

Jakob Tschandl **Das Auge am Marktgeschehen –** **Die Lorenz-Röhre und der Sieg nach 1945**

Einführung

Über die Produkte der Lorenz AG ist nur wenig geforscht worden und über die Mittel, die Art und Weise, wie diese Produkte gefertigt wurden sowie die Bedingungen, unter denen sie entstanden sind, ist kaum etwas bekannt. Im ersten Abschnitt dieses Beitrags wird mit einem kurzen Abriss der Geschichte der Lorenz AG begonnen. Von der Gründung als kleinem Unternehmen 1880, heute würde man vielleicht Start-Up sagen, mit 20 Mitarbeitern (HAHNEMANN, STEUDEL 1931: S. 51) bis 1945 als einem der wichtigsten Unternehmen der deutschen Rüstungsproduktion mit ca. 24.000 Angestellten (KLUGE 1955: S. 23 f.). Danach werden die zwei Aspekte, die die Produktionssteigerung der Röhrenproduktion ermöglichten, die Maschinen und die Menschen, näher betrachtet. Im Mittelpunkt der Betrachtungen dieses Beitrags steht die Umsetzung der von der NS-Führung angeordneten Produktionserweiterungen im Jahr 1943.

Die für die deutsche Rüstungsproduktion entscheidende Elektroindustrie hatte eines ihrer traditionellen Zentren in Berlin. Von den zunehmenden Luftangriffen waren die Elektro-Konzerne so schwer betroffen, dass das Rüstungsministerium ab 1943 die Verlagerung anordnete und dazu eigens einen Beauftragten einsetzte (FRITZ 2006: S. 196). Die Betriebe sollten aber nicht nur verlagert, sondern die Produktion auch noch steigern. In der ersten Sitzung der Kommission „Massenfertigungsrohren“ des Arbeitsstabs Leistungssteigerung im Arbeitsring „Röhren“ am 08.02.1943 im Röhrenwerk Berlin der Telefunken GmbH. wurde beschlossen, einen Vergleich der Leistungen, die durch Handarbeit oder Maschinen in der Röhrenproduktion erzielt wurden, zu erstellen. Die Daten sollten erhoben werden, da beschlossen worden war, die Röhrenfertigung im Deutschen Reich drastisch zu erhöhen (1. Sitzung 1943: S. 2). Diese Produktionssteigerungen sollten dabei möglichst ohne zusätzliche deutsche und insbesondere ohne gelernte Arbeitskräfte erreicht werden (1. Sitzung 1943: S. 3). Die Firmen sollten sich allerdings nicht direkt austauschen, sondern nur über Ringführer des Arbeitsrings „Röhren“ (1. Sitzung 1943: S. 4). Eine Produktionssteigerung sollte also auf zwei Wegen erreicht werden, zum einen mit einem höheren Grad an Automatisierung, zum anderen mit Zwangsarbeitern aus dem Ausland.

1. Geschichte der C.Lorenz AG

Daniel Wilhelm Ferdinand Carl Lorenz, Sohn eines Kammermusikus führte seit 1870 mit dem Mechaniker Wilhelm Horn eine mechanische Werkstatt in Berlin. 1880 übernahm er dann die Führung der Telegraphenbauanstalt, Fabrik für elektrisches Licht, elektrische Eisenbahnen, Kunst und Industrie, die Morseapparate, Streckenläutwerke und Bogenlampen herstellte, gänzlich. Nach dem Tod von Carl Lorenz, nur neun Jahre nach der Gründung, führte sein Bruder die Telegraphenbauanstalt ein Jahr weiter (Hahnemann, Steudel 1931: S. 49–53), bis der damals 27-jährige Textilkaufmann Robert Held die Firma von der Witwe Carl Lorenz kaufte. Held organisierte die Firma um, führte rationelle Arbeitsteilung, Leistungslohn aber auch den Neunstundentag, damals noch ungewöhnlich, ein. 1893 kaufte Held die Telegraphen-Bauanstalt C.F. Lewert auf, die die ersten deutschen Morse-Telegraphen gebaut hat, um an die Aufträge für die Reichspost zu kommen (Hahnemann, Steudel 1931: S. 54–57). Als zusätzliches Kapital notwendig wird, um die Fertigungskapazitäten der Firma zu erhöhen, wandelte Robert Held sie 1906 zur C. Lorenz Aktiengesellschaft um (Hahnemann, Steudel 1931: S. 58).

Außerdem sicherte er sich mit einem Lizenzvertrag mit der Amalgamated Radio Telegraph Company Ltd. die Patentrechte am Poulsen-Lichtbogen-System zur Erzeugung ungedämpfter Hochfrequenzschwingungen für Deutschland und Österreich-Ungarn und richtete die Abteilung für drahtlose Telegraphie ein (Hahnemann, Steudel 1931: S. 58 f.). Lorenz wurde ein Anteil an der Produktion von Telegraphen und Funktechnik allgemein im Kartell zugesprochen, so konnte sich die Aktiengesellschaft einen stabilen Marktanteil an der Produktion und dem Umsatz der Branche erwirtschaften. International erarbeitete sie sich vor dem Ersten Weltkrieg einen Ruf, nachdem sie die Patente an dem Poulsen-Sender erwarb. Damit stieg die C. Lorenz AG in den kabellosen Telegraphenmarkt ein und nahm eine Vorreiterrolle bei der Produktion dieser Technik ein.

Nachdem die C. Lorenz AG ihre Kapazitäten in der Funktelegraphie auf Grund von Rüstungsaufträgen im Ersten Weltkrieg erweitern konnte, konnte sie auch am Exportmarkt Fuß fassen (Combined Intelligence 1945: S. 3.). Held wertete die Abteilung für drahtlose Telegraphie weiter auf (Hahnemann, Steudel 1931: S. 197–226.).

1915 übernahm Lorenz die nächste Firma, nämlich die durch Wilhelm Gurlt 1853 gegründete Telegrafenfirma. Zu Beginn des Ersten Weltkriegs war die Belegschaft der C. Lorenz AG auf Grund der umfangreichen Rüstungsaufträge auf 3000 Arbeiter angestiegen. Deswegen wurden am Teltow-Kanal in Berlin- Tempelhof 1916 auch neue Haupt-Fabrikanlagen in Betrieb genommen (Hahnemann, Steudel 1931: S. 59.). 1920 strahlte die C. Lorenz AG erste Rundfunksendungen in Deutschland mit einem Lorenz-Poulsen-Sender aus (Hahnemann, Steudel 1931: S. 223). Erste Rundfunkgeräte entstanden im Versuchsbetrieb Eberswalde und im Werk Tempelhof, wobei zahlreiche Amateure und Mitarbeiter an Sende- und Empfangsversuchen teilnahmen (Hahnemann Steudel 1931: S. 223 f). Ende 1924, beim Tod von Robert Held, beschäftigte die C. Lorenz AG rund 3.700 Personen und war auf allen Gebieten der elektrischen Nachrichtentechnik erfolgreich tätig (Hahnemann Steudel 1931: S. 60). Am 1. April 1926 wurde in Berlin die Lorenz-Radio-Vertriebsgesellschaft mbH ins Leben gerufen. 1927 kaufte Lorenz den Patentbesitz der Dr. Erich F. Huth GmbH. Später kooperierte Lorenz beim Bau von Rundfunkgeräten mit Tefag¹ (Hahnemann Steudel 1931: S. 481–486). 1930 wurde die C. Lorenz AG durch den US-amerikanischen Konzern International Telephon and Telegraph Corporation, [ITT, in älterer Literatur auch IT&T, von Philips übernommen (vgl. KLUGE 1955: S. 13)]. Am 4. August 1933 berichtete die New York Times von einem persönlichen Treffen von Colonel Sosthenes Behn, Gründer von ITT mit Hitler, um das Personal der deutschen ITT-Töchter auszuwählen (SAMPSON 1974: S. 23). Kurt von Schröder besorgte Rüstungsaufträge für Lorenz und andere ITT-Töchter (SAMPSON 1974: S. 23– 25). Ab Mitte der 1930er Jahre begannen Lieferungen an Polizei, Reichspost, Feuerwehr und die Kriegswirtschaft den größten Teil des Geschäfts der C. Lorenz AG auszumachen. Das Privat-Telefongeschäft ging an Mix & Genest, die seit 1929/30 ebenfalls der SEG gehörte, wie auch die Firma Schuchhardt AG (HAHNEMANN, STEUDEL 1931: S.110–186). Auch wenn es selbst Sosthenes Behn wie allen anderen ausländischen Besuchern verboten wurde, deutsche Unternehmen zu besuchen, behielt er die Kontrolle über seine deutschen Tochtergesellschaften. Er traf sich mit den Leitern der Tochtergesellschaften meistens in Spanien (SAMPSON 1974: S. 24–28). So wickelte er auch das Geschäft ab, über die C. Lorenz AG mit „28%“ die Aktienmehrheit der Flugzeugfirma Focke-Wulf zu erwerben (SAMPSON 1974: S. 24). Für die Hilfe ITTs konnte von Schröder erreichen, dass die ITT-Töchter als erste ausländische Firmen zu deutschen Unternehmen erklärt wurden und so vor Enteignungen durch den NS-Staat geschützt waren (SAMPSON 1974: S. 25). Sosthenes Behn hätte von 1933 bis zum Beginn des Zweiten Weltkriegs jederzeit die Gewinne der deutschen ITT-Gesellschaften in die USA transferieren können, was er aber nie tat. Damit standen den Unternehmen die Gewinne zur Reinvestition zur Verfügung, mit der der Aufbau der deutschen Rüstungsindustrie erst möglich wurde (SAMPSON 1974: S. 24) Darüber hinaus stellte ITT ihren deutschen Tochtergesellschaften weiterhin Patente zur Verfügung, obwohl ab 1935 die Weitergabe von Patenten und technischen Informationen an Firmen im Ausland in Deutschland verboten wurde (SAMPSON 1974: S. 24). Die Branche orientierte sich am damals üblichen Trend der Kartellabsprachen und in Deutschland traf Lorenz Absprachen mit Telefunken zum Patentaustausch. Danach gab Lorenz die Produktion, aber nicht die Forschung an Elektronenröhren auf. Dafür wurde die C. Lorenz AG von Telefunken mit Röhren zum Selbstkostenpreis plus „5–10%“ versorgt (Combined Intelligence 1945: S. 3). Nach dem Ersten Weltkrieg konzentrierte C. Lorenz die Produktion in Berlin. Ab 1938 wurden aufgrund der vielen Aufträge, die die NS-Regierung der C. Lorenz AG erteilte, neue Werke nötig. Die NS- Führung bestand allerdings auf der räumlichen Verteilung der Werke, so entstanden neue Werke in Posen, Schlesien und Thüringen. So entstand auch das Werk Mühlhausen in Thüringen für Elektronenröhren und Kommunikationsgeräte (Combined Intelligence 1945: S. 4). Bis Ende der 30er Jahre nahm die C. Lorenz AG eine bedeutende Stellung im Bereich der „Ultrakurz-Wellen“ (Flugfunk-Navigation und bewegliche Funkanlagen), Großsendertechnik und Telegraphentechnik ein. Damit war sie in allen wichtigen militärischen Anwendungen der Funktechnik präsent (Hahnemann Steudel 1931: S. 197–352). In der Geschichte der C. Lorenz AG fällt auf, dass die Firma seit der Gründung durch Carl Lorenz immer die Nähe zum deutschen Staat suchte und trotz wechselnder Eigentümer stets bemüht war, an Aufträge aus öffentlicher Hand zu kommen.

2. Röhrenproduktion

Die Betrachtung der Firmengeschichte legt außerdem den Schluss nahe, dass die Stärke der C. Lorenz AG nicht in ihrer Forschung und Entwicklung lag, sondern sie eine lange Tradition aufweist, Patente durch Firmenübernahmen zu erhalten, manchmal weiterzuentwickeln, vor allem aber auf eine überlegene Produktion zu setzen und ihre Produkte günstiger und in größeren Mengen als die Konkurrenz fertigen zu können. Daher wird in diesem Absatz nun die Produktion näher beleuchtet.

¹ Tefag, Telefon-Fabrik AG, vormals Joseph Berliner, gegr.1881, 1898 umgewandelt in Tefag AG, 1923 Gründung einer Radio-Sparte, Kooperation mit Lorenz; 1929/30 von der Standard Elektrizitätsgesellschaft (SEG) der ITT (USA) übernommen.

1943 wurde vom Arbeitsstab Leistungssteigerung des Arbeitsrings „Röhren“, dessen Leiter Dr. Wiegand war, eine Röhrenvergleichskommission eingesetzt, deren Aufgabe es war, die verschiedenen Betriebe, die in Deutschland Elektronenröhren herstellten, in Bezug auf Qualität und Fehlproduktion auf ein gemeinsames Niveau zu bringen und damit die Produktionsleistung im Deutschen Reich zu erhöhen (vgl. STDB, 1.2.060, C 05971, Brief von Dr. Karl May 1943: S.49.). Zwischen 16.2.43 und 30.4.43 wurden von der Kommission Massenfertigungsrohren des Arbeitsstabs Leistungssteigerung des Arbeitsrings „Röhren“ die Fertigungsstätten von Telefunken Berlin, Opta Radio AG, Siemens in Berlin und Wien, Philips-Valvo in Hamburg, Eindhoven und Wien, Süddeutsche Telefon- und Kabelwerke, Watt und Lorenz Werke in Mühlhausen und Oberhohenelbe besichtigt. Ihrer Einschätzung nach bildet ihr Bericht „...ein ziemlich deutliches Bild vom technischen Stand der deutschen Röhrenindustrie.“ Ihre wichtigste Empfehlung bestand darin „...einigen Firmen Unterstützung durch andere zukommen zu lassen.“ (vgl. SDTB, 1.2.060 C 05971, Massenfertigungsrohren 1943:). Die erhobenen Daten waren aber nicht für die anderen Firmen bestimmt. In den Unterlagen, die die Firmen von der Kommission erhielten, waren zwar die Zahlenwerte enthalten, aber nicht welche Zahlen von welcher Firma stammten (vgl. SDTB, 1.2.060 C 05971 Massenfertigungsrohren 1943: S.3.). Da die Kommission in ihrem Bericht die Werke Oberhohenelbe und Mühlhausen als wichtigste Produktionsstandorte der C. Lorenz AG sah, um den Stand der Elektronenröhrenfertigung in Deutschland zu ermitteln, sollen diese Werke auch hier im Detail betrachtet werden. Außerdem handelt es sich bei den Werken Mühlhausen und Oberhohenelbe um Werke, die extra für die geplante Produktionserweiterung der NS-Führung entstanden.

Die Werke Oberhohenelbe und Mühlhausen waren 1943 moderne Bauten mit hellen Arbeitsräumen. Oberhohenelbe und Mühlhausen wurden nur mit gefilterter Luft gelüftet. Besonders Oberhohenelbe galt damals als sehr fortschrittlich und wurde mit viel Raum für Erweiterungsmöglichkeiten konzipiert, während in Mühlhausen keine Möglichkeiten mehr zur räumlichen Erweiterung gesehen wurden (Vgl. Lorenz/ Telefunken: S.87.).

3. Produktionsstandort Oberhohenelbe

Vom 17.3.43 bis zum 18.3.43 wurde das Zweigwerk Oberhohenelbe von der Kommission „Massenfertigungs-Röhren“ vom Arbeitsstab Leistungssteigerung im Arbeitsring „Röhren“ geprüft. Leiter des Werkes war zu diesem Zeitpunkt Herr Löpp (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S. 2). In der zweiten Hälfte des Jahres 1943 befand sich das Lorenzwerk in Oberhohenelbe, welches alleine für 3000 Arbeitskräfte konzipiert wurde, noch im Aufbau. Die Bauarbeiten an den Werksgebäuden waren zwar noch nicht abgeschlossen, aber weit fortgeschritten. Der Maschinenpark befand sich aber erst in der Anfangsphase des Aufbaus. Das Werk war auf die breite Anwendung von halb- und vollautomatischen Maschinen ausgelegt. In dieser Frühphase fehlten noch jegliche Spezialmaschinen zur Fertigung (Vgl. SDTB 1.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 1943: S. 5). Die Fertigung in Oberhohenelbe war, wie damals üblich, in Gruppen aufgeteilt. Diese Gruppen bestanden aus den Arbeitsschritten Montage, Einschmelzen, Sockeln und Messen. Die in den einzelnen Arbeitsschritten angewandten Fertigungsmethoden waren für die Zeit modern. Pressglasfüße sollten in Pressglasautomaten hergestellt werden, die sich 1943 noch in der Entwicklungsphase befanden. Das kataphorische Bedecken von Wendeln und Kathoden wurde in Halbautomaten gemacht, die sich in ständiger Weiterentwicklung befanden. 1943 wurde die Gitterfertigung in Oberhohenelbe zwar noch von Hand erledigt, Automaten, die diesen Arbeitsschritt übernehmen sollten, wurden aber bereits bei der C. Lorenz AG entwickelt. Pumpautomaten wurden von der Firma Brückner zugekauft und waren bereits vorhanden. Die Brennrahmen waren noch nicht für die Serienfertigung optimiert und noch in Labor-Ausführungen installiert (Vgl. SDTB 1.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 1943: S. 6).

Karbonate wurden in einer Fällungsanlage im Zentrallabor in Berlin hergestellt und von dort an die Außenwerke geliefert. Vier Tage wurden benötigt, um 15–20 kg Karbonate im Zentrallabor herzustellen. Eisen-Barium-Getter in Stangen, sowie Kathodenhülsen wurden von der Firma Schoeller zugekauft. Das Glasrohr der Elektronenröhre, sowie Molybdän- und Wolframdraht von Osram. Weiters wurden vernickeltes Eisen, reines Eisen, Chromeisensstifte für die Kathodenhülsen, Kolben, Keramik und Glimmerteile aus Fremdproduktion zugekauft (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S. 2).

In Teilerstellung wurden die Kathoden, die Brenner, das Gitter, das Glas und diverse Stanzteile gefertigt (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S. 3–7). In Oberhohenelbe wurden nur direkt geheizte Kathoden mit Wolframkernmaterial hergestellt. Die geformte Kathode musste an einer kleinen Vorrichtung noch per Hand gebogen werden (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S. 3).

Der Wendelschlauch wurde mit einer Kehrwendelmaschine, die von Lorenz selbst konstruiert wurde, gewickelt. Die meisten Vorrichtungen zum Wendeln verriegelten nach dem Aufbringen des Drahtstücks durch Überschieben einer kleinen Klammer, die Spindelbetätigung erfolgte von Hand, nur bei einer Vorrichtung per Motor. Per Hand

konnten 140 pro Stunde, mit Motor 190 Wendeln pro Stunde hergestellt werden. Flachwendeln, die auf der gleichen Maschine gefertigt wurden, konnten ca. 30 pro Stunde produziert werden (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S.3.). An der erst kürzlich in Betrieb genommenen Kathaphoresemaschine werden die Wendeln in einen Kathaphoresetopf getaucht. An ihr arbeiteten zwei Frauen, eine dritte regulierte die Badhöhe.

Drei Personen schafften 600 Wendeln pro Stunde (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.3.). Die Gitter wurden mit Hilfe eines Gitterwickelautomaten nach Philips Bauart gewickelt. Zum Zeitpunkt des Betriebsbesuchs der Kommission wurden Gitter für die Röhre S321 gewickelt. Ein zweiter identischer Automat war bei der Besichtigung schon vorhanden, aber noch nicht in Betrieb und Kurven-Gitterautomaten von Lorenz selbst entwickelt bei der Firma Brückner in Bau. Der Kerbgitterkopf der Automaten konnte gegen einen Kopf zum Schweißen ausgetauscht werden. Zusätzlich gab es noch verschiedene Handwickelmaschinen, die von Lorenz selbst entwickelt wurden.

Die Gitter wurden nach dem Wickeln mit einer Rollen-Elektrode verschweißt, nur sehr dünne Gitter wurden an einer Schweißlehre geschweißt. Zur Herstellung von Manschetten-Gittern wurde ein Zahnrad zur Betätigung des Vorschubs von Hand gelöst und der Spindel kurzer Vorschub gegeben (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305 Oberhohenelbe 1943: S.4.). Es gab nur eine Wickelmaschine, bei der die Spindel durch einen Motorantrieb vorgeschoben wurde. Vor der Weiterverarbeitung wurden die Gitter vom Automat nach dem Wickeln mit Seitenschneidern zerlegt und in Vorrichtungen auf die exakte Länge geschnitten. Die Gitter mussten von Hand kalt gegen einen Anschlag gestreckt werden. Die Gitter, die gespreizt werden mussten, wurden in einer Vorrichtung, die per Fuß oder Hand bedient wurde, gespreizt (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.5.).

Stanzteile wurden mittels Exzenter-, Kurbel- Stempel- und Federpressen hergestellt, allerdings verfügte keine der Pressen über einen automatischen Vorschub. Im März 1943 wurden nicht bespritzte Glimmerplatten noch mit Schmirgelpapier aufgeraut, wobei schon geplant war, den Arbeitsschritt durch ein Sandstrahlgebläse samt Bandvorschub zu rationalisieren (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.5.). An einem Tisch mit Stengelansatzvorrichtungen zum Absprengen der vorher mit Diamanten und Glühdraht angeritzten Kolben schaffte eine Arbeiterin, die erst kurz an diesem Tisch arbeitete, zwischen 60 und 70 Kolben pro Stunde. Ca. 20% der Kolben mussten anschließend noch von Hand nachgeschliffen werden (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.5.). Die Herstellung der Hartglasteller für Kupfermanteldrahtnäpfe und Chromeisennäpfe war anfangs auch noch Handarbeit, ein Arbeiter legte den Glasstab mit dem weichen Ende in eine Matrize, ein zweiter löste dann die Presse aus. Das überschüssige Glas wurde nachher per Hand abgeschlagen und, wenn nötig, nachgeschliffen. Ein gerade neu eingeführtes Werkzeug schnitt mit einem Ringmesser das Glas direkt an der Presse ab. Damit konnten pro Tag 200 Stück der 5-poligen Kupfermanteldrahtnäpfe und 180 Chromeisennäpfe produziert werden. Die Chromeisennäpfe mussten dann noch per Hand gesandstrahlt werden, allerdings war 1943 schon vorgesehen, diese Arbeit mit einer Sandstrahlanlage mit Förderband zu automatisieren (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.6.).

Die Fertigung der Röhre DL 41w wurde in Einzelmontage (außer bei der D-Serie und beim Anlernen neuer Arbeitskräfte) in vier Arbeitsgängen an vier verschiedenen Arbeitsplätzen durchgeführt:

Zusammenstecken der Gitter und Anode (7 Stück pro Stunde)

Aufschweißen des Pressfußes und kleinere Hilfsarbeiten (8 Stück pro Stunde)

Faden einziehen mit Hilfe eines angeschweißten Wickelbändchens (30 Stück pro Stunde) 1.4) Anfedern der Molybdänbandfedern mit Stichprobenprüfung per Federwaage

Die Montage erforderte von den Arbeiterinnen große Geschicklichkeit. Von den aufwendiger zu montierenden Röhren RD12 Ta und S321, die mit Lehren montiert wurden, konnten 2–3 Stück (RD12 Ta) bzw. 5 Stück pro Stunde (S321) gefertigt werden (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.7.). Das Pumpen der Röhren wurde mit Automaten der Firma Brückner, die über Wasser gekühlte Pfeifen mit Ventilen, sowie einer automatischen Abziehvorrichtung zum Auswerfen der Röhre verfügten und einem Automaten von Philips durchgeführt. Die S321 wurde in einem Philips-Automaten mit umlaufender Diffusionspumpe und großer Vorpumpe gepumpt. Automaten für die RD 12 Ta waren bei der Prüfung der Kommission noch im Aufbau. Daher wurde die RD 12 Ta noch an einzelnen Pumpständen gepumpt. Zwei Pumperinnen arbeiteten an drei Pumpständen à 12 Röhren und schafften pro Tag 140 Stück zu pumpen (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.8.).

Mehrfach wird im Bericht festgehalten, dass sich das Werk Oberhohenelbe im Aufbau befand. Daher verfügte es über große Kapazitäten, die Produktion weiter zu steigern. Bei der Besichtigung der Kommission waren 150–200 Personen in der Röhrenfertigung (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.8.). Das Werk Oberhohenelbe verfügte über eine eigene Energieversorgung mit zwei Wasserkraftwerken mit ca. 500 PS Leistung für Werk I und ca. 350 PS für Werk II (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.8.). Es war auch ein chemisches

Labor für galvanische Arbeiten wie Verchromen etc. vorhanden. Außerdem gab es Lehrwerkstätten und eine sogenannte Anlerngruppe für Frauen (Vgl. SDTB 1.2.060 C 06305, Oberhoheneibe 1943: S.8.).

Oberhoheneibe war ursprünglich für die Fertigung der Lorenz-D-Serie geplant, daher war das Werk wie Mühlhausen auf die Herstellung direktgeheizter Kathoden ausgelegt. Deswegen wurden in Oberhoheneibe auch wie in Mühlhausen die Nickelröhrchen zum Bau indirekt geheizter Kathoden nicht im Werk hergestellt, sondern von außerhalb bezogen. Die Vorrichtungen für die Brennerherstellung waren auch zur Herstellung indirekt geheizter Kathoden geeignet, nur das Überziehen der Nickelröhrchen mit Emissionspaste war mit ihnen nicht möglich. Die Heizelemente der Röhren wurden in Oberhoheneibe sehr umständlich an Handwickelmaschinen gewickelt. Die Gitterwicklung war aber auf Höhe ihrer Zeit. Für diesen Arbeitsschritt wurden Wickelautomaten von Philips und Handwickelmaschinen aus eigener Entwicklung verwendet. Im Labor, das zum Werk Oberhoheneibe gehörte, wurden auch Hartglas-Pressfüße auf damals innovative Weise hergestellt. Die Aufbauabteilung des Werks Oberhoheneibe war nach rationalistischen Gesichtspunkten gestaltet worden.

Als Problem in der Aufbauabteilung galten aber die Punktschweißmaschinen, die schlecht gesteuert waren. Sie waren sehr ungenau und die Schweißnähte mussten oft nachgebessert werden (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.88.). Der Bericht kam zum Schluss, dass 1943 die Fertigung von Röhren in Oberhoheneibe möglich war, eine rationelle Serienfertigung dagegen noch nicht (Vgl. SDTB 1.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 1943: S.6.). Technische Entwicklungen wurden in Oberhoheneibe nicht gemacht, dafür waren die chemischen und physikalischen Labors sowie die Röhrenversuchsabteilungen im Hauptwerk Berlin-Tempelhof zuständig (Vgl. SDTB 1.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 1943: S.7.).

4. Produktionsstandort Mühlhausen

Mühlhausen war auf die Produktion kleiner Wehrmachtsröhren mit Ringquetschung, den sogenannten Eitel-Röhren, spezialisiert. Dieser Röhrentypus war mit geheizten Kathoden ausgestattet, daher war das Werk Mühlhausen kaum für die Fertigung indirekt geheizter Kathoden geeignet.

Brenner für indirekt geheizte Kathoden wurden in geringer Anzahl und in Vorrichtungen einfacher Ausführung auf umständliche Weise hergestellt. Getter, sowie Kathodenröhrchen, wurden von außerhalb bezogen. Die Emissionspaste wurde aus dem Zentrallabor der C. Lorenz AG geliefert. Die Gitterherstellung wurde mit Handwickelmaschinen durchgeführt, Wickelautomaten waren nicht vorhanden. Pressen zum Fertigen von Stanz- und Drückteilen hatten keinen automatischen Vorschub. In Mühlhausen gab es einige wenige Maschinen zur Glasvorbereitung, 1943 waren diese allerdings außer Betrieb. Einschmelzfertige Kolben und Böden wurden von außerhalb bezogen (Vergleich Lorenz/Telefunken: S.87.). Pumpautomaten waren 1943 gerade im Aufbau begriffen, waren aber mit einer Pumpzeit von 40 Sekunden sehr langsam (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.87 f.). Der Formierungsprozess wurde teils an gesockelten, teils aber auch an ungesockelten Röhren durchgeführt. Die ungesockelten formierten Röhren mussten noch extra geprüft werden, was den Fertigungsprozess wesentlich verlangsamte. Die Fertigung in Mühlhausen wurde als 0-Serienproduktion eingestuft (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.88.).

Auch bei der Sockelung trat das Problem zum Vorschein, dass die Lorenz Werke für einen anderen Typ Röhren geplant wurden. Nur wenige der Röhrentypen hätten eine Sockelung benötigt (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.89.). In Mühlhausen waren die US-Amerikaner nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs an dem unter dem Namen „Stuttgart“ zusammengefassten mobilen Hochfrequenz-Richtfunksystem interessiert. Die Geräte des Systems verfügten über zehn Kanäle und waren in der Lage, an jeden dieser Kanäle zehn Fernschreiber anzuschließen. Dr. Gossel war in Mühlhausen für die Entwicklung und Tests von Prototypen von „Stuttgart“ zuständig (Combined Intelligence 1945: S.11.).

Um die Informationen über die Röhrenproduktion der C. Lorenz AG bewerten zu können, wird ein kurzer Vergleich mit Telefunken gezogen. Im Gegensatz zur C. Lorenz AG verfügte Telefunken über ein älteres Fabrikgebäude, in dem kein Platz mehr zur räumlichen Erweiterung der Produktionskapazitäten war. Die Röhrenproduktion war zudem in einem Gebäude untergebracht, das zur Produktion von Glühlampen errichtet wurde. Die Arbeitsräume von Telefunken waren schon sehr dicht mit Menschen besetzt, zudem wurde bei Telefunken zumeist 3-schichtig oder zumindest 2-schichtig gearbeitet (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.90.). Telefunken hatte eine große Anzahl von Hochleistungsmaschinen zur Fertigung aus eigener Entwicklung zur Verfügung. Die Gitterwicklung war bereits automatisiert. Nur Spezialgitter und Gitter für geringe Stückzahlen wurden noch an Handwickelmaschinen bearbeitet. Die Stanzarbeiten wurden an Pressen mit automatischem Vorschub durchgeführt. Zur Quetschfußherstellung wurden selbstgebaute Einzelpressen und Pressautomaten verwendet. Die Schweißmaschinen bei Telefunken arbeiteten dank Relais und Schweißstäktern viel präziser als die in den Werken der C. Lorenz AG. Die Sockelung kleinerer Wehrmachtsröhren wurde in einem Förderbandofen modernster Bauart erledigt

(Vergleich Lorenz/Telefunken: S.90.). Anders als die C. Lorenz AG arbeitete Telefunken zum Großteil mit ausländischen Arbeitern und Arbeiterinnen. In Berlin herrschte Mangel an geeignetem deutschen Personal für die Elektronenröhrenfertigung. Es mangelte auch an Einrichter- und Überwachungspersonal. Telefunken hatte aber den Vorteil als älteste röhrenproduzierende Firma über eine Stammebelegschaft von langjährigen Röhrenspezialisten zu verfügen (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.90.). „TTh. besitzt in großem Umfang Laboratorien für physikalische und technologische Röhrenentwicklung mit jahrzehntelanger Erfahrung. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass der weitaus größte Teil aller in Deutschland üblichen Rundfunk- und Wehrmachtsröhren bei TTh. entwickelt wurde.“ (Vgl. Lorenz/Telefunken: S.91.)

Eine Untersuchungskommission des Combined Intelligence Objectives Sub- Committee der US-Streitkräfte kam nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs zu dem Schluss, dass die Technik und Entwicklung der C. Lorenz AG zwar auf hohem wissenschaftlichen Niveau war, aber von ihr keine bedeutenden Weiterentwicklungen während des Krieges gemacht wurden. Einige Ingenieure der C. Lorenz AG bestätigten in Aussagen gegenüber dem Sub-Committee diesen Eindruck und machten dafür (Combined Intelligence 1945: S.6f.) Robert Herzog, den Gesamtleiter der Laboratorien und technischen Abteilungen, (Kluge 1955: S.20.) verantwortlich. Herzog, der von den Lorenz-Mitarbeitern gegenüber den US-Amerikanern als überzeugter Nationalsozialist beschrieben wurde, folgte den Befehlen der NS-Führung und des Arbeitsrings „Röhren“, ausschließlich kriegswichtige Projekte durchzuführen und verbot jede Forschung an langfristigen Entwicklungen. Außerdem mussten alle Entwicklungen sehr einfach konstruiert sein, um den Anforderungen genügen zu können und leicht zu warten zu sein, weil das Wartungspersonal nur mehr kurz eingeschult werden konnte (Combined Intelligence 1945: S.6f.).

Nichtsdestotrotz konnte Dr. Karmar sein Blindlandesystem Sonne entwickeln und auch bei der Radionavigation konnten Weiterentwicklungen gemacht werden, die die US-Streitkräfte sehr interessierten (Combined Intelligence 1945: S.7.). Die US-Amerikaner waren besonders an der Verwendung von Keramiken, Hochfrequenz-Eisen und Leichtmetalllegierungen in der Produktion der C. Lorenz AG interessiert und damit an den Werken Mühlhausen und Oberhohenelbe (Combined Intelligence 1945: S.7.). Besonders die Keramik- Metall-Konstruktionen der Lorenz-Elektronenröhren, die in Berlin gefertigt wurden und in Störsendern wie dem sogenannten „Feuerzauber“ eingesetzt wurden, waren für die US-Amerikaner von höchstem Interesse (Combined Intelligence 1945: S.12.).

Personal

Wie aus dem vorherigen Kapitel erkennbar, war in der Produktion noch viel Handarbeit notwendig. Diese Handarbeit war anspruchsvoll und nicht einfach von ungelerten Arbeitskräften zu bewerkstelligen. Training in Lehrwerkstätten, lange Erfahrung oder Vorkenntnisse in ähnlichen Berufen war unbedingt notwendig. 1944 verfügte die C. Lorenz AG über 12 Betriebsstätten mit ca. 24.000 Mitarbeitern einschließlich Zwangsarbeitern, die alle ausschließlich im Dienste der Rüstungsproduktion tätig waren (KLUGE 1955 S.23f.).

Dank des Fundes des Ehepaars Gudrun und Reiner Janick im Jahr 2000 konnte das Personal des Lorenz-Hauptwerks in Berlin rekonstruiert werden. Die Janicks fanden 146 Kästen mit 10.000 Karteikarten aus Metall in einem Bunker in der Tempelhofer Colditzstraße 34–36 (Dittmann 2000). Auf den visitenkartengroßen Metallkarten des Kartei-Systems „ADREMA“ waren Name, Nationalität, Geburtsdatum und Datum der Arbeitsaufnahme jedes Mitarbeiters gestanzt, darunter auch die Namen von 3108 Zwangsarbeitern, die für die C. Lorenz AG in Berlin arbeiten mussten. Unter ihnen befanden sich 1081 Belgier, 629 Franzosen, 528 Bürger der Sowjetunion, 220 Polen, 216 Italiener, aber auch einige Schweizer, Türken und Spanier. Die Liste ist nicht vollständig, da viele der Matrizen mehrmals überschrieben wurden. Als Beispiele seien der Niederländer Luis van der Poort, geboren 1930, angeführt, der 1944, also im Alter von nur 14 Jahren, für die C. Lorenz AG arbeiten musste (NEUMANN, ARNOLD 2007) und die 1928 geborene Theresa Orlinska aus Polen, die nur zehn Jahre alt war, als sie 1938 zur Arbeit gezwungen wurde. (Dittmann 2000).

In Oberhohenelbe war 1943 der Personalstand für die Anzahl an gefertigten Röhren zu hoch, was allerdings daran lag, dass das Werk sich noch in Aufbau befand. Daher war auch noch wenig geschultes Personal vorhanden, welches innerbetrieblich ausgebildet wurde. Frauen, die bereits als Näherinnen oder Weberinnen Erfahrung hatten, wurden als besonders geeignet für die Röhrenproduktion erachtet (Vgl. SDTB 1.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 1943: S.6.).

Im Bericht heißt es:

„Da deutsche Arbeitskräfte hinreichend zur Verfügung stehen, außer ansässigen Tschechen sind Ausländer nur als Handwerker und Hilfsarbeiter (ca. 100 Franzosen) in den Maschinenbauwerkstätten eingesetzt. Gearbeitet wird z. Zt. mit den Frauen 50–53 Stunden an 5 Tagen, mit den Männern 60–70 Stunden einschl. Sonntag. Die Maschinenbauwerkstätte arbeitet seit einigen Tagen in 3 Schichten.“ (SDTB, 1.2.060 C 06305, Oberhohenelbe 1943: S.8.)

Die Arbeitsbedingungen der (Zwangs-) Arbeiter in den Werken der komplexen Elektronenröhrenproduktion sind allerdings nicht verallgemeinerbar. In den Werken der C. Lorenz AG, die einfachere Serienteile fertigten, sah die Lage anders aus. Als Beispiel dafür dient das Werk Mittweida. Mittweida war eines mehrerer Außenlager des KZ Flossenbürg, in dem weibliche KZ-Häftlinge neben einer verkleinerten deutschen Stammebelegschaft und ausländischen zivilen Zwangsarbeitern für verlagerte Berliner Elektrofirmen arbeiten mussten. Die C. Lorenz AG verlagerte 1943 zwei Produktionsstätten in das sächsische Mittweida (FRITZ 2006: S.196.). In einer stillgelegten Baumwollspinnerei am Schweizerwald sollten 1500 männliche Zivilarbeiter in der „Vorfabrikation für Bord- und Bodennachrichtengeräte“ arbeiten (Verlagerungskennblatt der C. Lorenz AG, in: BArchB Berlin, R 3/261. Zitiert nach FRITZ 2006: S.196.). Für das Werk Weißenthaler Spinnerei waren zunächst 500 „Ostarbeiterinnen“ vorgesehen (FRITZ 2006: S.196.). Nach Aussagen eines Werkmeisters waren auch tatsächlich zivile russische oder ukrainische Zwangsarbeiterinnen in den Abteilungen des Werkes bei der Produktion von Eisenkernen und Kunststoffteilen eingesetzt, die jedoch im Laufe des Jahres 1944 in ein anderes Zweigwerk von Lorenz versetzt wurden (Aussage Eduard S., 2.12.1970, in: BArch Ludwigsburg, ZstL IV 410 AR-Z 106/68 (B). Zitiert nach FRITZ 2006: S.196 f.). An ihrer Stelle mussten ab September 1944 weibliche KZ-Häftlinge in Mittweida für die Lorenz AG arbeiten (FRITZ 2006: S.197.). Am 9. Oktober 1944 ist in den Flossenbürger Nummernbüchern ein Transport von 500 Frauen aus Auschwitz nach Mittweida dokumentiert (NARA, RG 338, 290/13/22/3, 000-50-46, Box 537 (Mikrofilm-Kopie in: AGFl). Zitiert nach FRITZ 2006: S.197.). Drei Fünftel der Frauen kamen aus der Sowjetunion, mindestens 155 aus Polen, 23 aus Italien, acht aus Jugoslawien, zwei aus Kroatien und eine aus Deutschland. Die meisten wurden als „Zivilarbeiterinnen“ geführt, daneben kamen zahlreiche politische und „Schutzhäftlinge“ nach Mittweida. Aus den Forderungsnachweisen der Kommandantur Flossenbürg an die C. Lorenz AG geht der 13. Oktober 1944 als erster Arbeitstag hervor. Bis zum Jahresende sank die Zahl der täglich abgerechneten Arbeiterinnen von 500 auf etwa 460 (Monatliche Forderungsnachweise der Kommandantur in Flossenbürg an die C. Lorenz AG, Mittweida vom Oktober bis Dezember 1944, in: BArchB Berlin, NS 4/Fl 393. Zitiert nach FRITZ 2006: S.197.). Die Frauen wurden auf engstem Raum in kaum beheizten Baracken nahe des Fabrikgeländes untergebracht und von der Wachmannschaft durch einen extra dafür errichteten Gang aus Stacheldraht zur Fabrik eskortiert. Die Ernährung war äußerst mangelhaft, zum Frühstück bekamen die Frauen einen schwachen Kaffee, mittags Wassersuppe und abends ein Stück Brot mit Margarine und gelegentlich ein Stück Wurst.

Gearbeitet wurde in zwei Schichten zu je zwölf Stunden, Frauen, die als Hilfsarbeiterinnen eingesetzt waren, was über der Hälfte der Frauen betraf, auch sonntags. Frauen wurden in der Fertigungsabteilung im Erdgeschoss eingesetzt, wo ihre Arbeit unter anderem darin bestand, Löcher in Metallplatten zu bohren oder Kunstharzteile herzustellen. Im Obergeschoss befand sich das Labor und das Prüffeld. Im Prüffeld wurden nach Schätzungen des Laborleiters auch ca. 30 Häftlinge eingesetzt (Aussage Ernst R., 3.12.1970, in: BArch Ludwigsburg, ZstL IV 410 AR-Z 106/68 (B). Zitiert nach FRITZ 2006: S.197.). Bei Luftangriffen wurden alle arbeitenden Häftlinge in den Fabrikräumen eingesperrt. Hinzu kamen Schikanen der SS-Bewachung, bei Luftangriffen oder schlechten Nachrichten von der Front mussten die Häftlinge im Freien zum Strafappell antreten und viele Frauen berichteten von Schlägen der Oberaufseherin (FRITZ 2006: S.197.). Die SS-Wachmannschaften setzten sich vorwiegend aus Jugoslawen zusammen, dokumentiert sind aber auch 23–27 Aufseherinnen, die zuvor bei Lorenz gearbeitet hatten und auf Grund von Dienstverpflichtungen eingezogen wurden. Nach einem Lehrgang in Flossenbürg wurden sie nach Mittweida abkommandiert (FRITZ 2006: S.198.). Wie viele Häftlinge in Mittweida starben, ist unklar. Auf einen schlechten Gesundheitszustand der Frauen deutet neben den sinkenden Arbeitseinsatzzahlen auch die Überstellung einer polnischen Häftlingsärztin aus dem Außenlager Neurohau im Januar 1945 hin. In den Nummernbüchern sind nur zwei Todesfälle verzeichnet. Die letzte Stärkemeldung vom 13. April 1945 listet noch 495 Häftlinge auf. Mitte April wurde das Außenlager Mittweida überstürzt aufgelöst. Nach Aussagen einiger Frauen und deutscher Werksangehöriger wurden besonders in der Zeit vor der Lagerevakuierung Häftlinge ermordet. Unbekannt ist auch die Zahl derer, die auf dem Todesmarsch nach der Lagerevakuierung getötet wurden (FRITZ 2006: S.198.). Manche Überlebende des Außenlagers Mittweida konnten in Prag von sowjetischen Truppen, andere in Budweis von amerikanischen Truppen befreit werden. Vom ehemaligen Außenlager steht heute noch die Baracke der Aufseherinnen. In der Nähe des Geländes wurde am 25. April 2005 eine von der Stadt Mittweida gestiftete bronzene Erinnerungstafel enthüllt (FRITZ 2006: S.199.).

Zusammenfassung

Aufgrund des Patentstreits mit Telefunken waren die Lorenzwerke nicht für die Fertigung indirekt geheizter Kathoden ausgerichtet. Trotz des Technologietransfers hatten sie Probleme bei der Umstellung. Die maschinelle Automatisierung bei Lorenz war generell nicht so fortgeschritten wie bei Telefunken. Trotz des politisch geförderten und regen Austausch unter den Firmen war der Krieg eine massive Innovationsbremse für die deutsche Elektronenröhrentechnikentwicklung, da nur unmittelbare Anwendung, rasche Fertigung und einfache Wartung wichtig waren. Es lässt sich aber eine Steigerung der Produktionskapazitäten im Allgemeinen und Steigerung der Automatisierung aufgrund des akuten Facharbeitermangels im Speziellen feststellen.

Trotz vermehrter Technisierung der Fertigung war noch viel Handarbeit notwendig. Arbeiter wurden in der aufwendigen und technisch anspruchsvollen Elektronenröhrenproduktion als wichtige Ressource gesehen, dementsprechend wurde mit ihnen umgegangen. Zwangsarbeit stellte in diesem Zusammenhang nicht unbedingt einen Bruch dar. Die Zwangsarbeiter in der Röhrenfertigung waren bessergestellt als Zwangsarbeiter für die Fertigung einfacherer Teile.

Bei der C. Lorenz AG hat man auch versucht, das Innovationspotential der Arbeiter zu nutzen, wie Aufforderungen zu Verbesserungsideen, auch mit dem Versprechen von Belohnungen auf den Stundenabrechnungszetteln, zeigen (NEUMANN, ARNOLD 2007).

Zwangsarbeit war kein Bruch in der Geschichte der Fertigung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Sie stellt vielmehr eine Kontinuität auf dem Weg vom Tagelöhner zur Entdeckung der menschlichen Arbeitskraft als betriebliche Ressource dar (UHL 2014: S.11–24.)

Quellenverzeichnis

SDTMB, I.2.060 C 05971, Bericht an Dr. E. Wiegand 4.10.1943. Brief von Dr. Karl May 14.7.1943.

SDTMB, I.2.060 C, 05971, Bericht der Kommission Massenfertigungsröhren des Arbeitsstabs Leistungssteigerung des Arbeitsrings „Röhren“ 3.6.43.

SDTMB, I.2.060 C 05971, Entwurf des Berichts Vergleich Lorenz/Telefunken.

SDTMB, I.2.060 C 07786; G-2 Division SHAEF, Combined Intelligence Objectives Sub-Committee: Report on C. Lorenz A.G. – Survey 20th–31st May 1945.

SDTMB, I.2.060 C- 06305, Niederschrift über die Prüfung der Fabrikation im Zweigwerk Oberhoheneibe der C. Lorenz Aktiengesellschaft. 24.3.43.

SDTMB, I.2.060 C- 06299, Niederschrift über die 1. Sitzung am 8.2.43 im Röhrenwerk Berlin der Telefunken GmbH. N 87, Sickingenstr 71. 9. Febr. 43.

Literaturverzeichnis

Zeitgenössische Literatur:

Hahnemann Walter, Steudel Hans August, 50 Jahre Lorenz: 1880–1930; Festschrift der C. Lorenz Aktiengesellschaft Berlin-Tempelhof. (Berlin-Tempelhof 1931)

Sekundärliteratur

Benz Wolfgang (Hg.), DISTEL Barbara (Hg.), KÖNIGSEDER Angelika (Hg.), Der Ort des TerrorS. Geschichte der nationalsozialistischen Konzentrationslager.

Gesamtwerk: Bd. 4: Flossenbürg, Mauthausen, Ravensbrück. (München 2006).

Dittmann Bettina, In der Unterwelt entdeckt: Eine Kartei des Schreckens. In: Berliner Kurier, letzte Aktualisierung: 31.08.2000, URL: <http://www.berliner-kurier.de/in-der-unterwelt-entdeckt—eine-kartei-des-schreckens-17531640>, Zugriff am 24.04.16.

Fritz Ulrich, Mittweida. In: *BENZ Wolfgang (Hg.), DISTEL Barbara (Hg.), KÖNIGSEDER Angelika (Hg.), Der Ort des TerrorS. Geschichte der nationalsozialistischen Konzentrationslager.* Gesamtwerk: Bd. 4: Flossenbürg, Mauthausen, Ravensbrück. (München 2006). S.196–199.

Kluge Martin (Hg.), 75 Jahre Lorenz: 1880–1955; Festschrift d. C. Lorenz Aktienges. (Stuttgart 1955).

Neumann Gudrun, ARNOLD Dietmar, Die Zwangsarbeiterkartei, letzte Aktualisierung: 29.10.2007, URL: <http://berliner-unterwelten.de/zwangsarbeiterkartei.485.0.html>, (Zugriff am: 24.04.16).

Sampson Anthony, Weltmacht ITT. Die politischen Geschäfte eines multinationalen Konzerns, (Reinbek 1974).

Uhl Karsten, Humane Rationalisierung? Die Raumordnung der Fabrik im fordistischen Jahrhundert, (Bielefeld 2014).