

# TRANSMISSION

Museumskurier des Industriemuseums Chemnitz und seines Fördervereins

Ausgabe 45 | Themenausgabe | Juli 2020

3,00 €



Was ist eine Maschine?  
Interview mit Martin Burckhardt  
Seite 4

Smarte Maschinen  
Seite 9

Die Mutter aller Maschinen  
Seite 16

Wie Maschinen unsere Welt  
(ver)wandeln  
Seite 21





Liebe Freunde und Förderer des Industriemuseums Chemnitz,  
liebe Leserinnen und Leser,

unser Museumskurier hat sich zur Transmission entwickelt. Das erweiterte inhaltliche Spektrum, in dem wir seit einigen Jahren verschiedenste Facetten der Industriekultur in ganz Sachsen in den Focus nehmen, die Leselust durch verschiedene Berichtsformate zu steigern sowie die Zeitschrift einem erweiterten Leserkreis zu erschließen waren einige der Gründe für einen neuen Titel. Verbunden damit war auch ein Relaunch der grafischen Gestaltung, um unsere Zeitschrift in die neue Dekade zu überführen. Dank dafür an Gestalterin Claudia Lehnert! Und, Sie halten jetzt erstmalig eine Themenausgabe unserer Museumszeitschrift in der Hand, zur Schauplatzausstellung MaschinenBoom.

Mit der 4. Sächsischen Landesausstellung „Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen“ und dem Jahr der Industriekultur 2020 trägt der Freistaat der besonderen Bedeutung des Themas Industriekultur in Sachsen Rechnung. Unsere Schauplatzausstellung lädt auf eine Zeitreise ein, von den Maschinenstürmern der Pionierzeit bis zu den zeitgenössischen Utopien menschenleerer Werkhallen. Ein Konzept, das historische, gesellschaftliche und technische Dimensionen besitzt und diese mit einem philosophischen Ansatz verknüpft, liegt der Ausstellung zugrunde. Eine Förderung durch die Ostdeutsche Sparkassenstiftung und die Sparkasse Chemnitz hat die Einbindung eines umfangreichen museumspädagogischen Angebotes ermöglicht.

Grund für die zeitweise Schließung unseres Hauses waren umfangreiche Bauarbeiten in drei Bereichen der Dauerausstellung: Hell und Dunkel, Mensch und Maschine sowie Textilstraße. Diese Bereiche wurden inhaltlich erweitert um die aktuelle Thematik Rohstoffe, im Rahmen der Rohstoffstrategie des Freistaates Sachsen.

Unser Förderverein, vor allem die aktiv tätigen Arbeitsgruppen, hat das Industriemuseum bei der Umsetzung beider Vorhaben sowohl in den Planungsphasen als auch später bei praktischen Arbeiten wie gewohnt unterstützt. Dafür meinen herzlichen Dank!

Ebenso danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Industriemuseums Chemnitz für ihre überaus engagierte Arbeit bei der Vorbereitung unserer Schauplatzausstellung MaschinenBoom.

Ihr  
Dr. Oliver Brehm



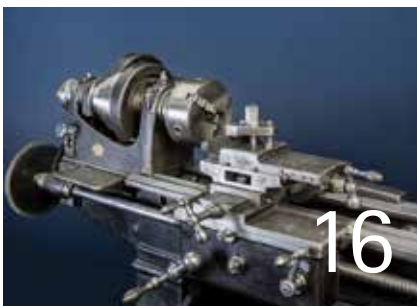
## Titelthemen – MaschinenBoom.

- 04 Was ist eine Maschine?  
Interview mit Martin Burckhardt
- 09 Smarte Maschinen.
- 16 Die Mutter aller Maschinen
- 21 Wie Maschinen unsere Welt (ver)wandeln



## Industrie 4.0

- 37 Im Wandel digitaler Fertigung und  
3D-Großformatdruck
- 40 Retrofit
- 44 Augenkontakt entscheidet
- 48 Leben mit Robotern
- 51 Bleibt alles anders?



## Jahr der Industriekultur in Sachsen

- 76 Jahreshöhepunkte
- 78 Tuchfabrik Gebr. Pfau Crimmitschau
- 80 Zinngrube Ehrenfriedersdorf
- 82 Energiefabrik Knappenrode
- 84 Tipps



## Chemnitz

- 56 InduCCI – Interview mit den Projektteilnehmern
- 72 Kulturhauptstadtbewerbung 2025 – Interview  
mit Ferenc Csák

## Rubriken

- 02 Editorial
- 33 Malvorlage
- 34 Hier boomt's
- 75 Gewinnspiel
- 86 Buchtipps
- 89 Informationen aus dem Förderverein

## Service

- 87 Abonnement
- 90 Autorinnen/Autoren, Bildnachweis
- 91 Vorschau, Impressum





Interview mit Martin Burckhardt

# Was ist eine Maschine?

geführt von Thomas Schmäscke, Industriemuseum Chemnitz



Etüdensammlung „Schule der Geläufigkeit“ von Carl Czerny (1791–1857)

*Martin Burckhardt ist Autor und Kulturtheoretiker. Seit über 20 Jahren beschäftigt er sich mit der Geschichte der Maschinen – vom Räderwerkautomaten des Mittelalters bis zum Computer. Im Intro der Ausstellung MaschinenBoom. ist er das prägende Gesicht und konfrontiert uns mit der Frage: Was ist eine Maschine?*

**Thomas Schmäscke (TS):** Herr Burckhardt, seit über 20 Jahren beschäftigen Sie sich mit Maschinen. Woher diese Faszination?

**Martin Burckhardt (MB):** Meine Einflugschneise ist, offen gestanden, etwas sonderbar, vor allem hat sie nichts mit der Maschinenbegeisterung der Tüftler und Ingenieure zu tun. Mich hat die Frage erwischt, als ich Mitte der 1980er Jahre im Tonstudio stand und begriff, dass man die ganze Welt der Geräusche zum Instrument machen kann, dass beispielsweise das Rauschen einer Toilettenspülung ein ganz fantastisches Klangereignis sein kann. Einerseits stand da eine ungeheure Erweiterung des ästhetischen Instrumentariums, andererseits war da durchaus ein Moment der Irritation. Wenn man wie ich als junger Mann Klavier gespielt und sich mit Czernys „Schule der Geläufigkeit“ herumgeschlagen hat, ist die Entdeckung, dass man die Fingerfertigkeit des Virtuosen mit einem kleinen Knopf hochregeln kann, einigermaßen verstörend. Man fragt sich: Warum quält man sich mit der Fingertechnik herum, wenn man das anders lösen kann? Das waren also zwei Einsichten: einmal die Entdeckung der Virtualität, dann die Erfahrung, dass dieser Raum den klassischen Virtuosen ablöst. Und natürlich spielt die Technik eine große Rolle dabei. Nehmen wir als Beispiel eine Rhythmusmaschine. Insofern sie einer abstrakten Zeitlichkeit folgt, erzeugt sie perfekte Zeitintervalle – die gerade ihrer Perfektion wegen als maschinell und „unmenschlich“ erlebt werden. Worauf die Produzenten dieser Geräte mit einer Funktion geantwortet haben, die dem Apparat eine künstliche Unregelmäßigkeit eingehaucht und treffenderweise „Humanizer“ getauft hat. Mir war sehr schnell klar, dass man, lässt man sich auf einen solchen Raum ein, lauter neue und zuvor nicht dagewesene Praktiken etabliert.

Humanizer: vermenschlichender Einfluss

**TS:** Interessant, der Ausgangspunkt war also die Erfahrung eines Ebenenbruchs, das, was man heute Disruption nennen würde.

Disruption: Innovation, die Bestehendes ersetzt und/oder obsolet macht

**MB:** In der Tat. Und da stellt sich natürlich die Frage: Woher rührt das? Und als ich mich im Tonstudio umschaute, lag die Antwort auf der Hand. Zwar hatten die Geräte, die dort herumstanden, allesamt unterschiedliche Funktionen, gleichwohl war unübersehbar, dass alles auf den Computer hinausläuft. Und es hat nicht lange gedauert und da ist der ganze Maschinenpark, das ganze Tonstudio, in dieser Megamaschine einfach verschwunden.

**TS:** Maschinen sind für die meisten Menschen ausgelagerte Objekte, die etwas verrichten. Können Maschinen Ihrer Meinung nach auch in anderer Gestalt auftreten?

**MB:** Aber sicher. In dem Augenblick, wo man ein Geräusch digitalisiert, wird es zum Instrument, also zu einer Maschine. Und diese Maschine wiederum kann als Steuerungsprinzip für andere Prozesse genutzt werden. Ob, wann und was zu einer Maschine gemacht wird, ist vollkommen offen. Das kann eine Toilettenspülung sein oder meine Stimme, das können aber auch die Positionsdaten eines Wals sein, dem man einen GPS-Chip implantiert hat. Dies steht in vollendetem Gegensatz zu unserem gerätehaften Maschinenbegriff. Üblicherweise, wenn von Maschinen die Rede ist, assoziieren wir schweres Gerät, fauchende Dinge, die Lärm machen und in Fabriken eingehengt werden müssen. Damit aber huldigen wir, in den Zeiten der Digitalisierung, einem vollständig veralteten Maschinenbegriff. Nehmen wir beispielsweise einen Röntgenologen, der sich in der Mammographie, also der frühen Brustkrebserkennung, einen Namen gemacht hat. Wenn Sie diesem Arzt sagen, dass all seine Diagnosen, zusammen mit denen seiner Kollegen, die Basis für eine neuartige, maschinelle Brustkrebs-Erkennungs-Maschine darstellen, wird er urplötzlich genötigt, seine Arbeit als eine Form des maschinellen Handelns zu begreifen. Aber genau das ist der Fall. Jede Arbeit, die festen Regeln folgt und digitalisiert werden kann, läuft Gefahr, im Museum der Arbeit unterzugehen. Im Falle der Brustkrebsfrüherkennung ist das bereits eine Realität. Die über machine learning trainierten Algorithmen, die sich an der Arbeit der Röntgenologen ein Beispiel genommen haben, liefern bessere Ergebnisse ab als der Mensch.

**TS:** Im Prolog 2 der Ausstellung MaschinenBoom. sprechen Sie vom „Geist in der Maschine“. Was verstehen Sie darunter? Haben Maschinen etwa so etwas wie eine Seele?

**MB:** Vielleicht besteht das größte Missverständnis der Maschine gegenüber, dass wir sie als eine Art Fremdkörper betrachten. Tatsächlich jedoch hat man es stets mit dem Geist des Menschen zu schaffen, der nur die Gestalt einer Maschine angenommen hat. Wenn Sie eben vom „ausgelagerten Objekt“ gesprochen haben, so würde ich sagen: Es handelt sich um ausgelagerten Geist.

**TS:** Wie würden Sie Automaten, Apparate oder etwa (technische) Vorrichtungen zu Maschinen abgrenzen? Kann man hier überhaupt eine Grenze ziehen?

**MB:** Automat, Apparat – das sind Begriffe, die auf den Dingcharakter einer Maschine verweisen. Aber wenn man genau hinschaut, sieht man, dass hier die Grenzen verschwimmen. Wir sprechen ja auch von einer Institution, ja von der Gesellschaft insgesamt als einem „Apparat“ oder einem „System“. Der Dichter Novalis hat darauf hingewiesen, dass jede menschliche Konstellation nach dem Modell einer Maschine modelliert werden kann – und was dabei herauskommt, hat uns Charlie

Chaplin in seinen „Modern Times“ gezeigt. Da verwandelt sich die ganze Gesellschaft zu einem Räderwerkmechanismus, bei dem alle Glieder ineinandergreifen. Ist das eine bloße Metapher? Nein, die Maschine hat sich unserer Denkstrukturen und Kommunikationsverhältnisse bemächtigt, oder wie mein Schwiegervater das in un-nachahmlicher Kürze gesagt hat: „Ich brauche keine Uhr. Ich habe die Uhr im Kopf“.

**TS:** Wie kam es zu Ihrer Zusammenarbeit mit dem Industriemuseum in Chemnitz?

**MB:** Offen gestanden, das weiß ich gar nicht. Ich weiß nur, dass ich irgendwann eine Mail bekommen habe und dass wir uns dann in Berlin getroffen und sehr lange und produktiv miteinander geredet haben.

**TS:** Was finden Sie besonders spannend in Ihrer Zusammenarbeit mit dem Industriemuseum und welche Vorteile bieten Ausstellungen etwa gegenüber Büchern oder Vorträgen?

**MB:** Der große Vorteil liegt darin, dass man hier an den Dingen Anstoß nehmen kann. Das ist in den Zeiten der Digitalisierung, da alle Dinge sich gleichsam auflösen, unendlich wichtig. In Gestalt der Dinge stehen wir unserer Vergangenheit gegenüber. Das ist ein bisschen so, als ob man in sein altes Kinderzimmer zurückginge und all die Spielzeuge sähe, mit denen man als Kind gespielt hat. Sofort sind die Kindheitsgedanken wieder da, die Fantasien, die sich im Spiel eingestellt haben. Das ist im Falle der Maschine auch deswegen so wichtig, weil eine Maschine, wenn sie sich realisiert, zu einer Blackbox wird, zu einem „schwarzen Loch“ geradezu. Man benutzt sie einfach, aber vergisst darüber, dass diese Blackbox ihrerseits das menschliche Verhalten codiert. Ich gebe mal ein dummes, aber doch aussagekräftiges Beispiel. Hätte man einem Zeitgenossen der 1990er prognostiziert, dass sich der Beziehungsmarkt liebeshungriger Großstädter mit einer Wisch-und-Weg-Bewegung organisieren lässt, so hätte einen der Betreffende wohl etwas irritiert angeschaut, wie einen Alien geradezu. Aber heute ist das eine Realität, wie der Umstand, dass der eigene digitale Schatten eine Art Eigenleben angenommen hat. Oder wie würden Sie den Umstand bewerten, dass Menschen Schönheitschirurgische Eingriffe unternehmen, nur um endlich ihrem Profilbild ähnlich zu sehen?

**TS:** Gibt es die ultimative Maschine?

**MB:** Weil sich die Welt der Maschinen immerfort weiterentwickelt, eher nicht. Andererseits, in einem geschichtlichen Sinn ist der Mensch selbst als eine „ultimative Maschine“ zu betrachten. Das war im Übrigen der Punkt, bei der sich meine Frage nach der Maschine mit der Philosophie gekreuzt hat. Ich habe die simpelste aller Frage, eine wahre Kinderfrage gestellt: Was eigentlich ist eine Maschine, was bedeutet das Wort? Paradoxerweise haben die alten Griechen, die das Wort „mechane“ geprägt haben, noch gar keine Maschinen benutzt, keine Maschinen jedenfalls in unserem gerätehaften, dinglichen Sinn. Das Wort *technologia*, das im 3. Jahrhundert vor Christus die verfügbaren Maschinen zusammenfasst, bezieht sich ausschließlich auf die Rhetorik, also darauf, wie man mit den Wörtern umgeht. Und hier nähern wir uns dem Rätsel der Maschine, der Bedeutung des Wortes „mechane“. Das besagt nichts anderes als: List, als Betrug an der Natur. Mit einer Maschine kann man die Natur überlisten. Und deswegen baut man sich zuallererst ein Ich-Ideal, in dem man sich selbst wiedererkennt: einen „*deus ex machina*“. Gehen wir noch einen Schritt weiter zurück und untersuchen die indogermanische Wurzel *magh\**, so haben wir die Fantasien, die mit einem Selbstideal verbunden sind: Macht und Magie. Nicht wahr, man hört es ja noch in den Wörtern, und

jeder, der sich mit einer Maschine übermenschliche Kräfte verleiht, weiß sein Lied davon zu singen.

**TS:** Welche Rolle kommt der Maschine (abseits ihrer technischen Beschaffenheit) im gesellschaftlichen Kontext zu?

**MB:** Wenn man bloß die Gegenwart im Blick hat, unterschätzt man die Bedeutung der Maschine massiv. Denn wenn mein Gang in die Kulturgeschichte der Maschine mich eines gelehrt hat, so dass die „ultimative Maschine“ sich eigentlich unsichtbar macht. Nehmen Sie, als Beispiel für einen solchen Betrug an der Natur, die alphabetische Letter. Ein A ist ein A ist ein A – das ist seit gut dreitausend Jahren der Fall. Da hat sich wenig geändert und das wird unseren Kindern auch heute eingebimst. Aber wenn Sie das Zeichen auf den Kopf stellen, haben Sie die ältere Bedeutung der Letter – und da verweist das Zeichen auf ein Bild. Nicht wahr, da haben Sie die beiden Hörner und sehen: einen Ochsen im Joch. Dass die Kultur die Alphabestie verdrängt und sich eingeredet hat, dass es Identität, unwandelbare Wahrheit und eine übergeschichtliche Logik gibt, ist der Beleg dafür, dass die Maschine ihrerseits eine soziale Plastik darstellt. Und diese Plastik hat nicht nur unseren Blick auf die Welt formatiert, sondern hat die Gesellschaft insgesamt zu einer Schriftgesellschaft werden lassen.

**TS:** Welche Maschine möchten Sie am wenigsten missen?

**MB:** Ich bin – selbstverständlich – ein absoluter Anhänger unserer heutigen Computerwelt, einfach deswegen, weil der Geist sich nicht mehr an den Dingen stoßen muss, sondern zu fliegen beginnt.

**TS:** Seien Sie für einen Moment Daniel Düsentrrieb: Welche Maschine würden Sie erfinden? Was fehlt Ihrer Meinung nach noch?

**MB:** Es ist witzig, dass Sie Daniel Düsentrrieb ansprechen – der war, gerade in seiner Nutzlosigkeit, meine Comic-Lieblingsfigur. – Was die Maschinen anbelangt, die ich erfinden würde, muss ich gar nicht weit schauen. Ich würde alles begrüßen, was den Geist dazu bringt, sich selbst noch ein wenig genauer ins Auge zu schauen. Ein Beispiel: Mein Sohn ist an der Carnegie Mellon University gerade damit beschäftigt, das Statistics and Data Science Department mit einer neuartigen Software zu bestücken, bei der im Unterricht ein gespeichertes Online-Curriculum mit der sogenannten Realität selbst verschmilzt. Das ist ein bisschen so, als ob das Second Life, die digitale Hinterwelt, ans Licht tritt. Das finde ich ein wunderbares Projekt – denn es macht klar, dass die Maschine die Lebensweise, ja den Begriff, den sich die Menschen von sich selbst machen, verändert. Ein Lehrer, der sich im Nachhinein wie in einem Film anschauen kann, was in seiner Stunde tatsächlich passiert ist, wird mit lauter Dingen konfrontiert, die er in actu gar nicht hat sehen können. Er sieht, wenn Sie so wollen, sein Unbewusstes. Und das verändert den Blick auf sich selbst und das eigene Handeln. Warum beispielsweise sollte man ein- und denselben Vortrag, wenn man ihn denn einmal online gestellt hat, ein Leben lang wiederholen? Insofern hat das Ganze auch soziale Implikationen. Ein solches System ist wie ein Klassenzimmer ohne Wände, wie Marshall McLuhan das genannt hat.

**TS:** Was bringt die Zukunft? Sind Sie ein Optimist oder Pessimist?

**MB:** Ich bin, was die materielle Weiterentwicklung der Maschinen anbelangt,



*Figur eines Schmiedes mit Amboss, Hammer und Zahnrad; Allegorie auf den Begriff der Industrie*

wirklich ein aficionado – auch wenn ich manche der heutigen Entwicklungen höchst kritisch betrachte. Alles in allem jedoch: zukunftsbejahender Optimist. Was allerdings die Frage anbelangt, ob sich die Gesellschaft dem digitalen Alphabetisierungsprojekt friedlich ergeben wird, bin ich sehr viel pessimistischer. Denn gerade weil der Computer eine Revolution unseres Seelenlebens bewirkt (etwa dadurch, dass er unseren Begriff von Arbeit, Wert und Identität durcheinanderbringt), sehe ich, dass sich in der Gesellschaft so etwas wie ein kulturelles Heimweh breit macht, ein Phantomschmerz, der idealisiert, was doch just und unwiderruflich verlorengegangen ist. Eigentlich müsste man den Leuten zurufen: „Forget yourself! Begrüßt denjenigen, der ihr in dieser neuen Welt sein könntet!“ Gesellschaftlich gesehen fürchte ich, werden die Massen das reine Gegenteil tun und sich stattdessen in eine kollektive Dissonanz einüben. Die Künstlerin Jenny Holzer hat diesen Mechanismus einmal in einen kurzen Slogan übersetzt: Protect me from what I want! – Eine solche Entwicklung steht in der Geschichte nicht ohne Beispiel. Hatte das späte Mittelalter seinen Räderwerkautomaten enthusiastisch begrüßt (beispielsweise dadurch, dass man den lieben Gott in eine mechanische Umschlungsmaßnahme geschickt hat), begann man in dem Augenblick, als die Zeit Geld wurde und Zinsen einzufordern begann, einen massiven Widerstand dagegen zu entwickeln. Das ist genau das Dilemma der Renaissance. Einerseits macht sich da eine neue Welt bemerkbar, andererseits ist die Mehrheit der Zeitgenossen bestrebt, die Zeichen der Zeit zurückzudrehen. Man vertraut sich Bußpredigern an, ergeht sich in Antisemitismus und erfindet die Hexe – all dies mit dem Ziel, sich an diesen Sündenböcken für die Zumutungen der Moderne schadlos zu halten.

Video-Lectures:



**TS:** Wie sieht ihr nächstes Projekt aus? Geht es wieder um Maschinen?

**MB:** Ja, auf eine merkwürdige Weise. Ich habe mir vorgenommen, meine über mehrere Bücher verstreuten Gedanken zur Kulturgeschichte der Maschine zu Video-Lectures zu verwandeln. Und das Ganze steht, wie mein letztes großes Buch, unter dem Titel: „Philosophie der Maschine“. Ein Jahr lang wird jede Woche ein Video herauskommen – und da werden verschiedene Etappen dieser Geschichte verhandelt. Das mögen ganz entlegene Fragen sein, wie eine Dogmen-Analyse der unbefleckten Empfängnis, die ich ja, im Sinne eines „Betrugs an der Natur“, für eine absolut großartige Maschine halte, aber das können auch höchst zeitgemäße Dinge sein, wie etwa die Geschichte der Elektrizität, der Digitalisierung, Aufmerksamkeitsökonomie und so weiter. Damit aber der verhandelte Gegenstand nicht bloß als Behauptung, als klassische Lecture daherkommt, wird der Talking Head Martin Burckhardt in virtuelle Umgebungen versetzt, die das, was er sagt, auf gleichsam märchenhafte Weise kommentieren. All diese Räume wiederum sind, auch wenn sie fotorealistische Züge tragen, nicht real, sondern CGI, Computer Generated Imagery. Das erlaubt eine unglaubliche Freiheit. Das ist ein bisschen so, als ob man durch ein Industriemuseum spaziert, bei dem die Dinge auf magische Weise wieder zum Leben erweckt worden sind. Das ist für mich eine doppelte Freude. Zum einen kann ich auf diese Weise den langen Weg durch die Kulturgeschichte hinter mir lassen, zum anderen fühlt sich die Arbeit an dieser visuellen Dimension des Vortrags wie eine Form der Malerei, Gedankenmalerei. Folglich vertiefe ich mich gerade in die verschiedensten Simulationstechniken – mit dem Ziel, die abstrakten Erkenntnisse, zu denen mich mein Denken geführt hat, sinnfällig zu machen. Von Dädalus heißt es, dass er Skulpturen gebaut habe, die in dem Augenblick, da er ihnen den Rücken gekehrt hat, einfach davonspaziert sind. Und das ist es, wovon jeder Denker und Künstler doch träumt: dass sich der Geist selbstständig macht und in der Gegend herumzuspazieren beginnt.



# Smarte Maschinen

Wie Roboter und Künstliche Intelligenz unser Leben prägen werden

Ulrich Eberl

---

*Maschinen lernen dank Künstlicher Intelligenz rasend schnell sprechen, sehen, lesen und große Datenmengen nach Mustern durchsuchen. Sie werden bald alle Lebensbereiche des Menschen grundlegend verändern. Was treibt diese Entwicklung, wie weit kann das gehen und bleiben die smarten Maschinen beherrschbar?*

Vor rund 250 Jahren meldete James Watt seine verbesserte Dampfmaschine zum Patent an. Sie revolutionierte nicht nur Bergbau, Schifffahrt und Eisenbahnen, sondern auch Walzstraßen und die Textilindustrie. Hundert Jahre später begann der Siegeszug von Elektro- und Verbrennungsmotoren. Auto, Flugzeug und Fließband ermöglichten Massenmobilität und Massenfertigung. Der Begriff „Maschine“ war dabei stets ein Synonym für Kraft-Maschine, also ein Hilfsmittel, das Muskelkraft ersetzte.

Das änderte sich erst in den 1940er Jahren, als Rechen-Maschinen entstanden, die digital co-

dierte Zahlen – also solche in Form von Nullen und Einsen – verarbeiteten. Mit Transistoren als elektronischen Schaltern und Verstärkern und mit dem ersten serienmäßigen Mikroprozessor, dem Intel 4004, im Jahr 1971 startete schließlich die Ära der Informations- und Kommunikationstechnik. Seitdem verdoppelt sich die Zahl der Transistoren auf den Mikrochips alle 18 bis 24 Monate. 20 Jahre nach dem Intel 4004, der über 2.300 Transistoren verfügte, hatte der Intel 80486 schon 1,2 Millionen, und wieder 20 Jahre später der Power7-Prozessor von IBM 1,2 Milliarden Transistoren – ohne dass die Mikrochips wesentlich teurer geworden wären.

Die damit verbundene Steigerung der Rechenleistung ist der wesentliche Treiber für die digitale Revolution, aus der Computer, Mobiltelefone, die Fabrikautomatisierung und das Internet hervorgingen. Doch noch immer taten die Maschinen vor allem eines: den Menschen langweilige, lästige und schwierige Arbeiten abnehmen. Nie war

*Bei der DARPA Robotics Challenge, einem internationalen Wettbewerb, mussten Roboter wie RoboSimian zeigen, dass sie unter anderem Fahrzeuge lenken und mit Bohrmaschinen arbeiten konnten*



dabei der Kern des Menschseins in Gefahr: unsere Intelligenz. Genau dies ändert sich gerade: Mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) lernen Maschinen laufen und greifen, lesen und schreiben, sprechen und zuhören, Bilder erkennen und Daten auswerten, ja sogar komponieren, Poker spielen und das Medizinexamen bestehen. In den letzten sechs Jahren ist auf dem Gebiet der KI und Robotik mehr passiert als in den 60 Jahren vorher. Wie war das möglich und wohin kann es noch führen?

## Können Maschinen denken?

*Ulrich Eberl mit Roboter Nao*

1950 stellte der britische Mathematiker Alan Turing in einem Aufsatz die provokante Frage: „Können Maschinen denken?“ ... und startete damit eine ganz neue Forschungsrichtung. Erstmals ging es um „Künstliche Intelligenz“, wie John McCarthy, Marvin Minsky und Claude Shannon ihr ehrgeiziges Forschungsprojekt betitelten, das sie 1956 am Dartmouth College in New Hampshire ins Leben riefen. Sie wollten Maschinen entwickeln, die mehr können sollten, als mit Zahlen rechnen: etwa sprechen, lesen, übersetzen oder Spiele spielen. Eine Software, die besser Dame spielte als ihr Entwickler und das Programm Eliza als erster Chatbot sorgten für einiges Aufsehen. Doch dann ging es nur langsam weiter: die ersten selbsttätig fahrenden Autos in den 1980er-Jahren, der IBM-Rechner Deep Blue, der 1997 den Schachweltmeister Garri Kasparow besiegte, zweibeinige Roboter wie Hondas Asimo und lernfähige kleine Programme, die die Steuerung von Walzwerken und Papierfabriken optimierten – das waren die wesentlichen Meilensteine.

Erst heute, seit den 2010er-Jahren, explodiert dieses Gebiet geradezu, vor allem beim Text-, Bild- und Sprachverständnis. So lernen virtuelle Assistenten wie Siri oder Alexa immer besser, auf Fragen und Befehle von Menschen sinnvoll zu reagieren. Besonders spektakulär war eine Vorführung von Google Duplex im Mai 2018: In diesem Telefonat zwischen dem Computer und einem Friseursalon war nicht mehr zu erkennen, ob der Anrufer ein Mensch oder eine Maschine war. Ähnlich beeindruckend sind Programme wie Google Translate oder DeepL: Sie können in Sekundenschnelle Texte in andere Sprachen übersetzen – nicht fehlerfrei, aber doch in einer so guten Qualität, wie sie noch vor drei, vier Jahren unvorstellbar gewesen wäre.



## Maschinen schlagen menschliche Weltmeister

Auf etlichen Feldern übertreffen uns Maschinen sogar schon. 2011 besiegte das IBM-System Watson, das den Sinn von Texten in natürlicher Sprache erfassen kann, die menschlichen Champions im Quiz-Spiel Jeopardy. Dabei musste es auf 200 Millionen Textseiten Hinweise finden, die zur jeweiligen Fragestellung passten, sie kombinieren, Hypothesen bilden, priorisieren – und das alles in zwei bis drei Sekunden.

Für Schlagzeilen sorgte auch die lernfähige Software AlphaGo von Google DeepMind. 2016 und 2017 schlug sie die weltbesten Spieler des Brettspiels Go, das als weit komplexer gilt als Schach. Wenige Monate später der nächste Paukenschlag: AlphaGo musste sich AlphaGo Zero mit 0:100 geschlagen geben. Dabei hatte die neue Software – anders als ihr Vorgänger – gar keine menschlichen Go-Partien mehr analysiert. AlphaGo Zero kannte nur die Spielregeln und verbesserte sich allein dadurch, dass es millionenfach gegen sich selbst spielte.

Inzwischen gibt es auch Systeme, die mit unvollständigen Informationen zurechtkommen. So hat im Juli 2019 die lernfähige Software Pluribus in einem Poker-Turnier gegen Weltklasse-Profis gewonnen. Sie schaffte es, in Echtzeit aus dem Verhalten der Gegner zu lernen, zu bluffen und während des Spiels ihre Strategien zu variieren – kurz: möglichst unberechenbar und zugleich klug zu agieren.

Ähnliche Fortschritte bei der Bildverarbeitung: Die beste Software zur Erkennung von Verkehrszeichen machte schon 2011 in Tests nur noch halb so viele Fehler wie Menschen. 2013 gelang es einem Computer, in 100 Minuten auf Millionen von Google-StreetView-Bildern die Hausnummern zu finden – wofür ein menschliches Team Jahre gebraucht hätte. Im Aufspüren von Lungenentzündungen, Hautkrebs, gefährlichen Darmpolypen und Herzrhythmusstörungen erreichen gut trainierte KI-Systeme heute mindestens die Präzision von Fachärzten.

In China hat Ende 2017 die Roboterfrau Xiaoyi – die „kleine Ärztin“ – das offizielle medizinische Staatsexamen bestanden. Nachdem sie über 50 Fachbücher und zwei Millionen Patientenakten durchgearbeitet hatte, wusste sie besser als viele Studenten, welche Symptome auf welche Krankheiten hindeuten und welche Behandlungen sinnvoll sind. Auf dem Land, wo in China viele Fachärzte fehlen, sollen solche Roboter künftig mit Vorschlägen bei Diagnose und Therapie unterstützen.

Algorithmen beherrschen sogar die Emotionserkennung, das heißt, sie können aus Gesichtern grundlegende Gefühle wie Wut, Freude, Trauer und Überraschung lesen. In Studien schnitten solche Programme besser ab als viele menschliche Testpersonen – und es gibt auch KI-Systeme, die aus Tonhöhe, Klangfarbe, Intensität und Rhythmus der Stimme erkennen, ob der Sprecher oder die Sprecherin frustriert oder wütend, gestresst oder verwirrt ist.

Natürlich sind nicht alle Entwicklungen erfreulich: So arbeiten Firmen wie SenseTime in China oder Clearview AI in den USA dank Gesichtserkennung an extrem leistungsfähiger Überwachungssoftware. Auch gibt es seit 2018 Deepfake-Programme, mit deren Hilfe man Gesichter in Videos austauschen oder die Mundregion so manipulieren kann, dass die entsprechende Person Sätze sagt, die er oder sie nie geäußert hat. Ein normaler Beobachter kann solche Fälschungen nicht mehr erkennen – dafür braucht man dann wiederum KI-Spezialisten mit eigens entwickelten Verfahren.

Praktisch unschlagbar ist KI, wenn es darum geht, Muster in großen Datenmengen zu finden. Forscher nutzen dies, um in der Astro- oder

Teilchenphysik die interessanten Ereignisse vom starken Hintergrundrauschen zu trennen oder um bei Werkstoffen und Medikamenten unter Tausenden von Molekülen die erfolgversprechendsten zu identifizieren. Die Firma Celonis, deren Gründer 2019 mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet wurden, setzt KI ein, um Abläufe in Firmen anhand ihrer vielen Daten Spuren zu analysieren und die Punkte zu finden, an denen es hakt. So lässt sich termingerechter produzieren, Abfall reduzieren und effizienter wirtschaften.

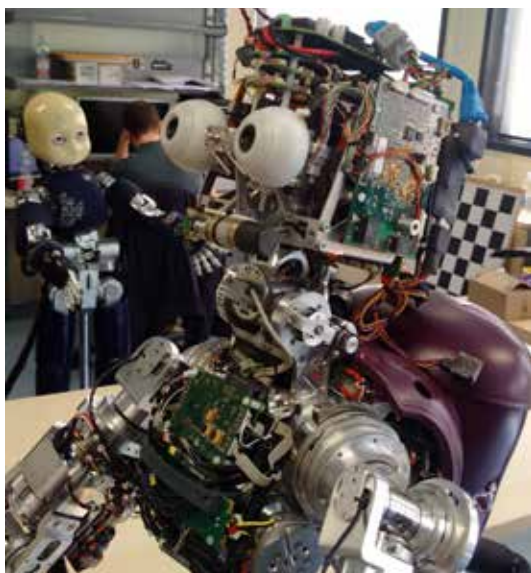
In ersten Fabriken arbeiten smarte Maschinen – in diesem Fall Roboter mit KI – schon Hand in Hand mit ihren menschlichen Kollegen. Sie lernen Bewegungen, indem sie Menschen nachahmen; sie müssen nicht mehr programmiert werden. Die Atlas-Roboter der Firma Boston Dynamics schaffen aus dem Stand einen Salto rückwärts, und Cheetah, ein vierbeiniger Roboter, rennt bereits schneller als Usain Bolt, der Weltrekordhalter über die 100- und 200-Meter-Strecke. In der Landwirtschaft gibt es erste feinfühligere Roboter, die weiche Erdbeeren pflücken, ohne Druckstellen zu hinterlassen. In der Weltraumstation ISS hilft der kugelige Assistenz-Roboter CIMON den Astronauten bei Experimenten – und selbst im Aussehen ähneln uns Maschinen immer mehr: In Osaka fertigen Forscher wie Hiroshi Ishiguro seit Jahren Androiden, deren Äußeres sich kaum noch von Menschen unterscheidet, und im Oktober 2017 hatte eine Roboterfrau – Sophia von Hanson Robotics – ihren ersten Auftritt vor den Vereinten Nationen.

## Die Treiber der Entwicklung

In unseren Haushalten gibt es Millionen von Staubsaug- und Rasenmärobotern, und unsere Mobilgeräte sind voll von Sprachassistenten und Navis, Textkorrekturen, Gesichtserkennung, personalisierter Werbung sowie Banken- und Gesundheits-Apps. Wir sind bereits umgeben von Robotern und KI – doch warum findet dieser Boom gerade jetzt statt? Zugrunde liegen drei Faktoren, die sich gegenseitig verstärken:

1. Die enorme **Leistungssteigerung der Hardware**. Vor 25 Jahren konnten die stärksten Supercomputer etwa 100 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde – das schafft heute jedes gute Smartphone. Zugleich sanken die Kosten um einen Faktor 10.000, und das

*Roboter wie der iCub lernen, indem sie Menschen beobachten, nachahmen und mit Punkten belohnt werden, wenn sie eine Aufgabe richtig lösen*



Smartphone braucht nur ein 100.000stel des Energiebedarfs der damaligen Superrechner. Ein Blick in die Halbleiterlabors zeigt, dass wir bis etwa 2045 erneut eine Vertausendfachung der Rechenleistung, Speicherfähigkeit und Datenübertragungsrate von Mikrochips erwarten dürfen. Dies wird zwar nicht mehr vorwiegend über kleinere Strukturen auf den Siliziumscheiben zu erreichen sein, weil diese schon jetzt nur noch wenige Atomlagen umfassen. Doch man kann winzige Bauelemente auch übereinander stapeln sowie Nanospeicherezellen, Neurochips und Quantencomputer einsetzen ... an Ideen mangelt es nicht. Darüber hinaus werden auch Kameras, Mikrofone und Sensoren aller Art immer kleiner und kostengünstiger. Als ideale Arbeitsplattform für das maschinelle Lernen werden derzeit zudem vorwiegend Grafikkarten eingesetzt, die für Computerspiele entwickelt wurden. Die besten von ihnen schaffen auf Mikrochips von drei Zentimeter Kantenlänge rund 110 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde – das ist noch tausendmal mehr als die Mikroprozessoren in Smartphones.

2. Die mächtigen **Algorithmen des maschinellen Lernens**. Das Konzept der Neuronalen Netze ist zwar seit Jahrzehnten bekannt, aber es wurde wesentlich weiterentwickelt. Es orientiert sich, vereinfacht ausgedrückt, an den Nervenzellen, den Neuronen, des Gehirns. In einem neuronalen Netz sind Schichten künstlicher Neuronen hintereinander gestapelt und auf komplexe Weise verschaltet – wobei ihre Verbindungsstärke wie im Ge-

hirn variieren kann, was sie lernfähig macht. Das Prinzip ist einfach: Wenn wir etwa oft genug gelernt haben, dass eine rote Ampel „Halt! Gefahr!“ bedeutet, dann wird diese Verbindung immer stärker und die Assoziation ist sofort da, wann immer wir eine rote Ampel sehen. Insbesondere eignen sich solche Netze dazu, Muster zu erkennen, ohne dass ihnen einprogrammiert werden muss, an welchen exakten Eigenschaften sie dies festmachen sollen. Präsentiert man ihnen viele Fotos von Gesichtern oder Autos, können sie anschließend auch auf unbekanntem Bildern sofort Gesichter oder Autos finden. Ebenso kann man sie mit gesprochenen Worten oder Schriftzeichen trainieren, und sie erkennen danach Sprachbefehle oder Handschriften. In den letzten Jahren haben Forscher immer mehr spezialisierte Netze entwickelt, die bestimmte Aufgaben besonders gut erfüllen, etwa die Erkennung von Kanten in Bildern oder eine Art Erinnerung an frühere Erfahrungen. Man kann auch Neuronale Netze gegeneinander antreten lassen oder mit Belohnungseffekten – etwa der Vergabe von Punkten – arbeiten, wenn eine Aufgabe gut erfüllt wurde. Der Hauptunterschied heutiger, sogenannter Deep-Learning-Systeme gegenüber den Neuronalen Netzen der 1990er-Jahre ist vor allem ihre Mächtigkeit: Waren damals nur einige Tausend Neuronen in wenigen Schichten verbunden, so sind es bei den besten Systemen von heute Milliarden von Neuronen in Dutzenden von Schichten, die die Erkennungsaufgaben erledigen.

3. Unzählige **Trainingsdaten im Internet**. Künstliche Neuronale Netze sind nur so gut wie die Qualität der Lernbeispiele, mit denen sie trainiert werden. Der Datenschatz der Menschheit ist allerdings gigantisch: Auf etwa 45 Zettabyte (Milliarden Terabyte) dürfte er angewachsen sein – bei einer Steigerungsrate von 25 bis 30 Prozent pro Jahr. All diese Milliarden Bilder, Texte, Videos und Audiodateien lassen sich als Trainingsmaterial nutzen. Und mit jeder Suchanfrage, mit jeder Spracheingabe, mit jedem Übersetzungswunsch lernen die smarten Maschinen hinzu. In Zukunft, so die Idee von KI-Forschern, könnten Roboter auch Fähigkeiten wie Apps aus einem „RoboNet“ herunterladen – etwa wie man empfindliche Gläser greift, Türen öffnet oder eine Drohne steu-



ert. Der Anfang ist gemacht: So haben Google-Wissenschaftler 14 Roboter zwei Monate lang neue Greifstrategien ausprobieren lassen, um unbekannte Objekte zu packen. Die Maschinen reichten dabei ihre Ergebnisse an Deep-Learning-Netzwerke in der Cloud weiter, so dass jeder Roboter von den Versuchen aller anderen profitierte.

## **Können Maschinen uns auf allen Gebieten übertreffen?**

Um die Frage zu beantworten, wie intelligent Maschinen werden können, muss man erst klären, von welcher Intelligenz die Rede sein soll. Denn Fachleute sprechen von mathematischer, räumlicher, sprachlicher, logischer, emotionaler oder sozialer Intelligenz – Intelligenz ist nicht nur das, was der IQ misst. Nehmen wir nur den Satz „Die Beamten haben den Demonstranten verboten, sich zu versammeln, weil sie Gewalt befürworteten“. Ein Mensch erkennt sofort, wofür sich das „sie“ bezieht. Ein Computer tut sich hier sehr schwer, ebenso wie ein selbstfahrendes Auto wohl bremsen würde, wenn der Wind eine große Tüte auf die Straße weht – ein Mensch würde einfach weiterfahren.

Der größte Teil unseres Alltagswissens steht eben nicht in der Wikipedia. Ähnliches gilt für die Kreativität: Computer können zwar Stile kopieren und neu kombinieren, also malen wie van Gogh oder Rembrandt und komponieren wie Bach oder Mozart, aber etwas völlig Neues hat bisher keine Maschine hervorgebracht. KI-Systeme – zumindest so, wie sie heute erdacht werden – sind Spezialisten für ihre Einsatzfelder, nicht mehr. Neuronale Netze sind vor allem Meister im Vergleich von Mustern. Wurden sie auf Tierbilder trainiert, finden sie überall Tiere, auch in Wolken oder dem Rauschen eines Bildschirms. Ihnen fehlt der „gesunde Menschenverstand“.

Ein weiteres Problem ist, dass KI-Systeme bislang Zigtausende von Katzen sehen müssen, um eine Katze zuverlässig zu erkennen. Kindern hingegen reichen sehr viel weniger Lernbeispiele, um auch den gestiefelten Kater als Katze einzustufen. Wie auch Maschinen anhand weniger Beispiele lernen können, ist völlig ungelöst. Mehr noch: Wie lässt sich Lernen ohne Vorurteile erreichen? Typisch war hier etwa eine Software von Amazon, die die besten Jobbewerber finden sollte, aber systema-

tisch Frauen benachteiligte. Der Grund war einfach: Die Firma hatte in der Vergangenheit weit mehr Männer eingestellt als Frauen, und so kam der Algorithmus zum Schluss, dass Bewerbungen von Frauen an sich schon schlechter zu bewerten seien.

Viele weitere Fragen sind ebenso ungeklärt: Wie kann eine KI möglichst robust und energieeffizient werden? Unser Gehirn ist hier unübertroffen: Obwohl jeden Tag etwa 100.000 Neuronen verloren gehen, lassen seine kognitiven Fähigkeiten kaum nach – und es braucht nur die Energie einer 20-Watt-Lampe. Auch bei der sensomotorischen Intelligenz, dem Zusammenspiel von Auge, Hand und Fingern, tun sich Roboter sehr schwer. Forscher haben Jahre gebraucht, um herauszufinden, wie man einem Roboter am besten beibringt, mit beliebigen Schlüsseln Schlösser zu öffnen. Dazu muss die Maschine zuerst den eigenen Körper kennenlernen, also etwa: Wie viele Gelenke habe ich, wie sind sie angeordnet und wie bewegt sich mein Körper, wenn ich welche Kräfte wo wirken lasse? Erst dann kann der Roboter solche Aufgaben einigermaßen geschickt lösen.

Um in unserer Umgebung zurechtzukommen, müssten uns Roboter möglicherweise künftig in der realen Welt begleiten, um auf ähnliche Weise zu lernen, wie kleine Kinder lernen. Doch ein fundamentaler Unterschied wird immer bleiben: Maschinen haben keinen biologischen Körper. Sie werden daher nie alle Erfahrungen mit Menschen teilen. Sie müssen nicht essen und trinken, sie wachsen nicht und bekommen keine Kinder und sie kennen den Sturm der Gefühle nicht, die Menschen ergreifen können. Daher sei die Vorhersage gewagt: Selbst wenn smarte Maschinen Emotionen aus Gesten, Sprache und Mimik lesen und wenn sie Gefühle simulieren, eine den Menschen vergleichbare emotionale und soziale Intelligenz wird ihnen verwehrt bleiben. Aus all diesen Gründen gehört eine Superintelligenz, die Menschen auf allen Gebieten überflügelt, eher in den Bereich der Sciencefiction als zu den realen Gefahren.

## **Wie smarte Maschinen unsere Welt tatsächlich verändern werden**

Doch trotz all dieser Einschränkungen werden Maschinen mit KI künftig unser Leben prägen – das Smartphone war sicherlich nur der Anfang

der Ära der smarten Maschinen. Beispiele für ihre Einsatzfelder sind:

- **Smart Factory.** KI treibt die digitale Fabrik weiter hin zu einer hochgradig automatisierten, flexiblen Fertigung. Mit digitalen Zwillingen lassen sich Produkte und alle Prozesse vorab im virtuellen Raum simulieren. KI hilft bei der Optimierung, auch in der Lieferkette und der Lagerhaltung, und sie erstellt Prognosen für die Kundennachfrage. In der Fabrik arbeiten dann Menschen Hand in Hand mit kollaborativen Robotern, während KI-Systeme Defekte bei Produkten sowie Fehler im Produktionsablauf schnell aufspüren.
- **Smart Maintenance.** Im Betrieb – ob bei Turbinen, Werkzeugmaschinen oder Aufzügen – kann KI zahllose Sensordaten analysieren und Unregelmäßigkeiten erkennen. Dies erlaubt eine vorausschauende Wartung, im Idealfall Tage oder Wochen im Voraus, also lange, bevor eine technische Anlage ausfällt.
- **Smart Office.** In Kliniken, Banken und Unternehmen werden sprachgesteuerte KI-Systeme Daten aufbereiten und Ärzten, Finanzberatern und Managern Empfehlungen für Diagnosen, Geldanlagen oder die Optimierung von Industrieprozessen geben.
- **Smart Grid.** Intelligente Stromnetze können künftig Energieangebot und Nachfrage besser in Einklang bringen – mit allen beteiligten Erzeugungsanlagen, Speichern und Verbrauchern, von der Solaranlage über den Wasserstofftank bis zum Elektroauto.
- **Smart Car.** Auf den Straßen werden wir immer mehr selbstfahrenden Elektrofahrzeugen begegnen. Sie sind hochgradig vernetzt mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie mit der Infrastruktur, den Smart Grids und den Smart Buildings.
- **Smart Home und Smart City.** Sprach- und gestengesteuert lassen sich künftig viele Elemente von Gebäuden bedienen. Roboter unterstützen in Seniorenheimen, Hotels, Geschäften und Zuhause, sie geben Auskünfte, räumen auf, putzen, helfen in der Küche und beim Einkaufen. In Smart Cities messen Sensoren Energie- und Wasserverbrauch sowie Verkehrsdaten und Schadstoffwerte. Ein City Cockpit fasst die Informationen intelligent zusammen, erstellt Prognosen und macht Vorschläge zur Optimierung von Energie- und Verkehrs-

flüssen sowie beim Katastrophenschutz. Auch in anderen Bereichen wird künftig immer mehr KI zum Einsatz kommen: in der Landwirtschaft in Form von Robotern und Drohnen bei Aussaat, Düngung, Unkrautbekämpfung und Ernte, im Gesundheitswesen, wenn Ärzte mit Roboterhilfe minimal-invasiv operieren oder wenn sie KI-Systeme um Rat fragen, im personalisierten Marketing, bei Spielen im virtuellen Raum und vieles mehr. Kein Zweifel, wir werden diese smarten Maschinen brauchen: die autonomen Fahrzeuge und das intelligente Zuhause als Hilfen für die immer älter werdende Bevölkerung, die Smart Grids für nachhaltige Energiesysteme, die Smart Factory für eine flexible und wettbewerbsfähige Industrie und die Smart Cities für lebenswerte Städte. Schon bald werden wir in einer Gemeinschaft von Menschen und smarten Maschinen leben – so selbstverständlich wie wir heute Smartphones nutzen.

### Viele neue Herausforderungen – für Privatsphäre, Sicherheit und Arbeitsplätze

Doch auf der anderen Seite werden KI-Systeme auch neue Herausforderungen mit sich bringen: für die Bewahrung der Privatsphäre ebenso wie für Datenschutz und Sicherheit. Wichtige Infrastrukturen müssen besser geschützt werden, weil durch die Vernetzung der Maschinen neue Einfallstore für Angreifer entstehen. Viele ethische Fragen werden zu klären sein, etwa, welche Entscheidungen man Maschinen überlassen kann und welche nicht, wie man es schafft, diese Systeme transparent und zuverlässig zu machen und wie man autonome Kampfmaschinen weltweit so ächten kann, wie es bei Biowaffen oder Atombomben im Weltall gelungen ist.

Was die Zukunft der Arbeitsplätze betrifft, könnten die Prognosen kaum unterschiedlicher sein: Manche Studien sehen durch KI und Robotik jeden zweiten Arbeitsplatz bedroht, andere sagen voraus, dass mehr neue Jobs entstehen als alte wegfallen. Über eines zumindest sind sich alle einig: KI wird jeden Beruf verändern – vom Landwirt, der Felder mit Drohnen überwacht, bis zum Lkw-Fahrer, der auf Autopilot schaltet. Dabei werden vor allem Routinetätigkeiten in Büros, bei denen es um die Beschaffung und Verarbei-



*DeepArt heißt ein Programm der Künstlichen Intelligenz, das Bildinhalte und Malstile trennen und neu zusammensetzen kann – hier am Beispiel eines Fotos des Autors Ulrich Eberl mit seinem Roboter Nao Bluestar im Stil der Kubisten (links), Expressionisten (mitte) und von Vincent van Gogh (rechts)*

tung von Daten geht, künftig immer mehr von Maschinen übernommen werden: Das betrifft den Buchhalter ebenso wie den Steuerberater, den Logistiker oder Finanzanalysten. Ähnliches gilt für Putzkräfte, Lagerarbeiter oder Bus- und Taxifahrer.

Wenig betroffen sind hingegen kreative Jobs wie Forscher, Designer und Handwerker sowie Berufe, die eine hohe Sozialkompetenz erfordern wie Pflegekräfte, Lehrer und Manager. Zudem werden sich zwar viele Jobbeschreibungen verändern, aber nicht unbedingt die Arbeitsplätze wegfallen. So werden in Zukunft natürlich Ärzte die Hilfe von Computerassistenten in Anspruch nehmen, aber sie werden nicht durch Roboter ersetzt – allein schon deshalb, weil oft die Intuition der Ärzte und der Kontakt mit den Patienten der halbe Weg zur Heilung sind. Kurz gesagt: Die einfacheren Arbeiten machen Maschinen, die komplexeren die Menschen, die weiterhin als Lenker und Denker gebraucht werden, als Planer und Entscheider, als kreative Problem- und Konfliktlöser, als diejenigen, die Qualität und Sicherheit gewährleisten, und als die entscheidenden Partner, die emotionale und soziale Intelligenz gegenüber ihren Kunden und Zulieferern beweisen müssen.

Hinzu kommt, dass auch eine Menge neuer Berufe entstehen – etwa Lehrer für Maschinen, KI-

Forensiker oder Neural Art Designer. Die smarten Maschinen müssen entworfen und konstruiert werden, es muss sichergestellt werden, dass sie gefahrlos und zuverlässig betrieben werden können, und sie müssen trainiert und auf die Einsatzfelder optimal angepasst werden. Wie man sich ethisch korrekt verhaltende, selbstlernende Maschinen baut, wird vielfältige neue Berufszweige eröffnen. In jedem Fall bestätigt der Blick in die Vergangenheit, dass neue Technologien immer auch neue Berufe mit sich bringen: Anfang der 1980er-Jahre, als die Computer massentauglich wurden, gab es noch kaum Software-Entwickler – heute sind es weltweit über 20 Millionen.

Mein Fazit lautet daher: Smarte Maschinen mit Künstlicher Intelligenz sind zweifellos eine der größten technisch-wirtschaftlich-sozialen Herausforderungen, vor denen die Menschheit derzeit steht. Aber auch eine Chance für all die globalen Aufgaben, die wir bewältigen müssen: ob im Kampf gegen den Klimawandel, ob bei der Gestaltung lebenswerter Städte oder bei der Unterstützung der wachsenden Zahl alter Menschen. Wenn wir es richtig machen, werden uns die smarten Maschinen weit mehr nützen als schaden.

# Die Mutter aller Maschinen

Ohne Werkzeugmaschine keine industrielle Produktion – und eine leere Ausstellungshalle

Achim Dresler

<sup>1</sup> Spur, Günter: *Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung der Fertigungstechnik, München/Wien 1991, o. S.*

<sup>2</sup> Spur, ebd., S. 2.

<sup>3</sup> Spur, ebd., S. 6.

<sup>4</sup> Ludwig, Kurt: *Auf dem Weg zum Großunternehmen – Maschinenfabrik Richard Hartmann von 1837 bis 1870. In: Mythos Hartmann, hg. von Sächsisches Industriemuseum u. a., Chemnitz 2009, S. 84.*

*Der einstige Sammlungsleiter des Industriemuseums Chemnitz liefert seine Liebeserklärung an die Werkzeugmaschine: Wie sie die industrielle Produktion erst ermöglichte, was sie mit den Menschen anstellte und wie sich diese Geschichte in Sammlung und Ausstellung widerspiegelt.*

## Was ist eine Werkzeugmaschine?

„Sie ist in vielerlei Gestalt die Mutter der Maschinen, wie die Chinesen sie nennen, und in ihrer Bedeutung für die gesamte industrielle Produktion nicht hoch genug einzuschätzen“ schrieb Bernhard Kapp im Geleitwort des deutschen Standardwerks zur Werkzeugmaschine, das 1991 zum 100jährigen Bestehen des Vereins Deutscher Werkzeugfabriken e. V. VDW herausgegeben wurde – eine selbstbewusste Ansage des VDW-Präsidenten. Übertreibt er mit dem Bild „Mutter“?

Es lohnt sich, erneut in die Begriffsgeschichte der Werkzeugmaschine einzutauchen, um ihre Bedeutung für die Industrialisierung zu ermessen.

„Werkzeuge des Maschinenbauers“, so bezeichnete man die Bohrwerke, Stoß- und Hobelmaschinen, Drehbänke oder Fräsmaschinen, lange bevor das ihnen Gemeinsame im Namen ‚Werkzeugmaschine‘ zum Ausdruck gebracht wurde.

Gemeinsam ist den Werkzeugmaschinen die Übertragung der Werkstück- und Werkzeugbewegungen bei der formgebenden Bearbeitung von Metallgegenständen“<sup>2</sup> definiert Ingenieurwissenschaftler Günter Spur in erwähntem Jubiläumsband.

Vom manuellen zum maschinellen Werkzeug, aus der menschlichen in die eiserne Hand – ein quasi evolutionärer Sprung. Davon leitet sich die bis heute übliche englische Bezeichnung „machine tool“ (Maschinen-Werkzeug) ab, 1851 zur ersten Weltausstellung in London geboren. Der Begriff wanderte direkt übersetzt in andere Sprachen wie ins Französische, „machine outil“, oder ins Spanische, „máquina herramienta“. Nicht aber ins Deutsche. Bei uns setzt sich kurz nach 1851 die umgekehrte Wortreihenfolge durch. „Der deutsche Ausdruck ‚Werkzeugmaschine‘ steht in Anlehnung an die englische Wortschöpfung durch eine freie, bisweilen auch sehr mißverständliche Übersetzung“<sup>3</sup> Das passiert 1852 in einem Berliner Bericht über die Londoner Ausstellung.

Zuvor ist der Begriff Hilfsmaschine („Hülfsmaschine“<sup>4</sup>) gebräuchlich, der sich auch in Inventarlisten Chemnitzer Fabrikanten wiederfindet, beispielsweise bei Richard Hartmann 1847.

In diesem Wort spiegelt sich noch die Perspektive des Handwerkers wider, der seine manuelle Ge-

*Maschinen von Richard Hartmann in Chemnitz auf der Weltausstellung 1867 in Paris*





schicklichkeit mit Hilfe einer Maschine steigert. Der Aufstieg der neuen Maschinengattung ist nicht aufzuhalten. In London 1851 aber vorläufig noch ohne sächsische Teilnehmer, nur eine Berliner Firma ist vor Ort. Zimmermann (1820–1901) und Hartmann (1809–1878) reüssieren zehn Jahre später zur Folgeausstellung am selben Ort. Im englischen Standardwerk zum Thema ignoriert der Historiker William Steeds deutsche Erzeugnisse dieser Zeit komplett. Angelsächsisch orientiert, erwähnt er deutsche Fabrikate erst für 1873. Da findet die Weltausstellung in Wien statt, wo die Deutschen das Niveau der Briten und Amerikaner noch nicht erreicht hätten, zitiert Steeds einen zeitgenössischen englischen Beobachter.<sup>5</sup>

Kaum ist ein Begriff für die Werkzeugmaschine gefunden, beginnt die Fachwelt zu debattieren, was denn alles dazu gehört und was nicht.

„Ein Elefant ist einfach zu entdecken aber schwer zu definieren. Für die Werkzeugmaschine geht beides schwer.“ befand William Steeds in seinem englischen Standardwerk „A history of machine tools“ 1969.<sup>6</sup> Je nachdem würden die Abgrenzungen zu weit oder zu eng gefasst, worauf sich Steeds pragmatisch auf spanabhebende Metallbearbeitung konzentriert. Ausdrücklich schließt er Holzbearbeitung und Umformung aus.

Letzteres, beispielsweise Dampfhämmer und Schmiedepressen, zählt auch der Technikhistoriker Volker Benad-Wagenhoff nicht dazu.<sup>7</sup> Diese akademischen Feinheiten können wir für unsere Betrachtungen aber vernachlässigen und halten den Wesenskern der Werkzeugmaschine fest. Eine Maschine, die Maschinen herstellt<sup>8</sup>, befindet Benad-Wagenhoff. Kürzer geht es kaum. Für den Arbeiter ist wichtig: „Ohne Finger feilen, meißen und bohren“<sup>9</sup> Die Vorteile liegen auf der Hand: diese Maschine ist schneller, fester im Zugriff, präziser, zuverlässig in tausendfacher Wiederholung ohne zu ermüden, resistent gegen Hitze und ähnliche Unbill, theoretisch rund um die Uhr einsetzbar, dabei immer folgsam ohne krank zu werden oder gar zu streiken.

Ein prominenter Zeitgenosse, Karl Marx, lenkt unseren Blick auf die Rolle dieser Maschine für die Industrialisierung, die er im Pionierland England hautnah miterlebt. In den 1850er Jahren schreibt er an seinem Hauptwerk „Das Kapital“. In einem

eigenen Kapitel adelt er die Werkzeugmaschine zur entscheidenden Zutat der Industriellen Revolution – und eben nicht die Dampfmaschine, die er als Antriebs- von der Werkzeugmaschine unterscheidet. Als Ökonom und Philosoph ist es Marx einerlei, ob diese letztere Löcher bohrt oder ob sie Tuch webt. Damit definiert er die Werkzeugmaschine deutlich weiter als oben angeführte Techniker. Marx interessiert nämlich voran der Beitrag dieser Maschine für die Steigerung der Produktivität der Arbeiter und damit des relativen Mehrwerts. „Die Maschine, wovon die industrielle Revolution ausgeht, ersetzt den Arbeiter, der ein einzelnes Werkzeug handhabt, durch einen Mechanismus, der mit einer Masse derselben oder gleichartiger Werkzeuge auf einmal operiert und von einer einzigen Triebkraft, welches immer ihre Form, bewegt wird.“<sup>10</sup> Kluger Kopf, der damit bereits verdient hat, in Chemnitz, dem einstigen deutschen Zentrum des Werkzeugmaschinenbaus, auf den Sockel zu kommen.

## Ohne Werkzeugmaschine keine Fabrikproduktion

Die Werkzeugmaschine läutet der handwerklichen Produktion und dem Manufakturbetrieb das Totenglöcklein. Natürlich nicht sofort und durchgängig, doch mit den nun massenhaft hergestellten Arbeitsmaschinen wird Fabrikarbeit überhaupt erst möglich.

„An die Stelle der einzelnen Maschine tritt hier ein mechanisches Ungeheuer, dessen Leib ganze Fabrikgebäude füllt und dessen dämonische Kraft, erst versteckt durch die fast feierlich gemeßne Bewegung seiner Riesenglieder, im fieberhaften Wirbeltanz seiner zahllosen eigentlichen Arbeitsorgane ausbricht“<sup>11</sup> so Marx drastisch.

Eine Aufwärtsspirale bis heute, auf der Jagd nach immer besseren Werkstoffen, besseren Messsystemen und Steuerungen, schnelleren Abläufen, höherer Produktivität, größerem Output.

Spur widmet in seiner Geschichte unter der Überschrift „Chemnitz wird Zentrum“ keiner anderen Region ein derart ausführliches Kapitel für die Pionierjahre bis 1871<sup>12</sup>. Danach verlagert sich der Schwerpunkt nach Berlin. Chemnitzer Fabrikanten profitieren von der wachsenden Nachfrage und befeuern gleichzeitig mit ihrem Angebot die stürmische Industrialisierung.

<sup>5</sup> Steeds, William: *A history of Machine Tools 1700–1910*. Oxford 1969, S. 91.

<sup>6</sup> Steeds, ebd., S. VII, eigene Übersetzung.

<sup>7</sup> Benad-Wagenhoff, Volker: *Industrieller Maschinenbau im 19. Und 20. Jahrhundert*, In: *Saxonia, Schriftenreihe des Vereins für sächsische Landesgeschichte e. V.*, Bd. 6, Dresden 2000, S. 16.

<sup>8</sup> Benad-Wagenhoff, ebd., S. 11.

<sup>9</sup> Benad-Wagenhoff, ebd., S. 13.

<sup>10</sup> Marx, Karl: *Das Kapital*, Bd. 1, MEW 23. Berlin 1962. S. 396. In dieser Tradition nutzte der sächsische Historiker Rudolf Forberger den Begriff „Werkzeugmaschine“ auch für Textilmaschinen. Vgl. gleichnamige Kapitel in Forberger, Rudolf: *Die industrielle Revolution in Sachsen 1800–1861*, Bd. 1.

<sup>11</sup> Marx, ebd., S. 402.

<sup>12</sup> Spur, ebd., S. 233–250. Vgl. ausführlich zur Entwicklung des Chemnitzer Werkzeugmaschinenbaus Wolfgang Uhlmann, Chemnitzer Unternehmer während der Frühindustrialisierung 1800–1871 (= Beiträge zur Wirtschaftsgeschichte Sachsens, Reihe A, Band 8), Markkleeberg 2010) und Jörg Feldkamp, *Industrieller Maschinenbau im 19. und frühen 20. Jahrhundert*, In: *Saxonia, Schriftenreihe des Vereins für sächsische Landesgeschichte e. V.*, Bd. 6, Dresden 2000, S. 53–63.

<sup>13</sup> Göhre, Paul: *Drei Monate Fabrikarbeiter und Handwerksbursche*, Leipzig, 1891,

<sup>14</sup> Göhre, ebd., S. 53.

<sup>15</sup> Göhre, ebd., S. 54.

<sup>16</sup> Benad-Wagenhoff, ebd., S. 15.

Zur Zeit der Reichsgründung 1871 hat bereits die USA die Führerschaft übernommen. Während die Chemnitzer Pioniere wie Carl Gottlieb Haubold oder Richard Hartmann einst nach England zum Lernen reisten, fährt die folgende Generation der Maschinenfabrikanten wie Julius Reinecker oder Robert Pfauter über den Atlantik, um sich das „amerikanische System“ des Werkzeugmaschinenbaus anzuschauen.

## Was stellt die Werkzeugmaschine mit den Menschen an?

Subjektiv ist der Wechsel zur Fabrikarbeit für die Handwerker, Manufaktur- und Landarbeiter ähnlich einschneidend wie heute die Digitalisierung in der Arbeitswelt.

Neue Berufe, benannt nach den Arten der Werkzeugmaschinen, entstehen im 19. Jahrhundert. Den Facharbeitern (Frauen finden sich damals noch nicht in Metallbetrieben) setzt Paul Göhre in seinem heute zu Unrecht weitgehend vergessenen Buch „Drei Monate Fabrikarbeiter und Handwerksbursche“ ein literarisches Denkmal. Seine Kollegen sind vor allem Schlosser, „dann in abnehmender Reihenfolge etwa die Dreher, die Hobler, die Tischler, die Bohrer, die Stoßer, die Schmiede, Zimmerleute, Anstreicher, Rierner und Klempner. Dann aber jene Reihe neuer und Zwitterberufe: Anreiber, Aufreiber, Anhänger, Schmirgler und Räderschneider; dazu Maschinenwärter, Heizer, Packer, Transporteure, andre Handlanger jeder Art ...“<sup>13</sup>

Der junge Pfarrer Göhre arbeitet 1890 inkognito in der Chemnitzer Textilmaschinenfabrik von

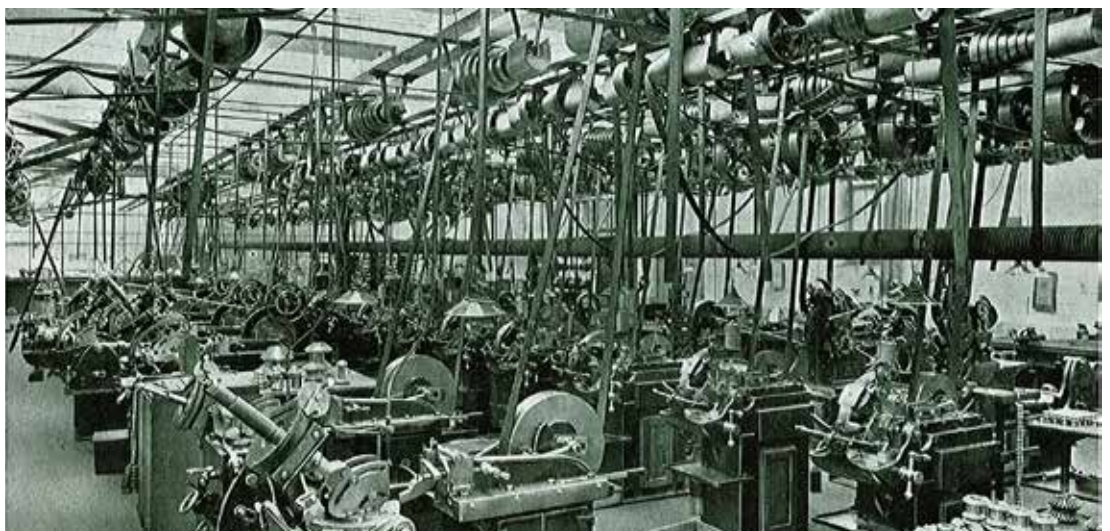
M. F. Albert Voigt, neben dem heutigen Industriemuseum gelegen, und schreibt seine Erlebnisse nieder. Er schildert voller Respekt die Arbeit in den Werkhallen und empfindet die Arbeit der Schlosser und Tischler als erfüllend und dass „der großkapitalistische Fabrikbetrieb nicht nur nicht schädlich war, sondern geradezu einen Fortschritt bedeutete. Denn er hob beide Berufe über die handwerksmäßige, beschränktere Art des kleinmeisterlichen Betriebes zu höheren Aufgaben empor...“<sup>14</sup>

„Vom Meister und Monteur herab bis zum Packer und Transporteure schaffte jeder einzelne mit an dem gleichen Objekt, an einem einzig sinnvollen Ganzen, dem komplizierten Kunstwerk einer Werkzeugmaschine.“<sup>15</sup> Der sprichwörtliche Handwerkerstolz findet in dieser Interpretation seine Fortsetzung unter den gewandelten Bedingungen der Fabrikarbeit.

Die älteren Leser erinnern sich noch an die Zeit vor den 1970ern, bevor die NC-Maschinen Einzug in die Werkstätten hielten. Die mechanischen Drehbänke, Fräsmaschinen usw. leisteten oft viele Jahre ihre Dienste. Der Dreher, Fräser oder sonstige Bediener hielt deshalb „seiner“ Maschine lange die Treue. Treue? Passt der sentimentale Begriff auf einen seelenlosen Gebrauchsgegenstand? Doch, zuweilen haben Kollegen ihre eiserne Maschine vermenschlicht, die sie täglich über Stunden sahen und ihr vielleicht noch einen Spitznamen verpassten. Die Bediener kannten der Maschine Vorzüge und Macken. Mit einem ordentlichen Klaps, gewusst wo, ließ sich noch ein  $\mu$  (Mü) in der Zustellung herausholen. Übertrieben formuliert, ging Liebe hier nicht

$\mu$  (Mü): Umschreibung für „ein ganz winziges bisschen“; steht bei Einheiten für Mikro (ein Millionstel)

*Kegelradhobelei bei J. R. Reinecker in Chemnitz um 1909 – nach Feierabend, denn zu jeder Maschine gehört ein Arbeiter.*



durch den Magen, sondern durch die Hände, die das Werkzeug nicht mehr direkt halten müssen. Noch tief ins 20. Jahrhundert ist manuelle Nacharbeit üblich, müssen zum Beispiel die letzten Zehntel auf Werkstücken noch von Hand maßgerecht entfernt werden<sup>16</sup>.

Ich erinnere mich an eine haushohe Presse mit Aufschrift „Hilo“, die schwarz und verstaubt aus der Vorkriegszeit im Rüsselsheimer Opel-Werk überlebt hatte. Der Koloss, von dem ich damals nicht wusste, dass er von Hiltmann & Lorenz in Aue stammt, hilft uns Werkzeugmachern noch um 1980, tonnenschwere Schnittwerkzeuge für Kotflügel „auf Null“ einzuarbeiten. Denn die Presse ist so herrlich einfach: sie lässt sich elektrisch kurzschließen zum, natürlich unerlaubten, schnellen Reingreifen und sie erlaubt manuelle Geschwindigkeitsregelung beim Herunter- und Hochfahren.

Schwer vorstellbar heute mit dem elektronischen Interface in der Bediener-Maschinen-Kommunikation. Die Beziehungen zur NC-Maschine erscheinen versachlicht. Sicher auch, weil es nicht mehr verbreitet ist, über viele Jahre in einem Betrieb und an einer Maschine zu arbeiten. Die kreative Freude, der Maschine mehr zu entlocken als in der Bedienanleitung vorgesehen, bleibt. Nur ist die Kommunikation entkörperlicht und distanzierter.

War bis an diese Stelle die Rede von kreativen Facharbeitern, die an ihren Werkzeugmaschinen Einzelstücke oder kleine Serien fertigten, folgt nun der Blick auf die Schattenseite. Für die un- oder angelernten Arbeiter ist der Einsatz in der Großserienfertigung, oft im Akkord oder in Maschinenstraßen mit Fließfertigung, an Werkzeugmaschinen wenig erbaulich. Meist sind es Einzweck-Automaten, entsprungen aus dem „amerikanischen System“ vor 1900. Die Revolverdrehmaschine ist ein berühmter Vertreter. Dem Bediener (ab dem Ersten Weltkrieg dann oft auch Frauen) bleibt als Erfolgserlebnis, die Stückzahl zu schaffen, beispielsweise 500 Kurbelwellen pro Schicht zu schleifen. Sie sind eher „Anhängsel der Maschine“, wie es Marx formuliert, als ihre Herren. Arbeitsteilig abgetrennt entsteht der Beruf des Einrichters, der die Maschinerie für den reibungslosen Fertigungsprozess vorbereitet und in Gang hält.

## Widerspiegelung in der Sammlung

Fast 500 Werkzeugmaschinen, einschließlich Umformtechnik, dazu etwa 50 Holzbearbeitungsmaschinen, viele davon restauriert, stehen im Depot oder in Ausstellungen des Industriemuseums Chemnitz. Sie bilden eine der größten einschlägigen Sammlungen in Deutschland, einschließlich des Deutschen Museums München, und vermutlich auch darüber hinaus.

Leider fehlen Belegstücke aus der Pionierzeit des sächsischen Maschinenbaus. Das wäre zu schön, wenn Zimmermanns erste Drehbank ihren Weg ins Museum gefunden hätte. Der älteste Sachzeuge der Sammlung, eine Drückbank aus Kraslice (Graslitz), stammt aus den 1860er Jahren. Zimmermanns ältestes Teil ist ein Maschinenschild mit Aufschrift „1871“, leider ohne sichere Provenienz an eine Senkrecht-Nutenstoßmaschine geschraubt. In der Sammlung und den Angeboten dominieren Datierungen aus dem frühen 20. Jahrhundert – passend zu den üblichen Lebenszyklen der Maschinen.

Angebote oder Anfragen erreichen das Museum zuweilen aus dem Ausland, aus Polen, Weißrussland, Mexiko, Uruguay usw. zu Werkzeugmaschinen mit Aufschrift „Chemnitz“. Ein fernes Echo der Wirkmächtigkeit der hiesigen Exporte.

Nicht zufällig figuriert auf dem ersten Plakat des jungen Industriemuseums von 1992 eine Säulen-



Arbeiterin Hedwig Dost an einer Drehmaschine, Chemnitz, um 1916





Plakat Industriemuseum Chemnitz, 1992

bohrmaschine im Vordergrund. Die Kollegen wählen diese als Ikone des Projekts, leicht erkennbar für den Laien. Schließlich geben in der ersten Generation der Museumsleute Techniker und Ingenieure den „Ton“ an. Sie sammeln bevorzugt Maschinen. Noch heute stehen Dutzende große Bohrmaschinen im Depot. Hinter den „Jagderfolgen“ verbirgt sich damals der Konflikt der Sammlungsziele: Reduzieren wir uns auf Maschinen oder gehören Produkte und Kontextexponate auch dazu? Heute selbstverständlich bejaht, ist es Anfang der 1990er Jahre ein wiederkehrendes Streitthema. Auch künftig werden, mindestens exemplarisch oder digital, neue Werkzeugmaschinen ihren Weg in die Sammlung finden.

### Erzählt das Museum die Geschichte der Werkzeugmaschine angemessen?

Die Bedeutung der Werkzeugmaschine bleibt der Öffentlichkeit verborgener als die vielen Alltagsprodukte, die sie produzieren half: Lokomotiven, Nähmaschinen usw. Spur nennt dies die „Paradoxie zwischen der geringen Präsenz der Werkzeugmaschinen im öffentlichen Bewußtsein und ihrer faktischen Bedeutung im Leben der Industriegesellschaft.“<sup>17</sup> In den Dauerausstellungen, sowohl in der von 2003 als auch von 2015 kommen die Werkzeugmaschinen gut weg. Blickt man mit mehr Unschärfe in die Halle, also nach allen Maschinengattungen (Büromaschinen, Textil-, Antriebsmaschinen, Fahrzeuge), gleicht die Ausstellung gar einer regelrechten Maschinenhalle. An der optischen Präsenz liegt es keinesfalls. Aber Dampfmaschine und Fahrzeuge sind attraktiver, erschließen sich den Besuchern spontan besser als die Werkzeugmaschinen.

Jedenfalls wenn diese wie Skulpturen still da stehen. Beim Auto geht das, der Betrachter imaginiert im Kopf das Fahrgeräusch dazu. Die stumme Drehbank löst in der Regel nichts im Kopf des Besuchers aus, der deshalb weiter geht.

Anders im Falle der Vorführung durch einen Menschen. Die größte Erfolgsgeschichte schreibt die Schlosserwerkstatt, der Evergreen des Museums, seit 1992 und mit guten Aussichten auf ein noch langes Museumsleben. Wenn der Motor brummt, die Lederriemen klatschen und die Maschinen klackern, an denen ein Vorführer mit gelernten Handgriffen agiert und noch erzählt, ist das Interesse der Besucher garantiert. Aber noch

nicht die Erkenntnis! Deshalb bevorzuge ich bei Schülern zuerst die unkommentierte Vorführung. Danach stelle ich die Frage: Was seht ihr hier? Als Antwort kommt häufig – nichts. Keine Vorstellung, kein Bezug zur eigenen Erfahrungswelt. Zugegeben, als 16jähriger Gymnasiast wusste ich auch nicht, was eine Drehmaschine ist.

Die Brücke zur modernen Fabrik schlägt die Siemens-Steuerung, die an einer 100 Jahre alten Drehbank die Handkurbeln nicht manuell sondern wie von Geisterhand mit Motorkraft zum Laufen bringt. In diesem Falle vom Besucher mit simplem Knopfdruck in Gang zu setzen. Noch besser, er schaut bei Gelegenheit einem NC-Fachmann des Museums bei der Wartung zu. Der kommuniziert über Tastatur undurchsichtig mit der Maschine, sonst eher eine Black Box für den Laien. Am Ende freuen sich alle, wenn der Schweißroboter oder die Drehmaschine „verstanden“ haben und „gehörchen“.

### Ausblick

Wenn die Werkzeugmaschine essentiell für die Industrielle Revolution war und Chemnitz daran erfolgreich mitwirkte, ist Selbstzufriedenheit dennoch nicht angemessen. Der Blick in unser Hochregal mit den tonnenschweren Hinterlassenschaften der vergangenen 200 Jahre weckt am Ende des Kohle-Zeitalters ambivalente Gefühle und rückt eine Frage unerbittlich nach vorne: Welche Beiträge leistet die Branche, leistet Chemnitz, für den existentiellen Systemwechsel im Klimawandel? Maschinen mit sparsamerem Energieverbrauch, das wäre zu kurz gesprungen. Nun sind visionäre Beiträge gesucht für die Werkzeugmaschinen, für die Fabriken des 21. Jahrhunderts. Hoffen wir, dass aus Chemnitz wie schon einmal Impulse ausgehen und freuen wir uns, in einigen Jahrzehnten einige Beispiele dessen in die Museumssammlung aufnehmen zu können.



# Wie Maschinen unsere Welt (ver)wandeln

## Konzeption der Schauplatzausstellung MaschinenBoom.

Jürgen Kabus

Ist ein Werkzeug nur die Verlängerung der Hand und eine Maschine nur ein komplexes Werkzeug, wie Henry W. Beecher (1813–1887) es beschrieb? Der Begriff Maschine beschreibt ursprünglich ein Werkzeug, eine künstliche Vorrichtung sowie ein Hilfsmittel. Aber was genau ist eine Maschine und welche Rolle spielen Maschinen in unserem Leben? Diese beiden Leitfragen stellt die Schauplatzausstellung MaschinenBoom. und gibt den Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit, sich eine eigene Definition – eine eigene Vorstellung – des Maschinenbegriffs zu bilden. Martin Burckhardt beantwortet die Frage, was eine Maschine ist, wie folgt: „Üblicherweise, wenn von Maschinen die Rede ist, assoziieren wir schweres Gerät, fauchende Dinge, die Lärm machen und in Fabriken eingehengt werden müssen. Damit aber huldigen wir, in den Zeiten der Digitalisierung, einem vollständig veralteten Maschinenbegriff.“<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Interview mit Martin Burckhardt. Berlin, 2020

Wandbild von Anton Dietrich (1833–1904) auf dem Dreiecksgiebel (Pediment) des Gebäudes des sächsischen Finanzministeriums



## Die 4. Sächsische Landesausstellung und das Jahr der Industriekultur 2020

Der Freistaat Sachsen blickt auf eine reichhaltige und sehr lange industrielle Tradition zurück. Daher verwundert es nicht, dass die *Industria*, im Sinne der lateinischen Bezeichnung für Betriebssamkeit und Fleiß oftmals mit der Saxonica auf zahlreichen Abbildungen im Freistaat zu finden ist. Die wohl prominenteste Darstellung findet sich auf dem Dreiecksgiebel (Pediment) des Gebäudes des sächsischen Finanzministeriums. Das 48 Quadratmeter große elbseitig ausgerichtete Wandbild wurde 1896 von Anton Dietrich (1833–1904) eigens für den Neubau geschaffen und zeigt die Saxonica umgeben von Gewerken und Künsten beim Geldeinnehmen und –ausgeben und stellt damit einen direkten Bezug zu den Aufgaben des Finanzministeriums dar. Dietrichs

Kunstwerk zeigt die sächsischen Stärken und damit Sachsens Stolz auf die Betriebsamkeit und den Fleiß seiner Bürger, auf die reichhaltige und sehr alte Industrietradition und den damit direkt verbundenen Wohlstand. „Der Hintergrund aus runden Blattgoldelementen symbolisiert goldene Taler; in der Mitte des Bildes steht erhaben die Saxonía in den traditionellen Landesfarben Grün und Weiß mit Wappen und Zepter. Links zu ihren Füßen schüttet Fortuna, die Göttin des Glücks, ein großes Füllhorn mit Goldstücken aus. Neben ihr sind zwei Figuren zu erkennen, die wichtige frühere Einnahmequellen Sachsens zeigen: ein Jäger, der einen Baum pflanzt, und ein Bergmann. Doch Saxonía hat ihren Blick nach rechts gerichtet zu den Kräften, die von ihr Geld fordern. Dort ist der Staatshaushalt, dargestellt durch einen sitzenden Jüngling mit kräftigen Armen, zu sehen; neben ihm ein Architekt mit dem Modell des gegenüber liegenden Gesamtministeriums, das ursprünglich Innen- und Kultusministerium beherbergte; abgerundet wird die Szene durch ein geflügeltes Rad auf einer Brücke, das den Bedarf an Investitionen für den schon damals rapide zunehmenden Verkehr symbolisiert.“<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Finanzministerialgebäude: 1883–1995. Dresden, 2009, S. 63

<sup>3</sup> Industriekultur in Sachsen: Handlungsempfehlungen des wissenschaftlichen Beirates für Industriekultur in Sachsen. Freiberg, 2010, S. 3

<sup>4</sup> ebd., S. 4

<sup>5</sup> ebd., S. 5

<sup>6</sup> <https://www.industriekultur-in-sachsen.de/gestalten/projekte/details/jahrender-industriekultur-2020/>; Download 26.12.2019

Heute – 124 Jahre später – bezeichnen wir dies als Industriekultur, welche spätestens seit der politischen Wende konstant, immer mehr, an Bedeutung gewinnt und „in den letzten Jahren nicht nur aktiv in der Bevölkerung verankert sondern auch verstärkt in das Blickfeld der Politik gelangt“<sup>3</sup>.

In den Handlungsempfehlungen des Wissenschaftlichen Beirates für Industriekultur wird der Terminus wie folgt definiert: „'Industriekultur' steht bis heute für eine Beschäftigung mit der gesamten Kulturgeschichte des Industriezeitalters in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Der Begriff verbindet Technik-, Kultur- und Sozialgeschichte und er umfasst das Leben aller Menschen in der Industriegesellschaft – ihren Alltag, ihre Lebens- und Arbeitsbedingungen.“<sup>4</sup>

Das Spektrum der Industriekultur kann man mit drei Eckpunkten skizzieren. Der erste Eckpunkt, die materielle Perspektive, befasst sich mit der Frage nach den dinglichen Hinterlassenschaften der Industrialisierung. Die gesellschaftliche Perspektive stellt den zweiten Eckpunkt dar, hier werden die Arbeits- und Lebensverhältnisse in der Industriegesellschaft betrachtet. Der dritte

und letzte Eckpunkt ist die künstlerisch-wissenschaftliche Perspektive, in dieser stehen Fragen nach der intellektuellen Auseinandersetzung mit der Industrialisierung im Mittelpunkt. „Als multidimensionales Thema betrifft die Beschäftigung und Auseinandersetzung mit der Industriekultur dabei alle gesellschaftlichen Gruppen und Institutionen der Industriegesellschaft.“<sup>5</sup>

Der Freistaat Sachsen widmet die 4. Sächsische Landesausstellung dem Thema Industriekultur. Industriekultur ist, ebenso wie die Industriegeschichte Sachsens, multidimensional. Daher verwundert es nicht, dass die Landesausstellung ein dezentrales Projekt ist. Dem Industriemuseum Chemnitz fällt die Aufgabe zu, den Aspekt der Maschine, stellvertretend für den Maschinenbau, zu beleuchten.

Darüber hinaus rief der Freistaat das Jahr der Industriekultur 2020 aus und erklärte somit Industriekultur nachhaltig zum Landesthema. „Im Jahr der 4. Sächsischen Landesausstellung werden unter diesem Dach industriekulturelle Aktivitäten in ganz Sachsen durchgeführt und vermarktet. Mit dem Jahr der Industriekultur 2020 soll das Landesthema Industriekultur insgesamt gestärkt und einer breiteren Öffentlichkeit nähergebracht werden.“<sup>6</sup>



## Inspiration und Ausstellungstitel

Der schmiedende Roboter, angelehnt an die Allegorien des Industriezeitalters, verdeutlicht auf anschauliche Art und Weise, dass das Thema der Schauplatzausstellung MaschinenBoom. nicht nur



*Der schmiedende Roboter, angelehnt an die Allegorien des Industriezeitalters, verdeutlicht auf anschauliche Art und Weise, dass das Thema der Schauplatzausstellung MaschinenBoom nicht nur historisch betrachtet wird, sondern die Ausstellung ein Ort der Diskussion und somit ein Forum für Fragen der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ist.*

historisch betrachtet wird, sondern die Ausstellung ein Ort der Diskussion und somit ein Forum für Fragen der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ist. Die Besucher begeben sich auf eine Reise von der vorindustriellen Zeit über die ersten Maschinen der Pionierzeit bis zu zeitgenössischen Utopien menschenleerer Werkhallen im Zeitalter der Industrie 4.0. Hier erleben sie, wie Menschen Maschinen im Laufe der Zeit perfektionierten und wie der Maschinenboom ihren Alltag und ihre Welt allmählich verwandelte. Das Ausstellungskonzept ist hierbei maßgeblich von den fürstlichen Kunst- und Wunderkammern inspiriert. Ganz nach der Meinung von Beecher: „Wer eine Maschine erfindet, steigert die Möglichkeiten des Menschen und das Wohl der Menschheit“.

Am Anfang jeder Ausstellungskonzeption steht die Frage nach einem Leitthema, einer Kernaussage, sowie der zeitlichen und räumlichen Klammer. Das Leitthema der Schauplatzausstellung MaschinenBoom ist zu einem Teil durch den Menschen als Leitthema der 4. Sächsischen Landesausstellung definiert. Die Ausstellung soll bei den Besuchern Stolz auf die Industriekultur, die sächsische Ingenieurskunst sowie auf den Freistaat Sachsen wecken. Ausgehend vom Sammlungsbestand des Industriemuseums, der sächsischen Industriegeschichte im Allgemei-

nen sowie der Geschichte des Maschinenbaus im Speziellen ergab sich die erste zeitliche und räumliche Klammer der Ausstellung. Bereits bei den ersten Überlegungen kristallisierte sich der Schwerpunkt des 21. Jahrhunderts heraus. „Wo vom Museum die Rede ist – überall, wo vom Museum die Rede ist –, ist zugleich von der Gesellschaft die Rede.“<sup>7</sup>

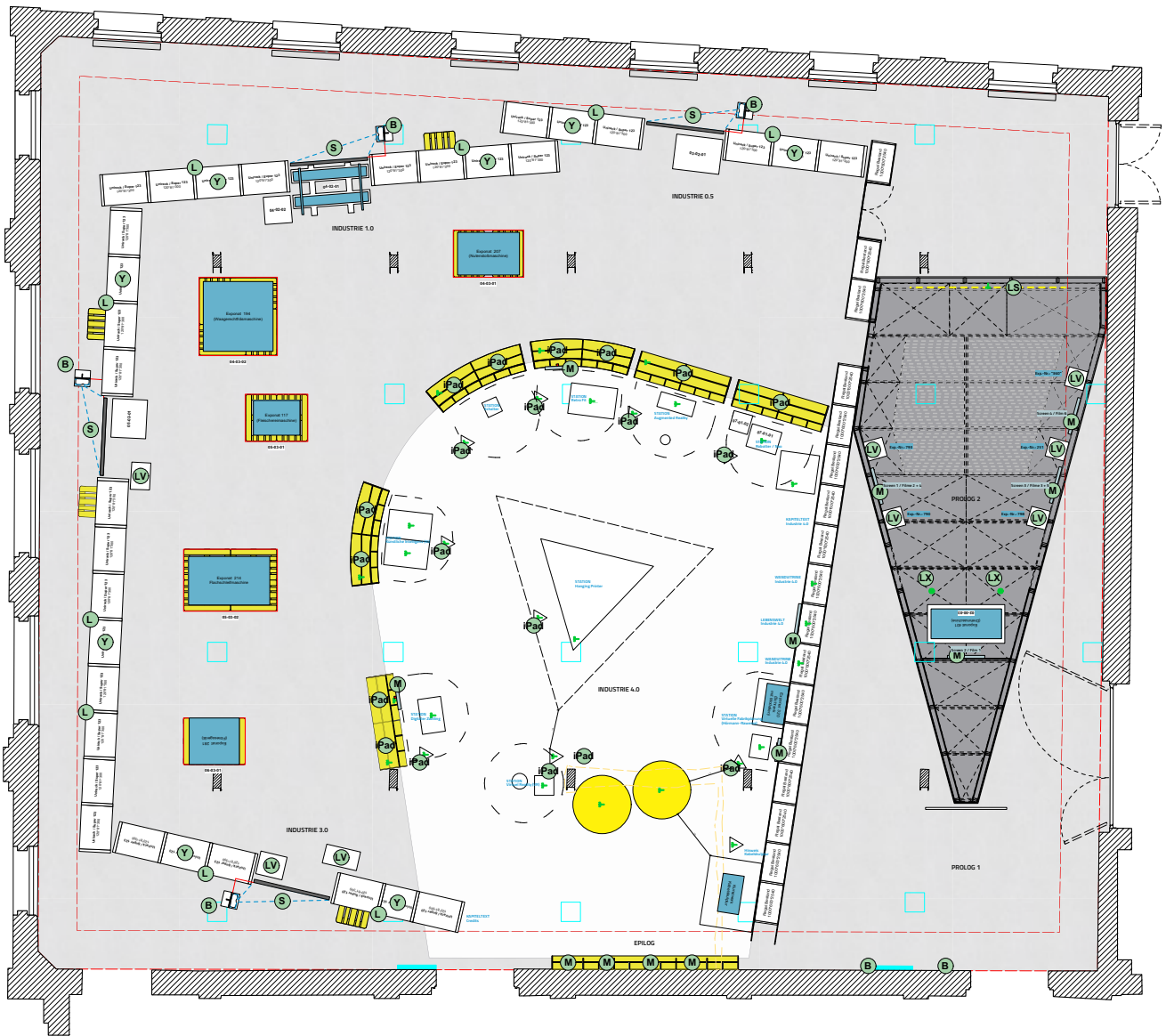
Wie kann eine Schauplatzausstellung die Entwicklung einer Wirtschaftsbranche in einem Wirtschaftsraum wie Sachsen auf einer Ausstellungsfläche von 600 Quadratmetern widerspiegeln? Ist die Reduktion – das exemplarische Ausstellen einzelner Leitikonon ausgewählter Stellvertreter der richtige museale Ansatz hierfür? Drei Inspirationen bilden den wissenschaftlichen Überbau der Ausstellung, zu spüren ist dies durch den imaginären roten Faden.

### **Philosophie der Maschinen**

Die Schauplatzausstellung MaschinenBoom möchte den Besuchern im 21. Jahrhundert eine Möglichkeit der Orientierung und Selbstreflexion bieten. Hierzu geht die Ausstellungskonzeption von der These aus: Maschinen (ver)wandeln unsere Welt.

<sup>7</sup> Eric Chaline: 50 Maschinen, die unsere Welt veränderten. Bern, 2018, S.6

<sup>8</sup> Werner Hamacher (1948-2017), Literaturwissenschaftler und -theoretiker



Im Kern ist dies eine philosophische Frage, daher ist die erste der drei Ausstellungsinpirationen die Philosophie der Maschine. „Wenn wir uns philosophische Fragen stellen, gehen unsere Gedanken auf Wanderschaft, man sieht Altbekanntes mit einem schärferen Blick.“<sup>9</sup>

Viele Menschen stellen sich im Laufe ihres Lebens einige philosophische Fragen: Was ist ein gutes Leben? Hat mein Leben einen Sinn? Was ist Schönheit? Es bedarf keines Philosophiestudiums, um diese Fragen zu beantworten, aber Beschäftigung mit und Philosophieren über diese Fragen können uns vielfältige Anregungen geben. Aber wie kann die Philosophie den Besuchern helfen, den Alltag und die Rolle der Maschinen im Allgemeinen und die Beziehung zwischen Mensch und Maschine im Speziellen im 21. Jahrhundert zu verstehen?

Zur Beantwortung dieser Fragen benötigen wir eine Entschleunigung der Realität und einen Raum für Gesprächskultur. Die Ausstellung Maschinen-Boom. möchte den Besuchern diesen Raum geben. „Die Philosophie ist die Möglichkeit, sich in der Welt zu orientieren. Wir leben in einer Welt der Desorientierung, der moralischen Fragen – zum Beispiel um die Sterbehilfe. Und die Philosophie schlägt eine Schneise, sie ist ein Angebot, etwas über sich selbst zu erfahren, im Sinne von ‚Erkenne dich selbst‘.“<sup>10</sup>

Doch was hat das mit dem Maschinenboom oder der Maschine zu tun? „Die Maschine ist die große Unbekannte des Denkens.“<sup>11</sup> Der Kulturtheoretiker und Technikphilosoph Martin Burckhardt geht in seinem Buch „Philosophie der Maschine“ der Frage nach: Was ist eine Maschine? „Die Maschine ist kein technisches Gadget mehr, sondern längst

*Ausstellungsgrundriss, whitebox GbR, Dresden*

<sup>9</sup> Philipp Hübl, *Philosoph und Autor*, 2014

<sup>10</sup> Dr. Svenja Flaßpöhler, *Philosophin und Autorin*, 2014

<sup>11</sup> Martin Burckhardt: *Philosophie der Maschine*. Berlin, 2018, Klappentext





zur geistigen Größe geworden. Sie ist das Unbewusste der Philosophie, der Gesellschaft überhaupt. Würde der Geist der Maschine freigesetzt, wäre endlich eine nun von allem metaphysischen Ballast befreite, radikal geistesgegenwärtige Philosophie denkbar.“<sup>12</sup>

### Eine Wunderkammer der Maschinen

Die zweite Inspiration sind die fürstlichen Kunst- und Wunderkammern der Renaissance und des Barock – die Studierstuben, in welchen die Herrscher, Fürsten und Gelehrten kostbare Kunstwerke (Artificialia), seltene Naturalien (Naturalia), wissenschaftliche Instrumente (Scientifica), Objekte aus fremden Welten (Exotica) und wunderbare Dinge (Mirabilia) sammelten. Die Objekte demonstrierten Macht und Reichtum der Besit-

zer, darüber hinaus Weltanschauung und Wissensstand dieser Zeit. Die fürstlichen Kunst- und Wunderkammern waren somit Studierstuben – hier wurde versucht, die Welt in einer Stube abzubilden und mittels dieser Sammlungen zu klassifizieren. „Waren sie anfänglich nur einem erlesenen Kreis zugänglich, wurden sie im Laufe der Zeit für ein immer breiteres Publikum geöffnet. So ist von der Kunstkammer in Dresden bekannt, daß [sic!] sie im Jahr 1648 fast 800 Besucher zählte – für die damalige Zeit eine beachtliche Menge. Nicht nur Adlige und Diplomaten kamen von nah und fern, um die Sammlung des sächsischen Kurfürsten zu sehen, sondern auch Künstler, Handelsleute, Studenten, Gelehrte, Handwerker und sogar Hochzeitsgesellschaften.“<sup>13</sup>

Dieser museumswissenschaftliche und ausstellungstechnische Ansatz wird auf die Welt der Maschinen übertragen und dient der Schauplatzausstellung MaschinenBoom. als Inspiration mit der Zielstellung, den Besuchern einen Vergleich zu ermöglichen.

### Keine Erkenntnis ohne Vergleich

Der Begriff des Vergleichs stellt die dritte Ausstellungsinspiration dar und ist einer der Grundbegriffe der neuzeitlichen Philosophie. Vergleichen setzt dabei zwei Prozesse voraus: den Prozess des Erkennens und den Prozess des Ergebnisses. Damit die Besucher eine Erkenntnis gewinnen können, benötigen sie eine Beziehung zwischen sich (dem erkennenden Subjekt) und dem was erkannt werden soll (dem erkannten Objekt). Die Erkennt-

*Entwurfszeichnung, whitebox GbR, Dresden*

<sup>12</sup> Martin Burckhardt: *Philosophie der Maschine*. Berlin, 2018, Klappentext

<sup>13</sup> *Lehrmaterial Wunderkammerschiff*, Herausgeber: me Collectors Room, Stiftung Olbricht, Berlin, 2015, S. 4



*Das Museum Wormianum des Ole Worm, 17. Jahrhundert*

nis kann sich ebenso auf einen Sachverhalt wie auf einen Prozess an sich beziehen.

Das Ausstellungskonzept der Schauplatzausstellung *MaschinenBoom*. geht hierbei von vier Aspekten des Vergleichs aus:

1. Unendlichkeit der verschiedenen Maschinen,
2. eine neue Technologie respektive Epoche verdrängt nicht schlagartig eine alte Technologie oder Epoche,
3. Gegenüberstellung von Arbeits- und Lebenswelt,
4. Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen.

Die Auswahl der präsentierten Exponate kann immer nur exemplarisch sein. Bedingt durch Reproduzierbarkeit existieren nahezu unendlich viele Maschinen. Wie kann man jedoch die Unendlichkeit ausstellen? Dieser Aspekt wird mit sich überlappenden Regalen aufgegriffen. Damit die Simulation der Unendlichkeit für die Besucher auch bildlich verständlich ist, werden in den Überlappungsbereichen ebenfalls Exponate eingebracht, welche nur teilweise oder kaum zu betrachten sind.

<sup>14</sup> Daniel Tyradellis: *Müde Museen. Hamburg, 2014, S. 134*

Basierend auf dem zweiten Aspekt des Vergleiches sind die Regale in Gruppen arrangiert. Hierbei ist der Ausstellungsgrundriss so entwickelt worden, dass die neue Phase immer vor der alten Phase beginnt. Gleichzeitig wird deutlich, dass Industriegeschichte lokal betrachtet werden sollte, da zur selben Zeit in verschiedenen (Kultur-)Räumen unterschiedliche Phasen existieren.

Die Ausstellung stellt die Arbeits- der Lebenswelt gegenüber. Zur Visualisierung dieses Aspektes sind die Regale der Wunderkammer durch große Leinwände unterbrochen. Episodenhafte Animationsfilme, die den Fokus auf die gesellschaftlichen und sozialen Entwicklungen legen, dienen als Ausblicke, als Fensterblicke, in die Veränderung der jeweiligen Zeit. Die Veränderung des Alltags wird als direkte Folge, auch der fortschreitenden Maschinerisierung, erlebbar. Auf diese Weise entstehen vielfältige Bezüge und Kontextualisierungen. Die Szenografie schafft Raum für Interpretation und überlässt es letztlich den Besuchern, die scheinbar unaufhaltsame Technologisierung vertrauensvoll oder kritisch zu betrachten.

Den vierten und letzten Aspekt des Vergleichs stellt die Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen

dar. Doch wie kann man dies in einer Ausstellung aufgreifen ohne dass die Besucher einen Text lesen müssen? Hierzu orientiert sich die Grundform der Schauplatzausstellung an einem Kreis. Die Besucher stellen hierbei den virtuellen Mittelpunkt dar – Zielstellung in der Grundrissentwicklung war die größtmögliche gleichzeitige Betrachtung aller Phasen von einem virtuellen Mittelpunkt aus. Ergänzend hierzu kommt die Transparenz als szenografisches Element. Die konsequente Verwendung von milchigen transluzenten Elementen trägt diesem Aspekt Rechnung.

## Leitfragen, Gliederung und kuratorische Prinzipien

Eine Ausstellung kuratieren bedeutet „Denken im Raum“ und stellt eine Möglichkeit der Interpretation eines Themas dar. „Es ist ein ständiges zwischen allen Möglichkeiten eines menschlichen Kopfes Denken und zwischen allen Möglichkeiten eines menschlichen Hirns Empfinden und zwischen allen Möglichkeiten eines menschlichen Charakters Hinundhergezogenwerden.“<sup>14</sup>

## Leitfragen der Ausstellung

Maschinen veränderten im Laufe der letzten Jahrhunderte, ja Jahrtausende, unsere Gesellschaft. Sie erleichterten uns nicht nur Prozesse, nahmen uns gefährliche Arbeiten ab – vielmehr hielten Maschinen Einzug in unser Privatleben. Sie wurden Stück für Stück, immer mehr, zu täglichen und unverzichtbaren Begleitern der Menschen. Mensch und Maschine verschmolzen so zu einer Symbiose. Ausdruck dieser Symbiose sind die vielen Namen, welche wir unseren Maschinen, unseren kleinen Helfern, gaben und geben. „Die Beziehung zwischen Mensch und Maschine

*Planungsansicht der Ausstellungsregale, whitebox GbR, Dresden*



war schon immer komplex und oft gegensätzlich. Jede neue Technologie hatte unvorhergesehene Auswirkungen auf Gesellschaft, Politik und Umwelt und veränderte – manchmal innerhalb von Jahren – Lebensweisen, die Jahrhunderte überdauert hatten. Die Menschen glauben gerne, die Maschinen seien ihre Diener<sup>15</sup>.

Der Maschinenbau als eine der Kernbranchen der sächsischen Wirtschaft ist ohne Zweifel sowohl historisch als auch und aktuell einer der wichtigsten Wirtschaftszweige. Sachsen ist die Wiege des deutschen Werkzeugmaschinenbaus. „Hammer, Feile und Meißel machten alles, erfüllten ihre Aufgabe.“<sup>16</sup> Jedoch begrenzten diese Werkzeuge unsere fertigungstechnischen Möglichkeiten respektive unsere Genauigkeit. Der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrikant Johann Zimmermann erkannte dies und begründete mit seiner Firma eine der wichtigsten Branchen in Deutschland „Vom manuellen zum maschinellen Werkzeug, aus der menschlichen in die eiserne Hand – ein quasi evolutionärer Sprung. ... Der Aufstieg der neuen Maschinengattung ist nicht aufzuhalten.“<sup>17</sup> Dass dieses Thema in der Chemnitzer Region verortet wird, ist unschwer nachzuvollziehen, denn das Industriemuseum Chemnitz besitzt einen der größten und bedeutendsten Objektbestände an Werkzeugmaschinen in Deutschland.

Wie kann jedoch eine Branche wie der Maschinenbau adäquat museal präsentiert werden? Um sich den anfangs gestellten Fragen „Was ist eine Maschine und welche Rolle spielen Maschinen in unserem Leben?“ zu nähern, wird die Perspektive auf den Begriff der Maschine erweitert. Diesem Narrativ folgend, verknüpft die Ausstellungsgestaltung die Entwicklung der Maschine direkt mit der Veränderung des Alltags.

### Die Gliederung – die Fünfteilung der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

In den weiteren Überlegungen zum Ausstellungskonzept kristallisierte sich der Schwerpunkt der Gegenwart für die Schauplatzausstellung heraus. Doch welcher Ansatz, welche Gliederung bietet sich mit einem Schwerpunkt zum Heute an?

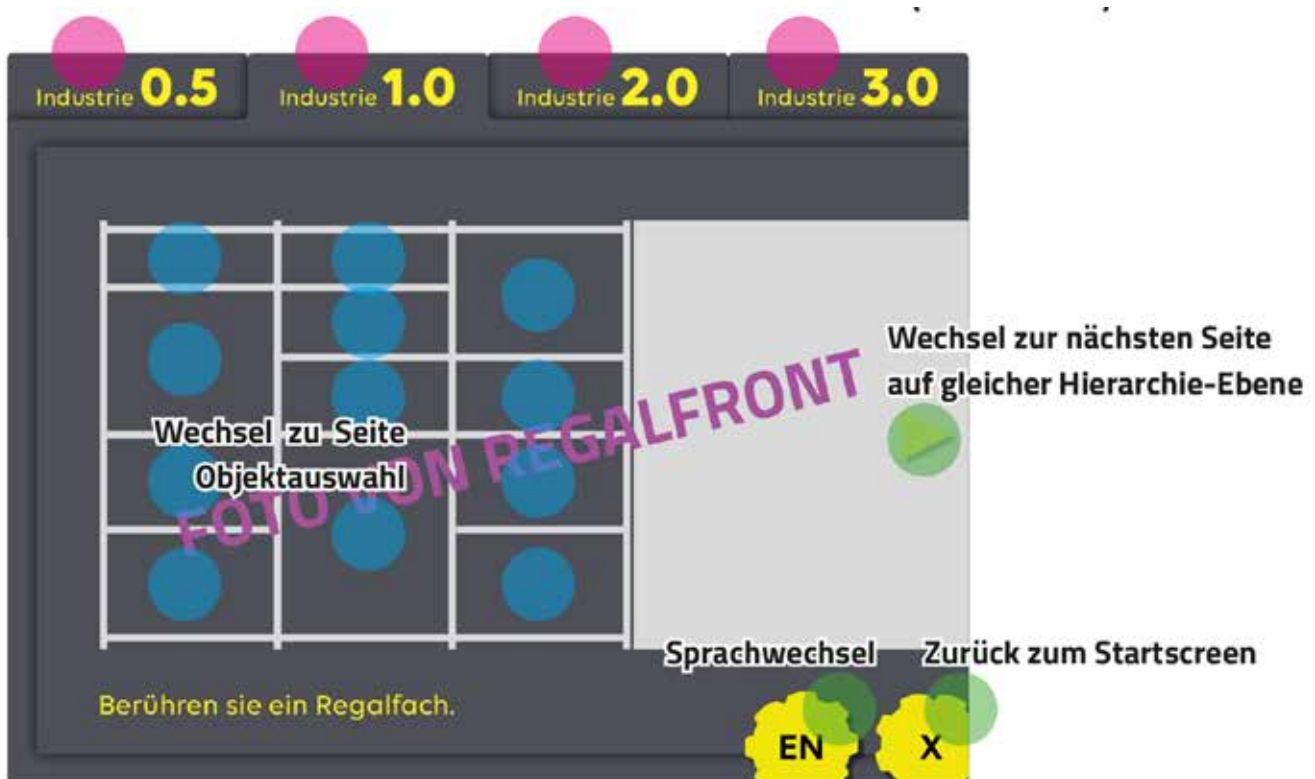
Der zeitliche Rahmen der Schauplatzausstellung ergibt sich aus der ersten Leitfrage der Ausstellung kombiniert mit der philosophischen Betrachtung. Dies bedeutet für die Schauplatzausstellung MaschinenBoom. einen Bereich von der Steinzeit bis in das Jahr 2020.

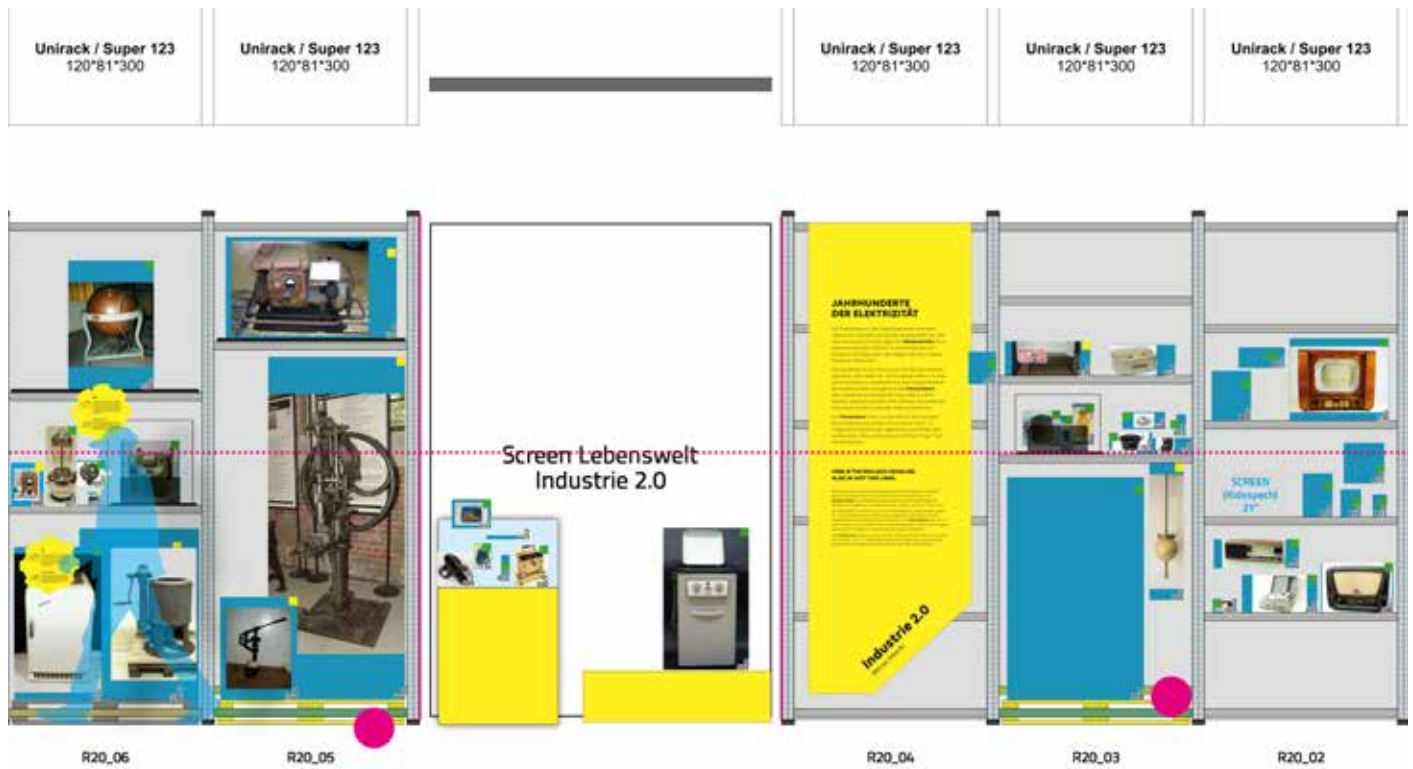
Derzeit befinden wir uns als Gesellschaft im Informationszeitalter. Einige Experten und Autoren adaptieren hierauf den Begriff der Industriellen Revolution und bezeichnen diese neue Phase als

<sup>15</sup> Eric Chaline: 50 Maschinen die unsere Welt veränderten. Bern, 2018, S. 6

<sup>16</sup> ebd.; S. 12

<sup>17</sup> Achim Dresler: Die Mutter aller Maschinen. In: Transmission 20(2020)45, S. 16 f.





Digitale Revolution. Hierzu bietet sich der Begriff der Industrie 4.0 an, welcher in den letzten Jahren enorme mediale Aufmerksamkeit erhielt – einige Autoren sprechen sogar von einer „Karriere“. „Der Begriff Industrie 4.0 wurde auf der Hannover Messe 2011 geprägt und als neues Paradigma industrieller Produktion propagiert. [...] Um eine völlig neue Dimension und Bedeutung dieser in die Zukunft projizierten Entwicklung anzuzeigen, hatten sie die im digitalen Zeitalter üblich gewordene Symbolik des x.0 verwendet.“<sup>18</sup> Die bekannte Darstellung hierzu zeigt ein relativ simples Stufenmodell mit klaren Schnitten und Übergängen, welches nicht mehr der aktuellen historischen Forschung entspricht. Bedingungen für die Orientierung der Besucher sind Einfachheit und Klarheit.

Basierend auf diesen Überlegungen entschied das Team des Industriemuseums die Vierteilung der Vergangenheit als Gliederung für die Ausstellung zu verwenden. Doch würde der oben skizzierte marketingtechnische Ansatz der Gliederung der Vergangenheit den Ansprüchen und Bedürfnissen genügen? Nein – die zeitliche Klammer der 4. Sächsischen Landesausstellung geht über die klassische Definition von Industrialisierung hinaus: „500 Jahre Industriekultur in Sachsen“. Um dieser Thematik sowie der Frage nach der antiken Technikgeschichte Rechnung zu tragen, wurde eine fünfte Kategorie gebildet: Industrie 0.5. In diesen Zeitabschnitt wird alles vor dem Jahr 1784 subsumiert.

## Studierstube der Maschinen

Welche Rolle spielen Maschinen in unserem Leben? Welche Maschine ist noch nicht erfunden? Wie würde eine Welt ohne Maschinen, ohne unsere kleinen Helfer des Alltags, aussehen?

Wird jede Arbeit in naher Zukunft digitalisiert? Welche Chancen und Risiken birgt dieser Transformationsprozess? Können zukünftige Maschinen unsere heutigen Probleme lösen?

In einem Punkt sind sich viele Experten einig: Es wird eine „revolutionsartige“ Veränderung geben. Der Philosoph Richard David Precht meinte 2017 dazu: „Wir dekorieren auf der Titanic die Liegestühle um.“ Precht fordert zurecht eine breite gesellschaftliche Debatte darüber, wie wir die Lebens- und Arbeitswelt der Zukunft gestalten wollen.

Die Ausstellung MaschinenBoom. mit ihrem Symbol des schmiedenden Roboters, der „Reise“ durch die verschiedenen Zeiten der Maschinen und der Visualisierung der jeweiligen Arbeits- und Lebenswelten möchte einen Beitrag zu dieser wichtigen gesellschaftlichen Debatte leisten und den Besuchern einen Ort der Diskussion und somit ein Forum für Fragen der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft bieten. Denn eines ist sicher: Wie sich die Zukunft für uns gestaltet, hängt von uns allen ab.

<sup>18</sup> HeBler, Martina; Thorade, Nora: Die Vierteilung der Vergangenheit : eine Kritik des Begriffs Industrie 4.0 : Essay. In: Technikgeschichte. – Baden-Baden ; München; Berlin. – 86(2019)2, S. 153-170

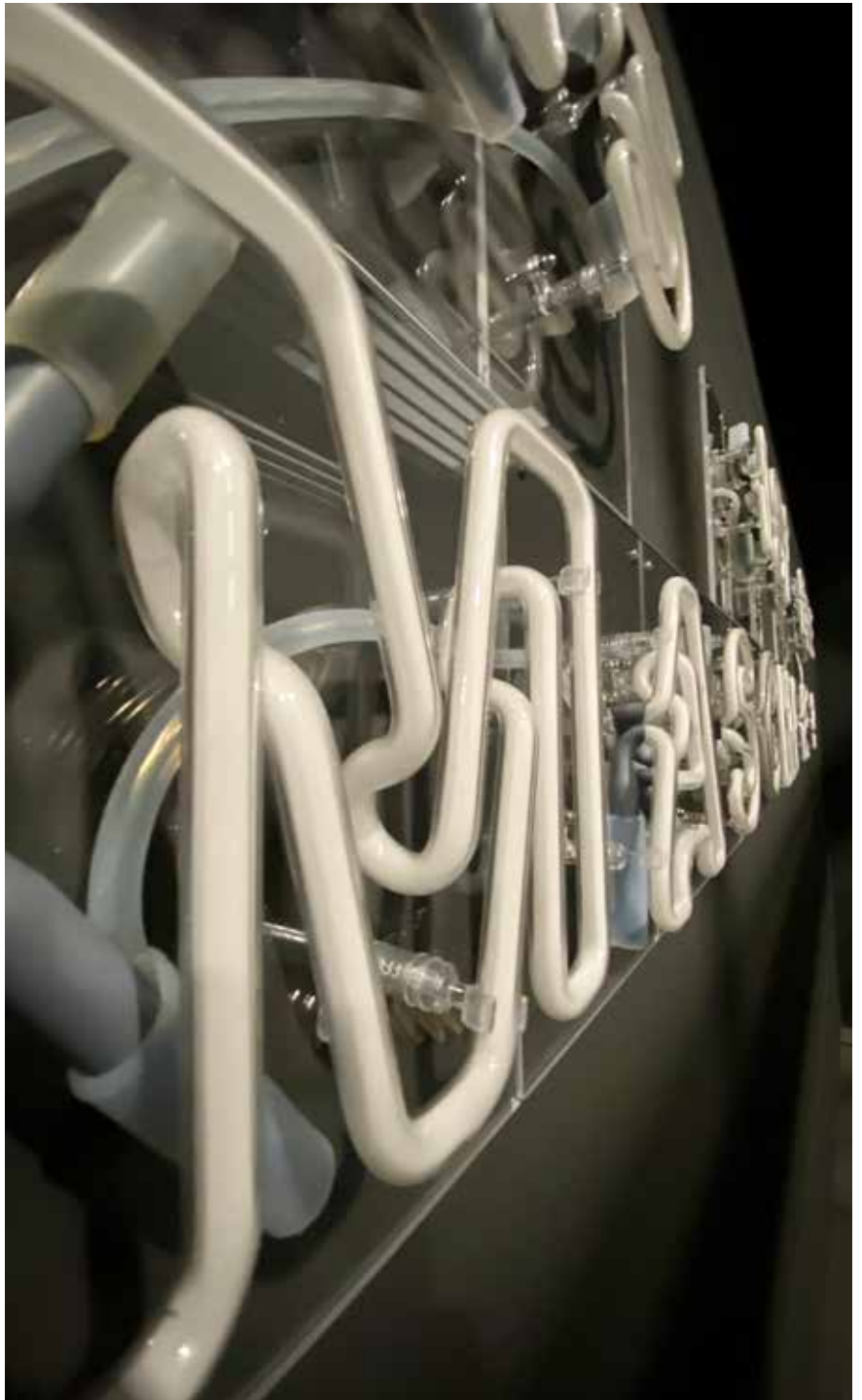
## Veranstaltungskalender

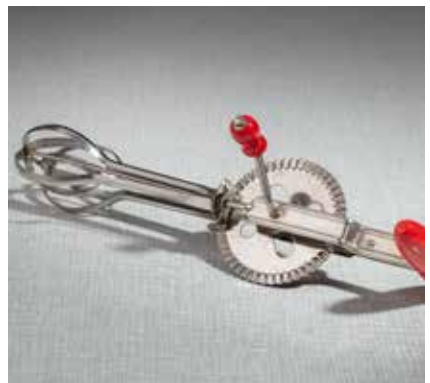






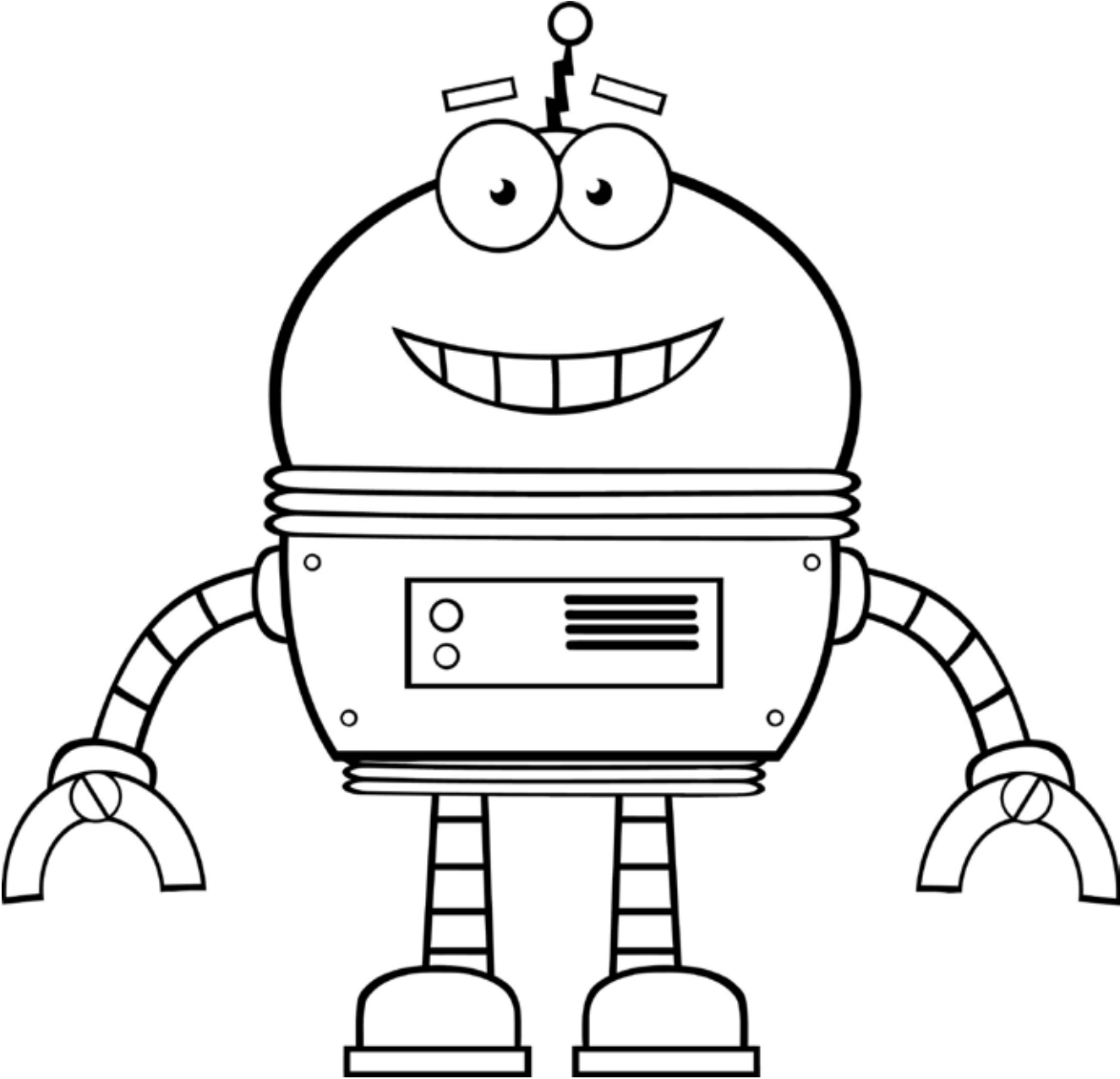








Ausmalbild



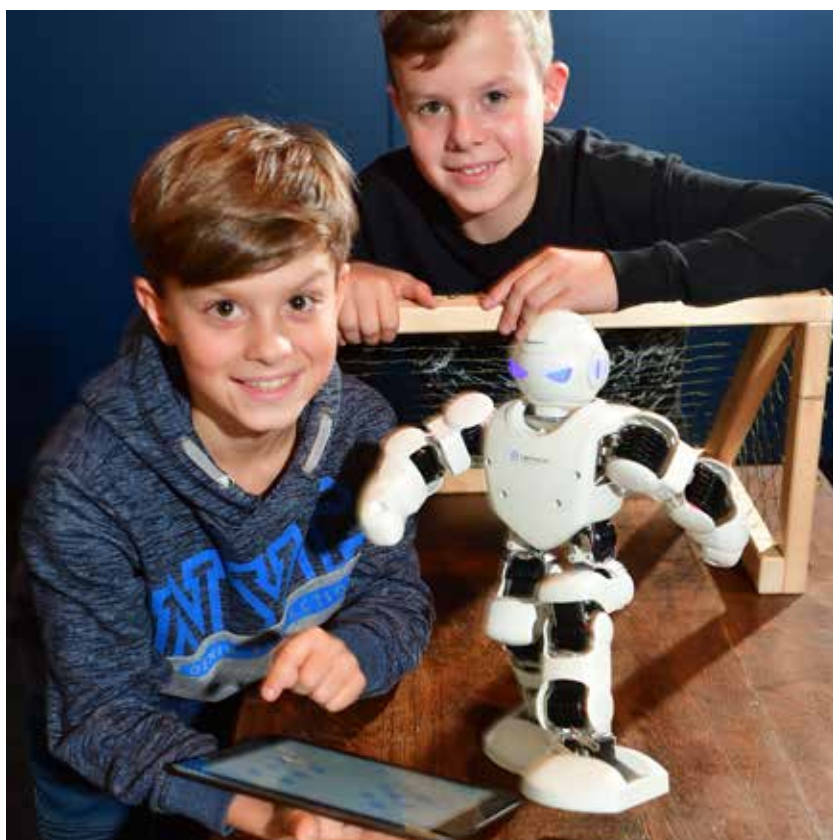




# Hier boomt's

Neue Angebote für Kids und Teens

Helen Uhlig



Nischen und Sitzmöglichkeiten erlauben den temporären Rückzug, Durchblicke zu folgenden Themen der Präsentation geben eine Vorschau und locken weiter ins Zentrum der Ausstellung. Die Objektpräsentation folgt einer klaren narrativen Struktur. Wesentliche Aussagen werden an den einzelnen Stationen in Text, Bild und Film kommuniziert.

Für die Museumsmitarbeiter bieten sich damit bestmögliche Bedingungen, um Kommunikationsbarrieren zu beseitigen. Bei der Konzeption der neuen Vermittlungsangebote zu Maschinen-Boom. wurde besonderer Wert daraufgelegt, den Gästen innerhalb der Führungen und Projekttagge eine Gelegenheit für Fragen, Reflexionen und Diskussionen zu geben. Aufgabe der Museumsmitarbeiter ist es, den gewünschten Dialog anzustoßen. Dabei werden die vom Kurator formulierten Leitfragen gestellt:

- Was ist eine Maschine?
- Welche Rolle spielen Maschinen in unserem Leben?

Mit der Schauplatzausstellung MaschinenBoom. erhält das Industriemuseum einen Ort, der für eine lebendige Vermittlungsarbeit viele Möglichkeiten bietet.

Allein die Anlage des Raumes regt Besucherinnen und Besucher zur Interaktion an – darin sei an dieser Stelle jede Form der Äußerung, verbal oder auch physisch, in Bezug auf die Exponate und den Standort selbst begriffen. Der in der Ausstellung definierte Weg von dunklen und engen zu zunehmend hellen und offenen Räumen sorgt für ein abwechslungsreiches Ausstellungserlebnis:

Darauf gibt es wohl verschiedene, sehr persönliche Antworten. Damit wird die Diskussion auf eine emotionale Ebene gebracht, um möglichst viele Besucher zu erreichen.

Für Schulklassen wird es neben einer Kinderführung, einer allgemeinen Führung und einer thematisch ausgerichteten Schülerführung auch drei Projekttagge geben:

Im Projekttag „Unter Spannung“ stellen wir uns ein Kinderzimmer ohne Stromanschluss vor – undenkbar, was alles nicht mehr funktionieren





würde! Auf dem Ausstellungsrundgang versetzen wir uns zurück in die Zeit, als die elektrische Energie noch nicht in allen Bereichen des Lebens genutzt wurde. Wann und wie sich das in der Entwicklung von der Industrie 0.5 bis 4.0 änderte, erfahren wir auf unserem Ausstellungsrundgang. Im Workshop stellen wir in Gruppenarbeit mit einfachen Mitteln Stromkreise her, basteln und programmieren elektronische Spiele: „Der heiße Draht“, „Triff den Korb“ und das sogenannte „Schrott-Klavier“. Dabei nutzen wir MaKey MaKey, eine kleine Platine, die sich gegenüber einem Computer als Tastatur oder Maus ausgibt. Schließt man an sie leitfähige Objekte an, so lassen diese sich in „Tasten“ verwandeln. Welche Töne der Computer bei Berührung einer der Tasten ausgeben soll, legen wir mit Scratch, einer speziell für Kinder entwickelten Programmiersprache fest. Inspiriert von der Vielzahl der Möglichkeiten beginnen wir bald selbst zu tüfteln. Dieses Angebot richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Klassen 3 bis 6. Wir sprechen dabei besonders diejenigen an, die ihr Kinderzimmer gern als Erfinderwerkstatt nutzen.

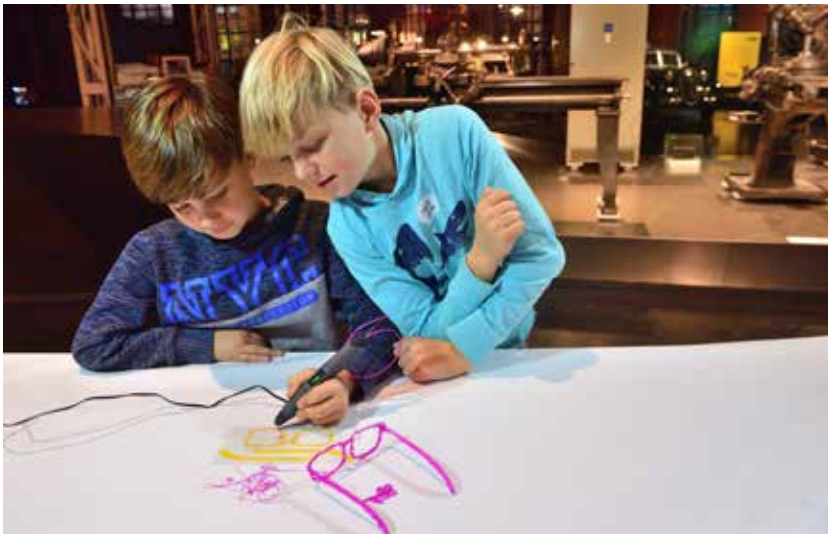
Bei allen Projekttagen zur Schauplatzausstellung beziehen wir die Kreativität und Innovationskraft der Teilnehmenden ein und lassen ihnen Freiräume, um in Gruppenarbeit zu eigenen Ergebnissen zu kommen. Die Werkzeuge und Materialien sind auf die jeweiligen Aufgaben abgestimmt, doch werden Experimente keinesfalls untersagt, um Umgestaltungen und vor allem Optimierungen möglich zu machen. Denn eben dieser Erfindergeist, der den Maschinenboom vorantrieb, soll thematisiert und angeregt werden.

Beim Projekttag „Von analog zu digital – Sprechende Plakate designen“ erleben Schüler eine Zeitreise von der Industrie 0.5 bis 4.0. Sie lernen Produkte kennen, deren Entwicklung Sachsen und die Welt staunen ließen. Wir schauen uns die dazugehörigen Plakate an und fragen uns, wie wir sie unter Einsatz neuer Technologien zum Leben erwecken können. Ziel des Projekttages ist, dafür Ideen und Entwürfe zu entwickeln. Dabei nutzen wir Augmented Reality (AR) und erfahren schnell, wie mit Fantasie und Fleiß aus alten Geschichten spannende historische Stoffe werden! Mit diesem Angebot sprechen wir Schüler der Klassen 6 bis 10 an. Ziel ist eine Kooperation mit Chemnitzer Schulen mit der Möglichkeit, über einen Zeitraum von mehreren Monaten eine Präsentation zu diesem Thema zu erstellen. Es könnte sich zum Beispiel um eine Ausstellung mit Schülerarbeiten handeln, die die Schüler im Rahmen einer Vernissage und in öffentlichen Führungen selbst vorstellen. Auch die Auszeichnung oder eine Prämierung dieser Lernleistungen wäre denkbar.

Außerdem bieten wir für Schüler der 8. bis 12. Klassen den Projekttag „Drucken in 3D – Making Projekt“ an. Dieser beginnt mit der Führung „Maschinen – Fluch oder Segen?“. Gemeinsam betrachten wir unterschiedliche Aspekte im Verhältnis von Mensch und Maschine, z. B. anhand des Handprinters einen 3D-Druck im Bereich der Industrie 4.0. Im Rahmen des sich anschließenden Workshops bereiten die Jugendlichen auf der Grundlage der Führung eine Pro- und Contra-Debatte zum Thema „3D-Drucker – Fluch oder Segen?“ vor. Dies dient zugleich als Zusammenfassung der vermittelten Informationen für die

MaKey MaKey: Erfinder-Kit bzw. Bausatz, mit dem fast jeder Gegenstand in ein Eingabegerät für einen Rechner verwandelt werden kann





Teilnehmenden und als Feedback für den Guide. Im dritten und letzten Teil versetzen sich die Schülerinnen und Schüler in die Rolle von Konstrukteuren, die ein möglichst nützliches dreidimensionales Objekt ihrer Wahl auf dem Papier planen und selbst herstellen. Dazu erhalten sie 3D-Druck-Stifte, Filament, Zeichengeräte und Papier sowie – wenn nötig – Vorlagen im Miniaturformat zur Anregung. Gearbeitet wird in kleinen Gruppen. Einen Preis gewinnt die Gruppe, die mit ihrem Ergebnis die Teilnehmenden überzeugt.

Mit der Wiedereröffnung etablieren wir ein mobiles Format für Kinder und Jugendliche aller Klassenstufen. Unser Ziel ist es, dass Kindertagesstätten und Schulen das Industriemuseum vermehrt als Partner für Exkursionen wahrnehmen. Um die jeweiligen Altersklassen für einen Besuch der Schauplatzausstellung MaschinenBoom. zu begeistern, wurden drei Angebote entwickelt.

Für die Vor- und Grundschule begeben wir uns mit „Roboter Findus auf Reisen“. Dieser erzählt den Kindern die Geschichte der Industrie 0.5 bis 4.0. Dabei lernen die Teilnehmenden die Sprache des Roboters zu verstehen. Dass es sich bei dem kleinen freundlichen Findus um eine Maschine handelt, die den Befehlen der Menschen folgt und nicht selbst lebt, denkt oder fühlt, wird in der kindgerechten Diskussion zum Mensch-Maschine-Verhältnis den Kindern nahe gebracht.



In den Programmen für Oberschule, Förderschule und Gymnasium nehmen wir diese Themen ebenfalls auf. Unter der Überschrift „Maschinen-Boom.: Vom Faustkeil zum 3D-Drucker“ fokussieren wir uns mit Schülern der Klassen 5 bis 7 zunächst auf die Entwicklung der Maschinen in vergangener Zeit und fragen nach Vorstellungen von der künftigen Welt. Während wir uns zu Beginn der Veranstaltung fragen, ob der Faustkeil eine Maschine war, betrachten wir im zweiten Teil explizit den 3D-Drucker. Dabei interessieren uns neben der Funktionsweise auch Chancen und Risiken dieser Erfindung für die Gesellschaft.

Für Schüler ab Klasse 8 bieten wir das Programm „Maschinen – Fluch oder Segen?“ an. In einem

interaktiven Vortrag wecken wir Lust, die gleichnamige Schülerführung durch die Schauplatzausstellung wahrzunehmen. In der Vorstellung der fünf Ausstellungsbereiche finden wir Schnittstellen zu aktuellen Themen aus Umwelt, Bildung, Politik und Gesellschaft und regen so die Teilnehmer zur Diskussion der im Titel gestellten Frage an.

Durch Objekte aus unserem Museumskoffer geben wir allen drei Programmen eine haptische Komponente und unterstreichen die Authentizität des Industriemuseums.

Dieses Projekt ist durchaus ausbaufähig – wir sind gespannt, ob unser Wirkungsbereich vielleicht bald expandiert!



# Im Wandel digitaler Fertigung und 3D-Großformatdruck

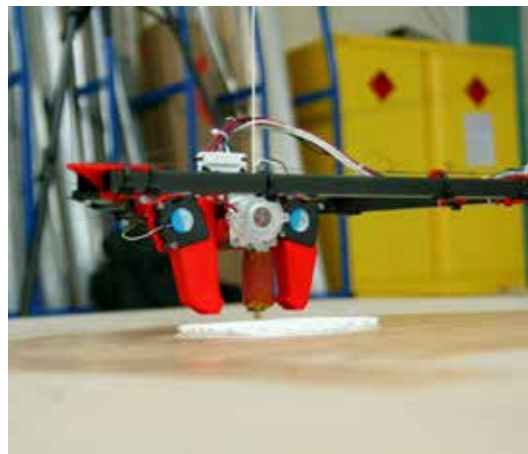
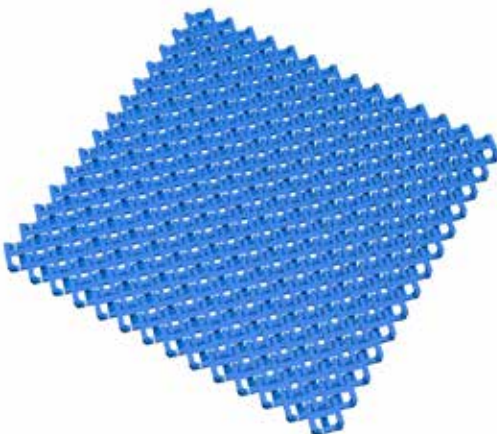
Mario Voigt

Additive Fertigung – recht oft auch hinter dem Schlagwort „3D-Druck“ verborgen – beschreibt grundsätzlich den technischen Gegensatz zu subtraktiven Verfahren. Subtraktive Fertigungsverfahren bergen einfachste wie komplexeste Schemata zur Herstellung von Objekten durch aus heutiger Sicht altbewährte, spanbildende Prozesse wie Bohren, Drehen oder Fräsen, welche seit Jahrhunderten praktiziert werden. Erodieren, Wasserstrahl- oder Laserschneiden zählen ebenfalls zu den Subtraktiven und sind noch relativ jung in ihrer Verfügbarkeit. Generell wird dabei jeweils aus einem soliden Halbzeug (Blöcke, Platten, Stangen, ...) Material abgetragen, um die Zielgestalt zu erzeugen.

Entgegen der genannten etablierten Verfahren stehen unter anderem aufbauende oder generierende „3D-Druck“ Verfahren, die Ziel- und Behelfsmaterialspeicher mit unterschiedlichen Werkzeugen kombinieren. Jene erlauben das Erzeugen volumetrischer Körper „aus dem Nichts“. Aus Rohstoffen wie Pulvern oder Fasern lassen sich Flüssigkeiten (u. a. Harze, Lipide) oder

Schmelzen (z. B. Thermoplaste, Glas) Schicht für Schicht Bauteile bzw. Baugruppen herstellen. Die Werkzeuge sind in der Regel mechanisch (z. B. Extruder) oder optisch (z. B. Laser oder Photodioden) umgesetzt und manifestieren die Ausgangswerkstoffe durch gezielten Energieeintrag (kontrollierte Schmelz- und Abkühlprozesse).

Der wesentliche Unterschied zwischen solchen 3D-Druckverfahren und den materialabtragenden Verfahren besteht in der Ausführung bzw. Beschaffenheit der Ausgangswerkstoffe und den realisierbaren Geometrien. Durch Einsatz verschiedener Werkstoffe (Art, Farbe, ...), Additive oder auch Bindemittel bzw. Kleber (je nach 3D-Druckverfahren) existiert eine unvorstellbare Vielfalt in der Ausgestaltung. Ein wesentlicher Vorteil ist das Generieren von integralen Baugruppen, s. Hex Chain, Hohlräumen oder Hinterschnitten, die durch die subtraktiven Verfahren auf Grund der Unerreichbarkeit durch Werkzeuge nicht erzeugt werden können.



*Hex Chain (links),  
Hangprinter Mover (rechts)*



*Vier Meter hoher Turm von Babel, mit einem Hangprinter hergestellt*

Weiterhin können mechanische Eigenschaften wie der „Faserverlauf“, der Masseschwerpunkt, die mechanische Flexibilität, Elastizität bzw. Duktilität oder das Formgedächtnis grundsätzlich feiner bzw. zonaler eingestellt werden. Fluoreszierend, transluzent, elektrisch leitend, magnetisch – diese und weitere Eigenschaften können durch additive Verfahren verhältnismäßig einfach gezielt sowohl bauteilübergreifend, als auch partiell implementiert werden. Auch in Kombination mit anderen Fertigungsverfahren können komplexe Prozessketten aufgebaut werden. Beispielsweise sind dadurch Bauteile mit integrierten elektronischen Schaltungen realisierbar. Additiv gefertigte Dinge überspannen Größenbereiche vom Mikrometer bis zu metergroßen Objekten. Das alles verändert heute Herangehen und Denkweise über die Entwicklung und Herstellung von Konsumgütern und Industrieprodukten.

Durch die geschichtlich verhältnismäßig junge, jedoch rasant fortschreitende Digitalisierung nimmt die Möglichkeit der Umsetzung neuer maschineller Verfahren mit virtueller Stützung weiter im Wachstum zu, denn bei vielen Prozessen sind extreme Bedingungen zu überwinden – diese wären ohne digitale Assistenz und Simulationen nicht umsetzbar. In modernen technischen Systemen sind Genauigkeit, Geschwindigkeit und Materialeinsatz relevanter als jemals zuvor, weil nur so Instabilitäten bekämpft und essentielle Parameter in notwendigen Toleranzbereichen eingehalten werden können. Die CNC-Fertigung (rechnergestützte numerische Steuerung) ist aus diesen Gründen nicht wegzudenken und in einer digitalisierten Gesellschaft per se Standard. Der Boom in der Wissenschaft – untrennbar verbundene Disziplinen wie zum Beispiel Informationstechnik, Werkstofftechnik, Physik und Mathematik – und das massenhafte Teilen von Wissen durch das Internet erlauben rapide Entwicklungen technischer Neuerungen – hier sind insbesondere Open Source und Open Knowledge zu nennen – und treiben die Entwicklung stetig voran.

Das Internet der Dinge (IoT) verdeutlicht den wurzelfassenden Eingriff in den Alltag der Menschen, denn längst werden nicht nur Fertigerzeugnisse konsumiert. Vielmehr sind technische Fertigungsmöglichkeiten in der Gesellschaft angekommen. In privaten Haushalten sind nicht nur hochentwickelte Produkte zu finden, sondern

komplexe Fertigungsmaschinen, womit Anwender Produkte automatisiert herstellen können. 3D-Drucker sind perfekte Referenzbeispiele für den tiefgreifenden Wandel, der auch als „das zweite Maschinenzeitalter“ oder „the second machine age“ bezeichnet wird. Additiv gefertigte Maschinen verdeutlichen, wie technische Entwicklungen zur Neuerung oder Reparatur existenter Objekte oder Maschinen in das heimische Wohnzimmer wandern und damit selbst Privatpersonen regelmäßig als verdeckte wie potente Innovatoren fungieren.

Als Akteur am Schauplatz MaschinenBoom. erarbeiteten wir als Stadtfabrikanten e. V. einen 3D-Drucker nach der Fused Filament Fabrication (Schmelzschicht-Fabrikation) mit spezieller Delta-Kinematik. Im Gegensatz zu herkömmlichen 3D-Druckern (meist im Desktop-Format) verfügt dieser über vier beseilte Antriebe mit geschlossenem Regelkreislauf, welche an einer Kopfplatte montiert sind und einen horizontal gelagerten Effektor steuern. An diesem Effektor sind Coldend und Hotend (Extruder-Komponenten) angebracht, welche thermoplastisches Filament extrudieren und so durch Schmelzschichtung auf die am Fußboden statisch gelagerte Druckplattform auftragen. Die Kopfplatte wird an einer Raumdecke oder einem beliebigen Gestell installiert. Das Maschinenprinzip ist in der Open Source Community einschlägig benannt unter dem Begriff „Hangprinter“ und wurde von Torbjörn Ludvigsen (Schweden) unter der GPL Lizenz frei verfügbar veröffentlicht. Es erlaubt eine Installation in theoretisch nahezu beliebig großen Räumlichkeiten und entbindet das Werkzeug vom in der Regel vorhandenen untrennbaren, rigidem Maschinengestell.

Im Rahmen der Sächsischen Landesausstellung haben wir zwar ein spezielles, zusammenklappbares und mit dem PKW transportierbares Maschinengestell entwickelt, um auf Platzvorgaben einzugehen, jedoch kann ein Hangprinter unter maschinenfreundlichen Bedingungen nahezu in beliebigen Räumlichkeiten ohne Gestelle installiert werden. Es werden theoretisch lediglich eine Kopfplatte und Seilanker benötigt. Letztere können am Fußboden oder an Wänden montiert werden.

Die Vorteile des Hangprinters liegen in der flexiblen Montage in unterschiedlichen Raumge-

gebenheiten und dem zur Verfügung stehenden Bauraum, womit maßstabsgetreue Großmodelle gedruckt werden können. Dieser erlaubt das Herstellen besonders großer Strukturen (Meterbereich).



*3D-Drucker nach Fused Filament Fabrication mit spezieller Delta-Kinematik in der Ausstellung MaschinenBoom.*

Nachteile oder Komplexitäten ergeben sich in den Punkten der Kalibrierung, der Kollision der Antriebsseile mit dem bereits gedruckten Material, sowie den verhältnismäßig hohen Kosten (insbesondere bei Scheitern des Drucks). In seiner aktuellen Ausprägung verfügt er zudem über keine Heizplattform und schränkt damit die Auswahl der möglichen Kunststoffsorten für die Verarbeitung ein. Die Entwicklung einer effizienten wie portablen Heizung ist eine von vielen zu lösenden Problemen großformatiger 3D-Drucker im Allgemeinen. Hangprinter sind in der Community noch rar dokumentiert, weshalb es verschiedene Einstiegshürden zur Realisierung gab und vieles ausprobiert werden musste.

Unsere Motivation, einen Hangprinter zu bauen liegt unter anderem im aktiven Open Source Contributing (Dokumentation, Code, Dateien), dem Testen des besonderen Maschinenprinzips, dem Schaffen einer Möglichkeit zum Druck großer Teile, sowie dem Erlernen und Weitergeben von Praxiswissen, welches innerhalb des Projektes auf vielfältige Art und Weise angereichert werden konnte. Gern zitieren wir hier einen Teil der internationalen Fab Charta: „FabLabs sind ein globales Netz an lokalen Werkstätten – eröffnet, um Menschen zu Zusammenarbeit, Projekten und Innovationen anzuregen und dafür Zugang zu den Werkzeugen der digitalen und traditionellen Produktion zu schaffen.“

Der Eigenbau eines Hangprinters in seiner konkreten Ausführung erfordert eine großmaschige Verkettung unterschiedlichster virtueller und physischer Technologien, Werkzeuge und Maschinen. Als Projektwerkstatt FabLab Chemnitz haben wir in über vier Jahren gemeinnütziger Arbeit eine solide Werkstattausstattung aufbauen können und uns mit unterschiedlichsten lokalen Wissensträgern und Enthusiasten vernetzt (Community). Die Arbeitsschritte einer Produktentwicklung wie Planen, Kalkulieren, Entwickeln, Modellieren, Fertigen, Testen und Dokumentieren stießen bei der konkreten Ausführung auf verschiedenste Hürden. Beschriebe man das Projekt mit Schlagworten, dann wäre es eine Traube aus

Begriffen wie 3D-Druck, Abisolieren, Anreißen, Biegen, Bohren, Crimpen, Drehen, Entgraten, Feilen, Fetten, Fräsen, Heften, Kleben, Klemmen, Lackieren, Löten, Messen, Montieren, Ölen, Reiben, Sägen, Schleifen, Schneideplatten, Schneiden, Schrauben, Schweißen, Senken, Stecken. Beim Internet der Dinge gesellen sich Schlagworte wie Debuggen, Dokumentieren, Elektronik, Flashen, Kompilieren, Monitoren, Programmieren und Testen dazu.

Hinter den Kulissen der angefertigten Hardware, welche zu großen Teilen von unzähligen Enthusiasten entwickelte Open Hardware einsetzt, verbirgt sich eine Vielschicht aus Firmware und Software, welche durch mehrere Netzwerkkaskaden intelligent und komfortabel durch Fernzugriffe administriert werden kann und mit der entsprechenden Elektronik im Zusammenspiel harmonisiert; in Anbetracht der schweren Erreichbarkeit der Maschinenkomponenten in über 2,5 m Höhe angebracht und wünschenswert. Der Hangprinter verwendet einen modernen 32-Bit Controller mit Echtzeitbetriebssystem (RTOS) für die Aktoren und Sensoren der Maschine. Schrittmotoren mit geschlossenem Regelkreislauf dienen als Ergänzung zur Realisierung echter Servomotoren. Zwei 3D-Druck Server Applikationen erlauben die volle Kontrolle der Maschinenparametrierung (Firmware) und der Abfolge des Maschinencodes (GCode Job Verwaltung). Diese lassen sich über Reverse Proxy Web Server und VPN Tunnel auch per Fernzugriff durch unterschiedliche Clients verwalten, manuell oder automatisiert über APIs.

Ein externes Monitoring erlaubt das Loggen von Fehlern und Ereignissen und ermöglicht eine Überwachung und Alarmierung bei ungewöhnlichen Zuständen. Langzeitanalysen sind somit in Zukunft komfortabel realisierbar.

# Retrofit

## Alte Maschinen fit machen für Industrie 4.0

Martin Folz

Industrie 4.0 hält in mehr und mehr Unternehmen Einzug. Technologische Innovationen führen zu einer Vernetzung von Mensch, Maschine und Werkzeug. Eine Steigerung der Flexibilität, eine Optimierung von Produktionsabläufen und neue Marktchancen sind nur einige der Vorteile, die die vierte industrielle Revolution ermöglicht. Bei der Umsetzung ergeben sich im Detail insbesondere im Zusammenhang mit Schnittstellen an bestehenden Maschinen und Anlagen immer wieder Probleme auf Grund proprietärer Lösungen und den Eigentumsverhältnissen des Steuerungsquellcodes. Da die Maschinendaten ein grundlegender Baustein im Kontext Industrie 4.0 sind, ist eine Verfügbarkeit dieser Daten über alle Anlagen essentiell.

Zur Umsetzung von Industrie 4.0 muss jedoch nicht der komplette Maschinenpark ersetzt werden, dieser kann auch durch Retrofit (Modernisierung von Bestandsanlagen) Industrie 4.0-fähig gemacht werden. Der Begriff Retrofit leitet sich von den Wörtern retro für rückwärts und to fit für anpassen ab. Also durch die Auf-, bzw. Nachrüstung von vorhandenen Maschinen, können diese zukunftsfähig gemacht und in Systeme wie MES oder ERP eingebunden werden.

### Gründe für Retrofit

Während mechanische Bauteile wesentlich langlebiger sind, haben Software und Steuerungstechnik einen kürzeren Lebenszyklus. Deshalb kann im Vergleich zur Neuanschaffung der Retrofit einer bestehenden Anlage wesentlich kostengünstiger sein. Dies ist besonders für kleine und mittelständische Unternehmen (KMUs) ein

wesentlicher Motivationsfaktor, da dort die Mittel für Investitionen in Ausrüstung oft beschränkt sind. Zusätzlich bietet ein digitaler Retrofit die Option bei der Beschaffung vergessene oder nicht vorhandene Anforderungen an Schnittstellen umzusetzen. Bei einem selbst durchgeführten Retrofit lässt sich auch die Hoheit über Schnittstellenformate und Protokolle im eigenen Haus behalten, sodass ohne größere Kosten auch in Zukunft Anpassungen vorgenommen werden können.

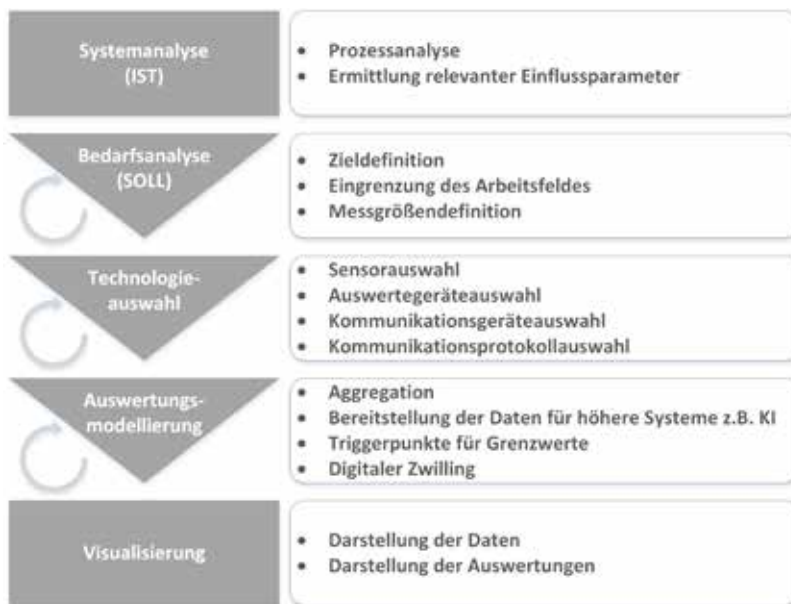
Neben den genannten gibt es eine Vielzahl weiterer Beweggründe, die ein digitales Retrofit zweckmäßig erscheinen lassen. Grundlegende aktuelle Prozessdaten aus dem Maschinenpark können helfen, verschiedene Aspekte eines Unternehmens besser zu verstehen und zu optimieren. Das Ableiten eines Betriebszustandes in die groben Gliederungsebenen AUS, AN und PRODUZIERT und dessen Speicherung ermöglicht die Erstellung einer realen Kapazitätsauslastungsübersicht. An vielen Anlagen kann die Differenzierung dieser drei Zustände ohne tiefere Eingriffe über eine Energieverbrauchsmessung an der Haupteinspeisung oder über induktive Strommesszangen erfolgen. Zusätzlich ergibt sich im Nebeneffekt ein Überblick über den Energieverbrauch der Anlagen, womit die Grundlage für ein Energiemanagement geschaffen wird.

Durch die Erweiterung der aufgenommenen Daten um die Zustände STÖRUNG und RÜSTEN lässt sich schon eine detaillierte Auswertung der effektiven Nutzung von Anlagen vornehmen. Dies kann zum Beispiel über die Auswertung in Kennzahlen(-systemen) wie der Gesamtanlageneffek-

MES: Manufacturing Execution System, Produktionssystem, Systemlösung zur effizienten Steuerung der Fertigung

ERP: Enterprise-Resource-Planning, Einsatzplanung der in einem Unternehmen vorhandenen Ressourcen, meist verwendet für die eingesetzte Software





### Vorgehensmodell Retrofit

tivität (Overall Equipment Effectiveness – OEE) erfolgen. So kann über eine Planung basierend auf Realdaten eine bessere Kapazitätsauslastung angestrebt werden. Für Investitionsentscheidungen besteht die Möglichkeit, Engpässe oder nicht effiziente Maschinen zu identifizieren. Auch in diesem Fall muss das Abgreifen eines Signals nicht teuer sein. Viele Steuerungen bieten die Option, bei Störung ein Signal auszugeben. Ist dies nicht möglich, können die Zustände nach dem Ausschlussprinzip ermittelt werden. Beide Optionen sind eine Untergruppe des Zustandes AN. Somit kann sich eine Anlage nur in diesem Zustand befinden, wenn sie nicht ausgeschaltet ist oder produziert. Da Rüsten bei den meisten Maschinen ein manueller Vorgang ist, kann der Beginn durch den Bediener angegeben werden. Dazu reicht im einfachsten Fall ein zusätzlicher Taster oder Wahlschalter. Ist auch dies nicht möglich, kann oft über eine zeitliche Differenzierung zumindest eine näherungsweise Ermittlung der Zustände erfolgen. Je nach Maschinentyp dauern entweder Störungen oder der Rüstvorgang deutlich länger. Durch die Wahl einer Maximaldauer als Umschaltzeitpunkt kann ebenfalls grob zwischen den beiden Zuständen unterschieden werden.

Eine weitere Option ist die Erfassung von Fehlergründen. Damit lässt sich über die Auswertung in einem Fehlerhistogramm die Prozessqualität und Verfügbarkeit von Anlagen steigern, da jederzeit die häufigsten Fehlerursachen ersichtlich sind. Die Ableitung weiterer Maßnahmen zur Optimierung fällt somit leichter. Die Schritte mit dem größ-

ten Einfluss können zuerst umgesetzt werden, und auch deren Potential ist besser abzuschätzen. Dies wiederum kann die Grundlage für eine Entscheidung und Argumentation für eine solche Optimierungsmaßnahme bilden. Es bietet sich an, Fehlergründe mit Hilfe von Softwareunterstützung aufzunehmen, da für eine effiziente automatische Auswertung gleiche Fehler auch gleich bezeichnet werden müssen. Über die Zeitpunkte, zu denen der Betriebszustand Störung eingetreten ist, kann ein Algorithmus aus den Daten zu bearbeitende Fehler ableiten. Dann kann durch den Maschinenbediener eine Zuordnung des Fehlertyps aus einer vordefinierten Liste erfolgen. Tritt ein neuer Fehler auf, dann muss es die Möglichkeit zum Anlegen weiterer Fehlertypen geben. An dieser Stelle besteht auch die Möglichkeit einer Vorauswahl wahrscheinlicher Fehlertypen auf Basis von maschinellem Lernen.

Ein weiterer Ansatzpunkt, der zur Steigerung der Produktqualität oder zur Identifikation von Fehlerbildern beitragen kann, ist die Korrelation von Fehlerzeitpunkten mit den entsprechenden Umgebungsdaten wie Temperatur, Lautstärke, Schwingungen, Luftfeuchtigkeit oder weiteren prozessnäheren Daten. Hier ist zum Finden einer Lösung allerdings in der Mehrzahl der Fälle eine detaillierte Betrachtung von Einflussparametern auf den jeweiligen Fertigungsprozess oder ein Big Data Ansatz notwendig. Beide Vorgehensweisen sind mit einem höheren Aufwand verbunden, somit ist die Frage nach der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit solcher Maßnahmen zu überprüfen.

Zusammenfassend lässt sich mit einem (digitalen) Retrofit die Nutzungsdauer bestehender Maschinen erhöhen, zusätzlich bietet sich ein breites Optimierungspotential auf Basis von real erfassten Prozessen in viele verschiedene Richtungen.

### Methodik

Ein alleiniges Sammeln von Daten reicht nicht aus, um aus einem Retrofitprojekt einen Mehrwert zu generieren. Dazu bedarf es eines Gesamtkonzeptes, welches auch die Auswertung der Daten vorsieht. Als mögliches Vorgehensmodell kann der Prozess, s. Vorgehensmodell Retrofit, zur Anwendung kommen.

Im Schritt Systemanalyse soll ein grundlegendes Verständnis für die zu betrachtende Anlage und den darin ablaufenden Prozess aufgebaut werden. Es erfolgt, falls möglich, die Identifikation von wesentlichen Einflussparametern auf den Prozess. Ist eine Identifikation nicht möglich, dann ist es erforderlich, ein Messkonzept auf Basis der angenommenen Einflussgrößen zu erarbeiten und zu validieren. Es kann eine Entscheidung getroffen werden, ob die Einflussgröße direkt gemessen wird oder ob eine indirekte Messung ausreicht, um Rückschlüsse auf die eigentliche Zielgröße zu ziehen. Besonders im Bereich Temperaturmessung lässt sich so ein komplizierter und teurer Messaufbau auf Kosten der Reaktionszeit in manchen Fällen vereinfachen.

Die Bedarfsanalyse definiert das zukünftige Sollkonzept. Aus den im vorherigen Schritt erarbeiteten Einflussgrößen wird zum einen der Betrachtungsraum abgegrenzt, zum anderen eine Liste zu messender Größen erarbeitet zusammen mit möglichen Schwankungsbreiten, dem ungefähren Ort der Aufnahme, dem sinnvollen Messintervall und möglichen Einschränkungen, wie zum Beispiel Bauraum oder Zugänglichkeit. Zusätzlich sollte die Entscheidung getroffen werden, welchen Charakter das Projekt hat. Handelt es sich eher um eine Erprobung, besteht die Möglichkeit der Nutzung von kostengünstiger Open Source Hardware. Für einen industriellen Dauereinsatz unter härteren Bedingungen oder aber eine Ge-

währleistung, kann sich die Anforderung nach Industriehardware ergeben.

Mit der erarbeiteten Liste lässt sich im Schritt Technologieauswahl eine Selektion und Dimensionierung der notwendigen Sensorik durchführen. Hier bietet sich die Möglichkeit, über die erneute Evaluation der Messintervalle und Umgebungsbedingungen einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten des Gesamtprojektes zu nehmen. Die generelle Anzahl der Messstellen wird für die Dimensionierung der Auswerteeinheit herangezogen. Dort muss sowohl die entsprechende Anzahl an analogen oder digitalen Eingängen als auch genügend Verarbeitungskapazität vorhanden sein. Ebenfalls sollte in diesem Schritt der Bedarf einer Datenweiterverarbeitung auf dem Auswertegerät geklärt werden. Zuletzt muss eine Schnittstelle für die Datenbereitstellung auf höherer Ebene definiert werden. Zunehmend bieten Auswertegeräte die Möglichkeit, gleichzeitig als Kommunikationsgerät zu agieren und Daten über Protokolle wie OPC UA – Open Platform Communication Unified Architecture, MQTT – Message Queuing Telemetry Transport und Schnittstellen wie REST – Representational State Transfer oder JSON – JavaScript Object Notation zu übermitteln. Auf diese Weise lässt sich ein zusätzliches dediziertes Gerät einsparen.

Nach der technischen Dimensionierung wird im Schritt Auswertungsmodellierung der Umgang



*Zu ermittelnde Größen an der Rundstrickmaschine: Raumklima, Spulengewicht, Fadenbruch, Rundenzähler sowie produzierte Menge*

mit den ermittelten Daten konzipiert. Dazu muss die Entscheidung getroffen werden, ob die Verarbeitung auf dem sammelnden Gerät erfolgen kann (z. B. Grenzwertbetrachtung und Benachrichtigung) oder ob zusätzliche Rechenkapazität notwendig ist (z. B. Big Data Analysen). Zusätzlich ist auch eine permanente oder semipermanente Speicherung der Daten zu überdenken. Je nach Ausgestaltung des Auswerteverfahrens können die Daten in Echtzeit verarbeitet oder müssen in Batches abgearbeitet werden. Ebenso kann es notwendig sein, Daten abweichend vom Messintervall der Sensoren bereitzustellen.

Im letzten Schritt, der Visualisierung, wird die Darstellung der ermittelten Daten oder der daraus gewonnenen Erkenntnisse geplant. Die Bereitstellung kann sowohl lokal, im Intranet oder auch im Internet erfolgen. Für die beiden letzteren Varianten kann die Lösung selbst gehostet oder an einen Cloud Anbieter vergeben werden. Zusätzlich ist der gestalterische Aspekt der Datenbereitstellung zu beachten. Verschiedene Daten erfordern je nach Verdichtungsgrad, Bereitstellungsintervall und Aktualisierungshäufigkeit eine andere Form der Visualisierung.

Das gesamte beschriebene Vorgehensmodell ist als iterativ anzusehen, jeder Schritt kann zu einer Überarbeitung der vorhergehenden Schritte führen, wenn sich im Zuge der Bearbeitung geänderte Anforderungen ergeben. In welchem Umfang und mit welchen Technologien Maschinen nachgerüstet werden können, hängt vom Anwendungsfall und vom Zustand der jeweiligen Anlagen ab.

## **Praktische Umsetzung anhand einer Rundstrickmaschine**

Für die Schauplatzausstellung MaschinenBoom wird eine alte Rundstrickmaschine mit moderner Technik nachgerüstet, um die Möglichkeiten des Retrofits aufzuzeigen. Zum einen soll die traditionelle Technik sichtbar und nachvollziehbar sein, zum anderen soll aufgezeigt werden, welche Vorteile und Unterstützungsmöglichkeiten die Digitalisierung im Produktionsumfeld bieten kann.

Im Umsetzungsprojekt mit dem Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Chemnitz soll eine Rundstrickmaschine vollautomatisch ohne Vorführer betrieben werden können. Dazu wird ein Start-

knopf an die Maschine angebracht, woraufhin diese ca. eine Minute laufen soll. Nach Ablauf der Zeit schaltet sich die Maschine selbstständig ab. Zusätzlich zur Steuerung der Maschine sollen Daten über die produzierte Menge, Spulengewicht, Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit, Rundenzahl bei den Nadeln und die Zeit, die für die Herstellung einer Socke benötigt wird, angezeigt werden. Diese Werte werden auf einem Dashboard an der Maschine visualisiert. Um eine autarke Vorführung der Maschine zu ermöglichen, muss diese zusätzlich überwacht werden. Dies betrifft insbesondere die sichere Abschaltung der Maschine bei Fadenbruch mit einer entsprechenden Meldung auf einem Dashboard.

Die Herausforderung in dem Projekt ist die Auswahl geeigneter Bereiche für einen Retrofit (z. B. Fadenbruchüberwachung, Ausbringung der Maschine etc.) als auch die Auswahl geeigneter Sensoren, Kommunikations- und Datenverarbeitungsgeräten. Zur Überwachung eines fehlerfreien Betriebs der Maschine während der Ausstellung sollen an der Maschine zusätzlich folgende Komponenten angebracht werden: Fadenbruchsensor (z. B. Lichtschranke), Aktor zur mechanischen Entkopplung des Antriebs (Servoantrieb mit Mechanik), 16-A-Leistungsschalter für den Motor. Die Auswahl der sinnvollen Retrofit-Komponenten wurde durch einen Arbeitskreis aus der Textilindustrie unterstützt, die Koordination des Projektes erfolgte über das Industriemuseum.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz gehört zu Mittelstand-Digital. Dieses Netzwerk wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unterstützt und ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote. Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationszentren und Netzwerken.

# Augenkontakt entscheidet

In Fabriken kommunizieren Mensch und Roboter heute ganz natürlich miteinander – auch dank künstlicher Intelligenz

Mohamad Bdiwi & Christian Schäfer-Hock

<sup>1</sup> <https://www.statistik.sachsen.de/html/659.htm>, download: 20.04.2020

<sup>2</sup> Feldkamp, Jörg: *Industrieland*. In: *Sächsische Mythen. Menschen – Orte – Ereignisse*, Leipzig 2011, S. 193–203

Wer heute durch Fabrikanlagen oder Produktionsstätten sächsischer Industrieunternehmen geht, wird sehr oft große und kleine Roboter sehen, die den Beschäftigten zur Hand gehen. Sie bewegen schwere Bauteile schnell und präzise, übernehmen monotone Aufgaben, ermöglichen ergonomische Arbeitsplätze und erledigen Nebentätigkeiten wie den Transport oder die Einstellung von Werkzeugen. Die hochspezialisierten Fähigkeiten der Beschäftigten und ihr „Fingerspitzengefühl“ werden dank der Unterstützung durch Roboter also immer besser für ihre Hauptaufgabe genutzt: die hochwertige Produktion.

Das ist wichtig für den Industriestandort Sachsen, denn über 3.000 Betriebe und fast 290.000 Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer leben von der hohen Qualität und den wettbewerbsfähigen

Preisen der hier hergestellten Maschinen, Fahrzeugteile oder Verbrauchsgüter.<sup>1</sup> In Sachsen prägt die Industrie das Selbstverständnis der Menschen und die Kultur des Landes sehr stark. Sachsen war und ist „Industrieland“, „Autoland“ und „Land der Ingenieure“<sup>2</sup>. Chemnitz und Zwickau nehmen dabei eine besonders wichtige Rolle ein. Aufgrund dieser großen Bedeutung der Industrie besteht Anlass genug, im Jubiläumsjahr „500 Jahre Industriekultur in Sachsen“ nicht nur in die sächsische Vergangenheit zu schauen, sondern auch über die Zukunft der Produktionstechnik mit Robotern nachzudenken, denn sie wird entscheidend dazu beitragen, Industriearbeitsplätze mit guten Löhnen langfristig zu erhalten.

*Gestensteuerung in der Produktion: Der Roboter erkennt das Bauteil, das die Mitarbeiterin hält, und folgt behutsam ihrer Hand bis zur Übergabe des Werkstücks.*





## Fünf Trends zum Einsatz von Robotern in der Produktion

Dabei zeichnen sich fünf Trends ab: Erstens sind Roboter in modernen Produktionsanlagen schon fast überall im Einsatz – auch in der Logistik um den eigentlichen Kern der Produktion herum. Eine weitere Zunahme dieser wird es also kaum geben. Aber sie dringen immer tiefer und umfassender in die Produktion vor und ihre Aufgaben werden zunehmend komplexer. Um das zu erreichen, und das ist der zweite Trend, müssen die Eigenschaften und Fähigkeiten der Roboter weiter verfeinert werden. Beispielsweise ist abzusehen, dass ihre Steifigkeit und ihre Präzision wachsen.

Der dritte Trend betrifft die Robotersteuerung. Durch intuitiv zu bedienende Steuerungselemente wird die Programmierung von Robotern für die Beschäftigten kein Hexenwerk mehr sein – vorausgesetzt es gibt gewisse grundlegende Qualifizierungsmaßnahmen oder spezielle Arbeitsanweisungen. Der Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) ist der vierte Trend. Mit KI werden die Fähigkeiten von Robotern noch einmal enorm gesteigert. Zusammen mit Forschenden weltweit erwarten wir in diesem Bereich große Sprünge, insbesondere bei prozessbezogenen Funktionen wie der Bauteil-Identifikation oder der Qualitätsüberwachung. Auch in Bezug auf die Produktionssicherheit birgt KI große Potenziale.

Am wichtigsten für die Beschäftigten in den Fabriken ist aber der fünfte Trend: Die Erweiterungen

der kognitiven Fähigkeiten von Robotern. Darunter verstehen wir all das, was ein Roboter zur Kooperation und Kommunikation mit Menschen benötigt. Er muss seine Umgebung klar erfassen können und wissen, wo ein Mensch sich befindet. Er muss die Bewegungen und Gesten eines Menschen korrekt erkennen und „verstehen“ können. Wenn ein Beschäftigter ihn mit seinen Augen ansieht und sich bewusst mit ihm befasst, muss er das von Situationen unterscheiden können, in denen Beschäftigte zwar vor oder in der Nähe eines Roboters stehen, den Kopf aber woanders hinwenden oder mittels Gesten mit menschlichen Kollegen kommunizieren. Nur wenn das gewährleistet ist, können Roboter zukünftig entlang der vorgestellten Trends weiterentwickelt werden, um wirklich komplexe, kollaborative Aufgaben in enger Interaktion mit Menschen auszuführen. Der Augenkontakt ist also entscheidend.

Die wissenschaftliche Arbeit am Fraunhofer IWU geht aber über die Erfassung der Hand-, Kopf- und Augenbewegungen von Beschäftigten hinaus. Wir forschen gegenwärtig intensiv daran, welchen Beitrag künstliche Intelligenz dazu leisten kann, den Umgang mit Robotern für Menschen noch sicherer zu machen – angefangen bei Arbeitsplätzen ohne Schutzzaun bis hin zu einem hohen Interaktionslevel und direktem physischen Kontakt. Mit selbstlernenden Algorithmen und einer guten Datenbasis für Plausibilitätsprüfungen können autonom agierende Roboter ihre „Entscheidungen“ so treffen, dass die Beschäftigten in der Fertigung Vertrauen in sie haben.

### Angst vor zu menschlichen Robotern?

Die dargelegten Trends könnten zu dem Eindruck führen, Roboter in der Produktion würden immer menschlicher. Vor allem in der Unternehmenskultur erfreuen sich dystopische Szenarien rund um intelligente Roboter großer Beliebtheit. Da stellt sich die Frage: Fürchten sich die Beschäftigten vor ihren Roboterkollegen? Wir haben in einer aufwändigen Versuchsreihe am Fraunhofer IWU in Chemnitz zusammen mit zehn Partnern aus der Industrie den produktionsrelevanten Aspekt dieser Frage überprüft. Unter realistischen Produktionsbedingungen haben wir nach physischen Anzeichen für Angst und Stress sowie nach typischen Verhaltensweisen gesucht, die auftreten könnten, wenn große Schwerlastroboter mit all ihrer mechanischen Kraft so nah an Beschäftigte

*Zum Schutz der Beschäftigten: Verschiedene Sicherheitsbereiche um den Roboter definieren, ob und wie Roboter und Mensch in der jeweiligen Zone zusammenarbeiten*



<sup>3</sup> Bdiwi, Mohamad/Winkler, Lena/Putz, Matthias: *Enhanced robot control based on mental states: Toward full-trust interaction between humans and industrial robots* In: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-519665.html>, 2018

heranfahren, dass Kollisionen oder sogar Unfälle drohen<sup>3</sup>. Bei fast 150 Probanden durften wir die Herzfrequenz, das Schwitzen, Veränderungen der Mimik sowie Vermeidungs- und Ausweichbewegungen messen. Dabei fanden wir überraschenderweise keine Angst im direkten Umgang mit großen Robotern. Die Menschen vertrauen den Robotern an ihrem Arbeitsplatz.

Wir haben in unseren Versuchen sogar übermäßiges Vertrauen beobachtet, sogenannten „overtrust“. Das Vertrauen geht dabei sogar so weit, dass die Beschäftigten ihren Roboterkollegen Namen geben, sie also vermenschlichen. Eine Ursache dafür ist zum Beispiel, dass Roboter aus Rücksicht auf die Beschäftigten so gebaut und programmiert werden, dass sie sich nur entlang vorhersehbarer Achsen bewegen. Beschäftigte sollen sich nicht erschrecken, wenn Roboter Bewegungen ausführen, die unnatürlich wirken. Darüber hinaus überwachen speziell standardisierte Sicherheitsfunktion und Sicherheitssteuerung alle Roboterbewegungen in Produktionsanlagen bei der Zusammenarbeit mit Menschen<sup>4</sup>. Die Kooperation zwischen Menschen und Robotern sollte unserer Meinung nach aber nicht zu blindem Vertrauen führen. Denn bei aller Überzeichnung treffen sich Unterhaltungskultur und Forschung bei der Analyse des Fortschritts an einem wichtigen Punkt: Roboter sind logisch, aber nicht vernünftig<sup>5</sup>.

### **Die nächste Stufe der Interaktion: Synchronisation von Mensch, Werkstück und mobilen Robotern**

Am Fraunhofer IWU haben wir mit unserer Forschungsarbeit die gesellschaftliche Aufgabe, der heimischen Industrie bei ihrer Weiterentwicklung zu helfen – vor allem im Bereich der Produktion selbst. Wenn es um den Einsatz von Robotern in Fertigungsanlagen geht, verfolgen wir dabei als nächsten Innovationsschritt die „Dreifach mobile Interaktion“. Mobil, das heißt im Raum unterwegs und nicht nur beweglich an einem Ort, sind dabei die Roboter in der Fabrik. Wir synchronisieren sie mit Menschen und Werkstücken und verfolgen das Ziel, mehr Flexibilität und eine höhere Effizienz zu erreichen. Das gelingt uns zum einen mit weiterentwickelten Online-Planungsalgorithmen für Roboterbahnen – die beispielsweise dafür sorgen können, dass ein Roboter einem Beschäftigten folgt wie ein Hund – und zum an-

deren mit einer Personen- und Gestenerkennung in Echtzeit. Dafür nutzen wir Sensoren, deren technisches Grundprinzip man von Spielkonsolen für den Heimgebrauch kennt. Sie erfassen Bewegungen der Spieler und verarbeiten sie sofort in Spielmanöver auf dem Bildschirm. Auch der Datenschutz spielt dabei eine große Rolle.

Parallel dazu zertifizieren wir als Spezialisten für Zuverlässigkeit und Sicherheit Schwerlastroboter in Industrieunternehmen für die enge Zusammenarbeit mit dem Menschen. Wie eine Kombination aus dynamischem 3D-Sicherheitssystem, smarten Sensoren, innovativen Bildverarbeitungsverfahren und autonomer Bahnplanung in einem Gesamtsystem zur Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) mit Gestensteuerung funktionieren kann, überprüfen wir gegenwärtig bei der Volkswagen Sachsen GmbH im Werk Zwickau. Das System erlaubt es, einen Karosserieunterboden intuitiv und individuell auszurichten, um Schweißarbeiten effizient und ergonomisch auszuführen. Prinzipiell verhält sich der Roboter dabei wie ein guter Kollege und reicht ein Werkstück, das sonst schwer erreichbar wäre, nach den Anweisungen der Beschäftigten so an, dass sie bei optimierter Produktivität körperlich nicht zu stark belastet werden. So sieht vielleicht die nähere Zukunft aus.

### **Menschen sind wichtiger als Roboter**

Zur gesellschaftlichen Aufgabe als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft gehört aber nicht nur die konkrete Forschungsarbeit zum Nutzen der Industrieunternehmen. Als Forscherinnen und Forscher fragen wir uns auch immer, welche Auswirkungen hat unser Handeln, hat der mühsam errungene technische Fortschritt auf die Gesellschaft insgesamt. Ein wichtiger Aspekt, der dabei regelmäßig eine große Rolle spielt, ist das Zusammenwirken von Automatisierung und Arbeitsplatzentwicklung. Schadet es nicht den Menschen im Land, wenn in den Fabriken immer leistungsfähigere Roboter arbeiten? Wenn wir mit unserer Forschungsarbeit die Produktionstechnik ständig verbessern und dabei den Menschen, den Beschäftigten immer ins Zentrum allen Handelns in der Fabrik stellen – verlieren wir ihn nicht gerade dann aus dem Blick, wenn es um die Arbeitsplätze geht, die damit eingespart werden können? Hier muss man genau hinsehen. Jedes Unternehmen muss sich im Wettbewerb



*Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IWU entwickeln Technologien, die eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation im industriellen Umfeld gewährleisten.*

behaupten und kann nur dann über lange Zeit bestehen, wenn es sich dynamisch an den Markt anpasst – sei es an neue Umweltvorschriften, neue Kundenwünsche oder eben produktive Konkurrenz. Fortschritt in der Produktionstechnik ist also notwendig. Dazu passen auch die Ergebnisse volkswirtschaftlicher Langzeitbetrachtungen: Aufgrund der fortschreitenden Automatisierung der Produktion verschwinden zwar Arbeitsplätze, sie werden aber immer wieder durch andere in mindestens der gleichen Menge ersetzt. Zuletzt hat 2019 eine Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit gezeigt, dass seit den 1970er-Jahren jede Welle der Automatisierung und zunehmenden Roboternutzung die Arbeitslosigkeit langfristig nicht wachsen ließ<sup>6</sup>. Gesteigerte Produktivität durch den Einsatz von Robotern nutzt also nicht nur den Unternehmen. Sie nutzt auch und vor allem den Menschen im Land, weil sie die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft erhöht und damit Arbeitsplätze erhält.

ist der Beitrag der Roboter- und Produktionsforschung zu einer zukunftsorientierten Industriekultur in Sachsen und darüber hinaus.

Der Mensch ist das wichtigste in der Fabrik – als Beschäftigter Auge in Auge mit dem Kollegen Roboter. Deswegen forschen wir am Fraunhofer IWU an effizienten und sicheren Mensch-Roboter-Interaktionen unter Einsatz künstlicher Intelligenz. Damit stellen wir aber auch sicher, dass er als Kunde und als qualifizierter Arbeitnehmer am Fortschritt teilnimmt und dadurch profitiert. Das

<sup>6</sup> Gartner, Herrmann; Stüber, Heiko: Arbeitsplatzverluste werden durch neue Arbeitsplätze immer wieder ausgeglichen. Strukturwandel am Arbeitsmarkt seit den 70er Jahren. In: <http://doku.iab.de/kurzber/2019/kb1319.pdf>, download: 20.04.2020



# Leben mit Robotern

Neuer Sonderforschungsbereich an der TU erforscht hybride Gesellschaften

Christian Pentzold & Ellen Fricke

Selbstfahrende Autos, Drohnen, Roboter, Virtual-Reality-Brillen und intelligente Prothesen – ganz verschiedene Technologien, die eines gemeinsam haben: Sie lassen sich beschreiben als verkörperte digitale Technologien. Menschen, die sie gebrauchen, bilden mit ihnen zusammen hybride Gesellschaften.

„Hybrid Societies“ heißt deshalb der neue von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Sonderforschungsbereich an der TU Chemnitz, in dem solche digitalen Technologien aus verschiedenen Disziplinen und Untersuchungsrichtungen erforscht werden sollen. Der Forschungsverbund widmet sich dabei ganz grundlegenden Fragen: Was ist erforderlich, damit Menschen sich beispielsweise mit Robotern, mit hochautomatisier-

ten Fahrzeugen oder virtuellen Figuren genauso reibungslos koordinieren können wie mit Mitmenschen? Wie werden sich diese Technologien nahtlos in unseren Alltag einfügen? Wie muss Technik gestaltet sein, damit sie diese Anforderungen erfüllt? Und welche juristischen, ethischen und moralischen Fragen werden in hybriden Gesellschaften relevant? Der Forschungsverbund Hybrid Societies untersucht, wie Menschen und autonom agierende Maschinen im öffentlichen Raum ihre Aktivitäten und Bewegungen flüssig aufeinander abstimmen können.

Digitale Technologien können mehr und mehr Dinge. Sie begegnen Menschen an immer mehr Orten und in verschiedenen Gestalten, etwa beim autonomen Fahren, als Roboter oder Drohnen. Manche werden auch am Körper getragen, etwa als intelligente Prothesen. All dies sind Beispiele verkörperter digitaler Technologien, die mit Menschen hybride Gesellschaften bilden. Menschen begegnen diesen Technologien mit ihrem eigenen Körper oder mit von ihnen gesteuerten künstlichen Körpern. Damit die Interaktion in hybriden Gesellschaften effektiv ist und reibungslos abläuft, müssen menschliche Fähigkeiten und das technologisch Machbare analysiert und in neuartiger Weise aufeinander abgestimmt werden. Dazu ist es notwendig, dass eine Vielzahl an Disziplinen, von Psychologie und Ingenieurwissenschaften über Mathematik und Informatik bis zu den Sozial- und Geisteswissenschaften, ihre Stärken zusammenführen.

Um diese bisher ungelösten Herausforderungen anzugehen, gliedert sich die Arbeit des Forschungsverbunds Hybrid Societies in vier Fel-







der. Im Forschungsfeld „Sensomotorik“ sind alle Projekte versammelt, die das Wahrnehmen und Vorhersagen sowie die Bewegungsausführung im Koordinieren und Interagieren mit verkörpert digitalen Technologien erforschen. Das Forschungsfeld „Künstliche Körper“ umfasst alle Vorhaben, die sich damit beschäftigen, welche Fähigkeiten den verkörpert digitalen Technologien aufgrund ihrer Erscheinung und ihres Verhaltens zugeschrieben werden. Außerdem geht es hier darum, inwiefern Prothesen oder virtuelle Agenten als Ersatz oder als Erweiterung des eigenen Körpers erfahren werden. Im Forschungsfeld „Geteilte Umwelten“ kommen alle Projekte zusammen, die sich für die gemeinsame Aufmerksamkeitsausrichtung, die räumliche Orientierung und das koordinierte Verhalten von Menschen und intelligenten Maschinen interessieren. Das Forschungsfeld „Intentionalität in hybriden Gesellschaften“ vereint jene Vorhaben, die die Zuschreibung und die Kommunikation von situationsspezifischen Absichten zwischen Menschen und verkörpert digitalen Technologien untersuchen.

Der Forschungsverbund Hybrid Societies an der Technischen Universität Chemnitz wird ab 2020 zunächst für vier Jahre von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Sonderforschungsbereich finanziert. Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen die Bedingungen gelingender Koordination von Menschen und Maschinen im öffentlichen Raum.

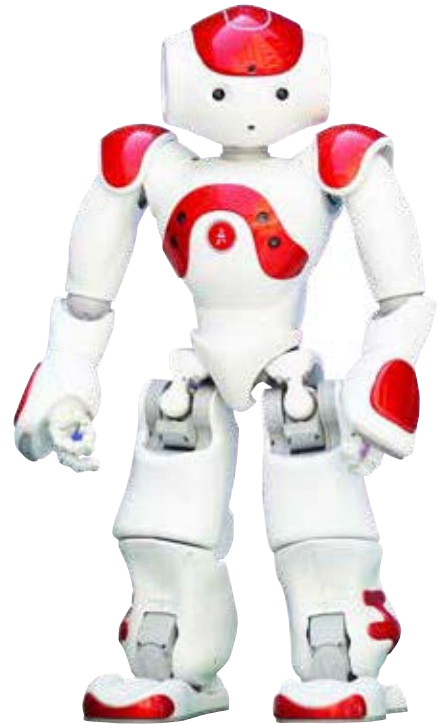
Eine dieser Bedingungen ist, dass beim Zusammentreffen von Menschen und verkörpert digitalen Technologien in einer Situation ersichtlich wird, welche Fähigkeiten und Absichten auf beiden Seiten vorhanden sind. Die jeweiligen Aktionen sollen voraussehbar und kooperativ sein.

Eine Besonderheit dieses Sonderforschungsbereichs ist, dass erstmals in der Geschichte der TU alle acht Fakultäten beteiligt sind. Ein wichtiges Anliegen von Hybrid Societies ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses: Zum Verbund gehört ein Graduiertenkolleg, in dem sich mehr als 35 Doktorandinnen und Doktoranden aus allen Teilprojekten organisieren. Viele der Veranstaltungen werden auch für Gäste geöffnet sein, etwa Gastvorträge internationaler Forscherinnen und Forscher aus den Themenbereichen des Sonderforschungsbereichs oder speziell auf die breite Öffentlichkeit angelegte Diskussionsrunden an Orten außerhalb der Universität.

Ein wichtiger Kooperationspartner hierbei ist das Sächsische Industriemuseum. Seine Ausstellungen dokumentieren den eindrucksvollen Wandel von Technologien, die gerade in Sachsen tiefe Spuren hinterlassen haben. Zugleich ist das Sächsische Industriemuseum ein hervorragender Ort, um die gegenwärtigen Prozesse von Digitalisierung und Automatisierung kritisch zu beleuchten. Das Museum engagiert sich dazu in einer Reihe von Veranstaltungen. Sie reichen von

Vortragsreihen und Podiumsdiskussionen bis hin zur 4. Sächsischen Landesausstellung. Hier ist ein ganzer Abschnitt dem Thema Industrie 4.0 gewidmet. In Kooperation mit einigen Teilprojekten des Sonderforschungsbereichs wird sich dabei eine Station mit Robotern beschäftigen. Pünktlich zum 100. Geburtstag des Namens Roboter – vom tschechischen robota für Zwangsarbeit, das zum ersten Mal 1920 im Drama Rossumovi Univerzální Roboti von Karel Čapek auftaucht – zeigt die Station verschiedene Robotervarianten, die mit unterschiedlichen Ideen, was Roboter sein und können sollen, einhergehen.

Ein Exponat ist der kommerziell vertriebene Nao. Der etwa 60 Zentimeter hohe und fünfeinhalb Kilogramm schwere Roboter kann mit seinen zwei Armen und zwei Beinen Bewegungen ausführen und er ist in der Lage, einfache Gespräche zu führen. Nao steht stellvertretend für das Bedürfnis, Roboter menschenähnlich, humanoid, zu gestalten, auch wenn dies dazu führt, dass ihr Möglichkeitsspektrum – gerade im Blick auf ihr menschliches Gegenüber – sehr begrenzt bleibt. Im Gegenteil zur populären Vorstellung, Roboter würden Menschen Arbeit abnehmen (oder sogar wegnehmen) gilt hier, dass sich Menschen um diese Begleiter kümmern müssen. Ähnliches lässt sich bei Roboter-Robbe Paro oder dem robotischen Hund Aibo beobachten. Auch sie brauchen Pflege und Zuwendung und werden gerade deswegen zum Beispiel in der Therapie an Demenz Erkrankter eingesetzt. Soziale Funktionalität geht dabei vor technischer Funktionalität. Ganz



anders fällt der Vergleich beim ebenfalls gezeigten Staubsaugerroboter aus: hier überwiegt der praktische Nutzen, dem sich das Design anpasst. Im Kontrast verdeutlichen beide Ausstellungsstücke verschiedene Richtungen in der Entwicklung verkörperter digitaler Technologien. Zugleich zeigen sie, dass Roboter nicht auf industrielle Anwendungen begrenzt sein müssen, sondern unseren Alltag mitbestimmen werden.

# Bleibt alles anders?

## Industrie 4.0 – Mehr als nur ein Hype

Christoph Neuberg

Die Industriegeschichte ist reich an Fehleinschätzungen zur Bedeutung neuer industrieller Trends. Eines der bekanntesten Beispiele lieferte wohl der letzte deutsche Kaiser Wilhelm II., der Anfang des 20. Jahrhunderts keine Zukunft im Automobil sehen wollte. Von ihm ist das Zitat überliefert: „Ich glaube an das Pferd. Das Auto ist nur eine vorübergehende Erscheinung.“ Wer nun denkt, Wilhelm II. unterlag als Monarch ohnehin dem Fluch des Ewiggestrigen, irrt. Tatsächlich galt der Kaiser seiner Zeit als besonders aufgeschlossen gegenüber neuen Technologien. Aktiv betrieb er die Förderung von Wissenschaft und Technik, insbesondere durch die Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (nach 1945 Max-Planck-Gesellschaft) und forcierte weitsichtig die Kooperation von Siemens und AEG in der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H. Wilhelm II. war also alles andere als technikfern!

Auch stand der Kaiser mit seiner Einschätzung zu den Perspektiven des Automobils nicht allein. Insbesondere die gebildete Mittelschicht hegte Ende des 19. Jahrhunderts starke Bedenken gegen den „Geschwindigkeitsrausch“ und war von dessen negativen Folgen für die Gesundheit der Menschen überzeugt. Selbst Gottlieb Daimler, der „deutsche Vater“ des Automobils, war nicht frei vom Irrtum, als er 1901 vermutete: „Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird eine Million nicht überschreiten – allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren.“

Warum bietet sich diese Betrachtung eines Irrtums für den Einstieg in eine Reflexion über Fluch und Segen der sich vollziehenden, sogenannten

vierten industriellen Revolution an? Einerseits einfach deshalb, weil uns diese historische Fehleinschätzung daran erinnert, dass unsere Urteile zwangsläufig subjektiv und gegenwartsgeprägt sind und nur Spekulationen über die Zukunft sein können. Andererseits soll uns das Beispiel zeigen, dass wirklich substantielle Trends sich durchsetzen – selbst gegen die Einschätzungen der Herrschenden, ungeachtet der Befürchtungen breiter Bevölkerungsgruppen und mitunter selbst gegen die Zweifel ihrer Protagonisten. Allerdings erscheint in Bezug auf die Durchsetzung der Industrie 4.0 die Zeit des Zweifels schon lange passé. Längst sprechen wir zu Recht von einem Megatrend der Industrialisierung, mitunter sogar von einer neuen industriellen Revolution, die sich allerdings einbettet in einen Prozess einer allgemeinen Digitalisierung aller Lebens- und Wirkbereiche unserer Gesellschaft. Der Trend zur Industrie 4.0 ist insofern längst real und auch irreversibel – es sei denn, von heute auf morgen fiele die Stromversorgung für längere Zeit aus.

Der Weg zur Industrie 4.0 ist beides – Evolution und Revolution. Die sich vollziehende digitale Transformation bezeichnet einen fortlaufenden Veränderungsprozess sowohl unserer Wirtschaft als auch der Gesellschaft, der wesentlich auf kontinuierlichen Weiterentwicklungen digitaler Technologien basiert. Diese Transformation prägte bereits das letzte Jahrhundert, beginnend mit der Erfindung des ersten programmierbaren Großrechners durch Konrad Zuse 1941 bis zur computergestützten Automatisierung von Maschinen und Produktionsprozessen um die Jahrtausendwende. Parallel dazu veränderte sich auch unser persönliches Umfeld in einem fort-



Kaiser Wilhelm II., 1902



laufenden Prozess, indem beispielsweise digitale Geräte und Steuerungen in unsere Haushalte einzogen und auch unser berufliches Umfeld sich durch den Einzug von PCs stark veränderte.

Als Trend mag die industrielle Digitalisierung also evolutionär wahrgenommen werden, als Disruptionsphänomen wirkt sie sich schon heute wahrhaft revolutionär aus. Ganze Branchen und traditionelle, im Lauf von Jahrzehnten geprägte Geschäftsfelder werden durch sie in kurzer Zeit auf- und durchgemischt, manchmal sogar komplett zerstört. Dabei werden entweder Prozesse und Techniken durch digitale Innovationen abgelöst, oder die industrielle Digitalisierung ermöglicht eine Grenzkostenverschiebung, die ganze Geschäftsmodelle eliminiert. Beispiel gefällig? Die Digitalisierung – insbesondere das Vordringen von Virtual Reality (VR) Modellen verdrängt immer mehr den klassischen Prototypenbau in der Industrie – oder andersherum: Der Prototypenbau wird selbst immer häufiger zur industriellen, digital gesteuerten Sonderfertigung mit Losgröße 1. Gleichzeitig wird durch Digitalisierung eine Grenzkostenreduktion in der Produktion möglich, die minimale Losgrößen auch in der industriellen Fertigung zulassen. Die Verschmelzung von Handwerk und Industrie wird in vielen Fertigungsbereichen immer mehr zur Realität.

Trotz dieser revolutionären Potenziale behaupten Skeptiker, die Industrie 4.0 sei nur ein Hype, bestenfalls ein gelungener Vermarktungstrick vor allem der deutschen Maschinenbaubranche. Technisch bewertet sei das Ganze kaum mehr als eine fortgesetzte, von moderner IT unterstützte Automatisierung. Technisch mag das in Teilen wahr sein, technologisch jedoch ganz sicher nicht, ganz zu schweigen von den erheblichen betriebs- und volkswirtschaftlichen Implikationen. Wir müssen uns zudem klarmachen, dass wir noch ganz am Anfang eines neuen industriellen Zeitalters stehen. Seine volle Entfaltung wird dieses Zeitalter erst in der Kombination von Produktionsanlagen mit selbstreferenzieller, künstlicher Intelligenz (KI), ihrer Einbindung in zumindest lokale, quasi-latenzfreie 5G-Netze und die Ablösung der herkömmlichen Rechnerleistung zunächst durch sogenanntes Edge Computing, später dann durch Quantencomputing erleben.

Über welchen Zeithorizont sprechen wir? Nun, wir müssen vermutlich nicht allzu weit in die

Zukunft schauen. KI-Anwendungen sind bereits heute in der Industrie auf dem Vormarsch. Der Begriff der „Intelligenz“ mag übertrieben erscheinen. Faktisch jedoch existiert bereits heute ein maschinelles Lernen, gedacht als ein linearer Auswertungs- und Lernprozess basierend auf vorgegebenen Algorithmen. Solche Programme und Technologien sind derzeit schon in vielen Produktionslinien integriert. Die Ablösung des maschinellen Lernens wird durch das sogenannte Deep Learning erfolgen, einer Rechnernachbildung des menschlichen Gehirns als „tiefes“ neuronales Netz mit vielen Neuronenebenen und einem enormen Datenvolumen. Diese hoch entwickelte Art des maschinellen Lernens löst auch komplexe, nicht lineare Probleme – und ist bereits heute verantwortlich für bahnbrechende Fortschritte durch KI, wie beispielsweise die Verarbeitung natürlicher Sprache, digitale Assistenten und autonom agierende Roboter und Rollcontainer.

Herkömmliche Computer setzen den Möglichkeiten der KI jedoch immer häufiger physische Grenzen. Künstliche Intelligenz benötigt – um wirklich selbst- oder gar interreferenziell zu agieren – kurze Wege (das heißt Latenzen) und enorme Rechnerleistungen, um in Echtzeit reagieren zu können und so ihr wirkliches Potenzial zu entwickeln. Klassische, externe Rechenzentren – oft als Cloud Computing bezeichnet – sind da außen vor. Eine neue Rechnergeneration und latenzfreie Übertragungsnetze müssen her. Edge Computing soll es zunächst richten. Dabei werden schnellere, leistungsfähige Rechner unmittelbar am Rand (englisch: edge) eines Produktionsnetzwerks platziert, um maximal kurze Datenwege zu nutzen und Echtzeit-Interaktion zu ermöglichen. Ein limitierender Faktor bleibt jedoch, dass Daten im konventionellen Rechner nur in langen Folgen von Nullen und Einsen verarbeitet werden können – was die Potenziale des neuronalen Deep Learnings zwangsläufig einschränkt. Die revolutionäre Lösung des Problems soll das Quantencomputing bringen, eine völlig neuartige Rechnergeneration, die mit Hilfe sogenannter Qubits eine immense, mit jedem zusätzlichen Qubit exponentiell anwachsende Rechenleistung und vor allem das zeitgleiche Kalkulieren mehrerer Aufgaben ermöglichen soll. Wann es soweit ist? Wissenschaftler und IT-Konzerne prognostizieren die breite Markteinführung von Quantencomputern noch deutlich vor der Jahrhundertwende. Bereits 2050 soll der Markt für industrielles Quanten-

computing rund 300 Milliarden US-Dollar groß sein, wie eine Studie des renommierten Hender-son Institute kürzlich prognostizierte.

Ob Edge Computing heute oder Quantencom-puting morgen – erst in Kombination mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G ist eine Latenzzeit von weniger als fünf Millisekunden für den Hin- und Rückweg eines Signals im Netz inklusive seiner Verarbeitung im Rechner möglich. Da ein flächendeckender Ausbau des 5G-Netzes noch Jahre benötigen wird, wird im Bereich der Industrie-4.0-Vision die Errichtung eines firmeneigenen, lokalen Campus-Netzwerks zunehmend attraktiv. Deutschland ist hierbei in der Tat Pionierland: Seit November 2019 können hierzulande Unternehmen 5G-Frequenzen erwerben, um das eigene Unternehmensgelände mit einem nichtöffentlichen 5G-Netz aufzurüsten. Eine innovative, technologiefördernde Entwicklung, die von anderen Staaten interessiert beobachtet wird. Und noch einen Vorteil haben 5G-Campus-Netze und Edge Computing – mit der Rückkehr der Datenverarbeitung vor Ort – in die Fabrik – behalten Unternehmen die Hoheit über ihre Daten – und damit über ihr wertvollstes Gut im Zeitalter der Datenökonomie. Damit ist klar – auch in der Industrie 4.0 steht unverrückbar die Fabrik im Zentrum. Sie war, ist und bleibt das Gesicht des industriellen Zeitalters, und auch im Kontext der industriellen Digitalisierung bleibt sie aller Voraussicht nach der zentrale Ort des Geschehens. Allerdings unterliegt auch die Fabrik erheblichen Veränderungsprozessen. Forscher verwenden häufig kryptische Begriffe wie Smart Engineering oder Smart Factory, Big Data und Data Mining, um die neue Qualität der industriellen Produktion zu beschreiben, welche die Fabrik der Industrie 4.0 von ihren Vorgängern unterscheidet. Dahinter verbergen sich

digital-basierte Schlüsseltechnologien. Sie sind gewissermaßen Teilungen einer Vision – eines Idealbilds der digitalen Fabrik – und suggerieren Außenstehenden bisweilen leider ein Bild der Industrie 4.0, das noch in der Zukunft verortet zu sein scheint. Tatsächlich ist die digitale Transformation längst in Gang, und es gibt heute wohl kaum ein Produktionsunternehmen, das sich noch nicht mit ihren Möglichkeiten und Folgen auseinandergesetzt hätte.

Das trifft auch auf die Region Chemnitz zu, sogar in besonderer Weise. Neben einer vor Ort rasant anwachsenden Anzahl von Technologiedienstleistern und Digitalisierungsspezialisten steht insbesondere den Klein- und Mittelunternehmen in unserer Region ein vom Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) gefördertes Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum zur Seite. Es beantwortet den Unternehmern grundlegende Fragen der digitalen Transformation, informiert über Chancen und Potenziale und bietet Orientierung über sinnvolle Digitalisierungsstrategien. Das Zentrum besteht aus einem Konsortium regionaler Know-how-Träger wie der Technischen Universität Chemnitz, dem Fraunhofer IWU, dem Institut Chemnitzer Maschinenbau, dem Magdeburger tti (Datensicherheit) und einem authentischen Multiplikator für den regionalen Mittelstand, der Industrie- und Handelskammer Chemnitz. Seit 2016 konnte das Zentrum so über 4.000 Unternehmen in der Region erreichen, viele Impulse geben und Vorbehalte abbauen helfen.

Tatsächlich gibt es in unserer Region schon heute viele Unternehmensbeispiele für eine fortgeschrittene digitale Transformation sowie für ein erfolgreiches Aufgreifen neuer, digitaler Geschäftsmodelle. Insgesamt erscheint die Chemnitzer



## Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten

Anteil der Tätigkeiten, die potenziell von Computern erledigt werden könnten, in Prozent (sortiert nach dem Ausmaß der Veränderung zwischen 2013 und 2016)

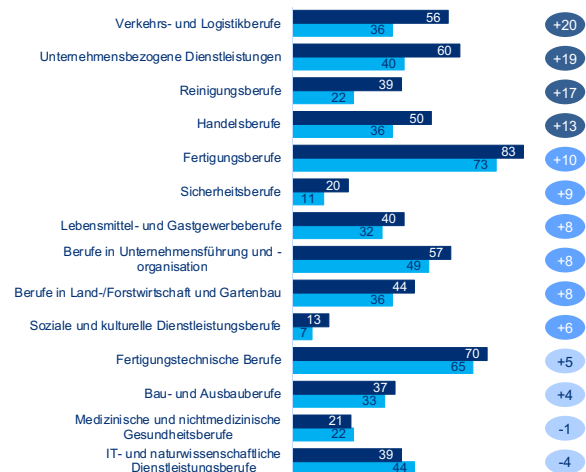
■ 2016  
■ 2013

Veränderung 2013/2016 in %-Punkten:<sup>1)</sup>

- +20 Mehr als +13%
- +10 +6% bis +10%
- +5 -4% bis +5%

1) Abweichungen zu den Differenzen resultieren aus Rundung

Quelle: IAB, Dengler/Matthes (2018a), © IAB



Industrieregion im Jahre 2020 fest auf digitalem Kurs unterwegs zu sein. Dass Digitalisierung dabei kein Selbstzweck ist, versteht sich von selbst. Immer geht es darum, durch Digitalisierung die eigene Wettbewerbsposition zu verbessern, sei es durch eine Steigerung der Fertigungsqualität, eine Flexibilisierung der eigenen Prozesse oder durch die Optimierung der eigenen Kostenposition. Letzteres erscheint vielen Unternehmen – nicht zuletzt vor dem Hintergrund steigender Löhne und einer sich fortsetzenden Verknappung von Fachkräften in der Region – als drängendstes Motiv. Nach Prognosen der Agentur für Arbeit wird das Arbeitskräftepotenzial für die Wirtschaftsregion Chemnitz bis zum Jahr 2030 um 20 bis 25 Prozent zurückgehen. Daraus ergibt sich ein zunehmendes Dilemma für die Expansionschancen der hiesigen Wirtschaft, die zur Untersetzung des eigenen Wachstums nicht mehr auf zusätzliche Mitarbeiter setzen kann, eher im Gegenteil. Hier kann – und muss – Digitalisierung ganzer Fertigungsprozesse der Retter in der Not sein; andernfalls wird das Wachstumspotenzial nicht realisiert, was im Ergebnis nichts anderes hieße, als im Wettbewerb zurückzufallen.

Ebenso wie bei ihren Vorläufern vollzieht sich auch diese neueste industrielle Revolution nicht geräuschlos, das heißt ohne Herausforderung für die Gesellschaft. Digitalisierung und Restrukturierung sind zwei Seiten einer Medaille – für Unternehmen ebenso wie für die Gesellschaft. Wenn Firmen digitalisieren, automatisieren sie ihre Pro-

zesse und Mitarbeiter werden ihre angestammten Arbeitsplätze verlieren. Ergo wird es immer Fälle geben, bei denen ganze Betriebsteile oder gar Betriebe schließen werden. Dennoch ist der Weg der fortgesetzten Digitalisierung vorgezeichnet und alternativlos. Nicht zu handeln würde das Risiko eines betrieblichen Scheiterns erheblich steigern. Auch die Politik hat diese Entwicklung bereits in den Blick genommen. Um die Folgen der fortschreitenden Digitalisierung für den Arbeitsmarkt zu analysieren, hat das der Bundesagentur für Arbeit zugehörige Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) im Jahr 2018 eine erste Studie zum „Substituierbarkeitspotenzial von Berufen und Veränderbarkeit von Berufsbildern“ herausgegeben. Das sogenannte Substituierbarkeitspotenzial gibt dabei an, „in welchem Ausmaß Berufe gegenwärtig potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind. Es entspricht dem Anteil an wesentlichen Tätigkeiten in einem Beruf, die schon heute durch den Einsatz moderner Technologien übernommen werden könnten“. Untersucht wurden dabei die in Deutschland bekannten knapp 4.000 Berufe in den Jahren 2013 bis 2016. Zusammengefasst ergab sich folgendes Bild: Das höchste Substituierungsrisiko ergab sich 2016 für industrielle Fertigungsberufe (83 Prozent) bzw. fertigungstechnische Berufe (70 Prozent), gefolgt von unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen (60 Prozent) und Berufen im Bereich der Logistik (56 Prozent). Als besonders betroffen erscheinen dabei Arbeitsplätze sogenannter



Helferberufe (58 Prozent) und Fachkraftberufe (54 Prozent). Der Anteil der Arbeitnehmer, deren potenzielle Betroffenheit als besonders hoch eingeschätzt wurde, lag deutschlandweit bei rund 25 Prozent (ca. 7,9 Millionen) aller Beschäftigten. Das Industrieland Sachsen lag ziemlich genau auf diesem deutschen Median. Am weitest betroffenen sind vor allem Arbeitsplätze im verarbeitenden Gewerbe (53,7 Prozent) – weit vor allen anderen Branchen. So das Bild von 2016. Für 2020 dürfen wir mit hoher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diese Werte sich nicht verringert haben.

So alarmierend diese Ergebnisse auf den ersten Blick erscheinen: Sie bedeuten nicht, dass Arbeitsplätze zwangsläufig und umgehend im identifizierten Umfang wegfallen werden. Das Substituierbarkeitspotenzial beschreibt ein weithin theoretisches Potenzial von Arbeitsplätzen, die durch Digitalisierung wegfallen könnten. Ob diese Tätigkeiten tatsächlich wegfallen, hängt auch von einer Vielzahl anderer Faktoren ab. So bestehen Projektionen bis zum Jahr 2035, die zeigen, dass durch die fortschreitende Digitalisierung de facto nur rund 1,5 Millionen Arbeitsplätze wegfallen könnten, aber gleichzeitig durch die Digitalisierung etwa genauso viele Arbeitsplätze neu entstehen. Insofern erscheint es völlig unangebracht, die fortschreitende Digitalisierung zu verteufeln. Lassen solche makroökonomischen Sumpfszenarien Einzelsituationen auch unbeachtet, so gilt dennoch, dass die Randbedingungen für die vergleichsweise sanfte Bewältigung des wirtschaftlichen Strukturwandels selten besser waren als derzeit – zumindest aus Arbeitnehmer-sicht und eine grundsätzliche Veränderungs-bereitschaft vorausgesetzt. Gedanken müssen sich vor allem die Unternehmer machen. Angesichts der auch langfristig andauernden Fachkräfteverknappung (Demografie) und der vergleichsweise stabilen wirtschaftlichen Lage (Konjunktur) sehen die allermeisten Unternehmen im Abbau von Arbeitsplätzen keine Option. Firmenchefs sind angehalten, Fachkräfte nach Möglichkeit zu binden und umfangreiche Maßnahmen zur betriebsinternen Umschulung anzubieten. Auch die Politik hat längst flankierende Maßnahmen ergriffen – nie gab es für Sachsens kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mehr finanzielle Unterstützung durch staatliche Förderprogramme, um Digitalisierungsvorhaben durchzuführen und den digitalen Strukturwandel zu meistern. Sollten dennoch Unternehmen Arbeitnehmer betriebs-

bedingt entlassen müssen, haben die Arbeits-agenturen ihrerseits ein umfangreicheres Instru-mentarium zur Förderung digitaler Kompetenzen im Rahmen von Weiterbildungen im Angebot.

Trotz der Herausforderungen sollten die Risiken der Industrie 4.0 uns nicht den Blick für ihre immensen Potenziale und die gesamtgesellschaftlich wohl positiven Veränderungen und Möglichkeiten verstellen. Konsequenterweise Produktion zu digitalisieren heißt, die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und die Wertschöpfung im eigenen Land zu halten. In einem Hochlohnland wie Deutschland bedeutet Industrie 4.0 also Wohlstandssicherung auf hohem Niveau. Darüber hinaus „erlöst“ uns die Digitalisierung – vor allem aber der Einsatz von KI und Robotern – von latent langweiligen oder ergonomisch problematischen Arbeiten, insbesondere von solchen, die sich häufig wiederholen und die leicht automatisiert werden können. In der Folge werden wir mehr Zeit für kreative und strategische Aufgaben haben und können Arbeit, auch Industriearbeit, am Ende hoffentlich flexibler und effizienter organisieren.

Gesamtgesellschaftlich ist jedoch entscheidend, dass die digitale Fabrik noch wertschöpfend arbeitet und dass sich dies auch für die Gemeinwesen positiv auswirkt. Fachkräftemangel besteht ja nicht nur und schon gar nicht vor allem in der Industrie. Es fehlen Polizisten, Feuerwehrleute, Pfleger, Lehrer, Erzieher, Verwaltungsmitarbeiter, Berufssoldaten etc. Möglicherweise kann die Digitalisierung der Industrie mittelfristig der entscheidende Faktor für die personelle Absicherung dieser für das Funktionieren unserer Gesellschaft nicht weniger wichtigen Aufgaben sein. Darüber hinaus existieren Ideen – häufig von gewerkschaftlicher Seite vorgebracht – einer allgemeinen Verringerung der Wochenarbeitszeit für Arbeitnehmer, und die Gesellschaftswissenschaften diskutieren Konzepte eines bedingungslosen, solidarischen Grundeinkommens infolge einer antizipierten Zukunft der „digitalen Entmenschung“ der Wirtschaft. Ob Fluch oder Segen – beides sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Unterm Strich wichtig erscheint jedoch der Gedanke, dass sich mit der industriellen Digitalisierung vor allem neue, positive Gestaltungsspielräume für unsere Gesellschaft auftun, die wohlstandssichernd und vielversprechend sind. Es liegt allein an uns, damit konstruktiv umzugehen.



Interview mit Susan Endler

# InduCCI –

Kultur- und Kreativwirtschaft in traditionellen Industrie-  
regionen als Treiber für den Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Frau Endler, Sie sind in Chemnitz als Lead-Partner für das Projekt InduCCI verantwortlich. Wofür steht die Abkürzung?

**Susan Endler (SE):** InduCCI (Industrial regions & Culture and Creative Industries) beschäftigt sich mit Kultur- und Kreativwirtschaft (KKW) in Industrieregionen. Damit traditionelle Industrieregionen im Transformationsprozess bestehen können, bedarf es zweierlei: wirtschaftlicher Innovation und gesellschaftlicher Entwicklung. InduCCI fördert die KKW als Schlüsselkraft für den Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft in Industrieregionen außerhalb der Metropolen.

**JK:** Wie ist die Laufzeit des Projekts und wie wird es finanziert? Beschreiben Sie bitte, worum es bei INDUCCI geht?

**SE:** Das Projekt startete im April 2019 und endet im Dezember 2021. Zur Verfügung stehen dafür rund zwei Millionen Euro Projektbudget, davon etwa 1,6 Millionen Euro EFRE-Mittel, also europäische Fördermittel. Industrieregionen gelten noch nicht als attraktive Standorte für die Kultur- und Kreativwirtschaft und als europäisches Interreg-Projekt fördert die EU mit InduCCI diese als eigenen Wirtschaftszweig und als externen Partner für Innovationen in der Industrie. In einem zweiten, eher gesellschaftsorientierten Ansatz versucht InduCCI mit Hilfe von KKW, die Menschen bei uns offener für Innovation, Wandel und Unternehmertum zu machen.

**JK:** Welche Städte bzw. Regionen welcher Länder sind Partner im Projekt?

**SE:** InduCCI bringt sieben langjährige Industrieregionen Mitteleuropas zusammen. Diese werden vertreten durch:

- Lead Partner Chemnitzer Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungsgesellschaft (Region Chemnitz)
- Landesverband der Kultur- und Kreativwirtschaft Sachsen e. V. (Sachsen)
- Creative Region Linz & Upper Austria (Oberösterreich)

- Mikroregion Sokolov-Ost (Nordwest-Böhmen, Tschechien)
- Regionale Entwicklungsagentur Bielsko-Biała (Südschlesien, Polen)
- Kammer für Handel, Industrie, Handwerk und Landwirtschaft Padua (Veneto, Italien)
- Business Support Center, Kranj (Region Gorenjska, Slowenien)
- Stebo Kompetenzzentrum für Gemeinschaftsentwicklung (Provinz Limburg, Belgien)

**JK:** Was ist für Sie eine Maschine?

**SE:** Eine Maschine steht für mich für Bewegung, Kraft, Energie. Sie spart menschliche Arbeitskraft, erleichtert und beschleunigt Prozesse und das Leben. Einst immer laut, sind Maschinen heute oft ganz leise und ein Alltag ohne sie ist nicht mehr vorstellbar. Nicht nur Produktionsabläufe, sondern unsere gesamte Gesellschaft ist geprägt von Maschinen. Glücklicherweise benötigen sie aber immer noch uns, den Menschen, um zu funktionieren.

**JK:** Welche Rolle spielen Maschinen in Ihrem Leben?

**SE:** Das Weckerklingeln am Morgen, der Kaffee, die E-Mails, der Weg durch die Stadt zur Arbeit – bereits der frühe Morgen ist für mich ohne Maschinen nicht vorstellbar und sie bestimmen natürlich genauso den Arbeitsalltag. Maschinen sind für mich in der Tat vorrangig Erleichterung, bedeuten Mobilität und Fortschritt. Und glücklicherweise kann man die meisten von ihnen bei Bedarf ja auch mal ausschalten.

**JK:** Was ist Industriekultur für Sie?

**SE:** Industrie und Kultur gehören in Chemnitz zusammen. Seit mehr als zwei Jahrhunderten ist Chemnitz kontinuierlich wirtschaftlicher Motor in Sachsen und Deutschland und ein Abbild deutscher Industrie- und Gesellschaftsgeschichte. Industriekultur ist hier die sichtbare Verknüpfung von Industrietradition, –gegenwart und –innovation. Dieses industriekulturelle Erbe von Chemnitz gilt es zu sichern, daraus zu schöpfen und damit Zukunft zu gestalten. Mit der Veranstaltung „Tage der Industriekultur“ bieten wir beispielsweise eine Plattform für regionale Akteure, Wirtschaft und industriekulturelle Einrichtungen.

**JK:** Frau Endler, wir danken Ihnen für Ihre einführenden Worte in das Projekt.







Interview mit Jan Sienkiewicz | Regionale Entwicklungsagentur Bielsko-Biała (Südwestschlesien, Polen)

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Warum ist Polen und besonders Ihre Stadt Bielsko-Biała Partner im Projekt?

**Jan Sienkiewicz (JS):** Das InduCCI-Projekt steht im Einklang mit der Sichtweise auf die zukünftige Entwicklung der Region und der Stadt. Sowohl auf regionaler als auch auf lokaler Ebene wird die Kultur- und Kreativwirtschaft in den wichtigsten strategischen Dokumenten erwähnt, Kreativität hat seit 2012 Priorität in der Entwicklung der Stadt. Dies ist ein Schlüsselaspekt bei der weiteren Entwicklung – die Umwandlung von der historisch geprägten industriellen Region zu einem kreativen und innovativen Ort für die Unternehmer der Zukunft.

**JK:** Wodurch wurde Bielsko-Biała zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Polens?

**JS:** Die Schlesiensche Provinz ist die größte Industrieregion Polens. Der industrielle Geist spiegelt ihre Besonderheit wider und definiert ihre kulturelle Identität. Seit mehr als zwei Jahrhunderten der Entwicklung im europäischen Maßstab ist Schlesien von einer Randregion zu einer führenden Region des Industriezeitalters geworden. Die Region wird vor allem mit der Schwerindustrie wie dem Kohlebergbau und den Stahlwerken, aber auch mit der Textilindustrie und in den letzten Jahren auch mit dem Automobilsektor in Verbindung gebracht.

**JK:** Welche Projekte konnten in Bielsko-Biała durch InduCCI bereits angeschoben werden? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**JS:** Pilotaktionen und Verwaltungsschulungen im Zusammenhang mit der Kultur- und Kreativwirtschaft werden innerhalb des Jahres 2020 entwickelt. Beide von uns geplanten Aktionen – Youngster FabLab und Industrial Hackathon – im Zusammenhang mit innovativen Technolo-



gien des 3D-Drucks und der schnellen Prototypenherstellung – sollen auch nach der Projektlaufzeit fortgesetzt werden, da diese zu den Schlüsselthemen der wirtschaftlichen Transformation der Zukunft gehören.

**JK:** Welchen Mehrwert für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Bielsko-Biala sehen Sie durch das Projekt? Gibt es aus Ihrer Sicht durch das Projekt schon ein besonders gelungenes Beispiel für Transformation?

**JS:** Der Mehrwert wird in der Erleichterung der industriellen Transformationsprozesse liegen. Mit den Projektaktivitäten werden wir die KKW als eine Schlüsselkraft für die Transformation der Region fördern, um die Kreativität zu stärken, die Innovation zu unterstützen und den Unternehmergeist in die traditionelle Industriegemeinschaft zu bringen. Durch die Pilotaktionen werden wir innovative Bildungsformate in die traditionellen Lehrpläne aufnehmen, um den Aufbau von Zukunftskompetenzen zu erleichtern.

**JK:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**JS:** Entwicklung

**JK:** Herr Sienkiewicz, wir danken Ihnen für das Gespräch.



Interview mit Andrea Galeota | Kammer für Handel, Industrie, Handwerk und Landwirtschaft Padua

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

*Galzignano Terme, Valsanzibio Villa*

**Jürgen Kabus (JK):** Herr Galeota, Sie sind für das InduCCI-Projekt in Padua verantwortlich. Warum ist Ihr Land und insbesondere Ihre Stadt Partner des Projekts?

**Andrea Galeota (AG):** Die Teilnahme am InduCCI-Projekt ist für unsere Region deshalb wichtig, weil wir durch das Projekt nicht nur neue Unternehmen der Kultur- und Kreativwirtschaft unterstützen können, sondern auch ihre Relevanz und Wahrnehmung als Entwicklungsmotor verbessern. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Beziehung zu den traditionellen Industrien von entscheidender Bedeutung. InduCCI gibt uns die Möglichkeit, mit erfahrenen und relevanten Partnern aus ähnlichen Regionen in Mitteleuropa zusammenzuarbeiten.

**JK:** Wie wurde Padua zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Italiens?

**AG:** Die Industriegeschichte der Region Venetien hat antike Wurzeln, die bis in die Zeit der venezianischen Republik zurückreichen. Von einigen Historikern wird das Arsenal als die erste Industrie der Welt angesehen, denn dank der industriellen Organisation wurde ein Schlachtschiff in weniger als drei Tagen geliefert. Im 19. und 20. Jahrhundert wurden in der Region viele Industrien angesiedelt. Das Industrialisierungsmodell der Region basiert auf Clustern, die oft von einem oder wenigen großen und vielen klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU), die im gleichen Sektor arbeiten, gegründet wurden.

**JK:** Welche Projekte sind in Padua bereits von InduCCI initiiert worden? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**AG:** Da sich InduCCI noch in der Konzeptphase befindet, ist es noch zu früh, um die Ergebnisse auszuwerten. Es baut ohnehin auf den positiven





*Prato della Valle*

Erfahrungen anderer Projekte auf, wie z. B. InduCult2.0 oder vielen von der Region Veneto finanzierten Projekten.

**JK:** Welchen Mehrwert sehen Sie für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Padua durch das Projekt? Gibt es Ihrer Meinung nach bereits ein besonders erfolgreiches Beispiel für die Transformation durch das Projekt?

**AG:** Unsere Region ist in der Welt für ihr kulturelles Erbe (z. B. Venedig, Verona, Padua, Vicenza) und ihre kreativen Industrien wie Glas oder Mode bekannt. Der Mehrwert liegt in der verstärkten Zusammenarbeit zwischen den Kreativen und den traditionellen Industrien sowie im Austausch mit den Partnern. Für ein erfolgreiches Beispiel ... warten wir die Pilotaktionen des Projekts ab.

**JK:** Was ist das Herzstück Ihrer Region?

**AG:** Schönheit

**JK:** Herr Galeota, wir danken Ihnen für das Gespräch.



Interview mit Mateja Korošec | Business Support Center, Kranj  
(Region Gorenjska, Slowenien)

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Frau Korošec, warum ist Slowenien und insbesondere die Stadt Kranj Partner des Projekts?

**Mateja Korošec (MK):** Slowenien entwickelt sich zu einem fruchtbaren Boden für die Kreativwirtschaft, noch fehlt es allerdings an einer nationalen Strategie. Außer Kranj haben auch Orte wie Škofja Loka oder Jesenice ihren Schwerpunkt hin zur Entwicklung zu kreativen Städten verlagert. InduCCI bietet unserer Region die Möglichkeit, Wissen auszutauschen, Bewährtes zu übernehmen und die Grundlage für eine regionale Plattform für die Kultur- und Kreativwirtschaft (KKW) zu entwickeln.

**JK:** Wie wurde Gorenjska zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Sloweniens?

**MK:** Die Region Gorenjska war früher eine der industriell am weitesten entwickelten Regionen mit Stahl-, Maschinen-, Textil-, Holz-, Bau- und Energieindustrie, in denen mehr als ein Drittel der Bevölkerung beschäftigt war. Die Industrie prägte nicht nur den Wirtschaftssektor, sondern auch die Landschaft und das Leben der Menschen. Trotz einiger Versuche zur Erhaltung des industriellen Erbes verschwinden viele Industriegebiete langsam. Deshalb suchen wir nach Lösungen, wie das industrielle Erbe für zukünftige Generationen erhalten, mit modernen Technologien und der Wirtschaft verbunden und in das moderne Leben integriert werden kann.

**JK:** Welche Projekte sind in Kranj bereits durch InduCCI initiiert worden? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**MK:** Die Aktivitäten der InduCCI-Projekte sind in der konzeptionellen Phase, die innerhalb des Jahres 2020 umgesetzt werden sollen. Wir arbeiten am Aufbau eines Netzwerks von Akteuren und der Zusammenarbeit zwischen politischen Entscheidungsträgern. Es ist geplant, einen ständigen Helpdesk in einem der Kreativzentren der Region einzurichten. Er wird der KKW maßgeschneiderte



*Graffiti in Jesenice*

Unterstützung und Beratung anbieten, einschließlich Workshops, Unterstützung durch die Industrie und Werbeaktivitäten.

**JK:** Welchen Mehrwert sehen Sie für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Kranj durch das Projekt? Gibt es Ihrer Meinung nach bereits ein besonders erfolgreiches Beispiel für die Transformation durch das Projekt?

**MK:** Das regionale Strategiepapier für die KKW benötigen wir, denn die Branche ist noch recht neu. Das wird den Menschen helfen, die verschiedenen Aspekte und Beteiligungsmöglichkeiten zu sehen und zu verstehen und damit offener für Innovation, Kreativität und Wandel zu werden. Wir schaffen für die Menschen vor Ort ein Umfeld in Form von Netzwerken, Unterstützung für neue Unternehmen sowie als kreativen Treffpunkt und Produktionsraum.

**JK:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**MK:** Aufwärtsgen ...

**JK:** Frau Korošec, wir danken Ihnen für das Gespräch.





Interview mit Lucie Říhová | Mikroregion Sokolov-východ  
(Nordwest-Böhmen, Tschechien)

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Frau Říhová, Sie sind verantwortlich für das INDUCCI-Projekt in Sokolov-východ. Warum ist Tschechien und insbesondere die Mikroregion Sokolov-východ Partner des Projekts?

**Lucie Říhová (LŘ):** Die Mikroregion Sokolov-východ (MSV) stellt eine Kernzone in der Industrieregion Westböhmen dar. Seit dem 19. Jahrhundert ist das Gebiet für den Kohlebergbau, die Porzellan-, Glas-, Chemie- und Automobilindustrie bekannt. Das Hauptziel der MSV ist die Steuerung der lokalen und regionalen Entwicklung, und die KKW wurde vor kurzem als ein Schlüsselfaktor dafür entdeckt. Heutige Produzenten suchen nach neuen Ansätzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, und sie finden diese durch die Zusammenarbeit mit Kreativen, z. B. Designern.

**JK:** Wie wurde Sokolov-východ zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Tschechiens?

**LŘ:** Das Gebiet in der Nähe von Sokolov war reich an natürlichen Ressourcen wie Kohle, Kaolin, Zinn und Uran. Dank der natürlichen Ressourcen und der guten Verbindung durch die Eisenbahn konnten hier der Bergbau, die Porzellan-, Glas-, Chemie- und Automobilindustrie entstehen. Bis heute prägt die Industrie das tägliche Leben der Menschen vor Ort – sie arbeiten in Fabriken oder leben in der Nähe von (un)aktiven Bergwerken.

**JK:** Welche Projekte in Ihrer Region wurden bereits von InduCCI initiiert? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**LŘ:** Mit dem Projekt InduCCI wollen wir an vergangene Projekte wie SHIFt-X, ReSource und InduCult2.0 anknüpfen. ReSource konzentrierte sich z. B. auf die Rekultivierung und nachhaltige Entwicklung ehemaliger Bergbaugelände.

**JK:** Welchen Mehrwert sehen Sie für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in der Mikroregion Sokolov-východ durch das Projekt? Gibt es Ihrer



*Galerie Supermarkt-WC, Sokolov*

Meinung nach bereits ein besonders gelungenes Beispiel für die Transformation durch das Projekt?

**LŘ:** Mehrwerte sehen wir in der Schaffung und Organisation einer effizienten Koordinationsstruktur, der Unterstützung des kreativen Denkens der jungen Generation, der Festlegung des Rahmens für den KKW-Raum sowie der Erhöhung der politischen Aufmerksamkeit und des Engagements in der Region Karlovy Vary. Wir haben ein erfolgreiches Beispiel einer Galerie namens Supermarkt-WC, die Wegbereiter unterstützt, das Design-Thinking entwickelt und ein Treffpunkt für die KKW-Community ist.

**JK:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**LŘ:** Die Stadt Sokolov.

**JK:** Frau Říhová, wir danken Ihnen für das Gespräch.



Interview mit Julia Pohn & Gisa Schosswohl | Creative Region Linz & Upper Austria (Oberösterreich)

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Frau Pohn, Frau Schosswohl, Sie sind verantwortlich für das INDUCCI-Projekt in Linz. Warum ist Oberösterreich und insbesondere Linz ein Partner in dem Projekt? Wie wurde Linz zu einer traditionellen Industrieregion Österreichs?

**Julia Pohn, Gisa Schosswohl (JP, GS):** Linz hat ein langjähriges Image als Industriestadt und Stadt des Stahls. Infolgedessen sind große Industrieunternehmen auch heute noch in Linz ansässig. Gute Beispiele dafür sind die Voestalpine AG oder die Chemie Linz. Aus wirtschaftlicher Sicht repräsentieren sie bis heute eine Vielzahl von Arbeitsplätzen und natürlich branchenbezogene Unternehmen.

**JK:** Welche Projekte wurden bereits in Linz von InduCCI initiiert? Welche wird es noch geben? Gibt es schon erste Ergebnisse?

**JP, GS:** Die Pilotaktionen des InduCCI-Projekts beginnen im Sommer dieses Jahres. Bisher wurden noch keine Maßnahmen umgesetzt.

**JK:** Welchen Mehrwert sehen Sie für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Ihrer traditionellen Industrieregion durch das Projekt? Gibt es Ihrer Meinung nach bereits ein besonders erfolgreiches Beispiel für eine Transformation durch das Projekt?

**JP, GS:** Seit der Gründung der Ars Electronica und der Cloud of Sound im Jahr 1979 hat Linz – Europas Kulturhauptstadt 2009 – beeindruckende Fortschritte als Vorreiter und internationale Hochburg für Medienkunst und digitale Kompetenz gemacht. Das jährliche Ars Electronica Festival und der Prix Ars Electronica präsentieren und ehren herausragende Leistungen und geben der Medienkultur weltweit entscheidende Impulse. Das Ars Electronica Center und Futurelab treiben Innovationen in Forschung und Entwicklung sowie in der Bildung in der gesamten Region voran. Die Stadt konzentriert sich heute darauf, einen ehemaligen Industriestandort im Herzen der Innenstadt in ein Zentrum der Kreativwirtschaft zu verwandeln: den Campus der Linzer Tabakfabrik mit der Kreativregion Linz und





*Tabakfabrik Linz,  
Zentrum der Kreativwirtschaft und  
Digitalisierung*

dem oberösterreichischen Entwicklungsunternehmen für Kreativwirtschaft. Eine weitere Priorität auf der Agenda der Stadt ist es, Europas erste Open Commons-Region zu werden. Linz ist die Heimat zahlreicher Bildungs- und Forschungseinrichtungen, die sich mit Medienkunst, digitaler Kultur- und Kreativwirtschaft beschäftigen und so die notwendige Konzentration hervorgebracht haben, um ein einzigartiges Biotop für Innovation und Kreativität hervorzubringen. 2017 wurde Linz von der Europäischen Kommission als Nummer 2 der führenden Kreativstädte ausgezeichnet. Dies ist das Ergebnis der Vermischung seines industriellen Erbes mit dem Ansatz der kreativen Städte.

**JK:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**JP, GS:** Die Kreativregion (CREARE), eng verbunden mit der Tabakfabrik Linz als kreativem Hotspot.

**JK:** Wir danken Ihnen beiden für das Gespräch.



Interview mit Frank Maleszka | Stebo Kompetenzzentrum für Gemeinschafts-entwicklung (Provinz Limburg, Belgien)

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Herr Maleszka, Sie sind für das INDUCCI-Projekt in Limburg verantwortlich. Warum ist Belgien und insbesondere Limburg Partner des Projekts?

**Frank Maleszka (FM):** Limburg wird nicht als attraktiver Standort für die Kultur- und Kreativwirtschaft gesehen, obwohl die politischen Entscheidungsträger bereit sind, in das Thema zu investieren. Innerhalb von InduCCI engagiert sich Stebo für die Bereitstellung von institutionellen Rahmenbedingungen und Netzwerken und unterstützt eine bessere Abstimmung zwischen Gemeinden und der KKW. Wir bauen auf unserer Erfahrung bei der soziokulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung auf, indem wir neue Ansätze für die Region an den sich wandelnden industriellen Kontext einbringen.

**JK:** Wie wurde die Provinz Limburg zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Belgiens?

**FM:** Nach der Entdeckung der Kohle im Jahr 1901 wurden die wirtschaftlichen Wurzeln der Region durch die Bergbauindustrie definiert. Heute gibt es in der Region sechs ehemalige Bergbaugebiete. Nach der Schließung der Bergwerke in den 1950er bis 1990er Jahren wurden neue Industrieanlagen gegründet, das Ford-Werk, das Philips-Gelände und im Textilsektor. Mit der Schließung des Ford-Werks 2014 zwang eine neue Krise zu Lösungen, eine war die Investition in die KKW als Quelle für Innovation und zur Schaffung von Arbeitsplätzen.

**JK:** Welche Projekte wurden bereits von InduCCI in Limburg initiiert? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**FM:** Wir schaffen ein freundliches Ökosystem (Standort, Gemeinde, Coaching) für lokale und großstädtische Kultur- und Kreativwirtschaft. In dieser Hinsicht werden Limburg und seine Pull-Faktoren aktiv gefördert und die Einwohner in ein Umdenken über den industriellen Wandel und dessen Auswirkungen auf ihr Leben einbezogen.



**JK:** Welchen Mehrwert sehen Sie für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Limburg durch das Projekt? Gibt es Ihrer Meinung nach bereits ein besonders erfolgreiches Beispiel für die Transformation durch das Projekt?

**FM:** Indem wir relevante Akteure als Teilnehmer in Fokusgruppen und als Interessenvertreter in Pilotaktionen zusammenbringen, werden wir in der Lage sein, innovative Modelle der Zusammenarbeit zwischen der KKW, der Wirtschaft und der Gesellschaft zu entwerfen und zu testen. Die Projektergebnisse werden wertvolle Empfehlungen für die Regionalentwicklung liefern und die Rolle der KKW in der Regionalentwicklung beschreiben.

**JK:** Was ist das Herzstück Ihrer Region?

**FM:** Inkubator

**JK:** Herr Maleszka, wir danken Ihnen für das Gespräch.



Interview mit Susan Endler | Chemnitzer Wirtschaftsförderungs- und  
Entwicklungsgesellschaft

# InduCCI

geführt von Jürgen Kabus, Industriemuseum Chemnitz

**Jürgen Kabus (JK):** Frau Endler, warum ist Chemnitz Partner im Projekt?

**Susan Endler (SE):** Chemnitz ist in Bewegung. Es geht in der Stadt stets um Um- und Aufbrüche, sowohl in der Gesellschaft als auch in der Wirtschaft. Wir können mit guten Beispielen für gelungene Transformationen Vorbild sein, und wir haben Lust auf den transnationalen Austausch und das Lernen von anderen Regionen, die ähnliche strukturelle Erfahrungen gemacht haben. Denn das hält uns in Bewegung.

**JK:** Wodurch wurde Chemnitz zu einer traditionellen Industrieregion innerhalb Deutschlands?

**SE:** Textil und Maschinen. Diese beiden Industriezweige prägten die Chemnitzer Wirtschaft über Jahrhunderte. Eine günstige Lage entlang verschiedener Handelswege, historische Fügungen wie die Erteilung des Bleichprivilegs von 1357 und innovative Bildungsmöglichkeiten ebneten den Weg zu einem Industriezentrum. Diese Entwicklung spiegelt sich auch im Gesicht der Stadt: Prachtvolle Unternehmervillen und Gründerzeitviertel sowie Fabrikhallen, die heute als Museen, Kulturareale, Restaurants, Lofts und zum Arbeiten genutzt werden, finden sich neben sozialistisch geprägten Karrees und jungen Bauten international renommierter Architekten.

**JK:** Welche Projekte konnten in Chemnitz durch InduCCI bereits angeschoben werden? Welche wird es noch geben? Gibt es bereits erste Ergebnisse?

**SE:** Wir werden innerhalb des Projektverlaufs konkrete Pilotaktionen durchführen, die unsere etablierten Formate wie z. B. das RAW Festival der Industriekultur oder unser Branchen-Crossover Treffen C-TOWN 360° ergänzen. Weiterhin haben wir mit verschiedenen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Kultur und Verwaltung eine sogenannte regionale Fokusgruppe gebildet, in der die InduCCI-Projektinhalte diskutiert und weiterentwickelt werden.





*Areal Wirkbau  
Chemnitz, 2019*

**JK:** Welchen Mehrwert für die Entwicklung der Kultur- und Kreativwirtschaft in Chemnitz sehen Sie durch das Projekt? Gibt es aus Ihrer Sicht durch das Projekt schon ein besonders gelungenes Beispiel für Transformation?

**SE:** Die Anknüpfung an Ideen und Projekte, die bereits existieren und der Austausch mit internationalen Partnern bringen Schwung und Inspiration für Neues. Zudem entwickeln wir Formate, in denen die Akteure der etablierten Industrien und der KKW in konkreten Projekten zusammenarbeiten. Einen Mehrwert für die Szene und die Stadt sehen wir auch durch die Fokusgruppe, in welcher zur Vernetzung und zum Austausch angeregt wird.

**JK:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**SE:** Industrie

**JK:** Frau Endler, wir danken Ihnen für das Gespräch.



Interview mit Ferenc Csák

# Chemnitz bewirbt sich als „Europäische Kulturhauptstadt 2025“

geführt von Dr. Oliver Brehm, Industriemuseum Chemnitz

**Dr. Oliver Brehm (OB):** Was genau ist eine „Europäische Kulturhauptstadt“?

**Ferenc Csák (FC):** Seit 1985 wird der Titel „Europäische Kulturhauptstadt“, bis 1999 „Kulturstadt Europas“, jährlich von der Europäischen Union an zwei bis drei Städte verliehen. Titeltragende Städte treten traditionell für kulturelle Vielfalt, gegenseitiges Verständnis und Austausch ein. Insgesamt drei deutsche Städte trugen den Titel, im Jahr 1988 West-Berlin, 1999 Weimar und 2010 Essen und das Ruhrgebiet mit RUHR.2010.

Die „Europäische Kulturhauptstadt 2025“ wird im Jahr 2020 nach einem mehrstufigen Bewerbungsverfahren vom Rat der Europäischen Union ernannt. Im Jahr 2025 werden Deutschland und Slowenien jeweils eine europäische Kulturhauptstadt stellen.

Kulturhauptstadt – das ist kein Zustand, das ist ein Prozess, von einer Bewerbung zu einer Bewegung – ein Transformationsprozess, der die Stadt in Europa zur europäischen Stadt werden lässt. Es geht in erster Linie nicht darum, was eine Stadt schon hat, sondern wie sie sich über das Kulturhauptstadtjahr hinaus entwickeln kann – mit Kunst und Kultur als einem treibenden Motor für langfristige Entwicklung.

**OB:** Chemnitz hat die erste Phase der Bewerbung um den Titel „Europäische Kulturhauptstadt“ erfolgreich bestanden. Wie geht es weiter?

**FC:** Um Kulturhauptstadt 2025 zu werden, muss sich Chemnitz auf nationaler Ebene gegen vier weitere Bewerberstädte durchsetzen, die auf die sogenannte „Shortlist“ gekommen sind. Aufgrund der Corona-Krise wurde der anstehende Termin für die Abgabe des zweiten, 100-seitigen Bewerbungsbuches auf den 21. September verschoben. Das räumt dem Bewerbungsteam Zeit ein, mit europäischen Partnern und regionalen Künstlern in Kontakt zu kommen und Veranstaltungen durchzuführen, was aufgrund der zahlreichen Einschränkungen in den letzten Wochen nur bedingt möglich war. Am 22. Oktober besucht die Jury die Stadt und am 26. Oktober präsentiert Chemnitz die Bewerbung in Berlin vor der europäischen Jury. Die finale Entscheidung, welche Stadt den Titel tragen darf, wird am 28. Oktober bekannt gegeben.



**OB:** Was bedeutet Industriekultur für Sie?

**FC:** Aufgrund ihres hohen Stellenwerts für die Chemnitzer und Chemnitzerinnen ist Industriekultur ein gesondertes Themenfeld der Kulturstrategie 2018 bis 2030. Industriekultur beschäftigt sich mit der Wechselwirkung von Industrie und Mensch sowie mit den unterschiedlichsten Lebensbereichen wie Arbeit, Religion, Ethik, Kunst und Design, Architektur bis hin zu Stadtentwicklung, Umwelt und Ökologie. Diese Beziehungen erzählen viel Spannendes über unsere Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Es geht um die Auseinandersetzung mit Kulturerbe als einem zentralen Aspekt der Identität von Chemnitz, die uns über die Stadt hinaus mit der Region und über die Landesgrenzen hinweg mit Europa und der Welt in Verbindung bringt.

**OB:** Wie würden Sie die Entwicklung der Region Chemnitz beschreiben und welche Rolle spielt dabei die Industrialisierung?

**FC:** Das Erzgebirge spielt in der über 800-jährigen Geschichte des Bergbaus eine entscheidende Rolle. Die Menschen im Erzgebirge entwickelten Organisationsformen und Technologien, welche die Wirtschaft, staatliche Systeme und gesellschaftliche Umbrüche wie die industrielle Revolution in ganz Europa entscheidend prägten. Im Jahr 2019 wurde die Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří in die UNESCO-Welterbe-Liste aufgenommen.

Heute gibt es zahlreiche Ansätze in der Region, ehemalige Industriegebäude und -areale mit innovativen, wirtschaftlichen oder kulturellen, Nutzungsformen neu zu beleben. Ein Beispiel ist der „Speicher“ in Zwönitz, dessen Gebäude vom Chemnitzer Architekturbüro Zapp & Basarke für die Buntweberei Alois Wetzel entworfen wurde. Ab dem Jahr 2023 wird der Speicher nach aufwändiger Sanierung im Rahmen der bundesweiten „Smart-City-Modellkommunen“ das „Innovations- und Gründerzentrum Erzgebirge“ beherbergen.

**OB:** Was ist für Sie eine Maschine?

**FC:** Eine künstlerisch-künstliche Vorrichtung eines Menschen. Laut Technikphilosoph Ernst Kapp sind die kulturell entwickelten Technologien als „Organprojektionen“ oder funktionale Auslagerungen zu verstehen. In der Technik versteht der Mensch zuallererst sich selbst, weil er sich in der Technik begegnen kann. Indem der Mensch die Technik erfindet, gelangt er zum Selbstbewusstsein und trägt zum Selbstbildnis bei.

Auch der kreative schöpferische Akt eines Künstlers geschieht mit Hilfe von Technik und Maschinen. Die Reflexion über die „Invasion der Maschinen in unserem Leben“ so der Kulturtheoretiker Martin Burckhardt, ist oft ein Bestandteil des Kunstwerks selbst.

**OB:** Welche Rolle spielen Maschinen in Ihrem Leben?

**FC:** Ob Auto fahren, arbeiten oder kochen – Maschinen sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Wir sind quasi überall auf Schritt und Tritt von Maschinen umgeben und auf eine verstärkte Interaktion mit ihnen angewiesen.

**OB:** Boom – Wo boomt es bis 2025 in Chemnitz?

**FC:** Überall dort, wo Menschen sich begegnen und gemeinsam kreativ werden, in den Parks und am Flussufer, auf den Spielplätzen und in den Vereinen.

**OB:** Was wünschen Sie Chemnitz?

**FC:** Ich wünsche Chemnitz vor allem Mut für mehr Gespräche, Begegnungen und neue Freundschaften mit seinen europäischen Nachbarn, und, dass diese hier und jetzt in kleinen Schritten beginnen: bei den Begegnungen um die Ecke in der beliebten Eisdielen, bei Fußballspielen oder Vereinstreffen oder bei Konzerten.

**OB:** Was wünschen sie der Industriekultur?

**FC:** Der Industriekultur wünsche ich mehr Sichtbarkeit und Transparenz auch für kleine authentische Orte in Chemnitz und der Region. Die große Schatztruhe, die mit der 4. Sächsischen Landesausstellung und durch das Jahr der Industriekultur 2020 geöffnet wird, sollte möglichst in ein nachhaltiges Netzwerk, der Zusammenarbeit zwischen Bürgergesellschaft, Tourismus, Forschungseinrichtungen und Kunst- und Kultureinrichtungen wie Museen, Bibliotheken, Archive, Stadteilkultur, Kunst im öffentlichen Raum und Kultur- und Kreativwirtschaft münden. Die Industrieorte sollten für Jung und Alt erlebbar werden, als innovative Produktionsstandorte, interaktive Begegnungs- und Kulturzentren und attraktive Reise- und Besucherziele.

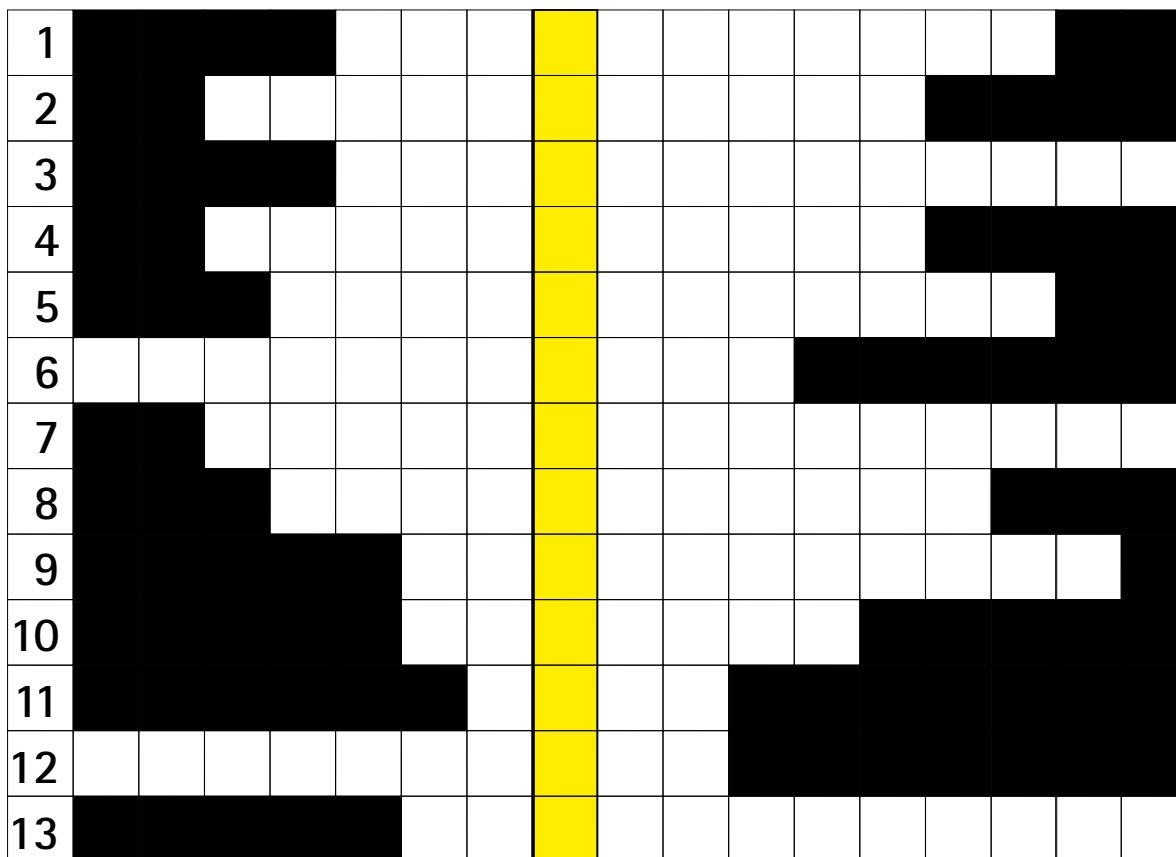
**OB:** Was ist das Herz Ihrer Region?

**FC:** Es sind die vielen tollen Menschen, ihre Verbundenheit und ihre Leidenschaft, sich für ihren Ort und das industriekulturelle Erbe einzusetzen und Bräuche und Traditionen zu leben.

**OB:** Herr Csák, ich danke Ihnen sehr herzlich für das Gespräch.



## Gewinnspiel – Exponate gesucht!



- 1) produziert eine kalte Leckerei
- 2) metallisches Objekt, mit dem man ein Bier temperieren kann
- 3) macht Omas Wäsche glatt
- 4) gefräßig aber nicht gefährlich – nichts für Vegetarier
- 5) mechanische Rechenmaschine nach dem Prinzip der Leibniz-Maschine
- 6) zur Wäschepflege – früher mit Kohle jetzt mit Strom
- 7) häckselt ein schmales grünes Gemüse
- 8) man nutzt es, um ein knuspriges Gebäck herzustellen
- 9) Open-Source-Delta-3D-Drucker
- 10) Bezeichnung für einen künstlichen Menschen, der Bewegungen scheinbar selbstständig ausführt
- 11) macht die Haare schön
- 12) Mobiltelefon mit integrierten Computer-Funktionalitäten
- 13) schnaufte im 19. Jahrhundert in den Fabriken

Sind alle Exponate gefunden, so ergibt sich in den gelben Feldern das Lösungswort.

Senden Sie dieses bis zum 1. November 2020 an die Redaktion der Transmission:

per E-Mail: [transmission@saechsisches-industriemuseum.de](mailto:transmission@saechsisches-industriemuseum.de)

oder an unsere Postadresse.

Zu gewinnen gibt es:

- drei Kataloge „25 Jahre Industriemuseum Chemnitz“
- drei Familienfreikarten für den Museumsbesuch
- kleine Werbeartikel zum MaschinenBoom.

Die Gewinner werden schriftlich benachrichtigt und in der nächsten Ausgabe der Transmission veröffentlicht.

# Jahr der Industriekultur in Sachsen



## Jahreshöhepunkte

### 4. Sächsische Landesausstellung: Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen

11. Juli – 31. Dezember 2020  
Zwickau sowie weitere Schauplätze | [boom-sachsen.de](http://boom-sachsen.de)

Die Landesausstellung ist der große Höhepunkt des Jahres der Industriekultur. Sie präsentiert die Region Südwestsachsen als bedeutendes Zentrum der europäischen Industrialisierung. Die Zentralausstellung im Audi-Bau Zwickau zeigt ein breites kulturhistorisches Panorama der sächsischen Industrielentwicklung. Parallel dazu finden an sechs authentischen Orten der sächsischen Industriegeschichte in Zwickau, Chemnitz, Freiberg, Oelsnitz/Erzgebirge und Crimmitschau Schauplatzausstellungen statt.



*Bergaltar (Ausschnitt Mitteltafel), 1520/21, St. Annenkirche Annaberg-Buchholz*



*Grafik eines Teils der neuen Dauerausstellung*

### Energiefabrik Knappenrode – Wiedereröffnung

16. Oktober 2020  
Knappenrode | [saechsisches-industriemuseum.de](http://saechsisches-industriemuseum.de)

Die Energiefabrik Knappenrode ist mit ihren beeindruckenden historischen Anlagen ein Industriedenkmal von nationalem Rang. 1918 in Betrieb gegangen, bestimmte das Klackern ihrer Brikettpressen bis zur Stilllegung 1993 den Rhythmus einer ganzen Region. Für den derzeit laufenden Umbau des Industriedenkmalms stellen Bundesregierung und Freistaat Sachsen knapp 2,4 Millionen Euro bereit. 2020 wird die Energiefabrik als modernes Museum mit außergewöhnlichen Veranstaltungsformaten wieder ihre Pforten öffnen. Dann wird eine neue, moderne Dauerausstellung die Geschichte des alten Reviers erzählen.

## Tage der Industriekultur Leipzig

3. – 6. September 2020

Leipzig | [industriekulturtag-leipzig.de](http://industriekulturtag-leipzig.de)

Bereits zum 8. Mal veranstaltet der Industriekultur Leipzig e. V. 2020 die Tage der Industriekultur. Geboten wird ein breit gefächertes Programm aus zahlreichen Veranstaltungen – von der Stadtteil- bis zur Betriebsführung in und um Leipzig. Einen besonderen Akzent setzt die Auftaktveranstaltung am 2. September 2020 im Leipziger Kunstkraftwerk, deren programmatischer Fokus auf der Vergangenheit und Zukunft von Arbeit liegen wird.



Bergbau-Technik-Park im Leipziger Neuseenland

## Tage der Industriekultur Chemnitz – Zwickau – Erzgebirge

14. – 27. September 2020

Chemnitz, Zwickau, Erzgebirge | [industriekultur-chemnitz.de](http://industriekultur-chemnitz.de)

Die Tage der Industriekultur 2020 versprechen ein einzigartiges Festival zwischen Vergangenheit und Zukunft. Im Rahmen der „Frühschicht“ können Kindergarten- und Grundschulkinder Betriebe der Region altersgerecht und spielerisch entdecken. Die „Spätschicht“ gewährt Erwachsenen exklusive Einblicke in die Produktionsabläufe zahlreicher Unternehmen in der Region Chemnitz, Zwickau und Erzgebirge, die Werksführungen und Gesprächsmöglichkeiten anbieten. Das RAW-Festival als dritter Bestandteil der Tage der Industriekultur verwandelt anlässlich des Themenjahres die beiden Chemnitzer Schauplätze der 4. Sächsischen Landesausstellung in spektakuläre Event-Locations.



RAW-Festival, 2019

## ibug 2020 – Festival für urbane Kunst

August/September 2020

Überraschungsort | [ibug-art.de](http://ibug-art.de)

Das Kulturfestival ibug (kurz für Industriebrachenumgestaltung) verbindet gekonnt Urban Art mit Industriekultur. Veranstaltungsorte der ibug sind jährlich wechselnde Industriebrachen Sachsens, die von Kunstschaffenden aus der ganzen Welt binnen einer Woche in ein Gesamtkunstwerk verwandelt werden. Es entstehen Bilder, Fresken, Installationen sowie Gartenparcours. Umrahmt wird das Festival von einem Musik- und Filmprogramm. 2019 waren knapp 100 Kreative an der künstlerischen Brachenrevitalisierung des vogtländischen Bahnbetriebswerks Reichenbach beteiligt. Das Ergebnis lockte mehr als 10.000 Besucher aus dem gesamten Bundesgebiet an.



## Museum ZeitWerkStadt

Ab Frühjahr 2021

Frankenberg | [zeit-werk-stadt.de](http://zeit-werk-stadt.de)

## Maker Faire Sachsen

Versoben auf 1. – 2. Mai 2021

Chemnitz | [maker-faire-sachsen.de](http://maker-faire-sachsen.de)



# Jahr der Industriekultur in Sachsen

## Tuchfabrik Gebr. Pfau Crimmitschau



*Besucherinnen und Besucher während einer Führung in der Zwirnerei*

Zur 4. Sächsischen Landesausstellung ist die Tuchfabrik Gebr. Pfau in Crimmitschau der Schauplatz TextilBoom. Dafür wurden die Räume im Spinnereigebäude neu gestaltet. Ein Highlight ist der Spinnsaal der Fabrik mit seinen Selfaktoren, der von Besuchern selbstständig besichtigt werden kann. Im Erdgeschoss wurde ein großzügiger Eingangsbereich mit Empfang, Garderobe und Café eingerichtet. Dort starten auch die Führungen durch die Produktionssäle der Tuchfabrik. Die Gästeführer des Museums erläutern bei einem Rundgang durch die Fabrik die Herstellung von Stoffen von der Faser bis zum fertigen Tuch und führen dabei die original erhaltenen Maschinen vor. Außerdem gibt es einen neuen Rundgang auf dem Außengelände mit Informationen zu den Gebäuden und zu besonderen Themen wie z. B. der Energieversorgung der Fabrik. Dazu gehört das Maschinenhaus mit einer Dampfmaschine, die aufwendig restauriert wurde und nun vorführbar ist.

TextilBoom. wird am Wochenende des 11./12. Juli 2020 eröffnet. Im Zeitraum der Landesausstellung bietet die Tuchfabrik Gebr. Pfau ein Begleitprogramm an. Jeweils am ersten Samstag im Monat findet um 14 Uhr eine Industriekultur.Rallye statt. Mit Hilfe von GPS-Geräten können sich Neugierige auf eine Erkundungstour durch Crimmitschau begeben und Orte der Industriekultur entdecken. Die Teilnahme an einer Rallye am Samstag ist im Jahr der Industriekultur kostenfrei. Gruppen können weitere Termine nach Wunsch beim Museum buchen. Außerdem wird eine Reihe von Workshops angeboten, um Interessierten die Vielfalt der Textilien und ihrer Herstellung näher zu bringen. So gibt es Schnupperkurse zu den Themen Filzen, Makramee, Klöppeln und Sticken.





*Teilnehmer einer Industrie.Kultur.Rallye Crimmitschau*

Wegen der Corona-Pandemie werden vom Museum verschiedene Vorkehrungen getroffen, um die Besucherinnen und Besucher zu schützen. Es kann dabei zu Einschränkungen kommen.

Aktuelle Informationen zu Terminen, Veranstaltungen und Führungen finden Sie auf der Homepage der Tuchfabrik Gebr. Pfau.

## Programmpunkte 2020

TextilBoom.

11. Juli – 31. Dezember 2020

Öffnungszeiten:

Mi bis So, Feiertage: 10 bis 17 Uhr

Fabrikführungen: 11 und 14 Uhr

Begleitprogramm:

11./12. Juli Eröffnungswochenende TextilBoom.

1. August Industrie.Kultur.Rallye Crimmitschau

5. September Industrie.Kultur.Rallye Crimmitschau

13. September Tag des offenen Denkmals

26. September Tag der Industriekultur

3. Oktober Industrie.Kultur.Rallye Crimmitschau

25. Oktober „Whisky & Folk. Eine Weltreise für Genießer mit Linda Trillhaase“

Sächsisches Industriemuseum  
Tuchfabrik Gebr. Pfau Crimmitschau  
Leipziger Str. 125 | Eingang Sahntalstraße  
08451 Crimmitschau



Tel.: 03762 931939

E-Mail: [crimmitschau@saechsisches-industriemuseum.de](mailto:crimmitschau@saechsisches-industriemuseum.de)

[www.saechsisches-industriemuseum.de](http://www.saechsisches-industriemuseum.de)

# Jahr der Industriekultur in Sachsen

## Zinngrube Ehrenfriedersdorf

Das Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf begeht in diesem Jahr sein 25-jähriges Jubiläum.



*Auf Mineraliensuche*



*Stollen in über 100 m Tiefe*



*Gesteinsbestimmung*



*Arschledersprung bei der Erlebnisführung Bergmann ehrenhalber*

Wegen der Corona-Pandemie werden vom Museum verschiedene Vorkehrungen getroffen, um die Besucherinnen und Besucher zu schützen. Es kann dabei zu Einschränkungen kommen.

Aktuelle Informationen zu Terminen, Veranstaltungen und Führungen finden Sie auf der Homepage der Zinngrube Ehrenfriedersdorf.

## Programmpunkte 2020

20. Juli – 28. August

Sommerferien-Programm „Oma, Opa, Enkelkind“

täglich fünf Bergwerksführungen (Di-So)

19. September | 13 Uhr

Geologische Sonderführung

3. Oktober | 13 Uhr

Familiennachmittag mit Bastel- und Malwettbewerb „Der letzte Hunt“

ab 6. Oktober | 19 Uhr

Nordic-Walking-Lehrgang im Bergwerk

18. Oktober | 10–15 Uhr

Tag des traditionellen Handwerks

Tag der offenen Tür in unserer Edelsteinschleiferei

Sonderführungen „Agricola und die Ehrenfriedersdorfer Radpumpe“

mit Mineraliensuche für unsere Bergzwerge

19. – 30. Oktober

Herbstferien-Programm

täglich fünf Bergwerksführungen (Di-So)

7. November – 8. November

Sonderführungen „Eisenbahn im Bergwerk“

20. November | 21–1 Uhr

Ehrenfriedersdorfer Nachtschicht

Abenteuerführung durch den Altbergbau mit Bergmannsvesper

Sächsisches Industriemuseum

Zinngrube Ehrenfriedersdorf

Am Sauberg 1

09427 Ehrenfriedersdorf

Tel.: 037341 2557

E-Mail: [ehrenfriedersdorf@saechsisches-industriemuseum.de](mailto:ehrenfriedersdorf@saechsisches-industriemuseum.de)

[www.saechsisches-industriemuseum.de](http://www.saechsisches-industriemuseum.de)



# Jahr der Industriekultur in Sachsen

## Energiefabrik Knappenrode

Modernste Ausstellungswelten aus Licht, Metall und Glas treffen auf backsteinrote Industriekultur: Die Energiefabrik Knappenrode präsentiert sich ab Oktober 2020 ganz neu.

Die neue Dauerausstellung hinter der historischen Fassade der mehr als 100-jährigen Brikettfabrik zeigt erstmalig, wie sich das Lausitzer Braunkohlerevier entwickelt hat – von den ersten vorindustriellen Spatenstichen zur zukunfts-gewandten Urlaubs- und Energieregion. Die denkmalgeschützte Bausubstanz der Energiefabrik dient als imposante Kulisse auf dem Weg durch die Zeit. Brikettfabrik und Werksiedlung werden zum Symbol für die Geschichte von Aufschwung, Verlust und Hoffnung einer ganzen Region. Persönlichkeiten aus der Vergangenheit begleiten den Besucher als lebensgroße Projektionen auf Glas durch die Ausstellungsräume. In Etappen geht es vom Wirtschaftsboom der Braunkohle zu Beginn des 20. Jahrhunderts über zwei Weltkriege und Nachkriegskrise sowie der Rolle als Energiezentrale der DDR bis hin zur Gestaltung des Lausitzer Seenlands und aktuellen Fragen der Energiewende. Dabei stehen immer die Menschen und ihr Bezug zu Kultur, Tradition, Politik und Arbeit im Fokus. Besucher erleben die Zeitreise mit allen Sinnen – können am Energielabortisch spielen, authentische Exponate bestaunen, die Demontage der Maschinen nach dem Zweiten Weltkrieg hören oder interaktiv die Entwicklung der Werksiedlung begleiten. Hoch oben über den Dächern der Fabrik bietet die neue Aussichtsplattform einen Panoramablick über die sich wandelnde Landschaft.



### Fabrik.Erlebnis.Rundgang

Das Konzept der erlebbaren Geschichte setzt sich auf dem Fabrik.Erlebnis.Rundgang fort. Auf dem überarbeiteten Weg durch die Fabrik kommen ehemalige Arbeiterinnen und Arbeiter zu Wort und zwischen original erhaltenen Sieben, Trocknern und Pressen hängt noch immer der Geruch von Kohlestaub und Maschinenöl. Auf dem ehemaligen Betriebsgelände kann der Weg der Braunkohle anhand von authentischen Tagebaugroßgeräten und Entwässerungstechnik, Tiefbaustrecken und Schienenfahrzeugen nachempfunden werden.

### Spielwelten & Auftanken

Sowohl in der Ausstellung als auch auf dem Außengelände kommen kleine Kumpel bei Mitmachangeboten, Labyrinth, Tunnelrutsche und Findlingspyramide auf ihre Kosten. Wer nach so viel Geschichte und Geschichten eine kleine Pause braucht, kann sich im Bistro im neuen Foyer zwischen den Bo(o)ten der neuen Landschaft stärken. Auftanken können übrigens nicht nur Besucher, sondern auch Autos und Fahrräder. Denn für sie gibt es auf dem neuen Parkplatz Lade-stationen. Bevor es wieder nach Hause geht, findet sich im Museumsshop Schönes und Informatives rund um Kohle, Bergbau und die Lausitz.



Wegen der Corona-Pandemie werden vom Museum verschiedene Vorkehrungen getroffen, um die Besucherinnen und Besucher zu schützen. Es kann dabei zu Einschränkungen kommen.

Aktuelle Informationen zu Terminen, Veranstaltungen und Führungen finden Sie auf der Homepage der Energiefabrik Knappenrode.

## Programmpunkte 2020

16. Oktober

Wiedereröffnung der Energiefabrik

4. Dezember | 10 Uhr

Barbara-Andacht



Sächsisches Industriemuseum  
Energiefabrik Knappenrode  
Werminghoffstraße 20  
02977 Hoyerswerda OT Knappenrode  
Tel.: 03571 6095540  
E-Mail: [knappenrode@saechsisches-industriemuseum.de](mailto:knappenrode@saechsisches-industriemuseum.de)



[www.saechsisches-industriemuseum.de](http://www.saechsisches-industriemuseum.de)  
[www.facebook.com/energiefabrik](https://www.facebook.com/energiefabrik)

# Jahr der Industriekultur in Sachsen

## Tipps

### Ausstellung: Otto Spamers Bücherfabrik. Sachbuchwelten für die Jugend

6. Februar – 4. September 2020 (Verlängerung geplant)  
Mo 9–18 Uhr, Di–Fr 9–16 Uhr  
Schulmuseum Leipzig | Goerdelerring 20, Leipzig

Die Ausstellung beleuchtet erstmals einen der wichtigsten Großunternehmer der Buchstadt Leipzig, dessen Geburtstag sich 2020 zum 200. Mal jährt: Otto Spamer. Der Geschäftsmann gründete 1847 seinen Verlag, der bald expandierte und zu den größten des Kaiserreichs zählte. Die beliebten Titel erzielten Auflagen in Millionenhöhe. Im Zentrum der Ausstellung stehen prachtvoll illustrierte Sachbücher für Kinder und Jugendliche.

Sie vermittelten Wissen mit hohem Anschauungsgrad auf ausgezeichnetem grafischem Niveau in massenhafter Verbreitung – entwickelt in Leipzig.

### Ausstellung: Das Auge des Fotografen. Industriekultur in der deutschen Fotografie seit 1900

8. März – 6. September 2020  
Museum für Druckkunst | Nonnenstraße 38, Leipzig

Die Vielfalt von Industriekultur spiegelt sich hervorragend in der Fotografie. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentieren Fotografen die sich rasch verändernde industrielle Gesellschaft und setzen dabei Mensch, Handwerk und Architektur in Beziehung. Das Museum für Druckkunst ist als authentischer industriekultureller Ort Ausgangspunkt für eine Reise durch die deutsche Fotografie seit 1900 bis heute. Der Fokus liegt dabei vor allem auf zwei bedeutenden Industriezentren: Mitteldeutschland und dem Ruhrgebiet. Gezeigt werden über 80 Fotografien u. a. aus dem Atelier Hermann Walter, von Evelyn Richter, Hans Finsler sowie zeitgenössische Positionen und bisher unbekanntes Aufnahmen aus sächsischen Archiven.

### Ausstellung: Am Küchentisch: Heimarbeit und Hausindustrie im Wandel der Zeit

3. Juli – 15. November 2020  
Di – So 14–17 Uhr  
Esche-Museum | Sachsenstraße 3, Limbach-Oberfrohna

Heimarbeit in der Region um Limbach-Oberfrohna wird als Industrie-Zulieferer und als Vorläufer der industriellen Entwicklung thematisiert.

### Industrie.Kultur.Rallye Crimmitschau

jeweils 1. Samstag im Monat 14–17 Uhr  
Tuchfabrik Gebr. Pfau | Leipziger Straße 125, Crimmitschau

Erkunden Sie Crimmitschau auf eine ganz besondere Art und Weise! In kleinen Gruppen begeben Sie sich auf die Spurensuche zur industriekulturellen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Stadt. Mit Hilfe von GPS-Geräten steuern Sie interessante Orte an und erfahren viel Wissenswertes über die Geschichte der Textilstadt.

## Ausstellung: Fix voran mit Frontantrieb – 90 Jahre DKW–Rennwagen

7. Februar – 4. Oktober

Die–So 10–17 Uhr

Museum für sächsische Fahrzeuge Chemnitz e. V. | Zwickauer Straße 77, Chemnitz

„Kenner fahren DKW“ – das wusste früher jedes Kind. Auch Rennfahrer setzten gern auf die Zschopauer Marke und erlangten beeindruckende Erfolge. Die Sonderausstellung zeigt, dass der sächsische Automobil- und Motorradhersteller DKW Motorsport nicht nur als Testfeld für neue Technologien nutzte, sondern auch als geschickt gewählte Marketingstrategie einsetzte. Von Frontantrieb und Zweitaktmotor im Automobil mussten die Käufer in den 1920ern erst überzeugt werden. Warum also nicht bei Autorennen beweisen, wie schnell und zuverlässig diese Technik funktioniert? Ab 1930 beteiligten sich das Werk und auch Privatfahrer erfolgreich bei verschiedensten Rennen. Mit speziellen Rekordwagen von Freiherr von Koenig-Fachsenfeld errang DKW im selben Jahr schon 12 Weltrekorde. Auch nach dem Zusammenschluss zur Auto Union setzte sich die Erfolgsserie fort. Viele Privatfahrer nutzen die vergleichsweise günstigen Kleinwagen als Basis für Eigenbauten.

## Ausstellung: Industrie.Kultur.Bauten

2. – 20. September

Mo–Sa 10–21 Uhr, So 13–18 Uhr

Promenaden Hauptbahnhof Leipzig | Willy-Brandt-Platz 7, Leipzig

So hat man Leipzigs Industriearchitektur noch nicht gesehen. Der Leipziger Fotograf Jörg Dietrich fotografiert ganze Straßenzüge und bearbeitet sie am Computer. Die so entstandenen rund 30 linearisierten Ansichten zeigen monumentale Bauzeugnisse des Industriezeitalters aus Leipzig und Sachsen, so zum Beispiel die Buntgarnwerke oder die Konsumzentrale. Mit Blick auf Geschichte und Perspektiven der Gebäude werden so auch ehemalige Kernindustrien Leipzigs in Erinnerung gerufen. Darüber hinaus wird thematisiert, wie sächsische Bahnhöfe als Motor der Industrialisierung wirkten und wie Gründerzeit und Jugendstil unsere Städte im rasanten Wachstum jener Jahre geprägt haben.

## Dampflokomotive mit Museumszug: Goldener Herbst in der Oberlausitz – Bad Muskau

17. Oktober

Fahrtroute: Chemnitz – Riesa – Elsterwerda – Weißwasser

Diese Herbstfahrt führt in die für den Fürst-Pückler-Park bekannte Grenzstadt Bad Muskau. Von Chemnitz aus verläuft die Reise über die von Brücken gezeichnete Bankrottemeile Richtung Riesa. Danach geht es über diverse Haupt- und Nebenbahnen weiter bis Weißwasser, wo ein Umstieg auf die Waldeisenbahn erfolgt und die letzten Kilometer auf 600 mm breiten Gleisen zurückgelegt werden.

Zustiege: Chemnitz Hbf., Döbeln, Riesa

Anmeldung via Sächsisches Eisenbahnmuseum Chemnitz-Hilbersdorf e. V.

## Weitere Veranstaltungstipps:



## 33 Fragen – 33 Antworten zur Künstlichen Intelligenz



Künstliche Intelligenz ist jetzt schon allgegenwärtig – im Smartphone und darüber hinaus: Gesichtserkennung, Sprachassistenten, personalisierte Werbung, Übersetzungsprogramme, Gesundheits-Apps. Schnell wird sich diese Technologie tief in unser Leben eingraben: Wir werden Fahrzeuge auf Auto-pilot schalten, Hand in Hand mit Robotern arbeiten und immer mehr lästige Aufgaben an Maschinen übertragen. Doch auch die Gefahren sind unübersehbar: der perfekte Überwachungsstaat, autonome Kampfmaschinen, drohende Jobverluste. Können Maschinen vielleicht sogar intelligenter werden als Menschen? Ist Künstliche Intelligenz eher ein Horrorszenario oder doch die größte Verheißung der Menschheit? Antworten auf die wichtigsten Fragen bietet dieses aktuelle Buch.

Ulrich Eberl:

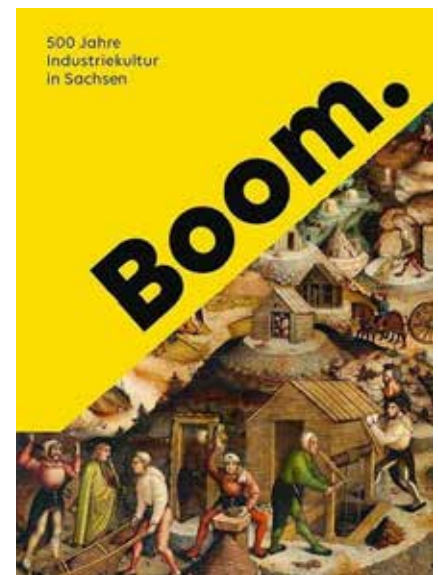
33 Fragen – 33 Antworten zur Künstlichen Intelligenz. – München: Piper-Verlag, 2020. – 128 Seiten

ISBN 978-3-492-31578-4

Preis: 10 €

## Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen

Die begleitende Publikation zur 4. Sächsischen Landesausstellung stellt unter dem Motto „Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen“ die gesamte Region Südwestsachsen als eine Wiege der europäischen Industrialisierung in den Fokus. In einem großen kulturhistorischen Panorama wird von Zwickau ausgehend die wechselvolle Geschichte von Industrie und Geld, Arbeit und Technik, Wissen und Innovation, Gesellschaft und Politik thematisiert und auf ganz Sachsen ausgeweitet. Zeitlich beginnt die Betrachtung bereits in der Epoche der Renaissance und Reformation, wo Kapital und Arbeit, Wissenschaft und Kultur sowie Gesellschaft und Politik neue und zukunftsweisende Verbindungen eingingen. Sechs weitere Schlüsselbranchen liefern authentische Einblicke in die sächsische Technik- und Industriegeschichte unter den Stichwörtern: SilberBoom., TextilBoom., KohleBoom., EisenbahnBoom., MaschinenBoom. und AutoBoom. Der Band veranschaulicht die vielseitigen Entwicklungen und Innovationen zwischen Technik und Gesellschaft. Den Kontext dazu liefern wissenschaftliche und journalistische Beiträge namhafter Autorinnen und Autoren. Sie geben Einblicke in Diskussionen, führen durch 500 Jahre sächsische Industriekultur und liefern mögliche Zukunftsvisionen für die Weiterentwicklung im Freistaat.



Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen

Dresden : Sandstein Kommunikation, 2020

384 Seiten

ISBN 978-3-95498-544-9

Preis: 29 €



## IndustrieKULTUR in Chemnitz

Chemnitz ist Industriestadt, Chemnitz ist Kulturstadt – und beides hängt eng miteinander zusammen. Das war früher so, als Chemnitzer Bürgerinnen und Bürger mit der Chemnitzer Kunsthütte den Grundstein für die städtischen Kunstsammlungen legten. Das ist auch heute so, da denkmalgeschützte Industriearchitektur das Stadtbild noch immer prägt, aber auch neue Wirtschaftsunternehmen nicht nur architektonische Schwerpunkte in der Stadt setzen. Industrie und Wirtschaft beeinflussen das Arbeits- und das Alltagsleben der Menschen – über die Räume, in denen Arbeit stattfindet, über die sozialen und ökologischen Bedingungen, unter denen sie geleistet wird, über die Produkte, die hergestellt werden, über die Angebote für Freizeit, Kultur, Sport, die auch auf die Arbeit zurückwirken. Davon handelt dieses Buch in eindrucksvollen Fotos des renommierten Chemnitzer Fotografen Dirk Hanus.



IndustrieKULTUR in Chemnitz

Chemnitz : Chemnitzer Verlag und Druck, 2020

109 Seiten

ISBN: 978-3-944509-73-0

Preis: 29,95 €

---

### Bitte in Druckbuchstaben ausfüllen:

Name:

Vorname:

Straße, Hausnr.:

PLZ, Ort:

Ich möchte das Abo verschenken an (Lieferadresse):

Name:

Vorname:

Straße, Hausnr.:

PLZ, Ort:

Senden Sie uns Ihren Abonnement-Wunsch

per E-Mail: [transmission@saechsisches-industriemuseum.de](mailto:transmission@saechsisches-industriemuseum.de),

per Fax: 0371 3676-141 oder

per Post: Industriemuseum Chemnitz, Zwickauer Straße 119, 09112 Chemnitz

Abonnement

## Liebe Leserinnen und Leser,

hat Ihnen die Themenausgabe unserer Transmission gefallen? Möchten Sie auch künftig wissen, warum Menschen in Sachsen eine Firma gründeten oder gründen, welche Produkte in Sachsen hergestellt wurden und werden oder wie ehemalige Fabriken heute genutzt werden?

Wir berichten von Jubiläen sächsischer Unternehmen, von herausragenden Persönlichkeiten der sächsischen Wirtschaft, von bedeutenden technikgeschichtlichen Entwicklungen und Erfindungen, geben Buchtipps und Sie erfahren Neuigkeiten aus dem Industriemuseum Chemnitz und seinem Förderverein. Illustriert werden unsere Beiträge oftmals durch historische Abbildungen unseres Bildarchivs. Die Transmission nimmt Sie mit auf eine spannende Reise durch die sächsische Industriegeschichte und -kultur und bringt Ihnen diese nach Hause.

Haben wir Ihre Neugierde auf weitere Ausgaben geweckt? Dann abonnieren Sie mit untenstehendem Formular unsere Transmission oder bereiten Freude mit einem Geschenkabonnement.



Ich möchte die Transmission

- ab sofort zweimal jährlich im Direktabonnement zum Preis von 6 €/Jahr beziehen  
bzw. als
- Geschenkabonnement bestellen.  
(Zutreffendes ankreuzen)

Für den Bezug erwarte ich eine Rechnung.

-----  
Datum, Unterschrift

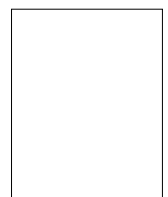
Für ein im Jahr 2020 abgeschlossenes Abonnement erhält der Auftraggeber unseren Katalog „25 Jahre Industriemuseum Chemnitz“ als Geschenk.



Transmission | Juli 2020 · 88

**Industriemuseum Chemnitz**  
**Zwickauer Straße 119**

**09112 Chemnitz**



## Informationen aus dem Förderverein

### Neuer Vorstand gewählt

Am 25.01.2020 fand die Jahreshauptversammlung des Fördervereins Industriemuseum Chemnitz e. V. statt, auf der ein neuer Vorstand gewählt wurde. Axel König, bisher Geschäftsführer, trat nicht erneut zur Wahl an. Der Vorstand schlug den Mitgliedern vor, künftig die Aufgaben des stellvertretenden Vorsitzenden und des Geschäftsführers in eine Hand zu legen.

#### Dem neuen Vorstand gehören an:

**Eberhard Kühlfluck**, Vorsitzender  
**Detlef Fritz**, stellv. des Vorsitzenden und Geschäftsführer  
**Elke Müller**, Schatzmeisterin  
**Dr. Oliver Brehm**, Museumsleiter Industriemuseum Chemnitz

#### Gemäß Satzung wurden in den erweiterten Vorstand kooptiert:

**Christine Hrubesch** (Vereinsleben)  
**Dr. Hans-Günter Piegert**  
**Klaus Rietschel** (Kontakte zu Firmen)  
**Gisela Strobel** (Schriftführerin)



Der Vorstand wünscht allen Vereinsmitgliedern weiterhin erfolgreiche Arbeit für das Industriemuseum Chemnitz

Wir trauern um

### Fritz Pützschler

(1928–2020)

Der Ingenieur-Ökonom war seit der Gründung des Industriemuseums 1991 Bereichsleiter Textiltechnik und zugleich Leiter der Arbeitsgruppe Textiltechnik im Förderverein. Maßgeblich war er am Aufbau der Sammlung beteiligt, leitete die Mitarbeiter bei der Pflege und Restaurierung von Sammlungsgut an und konzipierte Ausstellungen. Für seine Verdienste ernannte ihn der Förderverein zum Ehrenmitglied. Auch nach dem Ende seiner aktiven Tätigkeit im Jahr 1998 unterstützte er Museum und Verein weiterhin.

Wir trauern um

### Joachim Weinert

(1943–2020)

Seit 2004 Mitglied des Fördervereins, arbeitete Joachim Weinert über viele Jahre aktiv in der Arbeitsgruppe Werkzeugmaschinen, davon 2009 bis 2012 als ihr Leiter. In dieser Zeit entstanden Hunderte von Dokumentationen zu Maschinen der Sammlung des Industriemuseums. Darüber hinaus erforschte er mit Leidenschaft und Akribie die Geschichte von Firmen des Werkzeugmaschinenbaus und publizierte u. a. zur Königin Marienhütte in Niederkainsdorf, zu Karl Klinger in Glauchau und zur Firma Ladewig in Chemnitz.

## Autorinnen/Autoren, Interviewte

Erik Ahner, Betriebsleiter, Zinngrube Ehrenfriedersdorf  
Dr. Mohamad Bdiwi, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz  
Dr. Oliver Brehm, Geschäftsführer, Sächsisches Industriemuseum  
Dr. Martin Burckhardt, freier Autor, Audiokünstler und Kulturtheoretiker, Berlin  
Ferenc Csák, Leiter Kulturbetrieb und Kulturhauptstadt-Projekt, Stadt Chemnitz  
Achim Dresler, Sammlungsleiter Industriemuseum Chemnitz 1998 – 2019, Förderverein Industriemuseum Chemnitz e. V.  
Susan Endler, Regionalkoordination InduCCI, CWE  
Dr. Ulrich Eberl, Physiker und Wissenschaftsjournalist, Höhenkirchen-Siegersbrunn  
Martin Folz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, TU Chemnitz  
Prof. Dr. Ellen Fricke, Professur Germanistische Sprachwissenschaft, Semiotik und Multimodale Kommunikation, TU Chemnitz  
Jürgen Kabus, Sammlungsleiter und Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Industriemuseum Chemnitz  
Marion Kaiser, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Tuchfabrik Gebr. Pfau, Crimmitschau  
Marcel Linack, Eventmanager und Stellvertretender Leiter, Energiefabrik Knappenrode  
Christoph Neuberg, Geschäftsführer Industrie/Außenwirtschaft, IHK Chemnitz  
Prof. Dr. Christian Pentzold, Professur für Kommunikations- und Medienwissenschaft, TU Chemnitz  
Dr. Christian Schäfer-Hock, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz  
Helen Uhlig, Museumspädagogin, Industriemuseum Chemnitz  
Mario Voigt, Stadtfabrikanten e. V., FabLab, Chemnitz

## Bildnachweis

Axel Heimken, ART FM: S. 76 u., 83; Bergbau-Technik-Park e. V.: S. 77 o. l.; Rainer Boehme/Sächsisches Ministerium der Finanzen: S. 21; Ronald Bonß: S. 47; Martin Burckhardt: S. 3 o., 4 o.; CWE: S. 56, 57; Thomas Dietze: S. 77 u., 78, 79; Ulrich Eberl: S. 3 (2. v. o.), 9, 10, 12, 15; Energiefabrik Knappenrode, Archiv: S. 82; Ev.-Luth. Kirchengemeinde Annaberg-Buchholz: S. 76 m.; Martin Folz: S. 41, 42; Fraunhofer IWU: S. 44, 45, 47; Andrea Galeota: S. 60, 61; Luc Gijbels: S. 68, 69; Dirk Hanus: S. 3 (3. v. o.), 7, 31 o.+m.+u. l.; Carola Hütcher: S. 89; IHK Chemnitz: S. 51, 54; Industriemuseum Chemnitz, Archiv: S. 16, 19, 20; J. E. Reinecker : 1859 – 1909. – Chemnitz, [ca. 1909]: S. 18; Robert Josipovic, LinzTourismus: 66; Jürgen Kabus: S. 2, 29, 30, 32, 33, 39; Kneidinger-Photography: S. 67; Ute Korndörfer: S. 4 u.; 39 Kulturstiftung des Freistaates Sachsen: S. 76 o.; Claudia Lehnert: S. 32, 50; Torbjørn Ludvigsen, Wikimedia Commons, lizenziert unter Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0), URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hangprinter\\_v3\\_printing\\_02.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hangprinter_v3_printing_02.jpg) S. 37 l., GNU Free Documentation License, Version 1.2, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hangprinter\\_4\\_meter\\_tower.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hangprinter_4_meter_tower.jpg) S. 38; (bitte die URL noch einfügen) Jacob Müller: S. 48, 49; Museum Wormianum des Ole Worm, Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Musei\\_Wormiani\\_Historia.jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Musei_Wormiani_Historia.jpg?uselang=de) S. 25 u.; polyform planen und gestalten Götzelmann Middel GbR, Berlin: S. 22; Regionale Entwicklungsagentur Bielsko-Biala: S. 58, 59; Sächsisches Eisenbahnmuseum, Chemnitz: Rückseite; Kristin Schmidt: S. 73; Wolfgang Schmidt: S. 34, 35, 36; Martha Schrag, Gemälde, S. 91 o.; Stadt Kranj, Archiv: S. 62, 63; Stadt Sokolov, Archiv: S. 64, 65; Ernesto Uhlmann: S. 70, 71, 72, 77 o. r.; Hendrik Unger: S. 41, 42; Mario Voigt, S. 3 u., URL: <https://www.thingiverse.com/thing:881114> S. 37 r. Thomas Heinrich Voigt, Wikimedia Commons, lizenziert unter IWM Non-Commercial License, URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24290493> S. 51; whitebox GbR: Titelseite, S. 23, 24, 25 o., 26, 27, 28, 88, Meilensteine der Technikgeschichte auf 75 Seiten; Zinngrube Ehrenfriedersdorf, Archiv: S. 80; unbekannt, Wikimedia Commons, URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Johann\\_von\\_Zimmermann?uselang=de#/media/File:JohannZimmermann.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Johann_von_Zimmermann?uselang=de#/media/File:JohannZimmermann.jpg) S. 91 u.





## Martha Schrag – eine Chemnitzer Künstlerin wird 150

„... Martha Schrag ist die erste Künstlerin, die unseren Arbeitern, insbesondere unseren Eisenarbeitern, durch die Kunst näher getreten ist. Die Schönheitswerte, die in der rüstigen Arbeit des feuerumsprützten und rauchumwogten Eisengießers stecken, hat sie in wertvollen Zeichnungen und Steindruckten festgehalten. Diese Kunstblätter werden für unser Chemnitz dokumentarischen Wert besitzen. ...“ (A. E. Thiele, 1907 in „Chemnitzer Neueste Nachrichten“)

Die genannten Blätter entstanden in der Gießerei an der Kappler Drehe in Chemnitz

## Sachsens verborgene Schätze

Anlässlich des Umbaus der Dauer- ausstellung erarbeitet das Team der Museumspädagogik neue Konzepte für die Vermittlung. Projektstage wie Fadenlauf und Rechenwege werden neu strukturiert. Außerdem werden drei neue Projektstage vorgestellt: Kette und Schuss, Alles kommt vom Bergwerk her und Das liebe Geld.

## Zum 200. Geburtstag von Johann von Zimmermann

... dem Begründer des deutschen Werkzeugmaschinenbaus

Wenig erinnert heute an diesen großen Bürger unserer Stadt und doch können wir Spuren seines Wirkens finden. Er hat nicht nur die Industrielandschaft in Chemnitz deutlich verändert, sondern strahlte mit seinen Maschinen nach ganz Deutschland und darüber hinaus aus. Sein Erbe umfasst aber noch weit mehr als diese industriellen Entwicklungen. Er prägte unsere Stadt durchaus auch architektonisch und gesundheitspoli-



tisch. Seine prächtige neogotische Villa in der Carolastraße und seine legendäre Naturheilstätte am Kapellenberg legen davon Zeugnis ab. All diese Themen werden im kommenden Artikel näher beleuchtet.

## Impressum

Transmission 45|2020

Jahrgang 20, Ausgabe 45, Themenausgabe

Herausgeber: Industriemuseum Chemnitz, Förderverein Industriemuseum Chemnitz e. V.

Redaktion: Jürgen Kabus, Werner Kaliner, Ute Korndörfer, Peter Stölzel, Gisela Strobel

Typografie & Herstellung: Claudia Lehnert, Bianca Ziemons

Druck & Weiterverarbeitung: BASEG GmbH, Chemnitz

Anschrift: Zwickauer Straße 119, 09112 Chemnitz

Telefon: 0371 3676-140, 0371 3767-115

E-Mail: chemnitz@saechsisches-industriemuseum.de, foerderverein@saechsisches-industriemuseum.de

Bezugspreis: 3 €


Erscheinungsweise: halbjährlich (Juni, Dezember)

Auflage: 1.500 Exemplare

ISSN: 1862-8605



80  
11.07.  
— 31.12.  
2020



# Eisenbahn Boom.

Schauplatz Eisenbahn  
Chemnitz-Hilbersdorf



Ein Schauplatz der  
4. Sächsischen Landesausstellung

**Boom.** 500 Jahre  
Industriekultur  
in Sachsen  
[www.boom-sachsen.de](http://www.boom-sachsen.de)