Planrechtsverfahren nach dem Magnetschwebebahnplanungsgesetz (MBPIG) effizient durchgeführt und die Infrastruktur mit modularen Fahrwegträgern, made by Max Bögl, in kürzester Zeit gebaut werden. Ausführliche Informationen zum Transportsystem Bögl sind in unserem ON.LINE 12.2022 auf den Seiten 2 bis 5 nachzulesen.



*Der Fahrweg der TSB-Versuchsstrecke in Sengenthal, 2022
(Bildquelle: Stephan Hloucal)*



*Fahrgastinnenraum des TSB-Magnetschwebezugs, 2022
(Bildquelle: Stephan Hloucal)*

HISTORISCHES

Transistorradios aus Thüringen, Teil 4 Rundfunkempfänger aus Bad Blankenburg und Eisenach

Gerhard Roleder, Erfurt

In den Ausgaben 15, 16 und 17 des ON.LINE-Magazins ging es um Transistorradios der Hersteller VEB Stern-Radio Sonneberg sowie VEB Robotron Sömmerda und Zella-Mehlis. Darüber hinaus gab es weitere Hersteller, die über begrenzte Zeiträume zusätzlich zu ihrem Hauptsortiment einzelne Modelle von Rundfunkempfängern anboten. Zum Teil handelte es sich dabei um eigene Entwicklungen, und zum Teil waren es Übernahmen aus dem Kombinat Stern-Radio.

Episode Taschenradio

Der VEB Antennenwerke Bad Blankenburg stellte ab 1972 das Taschenradio „Stern Berolina de luxe“ her, das auf dem „Stern Berolina“ des VEB Stern-Radio Berlin basiert. Die Ausführung „de luxe“ erhielt eine andere Metallfront und die Skala wurde von der Oberseite auf die Frontseite verlegt. Im Unterschied zum „Sternchen“, dem Urtyp der RFT-Taschenradios, ist der „Stern Berolina de luxe“ mit seinen Abmessungen 15 x 9 x 4,2 cm etwa 4 cm breiter und 3 cm höher als das „Sternchen“. Die größeren Abmessungen ergeben sich vor allem daraus, dass außer Mittelwelle auch UKW und Kurzwelle empfangen werden können. Die Transistorbestückung besteht noch ausschließlich aus Germanium-Typen. Von den insgesamt elf Transistoren sind acht aus dem VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder. Der NF-Vorstufentransistor ist ein MP20A, der damals in großen Stückzahlen aus der Sowjetunion importiert wurde. Die eisenlose (transformatorlose) Endstufe mit einer Ausgangsleistung von 170 mW enthält zwei Komplementär-Transistoren von Tesla. In einem Testbericht der Zeitschrift rfe ist positiv vermerkt, dass der UKW-Empfang mit einem NF-Frequenzgang von 100 Hz bis 14 kHz einen angenehmen Klangeindruck hinterlässt. Bei moderater Lautstärke sind 50 Betriebsstunden mit vier R6-Batterien möglich [14]. Der Verkaufspreis betrug 340,- Mark.

Jugendobjekt Radio-Kassettenrecorder

1973 begann in Bad Blankenburg die Herstellung von Radio-Kassettenrecordern. In der Einleitung der Gerätebeschreibung hieß es in propagandistischer Formulierung: „Unter dem Motto ‚Von der Jugend – für die Jugend‘ hatten die Jugendlichen des Berei-



Taschenradio „Stern Berolina de luxe“



Platine des „Stern Berolina de luxe“



Radio-Kassettenrecorder „Anett“

ches Technik im VEB Antennenwerke Bad Blankenburg anlässlich der technisch-ökonomischen Konferenz des Kombinates in Auswertung des VIII. Parteitages und des 7. Plenums des ZK der SED zur Schaffung hochwertiger Konsumgüter im

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Heimempfänger „Saturn MR421“ in der Version des VEB Antennenwerke Bad Blankenburg

Jahre 1972 die Aufgabe erhalten, kurzfristig einen neuen Radio-Kassettenrecorder zu entwickeln und in die Produktion überzuleiten.“ [15]

Als Laufwerk wurde eine Entwicklung des Recorders „Sonett“ aus Sonneberg übernommen. Empfangsteil und Gehäusekonstruktion waren eigene Entwicklungen. Das erste Modell mit der Bezeichnung „Anett 2304.01“ enthält 21 Transistoren. Die einzelnen Baugruppen sind ausschließlich mit diskreten Bauelementen bestückt. Bei den nachfolgenden Modellen „Anett IS 2304.02“ und „Anett IS2 2304.03“ aus den Jahren 1976 und 1977 wurden zuerst die NF-Endstufe und dann der Aufnahmeverstärker mit integrierten Schaltkreisen versehen, sodass die Ausführung 2304.03 mit 12 Transistoren auskommt. Der Rundfunk-Empfangsteil der Anett-Serie entsprach einer RFT-üblichen Standard-Schaltung mit selbstschwingenden Oszillatoren, fünf AM-Schwingkreisen und acht FM-Schwingkreisen, wie sie in Transistorradios der mittleren Preisklasse üblich war. Im HF-Teil des Empfängers wurden Silizium-Transistoren in Miniplast-Ausführung (SF 225, SF 235) verwendet. Die Skala für den Rundfunkempfang war aufgrund der Platzverhältnisse etwas kurz ausgefallen. Vom Gehäuse des Recorders „Sonett“ wurden Länge und Breite beibehalten. Lediglich das Höhenmaß wurde um 15 mm vergrößert. Der Verkaufspreis aller drei Ausführungen betrug jeweils 750,- Mark.

Ein unscheinbares Erfolgsmodell

Das Rezept für den Mono-Kleinsuper „Saturn MR 421“ könnte lauten: Man nehme zwei integrierte Schaltkreise, vier Transistoren und füge die zu deren Spezifikation passenden passiven Bauelemente bei. Das Ergebnis war ein Radio mit der Konzentration auf das Wesentliche. Andererseits wurde auch nicht an der falschen Stelle gespart. Der „Saturn MR 421“ kann UKW, Kurz-, Mittel- und Langwelle empfangen. Zur Ausstattung gehörten AFC, Klangblende, eingebaute Ferritantenne für Kurz-, Mittel- und Langwelle, optional nutzbare Anschlüsse für Außenantennen sowie Anschlüsse für Tonabnehmer/Tonband und Außenlautsprecher. Das optisch aufgeräumt und sparsam erscheinende Innenleben wurde möglich durch die Verwendung der Schaltkreise A281D als



Servicefreundliches Chassis des „Saturn MR421“

Bez	Typ	Funktion	Hersteller
V 1	SF 235	Transistor UKW-Vorstufe	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
V 2	SF 235	Transistor UKW-Mischer/Oszillator	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
V 101	SF 225	Transistor FM-ZF-Vorverstärker und AM-Oszillator/Mischer	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
V 102	SC 239	Transistor Impedanzwandler für NF-Stufe	Mikroelektronik Neuhaus/Rwg.
A 101	A 281 D	FM- und AM-ZF-Verstärker	HLW Frankfurt/Oder
A 102	A 205 K	NF-Verstärker	HLW Frankfurt/Oder

Tabelle 6: Transistoren und Schaltkreise des „Saturn MR 421“, Bezeichnungen laut Schaltplan

ZF-Verstärker und A205K als NF-Verstärker. Die UKW-Baugruppe und der Oszillator/Mischer für den AM-Bereich sind diskret aufgebaut. UKW-Baugruppe, Drehkondensator, Bauelemente-Platine und Netzteil sind zu einer Einheit verbunden, die für den Service auf einfache Weise aus dem Gehäuse demontiert werden kann.

Der „Saturn MR 421“ wurde ab 1981 in Sonneberg und ab 1984 in Bad Blankenburg hergestellt und war

in der DDR für 410,- M zu haben. Eine weitere Produktion dieses Gerätes lief in den Hochfrequenzwerkstätten Meuselwitz. Es gab Export-Versionen für die BRD-Firmen Bruns, Loewe, Neckermann und Quelle sowie größere Exporte nach Jugoslawien und Portugal [16]. In der Literatur und im Internet gibt es widersprüchliche Angaben zu Produktionsorten, Zeiten und Modellversionen. Klar ist, dass insgesamt mehrere hunderttausend Stück von diesem unauffälligen Radio hergestellt wurden.



Autoradio „A 150 micros“

Autoradios

Konstrukteure von Autoradios mussten die vorgegebenen Abmessungen des normierten Einbauschachtes beachten. Daraus ergab sich, dass für die analogen Zeigerskalen wenig Platz zur Verfügung stand. Im Vergleich zu Standgeräten wurde die Untersetzung des Zeigerantriebs erhöht, um eine ausreichende Einstellgenauigkeit zu gewährleisten. Während bei den meisten Stand- und Koffergeräten die Senderabstimmung kapazitiv mittels Drehkondensatoren ausgeführt war, wurde bei Autoradios häufig eine platzsparende induktive Abstimmung mittels Variometern mit Spindel-

antrieb verwendet, mit der auch die erforderliche mechanische Stabilität erreicht wurde.

Der VEB Elektrotechnik Eisenach, ab Ende der 1960er Jahre auch bekannt für seine UHF-Konverter zur Nachrüstung alter Fernsehgeräte, hatte Autoradios entwickelt und produziert. Tabelle 7 enthält einige Beispiele als Übersicht. Die Typen A321 und A331 wurden in Eisenach entwickelt und danach leicht überarbeitet in Bad Blankenburg produziert. Das in Bad Blankenburg als Lizenz von Blaupunkt hergestellte Autoradio „Greifenstein ACR20“ fand im Jahr 1989 trotz des hohen Preises noch guten Absatz.

ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik

Typ	Jahr Hersteller	Frequenzen Kassette	ICs/ Trans.	Abstimmung	Ausgangs- leistung	Preis
A200	1978 Eisenach	UKW, K, M, L -	0 / 23	Kapazitätsdioden, manuell u. Suchlauf	4 W	1100,- M
A130 IS *	1980 Eisenach	UKW, K, M, L -	8 / 1	Variometer	4 W	580,- M
A320 Stereo	1981 Eisenach	UKW, M, Kassette	6 / 21	Kapaz.-Dioden (FM) Variometer (AM)	2 x 2 W	1200,- M
A150 micros	1985 Eisenach	UKW, K, M -	5 / 8	Kapazitätsdioden	4 W	570,- M
A151 micros	1985 Eisenach	K, M -	3 / 4	Kapazitätsdioden	4 W	?
A321 Stereo	1987 Blankenb.	UKW, M, Kassette	6 / 21	Kapaz.-Dioden (FM) Variometer (AM)	2 x 4 W	1200,- M
A331 Stereo	1987 Blankenburg	UKW, M -	6 / 18	Kapaz.-Dioden (FM) Variometer (AM)	2 x 4 W	775,- M
ACR 20 **	1989 Blankenburg	UKW, M Kassette	8 / 18	Kapazitätsdioden	4 x 5 W	1990,- M

* Weiterentwicklung von A130, Stern-Radio Berlin

** Lizenz Blaupunkt

Tabelle 7: Beispiele einiger in Thüringen hergestellter Autoradios



Autoradio „ACR 20 Greifenstein“ (Foto: Wolfgang Eckardt)

Zwei wichtige Zulieferer

Zeitlich nacheinander hatten beide Hersteller eine wichtige Zuliefer-Aufgabe zu erfüllen. Der VEB Antennenwerke Bad Blankenburg stellte von 1962 bis 1972 neben dem Antennensortiment UKW-Baugruppen her. Anfänglich wurde der VEB Stern-Radio Sonneberg beliefert, später auch andere Hersteller. Mit der Umstellung auf Transistorradios in Sonneberg im Jahr 1968 waren natürlich auch die UKW-Baugruppen transistorisiert. Ab 1972 übernahm der VEB Elektrotechnik Eisenach diese wichtigen, in großen Stückzahlen hergestellten Produkte. Die einzelnen, auch als „Tuner“ bezeichneten UKW-Baugruppen (nicht zu verwechseln mit den



Tuner Typ 2 Si/2 mit drei Silizium-Transistoren SF 235 und Dreifachdrehkondensator, VEB Elektrotechnik Eisenach; verwendet u. a. in Minikomponenten-Anlage S3000

Empfangsteilen von Stereo-Anlagen) hatten jeweils mehrere Jahre Bestand und wurden in mehreren Modellen unterschiedlicher Hersteller verwendet. Allgemeine Praxis war, dass die Tuner mit selbstschwingender Mischstufe und nur zwei Transistoren in einfachen Radiogeräten eingesetzt wurden. Für anspruchsvollere Empfänger kamen die Tuner mit eigenständigem Oszillator und gegebenenfalls Feldeffekttransistoren in der UKW-Vorstufe und Kapazitätsdiode-Abstimmung infrage.

Quellen:

- [14] Radio Fernsehen Elektronik, Heft 9/1972, Seite 303
- [15] Günther Rothe: Radio-Kassettenrecorder anett, Radio Fernsehen Elektronik, Heft 17/1974, Seite 559
- [16] Bernhard Hein (Hrsg.): Die Geschichte der Rundfunkindustrie der DDR, Band 2, Funkverlag Bernhard Hein, 2005

Bildrechte:

Wenn nicht anders angegeben, liegen die Bildrechte beim Autor.

Entwicklung der Netze der Elektroenergieversorgung in Thüringen und ihr Anschluss an die Hoch- und Höchstspannungssysteme (also 110 kV bzw. 220/380 kV)

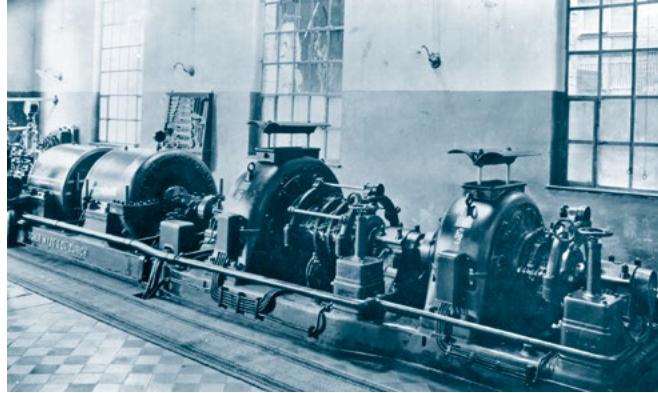
Hans Rauchhaus, Erfurt

Die Pioniere der Stromerzeugung und -nutzung im heutigen Thüringen waren etwa 10 Jahre vor den ersten öffentlichen, städtischen Elektrizitätswerken ausschließlich Fabrikanten oder Mühlenbetreiber. Sie nutzten den modernen Energieträger Strom zunächst nur für eigene Beleuchtungszwecke. Ende 1877 brannte so in Gera, in der Färberei von Louis Hirsch, erstmals in thüringischen Landen überhaupt elektrisches Licht in seinem neuen Fabriksaal. Am 24. März 1882 leuchtete in der Firma Christian Zimmermann & Sohn in Apolda eine elektrische Lampe auf dem Fabrikhof. 1884 beleuchtete Paul Fahr seine Fabrik in der Ostheimer Mühle am Wilden Graben in Gotha. Er nutzte dabei zur Stromerzeugung sowohl die Wasserkraft als auch eine Dampfmaschine. Im gleichen Jahr installierte Fabrikant Richard Krahner in seinem Lederwerk in Neustadt/Orla eine elektrische Beleuchtung, was dann auch die erste elektrische Beleuchtungsanlage des Kreises war. Diese Anlagen gehörten damit deutschlandweit zum illustren Kreis der Strompioniere. Erst ab 1885 versorgte die Blockstation der Deutschen Edison Gesellschaft (später AEG) in der Mauerstraße in Berlin um das Erzeugerwerk herum Stromabnehmer u. a. mit dem Stadt-schloss in einem engen Radius. Im Landkreis Sonnenberg war es das Holzwarenwerk von J. M. Krannich in

Mellenbach-Glasbach 1888/89, was die erste elektrische Gleichstrom-Anlage für den Eigenbedarf in Betrieb nahm. Erst 1906 begann dann dieses private E-Werk nach der Wechselstromumstellung mit der Stromlieferung in umliegende Ortschaften.

Mit der Gründung der ersten Elektrizitätswerke zwischen etwa 1890 und 1900 wurden Einzelleitungen zu weiteren Verbrauchern im Umkreis der Erzeugungsstätten von max. 500 – 1.000 Metern zunächst als Gleichspannungsanlagen errichtet. Als erste öffentliche Beleuchtungsanlage im heutigen Thüringen kann die elektrische Beleuchtung von wenigen Straßen, Plätzen und Gebäuden im Umfeld von Rathaus und Fischmarkt in Erfurt bezeichnet werden. Der Strom wurde hierfür mit einem 20-PS-Gasmotor erzeugt. Das erste große thüringische Kraftwerk nahm dann am 1. Januar 1892 in Gera seinen Betrieb auf. Drei Dampfmaschinen mit je 150 PS erzeugten Gleichstrom für die elektrische Straßenbeleuchtung und die erste elektrische Straßenbahn im thüringischen Raum. Im gleichen Jahr folgte die Inbetriebnahme von Elektrizitätswerken für die öffentliche Stromversorgung in Weimar und Eisenach. Die elektrische Versorgung der anderen großen Städte in Thüringen fand daraufhin Schritt für Schritt statt. Immer wieder geschah das im Zusammenhang mit der Inbetriebsetzung von Straßenbahnen. So versorgte auch das 1901 in Betrieb genommene Kraftwerk Erfurt (die Centrale in der heutigen Iderhoffstraße, damals Radowitzstraße) die Stadt Erfurt mit Drehstrom bis zur Umfomerstation in der Mühlgasse und von dort mit Gleichstrom zu den Abnehmern. Die erste elektrische Straßenbahnlinie war in der Stadt allerdings unabhängig davon mit eigener Erzeugeranlage in der heutigen Breitscheidstraße bereits 1884 eröffnet worden.

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Die erste Dampfturbine Thüringens von Escher Wyss & Cie, Zürich (400 kW) in Mühlhausen

1902 lieferte das Elektrizitätswerk Max Lange/Gispersleben zum ersten Mal im heutigen thüringischen Gebiet über 3-kV-Wechselstrom-Leitungen Strom an die ersten acht Gemeinden nördlich von Erfurt und bildete damit ein Überlandwerk (ÜLW). 1904 erzeugte die erste Dampfturbine im heutigen thüringischen Raum in Mühlhausen Strom für die Stadt und das Umland.

Die Leitungen entwickelten sich durch Maschen- und Ringausbau zu Netzen, wobei sich die Drehstromnutzung bis etwa zum Jahr 1920 als zukunftsträchtiger durchsetzte. Hierfür waren die geringeren Übertragungsverluste durch höhere Betriebsspannungen und die anfangs überlegene, einfache Handhabbarkeit von Drehstrommotoren ausschlaggebend. Allerdings wurden auch nach 1920 noch einzelne Gleichstromwerke in Thüringen aufgebaut (bspw. Triptis im Jahr 1925).

Am 31. Dezember 1919 beschloss die verfassunggebende Deutsche Nationalversammlung zum Zweck einer besseren Versorgung des gesamten Reichsgebietes mit Elektrizität das „Gesetz, betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft“ (Sozialisierungsgesetz). Im § 1 dieses Gesetzes heißt es: „Das Reichsgebiet ist bis spätestens 1. Oktober 1921 zum Zwecke der Elektrizitätsbewirtschaftung in Bezirke einzuteilen, die sich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten gliedern. Für diese Bezirke sind unter Führung des Reiches Körperschaften oder Gesellschaften zu bilden, in denen jedenfalls die der Erzeugung und Fortleitung elektrischer Arbeit dienenden Anlagen zusammenzuschließen sind, mit

Reichs-Gesetzblatt
Jahrgang 1920
Nr. 5

Inhalt: Gesetz, betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft. S. 19. — Bekanntmachung zur Auflösung der Ausführungsbestimmungen zur Verordnung über den Verkehr mit Seile, Seilzügen, Pulsen und anderen festhalstigen Wochsmitteln vom 21. Juni 1917. S. 27. — Bekanntmachung über die Heftung von Nachrichten für den Großhandel mit Wild. S. 28. — Verordnung über die Auflösung der Beschlagnahmen von Weißblech. S. 29.

(Nr. 7230) Gesetz, betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft. Vom 31. Dezember 1919.

Die verfassunggebende Deutsche Nationalversammlung hat zum Zwecke einer besseren Versorgung des gesamten Reichsgebietes mit Elektrizität das folgende Gesetz beschlossen, das mit Zustimmung des Reichsrats hiermit verkündet wird:

§ 1

Das Reichsgebiet ist bis spätestens 1. Oktober 1921 zum Zwecke der Elektrizitätsbewirtschaftung in Bezirke einzuteilen, die sich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten gliedern.

Für diese Bezirke sind unter Führung des Reiches Körperschaften oder Gesellschaften zu bilden, in denen jedenfalls die der Erzeugung und Fortleitung elektrischer Arbeit dienenden Anlagen zusammenzuschließen sind, mit Ausnahme derjenigen Unternehmungen, die die von ihnen erzeugte elektrische Arbeit ausschließlich oder ganz überwiegend für eigene Betriebe verbrauchen.

Das Nächste bestimmt ein bis zum 1. April 1921 einbringendes Gesetz zur Regelung der Elektrizitätswirtschaft, soweit sie nicht bereits in diesem Gesetz erfolgt ist.

§ 2

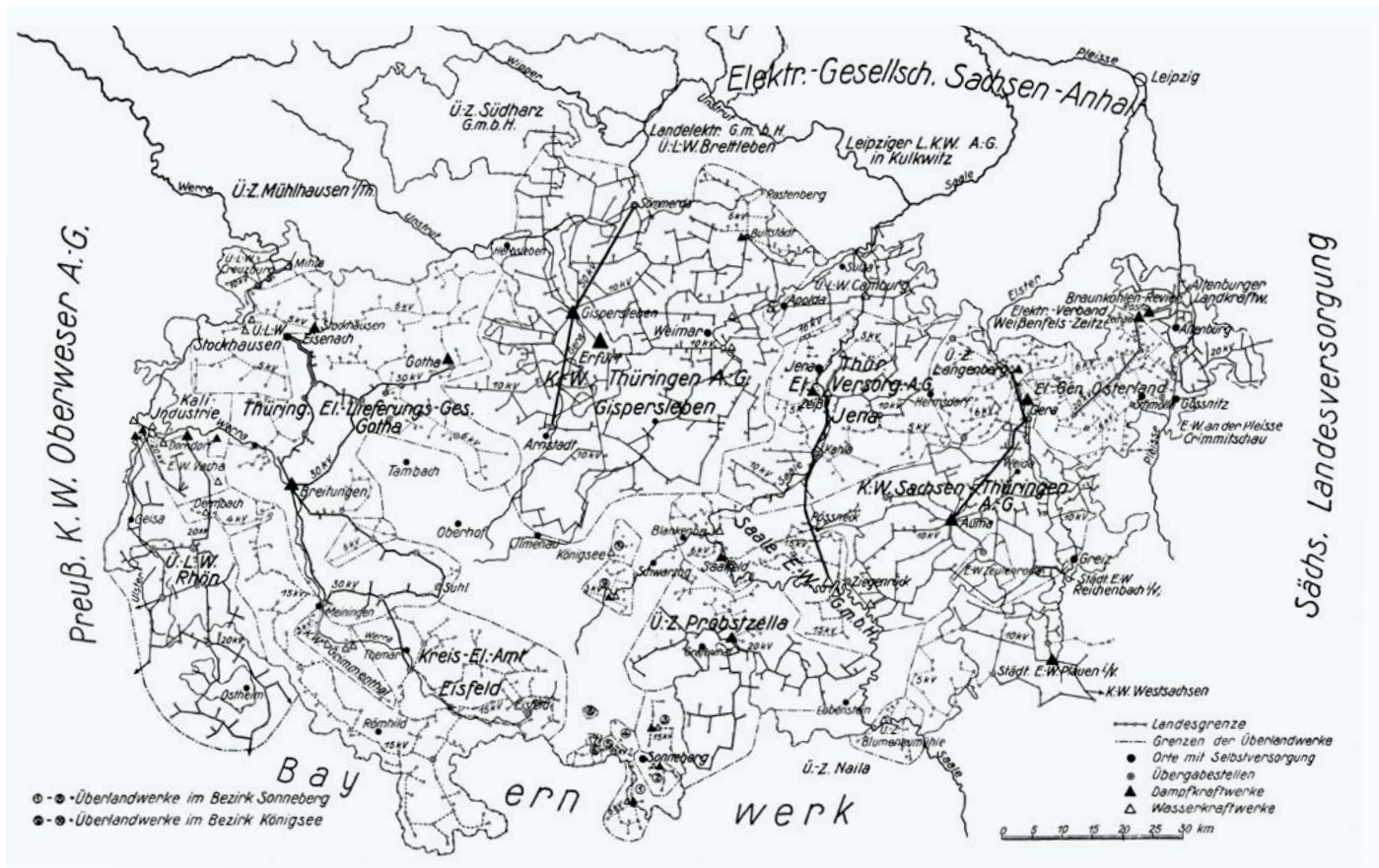
Das Reich ist befugt,

1. das Eigentum oder das Recht der Ausnutzung von Anlagen, welche zur Fortleitung von elektrischer Arbeit in einer Spannung von 50 000 Volt und mehr bestimmt sind und zur Verbindung mehrerer Kraftwerke dienen,
2. das Eigentum oder das Recht der Ausnutzung von Anlagen zur Erzeugung elektrischer Arbeit (Elektrizitätswerke) mit einer installierten Maschineneistung von 5 000 Kilowatt und mehr, welche im Eigentum privater Unternehmer stehen und nicht ganz überwiegend zur Erzeugung elektrischer Arbeit für eigene Betriebe dienen,

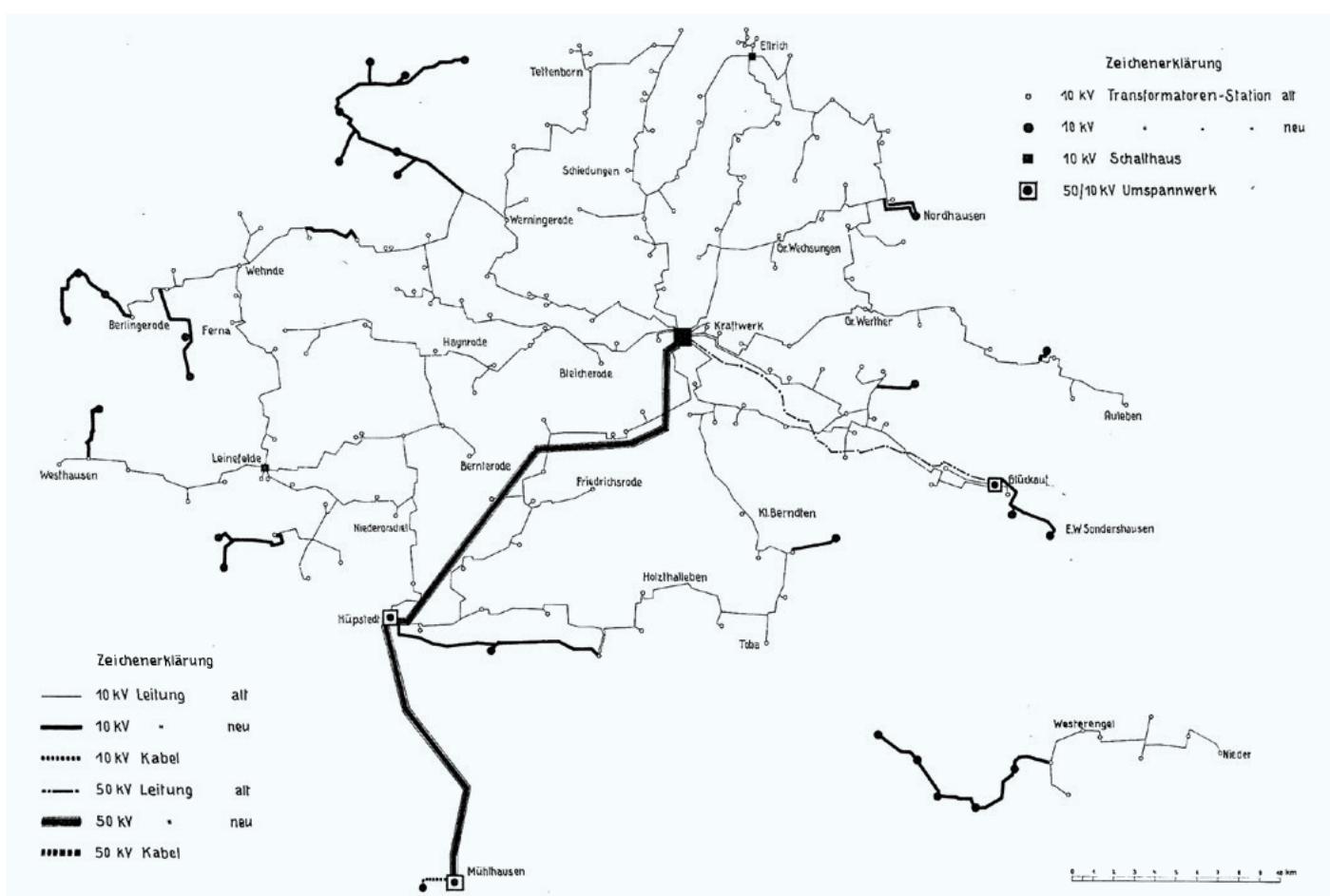
Reichsgesetzblatt 1920.
Ausgegeben zu Berlin den 12. Januar 1920.
(Vierzehnter Tag nach Ablauf des Aufgabettags: 26. Januar 1920)

Seite 5 des Reichsgesetzblattes, Jg. 1920, Nr. 5

Ausnahme derjenigen Unternehmungen, die die von ihnen erzeugte elektrische Arbeit ausschließlich oder ganz überwiegend für eigene Betriebe verbrauchen.“ [1] Das Sozialisierungsgesetz wurde in der Weimarer Republik im Sinne des Gesetzgebers nie wirklich umgesetzt. Baden, Bayern und Sachsen beeilten sich, durch Gründung eigener Landesgesellschaften zur Stromversorgung vollendete Tatsachen in ihrem Sinne zu schaffen. 1923 folgte dann auch Thüringen mit der Gründung des Thüringenwerkes. Sollte mit dem Sozialisierungsgesetz die Energiewirtschaft als wichtiger Wirtschaftszweig eigentlich der Regie des Staates (des Deutschen Reiches) unterstellt werden, stärkte es mit dem politischen Umschwung ab Mitte 1920 jedoch vor allem die Position der Länder. Das Gesetz galt aber de jure bis zu seiner Ablösung durch das Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) von 1935.



Stromversorgung Thüringens vor Gründung des Thüringenwerkes, 1922



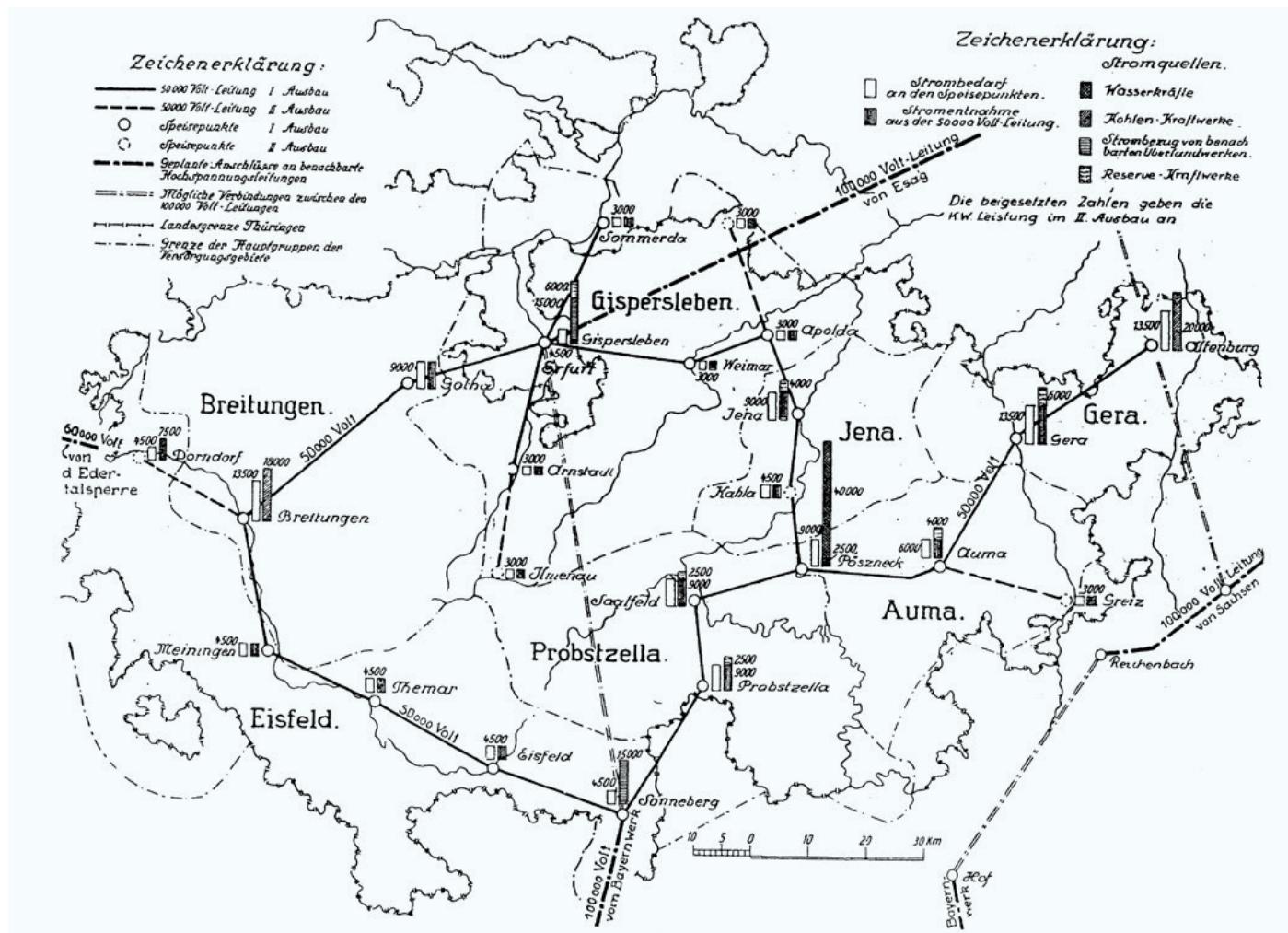
Das Netz im nördlichen Teil des Regierungsbezirks Erfurt der Provinz Sachsen (Stand 1922) war nicht mit den Netzen der thüringischen Länder verbunden. Allerdings spielten die Landesgrenzen bei der Ausdehnung der Netze einzelner ÜLW kaum eine Rolle. Große Teile des nördlichen Netzes gehörten bis 1950 zur Energieversorgung Sachsen-Anhalt AG, Halle (ESAG) bzw. zum Energiebezirk West; kamen dann zum Energiebezirk Süd (das Kraftwerk Bleicherode blieb bis 1952 beim Energiebezirk West).

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik

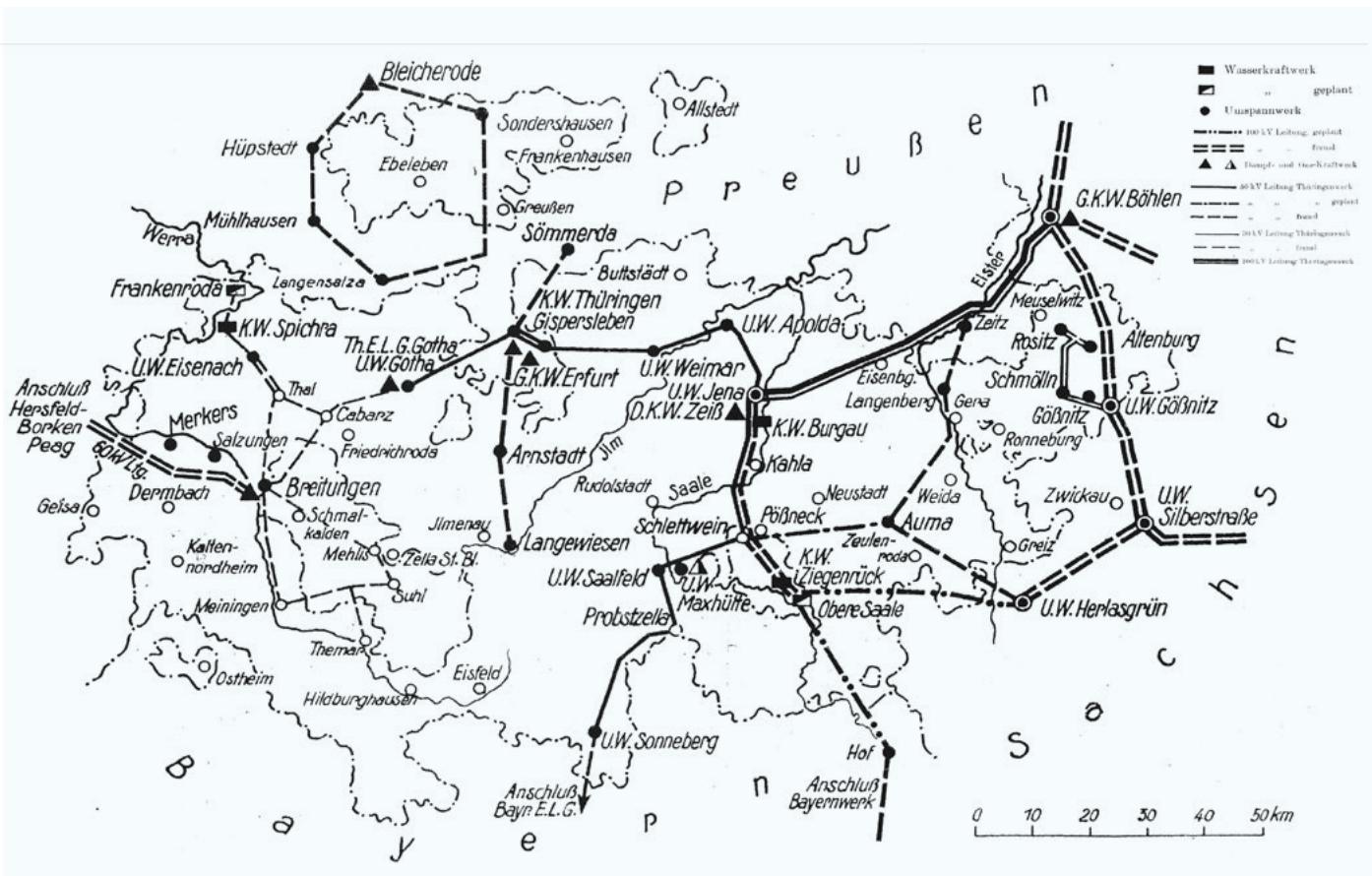
Mit diesem (das in den westlichen Bundesländern bis 1998 gültig war) wurden sogar die zwischenzeitlichen Demarkationsabsprachen für die Gebietsmonopole zwischen und innerhalb der Länder noch zementiert.

Die 1917 in das Eigentum des Deutschen Reiches übernommene Elektrowerke A.G. (EWAG), zeitweise auch Reichs-Elektrowerke A.G. genannt, entsprach dem Gedanken des Gesetzes. Sie versorgte u.a. ab 1919 Berlin ausgehend vom Kraftwerk Golpa-Zschorneowitz und später auch vom Kraftwerk Vockerode an der Elbe. Ab 1943 wurde zusätzlich vom Kraftwerk Vockerode nach Berlin das erste Gleichstrom-Kabel verlegt, das aber aufgrund der Kriegsereignisse nie in Betrieb ging.

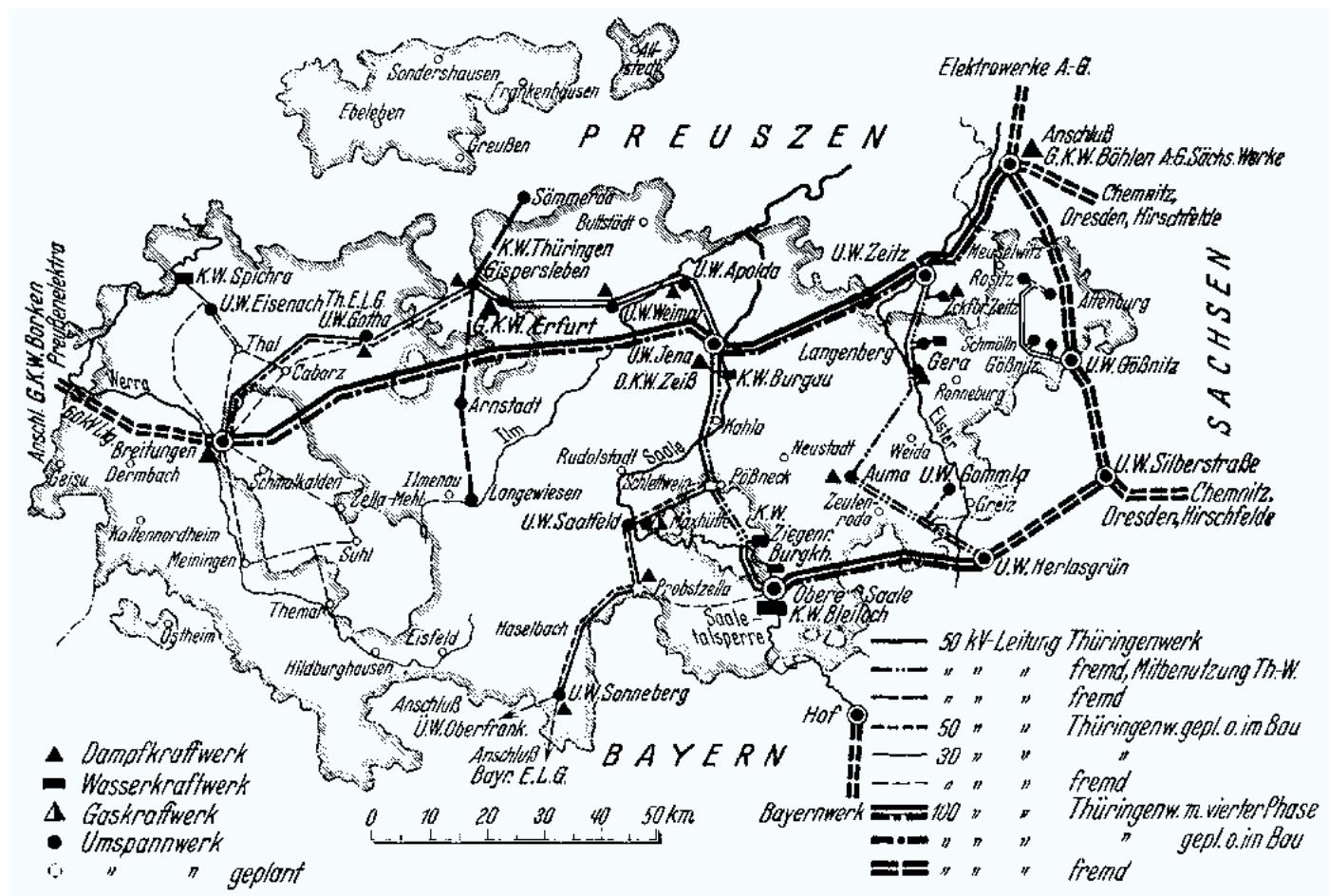
Das Ingenieur-Büro von Oskar von Miller (München) erarbeitete zwischen 1921 und 1923 ein Gutachten zur Vereinheitlichung der Elektrizitätswirtschaft Thüringens, allerdings ohne Einbeziehung der Erzeugung und des Strombedarfs der heutigen thüringischen Gebiete in der preußischen Provinz Sachsen. Erste Ergebnisse wurden am 25. November 1922 mit dem „Projekt einer Landes-Elektrizitätsversorgung für Thüringen im Anschluss an den Ausbau der Saale-Wasserkräfte, der Ulster- und Werra-Kräfte und der staatlichen Braunkohlenlager“ vorgelegt. Unter Beachtung der wichtigsten Konsummittelpunkte wurden sieben Hauptversorgungsgebiete vorgeschlagen.



Projektvorschlag der sieben Hauptversorgungsgebiete, 1922



Die Landeselektrizitätsversorgung Thüringens im Jahr 1929 (1926 war der vom Thüringenwerk unabhängige 50-kV-Leitungsring im Norden des heutigen Thüringen fertiggestellt.)

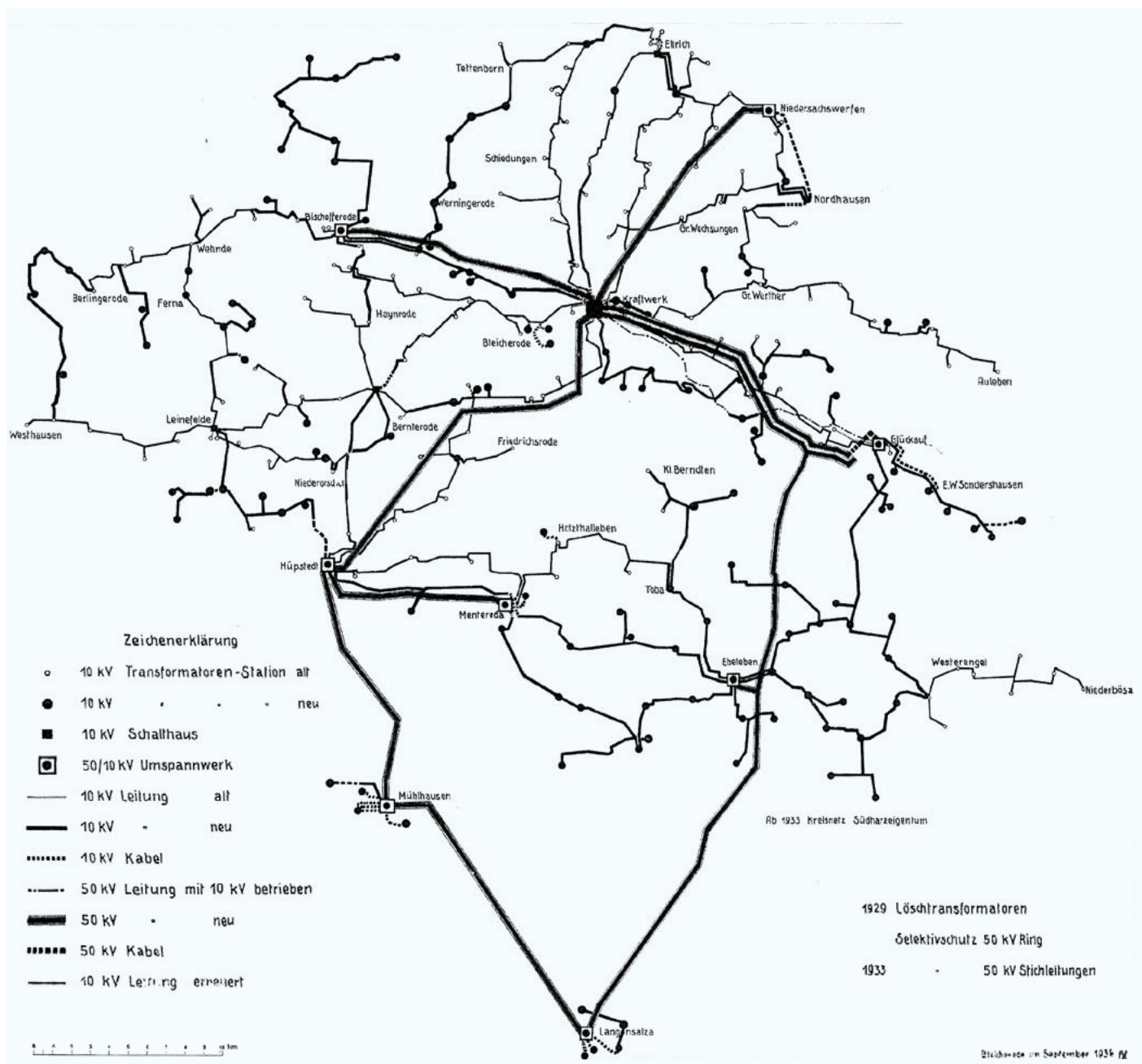


Netzplan des Thüringenwerkes, 1935

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik

Für das Zusammenwirken der einzelnen Stromgebiete wurde als übergeordnetes Organ das „Thüringenwerk“ mit einer aufzubauenden 50-kV-Landes-sammelschiene als Ringleitung geplant. Diese sollte die großen Kraftwerke im Land und die Bedarfs-schwerpunkte miteinander verbinden. Das Thürin-

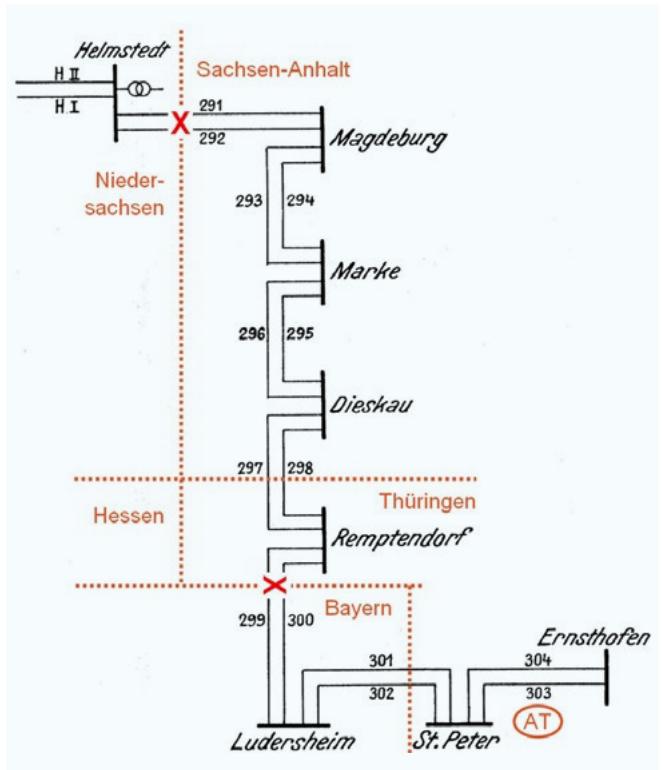
genwerk sollte zudem den Strombezug von außerhalb Thüringens koordinieren. [2] In der projektierten Form wurde der Ring aber nicht realisiert. Die 50-kV-Spannungsebene wurde als Hochspannungsebene für viele Jahre in Thüringen vorherrschend.



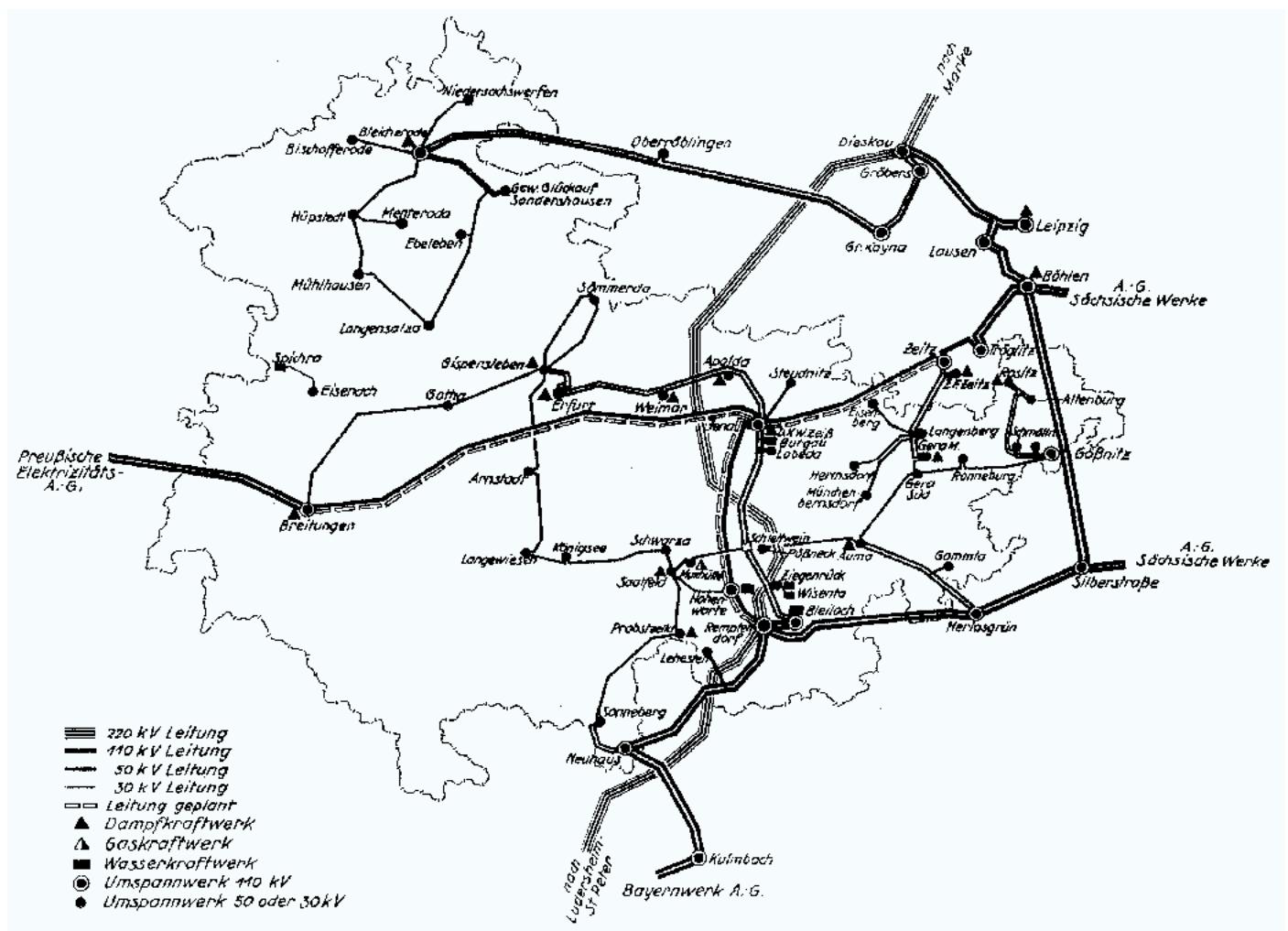
Das Mittel- und Hochspannungsnetz in Nordthüringen, 1936

Das nordthüringische Netz (bis 1945 in der preußischen Provinz Sachsen gelegen) wurde ab 1930 vom Großkraftwerk Großkayna (Sachsen-Anhalt) mit 100 kV gespeist. Das 110/50/10-kV-Umspannwerk des Kraftwerkes Bleicherode übernahm dabei eine zentrale Rolle. Das Drehstrom-Kraftwerk Bleicherode selbst wurde nach der Übernahme durch die ESAG ab 1930 bis in die Jahre des zweiten Weltkrieges hinein nur noch als Spitzenlast- und Reservekraftwerk genutzt. Nach Beendigung des Weltkrieges bekam es allerdings zur Versorgung des nordthüringischen Raumes wieder eine enorme Bedeutung und war im Dauereinsatz.

Im Oktober 1939 schlug die EWAG in einer Denkschrift vor, in Deutschland ein reichseigenes 220-kV-Hochspannungs-Freileitungsnetz zu errichten. In den Jahren danach wurde diese 220-kV-Reichssammelschiene aufgebaut. Sie verlief auch über Thüringen, bspw. mit der Leitung Dieskau-Remptendorf-Ludersheim (bei Nürnberg) bis zur österreichischen Grenze nach St. Peter bei Braunau am Inn und Ernstshofen bei Steyr.



Schema der 220-kV-Reichssammelschiene (Stand 1941) mit Trennstellen von 1954

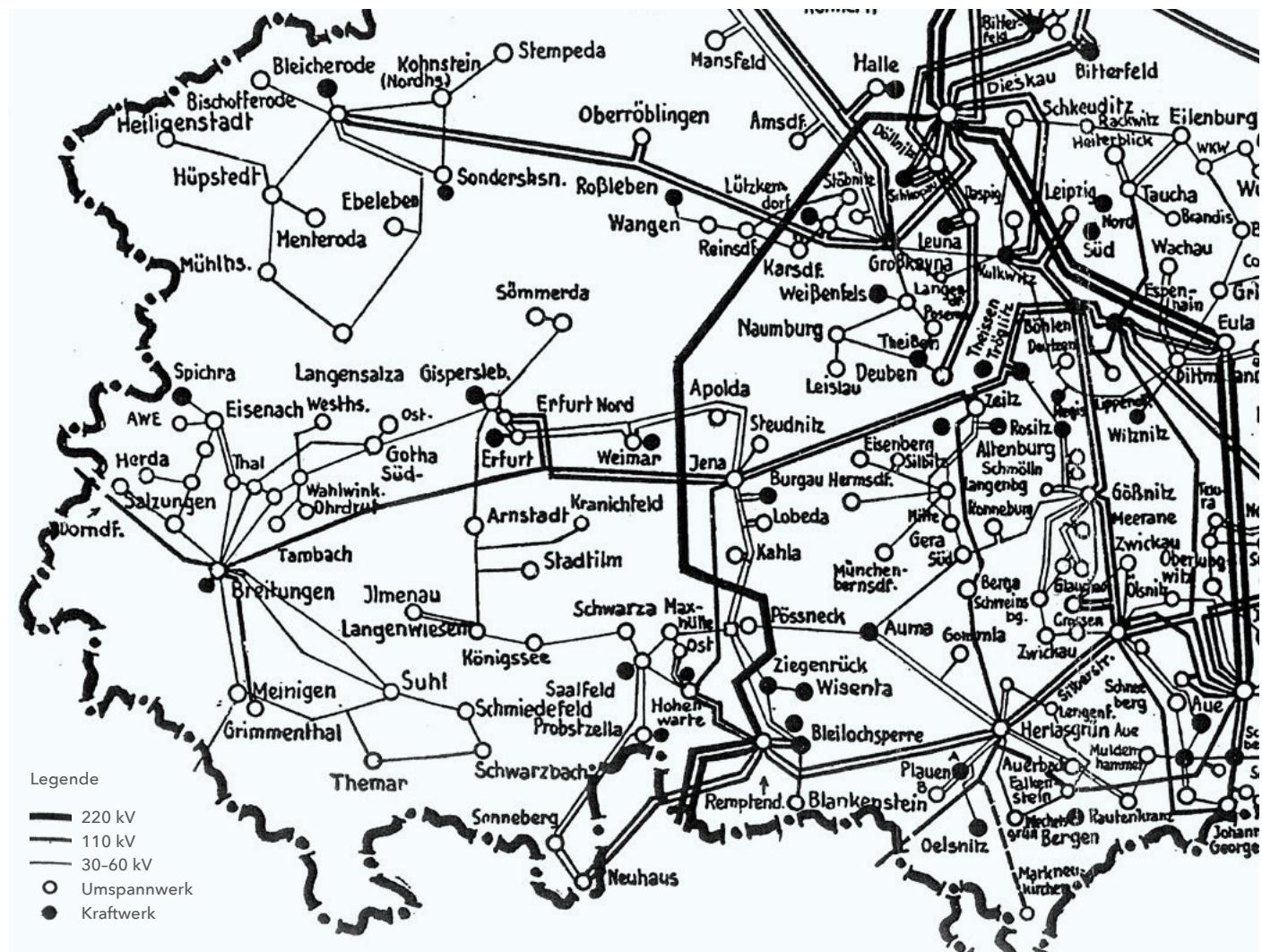


Hochspannungsnetz des Thüringenwerks und das davon unabhängige Hochspannungsnetz Nordthüringens mit der Einspeisung aus dem Großkraftwerk Großkayna, Anfang 1946

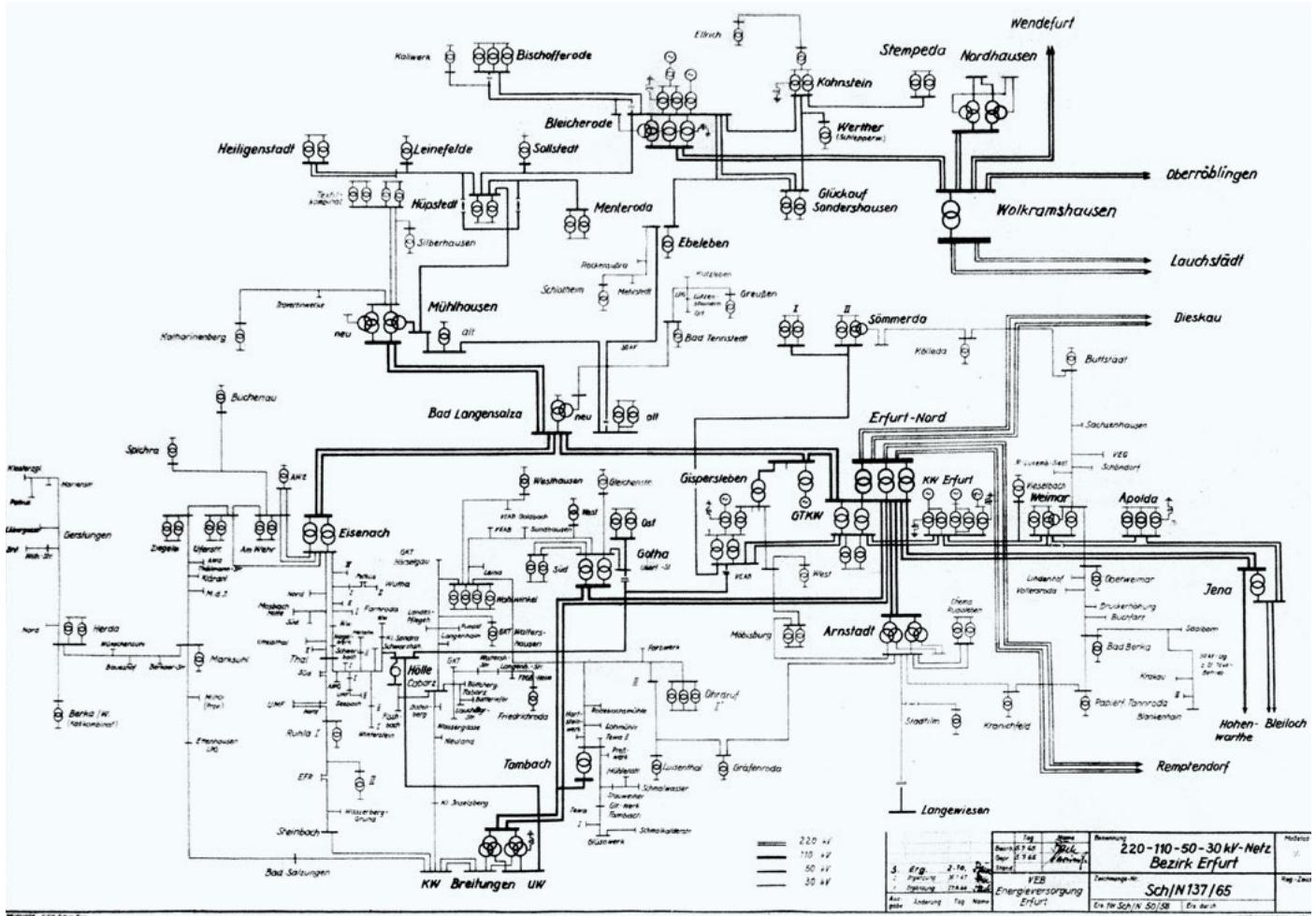
ON. LINE

Die Umwandlung der Wirtschaft in der sowjetischen Besatzungszone (SBZ) nach 1945 in eine Planwirtschaft wirkte sich selbstredend auch unmittelbar auf die Energiewirtschaft aus. Zusätzlich mussten die verstaatlichten Energieversorger, in Thüringen war zu deren Eingliederung 1948 der VVB (Z) Energiebezirk Süd mit Sitz in Weimar gebildet worden, mit der

Demontage von Energieerzeugungs- und -verteilungsanlagen als Reparationsleistungen an die Sowjetunion zurechtkommen. Zwischen Helmstedt-Magdeburg und Remptendorf wurde bspw. ein Stromkreis der 220-kV-Leitung wie auch Teile des Umspannwerkes (UW) Remptendorf als Reparationsleistung demontiert.



Netzplan für den thüringischen Bereich als Ausschnitt des DDR-Netzes (Verbundnetz Elt), 1959



Netzschema des 220-110-50-30-kV-Netzes für den Bezirk Erfurt, 1965 (Die 10-kV-Leitungen in den „Westen“ wie bspw. die Leitung Wolramshausen-Neuhof sind hier nicht dargestellt.)

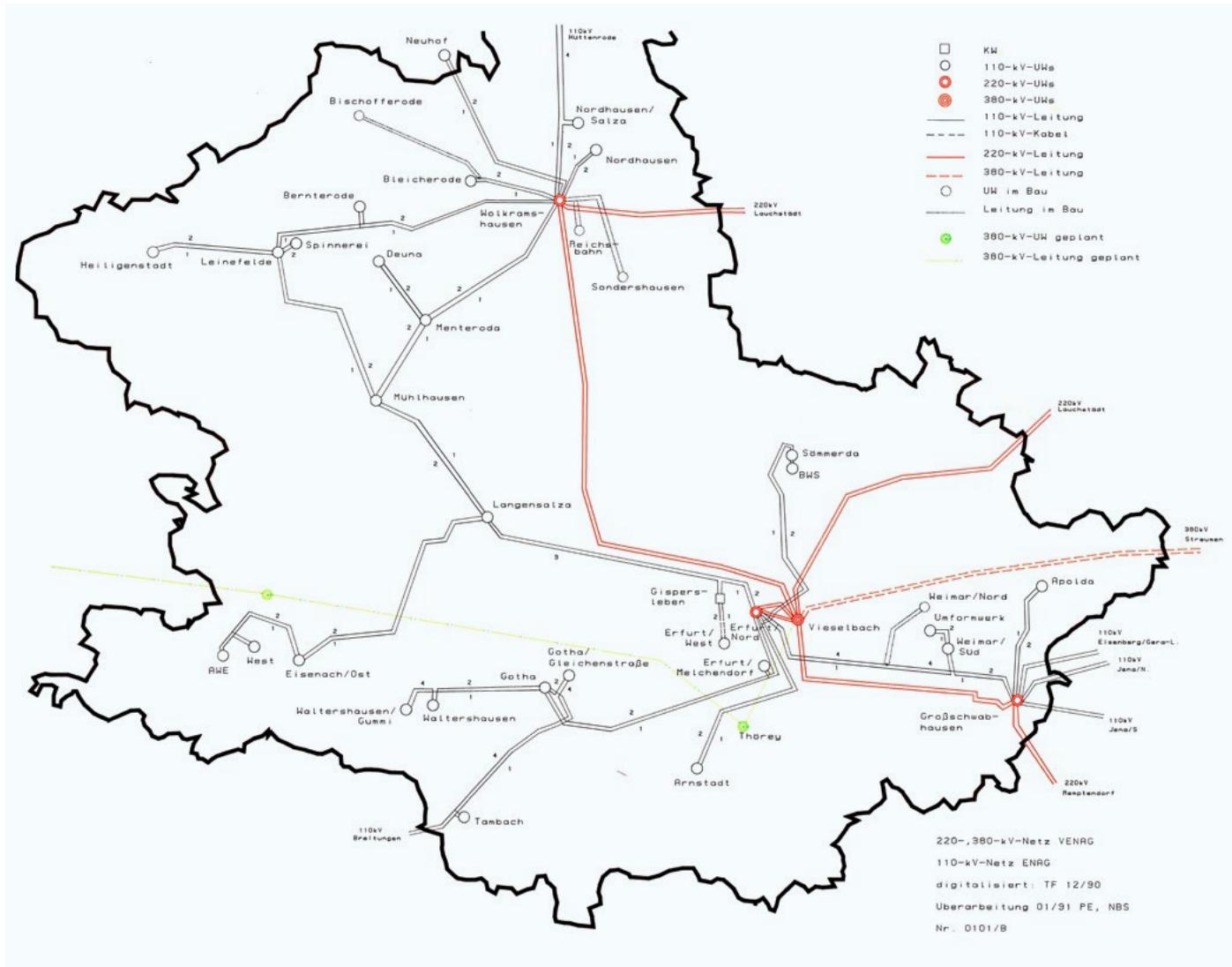
1961 erfolgte die Trennung der 220-kV-Leitungen zum Netz der Bundesrepublik. Für Thüringen wurde das im UW Rempendorf und im UW Breitungen vorgenommen. Die Mittelspannungsleitungen im nördlichen Netz wie Klettenberg-Bad Sachsa, Katharinenberg-Wanfried oder Göttingen-Grone-Heiligenstadt wie auch Leitungen in Südtüringen und der Rhön wurden ebenfalls auf DDR-Seite getrennt. Es blieben allerdings auch einige Mittelspannungsverbindungen DDR-BRD in Thüringen erhalten. Die 10-kV-Leitung Wolframshausen-Neuhof (Bad Sachsa) wurde etwa 1988 sogar auf 110 kV erweitert. Dabei musste allerdings eine Anpassung der Netzfrequenzen DDR/BRD durch einen rotierenden 6-MVA-Frequenzumformer in Neuhof erfolgen. Im Gegensatz zum westeuropäischen Verbundnetz, wo die Netzfrequenz normgerecht 50 Hz beträgt, wurde

das osteuropäische Verbundnetz sehr häufig mit Unterfrequenz betrieben (das durchschnittliche Minimum der DDR-Frequenz betrug etwa 49,5 Hz). Die Ursache dafür lag in der nicht ausreichenden Regelfähigkeit des Systems.

Im Jahr 1970 wurden im Zusammenhang einer DDR-weiten Strukturänderung der Energiewirtschaft die 110-kV-Netze (mit dem zugehörigen Betriebspersonal) aus dem Verbundnetz Elt in die sechs neu gegründeten Energiekombinate Süd (EK Süd), West, Mitte, Ost, Nord und Bezirk Karl-Marx-Stadt (letzteres aufgrund persönlicher Differenzen von Kombinatsdirektoren) ausgegliedert. Das EK Süd entstand dabei aus der Zusammenfassung der Energieversorgungen Erfurt, Gera (Sitz Jena) und Suhl (Sitz Meiningen).

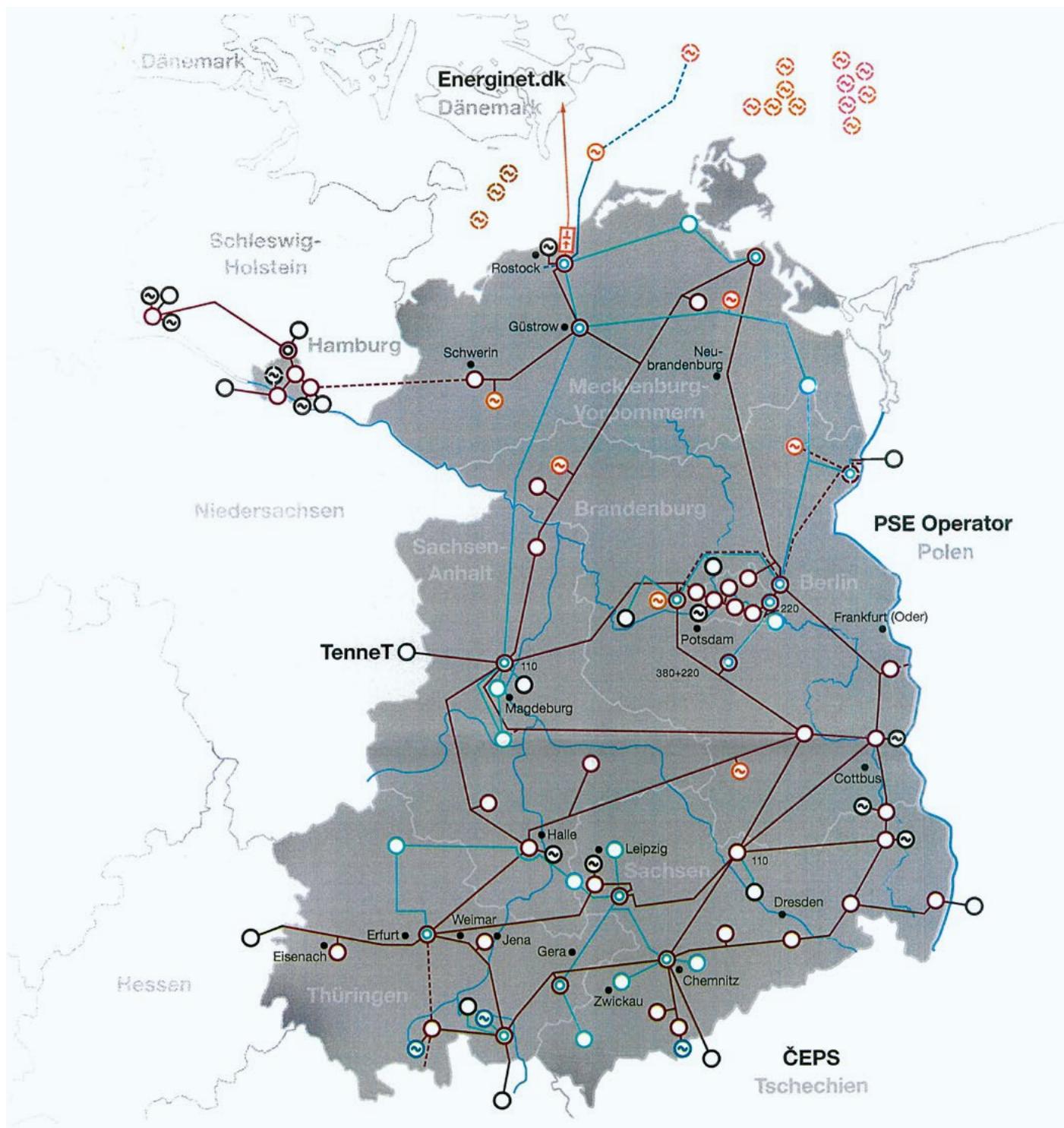
ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Netzplan der thüringischen Energieversorger ENAG, OTEV und SEAG, 1991

Die elektrische Wiedervereinigung im Jahr 1993 erfolgte auch über zwei 380-kV-Systeme im Raum Thüringen. Der Betrieb für die Verbundnetze mit den Spannungsebenen 220 und 380 kV wurde seit Ende 1990 vom VEAG-Netzbetrieb (Vereinigte Energiewerke AG) vorgenommen (2002 Vattenfall Europe Transmission GmbH, ab 2010 50Hertz Transmission GmbH).



Legende

Schaltanlagen (zum Großteil mit Über-
gängen zu den Verteilnetzbetreibern)

- 220kV
- 380kV
- 380kV in Planung / Bau
- 380/220kV
- andere Unternehmen

Leitung

380kV

Leitung in Planung / Bau

380kV

Leitung

220kV

Betriebsspannung in kV

110

andere Unternehmen 380/220kV

HGÜ/Gleichstromverbindung 400 kV

Netzanschluss Offshore 150 kV

Netzanschluss Offshore in Planung / Bau

Netznutzer:

Unsere Kunden sind regionale Verteilnetzbetreiber und an das Übertragungsnetz angeschlossene Kraftwerke, Pumpspeicherwerke, Windparks und Großindustrie.

Konventionelles Kraftwerk
(Braunkohle-, Steinkohle-, Kern- oder Gasturbinenkraftwerk)

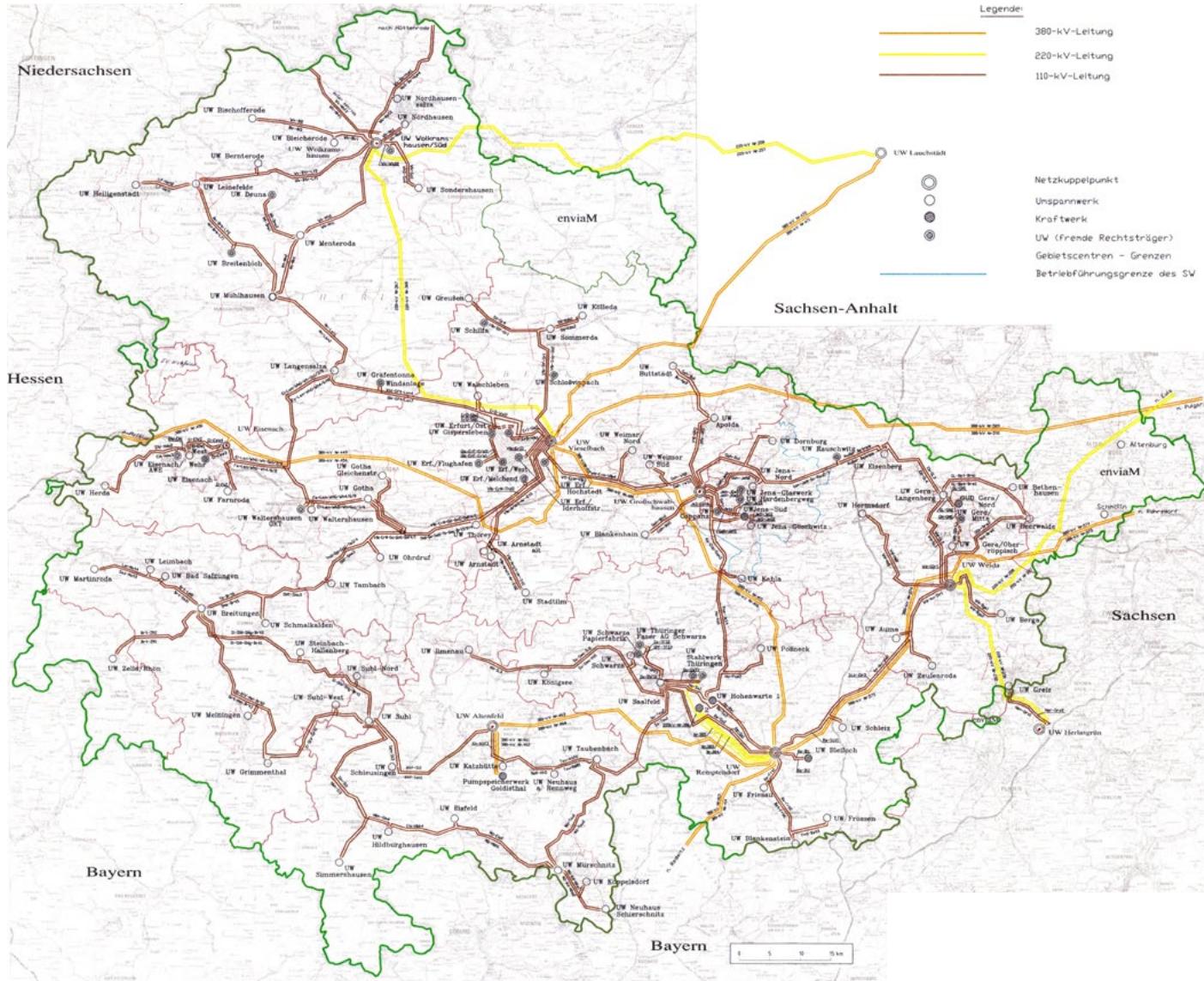
in Bau

Pumpspeicherwerk

Windkraftwerk Onshore/Offshore

in Planung / Bau

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



110-kV-Netz der E.ON Thüringer Energie AG, dem Vorgängerunternehmen der heutigen TEAG Thüringer Energie AG und TEN Energienetze GmbH & Co. KG, im Ausbaustand 2009

Anmerkungen

In Deutschland wurden 110-, 220- und 380-kV-Netze als Doppelsystem-Leitungen gebaut – im Unterschied zu anderen Ländern wie Italien, Russland und Frankreich.

Thüringen erhält – obwohl auch über thüringisches Gebiet vorgesehen – keinen Anschluss an die zurzeit im Bau befindlichen Gleichstromleitungen Südlink und Südostlink.

Bildrechte:

Die Bildrechte liegen beim AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG

Quellen:

- [1] Gesetz, betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft v. 31. Dezember 1919, in Reichsgesetzblatt 1920, Nr. 5, S.19-26, Hist. Archiv des AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG
- [2] Glatz, P.: Das Thüringenwerk (1923-1948) – Für die landesweite Stromversorgung Thüringens, Hrsg. TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt, 1923
- [3] Schossig, W.: 25 Jahre elektrische Wiedervereinigung Deutschlands, 2020/2021
- [4] Radtke, H.: Historie der Elektroenergieübertragung im Osten Deutschlands von 110 kV über 220 kV zur 380 kV, 2020
- [5] Neuhaus, S.; Rauchhaus, H.: Stromlieferungen durch den Eisernen Vorhang, Hrsg. E.ON Thüringer Energie AG, Erfurt, 2. veränd. Aufl. 2007

Der Coburger Elektrowagen von 1888

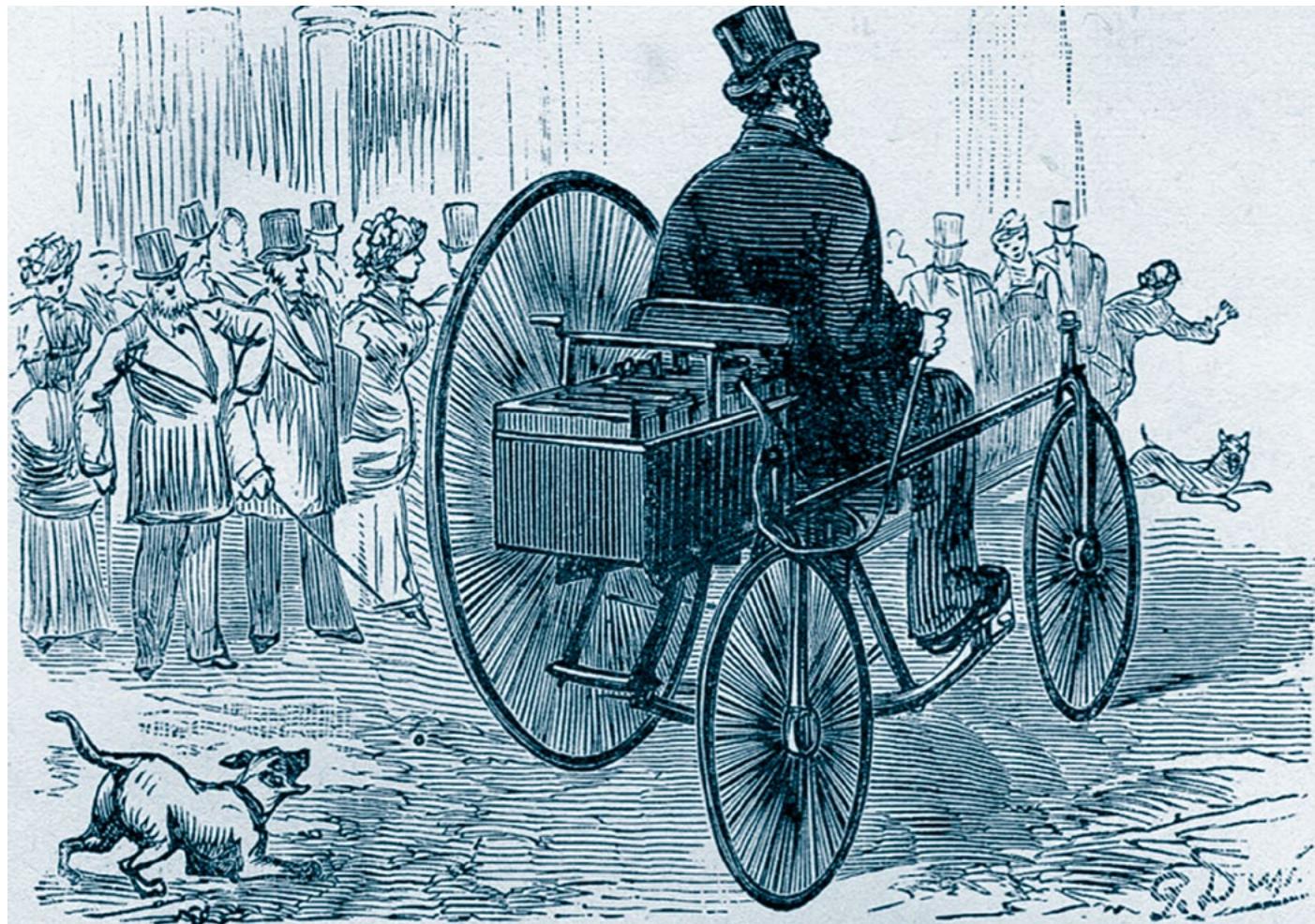
Stephan Hloucal, Erfurt

Es begann mit einem Anruf, den der Autor 2023 aus Coburg erhielt. Für die Rekonstruktion eines historischen Elektromobils werden verschiedene elektrische Komponenten, wie Gleichstrommotor, Batterien, Schalter und Messinstrumente, gesucht. Das Besondere ist: Diese sollten aus der Frühzeit der Elektrizität stammen, also vor dem Jahr 1900. Im August 2023 besuchten dann fünf Herren eines Projektteams das Depot des Thüringer Museums für Elektrotechnik.

Es ging, wie sich nun im Gespräch herausstellte um eine möglichst originalgetreue Rekonstruktion des „Flocken-Wagens“, dem ersten vierrädrigen Automobil mit elektrischem Antrieb in Deutschland. Schon seit geraumer Zeit arbeiteten unter dem Dach der Experimentierplattform MakingCulture e.V. Seniorexperten der Fachhochschule Coburg, Vertreter der Technikerschule Coburg und der Initiative Stadtmuseum Coburg e.V. an diesem anspruchsvollen Projekt. Zur historischen Einordnung sind Informationen aus einschlägigen Quellen im Internet zu finden: 1886 hatte der deutsche Ingenieur Karl Benz



Das Flocken-Team im Depot des Thüringer Museums für Elektrotechnik, 2023 (Foto: Stephan Hloucal)

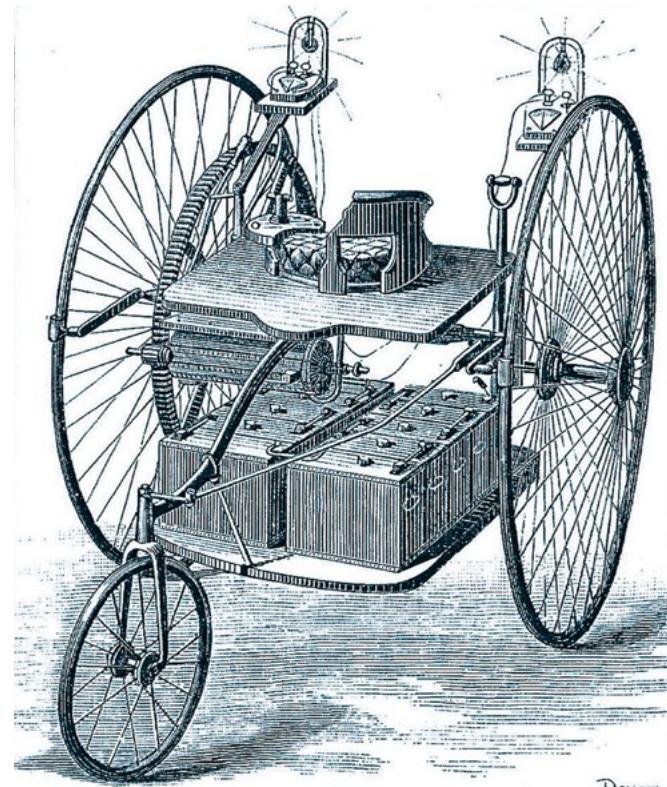


Erstes Elektromobil, Trouvé Tricycle, 1881 (von Jacques CATTELIN - http://academie-de-touraine.com/Tome_25_files/067-092.pdf (Bibliothèque Nationale de France), CC BY-SA 4.0, <https://894commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52267675>)

ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik

seinen Benz Patentmotorwagen Nr. 1, ein dreirädriges Fahrzeug, halb Fahrrad, halb Kutsche, mit einem Einzylinder-Verbrennungsmotor 950 cm³ und 0,68 PS, auf die Straße gebracht. Doch Andreas Flocken, ein Coburger Unternehmer, verfolgte eine andere Idee. Im Jahr 1880 hatte Flocken in Coburg eine Fabrik für landwirtschaftliche Maschinen gegründet. Erfahrungen auf diesem Gebiet hatte er bei der Mannheimer Firma Heinrich Lanz gesammelt. Lanz arbeitete seinerzeit mit dampfbetriebenen Maschinen. Flocken erkannte jedoch die Vorteile der Elektrizität, deren Nutzung damals noch in den Kinderschuhen steckte. 1888 erweiterte Flocken sein Unternehmen um eine Abteilung für elektrische Anlagen. Damit betrat er Neuland, welches er in innovativer Weise zu erschließen bereit war. Andreas Flocken konstruierte Elektromotoren, entwickelte und baute Wasserkraftturbinen mit gekoppelten elektrischen Generatoren. Mehr noch! Er plante bereits um diese Zeit die Elektrifizierung eines Coburger Stadtteils. Doch es soll zunächst um den Elektrowagen gehen, den Andreas Flocken 1888, also zwei Jahre nach dem Benz-Motorwagen, konstruierte. Flocken war nicht der erste, der ein Elektromobil baute. Bereits 1881 hatten der Franzose Gustave Trouvé [1] und 1882 die britischen Professoren Ayrton und Perry [2] elektrisch angetriebene



Poyet

Electric Tricycle, Aryton und Perry, 1882 (Quelle: gemeinfrei)



Andreas Flocken steuert seinen Elektrowagen, 1889 (Quelle: Familie Roth, Karlsruhe)



Andreas Flocken mit seiner Frau im weiterentwickelten Elektrowagen, 1906 (Quelle: Archiv des Deutschen Museums Bild Nr. BN35116)

Versuchsfahrzeuge vorgestellt, wobei das Fahrzeug von Trouvé als das weltweit erste Elektromobil überhaupt gilt. Beide Fahrzeuge waren Dreiräder, ebenso der Benz-Wagen, was die Konstruktion der Lenkung sehr vereinfachte.

Die Idee, den Elektrowagen von Andreas Flocken zu rekonstruieren, stammte von Rupert Appeltshauser, dem Vorsitzenden der Initiative Stadtmuseum Coburg e.V. Fachkundige und technikbegeisterte Mitstreiter konnte Rupert Appeltshauser mit Peter Langendorf, Gerhard Kampe, Axel Lindner, Walter Ehrlicher und Rolf Sander finden. Dem „Flocken-Team“ unter Federführung der Experimentierplattform MakingCulture e.V. wurde schnell klar, das wird ein großes Rad, was da zu drehen ist. Sponsoren müssen gefunden werden, ebenso technische und elektrische Komponenten. Die Quellenlage war äußerst dünn. Von Flockens Gefährt existieren keine Konstruktionsunterlagen. Lediglich drei Photographien und ein Zeitungsartikel standen zur Verfügung. Auf dem ältesten Bild, welches 1889 aufgenommen



Arbeit am digitalen Modell des Flocken-Wagens (Foto: Gerhard Kampe)

wurde, ist Andreas Flocken am Steuerhebel seines Elektrowagens zu sehen. Die Grundkonstruktion einer Pferdekutsche ist deutlich zu erkennen. Die beiden anderen Fotos wurden später aufgenommen und zeigen, dass er sein Fahrzeug weiterentwickelt hatte. Das letzte Foto aus dem Jahr 1906 zeigt sogar ein neues Fahrzeug, eine Ganzmetallkonstruktion,

ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Belegschaft der Werkstatt von Andreas Flocken, 1899 (Quelle: Sammlung M. Vogel)

mit Gummibereifung und Kutschenschutzblechen, die aus gutem Grunde als Kotflügel bezeichnet werden.

Alte Fotos, vor allem die, die mit großformatigen Plattenkameras aufgenommen wurden, besitzen in der Regel eine sehr hohe Auflösung, sodass das Flocken-Team mit digitalen Kopien die bautechnische Konstruktion des Fahrzeugs recht gut nachempfinden konnte. Historische und technische Recherchen führten dann zu einer relativ verlässlichen Grundlage für eine nahezu originalgetreue Rekonstruktion, obwohl manch wichtiges Detail auf den oben genannten Bildern im Verborgenen blieb. Ein Bild mit der Rückansicht des Fahrzeugs gibt es nicht,

welches Motor und Getriebe gezeigt hätte. Zunächst wurde eine digitale Rekonstruktion benötigt. Hier half die Hochschule Coburg mit moderner Computertechnik, mussten doch wichtige Kennwerte, wie Spurbreite, Raddurchmesser etc. ermittelt und anhand eines dreidimensionalen Computermodells sodann mit Fachleuten verifiziert werden. Mit den so entstandenen Daten konnte eine ziemlich große Übereinstimmung mit dem Original erreicht werden.

Das Konstruktionsteam erwarb nun in Leipzig eine historische Kutsche, mit der konstruktive Details und der Abgleich der Proportionen im Maßstab 1:1 ermittelt wurden. Im Ergebnis historischer Recherchen konnte herausgefunden werden, dass seinerzeit der

Coburger Kutschenbauer Ernst Blümlein Flocken bei der Grundkonstruktion unterstützt haben müsste. Flocken wird sich daher auf Grundrahmen, Antriebsseinheit, Batteriekasten, elektrische Steuerung und Beleuchtung sowie die Achsschenkellenkung konzentriert haben.

Was Flocken in seiner Werkstatt trieb, blieb natürlich nicht verborgen, denn im September 1888 berichtete die Coburger Zeitung: „In der Werkstatt für landwirtschaftliche Maschinen des Herrn Flocken hier steht eine ‚Dampf-Chaise‘ in Arbeit ...“. Etwas anderes als „Dampf“ überstieg damals wohl die Vorstellungskraft des Zeitungsredakteurs. Ein interessantes Merkmal der Flockenschen Innovation war die gefederte Achsschenkellenkung, deren Betätigung mit geringerem Kraftaufwand verbunden war, als die von Kutschen und Fuhrwerken bekannte Drehschemel-Lenkung. Die damals in der Werkstatt von Andreas Flocken hergestellte elektrische Gleichstrommaschine ist hinsichtlich ihrer Bauart heutzutage sehr selten zu finden. Die Leistung lag wohl im Bereich von 0,5 bis 1,5 kW. Da es damals noch keine Wolfram-Glühlampen gab, kamen mit Sicherheit Kohlefaden-Lampen zum Einsatz, und zwar solche

mit dem kleinen 12 mm Edison-Schraubsockel und einer Betriebsspannung, die der Batteriespannung entsprach, also 24 oder 36 Volt. Und hier konnten wir dem Coburger Forscherteam tatsächlich helfen. Aus unserer Sammlung elektrischer Maschinen stellten wir eine zweipolare Gleichstrom-Hauptschlussmaschine zur Verfügung, die in der Bauart der damals verwendeten ziemlich nahekommt.

Das Besondere daran ist, dass der Ständer nicht aus einem geschachtelten Blechpaket, sondern einem Volleisenkörper in rechteckiger Bauform besteht, der Motor also nicht die übliche rotationssymmetrische, sondern eine kastenförmige Bauweise aufweist. Auch Kohlefaden-Lampen mit kleinem Edison-Sockel und einer Betriebsspannung von 36 Volt sowie historische Instrumente zur Messung der Batteriespannung und der Stromstärke konnten wir aus unserer Sammlung bereitstellen. Bei der Rekonstruktion hatte das Flocken-Team natürlich einige Probleme zu lösen. So erwies sich die Gleichstrommaschine aus unserer Sammlung, hinsichtlich der Betriebsspannung von 110 Volt und der Größe, als ungeeignet für den filigranen Flocken-Wagen. Zudem gab es in der Stator-Wicklung einen Kurzschluss. Da ein

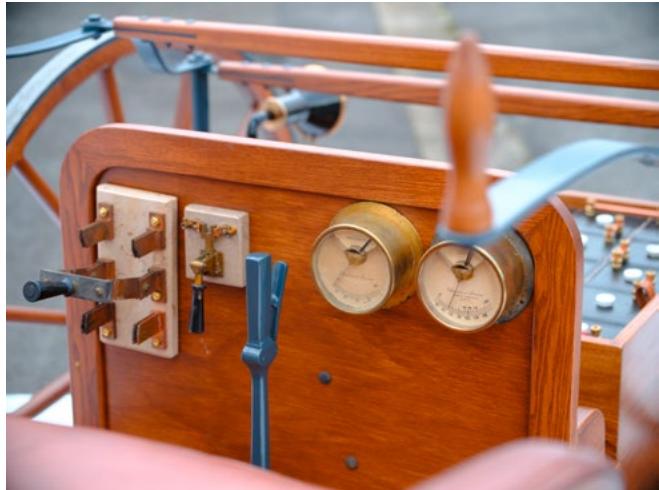


Gleichstrom-Reihenschlussmaschine aus der Sammlung des Thüringer Museums für Elektrotechnik (Foto: Stephan Hloucal)

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Antrieb, Hinterradfederung (Foto: Gerhard Kampe)



Armaturenbrett mit Schaltern und Instrumenten für Strom und Spannung
(Foto: Gerhard Kampe)

kleinerer Elektromotor gleicher Bauart nicht beschaffbar war – der Autor hatte selbst recherchiert und bei einigen Museen angefragt – entschloss man sich zu einer kreativen Nachbildung. Ein moderner Gleichstrommotor mit ausreichender Leistung wurde kurzerhand in ein Gehäuse eingebaut, welches äußerlich dem alten Flockenschen Motor in etwa entspricht. Die Kraftübertragung zur Hinterachse erfolgt über Kettenantrieb und ein einstufiges Getriebe. Diese Teile wurden völlig neu konstruiert. Das Getriebe und die Motordrehzahl sind so aufeinander abgestimmt, dass eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 15 km/h erreicht werden kann. Die Drehzahlsteuerung hatte Flocken über einen Rheostat, einer Einrichtung mit veränderbaren Drahtwiderständen, realisiert. Das Flocken-Team entschied sich jedoch zu einer modernen Phasenanschnittsteuerung für den Gleichstrommotor, die im „Gaspedal“ untergebracht wurde. Ein historischer Rheostat, jedoch ohne Funktion, zwei Messerschalter, die Messinstrumente zur Anzeige der Batteriespannung und des Stroms, wurden auf der Wand hinter dem Batteriekasten angebracht, dem Armaturenbrett. „Armaturenbrett“ und „Kotflügel“ sind übrigens eingeführte Fachbegriffe und auch heute bei modernen Automobilen zu finden, ganz gleich, ob sie elektrisch oder mit Verbrennungsmotoren angetrieben werden.

Die Federung für die Hinterachse konnte von der alten Kutsche aus Leipzig übernommen werden. Allerdings musste man bei den Akkumulatorzellen

creative ways go, because historical cells, such as those made by Henri Tudor in the Luxembourgish Rosport at Echternach, were no longer available. In 1859, Gaston Planté developed the lead-acid battery, which Henri Tudor improved significantly in 1882. [3] With great certainty, it can be assumed that Andreas Flocken drove his electric carriage with Tudor batteries and that Henri Tudor also visited Echternach.



Belegschaft der Firma Tudor, um 1885
(Quelle: <https://musee-tudor.lu/tudor/>)



Blei-Säure-Akkumulatorzelle, Tudor, 1882
(Quelle: <https://musee-tudor.lu/elektrizitaet/>)

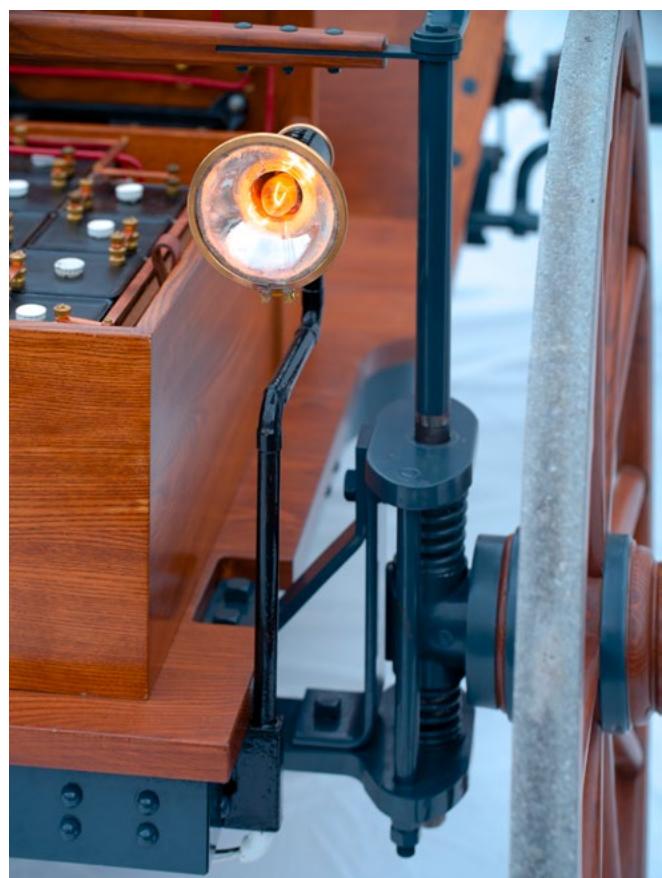
Denn in Echternach hatte Tudor bereits 1886 elektrische Beleuchtungen eingeführt. Mit großer Wahrscheinlichkeit hat das Andreas Flocken inspiriert, auch in Coburg die Elektrifizierung voranzutreiben. Das Projektteam versteckte nun in dem Batteriekasten moderne Lithium-Zellen und deckte diese mit einer Nachbildung von rechteckigen Einzelzellen mit Bitumenvergussmasse ab. Dies kommt der damaligen Anordnung äußerlich wohl am nächsten und lässt den Wagen locker 100 km weit fahren. Den Nachbau der Holzkarosserie und den Rahmen mit der Achsschenkellenkung realisierten in der Nähe ansässige Firmen. Die Elemente des eisernen Grund-



Batteriekasten des Flocken-Wagens (Foto: Gerhard Kampe)



Nieten einer Metallverbindung am Grundrahmen (Foto: Gerhard Kampe)



Detailansicht der gefederten Achsschenkellenkung, mit Scheinwerfer und Batteriekasten (Foto: Gerhard Kampe)

ON. LINE

18.2025 Aktuelles und Historisches für Freunde und Förderer des Thüringer Museums für Elektrotechnik



Eine rasante Fahrt im Regen mit dem Flocken-Wagen, gesteuert von der Ur-Ur-Enkelin Andreas Flockens, 2025 (Foto: Stephan Hloucal)

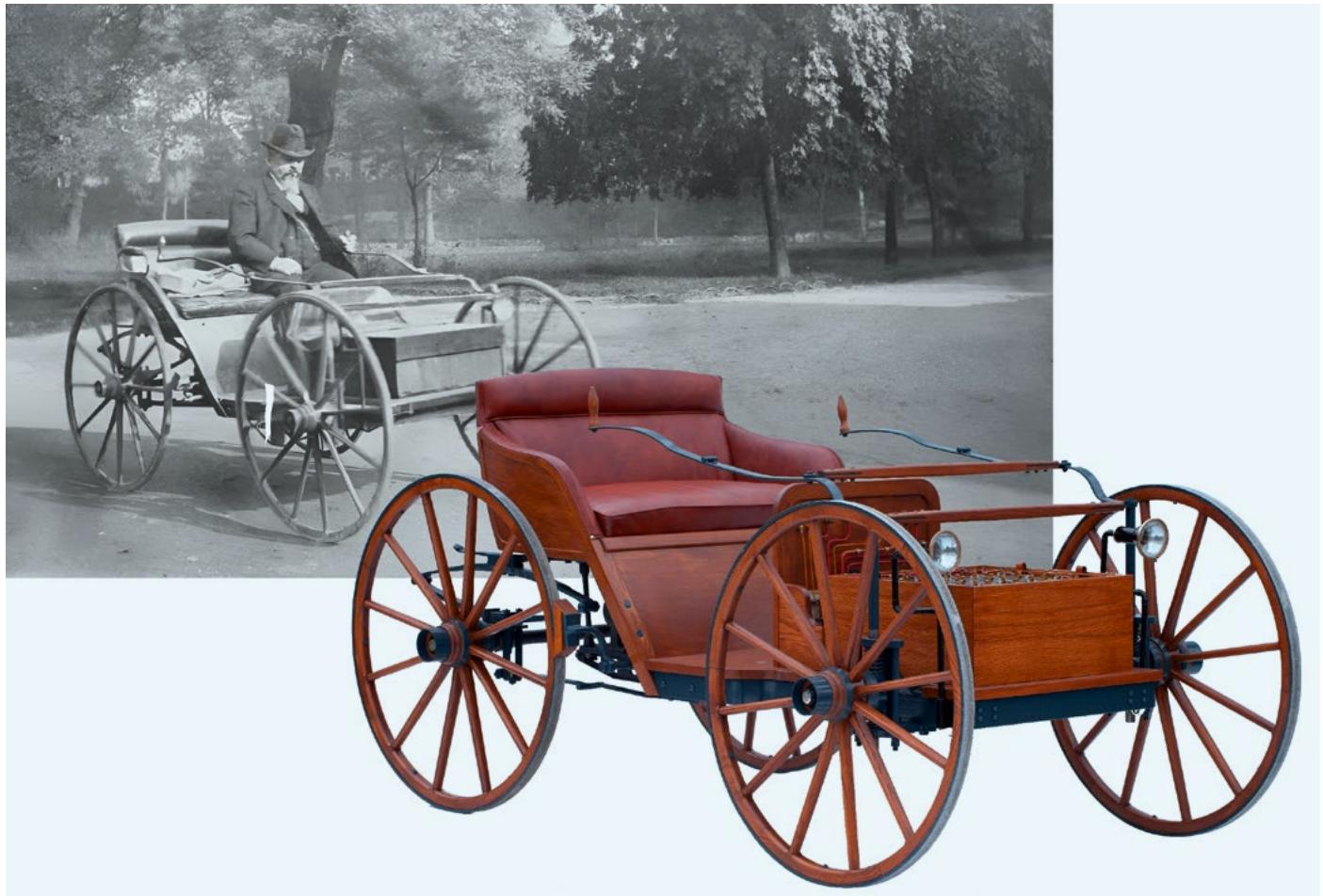
rahmens hatte Flocken seinerzeit mit Nieten verbunden, einer Technik, die von der bei der Rekonstruktion beteiligten Metallbaufirma wieder neu erlernt werden musste.

Was macht man mit dem rekonstruierten Coburger Elektrowagen, damit er in der Öffentlichkeit und den

Medien entsprechend wahrgenommen wird? Man stellt ihn auf der Internationalen Automobil-Ausstellung IAA Mobility 2025 aus, die vom 9. bis 14. September 2025 in München stattfand. Das Interesse von Besuchern und den Medien war groß. Den nächsten großen Auftritt hatte der Flocken-Wagen am 21. Oktober 2025 anlässlich einer öffentlichen Präsentation auf der Veste Coburg. Neben Medienvertretern hatte der MakingCulture e.V. den Bürgermeister, Nachfahren von Andreas Flocken, Vertreter der an der Rekonstruktion beteiligten Firmen, Sponsoren und weitere Unterstützer des Projektes eingeladen. In verschiedenen Reden und Grüßworten wurde das ehrenamtliche Engagement der Mitglieder des Flocken-Teams und die Beiträge der Sponsoren zum Gelingen des Projekts gewürdigt. Die Mitglieder des Flocken-Teams schilderten ihrerseits die Etappen der Rekonstruktion und die Probleme, die gelöst werden mussten. Trotz einsetzenden Regens drehte der Flocken-Wagen einige Runden auf dem holprigen Pflaster des Burghofs. Nicht nur der Coburger Bürgermeister, sondern auch die Ur-Ur-Enkelin von Andreas Flocken konnten auf dem Flocken-Wagen mitfahren.



Rohbau des Flocken-Wagens (Foto: Gerhard Kampe)



Die Bildvorlage und der rekonstruierte Flocken-Wagen, 1889/2025 (Quelle: Gerhard Kampe unter Verwendung eines Photos der Familie Roth, Karlsruhe)

Der Regen verhinderte, dass die Mitfahrglegenheit von allen anwesenden Gästen genutzt werden konnte. Bei einem kleinen Imbiss und Getränken im warmen Museum war es allemal gemütlicher. Hier kam man recht schnell miteinander ins Gespräch. Der „Flocken-Wagen“ darf so nicht genannt werden, denn ein cleverer Geschäftsmann aus Marktoberdorf ließ sich 2012 „Flocken“ als Wortmarke rechtlich schützen. Daher ist in der Öffentlichkeit nur vom „Coburger Elektrowagen 1888 nach Andreas Flocken“ die Rede. Im Übrigen entspricht der von dem Geschäftsmann, Herrn Franz Haak, vorgestellte Nachbau in keiner Weise der ursprünglichen Fahrzeugkonstruktion von Andreas Flocken. [4] Sicherlich kann man diese Rekonstruktion aus denkmalpflegerischer Sicht kritisch sehen. Denn es gibt ja kein einziges Teil, welches von dem damaligen Flocken-Wagen überliefert ist. Dem Flocken-Team ging es mit der Rekonstruktion jedoch darum zu zeigen, dass Andreas Flocken in der damaligen Zeit ein kreativer Unternehmer mit viel Mut und Pioniergeist war. In seiner Werkstatt entstanden nicht nur für die Elektrizitätsnutzung erforderliche Armaturen und Elektromaschinen, sondern er konstruierte und betrieb Wasserkraftturbinen zur Stromerzeugung und engagierte sich für die Elektrizitätsversorgung eines Coburger Stadtteils. „Die Leistung des ehren-

amtlichen Projektteams und seiner Mitstreiter zur Rekonstruktion des ersten elektrisch betriebenen Automobils in Deutschland sind als Impuls zu sehen. Die Region verfügte und verfügt über vielfältige exzellente innovative, verantwortungsvolle und mutige unternehmerische Beispiele, die regional, national und international wirksam waren, sind und sein werden. Es wäre sinn- und wertvoll, diesen Impuls seitens der Unternehmen aufzunehmen und gemeinsam mit uns zu einem großartigen Dokumentations- und Erlebniszentrums zu entwickeln.“ Mit dieser Botschaft setzt sich das Flocken-Team für ein futureum, eine Projektwerkstatt für erlebbare Industriekultur in Coburg, ein. Mit der Rekonstruktion des Flocken-Wagens ist ihnen eine beachtliche Meisterleistung gelungen, die allen Respekt und Hochachtung verdient und mit der sie einen wichtigen Grundstein für ein futureum gelegt haben. [5]

Quellen:

- [1] https://de.wikipedia.org/wiki/Trouvé%C3%A9_Tricycle
- [2] https://de.wikipedia.org/wiki/Ayrton_%26_Perry_Electric_Tricycle
- [3] <https://musee-tudor.lu/das-leben-henri-tudors/>
- [4] https://de.wikipedia.org/wiki/Flocken_Elektrowagen
- [5] Keimzelle der Elektromobilität, Broschüre zur Rekonstruktion des Coburger Elektrowagens von Andreas Flocken 1888, MakingCulture e.V., Ausgabe September 2025

In eigener Sache

Wir arbeiten ehrenamtlich. Jedoch sind unsere Bemühungen um die Bewahrung und Erforschung Thüringer Industriegeschichte nicht kostenfrei. Für die Unterbringung der Sammlungen und des Thüringer Industriearchivs fallen Miet- und Betriebskosten an, die allein aus Mitgliedsbeiträgen und den bisherigen Spenden nicht gedeckt werden können. Sie können unsere Arbeit mit einer finanziellen Zuwendung unterstützen, für die wir Ihnen gern eine Spendenbescheinigung ausstellen.

Unsere Bankverbindung:

Thüringer Museum für Elektrotechnik

IBAN: DE87 8205 1000 0130 0842 98

BIC: HELADEF1WEM

Kontakt:

<https://www.elektronomuseum.de/impressum.html>

Ihnen und unseren bisherigen Spendern
ein herzlicher Dank für Ihre Hilfe.

AUTORENVERZEICHNIS

Dipl.-Ing. Stephan Hloucal

(Regierungsdirektor a.D.)

studierte von 1972 bis 1976 Informationstechnik und Theoretische Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Ilmenau. Von 1976 bis 1990 war er im VEB Funkwerk Erfurt (FWE) tätig. Er beschäftigte sich mit elektronischer Messtechnik im Halbleiterbauelemente-Prüffeld und im Messgeräterewerk. Von 1987 bis 1991 lehrte er nebenberuflich als Dozent an der Ingenieurschule Eisleben Mess- und Prüftechnologie. Von 1990 bis 2006 war er Beamter in der Thüringer Staatskanzlei und dem Thüringer Kultusministerium. Ab 2006 berufliche Selbstständigkeit im Bereich Erneuerbarer Energien und Speichertechnologien. Seit 1990 ist er Vorsitzender des Thüringer Museums für Elektrotechnik e.V.

Dipl.-Ing. Gerhard Roleder

studierte von 1975 bis 1979 Physik und Elektronische Bauelemente an der Technischen Hochschule Ilmenau. Von 1979 bis 1989 war er Technologe und Entwicklungingenieur im VEB Elektroglass Ilmenau bzw. im VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt. Von 1990 bis 1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Hygieneinstitut, danach Vertriebsingenieur bei Electronicon Gera und seit 2003 Account Manager für Produkte der Glasfaser- und Netzwerkübertragung bei GE / UTC Fire & Security. Mitglied im Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V., Funkamateur seit 1971.

Dipl.-Ing. Hans Rauchhaus

übte in seiner langjährigen Tätigkeit in der Energiewirtschaft nach dem Studium des Maschinenwesens/Dampf- und Gasturbinen viele Funktionen aus, u.a. als Projektleiter, Abteilungsleiter, Hauptingenieur, Direktor für Wärmeversorgung und Elektroenergieerzeugung, Direktor für Forschung und Technik sowie alsstellv. Generaldirektor des Energiekombinats Erfurt. 1986/87 fungierte er als Betriebsdirektor der Energieversorgung Erfurt (Betriebsteil I) und 1987/88 als Generaldirektor des Energiekombinates Erfurt jeweils für ein Jahr. Als Baustellendirektor hatte er maßgeblichen Anteil am Bau der Heizwerke I, VI und III in Erfurt-Ost. Auch nach der politischen Wende bekleidete er Funktionen für zentrale Aufgaben, wie z.B. als Abteilungsleiter im Technik-Bereich für zentrale Aufgaben und für die Vorbereitung eines neuen Heizkraftwerks in Erfurt-Ost. Von April 1992 bis August 1993 war er als Hauptsachbearbeiter Strategie Wärmeversorgung eingesetzt. Er ist Mitglied des Thüringer Museums für Elektrotechnik e.V. und im AK „Stromgeschichte Thüringens“ der TEAG Thüringer Energie AG.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.
(Der Newsletter erscheint zweimal jährlich ausschließlich in elektronischer Form.)

V.i.S.d.P.:

Stephan Hloucal

Redaktion:

Matthias Wenzel, Stephan Hloucal

Anschrift: Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.,
Hohe Str. 24, D-99094 Erfurt
www.elektromuseum.de

Mail: info@elektromuseum.de

Facebook: Thüringer Museum für Elektrotechnik

Twitter: ElektromuseumEF

Instagram: elektromuseum

Fon: 0176 44445822

Bank: IBAN DE87820510000130084298
BIC HELADEF1WEM
Finanzamt Erfurt 151/141/18963
Amtsgericht Erfurt VR160490

Haftungsausschluss:

Herausgeber und Redaktion übernehmen keine Forderungen, die aus Rechten Dritter zu einzelnen Beiträgen entstehen.

Für unverlangt eingesandte Texte, Fotos und Materialien wird keine Haftung übernommen.

Das ON.LINE-Magazin und alle in ihm enthaltende Beiträge, Fotos und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts

ist ohne Zustimmung der Autoren oder der Rechteinhaber bzw. der Redaktion unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

© Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V., bei den Autoren und Fotografen 2025. Falls nicht anders vermerkt, liegen die Nutzungsrechte an den Fotos beim Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V.

Datenschutzerklärung - personenbezogene Daten:

Im Zuge der neuen EU-Datenschutz-Grundverordnung gelten strengere Regeln für die digitale Kommunikation. Ohne Ihre Zustimmung können wir Ihnen die nächsten ON.LINE-Ausgaben nicht mehr zusenden. Wir legen großen Wert auf den verantwortungsvollen Umgang mit Ihren Daten. Personenbezogene Daten wie z.B. Name und E-Mail-Adresse werden nicht erfasst, es sei denn, Sie geben uns diese Informationen freiwillig, z.B. zur Bearbeitung von Anfragen, bei Kommentaren, bei der Newsletter-Anmeldung. Die freiwillig gegebenen Daten werden ausschließlich für den Zweck verwendet, für den sie überlassen wurden und werden nicht an Dritte weitergegeben. Wenn Sie unser ON.LINE nicht mehr empfangen möchten, informieren Sie uns bitte per E-Mail. Ihnen steht das Recht zu, Ihre Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft gegenüber uns zu widerrufen. Dieser Widerruf kann formlos per E-Mail erfolgen.

Falls Ihnen die ersten Ausgaben von ON.LINE abhandengekommen sind, so finden Sie diese zum Herunterladen unter:
<https://www.elektromuseum.de/newsletter.html>.

Wir freuen uns, wenn Sie ON.LINE auch an interessierte Freunde, Bekannte und Kolleginnen und Kollegen weitergeben. Aktuelles von uns finden Sie auf Facebook, Twitter und Instagram!