

Entwicklung der Piezokeramik in Deutschland, insbesondere in Hermsdorf, nach 1945

Dr. Dieter Grützmann, Verein für Regional- u. Technikgeschichte Hermsdorf e.V.

Lederhose, 14.05.2025



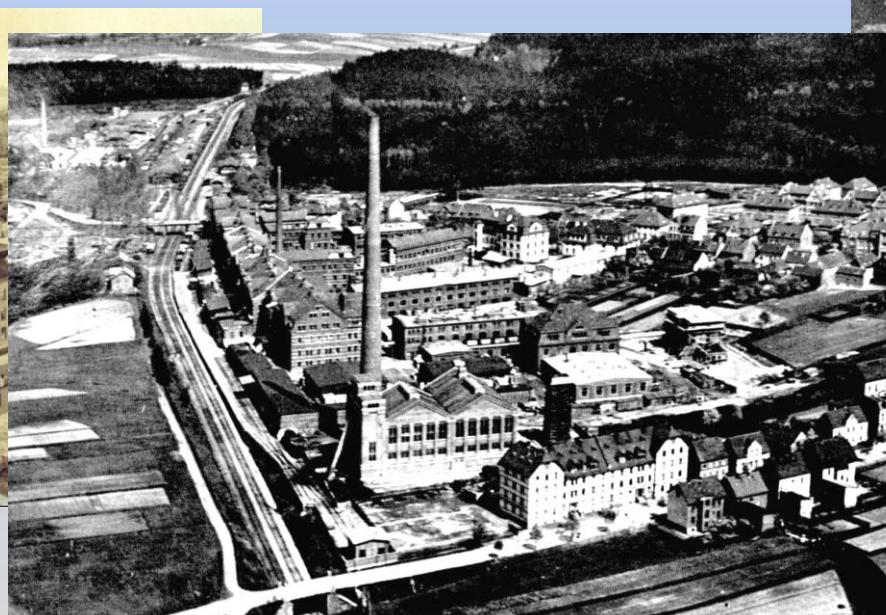
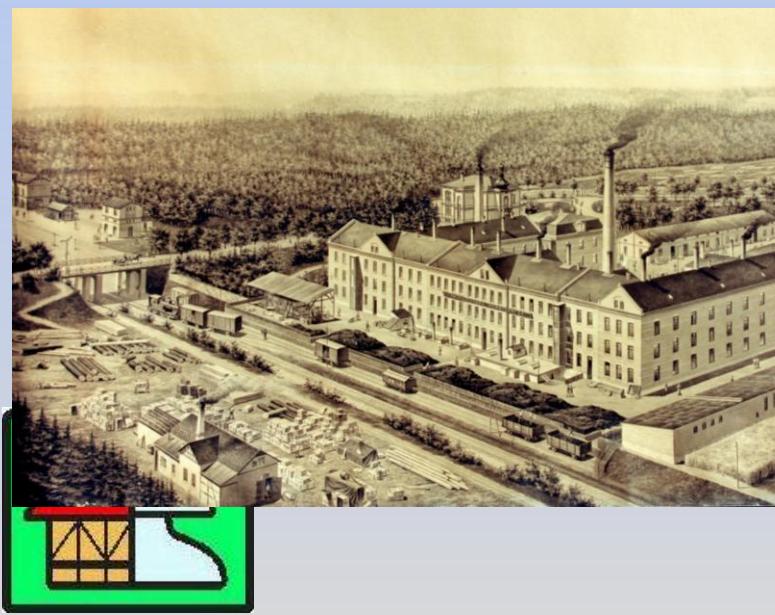
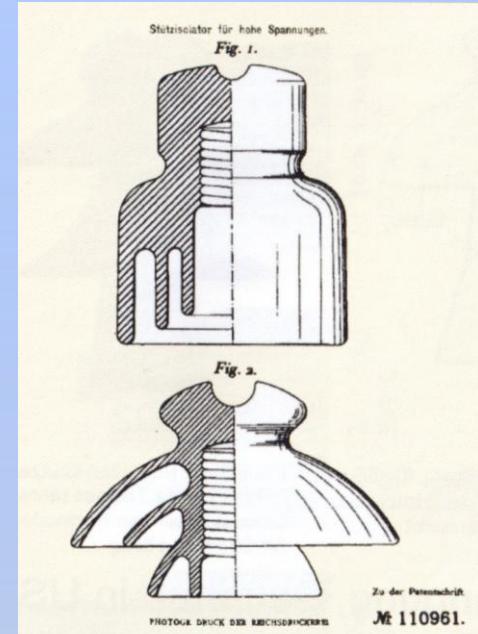
Gliederung

1. Vorgeschichte - von der Porzellanfabrik zur HESCHO
2. Hochfrequenztechnik – Zäsur für HESCHO-Werkstoffentwicklung
3. HESCHO als NS-Rüstungsbetrieb
4. Einheit von Werkstoff- u. Technologieentwicklung
5. Geburtsurkunde der Titanate und Rivalen der Hermsdorfer
6. Neustart nach 1945
7. Einstieg in das PZT-Werkstoffsystem
8. Status 1990 und Neustart



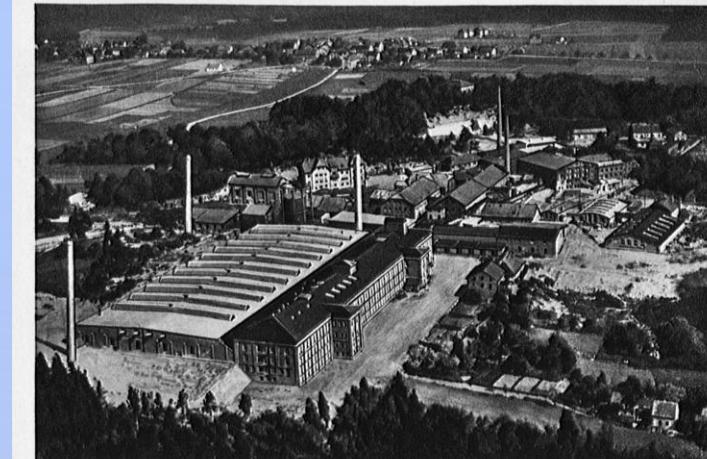
1.1 Vorgeschichte Porzellanfabrik in Hermsdorf

- 1890 – Filiale der Porzellanfabrik Kahla AG in Hermsdorf
(Arbeitskräfte, Eisenbahn, Start mit Geschirr, aber nur bis 1910)
- 1892 – Elektroporzellan (Isolatoren für Telegraphie, anfangs hohe Exportrate)
- 1898 – **Deltaglocke** (Zusammenarbeit R. Friese, Schuckert Nürnberg)
- ab 1904 – Zweigwerk Freiberg, in Summe **1000** Beschäftigte,
viel Export u. Militär, 1910: Einstieg Chemieporzellan

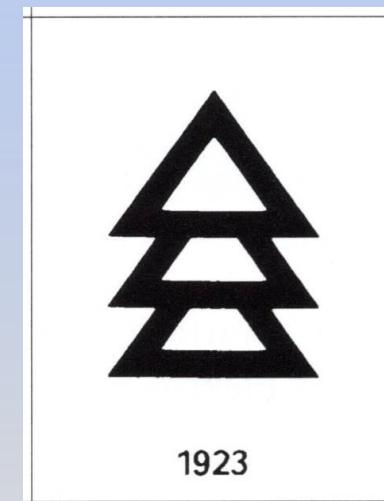


1.2 Vom DELTA-Porzellanwerk zur HESCHO

- KAHLA AG vermarktet **Delta-Isolatoren** als Baureihe international
- **Schomburg & Söhne** – einer der wichtigsten Konkurrenten expandiert, muss mehrfach Aktien emittieren, 1921: KAHLA AG hat Aktienmehrheit
- 1923 Gründung HESCHO GmbH
- 1927 Fusion mit Schomburg & Söhne AG, **HESCHO** = Marktführer in DE und Europa
- 1929 – **Weltwirtschaftskrise**, bis 1932 Umsatzeinbruch auf 30%, Beschäftigtenzahl auf **460** reduziert
- 1931 – **Schließung von Betrieben** in Freiberg und Roßlau, HESCHO zentralisiert Labor u. Entwicklung in Hermsdorf Leiter: **Dr. Werner Rath**



WERK MARGARETHENHÜTTE (SA)



2.1 Das Umfeld - Aufschwung der Hochfrequenztechnik

- 1886 - Heinrich Hertz: elektromagnetische Wellen
- 1913 - Funksprechverkehr Berlin – Nauen, 1915 Virginia – Paris
- 1916 - Hochvakuumröhre, Funkverkehr Kriegsflotte
- 1923 - Unterhaltungsfernsehen in Deutschland (Funkstunde AG Berlin)
- 1933 - „Volksempfänger VE301“ → 1939 = 12,5 Mio Hörer
- 1936 - Fernsehübertragungen Olympia Berlin
- 1940 - Farbfernsehen? HESCHO muss Kooperationsanfrage M. v. Ardenne ablehnen



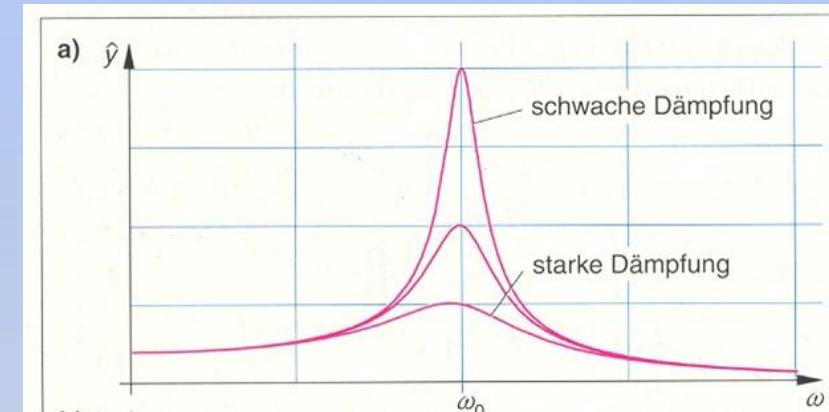
Mobile Funktechnik 1917

<https://www.wasser.de/telefon-alt/inhalt.pl?kategorie=1000005> G.-W- Klaas



2.2 Hochfrequenztechnik – Zäsur für HESCHO-Werkstoffentwicklung

- in enger Kooperation mit Kunden wie Telefunken sowie Hochschulen (z.B. Prof. Esau, Jena) treibt HESCHO techn. Entwicklung mit voran
- Verlustwiderstände der HF-Bauteile bestimmen Erwärmung, Dämpfung u. Resonanzverhalten
→ Entwicklung von neuen Bauformen u. von **HF-Sonderwerkstoffen**
- Gewinn bringen hochwertige Empfänger- und Senderbauelemente



2.3 Neue Werkstoffe für die HF-Technik

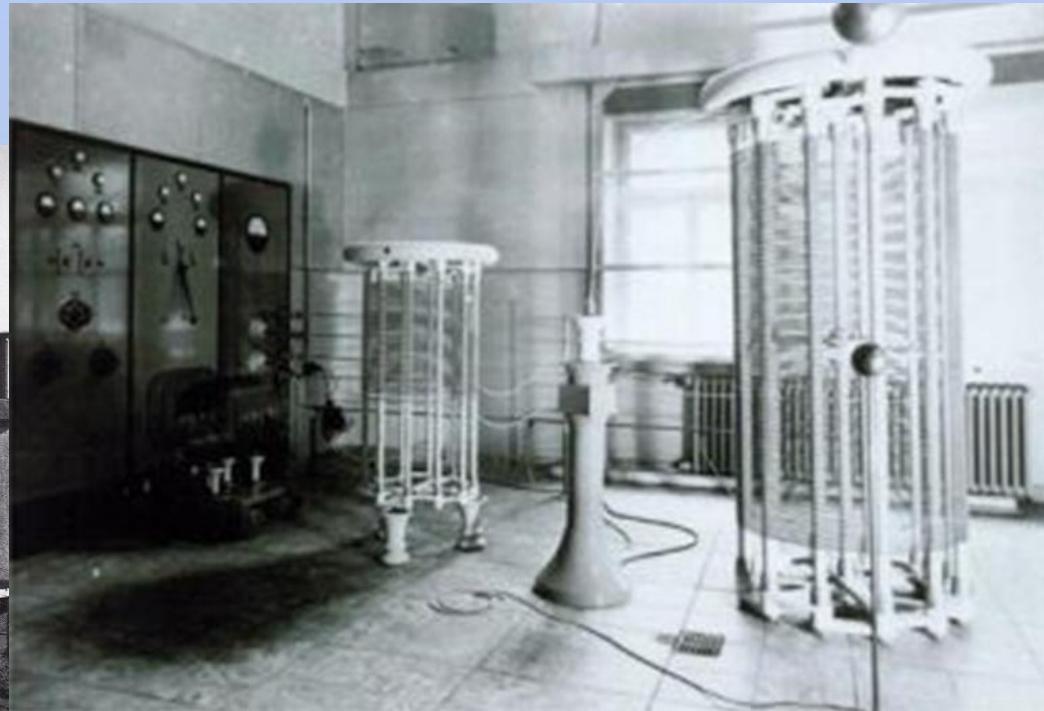
- Sendeanlagen mit 5 ... 100 kW → verlustarme Kondensatoren, Spulenträger, Variometer ...
- Steatit (MgSiO_3) erster Sonderwerkstoff für HF-Anwendungen → **CALIT**
- Für die unten genannten Werkstoffe war **Dr. W. Rath** federführend.

Werkstoff	Haupt-bestandteile	rel. DK	Verlustfaktor in %	T-Koeffizient in ppm/K	Jahr
Glimmer	Schichtsilikate	7	0,01	< 10	
Calit	MgSiO_3 (Fe frei)	6,5	0,04	+ 120	1931
Ultra-Calan	mod. MgSiO_3	7,1	0,01	+ 100	1932
CONDENSA N	TiO_2 (Rutil, 75%)	40	0,08	- 70 ... - 75	1932
CONDENSA C	TiO_2 (Rutil, 94%)	80	0,05	- 750	1934
TEMPA S	MgTiO_3	14	0,10	- 20 40	1935
CONDENSA T	CaTiO_3	150	0,05	- 1400	1942
(EPSILAN)	$\text{BaTiO}_3\text{-CaTiO}_3$	2.000	0,15	- 20.000	1943 (1948)



2.4 Erweiterung der Mess- u. Prüftechnik

- Kooperation mit Lieferanten zu Geräteentwicklung, auch Eigenentwicklungen
- 1938 Bau des HF-Labors mit Antennenturm
- 1939: Auftrag für Konstruktion und Bau 40-kW-HF-Messender an Fa. **Rhode & Schwarz** (35.750 RM) → 1941 bis 1990 in Betrieb heute „Technisches Schauobjekt“ unter Regie des VRTG e.V.



3.1 Ab 1933 HF-Bauteile u. Chemieporzellan für Rüstungsprojekte

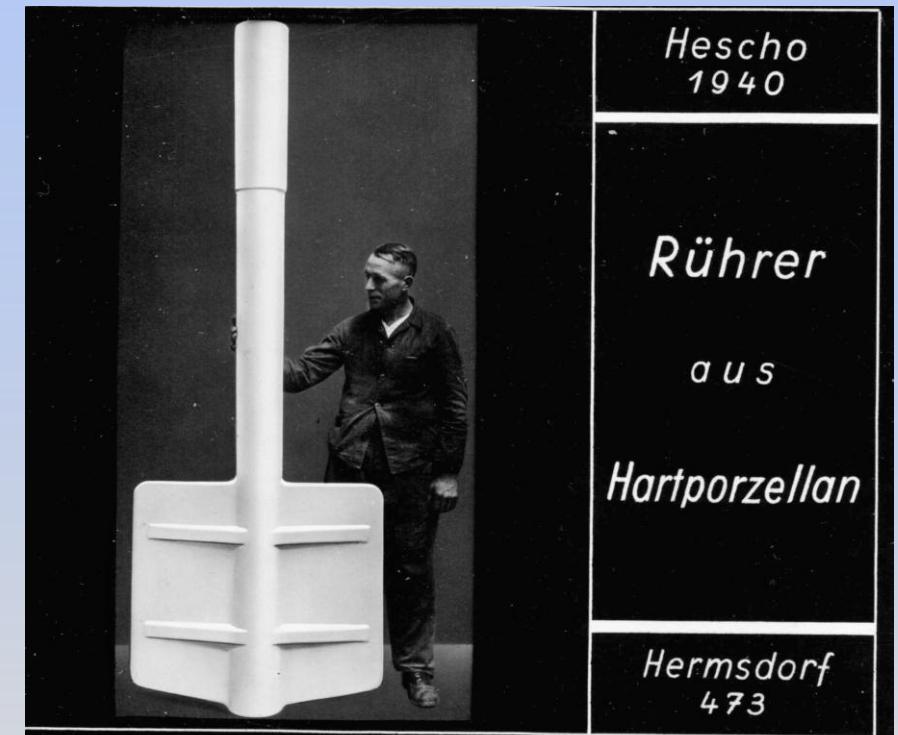
- Blitzkriegstrategie - Koordination STUKA-Bomber und Panzer
- Radarstationen zur Flugabwehr, Funkleittechnik für Raketen
- Behälter, Rohre, Pumpen für Sprengstoffherstellung



Zerstörer Me-110, Dünkirchen 1940



Radargerät „Würzburg Riese“
(560MHz, 11kW, 70km Reichweite, 1.500 Stück)



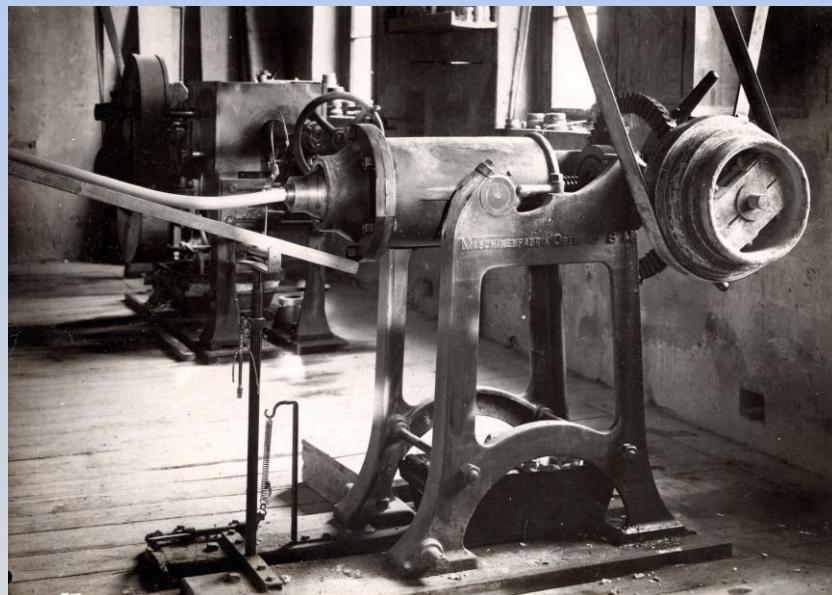
3.2 Hesco wird NS-Musterbetrieb

- 1934 - Umgestaltung zum Rüstungsbetrieb
(Belegschaft → Gefolgschaft, Betriebsführer: **Dr. Friedrich Scheid**)
- „Engste Kontakte“ zum Ministerium für Bewaffnung u. Munition
- Hesco-Bauelemente existenziell für Projekte wie V2
- Beschäftigte: 1932: 580 → 1944: **5.264** (davon ca. 2.600 in Gera)
zuletzt **49% Zwangsarbeiter**



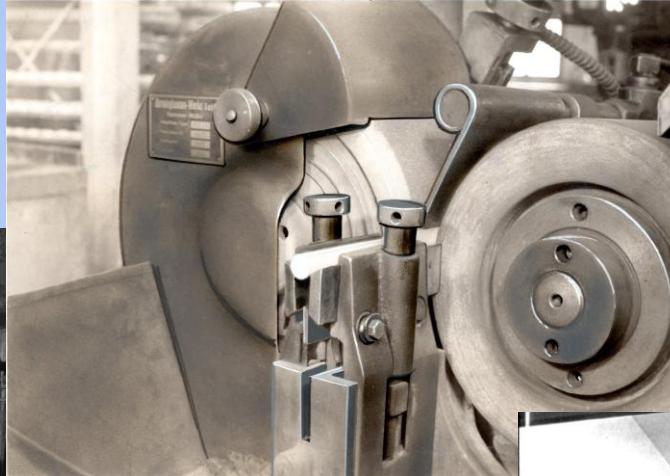
4.1 Technologieentwicklung - Formgebung

- Schlickergießen, Kniehebelpressen, Exzenterpressen, Extruder, Grün- u. Weißbearbeitung



4.2 Technologie Hartbearbeitung

- Rundschleifen, Planschleifen, Spitzenlos-Rundschleifen, Feinschleifen



Hescho
1938

Teilansicht der Feinschleiferei

Hermsd
353
@udv.de

4.3 Technologie – Metallisieren, Montieren u. Fügen

- Metall-Keramik-Verbunde, Poliersilber Pinseln u. Spritzen, Präzisionsmontagen, Glaslote, Vakuumdichte Verschmelzungen, Weich- u. Hartlöten

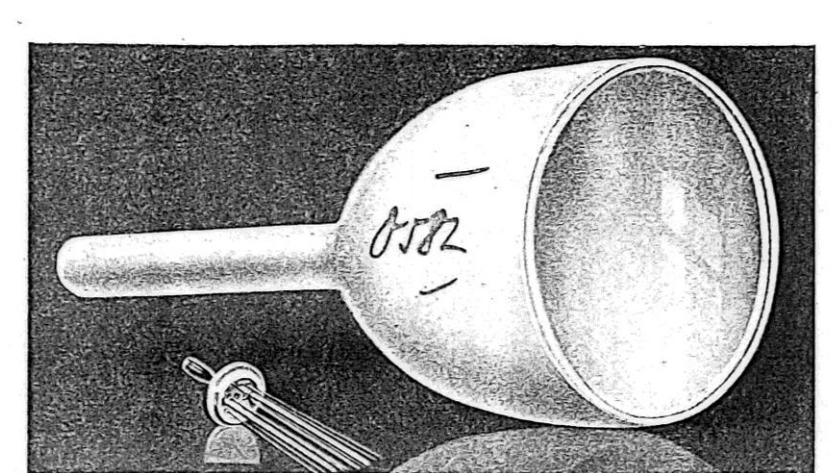


Abbildung 9
Oszillographenröhre aus Calit mit angeschmolzener Glasscheibe u. eingeschmolzenen Drähten



5.1 Geburtsurkunde der Titanate

DEUTSCHE DEMOKRÄTISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN



PATENTSCHRIFT Nr. 8416

KLASSE 21c GRUPPE 2/30 AKTENZEICHEN AW 11783/P 85478/21c

Elektrischer Isolierstoff und Kondensatordielektrikum aus dichtgesinterter keramischer Masse

Erfinder: Dr. WERNER RATH, Bad Klosterlausnitz

Inhaber: Eigentum des Volkes

Rechtsträger:

VEB Keramische Werke Hermsdorf, Hermsdorf (Thür.)

Patentart: Deutsches Wirtschaftspatent

Patentiert ab 14. Januar 1943

(auf Grund des § 77 des Patentgesetzes)

Tag der Ausgabe der Patentschrift: 29. Dezember 1954

Patentansprüche:

85

1. Elektrischer Isolierstoff und Kondensatordielektrikum aus dichtgesinterter, Titan und Barium enthaltender keramischer Masse, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse Bariummetatitanat, $\text{BaO} \cdot \text{TiO}_2$, oder Bariumdititanat, $\text{BaO} \cdot 2 \text{TiO}_2$, oder Gemische dieser beiden Titanate und gegebenenfalls im übrigen überschüssiges Titandioxyd und/oder Fluß- und Plastifizierungsmittel enthält.

4. Elektrischer Isolierstoff und Kondensatordielektrikum nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dichtgesinterte Masse bis insgesamt etwa 10% Nebenbestandteile wie SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , SrO und bis insgesamt etwa 20% ThO_2 , La_2O_3 , Pr_2O_3 , Nd_2O_3 und ZrO_2 allein oder in beliebiger Mischung enthält.

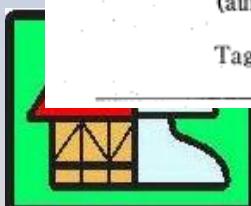
105

110

8. Verfahren zur Herstellung von Isolierstoffen und Kondensatordielektriken nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorzubildenden Bariumtitanate durch Glühen von Mischungen einer bariumhaltigen Verbindung wie Bariumkarbonat, mit einer titanhaltigen Verbindung, wie Orthotitansäure oder Metatitansäure, bei Temperaturen zwischen 500 und 1100° erzeugt werden.

20

• Anmeldung am 14.01.43 beim Reichspatentamt, Erteilung 29.12.54 für VEB KWH



5.2. Die Rivalen

- H. Thurnauer und E. Wayner waren bzgl. BaTiO₃ u. Ba-Pb-Titanat schneller und „weiter“
- B.M. Vul, I.M. Goldman; „Dielectric constants of Titanates of Metals of the Second Group“; Izvest. Akad. Nauk SSSR 45 (1945) S. 154
- S. Miyake, R. Ueda; „On Polymorphic Changes of Barium Titanate“ J. Phys. Society of Japan 1 (1946) p.32-33
- W. Rath 1929-1945: 38 Patente, davon 24 zu Dielektrika, **Foliengießen !!**



Hans Thurnauer, American Lava Corp. Cattanooga, Tennessee

US000002214703A	17.11.37	Fadenführer aus TiO ₂ , zwei Pulver unterschiedlicher Kalzination/Reaktivität
US000002369266A	28.01.41	Keramischer Fadenführer aus TiO ₂ -Ti ₂ O ₃ , reduzierende Sinterung
US000002429588A	02.10.41	Keramik 42% BaTiO ₃ , 55% TiO ₂ , DK=37, TK>100ppm/K, aber auch BaTiO ₃ mit DK=1100
US000002232759A	31.10.41	Gießschlicker aus TiO ₂ _Masse; Gießen von Fadenführern, kein Foliengießen

Eugene Wainer, National Lead Comp., Niagara Falls N.Y.

US000002277734A	04.07.39	TiO ₂ mit 3-20% Zusatz Ca- Sr- Ba- Cd- Zn- oder Pb-Titanat
DE000000916189B	02.11.42 (US)	Körper hoher DK (bis 10.000) Ba-Titanat -Zirkonat -Stannat und oder Mg-Zirkonat
DE000000916158B	12.11.42 (US)	Dielektrikum PbTiO ₃ mit BaTiO ₃ oder SrTiO ₃ , kein freies TiO₂ , DK 310...908
US000002420692A	10.04.43	Ba-Sr-CaTiO ₃ negativer oder positiver T-Koeff.
DE000000918690B	11.09.45 (US)	Erdalkalititanat mit MnO ₂ -Zusatz zur Verbesserung Spannungsfestigkeit

Mitsuo Hirose, Kawasaki, Japan

US00002220765	06.02.37 (JP)	Keramikwerkstoff, Glas enthaltend, TiO ₂ PbO SiO ₂ , DK20 bis 25
---------------	---------------	--

Dr. Werner Rath, Hescho-Kahla

DE000000582312A	24.12.29	Verfahren Plastifizierung trockener mineralischer Pulver, wasserunlösliche Metallverbindungen organischer Säuren
DE000000973780B	05.04.36	TiO ₂ mit CoO, NiO oder Erdalkalioxiden, feinkörniges Gefüge
US000002235489A	24.12.37	Dielektrikum 70..90% TiO ₂ , Wolfram u. Molybdän-Zusatz
DE000000976582B	17.09.39	TiO ₂ -La ₂ O ₃ , DK=40, TK=0...-50
DD000000011050B1	14.06.41	TiO ₂ -La ₂ O ₃ -CaO, DK=60...160
DE000000913512B	29.07.41	TiO ₂ mit 40-90%Th ₂ O ₃
DD000000007201B1	06.10.42	Foliengießen von Kondensatormassen
DD000000004413B1	15.12.42	SrTiO ₃ +TiO ₂ , DK=190...290, TK= -1700...-2650
DD000000004416B1	12.01.43	CaTiO ₃ , DK=170...185, TK= -1400, als T-Messfühler
DD000000008416B1	14.01.43	BaTiO ₃ , auch "BaTi ₂ O ₅ " oder TiO ₂ u. Bentonit, DK= 350-460
DD000000008534B1	27.10.44	Mg-Ca-Sr-Titanate, auch BaTiO ₃ -Zusatz, aber dann höhere Verluste

5.3 Foliengießen - Geteiltes Erbe im geteilten Deutschland

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WGBL S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
28. JANUAR 1954

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 902 953

KLASSE 80a GRUPPE 5401

P 3502 VIb/80a

Dr. phil. Werner Rath, Lauf/Pegnitz
ist als Erfinder genannt worden

Porzellanfabrik Kahla, Schönwald (OFr.)

Verfahren zum Herstellen dünner Plättchen aus keramischer Masse

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 6. Oktober 1942 an
Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patentdauer nicht angerechnet
(Ges. v. 15. 7. 51)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 23. April 1953
Patenterteilung bekanntgemacht am 10. Dezember 1953

DEUTSCHE DEMOKRÄTISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PÄTENTWESEN



BIBLIOTHEK
DES DEUTSCHEN
PÄTENTAMTES

PÄTENTSCHRIFT Nr. 7201

KLASSE 80a GRUPPE 46 AKTENZEICHEN AW 11775/P 84954/80a

Verfahren zum Herstellen dünner Plättchen aus keramischer Masse

Erfinder: Dr. phil. WERNER RATH, Bad Klosterlausnitz
KARL SCHRICKER, Bad Klosterlausnitz

Inhaber: Eigentum des Volkes
Rechtsträger:
VEB Keramische Werke Hermsdorf, Hermsdorf/Thür.

Patentart: Deutsches Wirtschaftspatent

Patentiert ab 6. Oktober 1942
(auf Grund des § 77 des Patentgesetzes)

Tag der Ausgabe der Patentschrift: 3. Mai 1954

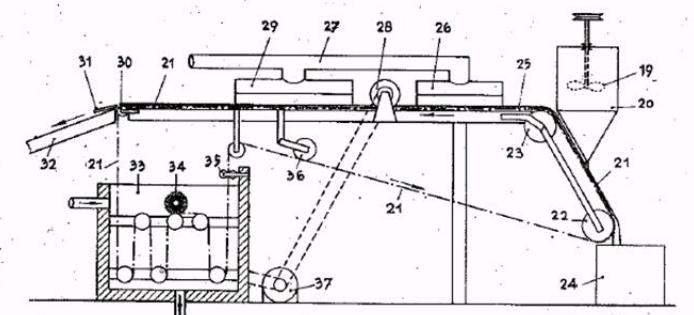


Abb. 5

- Foliengießen, Anmeldung 06.10.42, Reichspatent, 1954 erteilt für Porzellanfabrik Kahla/Schönwald und VEB KWH
- In einem Musterkoffer von 1947 Exemplare von Kondensatorfolien, aber Gießanlage blieb nach 1945 weitgehend ungenutzt



6.1 Kriegsende u. Militäradministration

- Das Betriebsgelände bekam während des Krieges nur wenige Bombentreffer.
- Aktennotiz W. Rath vom 7.4.45: „Akten mit Kurier nach Schönwald“
(Filiale der Kahla AG in Oberfranken),
- 13. April 1945: Einmarsch US-Army → „Interviews“ mit HESCHO-Ingenieuren.
Werner Rath wird „gebeten“, die Amerikaner gen Westen zu begleiten.
Er darf Familie und Hausrat mitnehmen.
Weitere Ingenieure, wie z.B. O. Assmann verlassen Hermsdorf in den Folgejahren.
- Juni 1945: Sowjetische Militäradministration → teilweise Demontagen, aber auch
Neufirmierung als **SAG-Betrieb „HESCHO-KAHLA“**.
- interner Literaturbericht Müllers von 1948:
„Die Deutsche Literatur zu diesem Arbeitsgebiet (Titanatwerkstoffe) ist unerheblich.“



6.2 Nachkriegsära – 1946 ...1948: Das HDK-Projekt

- 1946 bis 48 liefen systematische Laborversuche zu Titanat-Versätzen

folgende Dreistoffsysteme untersucht:

$\text{BaTiO}_3 - \text{CaTiO}_3 - \text{TiO}_2 \rightarrow 50$ Versätze

$\text{BaTiO}_3 - \text{MgTiO}_3 - \text{TiO}_2 \rightarrow 147$ Versätze

$\text{BaTiO}_3 - \text{SrTiO}_3 - \text{MgTiO}_3 \rightarrow 260$ Versätze

$\text{BaTiO}_3 - \text{SrTiO}_3 - \text{CaTiO}_3 \rightarrow 185$ Versätze

mit Vorversuchen **in Summe über 700 Versätze!**

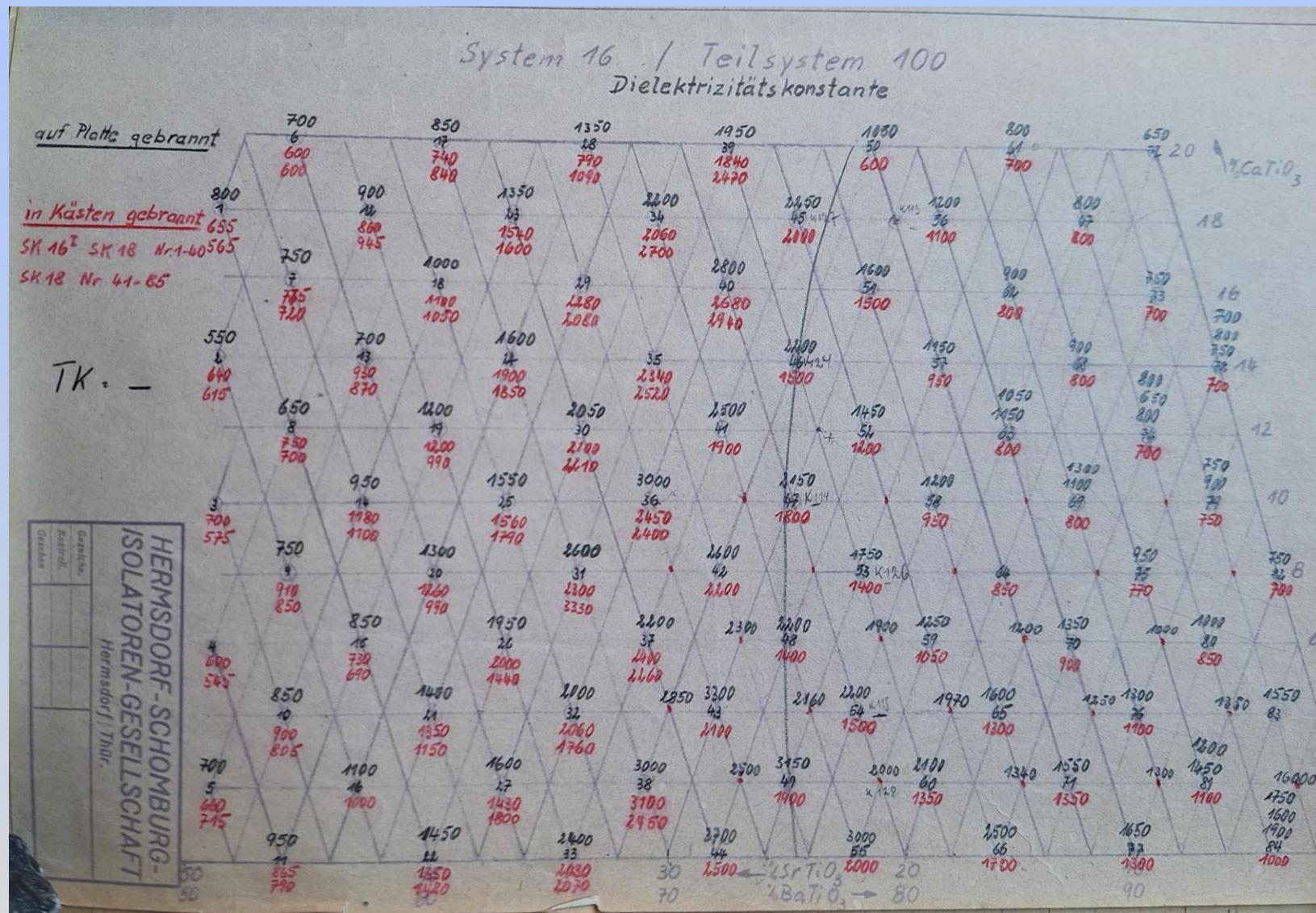


System 10 $\text{SrTiO}_3 - \text{CaTiO}_3 - \text{BaTiO}_3$						
Versätze						
Nr.	% SrTiO_3	% CaTiO_3	% BaTiO_3	Nr.	% SrTiO_3	% CaTiO_3
16101	40	18	42	16146	18	14
102	43	14	44	147	20	10
103	44	10	46	148	22	6
104	46	6	48	149	24	4
105	48	3	50	150	12	20
106	36	20	44	151	14	16
107	38	16	46	152	16	14
108	40	14	48	153	18	8
109	42	8	50	154	20	4
110	44	4	52	155	22	-
111	46	-	54	156	10	18
112	34	18	48	157	12	14
113	36	14	50	158	14	10
114	38	10	52	159	16	6
115	40	6	54	160	18	2
116	42	3	56	161	6	20
117	30	20	50	162	8	16
118	32	16	52	163	10	12
119	34	14	54	164	12	8
120	36	8	56	165	14	4
121	38	4	58	166	16	-
122	40	-	60	167	4	18
123	28	18	54	168	6	14
124	30	14	56	169	8	10
125	32	10	58	170	10	6
126	34	6	60	171	12	2
127	36	3	62	172	-	20
128	34	20	56	173	2	16
129	36	16	58	174	4	12
130	28	12	60	175	6	8
131	30	8	62	176	8	4
132	32	4	64	177	10	-
133	34	-	66	178	-	14
134	22	18	60	179	2	10
135	24	14	62	180	4	6
136	26	10	64	181	6	2
137	28	6	66	182	-	8
138	30	2	68	183	2	4
139	18	20	62	184	4	-
140	20	16	64	185	-	2
141	22	12	66			98

6.3 Ergebnisse HDK-Projekt

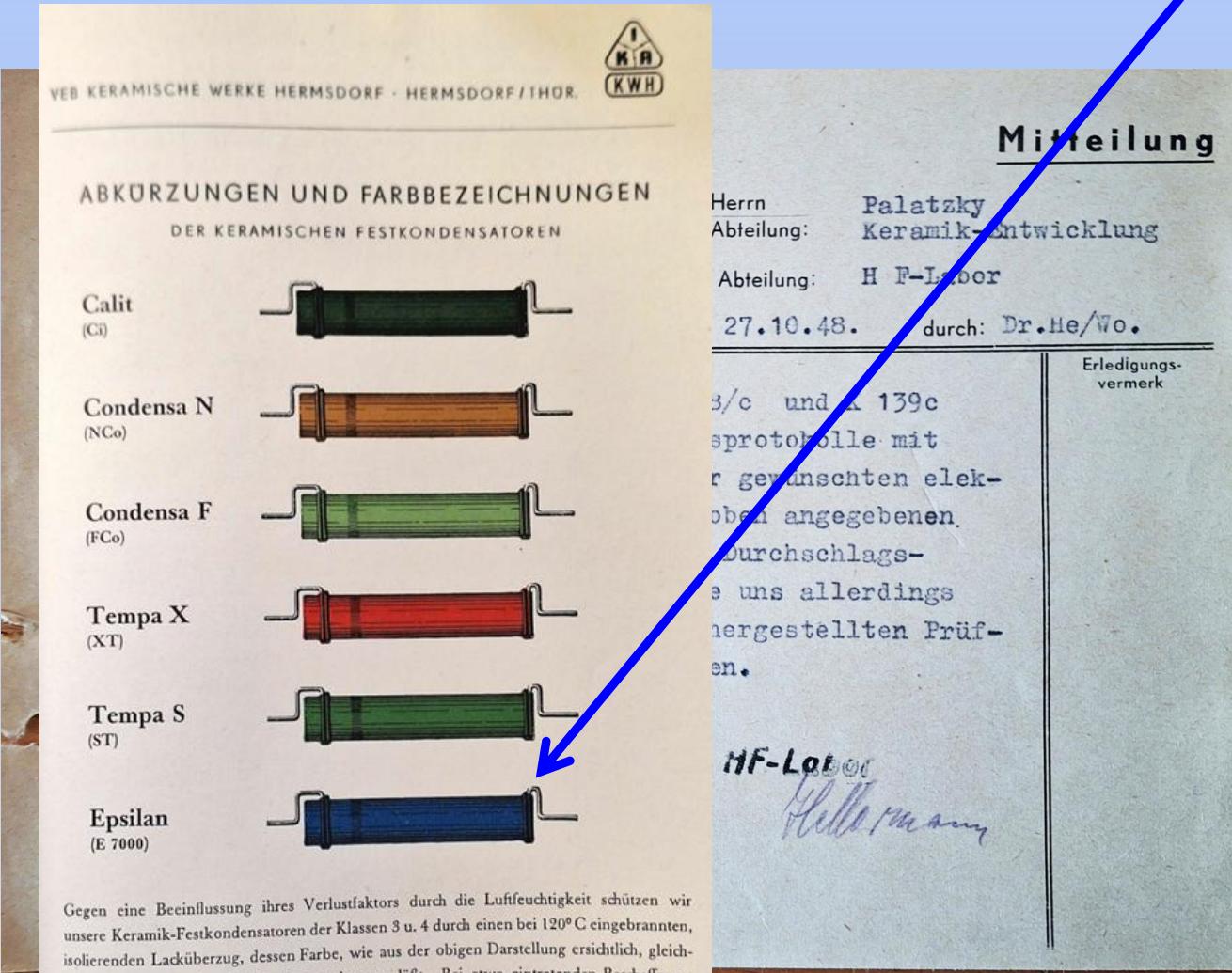
- Favoriten: BaTiO₃ mit MgTiO₃ = 0%; CaTiO₃ = 0 ... 18%; SrTiO₃ < 30%

$\rightarrow \epsilon > 1.600$; $\tan \delta < 25 \cdot 10^{-4}$



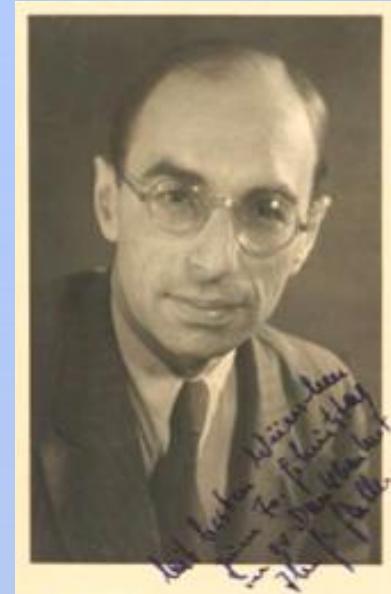
6.4 HDK-Projekt – die Akteure

- Alfred Palatzky und Dr. Max Hellermann sind entscheidende Akteure
- im Ergebnis des Projektes 1947 Serienanlauf **EPSILAN** vorbereitet



6.5 Serienstart „EPSILAN“ und Einstieg in „Piezolan“

- Im HF-Labor werden 1948 „ungewöhnliche“ HF-Resonanzen an Bauelementen aus Titanatkeramik nachgewiesen.
Hellermann: Analogien zum Verhalten von PIEZO-Quarzschwingern
- **Martin** berichtet im April 1950 auf der 1. Jahrestagung der Elektrotechniker in Weimar über das Potential vom EPSILAN 900 als Ultraschallwandler.
- Im Laborbericht zur keramischen Masse „PIEZOLAN“ von **Falke/Palatzky** von 1951 sind ebenfalls Hermsdorfer Aktivitäten seit Frühjahr 1950 belegt.



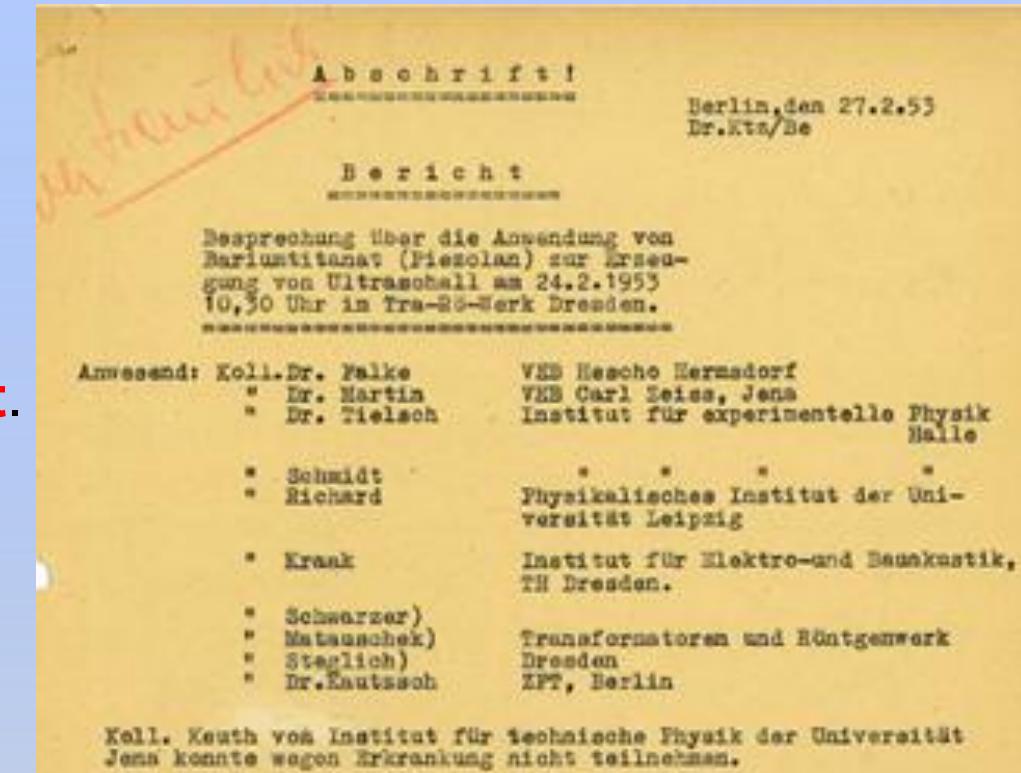
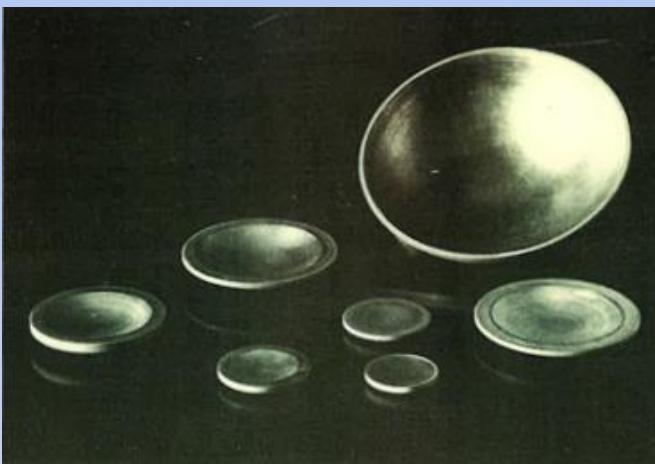
Dr. Fritz Falke
Promotion in Jena 1943

Bericht
Über die wissenschaftliche Arbeit
"Forschungen der keramischen Masse Piezolan"
Zweck der Arbeit: Übersetzen von Druckschässen zu piezoelektrischen Keramiken.
Die Arbeit wurde ausgeführt in den Abteilungen "Hochfrequenz-Labor" und "Keramik" des Keramischen Werkes "Hescho-Kahla" Hermsdorf der Sowjetischen Staatlichen Aktiengesellschaft der Elektro-Industrie, Abteilung "Kabel" mit der

I. Einleitung.
Mit der Firmenzeichnung "Piezolan" ist vom Keramischen Werk Hescho-Kahla, Hauptwerk Hermsdorf, im Frühjahr 1950 in Anlehnung an das Wort "Porzellan" eine Gruppe keramischer Werkstoffe belegt worden, die starke piezoelektrische bzw. pyrostriktive Eigenschaften aufweisen. Die Grundsubstanzen des Piezolan sind BaO und TiO_2 , die sich in die Verbindungen des Bariumtitanats (BaTiO_3) oder älterer Ausschaltung in ein Mischoxid bzw. Doppeloxid u.

6.6 Erste Piezoanwendungen, Ferroelektrizität

- Erste kommerzielle Anwendungen 1951:
Ultraschalltöpfe für Labor und Medizintechnik.
- Besprechungsprotokoll vom 27.02.53 belegt
Kooperation der HESCHO mit TuR Dresden, und
den Universitäten Dresden, Halle, Leipzig und Jena.
Beteiligt sind u.a. Martin, Matauscheck und **G. Schmidt**.



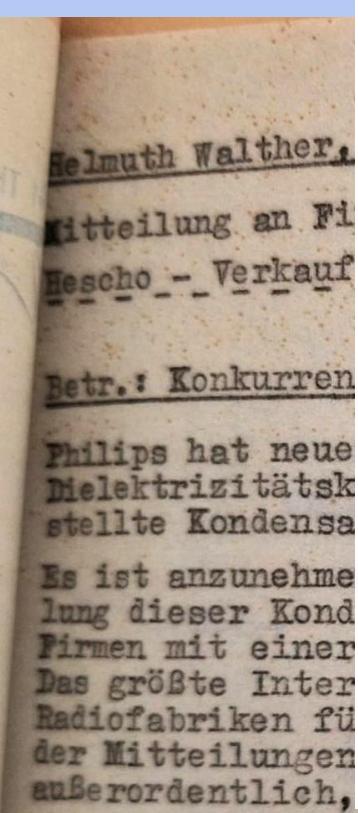
6.7 Deutsche Wettbewerber in Sachen HDK-Werkstoffe

- Der externe Vertriebsmitarbeiter Walther berichtet am 6.7.1950 über Aktivitäten von STEMAG, Rosenthal und PHILIPS zu Konkurrenzentwicklungen bei HDK-Werkstoffen.
- im März 1952 erscheint in der Funkschau ein Hinweis auf die neue DIN 41 341

Tabelle 6
Neue Farbkennzeichnung von Keramikkondensatoren nach DIN 41341 (erscheint neu im Frühjahr 1952)

Farbe	Neue DIN-Nr.	Typ nach DIN 40 685 (alt)	ϵ -Bereich	TK_c -Bereich $TK_c \cdot 10^{-8}$	Hescho	Lutz & Co.	Philips	Rosenthal	Siemens	Steatit-Magnesia	Stettner
rot	DIN 41 370	221	6..8	+100...+200	Calit	E 7	K 6	R 7	Elit	Frequenta	Stettalit
orange	DIN 41 371	320	12..25	-100...+100	Tempo S	—	K 20	R 15	—	Diacond O	Faralit O
hellgrün	DIN 41 372	330	25..50	0...-200	Tempo T	—	K 40	R 40	Konstit 100	Kerafar X, Y	—
dunkelgrün	DIN 41 373	331	25..50	-100...-300	—	—	K 35	R 35	Konstit 200	—	Faralit E
gelb	DIN 41 374	311	35..50	-300...-600	Condensa N	—	—	—	—	Kerafar W	Faralit A
hellblau*)	DIN 41 375	310	60..100	-650...-850	—	E 92	K 90 G	R 90	Sirutit 10	Kerafar N	Faralit
dunkelblau	DIN 41 376	310	60..100	-650...-850	Condensa F	—	K 90 M	R 85	Sirutit 5	Kerafar U	—
violett	DIN 41 377	—	150..500	—	—	—	K 250	R 200	—	—	—
grau	DIN 41 378	—	500..2000	—	Epsilon 900	—	K 2000	R 2000	Sibatit 1000	Supracond	Faralit I
braun	DIN 41 379	—	> 2000	—	Epsilon 7000	—	K 3500	R 4000	Sibatit 3000	Ultracond	Faralit U

*) Nur für Wechselspannungsbelastung.



6.8 Deutsche Wettbewerber in Sachen Piezokeramik

- SIEMENS-Patent DE 512349 vom 21.06.51, Unteranspruch 8:
Anwendung von Bariumtitanat als elektrostriktiver Schwinger → SIBATIT
- Die Philips-Tochter VALVO (später Morgan Electro Ceramics) → PIEZOXIDE ...
- in den 90er Jahren waren folgende deutsche Wettbewerber u. deren Akteure bekannt:

#	Unternehmen	Standorte	Bemerkungen / Handelnde Personen
1	Hoechst Ceramtec (später CeramTec)	Lauf a.d. Pegnitz	Dr. Günter Helke, Rainer Bindig, Dr. Hans-Jürgen Schreiner;
2	Marco Systemanalyse und Entwicklung	Hermsdorf	Martin Reuter;
3	Philips Valvo (später Morgan Electro Ceramics)	Hamburg	Karl Ruschmeyer, Dr. Joachim Koch, Dr. Detlef Hennings, Prof. Pim Groen;
4	PI Ceramic	Lederhose/Thür.	1992 gegr.; Dr. Karl Spanner, Albrecht Otto, Adolf Bauer, Frank Möller, Gerhard Krah, Eberhard Hennig, Astrid und Stefan Richter, Bernd Kolle, Willy Plötner, Dr. Harry Marth;
5	Siemens Corporate Technology	München	Zentrale Forschung; Prof. Walter Heywang, Dr. Helmut Thomann, Wolfram Wersing, Dr. Karl Lubitz, Dr. Carsten Schuh, Dr. Thorsten Steinkopff;
6	Siemens (später Argillon, Johnson Matthey, Hoerbiger)	Redwitz	Standort ab 1945 als Reaktion auf die Enteignung der Siemens-Schuckertwerke in Neuhaus/Thür. gegründet; Michael Riedel;
7	Siemens-Matsushita (später Epcos, TDK Europe)	Deutschlandsberg (AT)	Prof. Adalbert Feltz, Dr. Harald Kastl;
8	Stettner (später STELCO, Sumida)	Neumarkt i.d.Opf.	Seit 1922; Beratung durch Dr. Werner Rath nach 1945;

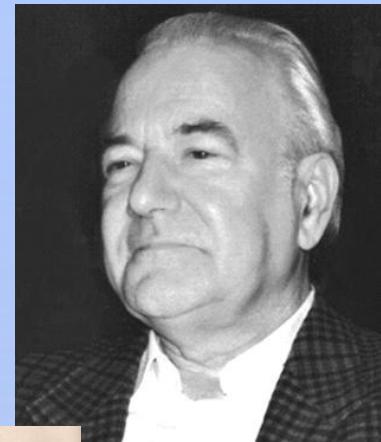


7.1 Piezowerkstoffe im System PbZrO_3 - PbTiO_3

- erste US-Publikationen zu Piezoelektrika auf Basis PZT: Jaffe u.a. in 1954
→ Potential für höhere Curie-Temperaturen, Piezomodule und Kopplungsfaktoren
Meilensteine in Hermsdorf:
- 1960, Schreckenbach → Pb-Anteil im $(\text{Ba}, \text{Pb})\text{TiO}_3$ erhöht
→ Einsatztemperaturen bis 150 °C
- 1964, Gesemann → mit $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$
Kopplungsfaktor bis 42 % bei Kontrolle Kornwachstum
- 1965, Schreckenbach/Gesemann: **PIEZOLAN S**
→ $T_c = 383^\circ\text{C}$, $k_p = 53\%$, $d_{31} > 100 * 10^{-12} \text{ m/V}$
→ geeignet u.a. für Schallwandler



7.2 Piezowerkstoffe im System PbZrO_3 - PbTiO_3



Forderungen an PZT-Keramiken

1. Für mechanische Filter (Filterwandler)

a) professionelle Technik

$$Q_m \geq 1000 \quad (\text{drahtgeb. NT}) \\ \geq 2000 \quad (\text{drahtlose NT})$$

$$k_r \geq 25\% \\ \text{TK}(f_R) \leq 2 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C} \quad (-25^\circ\text{C} \leq T \leq +80^\circ\text{C})$$

$$\text{Alterung } (f_R) \leq 0,2\% \quad (t \geq 10 \text{ Jahre})$$

✓ b) kommerzielle Technik

$$Q_m = 70 - 100$$

$$k_r \geq 40\%$$

$$\text{TK}(f_R) \leq 2 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C} \quad (-20^\circ\text{C} \leq T \leq +50^\circ\text{C})$$

$$\text{Alterung } (f_R) \leq 0,2\% \quad (t \geq 10 \text{ Jahre})$$

$$\varepsilon_r \sim 1000$$

✓ 2. Schwinger für Tastköpfe von Materialprüferäten

$$Q_m = 50 - 70 \quad \text{Depolarisationsfeldstärke } 500 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$$

$$k_r \geq 50\%$$

$$\varepsilon_r \sim 1000$$

✓ 3. Schwingungsaufnehmer (Tonabnehmer)

$$\varepsilon_r \sim 500$$

$$g_{33} \geq 35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

4. Leistungsschall-Schwinger

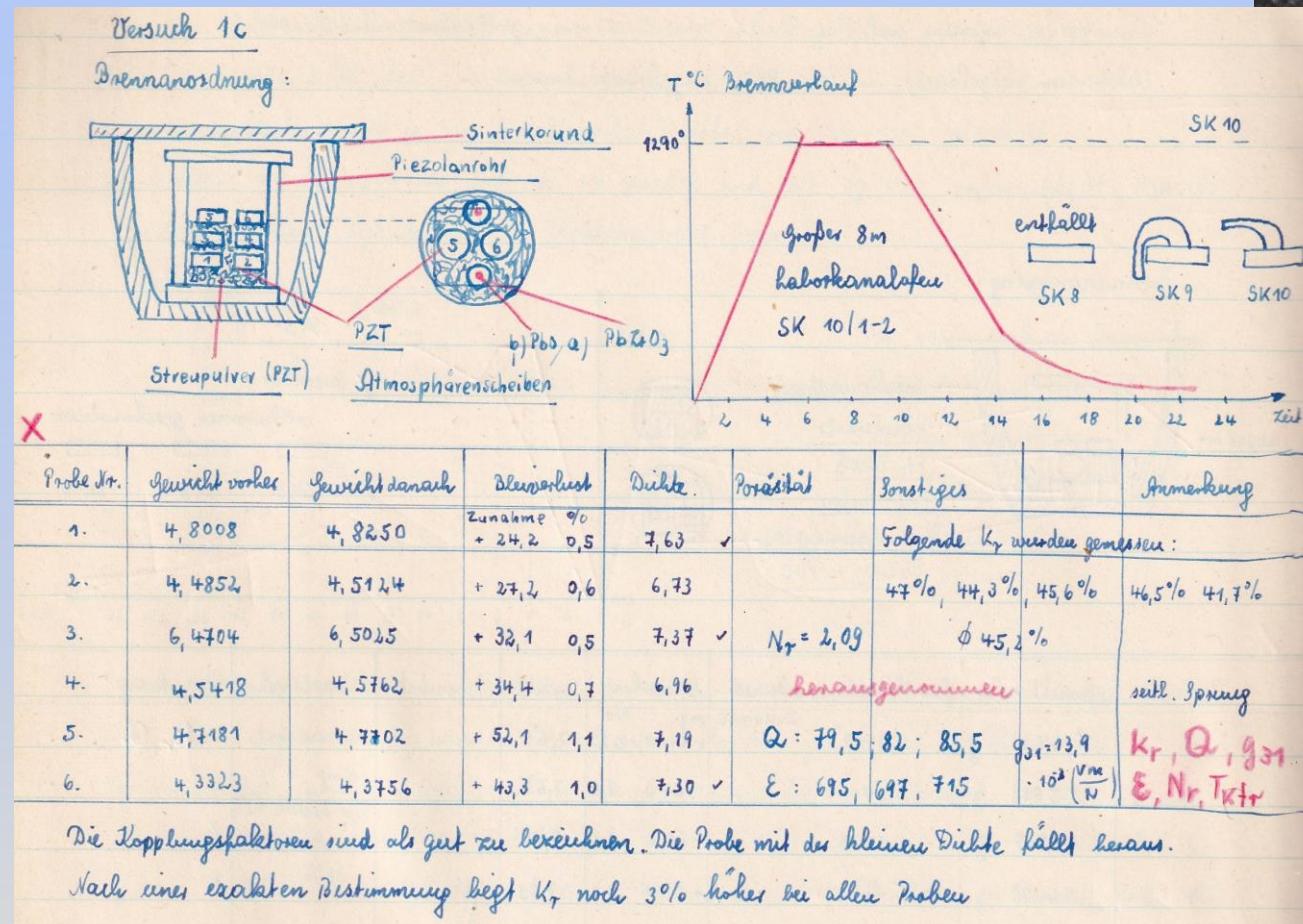
$$k_r \geq 50\%$$

$$Q = 300 - 600$$

$$\varepsilon_r \sim 1000$$

$$\eta \geq 75\%$$

- Versatzbuch H-J. Gesemann 1965:



7.3 Weiterentwicklung PbZrO₃-PbTiO₃

- 1966, Gesemann / Helke → Sortiment PIEZOLAN-Werkstoffe S, M, L, F₁ und F₂

Hermsdorfer Technische Mitteilungen 1966, Heft 16

495

1010

Hermsdorfer Technische Mitteilungen 1971, Heft 32

Piezoelektrische Materialien

H.-J. GESEMANN u.

Dielektrische und piezoelektrische Eigenschaften der ternären keramischen festen Lösungen Pb (Ni_{1/3}Sb_{2/3})O₃ – PbTiO₃ – PbZrO₃

Als I
Vorteile
den e
mögl

HELKE, G.; KIRSCH, W.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das ternäre System Pb(Ni_{1/3}Sb_{2/3})O₃ — PbTiO₃ synthetisiert und physikalisch untersucht. Nach Sicherstellung der Existenz eines großen piezoelektrischen Effektes für bestimmte Zusammensetzungen erfolgte die Modifizierung des ternären Systems in besonders interessanten Bereichen. Die dielektrischen und elektromechanischen Eigenschaften zeigten eine deutliche Abhängigkeit vom Anteil der drei Komponenten und von Zusätzen. Die ermittelten extremalen dielektrischen und piezoelektrischen Eigenschaften sind eindeutig der Zusammensetzung des Materials zuzuordnen.

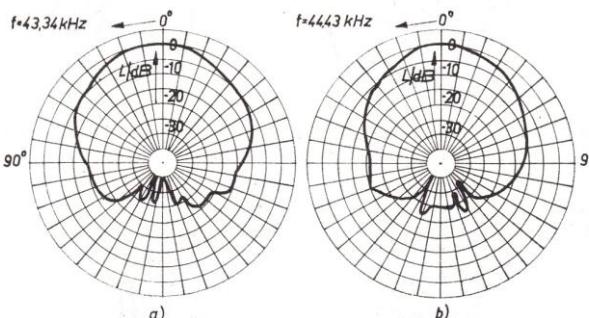
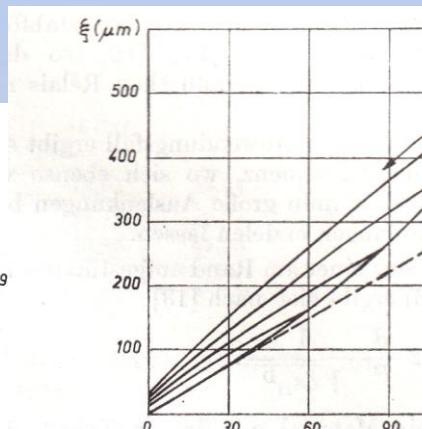


Abb. 11. Richtcharakteristik eines Luft-Ultraschallwandlers (piezoelektrische Doppelplatte)

a) Ultraschallgeber
b) Ultraschallempfänger



Statische Auslenkung eines einseitig eiformigen Biegeelementes

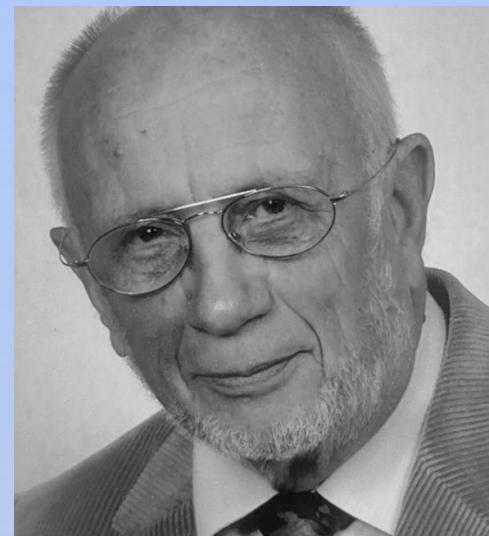
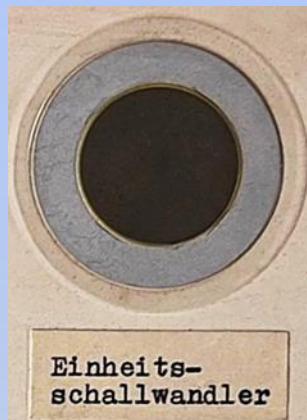
1. Markt, Kunden- und Wettbewerbsrelationen/Strategie

1.1. Analyse aktuelle und zukünftige Kundenbedürfnisse

allgemein: Piezokeramische Bauelemente erfahren weiterhin großes Interesse. Stetig wachsender Bedarf ist in unterschiedlichen Bereichen feststellbar, insbesondere in der Ultraschall- und Sensortechnik, Elektroakustik, Nachrichtenkommunikation, Medizintechnik und Feingeräutechnik sowie der Haushalte-/Konsumgütertechnik.

speziell: Die Ultraschalltechnik umfasst die Gebiete der Nutzung von Ultraschallwirkungen (Ultraschall-Reinigung; Ultraschall-Bearbeitung; Plaschweissen, Bohren; medizinische Therapie: Massage, Aerosol-Erzeugung, Chirurgie) und der Signalverarbeitung (Materialprüfung, medizinische Diagnostik, Sonartechnik).

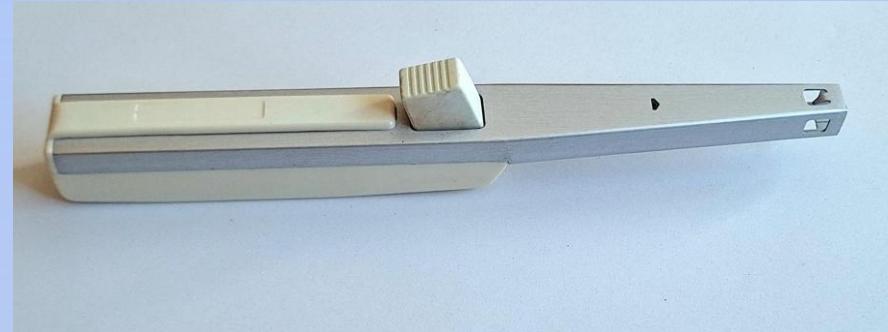
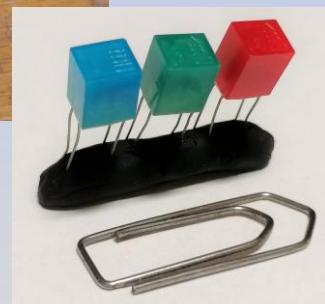
Die Sensortechnik erfordert in sehr differenzierter Weise piezokeramische Wandler. Anwendungsbereiche sind die Schwingungsmesstechnik, Ultraschallschranken und Annäherungsdetektoren/Entfernungsmeß, Fuelstandmess, Kraftfahrzeug-Elektronik (z.B. Klopfssensoren) und die Sicherheitstechnik (Raumüberwachung und Einbruch-Detektoren).



August 1990:
Dr. Helke übergibt mehr als
35 Entwicklungsberichte
an seinen Nachfolger

7.4 PZT-Werkstoffe - Anwendungen

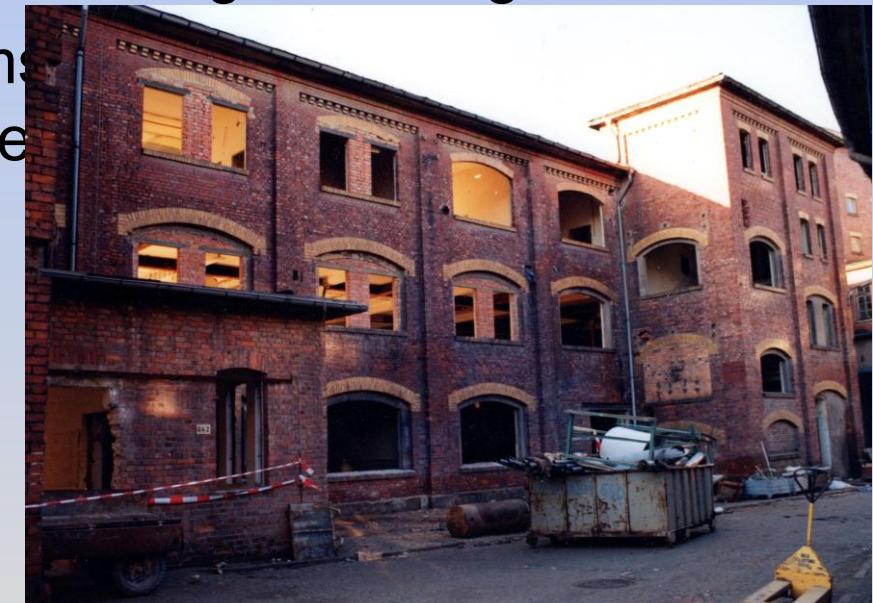
- 1989 deckt VEB KWH mit breitem Sortiment hochwertiger PIEZO-Bauelemente den Bedarf der DDR-Volkswirtschaft



7.4 Piezo-Bauelemente in den 80er Jahren

- Fertigung von Filtern → vollständig zum VEB Elektronik Gera verlagert
- wachsender Bedarf: Telefonie, Elektroakustik, Gasanzünder, Ultraschallwandler
→ Investitionen in die Vorfertigung (Umbau „Mittelhofgebäude“)
→ nach mehrfachen Verzögerungen Start 1987.
- Planungen für Investition „Endfertigung Piezolan“ ab 1990
(„Einheitsschallwandler“ für Telefonie auf Basis Blocksintern)
- Auftragsforschung an Hochschule HAB Weimar zur Technologie Foliengießen

DDR-Volkswirtschaft → Umsatz steigend schwierig und langwierig



7.5 Piezo-Bauelemente am Ende der DDR-Zeit

- Es mangelte nicht an Konzepten und Produktideen → Beispiel „Mikrotranslatoren“, Abschluss der Vorentwicklung unter Dr. Helke im Januar 1990.
- Öffnung der Grenzen am 9.11.1989, Währungsunion zum 1. Juli 1990
 - viele KWH-Produkte technisch gut, aber **zu teuer**
 - **fehlender Marktzugang** bei Massenanwendungen wie Telefonie, Audiotechnik, Automobiltechnik
 - mehrere Entlassungswellen ab 1990
 - Abwanderung wichtiger Leistungsträger
- Gesamtprivatisierung „TRIDELTA-AG“ problematisch
 - ab 1991 Gründung spezialisierter GmbH



"Ferroelektrische Keramik für Mikrotranslatoren"
Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf
Zentrum für Forschung und Technologie
DDR - 6530 Hermsdorf

Bearbeiter:

Dr. G. Helke (Themenleiter)
W. Geiß
M. Hofmann
F. Mauersberger
W. Meier
E. Mildner
K. Voigt

Themen-Nr.: A 30 061

Themen-Eröffnung: 03/88

Themen-Abschluß: 02/90

7.6 Neustart 1992

PI

- Dr. Karl Spanner und Albrecht Otto gründen das Unternehmen PI Ceramic
 - Hersteller von piezokeramischen Komponenten für die **PI-Firmengruppe**
 - Kompetenzen Gera u. Hermsdorf vereint ([Werkstoffe, Technologie, Applikation](#))
 - heute internationales High-Tech-Unternehmen



**Vielen Dank an Dr. Pertsch und Frau Ramakic
für die Einladung und die Unterstützung bei den Recherchen.**

**Wenn Sie mehr erfahren wollen, besuchen Sie die Technische
Sammlung des VRTG Hermsdorf e.V.**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

