



Susanne Reumschüssel
Leitung Industriesalon
Oberschöneweide

Prof. Dr. Frank Schaal
Projektleitung

Prof. Jürg Steiner
Steiner Architektur-GmbH, Berlin
Mitarbeit: Victor Martinez,
Sascha Hähnel, Manuela Hasenbein,
Christian Seel

Gerhard Buchholz
orts.zeit:
authentische Berlin_Kompetenz

Oliver Schmidt
Shoutr Labs, Berlin

Stand: 3. März 2020

**Machbarkeitsstudie
Industriemuseum
»Electropolis Berlin«
im AEG-Kasino
Oberschöneweide**

Band 4

**Digitale Technologien
»Visitor Journey«
Exponate und Themen
Erste mögliche Ausstellung**

Auftraggeber:

Industriesalon Schöneeweide e.V.
Reinbeckstr. 9
12459 Berlin-Oberschöneeweide
Telefon: 030 53 00 70 42
Internet: www.industriesalon.de
E-Mail: info@industriesalon.de

Auftragnehmer für die ARGE:

Prof. Jürg Steiner, Architekt BDA
Steiner Architektur-GmbH
Heerstraße 97
14055 Berlin
Telefon: 030 8 83 99 88
Internet: www.steiner.archi
E-Mail: info@steiner.archi

Projektleitung:

Prof. Dr. Frank Schaal
Tourismusberatung Schaal
Schillerpromenade 2
12049 Berlin
Telefon mobil: 0170 2 82 85 24
Telefon Festnetz: 030 62 00 13 77
Internet: www.opentourconsulting.de
E-Mail: frank.schaal@outlook.de

Mitwirkende:

Gerhard Buchholz
orts.zeit: authentische Berlin-Kompetenz
Nicolaistraße 19
12247 Berlin
Telefon: 0163 771 39 88
E-Mail: orts.zeit@berlin.de

Oliver Schmidt
shoutr labs UG
Niemetzstraße 47–49
12055 Berlin
Telefon: 030 5 55 79 45 65
Internet: shoutrlabs.com
e-Mail: os@shoutrlabs.com

Besonderer Dank:

Ohne die tatkräftige Unterstützung von
Susanne Reumschüssel,
der Leiterin des Industriesalons, wäre die Erstellung
der Studie in dieser Form nicht möglich gewesen.

Vorwort

Die ARGE Steiner wurde damit beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für ein Industriemuseum mit Schwerpunkt Kabeltechnik in Oberschöneeweide zu erstellen. Die ARGE Steiner ist ein Projekt-Zusammenschluss aus Unternehmen und Freiberuflern, die Kernkompetenzen im Bereich Museumsanalyse, Museumstechnik, Tourismusberatung, Strukturanalyse besitzen. Das vorliegende Projekt wurde auf einen Projektzeitraum von September 2019 bis Februar 2020 festgelegt. Inhaltlich wird es in vier Teile aufgegliedert, die sich auf vier Dokumentationsbände aufteilen.

Dokumentationsbände**Band 1:**

- Rahmenbedingungen
- Standortanalyse
- Marktanalyse
- Marketing

Band 2:

- Organisation
- Trägerschaft
- Rechtsform
- Finanzierung
- Businessplan
- Kostenschätzung
- Zeitplan

Band 3:

- Architektur
- Raumbuch
- Szenografie

Band 4:

- Digitale Technologien
- Beispielhafte „Visitor Journey“
- Exponate und Themen
- Erste mögliche Ausstellung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Technologien	7
2.1	Optimales BYOD-Erlebnis mittels WLAN-Infrastruktur	7
2.2	Zentrales Content- und Datenmanagement	7
2.3	Hosting	10
2.4	Digital Signage	10
2.5	Selfie-Station	11
2.6	Projection Laser und Video Mapping	11
2.6.1	Frontprojektionsleinwände - Rückprojektionsleinwände	11
2.6.2	Gaze-Projektionsleinwand / Mesh-Projektionsleinwand	11
2.6.3	Mattiertes Glas	12
2.6.4	Wasservorhänge	12
2.6.5	Projektion auf Wände, Gebäude	12
2.7	Peppers Ghost Hologramme	12
2.8	Virtual Reality (VR)	13
2.8.1	VR-Brillen	13
2.8.1.1	Tracking	13
2.8.1.2	Technologie Ausblick	15
2.9	Augmented Reality (AR)	15
2.9.1	Markerbasierte AR	16
2.9.1.1	Markerlose AR	16
2.9.1.2	Erweiterte Markerbasierte AR	16
2.9.1.3	Objekterkennung	16
2.9.1.4	Beispiele in Museen:	16
2.9.1.5	Technologieausblick	17
2.10	App für mobile Betriebssysteme und mehr	17
2.10.1	Webtechnologie	17
2.10.2	Softwaredistributionstechnologien	17
2.10.2.1	Progressive Web Apps	18
2.10.3	App Merkmale	19
2.10.4	GPS Navigation	19
2.10.5	Indoor Navigation	20
2.10.6	Touren	21
2.10.7	Veranstaltungskalender	22
2.10.8	Quizz, Preisausschreiben	22
2.10.9	Feedback (Formulare)	22
2.10.10	Mediensteuerung	23
2.10.11	Soziale Medien	23
2.10.12	Besucherstatistiken	23
2.11	Leihgeräte	24
2.11.1	Bring Your Own Device (BYOD)	24
2.11.2	Leihgeräte	25
2.12	Inklusion	25
2.12.1	Menschen mit einer Sehbehinderung oder Erblindung	26
2.12.2	Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen	26
2.12.3	Menschen mit Lernschwierigkeiten	26

3	Beispielhafte „Visitor Journey“	27
3.1	Prolog	27
3.2	Besuch	27
3.2.1	Erdgeschoß - Thema: Produktion und Herstellung	28
3.2.1.1	Kasse	28
3.2.1.2	Virtuelles Kabelwerk (Rauminszenierung)	29
3.2.1.3	Die Welt der Elektrizität (Erfahrungsfeld)	29
3.2.1.4	Panorama	29
3.2.2	Obergeschoss – Thema: Menschen	30
3.2.2.1	Hauptraum	30
3.2.2.2	Erlebniskammern	31
3.3	Epilog	31
4	Kosteneinschätzung digitale Technologien	32
4.1	Minimale Ausstattung	32
4.2	Optimierte Ausstattung	32
4.3	Optimale Ausstattung	33
5	Exponate und Themen aus dem Deutschen Technikmuseum und dem Industriesalon	34
6	Erste mögliche Sonderausstellung	40
6.1	Kurze KWO-Chronologie	40
6.2	Chronik des Kabelwerks Oberspree	40
6.3.	Der Weg des Kabels im KWO – Vom Barren zur Seele	44
6.4	Das Kabelwerk Oberspree von 1897 bis 1945	46
6.5	Die Rathenau Dynastie	46
6.6	KWO als Attraktion	46
6.7	Geschlossener Fabrikationsprozess	47
6.8	Rüstungsschmiede	47
6.9	Zwangsarbeit im Kabelwerk	47
6.10	Erfindungen und Entwicklungen im KWO	48
6.11	Soziale Infrastruktur	50
6.12	Der volkseigene Betrieb: VEB Kabelwerk Oberspree	50
6.13	Arbeits- und Lebensbedingungen am KWO zur DDR-Zeit	51
6.14	Arne Benary	53
6.15	Georg Pohler	53
6.16	Das KWO im Umbruch	54
6.17	Des KWO heute	54
6.18	Der Architekt Johannes Kraaz und seine Familie	56
6.19	Das AEG-Kasino im Kabelwerk Oberspree	57

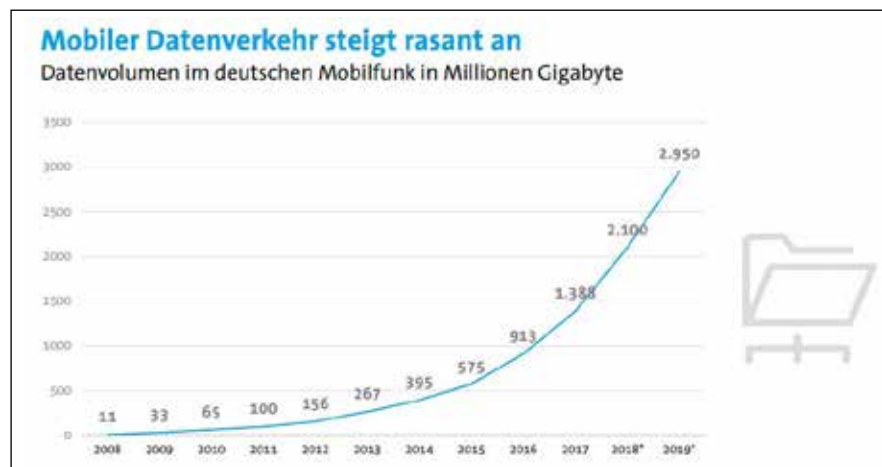


1

1 Einleitung

Durch die wachsenden Forderungen aus kulturpolitischen, allgemein gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Motiven an eine wissenschaftliche Erschließung, einen barrierefreien und inklusiven Zugang zu Kulturobjekten und eine angemessene und zeitgemäße Dokumentation und Vermittlung sind Betreiber von Kulturbetrieben aufgefordert, sich mit den facettenreichen technologischen Möglichkeiten im digitalen Zeitalter auseinanderzusetzen. Die Betreiber von Kulturinstitutionen stehen heute somit vor der Herausforderung einer veränderten, multimedial gesteuerten Informationsvermittlung, die von den Erwartungen des Publikums in Form einer erhöhten Nachfrage für digital verfügbare Inhalte bestimmt wird.

Laut einer in 2019 veröffentlichten, Umfrage des Digitalverbands Bitkom e.V. nutzen in Deutschland acht von zehn Menschen ab 14 Jahren (81 Prozent) bereits ein Smartphone, was 57 Millionen Nutzern entspricht. „Für die überwiegende Mehrheit sind Smartphones ein wichtiger und nützlicher Begleiter im alltäglichen Leben“, ergibt diese repräsentative Bitkom-Umfrage.



Eine Mehrheit dieser Nutzer wünscht sich auch in Kulturbetrieben digitale Zusatzangebote, wie eine andere repräsentative Online-Befragung ergeben hat, die schon 2016 gemeinsam von der Medienagentur fröbus und dem Marktforschungsinstitut Promio durchgeführt wurde. Demnach würden „57 Prozent der Deutschen öfter ein Museum besuchen, wenn das Angebot interaktive digitale Exponate zu Anschauungszwecken umfassen würde“.

So ist es kaum verwunderlich, dass durch die wachsende Distribution digitaler Inhalte, der mobile Datenverkehr ebenso rapide ansteigt. In wenigen Jahren wird sich fünfte Generation des Mobilfunkstandards 5G durchgesetzt haben, die die mobile Versorgung einer breiten Masse mit digitalen Inhalten gewährleisten soll.

Auch wenn Digitalisierung in der breiten Bevölkerung auf eine hohe Akzeptanz stößt, ist es ratsam in einer Ausstellung einen bedachten Medienmix zu wählen, der dem Bildungsauftrag des Museums nachkommt und diesen nicht überlagert.

Vor dem Hintergrund dieser Marktentwicklungen und dem steigenden Interesse für digitale Angebote skizziert die vorliegende Arbeit Elemente für ein digitales Ausstellungskonzept des Projekts „Electropolis“, um dem Publikum durch den gezielten Einsatz interaktiver Medientechnik eine zusätzliche und tiefergehende Vermittlungsebene am authentischen Standort zu bieten. Die mobilen smarten Endgeräte der Besucherinnen und Besucher werden dabei in die Ausstellung integriert und sind ein zentraler Bestandteil bei der digitalen Informationsvermittlung (BYOD - Bring Your Own Device).

1 Besucherinnen und Besucher vor der Mona Lisa im Louvre, Paris
Quelle: <https://pixabay.com>

2 Quelle: Bitkom Research: <https://bitkom-research.de>

3 BYOD - Acht von zehn Menschen in Deutschland nutzen ein Smartphone.
Quelle: <https://pixabay.com>

2 Technologien

2.1 Optimales BYOD-Erlebnis mittels WLAN-Infrastruktur

Um digitale BYOD-Medienguides für Interessierte möglichst schnell und einfach nutzbar zu machen, ist es ratsam, die Guideinhalte nicht monolithisch als App auszuliefern, da so eine viel zu lange initiale Wartezeit bis zur ersten Nutzungsmöglichkeit vergeht. Eine bessere Lösung ist es, die Inhalte on-demand zu streamen. Naheliegender ist es, für dieses Streaming die mobile Datenverbindung der Besucherinnen und Besucher zu verwenden. Mit der größeren Verbreitung von Mobilfunk der 4. Generation (4G) und dem langsamen Aufkommen von 5G stellt Streaming über die Mobilverbindung eine immer kleiner werdende technische Herausforderung dar. Solange dieses schnelle Streaming für den Endkunden allerdings relativ teuer bleibt, stößt der Transfer großer Datenmengen für einen noch nicht gut vertrauten Verwendungszweck schnell auf Akzeptanzprobleme. **Contentstreaming über WLAN** stellt hier eine zeitgemäße Lösung dar: Auf der gesamten Ausstellungsfläche des Museums wird ein freies WLAN zur Verfügung gestellt, das den Anforderungen an ein Netzwerk für Veranstaltungszwecke mit hohen Besucherzahlen gerecht wird:

WLAN-Abdeckung auf der gesamten Ausstellungsfläche in folgenden Frequenzbereichen:

- 802.11n im 2,4-GHz-Bereich - ausgewogene Nutzung des Spektrums, d.h. gleichmäßige Verteilung der Access Points auf die Kanäle 1, 6 und 11
- 802.11ac im 5-GHz-Bereich - ausgewogene Nutzung des Spektrums, d.h. gleichmäßige Verteilung der Access Points auf die Kanäle 36, 40, 44 und 48

Die Signalstärken der einzelnen Access Points (AP) sind so eingestellt, dass effektives Roaming der Endgeräte sichergestellt ist und gleichzeitig stabile Verbindungen eines Endgerätes mit dem nächsten Access Point zustande kommen.

Mit einem sogenannten **Mesh-Netzwerk** ist es darüber hinaus möglich, die Vernetzung der einzelnen Access Points selbst über WLAN zu realisieren, so dass eine Verkabelung über Netzwerkkabel entfällt. Die ist insbesondere im Museumsbereich mit seinen oft hohen Anforderungen an Denkmalschutz ratsam.

Es ist zu empfehlen, das Besucher-WLAN abgetrennt von der Infrastruktur des Hauses zu halten.

2.2 Zentrales Content- und Datenmanagement

Durch den Einsatz einer Reihe sehr unterschiedlicher Technologien besteht eine Herausforderung darin, den Zugang, die Verwendung und Berechtigung der Benutzung dieser Technologien zu ermöglichen und langfristig zu gewährleisten. Eine zentrale Content- und Datenmanagement-Software sorgt dabei für Ordnung, Übersicht und einheitliche Schnittstellen. Die folgende Liste soll einen Einblick über die verschiedenen Anwendungsgebiete des zentralen Content und Daten Managements geben.

- Verwaltung der Hardware für digitale Besucher-Inhalte
- Onlinestatus von Mediengeräten
- Lagerverwaltung
- Verwaltung der Digitalen Inhalte (Content Management)
- Kalender
- Webseiten Inhalte
- Ausstellungsinhalte
- Auswertung gesammelter Daten
- Besucher-Statistiken



3

- Ticket Verkäufe
- Verwaltung technischer Geräte für Museen
- Temperatur und Feuchtigkeitssensoren
- Interne Organisation
- Wiki mit Informationen über die Benutzung von Geräten
- Arbeitspläne

Die Planung eines solchen Managements Systems benötigt natürlich genaue Informationen darüber, welche Technologien eingesetzt werden und welche Kommunikationsinfrastruktur benutzt werden soll. In der konkreten Umsetzung wird es dabei nicht möglich sein, eine einzige monolithische Lösung zu schaffen, d.h. eine Software zu schreiben die alle Systeme in ein und derselben Software vereint, sondern es werden mehrere Systeme zum Einsatz kommen die Informationsströme bündeln. Um diese dennoch zu vereinheitlichen, sollte darauf geachtet werden, dass die Verknüpfungen der Systeme untereinander von vornherein gewährleistet ist und es ein zentrales Portal gibt, unter dem alle Untersysteme gelistet und deren Zugänge verlinkt sind.

Autorisierung und Authentifizierung

Um die Integrität der Daten zu gewährleisten, ist ein Autorisierungsverfahren notwendig, das granular und flexibel ist. Dies wird in den meisten modernen System durch eine rollenbasierte Zugriffskontrolle (Role Based Access Control, RBAC)* umgesetzt. Zusammenfassend gibt es bei RBAC Benutzer und Rollen, die die Benutzer einnehmen können, wobei ein Benutzer mehrere Rollen einnehmen kann. Rollen und Benutzer können dynamisch angelegt und gelöscht werden, wobei die Berechtigungen innerhalb eines Systems und eine Rolle gekoppelt sind und in jedem angeschlossenen System individuell definiert werden. Es ist somit auch möglich, neue Systeme in die bestehende Infrastruktur einzubinden und alte Rollen wiederzuverwenden, oder, wenn nötig, neue Berechtigungen in Form von neuen Rollen zu erzeugen.

Die Authentifizierung eines Benutzers geschieht in großen Systemen mit vielen Benutzern durch eine zentrale Instanz, meist durch einen Verzeichnisdienst (die bekanntesten sind hier Active Directory** und LDAP***), der bei jeder Authentifizierungsanfrage in einem Teilsystem als Identitätsanbieter genutzt wird. Die ist zwar komfortabel, jedoch bei diesem Einsatzszenario aufgrund des Einrichtungs- und Verwaltungsaufwandes nicht möglich. Es ist jedoch durch neuere Protokolle auch möglich, Benutzer und Berechtigungen dezentral zu verwalten und zwischen verschiedenen Systemen zu teilen. Das hierfür meistverwendete Protokoll heißt OAuth****. Es bietet mit Hilfe von standardisierten webbasierten Schnittstellen eine Authentifizierung und kann durch Erweiterungen (OpenID Connect)***** auch Rollen von einem System zum anderen übertragen. Die Verbreitung und Umsetzung dieser offenen Protokolle in bestehender Software ist in den letzten Jahren stark gestiegen, nicht zuletzt durch ihren Einsatz bei großen Anbietern wie Google*****. Somit kann die Authentifizierung eines Benutzers in einer „beliebigen“ Subkomponente geschehen, die diese Authentifizierung dann mit anderen Komponenten teilt.

Zusammenarbeit

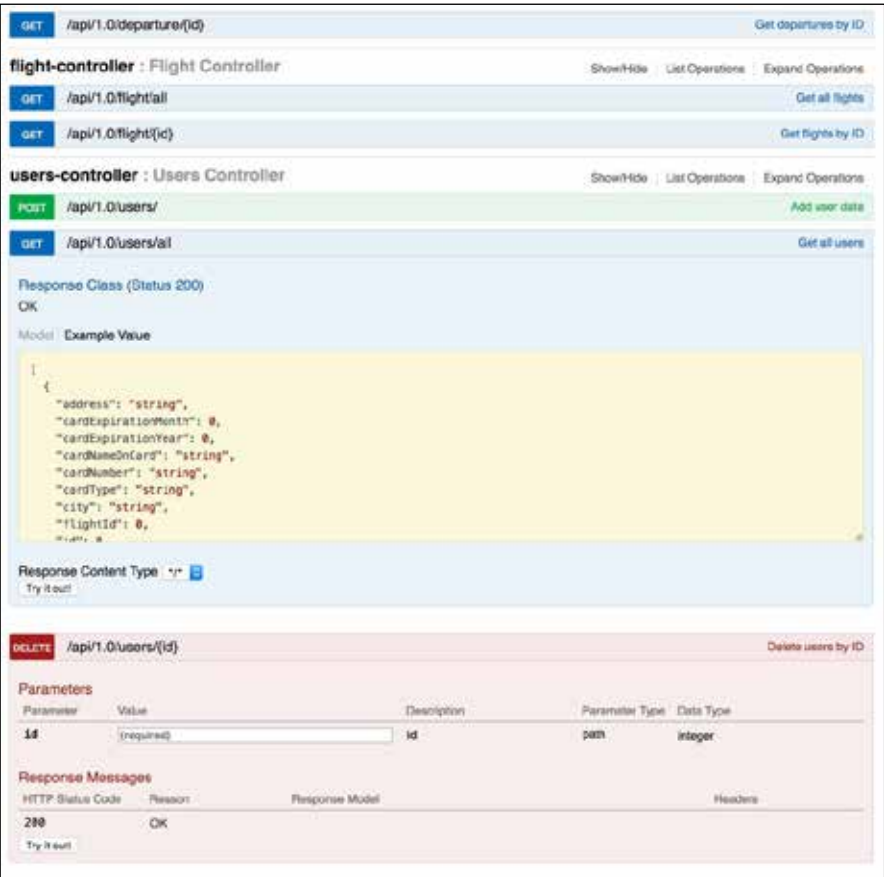
Durch die Umsetzung einer RBAC ist es möglich, Drittanbieter für die Erstellung von Inhalten zu beauftragen, die diese dann mit eingeschränkten Rechten einpflegen können. In der Folge ist das Museum durch seine zentrale Datenverwaltung nicht darauf angewiesen, dass die Inhalte von demselben Anbieter immer weiter gepflegt werden müssen, sondern kann selber kleinere und größere Verbesserungen vornehmen. Ein anderer Anwendungsfall ist die Übersetzung von Inhalten in andere Sprachen für eine Internationalisierung der Ausstellung.

Dies kann nachträglich von einem unabhängigen Anbieter vorgenommen werden, der temporäre Bearbeitungsrechte erhält. Diese Beispiele sollen zeigen, dass es durch eine zentralisierte Lösung möglich ist, Inhalte aktuell zu halten und Migrationskosten zu sparen, die z.B. durch Apps (siehe Abschnitt App für mobile Betriebssysteme und mehr) mit statischen Inhalten verursacht werden.

Benutzung der zentralen Schnittstellen

Zentrale Schnittstellen ermöglichen es, mehrere Medientechnologien gleichzeitig aus einer Quelle mit Inhalten zu versorgen. Ein gutes Beispiel dafür ist ein Ereigniskalender, der zentral gepflegt wird. Mit diesem können aktuelle Ereignisse an Bildschirmen im Museum, in einer mobilen App und auf der Homepage des Museums ohne Kopierarbeit angezeigt und auch langfristig vorbereitet werden. Ein quasi Standard, der sich dafür bei webbasierten Systemen entwickelt hat, ist die Representational-State-Transfer-Schnittstelle (REST)*, in der die Grund-Operationen Erzeugen, Lesen, Aktualisieren, Löschen für einzelne Datensätze und Listen von Datensätzen oft auch mit komplexeren Schnittstellen zu Funktionen (sogenannte Remote Procedure Calls)** verbunden werden. Das am häufigsten verwendete Datenformat ist dabei JSON (JavaScript Object Notation)***, das durch seine leichter lesbare Notation, das vor einem Jahrzehnt weit verbreitete Format XML (Extensible Markup Language)**** abgelöst hat.

Durch eine Dokumentation wird die Benutzbarkeit einer Schnittstellen ermöglicht. Dokumentation ist gerade bei einem divers aufgestellten Softwaresystem wichtig, da sonst eine Verknüpfung verschiedener Komponenten unmöglich wird. Für die vorher erwähnten Technologien soll insbesondere die OpenAPI v3 Spezifikation***** erwähnt werden, welche jedoch nur ein Beispiel und kein Standard für gute Dokumentationspraktiken ist.



1

.....
* <https://csrc.nist.gov/projects/role-based-access-control/faqs>

** [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2008-R2-and-2008/dd578336\(v=ws.10\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2008-R2-and-2008/dd578336(v=ws.10))

*** <https://www.openldap.org/>

**** <https://oauth.net/>

***** <https://openid.net/connect/>

***** <https://developers.google.com/identity/protocols/OAuth2>

.....
* Roy Thomas Fielding: Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. (PDF) In: Dissertation. 2000.

** James E. White: RFC 707. – A High-Level Framework for Network-Based Resource Sharing. 14. Januar 1976. (Proceedings of the 1976 National Computer Conference – englisch).

*** <https://www.json.org/json-de.html>

****<https://www.w3.org/TR/REC-xml/>

***** <http://spec.openapis.org/oas/v3.0.2>

1 Eine mit der OpenAPI Specification Dokumentierte REST Schnittstelle mit einem Swagger Web Interface <https://swagger.io/>



1

Stichwort Lock-in-Effekt

Unter Lock-in-Effekt (englisch lock in, „einschließen“ oder „einsperren“) versteht man generell in den Wirtschaftswissenschaften und speziell im Marketing die enge Kundenbindung an Produkte/Dienstleistungen oder einen Anbieter, die es dem Kunden wegen entstehender Wechselkosten und sonstiger Wechselbarrieren erschwert, das Produkt oder den Anbieter zu wechseln.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lock-in-Effekt>



2

.....

* <https://aws.amazon.com/de/>

** <https://azure.microsoft.com/de-de/>

*** <https://cloud.google.com/>

1 Beispiel Dashboard Quelle
www.artsmetrics.com

2 Installation „Posters of Protest“. Interaktives Lernen mit frei wählbaren Vertiefungsebenen
Foto: Electrosonic / Bluecadet Design
<https://invidis.de/2017/11/digital-signage-ausstellungen-interaktion-im-museum-fuer-kommunikation-in-bern-2/>

Auswertung von Daten

Die Zusammenführung von Daten ermöglicht es, Einblicke in die Interessen der Besucherinnen und Besucher zu bekommen, aber auch Betriebsdaten des Museums effektiver auszuwerten. Mit Hilfe eines Dashboards, das Echtzeit-Parameter anzeigt, kann schnell auf Unregelmäßigkeiten reagiert werden. Grafische Darstellungen von Statistiken (siehe auch Abschnitt App für mobile Betriebssysteme und mehr) können für Auswertungen des Gestaltungskonzeptes benutzt werden und so zukünftige Planungen für Erneuerungen unterstützen.

2.3 Hosting

Die Frage des Hostings, also auf welchem Computer die Datenmanagement-Lösung in Betrieb genommen werden soll, ist nicht pauschal zu beantworten. Während so genannte Cloud Anbieter (Amazon Web Services*, Microsoft Azure**, Google Cloud Plattform***) viele Computer gleichzeitig in Rechenzentren betreiben und somit initial günstige Unterhaltskosten bieten können, besteht die Gefahr eines Lock-in-Effekts (siehe Stichwort), da die Lösung zwar auf einem generischen, echten oder auch virtualisiertem Server läuft, jedoch gewisse Schnittstellen nur innerhalb der speziellen Cloud Lösung vorhanden sind.

Die Alternative, einen Server innerhalb des Museums zu betreiben, bietet den Vorteil, alle Inhalte lokal, also ohne Internetverbindung, vorhalten zu können, was auch eine sichere Versorgung garantiert, da weniger Komponenten beteiligt sind (Ausfall des Internetanschlusses). Sie hat jedoch auch Nachteile. So muss es für ein eigenes lokales Hosting einen geschulten Mitarbeiter oder eine externe Firma geben, die vor allem in unvorhergesehen Situationen schnell reagieren kann.

Wir empfehlen hier einen hybriden Ansatz, bei dem ein Service wie die Homepage des Museum auf einem Cloud Anbieter gehostet wird, Inhalte der Medientechnologien jedoch lokal vorgehalten werden.

2.4 Digital Signage

Digitale Bildschirme lösen die analoge Beschilderung ab. Verschiedene Medieninhalte wie Bilder, Videos und Text werden auf dem Bildschirm abgespielt und finden Einsatz als Informationssystem oder bei Werbemaßnahmen in Form von elektronischen Plakaten oder Großbildprojektionen.

Insbesondere die interaktive Variante wie **Touchbildschirme** sind für den musealen Kontext interessant. Hierbei werden die Interessierten aufgerufen, sich aktiv mit der Ausstellung auseinanderzusetzen.

Eine Digital-Signage-Installation kann im gesamten Ausstellungsdesign und in der Architektur des Gebäudes mitgedacht werden – als Informationsträger oder mit reinen illusionistischen und/oder künstlerischen Akzenten.

Weiterhin lassen sich Apps und damit mobile Geräte in die Installation einbinden und die audiovisuellen Inhalte durch die Nutzer lokal steuern. Durch diese weitere Interaktionsmöglichkeit über BYOD können Interessierte noch direkter eingebunden werden und zusätzliche Informationen ausgespielt werden.

2.5 Selfie-Station

Eine sogenannte Selfie-Station erlaubt es, sich selbst innerhalb eines thematischen Schauplatzes im Museum zu fotografieren und die Aufnahmen zu teilen. Damit ein bleibender Eindruck entsteht, sollte die Szenerie um Augmented Reality in Form von animierten 3D-Modellen erweitert werden.

Die so erstellten Fotos sollten Teil des Ausstellungskonzepts sein, als Souvenir dienen und – besonders wichtig – in den sozialen Diensten geteilt werden können. So kann die **Besucherbindung** an die Ausstellung erhöht werden.

Technisch umsetzbar sind solche Stationen entweder mit fest installierten dedizierten Geräten oder – besser – über BYOD: Die Besucherinnen und Besucher können mit dem eigenen Smartphone mittels einer App die Umgebung mit 3D-Modellen augmentieren, selbst Fotos machen und auf ihren eigenen persönlichen sozialen Netzwerken teilen. Als positiver Nebeneffekt wird dadurch die **Sichtbarkeit der Ausstellung** erhöht.

2.6 Projection Laser und Video Mapping

Beim Projektionsmapping werden verschiedene Oberflächen passgenau beleuchtet. Es gibt grundsätzlich zwei Varianten, innovative Lichtsysteme anzuwenden: für Beam-Effekte und für grafische Projektionen auf Oberflächen. Bei Beamshows werden mit einem Projektor Lichtstrahlen erzeugt, die seitlich betrachtet werden.

Grafische Projektionen eignen sich im Ausstellungsbereich mehr und bieten, mit den Möglichkeiten der vielfältigen Projektionsflächen, die eine hohe Aufmerksamkeit erzeugen, ein wirkungsvolles Vermittlungsmedium. Dabei ist es möglich, spezielle Projektionsflächen zu nutzen, welche das Licht nicht oder nur teilweise durchlassen, um 3D-ähnliche Lichtprojektionen darzustellen. Mit dieser Projektionstechnik lassen sich Exponate der Ausstellung und Maschinen zur Kabelherstellung beeindruckend in Szene setzen, indem auf ihren Oberflächen grafische Elemente oder Videos projiziert werden.

2.6.1 Frontprojektionsleinwände - Rückprojektionsleinwände

Frontprojektionen werden typischerweise auf weißen Leinwänden dargestellt, um optimale Rückstrahlwerte zu bieten. Diese Projektionstechnik kann mit Audiospuren begleitet werden und ist aus den Kinos bekannt.

Bei Rückprojektionen werden die Rückseiten der Leinwände mit Texten, Grafiken, Filmen bestrahlt, wobei die Leinwände das Licht nur zum Teil durchlassen. Die Leinwände werden zwischen den Projektoren und dem Publikum angebracht und bieten ihnen die Möglichkeit der Interaktion. Durch Gestikulierungen, werden die Inhalte der Projektionen beeinflusst.

2.6.2 Gaze-Projektionsleinwand / Mesh-Projektionsleinwand

Gaze-Leinwände bestehen aus ultraleichtem Netzmaterial und sind für Front- als auch für Rückprojektionen, für beeindruckende Hologramm- oder 3D-ähnliche Effekte besonders geeignet. Aufgrund eines leichten Metallanteils, können diese Gazen allerdings rosten und sind daher nur für Anwendungen im Innenbereich vorgesehen. Aufgrund des herabgesetzten Reflexionsgrads, werden mit synchronisiertem Laser- und Videomapping, beeindruckende Effekte erzielt und vermitteln dem Publikum, nicht zuletzt durch die Möglichkeiten der Interaktion mittels Gesten, das Gefühl, Teil der Ausstellung zu sein.



3



4



5



6

.....
3 „Inspiration Wall“, Merck Innovation Center, Darmstadt, Art + Com
<https://artcom.de/project/inspiration-wall/>

4 „Raffaels Pendel“, Roche Penzberg, Art + Com.
<https://artcom.de/project/raffaels-pendel/>

5 „Germany Shopper Experience“, TRIAD Berlin. Aktionen auf dem Tablet erzeugen eine Antwort des Avatars auf dem großen Bildschirm. Weil das Publikum die auf dem großen Bildschirm gezeigte Storyline beeinflussen kann, entsteht ein höheres Maß an Immersion.

6 Selfie im Naturkundemuseum zu Berlin, der Saurier erscheint mittels Augmented Reality.



1

2.6.3 Mattiertes Glas

Handelsübliches Glas ist aufgrund des niedrigen Reflexionsgrades als Projektionsfläche nicht geeignet. Für Lichtprojektionen wird daher üblicherweise mattiertes Glas eingesetzt, womit sich wiederum sehr ansprechende Projektionen verwirklichen lassen. Projektionsoberflächen aus Glas, lassen sich meist einfach in Ausstellungskonzepte wirkungsvoll integrieren.

Auf der Elektronikmesse CES 2020 in Las Vegas hat ein U.S.-amerikanischer Hersteller erstmalig eine innovative Hologrammtechnik vorgestellt, bei der ebenfalls eine Projektionsoberfläche aus Glas zum Einsatz kommt. Ein 8K-Lichtfeldmonitor mit einem 32 Zoll-Bildschirm erzeugt in einer vier Zentimeter dicken Glasscheibe ein dreidimensionales Bild, bei dem die Besucherinnen und Besucher „wie bei einer holographischen Projektion hinter bestimmte Bildteile gucken können“*.

2.6.4 Wasservorhänge

Als weitere Möglichkeit können Wasserleinwände als Projektionsfläche eingesetzt werden. Dabei wird mit einer Pumpe Wasser in ein Düsensystem geführt, das hunderte von Wassertropfen in einer Reihe erzeugt. Das Düselement wird üblicherweise an Traversen unter der Decke befestigt, so dass Wasser senkrecht hinunterläuft. Durch Wasserleinwände lassen sich insbesondere mit Videoprojektionen auf der Rückseite beeindruckende Effekte erzielen.

2.6.5 Projektion auf Wände, Gebäude

Ebenso kann im Innenbereich auf Wände und im Außenbereich auf Gebäude oder Gebäudeteile projiziert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Projektions-Oberflächen möglichst eben sind und aus reflektierendem Material bestehen. Beispielsweise könnten im Außenbereich die drei Schornsteine, das Wahrzeichen „Electropolis“, mit Video-Elementen bestrahlt werden. Allgemein gilt: Je ebener die Oberfläche, desto leichter ist eine Projektion möglich.

2.7 Peppers Ghost Hologramme

Das Format des Dokudramas ist immer noch eine der unterhaltsamsten und publikumswirksamsten Methoden, um Lebensweisen und Ereignisse historischer Charaktere zu vermitteln. Hierbei spielen Schauspieler die Rollen der historischen Persönlichkeiten, indem sie mit Kostümen, Requisiten, Zeitdokumenten- und Exponaten deren Lebensgeschichten erzählen und erlebbar machen. Um das Erlebnis aus dem klassischen TV-Format zu erweitern, empfiehlt sich bei der Präsentation der Ausstellung eine nicht neue, aber sehr bewährte Theatertechnik, der Peppers Ghost-Effekt.

Bei dem Peppers Ghost-Effekt handelt es sich um einen Illusionstrick, den John Henry Pepper im 19. Jahrhundert entwickelt und in Bühnenshows vorgeführt hat. Bei diesem Illusionstrick wird eine schräg gestellte Scheibe aufgerichtet, mit der Schauspieler geisterhaft auf eine Bühne, oder in einen Vitrinenraum eingespiegelt werden. Heute wird der Peppers Ghost-Effekt digitalisiert und im Zusammenhang mit 3D-Holographie eingesetzt, indem waagerecht eingesetzte Bildschirme Filme abspielen, die in den gewünschten Raum projiziert werden. So interagieren dann die Schauspieler, wie historische Geister mit einem Originalexponat aus vergangenen Zeiten und die Vermittlungsebene der Darsteller verschmilzt mit der des Exponats zu einer Inszenierung, die historisch richtig, dramaturgisch auf den Punkt gebracht, in einem theatralischen Bühnenbild, technisch perfekt und schauspielerisch überzeugend umgesetzt wird.

* <https://www.golem.de:> "Looking Glass' 8K-Monitor erzeugt Holo-Bild", Tobias Költzsch und Martin Wolf, 09.01.2020

1 Beispiel einer Videoprojektion
Quelle: <https://pixabay.com>

Die Filmaufnahmen stellen dabei hohen Anforderungen an Regie, Kamera und nicht zuletzt an die Akteure.

Vor einem Chroma (Greenscreen), auf dem die spätere Bühnensituation nachgebaut ist, agieren die Schauspieler in historischen Kostümen und Requisiten. Sie interpretieren ihre Rolle anhand der historischen Vorbilder, insbesondere der dramaturgisch ausgewählten Situation, und konfrontieren sie dabei mit einem Originalexponat aus deren Leben im Kabelwerk. So lassen sich vermutete subjektive Sichten und Gefühle der Protagonisten schauspielerisch herausstellen und auf den Zuschauer übertragen. Der sonst in Ausstellungsprojekten übliche objektive Abstand zwischen Betrachter und Geschehen verschwimmt, wodurch Aufmerksamkeit und Interesse des Publikums gesteigert wird. Die gewählte Präsentationstechnik des Peppers Ghost fördert so das Interesse beim Publikum auf magische und charmante Art und Weise.



2

2.8 Virtual Reality (VR)

Die virtuelle Realität, meist abgekürzt VR genannt, bezeichnet das Generieren einer virtuellen Welt, die in Echtzeit in verschiedenen Formen erlebt werden kann. Je nach Anwendungsgebiet sind verschiedene Kriterien ausschlaggebend für ein immersives Erlebnis. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Formen von VR. Zum einen 360°-Aufnahmen der Realität, die dann in Form von Fotos oder Videos abgespielt werden können, oder aber computer-generierte Virtuelle Realität. Bei dieser werden die Inhalte erst zu dem Zeitpunkt berechnet, in dem sie erlebt werden sollen. Der größte Unterschied ist, dass 360°-Aufnahmen immer an die zum Zeitpunkt der Aufnahme gewählte Kamera-Position gebunden sind. Das Ergebnis wird eher „wie auf Schienen“ beschrieben, da der Interaktionsgrad relativ gering ist. Bei einer computer-generierten Virtuellen Realität hingegen, kann der Betrachter, je nach Szenario, seinen Standpunkt in der Welt frei wählen, da die komplette Umgebung in 3D vorhanden ist und die Szenerie in Echtzeit berechnet wird.

2.8.1 VR-Brillen

2.8.1.1 Tracking

Tracking, oder zu Deutsch „das Verfolgen“, beschreibt das maschinelle Erfassen von Bewegungen und Positionen eines oder mehrerer Objekte in Relation zueinander sowie zu der realen Umgebung. Dies passiert im Kontext der VR, um die Brille des Betrachters im dreidimensionalen Raum zu verorten.

Dabei gibt es verschiedene Abstufungen:

Kein Positions Tracking (3 DoF – Degrees of Freedom, Freiheitsgrade)

Manche VR Lösungen wie z.B. die Google Cardboard** verzichten komplett auf ein räumliches Tracking. Hier wird nur über Lagesensoren die Bewegung der Brille erfasst. Manche Brillen setzen auf eigenständige Hardware (Oculus Go)***, andere benötigen zum Funktionieren ein Smartphone (Google Cardboard). 3 DoF VR Brillen eignen sich besonders für wenig interaktive Inhalte, bei denen sich der Betrachter nur umschaun muss. Brillen auf Basis eines Smartphones bieten darüber hinaus die Möglichkeit, dass Nutzer das Erlebnis mit nach Hause nehmen können. Außerdem ist hier die Frage der Hygiene geklärt, da Brillen als Einweg-Option angeboten werden können.

Inside Out Tracking (6 DoF)

Das Inside Out Tracking**** bezeichnet die Fähigkeit einer VR Brille, mithilfe mehrerer Kameras eine Vorstellung des realen Raumes und ihrer Position darin zu erfassen. Der große Vorteil dieser Technik besteht darin, dass sich der Nutzer frei in einer Virtuellen Realität bewegen kann, ohne dass eine zusätzliche Infrastruktur benötigt wird.



3

.....
* <https://www.golem.de:> "Looking Glass' 8K-Monitor erzeugt Holo-Bild", Tobias Költzsch und Martin Wolf, 09.01.2020

** <https://arvr.google.com/cardboard/>

*** https://www.oculus.com/go/?locale=en_US

**** https://xinreality.com/wiki/Positional_tracking

2 Schauspieler agieren vor einem Greenscreen.
Quelle: <https://pixabay.com>

3 Die Google Cardboard VR Brille ist größtenteils aus Papier hergestellt. Durch ihre kostengünstige und einfachen Aufbau ist möglich diese z.B. mit Werbung für die Ausstellung im Zusammenhang mit einer App auch als ein Mitnehm-Erlebnis zu verkaufen. Das VR Erlebnis der Google Cardboard ist jedoch stärker eingeschränkt da sie z.B. keine eigenen Sensoren besitzt.



1

Stichwort Immersion

Immersion beschreibt den hervorgerufenen Effekt, der das Bewusstsein des Nutzers, illusorischen Stimuli ausgesetzt zu sein, so weit in den Hintergrund treten lässt, dass die virtuelle Umgebung als real empfunden wird



2

* <https://xinreality.com/wiki/Lighthouse>

** <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>

*** <https://www.vive.com/eu/vive-tracker/>

**** Tom Sperlich: Neues in der Datenhöhle. In: Die Zeit Nr. 47, 15. November 1996, 78.

1 Beim Lighthouse-Tracking kann die Brille die Position des Nutzers millimetergenau bestimmen.

2 TheGrenzebachGroup -Flugsimulator in einer CAVE https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Roboterbasierter_Flugsimulator_Grenzebach_%27FlightSim%27.jpg

Lighthouse Tracking (6 DoF)

Beim Lighthouse Tracking* wird ein Raum mit Kameras oder Lasern ausgestattet, die der VR-Brille Informationen darüber liefern, wo sich eine Person im Raum befindet. Der größte Vorteil dieser Technologie gegenüber dem Inside Out Tracking ist die sehr hohe Genauigkeit, mit der eine millimetergenaue Verortung einer Brille in einem vordefiniertem Raum möglich ist. Nutzer können so z.B. im virtuellen Raum mit realen Exponaten interagieren.

Hände / Gegenstände

Für verschiedene VR Systeme gibt es zusätzlich zum Tracking der Brille die Möglichkeit, die Hände des Nutzers* oder diverse Gegenstände* mit einzubinden. Dadurch ermöglicht man dem Nutzer, mit Objekten in der realen oder der virtuellen Welt zu interagieren. Durch solche Elemente wird der Grad der Immersion (siehe Stichwort links) gesteigert.

Anwendungsbeispiele:

- VR-Station mit einer Brille, z.B. eine Einzelperson auf einem Trampolin, welche durch Bungee Seile die verminderte Schwerkraft auf unserem Mond erleben kann.
- VR-Station mit wenigen Brillen, z.B. für individuelle Erfahrungen wie das Entdecken einer Industriehalle, bei der man kooperativ mit Maschinen interagieren kann
- VR-Station mit vielen Brillen, z.B. als Erfahrung für Gruppen, bei der viele Personen gleichzeitig teilnehmen können. (Achterbahn- / Bootsfahrt)

Cave

Eine weitere Form der VR ist die CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). Hierbei handelt es sich um ein System, welches einen Raum teilweise oder komplett mit Beamer ausgeleuchtet und die Position des Nutzers im Raum verfolgt. Diese Erfahrungen eignen sich insbesondere für Einzelpersonen, da die Bilder meist nur für eine Position ausgerichtet sind. Der größte Vorteil einer solchen Installation ist jedoch, dass Personen ohne jegliche Hardware und ohne betreuende Person im Museums-Kontext eine VR Szenerie betreten können.

Beispiele von Cave Anwendungen

- Flug- / Fahrzeug Cockpit
- Betrachtung von 3D Modellen
- Erkundung eines Virtuellen Raumes

Beispiele von VR in Museen:

Erleben einer historischen Szenerie

In diesem Szenario nimmt man selbst virtuell an einer historischen Veranstaltung teil. Die Umgebung sowie Charaktere sind anhand von Fotos nachmodelliert.

Sicheres Betreten einer potentiell gefährlichen Situation

Gebiete die aufgrund von Umweltbelastungen nicht mehr zugänglich sind, jedoch noch mit Kameraroboter 3D gescannt werden können, werden so in einer Virtuellen Realität wieder erlebbar.

Teilnahme an einem Rennen in einem Prototypen

Durch zusätzliche Hardware wie Lenkrad, Rennsitz, und Force Feedback kann sich jeder wie der Rennfahrer des legendären Boliden fühlen.

2.8.1.2 Technologie Ausblick

In den kommenden Jahren wird sich das Blickfeld der VR Brillen immer weiter erhöhen. Außerdem wird sich die Auflösung verbessern. Wahrscheinlich wird Inside Out Tracking perfektioniert, sodass Lighthouse Systeme überflüssig werden. Voraussichtlich werden die Geräte auch alle kabellos mit Daten versorgt, und deren Gewicht wird sich reduzieren und der Tragekomfort insgesamt verbessern.



2.9 Augmented Reality (AR)

Augmented Reality, meist abgekürzt AR genannt, beschreibt das Erweitern der Realität mit digitalen Inhalten. Das Erweitern der Realität kann sowohl über Ton als auch über Bild passieren.

AR-Brillen

In der Regel bezeichnet eine AR-Brille ein Gerät, welches das Sichtfeld des Nutzers über optische Verfahren mit digitalen Inhalten überlagert. Allerdings gibt es auch AR-Brillen, welche Audio zur Erweiterung der Realität nutzen (z.B. Bose Frames)*. Diese sind aber eher selten und werden hier nicht weiter behandelt. AR-Brillen gibt es ohne Tracking (z.B. Google Glasses; siehe auch Abschnitt Virtuelle Realität (VR) - Tracking) oder mit Tracking (z.B. Hololens)**. Zur Positionsbestimmung nutzen letztere in der Regel Inside Out Tracking und bieten 6 Freiheitsgrade. D.h. Nutzer können sich frei im Raum bewegen und 3D Modelle im Raum entdecken oder mit ihnen interagieren. Ein großer Vorteil von AR-Brillen ist, dass der Nutzer seine Hände frei hat, um mit der realen Welt zu interagieren. Oft kann der Nutzer zusätzlich über Gestensteuerung mit der digitalen Welt interagieren. Des Weiteren unterscheiden sich die Brillen noch dadurch, dass sie entweder kabelgebunden an einem Computer (Meta 2)***, kabelgebunden an ein Smartphone (NReal)**** oder komplett eigenständig nutzbar sind (HoloLens).

AR auf Smartphone

Smartphone AR hat sich über die letzten Jahre stark weiterentwickelt. Dank immer schnelleren Prozessoren und besseren Kameras können überzeugendere AR-Szenen dargestellt werden. Generell als großer Vorteil zu sehen ist, dass eine sehr breite Schicht der Gesellschaft ein Smartphone mit sich herumträgt. Dieses Gerät lässt sich, mit Hilfe von Software, zum Betrachten von 3D Modellen verwenden. Als größter Nachteil ist hier zu beachten, dass der Nutzer während der Nutzung in der Regel beide Hände benötigt, um das Smartphone zu führen. Damit kann er nur noch begrenzt mit der realen Welt interagieren.

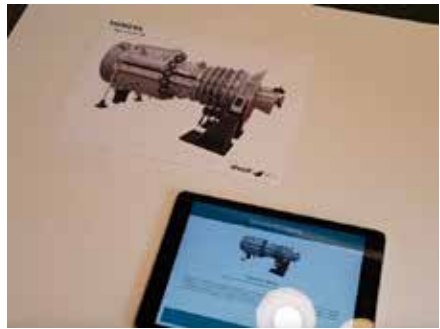


* https://www.bose.com/en_us/products/frames.html

** <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

***<https://www.schenker-tech.de/en/meta-2/>

**** <https://www.nreal.ai/>



1



2



3



4

2.9.1 Markerbasierte AR

Bei markerbasierter AR wird ein Bilderkennungsalgorithmus eingesetzt, der Bilder erkennen und in Echtzeit verfolgen kann. Damit kann das Bild, welches verfolgt wird, präzise mit 3D Objekten überlagert werden. Diese Technologie war die Erste, die sich auf Smartphones durchgesetzt hat. Vorteile sind unter anderem die hohe Präzision, mit der man millimetergenau 3D Modelle in Relation zum Marker positionieren kann. Außerdem unterstützen alle gängigen Geräte der letzten 4-5 Jahre diese Technologie. Der größte Nachteil ist jedoch, dass wenn der Marker aus dem Kamerabild verschwindet, die Augmentierung verschwindet. Dadurch ist der Bewegungsraum des Telefons relativ stark eingeschränkt. Verliert man den Bildmarker aus dem Kamera-Sichtfeld, verschwindet die Erweiterte Realität und die Immersion verliert an Wirkung.

2.9.1.1 Markerlose AR

Bei markenloser AR wird mittels SLAM* (simultaneous location and mapping) im Gerät ein digitales Abbild des Raumes erstellt. In diesen Raum können dann 3D Modelle platziert werden. Der Nutzer kann sich frei um die Modelle herum bewegen und über das Touchscreen mit ihnen interagieren. Der Vorteil ist, dass man einen relativ großen Bewegungsraum hat, der Nachteil ist jedoch, dass die Positionierung des 3D Raumes nicht in Relation zum realen Raum passiert und so die Erfahrungen immer etwaige Abweichungen haben.

2.9.1.2 Erweiterte Markerbasierte AR

Erweiterte Markerbasierte AR ist das zusammenführen von markerloser und markerbasierter AR. Hier wird der Raum getrackt und dann anhand des Markers ausgerichtet. Vorteil ist, dass man ein Bild erweitern kann und trotzdem eine große Bewegungsfreiheit vorhanden ist. Nachteil ist jedoch die komplexere Nutzerführung.

2.9.1.3 Objekterkennung

Mit diversen Algorithmen wie z.B. Maschinellem Lernen** kann man reale Objekte erkennen und diese digital durch ein 3D Modell überlagern oder mit Zusatzinformationen erweitern. Dies ist z.B. spannend, um Exponate in verschiedenen Sprache zu erklären, ohne die Ausstellung zu überladen.

2.9.1.4 Beispiele in Museen:

Annotation von Exponaten in beliebig vielen Sprachen

Ein Museum hat Zusatzinformationen in 20 Sprachen zu jedem Exponat, will sie aber nicht alle am Exponat anbringen. Der Nutzer kann sich mit dem Smartphone dann die Annotationen in seiner Sprache anzeigen lassen.

Visualisierung von Prozessen, die sich in Verborgtheit abspielen.

Mit Hilfe von AR können komplexe Maschinen wie z.B. eine Maschine zur Kabelherstellung virtuell geöffnet werden und so die Funktionsweise erklärt werden. Dies funktioniert auch, während die Maschine läuft und ohne sie zu beschädigen.

Ausstellung von nicht vorhandenen oder zerstörten Exponaten

Bei einem Kunstraub verloren gegangene Unikate, die vorher digital gescannt wurden, können mit Hilfe von VR weiterhin in der Ausstellung verbleiben. Des Weiteren lassen sich die Exponate von allen Seiten betrachten, was davor aus diversen Gründen nicht möglich war.

2.9.1.5 Technologieausblick

In den nächsten Jahren wird der Fokus auf maschinellem Lernen und Objekterkennung*** liegen. Gepaart mit Tiefenwahrnehmung**** (z.B. durch mobile 3D Kameras*****) und Occlusion*****. Außerdem wird es durch die gesteigerte Leistung der Endgeräte auch möglich sein, detaillierte Modelle in Echtzeit darzustellen.

2.10 App für mobile Betriebssysteme und mehr

Eine Software für mobile Betriebssysteme (im Weiteren als App bezeichnet) stellt ein entscheidendes Werkzeug für die digital getriebene Kommunikation mit dem Publikum dar. Eine versatile App kann dabei eine große Anzahl verschiedener Informationssysteme bedienen und somit ein effizientes, langlebige und kostengünstiges Werkzeug sein.

Eine gut konzipierte App kann man somit nicht nur auf mobilen Betriebssystemen anwenden, sie kann als Basis für die Ausspielung und Steuerung digitaler Inhalte für alle der bisher vorgestellten Technologien dienen.

Im Folgenden soll darauf eingegangen werden, wie eine solche App implementiert werden kann und welche weiteren Merkmale diese aufweisen kann.

2.10.1 Webtechnologie

Der Einsatz von webbasierten Technologien ermöglicht, dass eine maximal diverse Anzahl von digitalen Geräten betrieben werden kann. HTML*+, CSS**+ und JavaScript***+, die Basistechnologien webbasierter Systeme, sind quelloffen und Interpreter dieser Sprachen wurden auf so gut wie jedem komplexeren elektronischen System umgesetzt. Sie sind außerdem in verschiedenen Bereichen wie der Industrie und dem Bildungswesen nicht nur etabliert, sondern auch standardisiert, womit eine maximale Kompatibilität garantiert wird. Des Weiteren bieten sie eine zukunftssichere Basis, die einerseits durch die aktive Weiterentwicklung einer weltweiten Gemeinschaft vorangetrieben wird und andererseits durch ihre leichte Erweiterbarkeit auch zukünftigen Ansprüchen gerecht werden kann.

Die Erweiterbarkeit führte auch dazu, dass neben den oben genannten Basistechnologien viele weitere Technologien eine standardisierte Schnittstelle in die oben genannten Technologien erhalten haben und somit selber standardisiert wurden oder zumindest eine so weite Verbreitung erfahren haben, dass sie heute quasi Standards sind. Dazu zählen z.B. Audio, Video, Vektorgrafiken, 360°-Videos, 3D-Simulationen um nur einige Technologien zu nennen.

Da es jedoch auch moderne Technologien gibt, die „noch“ nicht ein Teil der Web-Plattform sind, ist es essentiell, Web-Technologien als Basis zu sehen, die erweitert werden können und sollten. Im Abschnitt Softwaredistributions-Technologien wird ein Einblick in solche Erweiterungen gegeben.

2.10.2 Softwaredistributionstechnologien

Die Ausspielung (Distribution) von (webbasierter) Software kann durch verschiedene aufeinander aufbauender Systeme geschehen.

- Webseite
- Progressive Web App (PWA)
- hybride App
- native App

1 | 2 Ein Bild dient als Marker, über diese Bild wir mit Hilfe von Bilderkennung ein 3D Modell angezeigt das von allen Seiten betrachtet werden kann.

3 Digital platziertes 3D-Modell in einem Live-Bild

4 In der erweiterten Realität auf dem Bildschirm wurden mit Hilfe von Objekterkennung interaktive Elemente eingeblendet. Ein Anklicken der Elemente ruft zusätzliche Informationen in Form von Texten, Bildern, Videos oder 3D Modellen auf.

* <https://www.andreasjakl.com/basics-of-ar-slam-simultaneous-localization-and-mapping/>

** <https://www.computerwoche.de/a/machine-learning-darum-geht-s,3330413>

*** <https://www.uni-muenster.de/Informatik/u/lammers/EDU/ws03/Landminen/Abgaben/Gruppe9/Thema09-ObjekterkennungInBilddaten-ChristianGrosseLordemann-MartinLambers.pdf>

**** <http://www.artts.eu/>

***** <https://www.samsung.com/global/galaxy/galaxy-note10/camera/>

***** <https://hackernoon.com/why-is-occlusion-in-augmented-reality-so-hard-7bc8041607f9>

*+ <https://www.w3.org/html/>

**+ <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.de.html>

***+ JavaScript wird hier vereinfacht für die von der Organisation Ecma International standardisierte Programmiersprache verwendet <https://www.ecma-international.org/>

Bei der Ausspielung von webbasierter Software über Webseiten ruft eine Browser Software* über eine Netzwerkverbindung die Inhalte von einem Server (ein Computer mit einer Software, die über das Hypertext Transfer Protocol (HTTP)** Protokoll-Daten senden kann) auf. Dieser Server kann sich in einem lokalen, das heißt von der Außenwelt abgekoppelten, Netzwerk (LAN***) oder dem Internet befinden. Eine Erweiterung dieser Distributionsform ist die PWA (Progressive Web App, siehe unten), bei der die ausgespielten Inhalte und Funktionen nach einem einmaligen Herunterladen auch lokal vorgehalten werden. Dies ist ähnlich zu klassischer Software die meist als Paket heruntergeladen wird und alle Inhalte und Funktionen lokal vorhält. Der im Moment populärste Weg Softwarepakete zu verbreiten sind App Stores****, d.h. Internet-basierte digitale Vertriebsplattformen für Anwendungssoftware.

Software kann über einen App-Store auch als App mit integriertem Browser ausgeliefert werden und bildet somit einen hybriden Ansatz. Während in nativen Apps grafische Benutzerschnittstellen von betriebssystem-spezifischen Bibliotheken erzeugt werden, wird in einer hybriden App ein eingebauter Browser benutzt, der die grafische Benutzerschnittstelle betriebssystemunabhängig mit Web Technologien erzeugt.

Der Vorteil nativer Apps ist ihre tiefe Integration in die Hardware des Gerätes auf der sie installiert sind. Dadurch läuft die Anwendung performanter und kann auf alle Hardware-Schnittstellen des Gerätes zugreifen, während webbasierten Technologien der Zugang verwehrt wird. Hybride Apps kombinieren die Vorteile beider System, können jedoch wie native Apps nur über internetbasierte Apps-Stores verteilt werden.

Da PWA eine neuartige Technologie ist, die stark im Kommen ist, sich deswegen auch in ständiger Weiterentwicklung befindet, soll im Folgenden näher darauf eingegangen werden.

2.10.2.1 Progressive Web Apps

Mit Progressive Web Apps (PWA) ist es möglich, Webinhalte ohne Appstore offline verfügbar zu machen und diese auch mit einem Symbol als Verknüpfung auf dem Startbildschirm anzulegen. Der Benutzer kann Echtzeit-Nachrichten über eine native Schnittstelle seines Betriebssystems eingeblendet bekommen (Push Nachrichten). Des Weiteren ist es möglich, Browser-Elemente wie die Adressleiste auszublenden, so dass der Eindruck einer nativen App entsteht. So lassen sich alle oder Teile der Ausstellungsinhalte in einer ansprechenden Form auf den mobilen Endgeräten der Besucherinnen und Besucher zur sofortigen oder späteren Verwendung verfügbar machen.

Die Unterstützung von PWA auf Android und iOS fällt unterschiedlich aus****:

Push Nachrichten

Wird von allen modernen Browser unterstützt.

Offline Unterstützung:

- Android: voller Support für Chrome, Firefox, Samsung Internet
- iOS: Safari ab Version 11.3; voller Support: Chrome, Firefox

Dabei ist zu beachten, dass die Speichergröße je nach Betriebssystem und freiem Speicher des Geräts unterschiedlich ist.

Startbildschirm Verknüpfung (native Look):

- Android: voller Support für Chrome, FireFox, Samsung Internet
- iOS: nur mit Safari möglich

Die Unterstützung von PWA ist momentan in ständiger Entwicklung, wobei vor allem die Unterstützung von iOS noch am meisten beschränkt ist. Wie schon im Abschnitt Webtechnologie erwähnt, sind die Umsetzungsmöglichkeiten webbasierter Technologie sehr vielfältig, jedoch nicht unbegrenzt. So sind im Moment Umsetzungen von Indoor-Lokalisierung und Augmented Reality / Virtual Reality nur begrenzt möglich.

2.10.3 App Merkmale

Die verbreitetste Art der Informationsvermittlung aktueller digitaler Medien geschieht über formatierte Texte, die mit zusätzlichen Medien unterbrochen sind. Dabei ist es möglich Texte und anderen Medien in mehreren Sprachen zur Verfügung zu stellen. Browser und Anwendungen, die über App Stores verbreitet werden, geben der ausgeführten Software dabei zu erkennen, welche die bevorzugte Sprache des Nutzers ist (siehe auch Abschnitt Inklusion). Die gängigsten Multimedia Formate beinhalten:

- Bild
- Audio
- Video

Womit unter anderem ein Audioguide auf den Smartphones umgesetzt werden kann, der durch hochauflösende Videos die aus dem lokalen Netzwerk des Museums ergänzt wird, ohne die Datenvolumen der Besucherinnen und Besucher zu belasten.

Auch moderne Medienformate wie

- 360° Sphären Bilder*
- 360° Sphären Video**
- 3D Modelle***

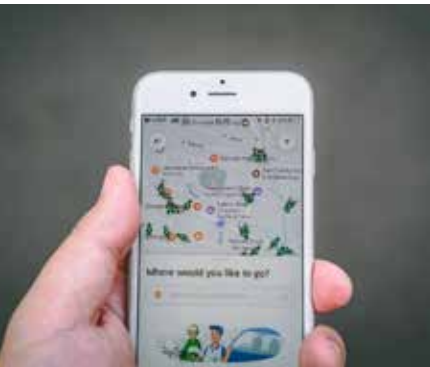
werden inzwischen weitgehend unterstützt und können direkt im Browser von mobilen Endgeräten eingebunden werden.

Im Folgenden sollen weitere Technologien vorgestellt werden, die im Kontext eines modernen Ausstellungskonzeptes verwendet werden können.

2.10.4 GPS Navigation

In Web-Browsern und nativen Apps ist die Ortung beispielsweise durch das Global Positioning System (GPS****) eine standardisierte Technologie, die weltweit von mehreren Satellitensystemen frei zur Verfügung gestellt wird. Damit kann für die zivile und kommerzielle Nutzung die Position mit einer Genauigkeit von 15 Metern***** bestimmt werden, sofern die Hardware entsprechend ausgerüstet ist. Mit Hilfe von kommerziellen Anbietern wie Google Maps*+ , Bing Maps**+ oder Open-Source-Initiativen wie Open Street Maps***+ ist es möglich, online und offline Karten für eine Navigation außerhalb des Museums anzubieten.

In einer App kann somit die nähere Umgebung des Museums durch eine Karte mit Sehenswürdigkeiten und anderen interessanten Orte (auch unter dem Stichwort Points of Interest, POI, bekannt) in das Besuchs-Erlebnis eingebunden werden. Auch selbst geführte Touren durch die nähere Umgebung sind möglich (siehe Abschnitt Touren) .



1

.....
* <https://de.wikipedia.org/wiki/Webbrowser>

** <https://tools.ietf.org/html/rfc2616>

*** https://de.wikipedia.org/wiki/Local_Area_Network

**** https://de.wikipedia.org/wiki/App_Store

***** <https://developers.google.com/web/fundamentals/instant-and-offline/web-storage/offline-for-pwa>
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Progressive_web_apps/Introduction#Browser_support

.....
* <https://ourcodeworld.com/articles/read/843/top-7-best-360-degrees-equirectangular-image-viewer-javascript-plugins>

** <https://support.google.com/youtube/answer/6178631?hl=de>

*** <https://threejs.org/>

**** GPS wird hier nur stellvertretend und als allgemeinsprachlicher Begriff für verschiedene Systeme verwendet, die eine globale Satellitenortung ermöglichen

***** Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

*+ <https://cloud.google.com/maps-platform/>

**+ <https://www.bingmapsportal.com/>

***+ <https://www.openstreetmap.de/>

1 Eine Kartenanwendung die beispielhaft die Umgebung des Museums mit verschiedenen Points of Interest erfahrbar macht.
Quelle: <https://pixabay.com>



1

2.10.5 Indoor Navigation

Die Navigation in Räumen ist eine noch nicht vollständig erschlossene Technologie. Während die ersten kommerziellen Ansätze mit Bluetooth Beacons durch das iBeacon System* 2013 von Apple populär gemacht wurden, sind inzwischen metergenaue Positionierungen möglich. Dabei werden Sender und Empfänger verschiedener Wellen verwendet, die durch Laufzeitmessungen der Signale die Position eines Sensors innerhalb eines bekannten (d.h. vorher ausgemessen) Systems bestimmen können. Die Indoor Navigation ist nicht nur eine Technologie, die Interessierten eine selbstgeleitete Führung bietet, bei der zusätzliche Informationen über Exponate automatisch angezeigt werden können, sondern ist auch eine essentielle Basis für inklusive Arbeit (siehe Inklusion). Aktuelle Entwicklungen sollen im folgenden anhand der verwendeten Technologien eingeführt werden.

Elektromagnetische Wellen - Bluetooth Beacons

- Vorteil: geringe Neuinstallationskosten, flexible Anbringung, geringe Abmessungen der Beacons.
- Nachteil: native App ist notwendig
- Genauigkeit: 3 m
- Anbieter: iBeacons, ursprünglich von Apple Inc., inzwischen auch von viel andern Anbietern zu erhalten als Bluetooth Low Energy Beacon**.

Elektromagnetische Wellen - WLAN

- Vorteil: WLAN Infrastruktur vorhanden, hohe Reichweite (bis zu 150 m)
- Nachteil: Technologie noch nicht ausgereift oder standartisiert, hat aber hohes Potential.
- Genauigkeit: bis zu 1,5 m mit Software auf WLAN Router und nativer App (siehe EvAAL unten). Durchschnittlich 3 - 5 m
- Anbieter: Infsoft***, Situm****, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt - Fakultät Informatik und Wirtschaftsinformatik*****

Sichtbares Licht

Bei diesem System nutzt Phillips ihr Wissen über Fertigungstechniken von LED-Lichtern aus, um ein spezifisches Flimmern einer Lichtquelle zu erzeugen, welches für das menschliche Auge nicht sichtbar ist, jedoch mit Hilfe von Kameras in Smartphones zu erkennen ist. Bei einer genügenden Ausleuchtung mit von Philips speziell konfigurierten LED-Lichtquellen wird dabei eine sehr hohe Präzision erreicht.

- Genauigkeit: < 30 cm
- Nachteil: Hohe Installationskosten
- Anbieter: Phillips*+

Schallwellen

Lautsprecherboxen senden nicht hörbare Ultraschall-Klänge, die zur Ortung benutzt werden.

- Vorteil: Lautsprecherboxen sind günstig und je nach Konzept evtl. schon vorhanden.
- Genauigkeit: 2 m
- Anbieter: Koopango: Mobiltelefon basierte Ultraschall Kommunikation**+.
- Sensor Fusion

Die Verknüpfung aller vorher aufgezählter Sensorsysteme und weiterer ist unter dem Namen Sensor Fusion bekannt und wird von vielen der Systeme, die hier beispielhaft genannt wurden auch schon genutzt.

* <https://developer.apple.com/ibeacon/>

** <https://www.amazon.de/s?k=bluetooth+low+energy+beacon>

*** <https://www.infsoft.com>

**** <https://situm.es>

***** Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Fakultät Informatik und Wirtschaftsinformatik, Sanderheinrichsleitenweg 20, 97074 Würzburg

*+ <https://www.lighting.philips.de/systeme/beleuchtungssysteme/indoor-positioning>

**+ <https://koopango.com/de/>

1 Ein Sortiment von iBeacons von unterschiedlichen Herstellern Quelle: wikipedia.org

Übersicht über aktuell in Smartphone eingesetzte Sensorsystemen die zur Navigation benutzt werden kann

- WLAN
- Bluetooth
- Kompass
- Beschleunigungs- und Drehsensoren
- Mikrofon
- Kamera (siehe auch Abschnitt Augmented Reality für die neue Möglichkeit 3D Geometrien von Räumen zu erkennen)

Ausblick Indoor Navigation

Das Feld der Indoor-Navigation ist im Moment stark in Bewegung und sollte bei einem Einsatz auf die aktuellsten Entwicklungen geprüft werden. Eine hilfreiche Quelle dabei kann der Internationale Wettbewerb für Indoor Navigationssysteme EvAAL* bieten.

„Der EvAAL-ETRI Wettbewerb gilt aufgrund seiner wissenschaftlichen Standards und der Komplexität der zu bewältigenden Aufgaben als international anspruchsvollster Wettbewerb zum Thema Indoor-Positionierung. Der diesjährige Wettbewerb hatte den Schwerpunkt Smartphone-basierte Positionsbestimmung. Ein Anwender nutzt die Indoor Positionierung auf seinem Telefon wie andere Navigations Apps. Die Bestimmung der Position erfolgt mit Sensoren des Telefons, z.B. WLAN, Bluetooth, Kompass, Beschleunigungs- und Drehsensoren.“**

2.10.6 Touren

Klassische Touren können von geschulten Personen durchgeführt werden, welche eine Besuchergruppe durch eine bestehende Ausstellung oder auch die nähere Umgebung leitet. Dabei ist es möglich, dass Gruppenteilnehmer eine App aufrufen, auf der der Guide zusätzliche Medien für die Gruppe bereitstellt und an geeigneten Zeitpunkten auslöst (siehe Mediensteuerung) oder auch Inhalte in verschiedenen Sprache bereitstellt (siehe Inklusion).

Interessierte können jedoch auch selbständig mit Hilfe einer App aus verschiedenen Tour-Angeboten auswählen, die sie allein oder in Gruppen besuchen. Dabei ist es möglich, das Publikum einen vorgegebenen Pfad gehen zu lassen, der nicht nur in verschiedenen Sprachen angeboten wird, sondern auch z.B. speziell für Kinder gestaltete Inhalte vermittelt.

Eine andere Variante stellte die ungeführte Tour dar, in der eine Auswahl von Themenbereichen eigenständig entdeckt werden kann. Dabei wird eine Reihe von POIs vorgeschlagen die sich in einer selbst gewählten Reihenfolge entdecken lassen.

Je nach Anwendungsfall sind für Touren in einer App nicht nur Multimedia-Inhalte hinterlegt, sondern auch Pfade und POIs in Indoor- und Outdoor-Karten, in der sich der Benutzer mit Hilfe der in den zwei vorherigen Abschnitten beschriebenen Navigationstechnologien orientieren kann.



2

* <http://evaal.aaloa.org/>

** <https://www.hft-stuttgart.de/Aktuell/Nachrichten/j2015/m1115/Indoor-Position/de>

2 Beispiel App: Naturpark Nuthe-Nieplitz: Verschieden Touren werden in einer outdoor Karte als Pfade dargestellt



1

2.10.7 Veranstaltungskalender

Veranstaltungskalender binden das Publikum in aktuelle Ereignisse ein. Dies fördert die Interaktion mit der Ausstellung und anderen kulturellen Ereignissen der Umgebung. Durch eine zentrale Datenverarbeitung ist es möglich, Ereignisse innerhalb einer App grafisch als Liste oder Tabelle einzubinden, die automatisch mit neuen Ereignissen versorgt wird. Des Weiteren können die Ereignissen in nativen Apps und PWA auch als Push Nachrichten angezeigt werden (siehe Abschnitt Progressive Web Apps).

Bildschirme innerhalb der Ausstellung (siehe Digital Signage), Email-Newsletter oder auch die Webseite der Ausstellung können mit der selben Schnittstelle oder sogar der selben App betrieben werden und so kostengünstig, da automatisiert, die Sichtbarkeit innerhalb und außerhalb der Ausstellung erhöhen (siehe auch Abschnitt Benutzung der zentralen Schnittstellen).

2.10.8 Quiz, Preisausschreiben

Die Integration eines digitalen Quiz fördert die Interaktion und motiviert zur aktiven Auseinandersetzung mit den Exponaten. Das Quiz kann direkt über die mobilen Endgeräte abrufbar sein oder wird über Leihgeräte bereitgestellt. Das Quiz-Tool kann unterschiedliche Konzepte innehaben, die auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmt sind: Mit einem interaktiven Wissensquiz spielt man mit- und gegeneinander. Am Ende erhält die Gewinnerin oder der Gewinner ein digitales Abzeichen.

Bei einer Digitalen Schnitzeljagd in Form eines Quiz werden Hinweise auf Exponate gegeben, die man in der Ausstellung finden und nennen muss. So durchlaufen Mitspieler eine Quiz-Tour, die auf die persönlichen Interessen angepasst werden kann. Die inhaltliche Ausarbeitung kann mit (Museums-) Pädagogen oder Partnerhochschulen erfolgen, um die didaktische Ausrichtung zu gewährleisten.

Mit der Bereitstellung des Quiz über eine App kann sich der Nutzer bereits vor dem Museumsbesuch intensiv mit den Inhalten beschäftigen und mit erfolgreicher Absolvierung des Quiz oder Sammeln eines bestimmten Punktestands kostenlosen Eintritt erhalten.

2.10.9 Feedback (Formulare)

„Wer die Perspektiven und Bedürfnisse seiner Besucher berücksichtigen möchte, braucht verlässliche Strategien um etwas über sie herauszufinden.“* Um ein Museum besucherorientiert auszurichten, müssen unter anderem die Bedürfnisse und Erwartungen des Publikums analysiert, aber vor allem auch die Angebote seitens der Besucherinnen und Besucher evaluiert werden. Ein Instrument dafür ist die Besucherbefragung und Einbindung von Feedback-Formularen. Digitale Fragebögen, die über die smarten Endgeräte erreichbar sind, können direkt in der Konzeption eines Besucherinformationssystems (z.B. Multimedia-guide) mitgedacht werden. Alternativ kann mit diesem System eine Befragung durch das Personal des Museums mit Hilfe von Tablets oder Leihgeräten durchgeführt werden. Die Auswertung kann für die Museumsmitarbeiter in einem Content Management System visualisiert werden. Sämtliche Nutzerdaten werden anonymisiert und datenschutzkonform erhoben.

Mit Hilfe eines Feedback-Formulars lassen sich Fragen zum Exponat direkt an den Museumsmitarbeiter (z.B. Kurator) richten. Weiterhin können Anregungen zur Ausstellung gegeben werden, die ein Mitarbeiter anschließend evaluiert. Besonders interessante Fragen können in Form eines Newsletters aufgenommen werden. Damit zeigt das Museum, dass die Rückmeldung ihrer Gäste wichtig ist, und erarbeitet sich so eine Verbindung zu einer partizipativen Besucherschaft.

* <https://www.museumbund.de/besucherforschung-evaluation/>

** siehe Abschnitt Benutzung der zentralen Schnittstellen

*** <https://tools.ietf.org/html/rfc6455>

**** <https://mqtt.org/>

***** Vgl. Hochschule Luzern - Design & Kunst (2011): Social Media für Museen, https://www.kiwit.org/media/material-downloads/hslu-dk-sozialemedien_doppelseiten_mittel.pdf, S. 5

1 Ereigniskalender Beispiel: Art Guide App <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobileiq.artfund>

2.10.10 Mediensteuerung

Während die meisten hier vorgestellten Kommunikationswege einseitig Informationen von einem Server zu den Nutzerinnen und Nutzern fließen lassen, gibt es auch Technologien, die es möglich machen, mit anderen Teilnehmern, dem Tourguide oder installierten Mediengeräten zu interagieren.

Dies erfordert die Benutzung von Protokollen, die eine symmetrische Kommunikation erlauben, welche gerade in letzter Zeit durch die starke Verbreitung der IoT-Technologien (Internet of Things - Internet der Dinge) vorangetrieben wurde. Weit verbreitete Protokolle, die dies umsetzen, sind REST-like APIs**, WebSockets*** und das Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)****, was also als De-facto-Standard im IoT gesehen werden kann.

Mit Hilfe dieser Protokolle ist es möglich, Echtzeit-Nachrichten von einem Benutzer an ein Mediengerät oder einen anderen Benutzer zu schicken, aber vor allem auch von ihm empfangen zu werden. Dies ermöglicht es zum Beispiel, dass ein Tourguide auf den mobilen Geräten seiner Gruppe das Aufrufen einer Seite oder einer Mediendatei auslöst, oder dass ein Benutzer den Inhalt eines Bildschirms im Museum selber bestimmt.

2.10.11 Soziale Medien

Unterschiedlichste soziale Kanäle/Plattformen sprießen wie Pilze aus dem Boden, einige verweilen nur für kurze Zeit, andere sind im digitalen Kosmos etabliert. Diese Innovationskraft, die von ihrer Nutzergruppe ausgeht, kann für die Arbeit im Museum verwendet werden.***** Vor, während und nach dem Museumsbesuch kann Social Media eine vielseitige Rolle einnehmen. Sei es zur Vermarktung des eigenen Hauses oder Kommunikation und Involvement der Besucherschaft sowie sogar der bisherigen Nicht-Besucher.

Um direkt mit der Social Media Seite des Museums zu interagieren, kann in einer digitalen Anwendung (Multimediaguide/Museumsapp) aktiv zum Teilen der Museumserlebnisse (z.B. durch Fotos) aufgerufen werden. Durch die Einbindung von Publikumsbeiträgen, macht das Museum sich und seine Ausstellungen sichtbar oder kann die Besucher in die Entwicklung einer Ausstellung einbeziehen. Das mit Hilfe der Museumsapp geteilte Bild beinhaltet einen Link zur Webseite des Museums. Damit werden z.B. Facebook-Freunde/Twitter-Follower durch einen Klick auf den Post direkt weitergeleitet.

2.10.12 Besucherstatistiken

Die vor allem von Webseiten bekannten Methoden, Besucherstatistiken (Web Analytics) zu sammeln und zu analysieren, werden seit langem auch im App-Bereich eingesetzt. Dabei können gängige Metriken eingesetzt werden

- Einzigartige Benutzer / Alle Benutzer
- Besuchte Seiten
- Besuche pro Zeitraum
- Länge der Verweildauer

Während diese Metriken von ihren Namen her dem Webkontext angepasst sind, lässt sich mit einer anderen Benennung klar die Vorteile beim Einsatz in einem Ausstellungs-Kontext erkennen. So indiziert die Anzahl der Aufrufe einer Seite mit weiterführenden Informationen zu einem Ausstellungsstück das Interesse des Publikums. Ähnlich verhält es sich mit der Metrik der Verweildauer.



Clavichord

Erbauer: Hieronymus Albrecht Hass
Ort / Zeit: Hamburg, 1728
Kat.-Nr.: 344

Wo finde ich dieses Instrument?

Mittlerweile fast vergessen, gehörte das Clavichord als eines der ältesten

Clavichord



Fragetool: Was möchten Sie über dieses Musikinstrument wissen?

Sie fragen, unsere Wissenschaftler*innen antworten!

An welche E-Mail-Adresse dürfen wir antworten?

enter email adress

Bitte geben Sie hier Ihre Frage ein:

enter your question

Clavichord

2 App des Musikinstrumenten-Museums Berlin, Staatliches Institut für Musikforschung, Screenshot

3 Feedbackformular des Musikinstrumenten-Museums, Staatlichen Instituts für Musikforschung

	Page		Pageviews	Unique Pageviews	Avg. Time on Page
			1,837 % of Total: 2.80% (70,716)	1,587 % of Total: 2.81% (56,391)	00:01:23 Avg for View: 00:01:41 (-17.42%)
☐	100.	/search/site/events	828 (45.07%)	740 (46.63%)	00:02:38
☐	101.	/search/site/contact info	375 (20.41%)	350 (22.05%)	00:03:58
☐	102.	/search/site/google-analytics	23 (1.25%)	20 (1.26%)	00:00:15
☐	103.	/search/site/tag manager	20 (1.09%)	18 (1.13%)	00:00:24
☐	104.	/search/site/universalupgrades	20 (1.09%)	15 (0.95%)	00:00:41
☐	105.	/search/site/site search settings	10 (0.54%)	4 (0.25%)	00:00:08

1

er, die auf das Interesse von tiefgreifenden Informationen zu dem Ausstellungsstück hinweisen kann. Zusätzlich kann diese Information mit Hilfe eines Feedback-Formulars verknüpft werden. Mit diesen Mitteln können Ausstellungskuratoren Schrittweise ihre Ausstellung besser den Interessen der Besucherinnen und Besucher anpassen und aktualisieren.

Ein wichtiger Aspekt der Web Analytics ist die Frage nach dem Einsatz von anonymisierten Statistiken und die Respektierung von Initiativen wie Do Not Track* (freiwillige Selbstver-

pflichtung, Benutzer, die diese Information mitsenden, nicht zu verfolgen), den wir in diesem Anwendungsfall empfehlen würden.

Für das Erheben von Besucherstatistiken sollte ein ausgereiftes System benutzt werden, in dem aktuelle Tracking-Technologien umgesetzt und auch in Zukunft weiterentwickelt werden. Es sollte für die Speicherung von zeitbasierten Informationen ausgelegt sein und ein Benutzerinterface mit einer Reihe von grafischen Aufbereitungen der Besucherstatistiken mitbringen.

Dabei kann grundsätzlich zwischen zwei Arten der Erhebung unterschieden werden. Zum einen können Drittanbieter wie Google Analytics**, Clicky*** usw. verwendet werden. Bei ihrem Einsatz muss jedoch darauf geachtet werden, dass Daten an dritte Parteien weitergegeben werden und dass die Nutzer somit unbedingt darüber in der Datenschutzerklärung (Datenschutz-Grundverordnung****) aufgeklärt werden und dem Vorgehen auch zustimmen müssen. Zum anderen können selbst gehostete Lösungen wie Matomo*****, Open Web Analytics*+ usw. verwendet werden, die bei einer entsprechenden Konfiguration keine explizite Einwilligung der Nutzer erfordert, soweit das Tracking anonymisiert geschieht.

2.11 Leihgeräte vs. BYOD

2.11.1 Bring Your Own Device (BYOD)

Das Smartphone ist „zu einem unverzichtbaren Begleiter im Alltag fast aller Menschen geworden. So schnell hat sich bislang keine andere Technologie verbreitet“, sagte Bitkom-Präsidiumsmitglied Hannes Ametsreiter kurz vor dem Mobile World Congress 2018**+.

- Die Nutzung eigener Smartphones in der Ausstellung hat zahlreiche Vorteile:
- Dadurch, dass das eigene Gerät genutzt wird, kann eine **automatische Erkennung der Muttersprachen** und eine entsprechende Inhaltsauslieferung erfolgen.
 - Mit dem eigenen Gerät können Inhalte aus der Ausstellung – oder mit App-Unterstützung – Augmented-Reality-Selfies auf den persönlichen sozialen Netzwerken geteilt werden. Dies erhöht die **Sichtbarkeit im Internet**.
 - Mit BYOD sind **weniger Leihgeräte** nötig.
 - Durch Erweiterung von Museums-Apps zu themenbasierten News-Hubs wird die **Bindung des Publikums** erhöht und ein echter **Mehrwert auch nach dem Museumsbesuch** geschaffen.

- BYOD setzt dort an, wo für bestimmte Altersgruppen das Smartphone das wichtigste Gerät ist.
- BYOD erhöht die Nutzbarkeit digitaler Guides: Da das eigene Gerät verwendet wird, muss nicht erst die Bedienung eines Leihgerätes erlernt werden.
- BYOD ermöglicht erst **auf den einzelnen Personen abgestimmte Funktionen zur Inklusion** wie z.B. text-to-speech (TTS).

2.11.2 Leihgeräte

Ist eine ausschließliche Nutzung von BYOD aufgrund der Besucherzielgruppe nicht angezeigt, kann das BYOD-Konzept um Leihgeräte ergänzt werden.

Nachteile von Leihgeräten sind

- **Personalmehraufwand** zur Ausgabe und Abgabe der Leihgeräte
- **Verschleiß** der Geräte und daraus resultierende Wartungskosten
- **Stromverbrauch** beim Laden
- **Anbindung an Social Media schwierig**, da man Besucherinnen und Besucher schwer dazu bringen kann, sich auf anderen Geräten in ihren sozialen Netzwerken anzumelden
- Keine Vor- und Nachbereitung des Museumsbesuchs mit Hilfe der App, **keine Besucherbindung**
- Nutzerinnen und Nutzer sind **mit Leihgeräten ggf. nicht vertraut**

2.12 Inklusion

Die gezielte Einbindung digitaler Technologien kann zu einem barrierearmen Museumserlebnis beitragen. Unterschiedliche Bedürfnisse des Publikums prägen den Aufenthalt und die Informationsaufnahme im Museum. Verschiedene Vermittlungsangebote sind daher in der Konzeptionierung mitzudenken.

Bei der Anwendung von Informationstechnik gelten die barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV 2.0) sowie deren englische Version Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0) als Richtwerte für die Entwicklung digitaler Lösungen. Grundlegende Punkte wie Wahrnehmbarkeit, Bedienbarkeit, Verständlichkeit und Robustheit werden hinsichtlich der Barrierefreiheit von Informationstechnik definiert (genaue Ausführungen sind in der BITV 2.0 und WCAG 2.0 dargestellt).* Eine barrierefreie Anwendung von Informationstechnik geht einher mit gestalterischen, programmiertechnischen, konzeptionellen und redaktionellen Grundlagen.

Mobile Endgeräte sind wichtige „Assistenten“ im Alltag. Eine digitale Anwendung auf den Smartphones, die Informationen zum Museum enthält und deren Inhalte, Funktionen und Design auf die Bedürfnisse der Person abgestimmt sind, kann ebenfalls diese Hilfestellung einnehmen.

Im Folgenden werden Menschen mit einer Beeinträchtigung berücksichtigt und exemplarisch aufgezeigt, wie eine Applikation im Museum eingebunden werden kann, um einen Zugang zur Ausstellung zu gewährleisten. Die Unterteilung bezieht sich auf Menschen mit einer Sehbehinderung, Erblindung, einem eingeschränkten Hörvermögen sowie Lernschwierigkeiten.

* <https://www.eff.org/issues/do-not-track>

** <https://analytics.google.com/analytics/web/>

*** <https://clicky.com/>

**** <https://dsgvo-gesetz.de/>

***** <https://matomo.org/>

*+ <http://www.openwebanalytics.com/>

**+ <https://www.heise.de/thema/MWC>

1 Google Analytics als Beispiel für eine Auswertung der Anzahl der Besuche pro Exponate und ihrer Verweildauer. Wenn jedes Exponat eine eigene Seite in der App hat entspricht der Besuch der Seiten dem Besuch des Exponats.

* Juristisches Informationssystem für die BRD (2011): Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung - BITV 2.0). Verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html und W3C (2009, 29. Oktober): Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Verfügbar unter <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-de/>



1



2



3



4

1 Taktiles Bodenleitsystem und Audio-App ermöglichen in der Berlinischen Galerie ein Kunsterlebnis für Blinde und Sehbehinderte, Berlinische Galerie, Foto: Harry Schnitger

2 Barrierefreies Hörerlebnis mit der Audio-App „Berlinische Galerie–ein inklusiver Guide“ Foto: Harry Schnitger

3 | 4 Die App “Königsfeld” beinhaltet eine Sprachauswahl mit Leichter Sprache. Die Texte sind dementsprechend angepasst.

2.12.1 Menschen mit einer Sehbehinderung oder Erblindung

Eine digitale Anwendung macht die Implementierung einer Indoor Navigation im Ausstellungsbereich möglich und bietet die Option einer eigenständigen Erkundung des Museums. Hierbei kann auf verschiedene Systeme/Technologien zurückgegriffen werden, z.B. WLAN-Triangulation, Visible Light Communication und Ultra-Wideband. Für die Orientierung im Außenbereich gilt das Global Positioning System (GPS), das über eine Genauigkeit von bis zu wenigen Metern verfügt.

Beschreibende Inhalte – in Form von Audiodateien – zu Exponaten, Tastmodellen, Tastplänen und zur Orientierung (im und außerhalb des Gebäudes) sind wichtige Informationsquellen für Gäste mit einer Sehbehinderung. Die Nutzung des eigenen mobilen Endgeräts zum Abruf dieser Informationen hat den Vorteil, dass grundlegende Einstellungen wie beispielsweise Schriftvergrößerung, Kontraste oder die Geschwindigkeit eines Screenreaders bereits vorhanden sind. Diese Bedienungshilfen – sogenannte assistive Technologien – sind bereits in den Smartphones integriert und lassen sich in Hinblick auf die vielfältigen Symptome einer Seheinschränkung und die daraus folgenden Bedürfnisse anpassen.

Eine Alternativversion von Text-, Audio-, Video- und Bildmaterial ist wichtig für die Erreichbarkeit sowie Auswahlmöglichkeiten. Alternativtexte (ALT-Texte) zu Audio, Film und Bildmaterial können in einem Content Management System eingearbeitet werden und werden dann über das Smartphone ausgegeben.

Werden Inhalte zum Museum bereits von zu Hause aus abrufbar gemacht, können sich blinde Personen besser auf den Museumsbesuch vorbereiten. Insbesondere sind Wegbeschreibungen und Beschreibungen des Gebäudes dafür hilfreich.

2.12.2 Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen

Wie bei Menschen mit einer Sehbehinderung sind die Bedürfnisse von Menschen mit Höreinschränkungen sehr unterschiedlich. „Hörbeiträge als Lesetext“ oder „Untertitel für Filme“ sind nur für einen kleinen Teil der Hörgeschädigten eine Lösung. Prälingual und postlingual hörgeschädigte Menschen verfügen über einen unterschiedlichen Wortschatz. Über eine Tourauswahl lässt sich die gewünschte Tour zusammenstellen und den persönlichen Bedürfnissen anpassen. Dabei sind Informationen in Leichter Sprache sowie Videos in Gebärdensprache wertvoll.

Weiterhin kann eine Interaktion über das Smartphone mit Bildschirmen integriert werden. Die Bildschirme zeigen zum Beispiel Videos in Gebärdensprache in einem größeren Format, falls benötigt.

Medienstationen mit Audioelementen haben geeignete technische Zusätze für Schwerhörige (Induktionsschleife oder Möglichkeit des Anbringens einer Halsringsschleife).

2.12.3 Menschen mit Lernschwierigkeiten

Menschen mit Lernschwierigkeiten erfahren die Ausstellung mit Hilfe von Bildern, Filmen, Audiospuren und 3D-Modellen. Dieser Medienmix erleichtert die Aufnahme komplizierter Sachverhalte.

Die Möglichkeit, mit analogen sowie digitalen Exponaten in Interaktion zu treten, soll verschiedenste Besuchergruppen an die Ausstellungsthematik heranzuführen. Textliche Inhalte können in Leichter Sprache und einfacher Sprache hinterlegt werden. (siehe Beispiel linke Spalte)

3 Beispielhafte „Visitor Journey“

3.1 Prolog

Eine „Visitor Journey“ unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten technologischen Möglichkeiten beginnt nicht erst mit dem Betreten des Museums, sondern viel früher: im Zuhause der Besucherinnen und Besucher. Durch entsprechendes Marketing kann das Museum bereits im Vorfeld auf seine Website und/oder App hinweisen, die (im besten Fall) den Usern auch ohne Besuch der Ausstellung schon einen echten Mehrwert liefern, auch wenn sie den Ausstellungsbesuch nicht ersetzen.

Mobile Website und App können im Vorfeld des Besuches Folgendes leisten:

Durch ansprechende Verfügbarmachung beispielhafter Inhalte aus der Ausstellung können Vorfreude und „Lust auf mehr“ erzeugt werden. Dies können sein:

- sogenannte Leuchtturmexponate
- AR-Inhalte
- Umfragen
- Quiz

Es können schon an diesem Punkt Eintrittskarten verkauft werden.

Eine interaktive, dynamische Anfahrtsbeschreibung kann den Weg zum Museum bedeutend erleichtern. Durch inklusiv gestaltete Inhalte können bisher nicht erreichte Besuchergruppen auf die Ausstellung aufmerksam gemacht werden.

3.2 Besuch

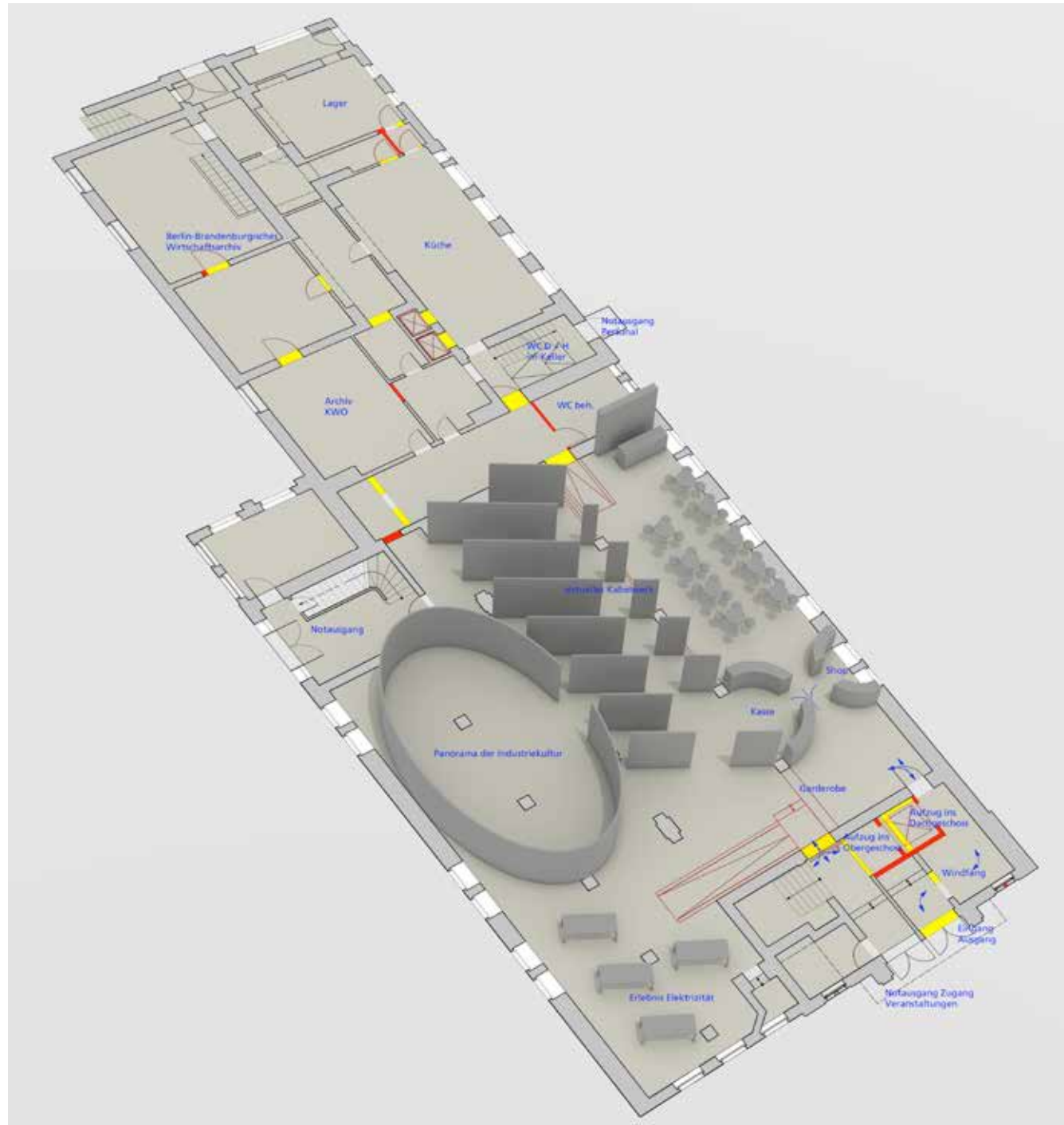
Das Publikum erreicht den Eingang des Museums in des ehemaligen AEG Kasi-nos über die Wilhelminenhofstraße am nordöstlichen Teil des Gebäudes (Abbildung unten, rotes Dreieck).

Schon beim Betreten des Museums gibt es die Möglichkeit, unterstützend zur traditionellen analogen Ausgabe von Eintrittskarten einen Ticketerwerb via Smartphone zu realisieren.



5

5 Die moderne ›Visitor Journey‹ beginnt bereits Zuhause.
Quelle: pxhere.com



3.2.1 Erdgeschoss - Thema: Produktion und Herstellung

3.2.1.1 Kasse

Technologie: Digital Signage

Benutzererlebnis: Das Publikum betritt den Eingangsbereich und wird an der zentralen Datenmanagement angeschlossenen Kasse von einem Bildschirm über aktuelle Ereignissen im Museum und der Umgebung informiert. Es erfährt über einen im Datenmanagement vorbereiteten Eintrag im Ereigniskalender, dass heute der „Tag des Elektrons“ ist und es um 17 Uhr eine Führung durch das historische Gelände geben wird. Auf einem zweiten Bildschirm wird man darüber informiert, dass es für das Museum eine App gibt, die man auf dem eigenen Smartphone benutzen kann. Die Benutzung der App wird gezeigt und es wird darauf hingewiesen, dass es spezielle Inhalte für Kinder gibt.

3.2.1.2 Virtuelles Kabelwerk (Rauminszenierung)

Technologie: Projection Laser und Video Mapping

Benutzererlebnis: Videoprojektionen von historischen Aufnahmen über die Herstellung von Kabeln. Dabei werden von mehreren Videoprojektoren gleichzeitig verschiedene Videos auf Gaze projiziert. Das Publikum bewegt sich zwischen den Gaze und kann so selbständig in die Welt der Kabelproduktion eintauchen und mit ihr, mittels Gestensteuerung, interagieren.

3.2.1.3 Die Welt der Elektrizität (Erfahrungsfeld)

Technologien: Digital Signage, App für mobile Betriebssysteme, Video und Projection Mapping, Virtual Reality Station

Besuchererlebnis: Hier gelangt man in den Ausstellungsbereich der „Welt der Elektrizität“, in dem man an interaktiven Bildschirmen und Medientischen, tiefergehende Informationen zu der historischen Entwicklung der Kabelherstellung erfährt. Es werden unterschiedliche Protagonisten vorgestellt, die rund um das Thema Strom geschichtlich mitgewirkt haben, wie z.B. Otto von Guericke mit der ersten Elektrisiermaschine, Alessandro Volta, der Erfinder der elektrischen Batterie, André-Marie Ampère, nach dem die internationale Einheit der Stromstärke benannt wurde, Thomas Alva Edison mit seinen grundlegenden Erfindungen in den Bereichen des elektrischen Lichts, Telekommunikation sowie Medientechnik für Ton und Bild, mit seinem Stromkrieg gegen George Westinghouse (Gleichstrom vs. Wechselstrom) und der Erwerb Emil Rathenau zur wirtschaftlichen Nutzung der Patente von Edison, Alexander Graham Bell, der Erfinder des Telefons, Nikola Tesla und seine Erfindungen im Bereich der Energietechnik und die Entwicklung des heute als Zweiphasenwechselstrom bezeichneten Systems zur elektrischen Energieübertragung, etc.

An Stelen werden 8K-Lichtfeldmonitore eingelassen, in denen diese historischen „Stromprotagonisten“ in einer hologrammähnlichen Visualisierung (Talking Heads - Animierte Köpfe der Protagonisten in 3D) die Geschichte ihrer Erfindungen erzählen (vgl. Videomapping/ Glas). Diese Talking Heads können per Knopfdruck an der Stele oder auch mit Hilfe der Mediensteuerung in der mobilen App ausgelöst werden.

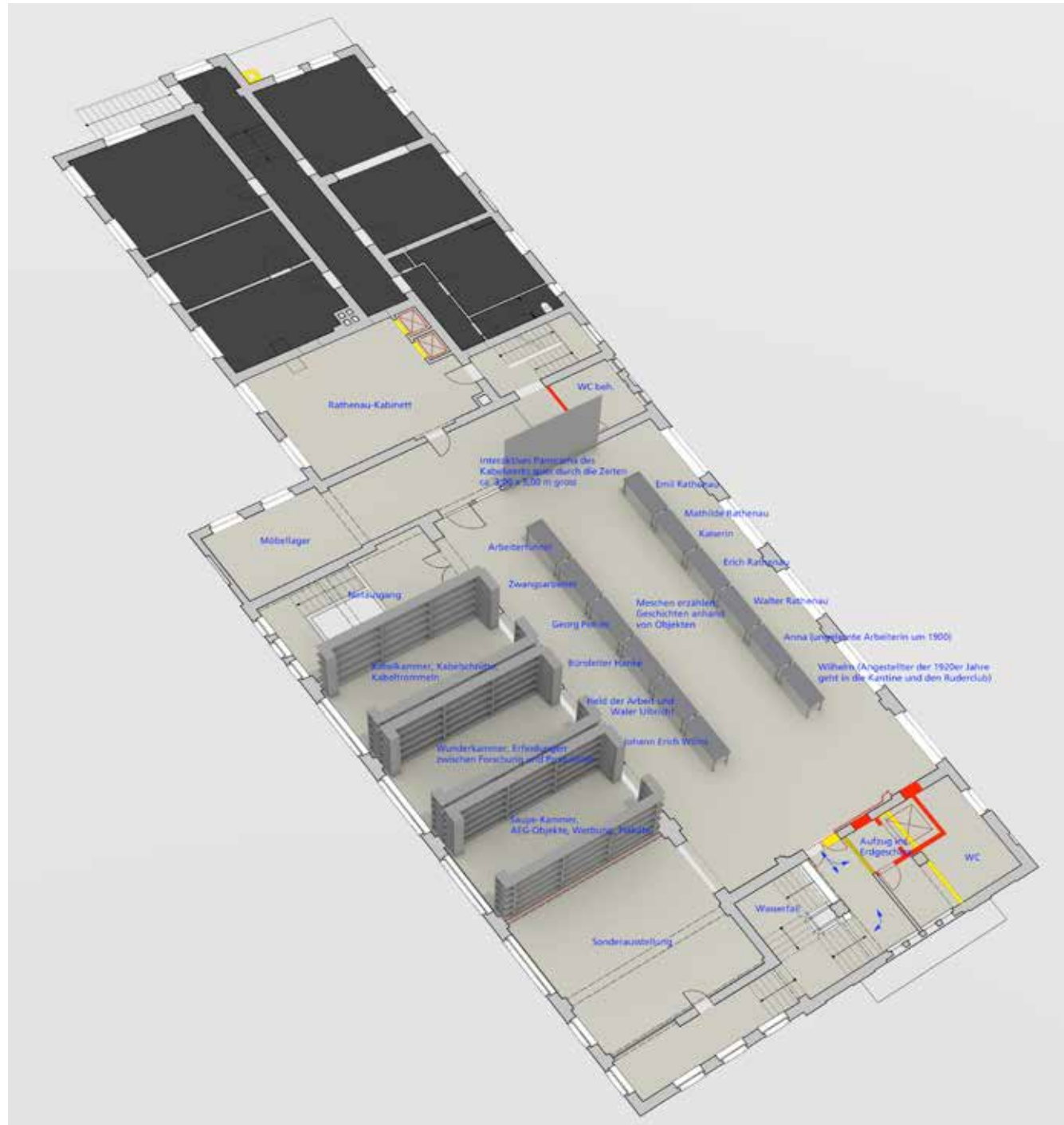
Eine Virtual Reality Station ermöglicht das interaktive Eintauchen ins Innenleben der alten AEG Kabelwerke und ermöglicht einen interaktiven Walkthrough durch die historische Produktionsstätte zu verschiedenen Epochen der Industriegeschichte. Dafür setzt man sich eine Virtual Reality Brille auf, bekommt Controller in die Hände, mit denen man in der digitalen Welt beispielsweise Maschinen zur Kabelherstellung in Gang setzen kann. Per Knopfdruck löst sich die Maschine in einer Explosionsansicht auf und man kann so die Einzelteile der Maschine entdecken.

Auf interaktiven Bildschirmen und Medientischen (Touchscreens) erlebt man die Funktionsweise des Stroms sowie der Signalübermittlung, indem man virtuelle Schaltkreise spielerisch zusammensetzt. Da die Bildschirme mit den smarten Endgeräten der Besucherinnen und Besucher vernetzt sind, lassen sich in spielerischer Weise Signalübermittlungen simulieren.

3.2.1.4 Panorama

Technologie: Projection Laser und Video Mapping

Besuchererlebnis: Panoramaansicht, ermöglicht durch Videoprojektion. Optional kann Besucherinteraktivität über BYOD realisiert werden: So ist beispielsweise auch die Auslösung kleinerer Animationen im Panorama über die Smartphones denkbar.



3.2.2 Obergeschoss – Thema: Menschen

3.2.2.1 Hauptraum

Technologie: Digital Signage, Peppers Ghost, BYOD, CMS

Besuchererlebnis: Die verschiedenen Themenschwerpunkte zu den jeweiligen Akteuren können auf vielfältige Weise näher gebracht werden. So ist die partielle Nutzung von Medienstationen zur Vertiefung einiger Aspekte denkbar. Fürs Publikum eindrucksvoll sind auch mittels Peppers Ghost realisierte Avatare, die für die Porträtierten aus deren Leben erzählen können.

3.2.2.2 Erlebniskammern

Technologie: AR, BYOD, CMS

Besuchererlebnis: Den Besucherinnen und Besuchern wird es ermöglicht, die Schätze der Erlebniskammern auf vielfältige Weise zu erkunden: So ist eine traditionelle Ausstellungsgestaltung mit vertiefenden Informationen via BYOD und optional AR denkbar. Der herausragende Vorteil von BYOD ist in diesem Zusammenhang, dass simultan auch ein gänzlich anderer, auf bestimmte Zielgruppen zugeschnittener Zugang realisiert werden kann: So ist ohne Weiteres möglich, diesen Bereich beispielsweise für Kinder ganz anders erfahrbar zu machen, nämlich mit der BYOD-App als zentralem Element, über das eine Geschichte erzählt werden kann. So müssen nicht (nur) die Exponate im Mittelpunkt stehen, es kann mittels Storytelling auch ein anderer, zielgruppengerechter Zugang realisiert werden.

In den Erlebniskammern kann, neben den digitalen Vermittlungsebenen, noch ein Duft erzeugt werden, der an die Kabelherstellung erinnert. Beispielsweise ein Geruch nach verbranntem Gummi, Metall, oder andere Düfte der industriellen Herstellung.

Anbieter für Duft-Marketing-Lösungen ist beispielsweise die Firma Scent Emotion GmbH, die auf Anfrage bestätigte, einen "Industrieduft" inszenieren zu können.

3.3 Epilog

Nach dem Besuch des Museums kann eine dauerhafte Besucherbindung wiederum durch die mobile Website/App erreicht werden. Insbesondere die Option „App“ ermöglicht interessante Formen der Nachbereitung eines Museumsbesuches. Diese können sein:

Apps ermöglichen durch die Anzeige nativer Benachrichtigungen, sogenannter Push-Notifications, auf den Smartphones eine direkte Ansprache nach dem Museumsbesuch. Diese sollten spärlich verwendet werden!

Hinleiten können solche Benachrichtigungen zu Besucherbefragungen direkt nach dem Besuch oder in wählbaren längeren Intervallen.

Ebenso sind Neuigkeiten zum Museum und/oder zu Ausstellungen kommunizierbar.

Es kann, beispielsweise mittels AR, auf neue Exponate im Museum hingewiesen werden.

Auch wenn keine mobile App, sondern lediglich eine Website verwendet wird, ist es wichtig, einen ganzheitlichen Ansatz zu verfolgen und App/Website als verlängerter Arm der Ausstellung zu betrachten. BYOD ist ein bedeutender Ansatz, Besucherbindung auf einem hohen Niveau zu halten.

4 Bruttokosteneinschätzung der digitalen Technologien

4.1 Minmale Ausstattung (in der Kostenschätzung in Band 2 enthalten)

Thema	Produkt/Leistung		Anschaffungskosten pro Stück	Laufende Kosten pro Monat	Mininmalversion		Hersteller
					Stückzahl	Anschaffungskosten	
Infrastruktur	Content-Server	~	8.500 €		1	8.500 €	
	Mediensteuerung/Mediaplayer	~	2.500 €		5	12.500 €	
	Bildschirm	~	10.000 €		5	50.000 €	
	Touchbildschirm	~	15.000 €		5	75.000 €	
	App Android & iOS	~	20.000 €		1	20.000 €	
	Augmented Realty App-Erweiterung	~	15.000 €		1	15.000 €	
	Progressive WebApp	~	5.000 €		1	5.000 €	
Zentrales Content Management	Content Management System - Lizenz	~		500 €	12	6.000 €	
Multimediaguide-Features	Veranstaltungskalender	~		150 €	12	1.800 €	
	Quiz / Gewinnspiel	~		150 €	12	1.800 €	
	Feedbacktools/Formulare	~		150 €	12	1.800 €	
	Touren	~		150 €	12	1.800 €	
	Social Media Anbindung	~		150 €	12	1.800 €	
	Statistiken	~		150 €	12	1.800 €	
Selfie-Station	Selfie Station BYOD	~	15.000 €		1	15.000 €	https://light-instruments.de/
Projection Laser und Video Mappi	Laserprojektor Indoor	~	15.000 €		1	15.000 €	
	Laserprojektor Outdoor	~	30.000 €		1	30.000 €	
	CMS für Steuerung der Interaktion	~	50.000 €		1	50.000 €	
Peppers Ghost Hologramme	Projektionsgazen	~ /m²	300 €		50	15.000 €	
		~	400.000 €		1	400.000 €	
VR/AR	VR-Brillen	~	8.000 €		3	24.000 €	https://www.gerriets.com/de/
	AR-Brillen	~	8.000 €		3	24.000 €	
	VR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
	AR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
Indoornavigation	Beacons	~	60 €		50	3.000 €	
	Lightnring Phillips	~ /m²	1.000 €				
	Schallwellen	~ -					
	Sensor Fusion	~ -					
Leihgeräte	Android oder iOS	~	300 €		20	6.000 €	
	Dockingstations	~	2.000 €		1	2.000 €	
Summe						786.800 €	

4.3 Bruttokosteneinschätzung der digitalen Technologien
Optimale Ausstattung

Thema	Produkt/Leistung		Anschaffungskosten pro Stück	Laufende Kosten pro Monat	Maximalversion		Hersteller
					Stückzahl	Anschaffungskosten	
Infrastruktur	Content-Server	~	8.500 €		1	8.500 €	
	Mediensteuerung/Mediaplayer	~	2.500 €		30	75.000 €	
	Bildschirm	~	10.000 €		30	300.000 €	
	Touchbildschirm	~	15.000 €		30	450.000 €	
	App Android & iOS	~	20.000 €		1	20.000 €	
	Augmented Realty App-Erweiterung	~	15.000 €		1	15.000 €	
	Progressive WebApp	~	5.000 €		1	5.000 €	
Zentrales Content Management	Content Management System - Lizenz	~		500 €	12	6.000 €	
Multimediaguide-Features	Veranstaltungskalender	~		150 €	12	1.800 €	
	Quiz / Gewinnspiel	~		150 €	12	1.800 €	
	Feedbacktools/Formulare	~		150 €	12	1.800 €	
	Touren	~		150 €	12	1.800 €	
	Social Media Anbindung	~		150 €	12	1.800 €	
	Statistiken	~		150 €	12	1.800 €	
Selfie-Station	Selfie Station BYOD	~	15.000 €		4	60.000 €	https://light-instruments.de/
Projection Laser und Video Mappi	Laserprojektor Indoor	~	15.000 €		6	90.000 €	
	Laserprojektor Outdoor	~	30.000 €		6	180.000 €	
Peppers Ghost Hologramme	CMS für Steuerung der Interaktion	~	50.000 €				https://www.gerriets.com/de/
	Projektionsgazen	~ /m²	300 €		250	75.000 €	
VR/AR		~	400.000 €			400.000 €	
	VR-Brillen	~	8.000 €		10	80.000 €	
	AR-Brillen	~	8.000 €		10	80.000 €	
	VR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
Indoornavigation	AR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
	Beacons	~	60 €		200	12.000 €	
	Lightning Phillips	~ /m²	1.000 €				
	Schallwellen	~ -					
Leihgeräte	Sensor Fusion	~ -					
	Android oder iOS	~	300 €		100	30.000 €	
	Dockingstations	~	2.000 €		5	10.000 €	
						1.907.300 €	

4.2 Bruttokosteneinschätzung der digitalen Technologien

Optimierte Ausstattung

Thema	Produkt/Leistung		Anschaffungskosten pro Stück	Laufende Kosten pro Monat	Mediumversion		Hersteller
					Stückzahl	Anschaffungskosten	
Infrastruktur	Content-Server	~	8.500 €		1	8.500 €	
	Mediensteuerung/Mediaplayer	~	2.500 €		15	37.500 €	
	Bildschirm	~	10.000 €		15	150.000 €	
	Touchbildschirm	~	15.000 €		15	225.000 €	
	App Android & iOS	~	20.000 €		1	20.000 €	
	Augmented Realty App-Erweiterung	~	15.000 €		1	15.000 €	
	Progressive WebApp	~	5.000 €		1	5.000 €	
Zentrales Content Management	Content Management System - Lizenz	~		500 €	12	6.000 €	
Multimediaguide-Features	Veranstaltungskalender	~		150 €	12	1.800 €	
	Quiz / Gewinnspiel	~		150 €	12	1.800 €	
	Feedbacktools/Formulare	~		150 €	12	1.800 €	
	Touren	~		150 €	12	1.800 €	
	Social Media Anbindung	~		150 €	12	1.800 €	
	Statistiken	~		150 €	12	1.800 €	
Selfie-Station	Selfie Station BYOD	~	15.000 €		3	45.000 €	https://light-instruments.de/
Projection Laser und Video Mappi	Laserprojektor Indoor	~	15.000 €		3	45.000 €	
	Laserprojektor Outdoor	~	30.000 €		3	90.000 €	
	CMS für Steuerung der Interaktion	~	50.000 €				
Peppers Ghost Hologramme	Projektionsgazen	~ /m²	300 €		100	30.000 €	
		~	400.000 €			400.000 €	
VR/AR	VR-Brillen	~	8.000 €		6	48.000 €	https://www.gerriets.com/de/
	AR-Brillen	~	8.000 €		6	48.000 €	
	VR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
	AR-Content	~	10.000 € - 250.000 €				
Indoornavigation	Beacons	~	60 €		100	6.000 €	
	Lightnring Phillips	~ /m²	1.000 €				
	Schallwellen	~ -					
	Sensor Fusion	~ -					
Leihgeräte	Android oder iOS	~	300 €		60	18.000 €	
	Dockingstations	~	2.000 €		3	6.000 €	
						1.213.800 €	

5 Exponate und Themen aus dem Deutschen Technikmuseum und dem Industriesalon Schöneweide e.V.

Eine große Zahl von möglichen Exponaten aus der AEG-Ära werden im Deutschen Technikmuseum in Berlin aufbewahrt und sind dort nur teilweise zu sehen. Auch viele Materialien (Dokumente, Exponate) aus dem Archiv im Industriesalon Schöneweide e.V. könnten in die Ausstellung Electropolis überführt werden, wie eine erste Durchsicht ergab. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Kabelstücke (ursprünglich zu Ausstellungszwecken bei Messeauftritten der KWO), Beschilderungen, Filme, Dokumente, Zeitschriften etc.. Im Folgenden werden einige möglich Exponate beispielhaft und ohne Kommentar aufgezeigt.

1 Elektrischer Tee- und Wasserkessel AEG-Union Wien III
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA], <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38793>, 200220 sh

2 Elektrischer Tischventilator AEG E Typ WB 0
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA], <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38901>, 200220 sh

3 Elektrisch beleuchteter Stopfpilz
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=37420>, 200220 sh

4 Elektrischer Haartrockner Sanitas 'Foen'
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=37239>, 200220 sh

5 Trockenrasierer AEG Typ RU 1 E/75
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38554>, 200220 sh

6 Elektrischer Tee- und Wasserkessel AEG, Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38470>, 200220 sh



1



2



3



4



6



8

7 Elektrischer Eierkocher AEG, Nachbau, Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?objektnum=58985&imagenr=35402>, 200220 sh

8 Kabel, Staubsaugerzubehör
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] <https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?objektnum=58712&imagenr=33479>, 200220 sh



1



2

1 Rohrtauchsieder Stiebel Eltron
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA]
[https://berlin.museum-digital.de/singleimage.
php?imagenr=36866](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=36866), 200220 sh

2 Elektrischer Wasserwärmer AEG, Nach-
bau, Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA], [https://
berlin.museum-digital.de/singleimage.php?obj
ektnum=59195&imagenr=36846](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?objektum=59195&imagenr=36846), 200220 sh

3 Elektrisches Reise-Bügeleisen AEG
[https://berlin.museum-digital.de/singleimage.
php?imagenr=38259](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38259)
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA], 200220
sh



3

4 Elektrisches Heizkissen AEG Typ HK –
Detail, Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA]
[https://berlin.museum-digital.de/singleimage.
php?objektum=59157&imagenr=36619](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?objektum=59157&imagenr=36619),
200220 sh



5 Stecker Kabel, Zubehör zu Elektrischer Tee-
und Wasserkessel
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA],
[https://berlin.museum-digital.de/singleimage.
php?imagenr=38766](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38766), 200220 sh

6 Weihnachtsbaum-Kerzengirlande
Herkunft/Rechte: Stiftung Deutsches
Technikmuseum Berlin [CC BY-NC-SA] ,ht-
[tps://berlin.museum-digital.de/singleimage.
php?imagenr=38448](https://berlin.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=38448), 200220 sh



4 | 5



6 | 7



8



9



10 | 11



12 | 13



7 Betriebszeitung des VEB-Werks für Fernseh-
elektronik, 8. Januar 1960

8 Ein AEG-Kabel von 1889

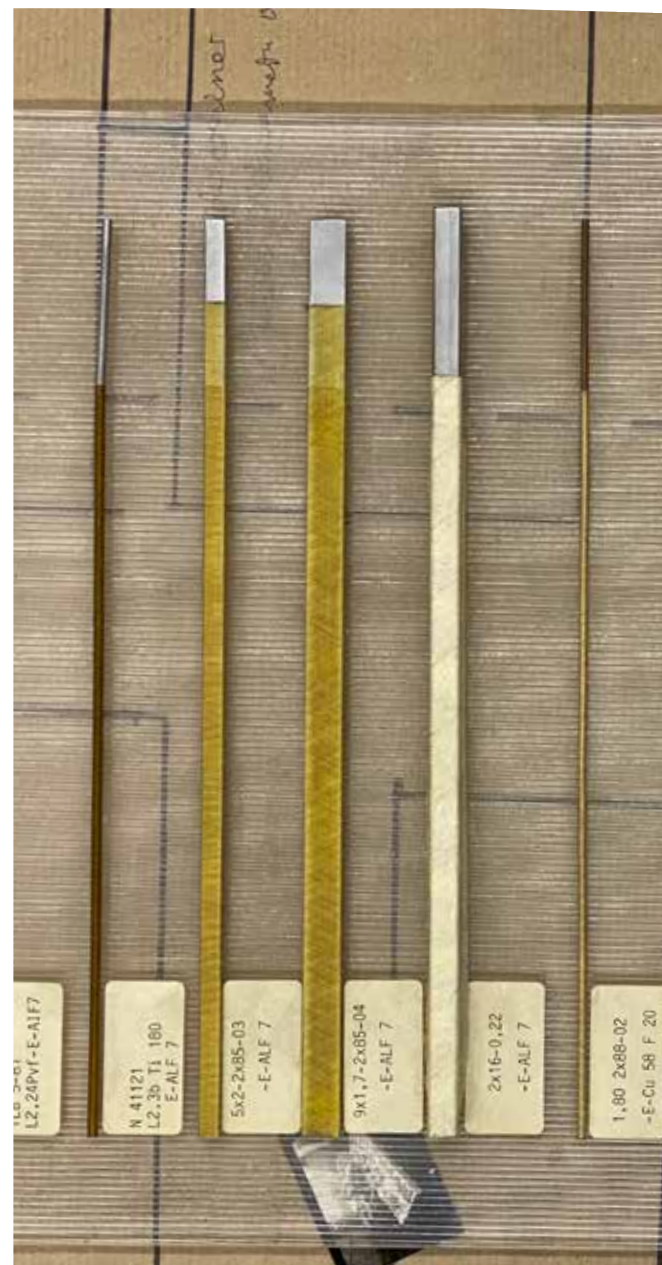
9 KWO-Fernmeldekabel von 1956

10 Trägerfrequenzkabel des KWO

11 Sortiment verschiedener Röhren

12 Zwickelöl kabel des KWO

Quelle 7–12: Archiv des Industriesalons
Schöneweide e.V.



Objekte aus dem Sammlungsbestand des
Industriesalons Schöneweide e.V. – Forum für
Industrie-Technik-Kultur



1

6 Erste mögliche Sonderausstellung

Das Kabelwerk Oberspree – Geschichte eines Industriegiganten

Das Kabelwerk Oberspree (KWO) gilt als einzigartiges Monument der deutschen Industriegeschichte. Mit ihm verbindet sich der Aufstieg von Berlin zur „Elektropolis“ – der Stadt der Elektrotechnik, die die Welt veränderte.

Diese zukünftige Ausstellung präsentiert Bruchstücke aus der 115-jährigen Geschichte des KWO. Sie wird in Zusammenarbeit mit Zeitzeugen entstehen. Damit wollen wir den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und Exponate zeigen. Die Ausstellung wird den Beginn einer langfristigen Forschungsarbeit markieren, deren Ziel auch eine verbesserte Kenntnis und Darstellung des Industriegiganten KWO ist.

6.1 Kurze KWO Chronologie

1897 wurde das damals modernste und größte Kabelwerk Europas innerhalb weniger Monate von der AEG (Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft) erbaut. Unter der Führung von Emil Rathenau entwickelte sich eine komplexe Fabrikanlage mit einer großen Fertigungsbreite. Produziert wurde alles, was Strom fließen lässt, außerdem Maschinen, Anlagen für Funk- und Fernmeldetechnik sowie Automobile. Mit dem KWO verbinden sich bedeutsame Leistungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik.

Neben dem historischen Gründerzentrum der AEG entstanden Wohnquartiere und deren Folgeeinrichtungen – Schöneweide entwickelte sich zu einer Industriestadt mit Modellcharakter.

1952 wurde das KWO zum „volkseigenen“ Betrieb (VEB), 1967 zum ersten Kombinat der Elektrotechnik. Mit seinen 6 000 Beschäftigten war das KWO einer der Vorzeigebetriebe der DDR.

Nach der friedlichen Revolution privatisierte die Treuhand das Werk, teilte es und verkaufte die einzelnen Betriebsteile. Neben der stark verkleinerten Kabelproduktion befindet sich heute die Hochschule für Technik und Wirtschaft auf dem ehemaligen Betriebsgelände.

Der Industriesalon sammelt fortlaufend Erinnerungen, Dokumente, Gegenstände zur Industriehistorie von Schöneweide.

Den Zeitzeugen und Leihgebern sei herzlich gedankt.

6.2 Chronik des Kabelwerks Oberspree

1895 Die AEG erwirbt ein Gelände von 103 000 qm im neu angelegten Industriegebiet Oberschöneweide

1896–1897 Bau der „Kraftcentrale Oberspree“, des ersten Drehstromkraftwerks Deutschlands

3.10.1897 Gründung des „AEG Kabelwerkes Oberspree“ durch Emil Rathenau

*„Das Kabelwerk Oberspree (...) konnte noch gegen Ende des vergangenen Jahres [1897] den Betrieb in vollem Umfang aufnehmen. Schon im Verlauf von wenigen Monaten steigerte sich indessen der Absatz aller Erzeugnisse in solchem Maße, daß die Werkstätten trotz Hinzunahme von Nachtschichten weder für die alten Fabrikationszweige noch für die neu hinzugekommenen Betriebe: die Bleikabelfabrik und das Kupferwerk genügend Raum boten. Wir sahen uns deshalb veranlaßt, im Frühjahr zu erheblichen Vergrößerungen der Anlagen zu schreiten und die gesamte nutzbare Fläche der Werkstätten auf 30.000 m² zu vermehren.“**

1 Steinrelief mit Sonne und Leitungsmast am ersten Drehstromkraftwerk Deutschlands, westlich des Kasinobaus.

*AEG Geschäftsbericht 1898

1898 Inbetriebnahme des Kupferwalzwerkes und der Drahtzieherei. Beginn der Herstellung von Bleikabeln, gewalztem und gezogenen Kupferdraht. Beginn der Arbeiten am System Slaby-Arco für drahtlose Telegrafie.

1899 Beginn der Herstellung von Fernsprechkabeln und Aluminiumleiterkabeln

1900 Produktion von Röntgenröhren und Röntgenapparaten

1901 Aluminiumgießerei, Anschaffung einer Spindelpresse für 60 t Druck zur Herstellung von Messing- und Aluminiumpressteilen

1903 Erste biegsame Starkstromkabel mit Papierisolation

1903/04 Starkstrom-Kabel für die Londoner U-Bahn.

1907/08 30-kV-Kabel für die Eisenbahn-Elektrifizierung.

1907/08 20 kV-Kabel, über 100 km für ein Bergwerksgebiet in England

1908 30 kV-Kabel an BEW, bis 1912 240 km verlegt

1909 Erweiterung der Starkstromkabelfabrik, Dampfturbinenschaufeln werden gewalzt

1910/11 Ausbau der Metallbetriebe: Press- und Stanzwerk, Messingstangen-Zieherei, Erweiterung des Rohrwalzwerkes; Neubau: Papierrohrfabrik, Metallgießerei Beginn der Fabrikation von Fernkabeln, Vorbereitung der Pupinspulenfabrik. 300 km 16 kV Kabel werden an die Deutsche Überseeische Elektrizitätsgesellschaft in Buenos Aires geliefert.

1912 Im Kupferwalzwerk werden 50 t Kupfer in 9 Stunden gewalzt – 12 Pressen in Betrieb

1913 KWO baut Verstärkerapparate für die Telefonverbindung zwischen Berlin und London. Ausführung eines Fernsprechkabelnetzes in Belgien. Geländeerweiterung um 62 000 qm

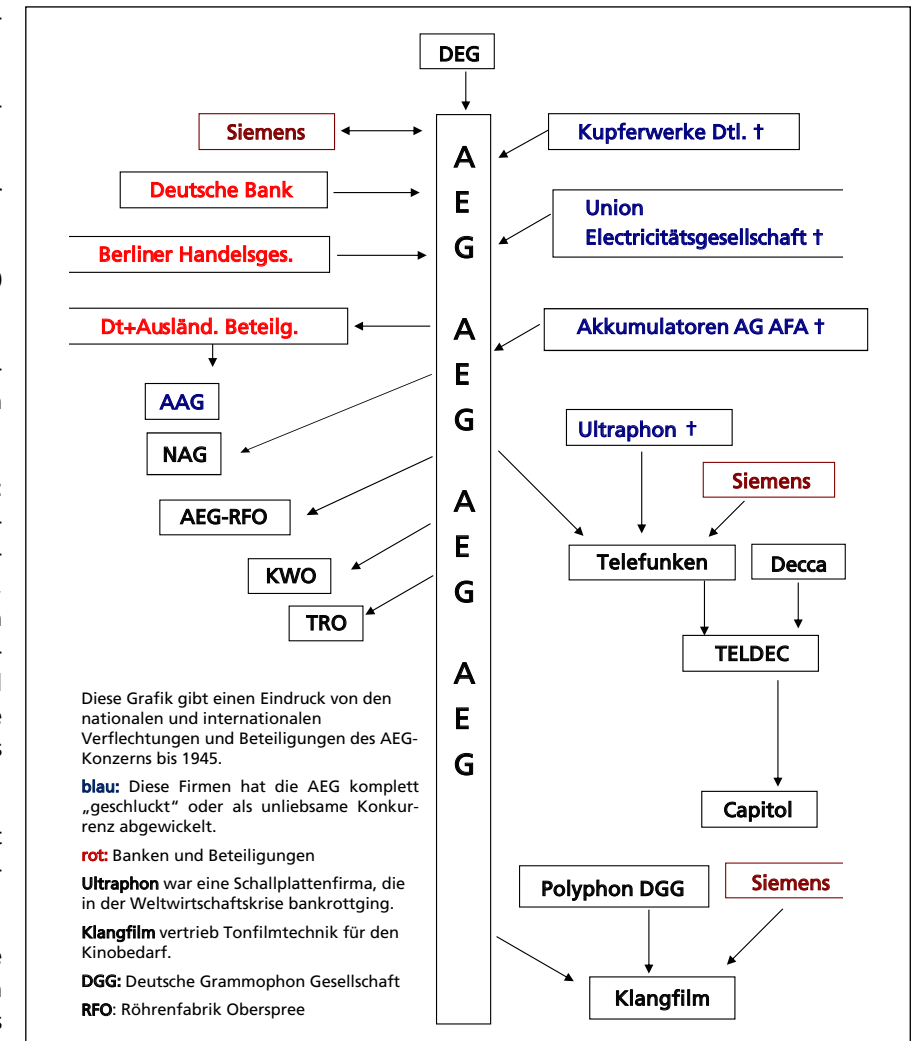
1914 Gleichstrom-Einfachkabel 60 kV nach Südafrika. Vergrößerung des Rohrwalzwerkes entsprechend erhöhten Anforderungen der Marine und des Turbinenbaus.

1914-1918 Erster Weltkrieg – Kriegsproduktion, u.a. Hartgummiverteilerplatten für Zündapparate, säurefestes Hartgummi für U-Boote.

1916 täglich 15 000 Stahlkartuschenhülsen

1917 täglich 45 000 Stahlkartuschenhülsen, 1400 Stück Mörserhülsen bis 21 cm Durchmesser

1920 Erstmals wird Duraluminium verarbeitet (eine Aluminiumlegierung mit 2,5–5,5% Kupfer, 0,2–5% Magnesium, 0,5–1,2 % Mangan und 0,2–1,0% Silici-

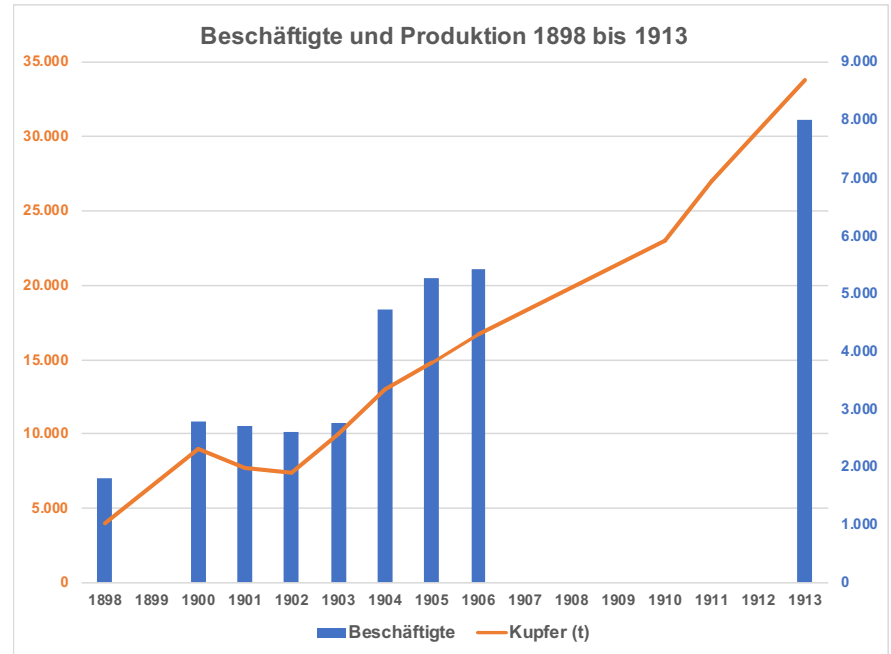


um), im Vergleich mit Reinaluminium hohe Festigkeit und Härte, hergestellt ab 1909 von den Dürener Metallwerken.

1921/22 Gummifabrik produziert: 1,6 Mio. Paar Schuhabsätze, Kämmen

1922 Verstärkerämter Frankfurt/Main und Altdorf ermöglichen den Fernsprechverkehr der in Genua tagenden Konferenz, deren Ergebnis der Rapallo-Vertrag war.

1923 Produktion von Gummischlauchleitungen



Der rasante Aufstieg des Werks zeigt sich am besten durch die Zahl der Beschäftigten und die Menge des verarbeiteten Kupfers. Begann das KWO 1897 mit 550 Mitarbeitern, war die Belegschaft nach fünf Jahren schon auf 2600 Mitarbeiter gewachsen. 1913 verarbeiteten 8000 Beschäftigte insgesamt 33 800 Tonnen Kupfer, acht Mal so viel wie 15 Jahre zuvor.

Fernmeldekabel aus Rumänien, Norwegen, Bulgarien, Brasilien, China

Elektrische Anlagen für die olympische Spiele (Lautsprecher, Fernsehen)

88 km Einleiter-Drehstromölkabel für 150 kV für Holland,

1938 Pressung der ersten Aluminiummäntel

Das KWO bedeckt eine Fläche von 184 000 m²

1939–1945 Zweiter Weltkrieg – Kriegsproduktion

1943/44 Kriegsschäden an etwa 25% der Gebäude, Spreehalle total zerstört

1941–1945 zunehmender Einsatz von Zwangsarbeitern

1945–1952 SAG-Zeit

1946 Verstaatlichung. Das KWO wird ein SAG-Betrieb (sowjetische Aktiengesellschaft) Reparationsleistungen an die Sowjetunion, teilweise Abbau ganzer Betriebsteile – 3200 Beschäftigte

ab 1945 Produktion von Gebrauchsgütern: Wachskerzen, Bratpfannen, eiserne Öfen, Feuerzeuge ...

ab 1950 Verlängerungsschnüre, Schukostecker

1952–1990 Das KWO in der DDR-Zeit

1952 Das KWO wird „Volkseigener Betrieb“ (VEB), Direktor wird Georg Pohler

1955 Einführung von Polyäthylen als Isolierung

1925–1926 30 kV-Kabel für die Reichspost und die Berliner Stadtbahnelektrifizierung

1927 Neues Kupferwalzwerk mit Leistung von 180 t Kupferdraht in einer Schicht

1930 Fernmelde- und Starkstromkabel für die Bayerische Zugspitzbahn

1931 Die Firma Pirelle, Mailand, erteilt der AEG die Lizenz zur Ölkabelfertigung

1932 Weltwirtschaftskrise: 5-Tage-Woche, nur noch 2.700 Beschäftigte

1934 Fernseh-Koaxialkabel für öffentliche TV-Übertragung zur Funkausstellung

1936 Aufträge für Rundfunk- und Fernmeldekabel

1957 Errichtung des Fernmeldekabel-Betriebslaboratorium

1959–1964 Neubau der Spreehalle

1963 Gründung der Wickeldrahtfabrik

1960er Jahre Exportbeziehungen zu 40 Ländern

1967 Gründung des Kombinats VEB KWO.

Zum Kombinat gehören die Kabelwerke Oberspree, Meißen, Vacha, Plauen, Adlershof, Schönower, Köpenick. 1989 gehören 13 Betriebe zum Kombinat.

1970er Jahre Konsumgüterproduktion, u.a. ein Gartensprühschlauch

1972 Lackdrahtproduktion wird nach Adlershof verlegt, 110 kV-Ölkabel

1974 Zentrale Plastaufbereitung

1976 Das Kombinat erhält den zusätzlichen Namen „Wilhelm Pieck“, der ab jetzt verwendet werden muss

1979 Erste Lichtwellenleiter-Versuchsstrecke

1981 Konstruktion, Fertigung und Montage von Hochspannungskabeln in Ägypten.

1975–1980 Spreeverlegung, Aufschüttung von Gelände in Ober- und Abtragung in Niederschönower Weide um Bauland zu gewinnen

1981–1984 Auf dieser Fläche Bau der neuen Gummifabrik

1989 Das KWO hat 6 000 Beschäftigte, alle 13 Betriebe des Kombinats 16 000

Juni 1990 Das Kombinat zerfällt. Die 7 verbleibenden Kabelwerke bilden eine Holding KWO Kabel AG, in der das KWO als GmbH ein Teil ist.

März 1992 BICC Cables Ltd übernimmt das Management der Werke Oberspree, Köpenick, Adlershof und Schönower. Im KWO verbleiben ca. 1 300 Beschäftigte.

Oktober 1992 Besuch der englischen Königin Elisabeth II.

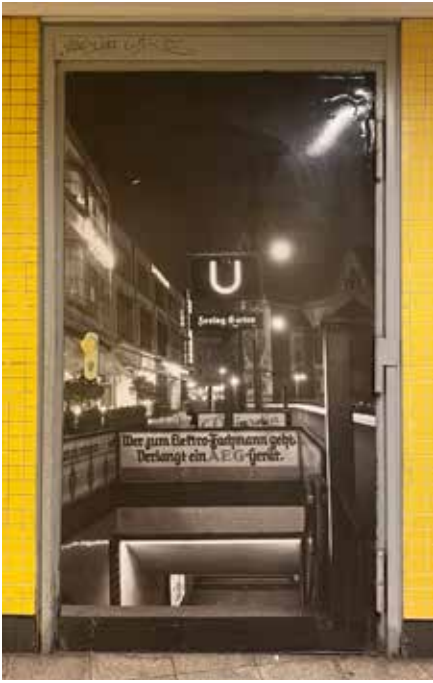
1.02.1993 BICC übernimmt die KWO Kabel GmbH. Das Gelände wird geteilt, nur im westlichen Teil wird weiter produziert. Die Gebiete östlich des Gebäudes A2 übernimmt die Berliner Landesentwicklungsgesellschaft (BLEG), die in den folgenden Jahren Flächen und Gebäude saniert, teilweise abreißt. Die Vermarktung für Gewerbe gelingt jedoch nur teilweise.

1992–1994 Modernisierung der Produktion durch BICC, Investitionen von 150 Mio. DM.

1997 BICC verkauft das KWO an die Wilms-Gruppe, die einige Teilbereiche unter dem Namen BDK GmbH zunächst weiterführt.

2006–2009 Auf dem BLEG-Gelände siedelt sich die Hochschule für Technik und Wirtschaft an (HTW)

2010 Die Kabelproduktion wird eingestellt. Weitergeführt werden Drahtzug, PVC-Aufbereitung und Glasfaserkabel.



1

1 Tür an einem Gang zwischen U-Bahnstation und Eingangshalle des Bahnhofs Zoologischer Garten, Berlin, 8. Februar 2020, 21:27 Uhr



1



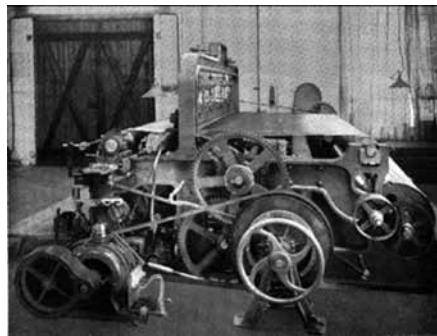
1



3



4



5

1 Am Kupferkai erreicht die Rohware das Kabelwerk

2 Weiterverarbeitung im Walzwerk

3 In der Drahtzieherei wird der Draht weiter verdünnt.

4 Um das Material elastisch zu machen, kommt der Draht in einen Glühofen.

5 Drahtwebstuhl in der Verseilerei

6.3 Der Weg des Kabels im KWO – vom Barren zur Seele

1 Anlieferung der Rohware auf dem Wasserweg

- Vierkantige, an den Enden zugespitzte Barren.
- Transport durch elektrische Laufkrane, die im Werk die Güterwagen der Industriebahn bewegen.
- US-Kupfer: besonders rein, um das Eindringen von Sauerstoff zu verhindern. Kein weiteres Umschmelzen nötig,

2 Walzwerk

- Barren werden hellrotglühend erhitzt, dann kommen sie zwischen die Walzen.
- Aus dem Barren entsteht ein langer dünner Stab, wird weiter gestreckt durch weitere Walzen. Glut wird zu bläulicher Schwärze.
- Der Stab wird zu einer sich krümmenden dünnen Schlange, die immer dünner und länger wird.
- Draht: Der Weg vom Barren zum Draht dauert wenige Minuten. Er ist rund, elliptisch oder viereckig, wird auf Rollen gewickelt.
- Der Draht geht durch ein Säurebad, um ihn von anhaftender Kruste zu befreien, dann Abspülen in Wasser.

3 Feinzieherei

Draht wird mit elektrischen Motoren durch Zieheisen hindurchgezogen, letztes Stadium der Drahtverdünnung, durchbohrte Diamanten als Ziehöffnungen. Feinste Drähte (diese allerdings nicht für Fabrikation großer Kabel).

4 Glühen

Draht kommt in Eisenbehälter, wird in Sand gelagert, in diesem Behälter in Glühofen. Zweck: Durch das Walzen und Ziehen ist der Draht hart und spröde geworden, wird wieder weich und elastisch, da weicher und elastischer Draht besser leitet.

5 Prüfungsstelle

- auf Leitfähigkeit
- mechanische Eigenschaften
wichtig: darf keine Neigung zum Splittern haben, da er bei der Verseilung eine starke Drehung aushalten muss.

6 Verseilerei

Hier entsteht die Seele des Kabels:

Ein 2 mm dicker Draht, der sich von einer Spindel abwickelt, tritt in die trichterförmige Öffnung einer Radachse und wird dabei von 6 anderen Kupferdrähten spiralförmig umwickelt. Diese 6 Drähte wickeln sich von Rollen des sich drehenden Rades. (1+6)

Dieser Vorgang wiederholt sich bei weiteren Rädern mit Spulen:

Umwicklung mit 12 weiteren Drähten (1+6+12)

Umwicklung mit 18 weiteren Drähten (1+6+12+18)

Umwicklung mit 24 weiteren Drähten (1+6+12+18+24)

7 Die Isolierung

- Die Seele wird von weiteren Spindeln mit (pflanzlichen) Jutefasern umwickelt, die allein als Isolierung jedoch nicht reichen, da sie Feuchtigkeit enthalten.
- Kabel wird in Vakuumkessel geleitet. Durch Hitze wird das Wasser aus den Jutefasern hinausgetrieben.
- Vom Vakuumkessel weiter in offene Eisenbecken. Hier wird das Kabel mit einer teerartigen Mischung wasserdicht überzogen.

8 Bleikabelpresse

- Im Bleischmelzofen wird Blei geschmolzen. Fließt in flüssigem Zustand durch einen Trichter in den unteren Teil, durch den das Kabel hindurchgeht.
- Durch Pressen wird das Kabel luftdicht, nahtlos mit Blei umgeben
- Aufwicklung auf Kabeltrommel

9 Prüfung im Wasserbecken

Kabel wird in Wasserbecken hinabgelassen und unter Wasser auf seine elektrische Leitfähigkeit überprüft.

10 Schutzschichten gegen mechanische Beschädigungen

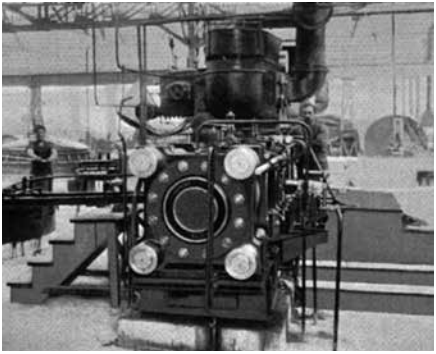
- Umwicklung mit weiterer Juteschicht
- Panzerung: Auf der Panzerung Umwicklung mit zwei Streifen Band Eisen.
- Eisen könnte rosten. Deshalb noch einmal Umwicklung mit imprägnierter Juteschicht.

11 Trommelfabrik

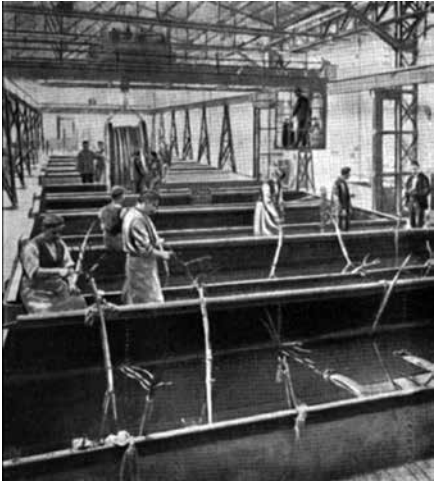
Als letztes Glied in der Kette werden hier die Trommeln hergestellt, auf denen die fertigen Kabel zum Versand aufgewickelt werden.

12 Fertiges Kabel zum Versand

- Aufwicklung auf Trommeln oder
- Aufwicklung in großen Ringen (ohne Trommel)
- Versand meist über die Industriebahn



6



7



8



9

6 Die Bleipresse ummantelt das Kabel luftdicht.

7 In Wasserbecken wird Dichtigkeit und Leitfähigkeit der Kabel geprüft.

8 Halle mit Klöppelmaschinen

9 Die Tischlerei fertigt die hölzernen Kabeltrommeln.



1

6.4 Das Kabelwerk Oberspree von 1897 bis 1945

1895 erwarb Emil Rathenau 103 000 qm Land in dem neu erschlossenen Industriegebiet an der Spree und machte Oberschöneweide zum Stammsitz der AEG. Herzstück war das Kabelwerk, das am 3. Mai 1897 in Betrieb ging. Vom benachbarten Kraftwerk Oberspree wurde das Kabelwerk mit Strom versorgt.

Im Laufe der Jahre entwickelte sich die Fabrikanlage zu einem der bedeutendsten Produktionsstandorte der AEG weltweit. Die AEG kaufte vielversprechende Patente an, um chancenreiche Produkte herzustellen. Eng gekoppelt an die Produktion waren Forschungslaboratorien, die fortlaufend neue Werkstoffe und Technologien entwickelten. Neben Kabeln stellte das KWO unterschiedlichste Produkte aus Metall, Gummi und anderen Rohstoffen her. Zu der großen Fertigungsbreite gehörten auch Kraftfahrzeuge (NAG) und die ersten funktelegrafischen Geräte.

6.5 Die Rathenau-Dynastie

Emil Rathenau (1838–1915) galt als ein Unternehmer neuen Typs, der seine Unternehmensplanung flexibel an die Marktkräfte anpasste. Früh erkannte er die Entwicklungschancen der Elektrotechnik und erwarb 1881 die deutschen Rechte an den Glühlucht-Patenten Edisons. 1883 gründete er die „Deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektrizität“ (DEG) und sicherte sich damit die alleinigen Rechte zum Aufbau einer deutschen Elektrizitätswirtschaft und öffentlichen Stromversorgung. Durch seine gezielte Fusions-, Kooperations- und Beteiligungs-politik baute er die AEG zu einem Konzern aus, der 1913/14 fast 70 000 Beschäftigte hatte.

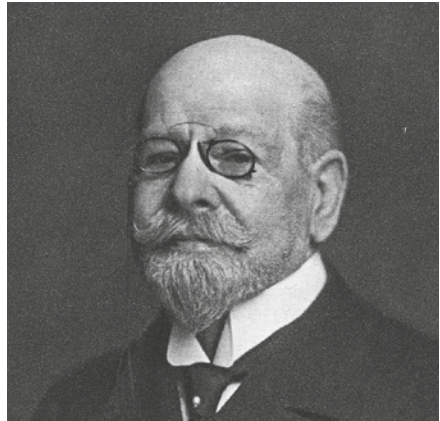
Mit dem Bau des KWO stieg die AEG in den weltweit wachsenden Markt für Starkstrom-Technik ein. Emil Rathenau richtete den Konzern auf seine Person aus und platzierte seine beiden Söhne in der AEG. Bau und Betrieb des KWO leitete der jüngste Sohn Erich Rathenau (1871-1903). 1901 wurde er Vorstandsmitglied der AEG und war zugleich für die Gemeinde Oberspree tätig. Nach dessen frühem Tod kümmerte sich Emil Rathenau um die Unternehmensleitung. Wichtige Entscheidungen traf er vor Ort im KWO. In seinen letzten Lebensjahren beteiligte er seinen Sohn Walther Rathenau (1867–1922) – den späteren Außenminister – an der Unternehmensführung.

Am 20. Juni 1915 starb Emil Rathenau und wurde in einer Halle des KWO aufgebahrt.

Die Verbundenheit der Familie Rathenau mit Oberschöneweide zeigt sich auch in der Familiengrabstätte auf dem Waldfriedhof Wuhlheide – in Sichtweite des KWO.

6.6 KWO als Attraktion

Der Besuch des modernen Kabelwerks gehörte bis in die 1930iger Jahre fest zum Berliner Besuchsprogramm. Versorgt vom Drehstromkraftwerk, waren dort die Vorteile der Starkstromtechnik zu besichtigen: 1900 waren bereits 800 Elektromotoren installiert, mehr als 2 000 Glühlampen und 400 Bogenlampen erleuchteten den Betrieb.



2



3

.....
1 Die älteste Ansicht des Kabelwerks aus dem Jahr 1897. Man erkennt die Drahtfabrik, rechts daneben den Verwaltungsbau A6, davor Hallenblock 1. Hergestellt wurden isolierte Drähte, Kabel, Hartgummi und Mikanit. Die Industriebahn war zu diesem Zeitpunkt noch pferdebespannt. Der elektrische Betrieb begann erst 1901.

2 Porträt von Emil Rathenau, undatiert

3 Trauerzug über das Werksgelände im Juni 1915

6.7 Geschlossener Fabrikationsprozess

Um unabhängig von schwankenden Preisen zu sein, wurde versucht aus den zugelieferten Rohmaterialien möglichst alle Zwischenprodukte für die Endfabrikate im Werk selbst herzustellen. Die Fabrikanlage entwickelte sich zu einem gewaltigen Komplex, der kontinuierlich ausgebaut wurde.

Bis zum Ersten Weltkrieg war das KWO in vier Bereiche gegliedert:

1. **Metallverarbeitung**
Kupferwalzwerk, Drahtzieherei, Blechwalzwerk, Gießerei, Preß- und Stanzerei, Drahtweberei. Verarbeitung von Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium, Eisen und Stahl zu Drähten, Profilstäben, Blechen.
2. **Gummifabrik**
Hier wurden Guttapercha und Gummimischungen insbesondere für Installationsleitungen vorgefertigt.
3. **Kabelwerk und Fabrik für isolierte Drähte**
Fertigung der auszuliefernden Finalerzeugnisse wie Kabel und isolierte Drähte aus vorgefertigten Leiter- und Isoliermaterialien.
4. **Interner Bereich**
Fertigung neuer Maschinen (insbesondere auch modernste Kupferflechtmaschinen für die Leitungsfabrik), Reparatur der alten Maschinen.

6.8 Rüstungsschmiede

Mit Beginn des Ersten Weltkriegs verlor die AEG ihre Auslandsmärkte. Sie suchte ihr Heil in der Rüstungsfertigung und wurde zum wichtigsten deutschen Fabrikanten für Munition und technische Ausrüstungen für das Heer. Im KWO arbeiteten zeitweise 24 000 Menschen.

Die Kriegswirtschaft führte zu erheblichem Wirtschaftswachstum. Die AEG baute den Standort Oberschöneweide weiter aus. Noch während des Ersten Weltkriegs wurden große Hallenblöcke erbaut. 1915–1917 wurde die kriegswichtige Automobilfabrik errichtet (Peter-Behrens-Bau) und schrittweise in Betrieb genommen.

Nach der Wirtschaftskrise brachte die Zeit des Nationalsozialismus neue Aufträge: 1936 wurde ein KWO-Koaxialkabel für die Fernsehübertragung Berlin – Leipzig eingesetzt, 1938 erfolgte die Verlegung einer 150-kV-Trasse von Rotterdam nach Den Haag.

1939 war die Zahl der Beschäftigten wieder auf 9 123 gestiegen, die Produktions-fläche betrug 184 000 m².

6.9 Zwangsarbeit im Kabelwerk

Während des Zweiten Weltkrieges wurden auch im KWO Zwangsarbeiter aus allen Teilen Europas in steigender Anzahl eingesetzt. Sie waren in etwa 40 Lagern in Ober- und Niederschöneweide untergebracht. Von den 13 000 Beschäftigten im Jahr 1944 waren 6 000 Lagerinsassen, 3 170 Ausländer und 680 KZ-Häftlinge. Männer mussten zuletzt pro Woche 69 Stunden, Frauen 60 Stunden arbeiten.

Das Dokumentationszentrum NS-Zwangsarbeit informiert am historischen Ort des letzten in Berlin fast vollständig erhaltenen Zwangsarbeiterlagers über die Geschichte der Zwangsarbeit während des Zweiten Weltkrieges. Adresse: Britzer Straße 5, Niederschöneweide



4

.....
4 Das damals modernste Kabelwerk Europas KWO war der Stolz der AEG
Quelle: Stiftung deutsches Technikmuseum^



1

6.10 Erfindungen und Entwicklungen im KWO

Autoproduktion

In den mechanischen Werkstätten des KWO richtete Emil Rathenau eine der ersten Automobilfabriken weltweit ein. Er schwärmte von einer Zukunft ohne Pferde, wenn auf allen Straßen Autos fahren würden – auch wenn Zeitgenossen meinten, er sei mit seinen 60 Jahren endgültig konfus geworden. Bald schon verfügte die „Neue Automobilgesellschaft“ über die fortschrittlichsten Industrieanlagen weltweit. Alle Drehbänke und Maschinen wurden erstmals durch Elektromotoren betrieben.



2

Klingenbergwagen

Automobilbau war damals technisches Neuland. Um Anfangsschwierigkeiten zu vermeiden, übernahm die AEG die Konstruktion von Professor Klingenberg. Mit Fantasie und Draufgängertum hatte das Technikgenie Klingenberg dieses Fünf-PS-Mobil entwickelt: Der wassergekühlte Einzylinder-Viertaktmotor erreichte eine Höchstgeschwindigkeit von 35 km/h. Ein Erfolgsmodell: Der erste Wagen der AEG wurde zum „VW“ der Jahrhundertwende. Im Werk Oberschöneweide wurden Motoren, Luxus- und Lieferwagen gebaut, und ab 1903 auch LKW sowie Omnibusse.



3

Elektromobil

Nachdem brauchbare, transportable Akkumulatoren auf dem Markt erschienen, wurden in Schöneweide Elektromobile produziert. 1907 stellte die N.A.G. dieses zweiseitige Fahrzeug mit Elektroantrieb vor. Es handelte sich um einen batteriegetriebenen PKW, der als leicht lenkbar, völlig geräusch- und geruchlos galt. Der elektrische Antrieb schien eine große Zukunft zu haben. Elektromobile fanden hauptsächlich im Stadtverkehr und als Taxis Verwendung.



4

Funkübertragung

Am wachsenden AEG-Standort wurden neueste Technologien erprobt wie die drahtlose Funkübertragung. 1902 tat sich Bemerkenswertes über den Dächern von Schöneweide: Zwischen den 80 m hohen Schornsteinen der Kraftzentrale Oberspree wurden 100 Luftdrähte so geführt, dass sie einen Trichter für große Energieaufnahme ergaben. Mit dieser Versuchsantenne und einem Sender von einigen kW Leistung (Primärenergie 15kW) erreichten die Funkpioniere Slaby und Graf von Arco Reichweiten von 300 km. Daraus entwickelte sich der weltweite Funkverkehr – und der Begriff „Funken“, der bis heute für die drahtlose Nachrichtenübertragung steht.



5

Silizium

Im Metall-Labor des KWO kam es 1916 zu einem folgenschweren Versehen: der Ingenieur Jan Czochralski tauchte gedankenverloren seine Schreibfeder nicht in ein Tintenfass, sondern in einen Tiegel mit flüssigem Zinn. Ein Versehen, das die Welt veränderte, denn in dem langen, dünnen Faden an der Spitze erkannte er den ersten gezogenen Einkristall. Er entwickelte und verbesserte das Verfahren und benutzte es, um Kristallisationsgeschwindigkeiten abzuschätzen. Ab 1950 wurde das Verfahren in großem Stil praktisch verwendet. Bis heute entstehen Siliziumkristalle nach diesem Verfahren. Ohne sie kein Mikrochip, kein Handy, kein Computer.

Verstärkerröhren

In einem Laboratorium im KWO wurde am 1. März 1912 mit der Fertigung der „Ur-Mutter“ aller Verstärkerröhren begonnen: der nach ihrem Erfinder benannte Lieben-Röhre. Diese gasgefüllte Röhre hatte einen 20-fachen Verstärkungsfaktor. Sie ermöglichte die Verstärkung von Übertragungssignalen, also etwa dem Ton über eine Telefonleitung. Damit konnten die Voraussetzungen für den Aufbau des deutschen Ferntelefonnetzes und die Basis für zahlreiche zukünftige Erfindungen, die der Verstärkung von elektronischen Signalen bedurften, geschaffen werden.



6

Radio-Bauteile

Mit der Lieben-Röhre begann von Schöneweide aus der Siegeszug der Elektronenröhren. Im AEG-Kabelwerk wurde sie in verkleinerter Form in Großserie gefertigt. Sie bildete die Grundlage für alle weiteren Röhrenentwicklungen und hielt Einzug in den Alltag z.B. als Bauteil des neu entwickelten Radios.

Tonbandgerät

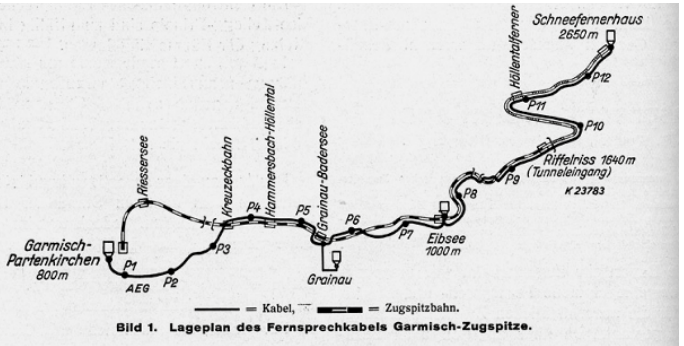
In einem Labor im KWO nahm ein alter Traum der Menschheit Gestalt an: Ingenieure der AEG entwickelten eine Maschine, die Musik, Sprache, Geräusche aufzeichnen und das Aufgezeichnete auch wieder hörbar machen konnte. Premiere hatte das Magnetophon 1935 auf der 12. Großen Deutschen Funkausstellung unter dem Berliner Funkturm. Die AEG zeigte auf ihrem Stand in der Halle IV mehrere vollständige Magnetophon-Apparaturen. Ungeachtet der heftigen Preise erwies sich das Magnetophon als Schlager der Ausstellung, bis ein Großfeuer die Halle und damit alle Prototypen zerstörte. In weiterer Entwicklungsarbeit entstand das neue Modell K2, ein vielversprechendes System wurde praxisreif.



7

Zugspitzkabel

Im Jahr 1930 lieferte das KWO eine Fernsprechkabelanlage, die für Aufsehen sorgte: ein 19,5 km langes Pupinspulen-Kabel, das vom Postamt in Garmisch-Partenkirchen bis hoch auf die Zugspitze verläuft. Bei der dreimonatigen Montage mussten die schwierigen klimatischen (Wasser, Schnee, Eis) und geologischen (Steigung, Erdbebewegungen, Steinschlag) Verhältnisse gemeistert werden. Die Sicherheit der Arbeiter war insbesondere gefährdet durch Gewitter und der damit verbundenen Aufladung jeglicher nicht geerdeter Gegenstände.



8



9

1 NAG Automobilfabrik, Wagenmontage	6 AEG-Verstärkerröhren
2 Klingenbergwagen	7 Magnetophon K1 1935
3 Elektro-Selbstfahrer mit Dame	8 Telefon auf die Zugspitze: Die AEG liefert 1930 die Kabel aus Berlin, die von Garmisch-Partenkirchen aus bis zum Schneefernerhaus in 2650 Metern Höhe führen.
4 Slaby-Arco Antennenanlage an den Türmen vom Kraftwerk	9 Verlegearbeiten bei Schnee und Eis
5 Siliziumkristalle	



1

6.11 Soziale Infrastruktur

Bis 1918 Der weitsichtige Unternehmer Emil Rathenau erkannte, dass er nicht nur in Maschinen, sondern auch in gesunde und zufriedene Arbeitskräfte investieren musste, um erfolgreich zu sein. Von Anfang an gab es im KWO eine Werkskantine. Schon 1902 gründete die AEG eine Erholungsstätte für lungenkranke Männer in der Wuhlheide. Etwa zur gleichen Zeit entstand eine Betriebskrankenkasse, deren Gebäude in der heutigen Firlstraße 29 noch zu finden ist. Für Angestellte wurde 1905 das Haus Wilhelminenhofstraße 46 errichtet.

Nach 1918 Nach dem Ersten Weltkrieg beteiligte sich die AEG an einer Siedlungsgenossenschaft für Arbeiter und Angestellte des KWO. In Oberschöneweide entstand von Peter Behrens die Reihenhaussiedlung Zeppelin-, Roedern-, Fontanestraße.

1920er Jahre Die medizinische Versorgung wurde ausgebaut. In Notfällen fiel niemand ins Bodenlose.

1931 Eine AEG-Sportvereinigung gegründet. Zudem unterhielt die AEG zwei Erholungsheime.



2

6.12 Der volkseigene Betrieb: VEB Kabelwerk Oberspree

1945 wurde das KWO von der sowjetischen Armee besetzt. Neben einzelnen Maschinen wurde auch das Kupferwalzwerk demontiert und komplett nach Moskau verbracht, wo es bis 1990 in Betrieb war.

1946 wurde das KWO aus AEG-Besitz in Treuhänderschaft des Magistrats von Groß-Berlin übergeben und kurz darauf in die sowjetische Aktiengesellschaft „SAG-KWO“ überführt. Die deutsche Werksleitung unterstand einem sowjetischen Generaldirektor. Schwerpunkt der Produktion waren Kabellieferungen an die Sowjetunion.

1952 wurde das KWO der Regierung der DDR als „Volkseigentum“ (VEB) übergeben. VEB KWO gehörte nun zur „Vereinigung volkseigener Betriebe“ (VVB). Wie schon zu AEG-Zeiten, verfolgte der Betrieb auch in der DDR die Strategie, möglichst viele Vormaterialien selbst herzustellen und Arbeitsgänge im Werk zu konzentrieren. Es existierte eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung im Werk. Das Kerngeschäft bestand in Starkstromkabeln, Fernmeldekabeln, Leitungstrossen, Wickeldrähten, Kabelgarnituren. Das gesamte Sortiment umfasste bis zu 20 000 verschiedene Erzeugnisse.

1960 begann der Aufbau des Kabelwerks Schwerin-Sacktannen unter der Leitung des KWO.

1967 wurde das KWO erstes Kombinat der elektrotechnischen Industrie und damit direkt dem Minister für Elektrotechnik und Elektronik unterstellt. Das KWO war der Stammbetrieb mit dem Auftrag, eine effektivere Wirtschaftsorganisation in der Kabelindustrie zu schaffen. Die Werkleitung des KWO wurde in Personalunion auch die Kombinatiensleitung.

1989 gehörten dreizehn Betriebe zum Kombinat VEB KWO – mit ca. 16 000 Beschäftigten.

Kupfermangel in der DDR führte zu neuen Produktionsverfahren wie Fließpressen oder Alcu-Drahtherstellung. Die wurden mit Nationalpreisen ausgezeichnet, hatten aber für die internationale Kabeltechnik keine Bedeutung.

1974 wurde im A3-Gebäude die Kunststoffaufbereitung in Betrieb genommen, (heute noch aktiv) um dem stark wachsenden Bedarf an Kunststoffkabeln nachzukommen.

1975 wurde damit begonnen, den Spreeverlauf zu verändern, um Bauland für eine neue Gummifabrik zu gewinnen.

1984 wurde die Gummifabrik in Betrieb genommen und belieferte u.a. auch das Reifenwerk Schmöckwitz.

In der Nachrichtentechnik begann in den 1970er Jahren verstärkt die Entwicklung der Lichtwellenleiterkabel. Im Betriebsteil Tabbertstraße (früheres Elektrowerk) wurde eine Fertigungsstätte eingerichtet.

1981 nahm die Deutsche Post eine 17 km lange Versuchstrasse von der Berliner Mitte bis nach Schöneweide in Betrieb.

Ende der Achtziger Jahre hatte das KWO 6000 Beschäftigte und galt als ein führender Betrieb in der elektrotechnischen Industrie – mit deutlichem Investitionsbedarf.



3

6.13 Arbeits- und Lebensbedingungen am KWO zur DDR-Zeit

(aus den Berichten von Zeitzeugen)

Betriebsklima im KWO

Die Verhältnisse und Beziehungen im KWO blieben von der Tradition der AEG beeinflusst, auch wenn man das in der SED nicht gerne hörte. AEG (Slogan: Aus Erfahrung gut) bedeutete für viele im KWO: ein gutes und zuverlässiges Werk. Dort gab nicht der Parteisekretär den Ton an, sondern der Werksdirektor.

„Geh zu Pohler – wird dir wohler.“

Man war stolz auf den Chef Georg Pohler, der in West-Berlin wohnte und jeden Morgen mit dem eigenen Auto über die Oberbaumbrücke kam. Pohler trat erst 1973 in die Partei ein. Daraufhin folgten viele leitende Angestellte, besonders des technischen Bereichs. Pohlers Dominanz nahm ab, die Partei setzte sich immer stärker durch.

Die Partei

In den 1970er und 1980er Jahren waren etwa zehn bis zwölf Prozent der Belegschaft in der Partei, wovon die meisten Angestellte waren, die sich davon Vorteile versprachen.

Für Genossen aus der Verwaltung gab es in den 1970er Jahren sogar einen Aufnahmestopp, denn die SED legte Wert darauf, eine Arbeiter-Partei zu sein.

Die meisten Arbeiter blieben skeptisch, was die Versprechungen der Partei auf bessere Arbeits- und Lebensbedingungen anging.

Forderungen der Belegschaft versuchte man allerdings nachzukommen: Manche Schmutzecken und Schwachstellen wurden beseitigt. In den 1970er Jahren wurde ein neuer Speisebetrieb geschaffen. Die Imprägnieranlage und die neue Gummifabrik wurden neu gebaut – sie galten vorher vielen wegen der schlechten Arbeitsbedingungen als „Vorhof der Hölle“. Im Betriebsgelände wurden Fußwege angelegt – mit einer Barriere abgetrennt vom Dreck.

1 Reihenhaussiedlung in Oberschöneweide
Quelle: Landesdenkmalamt Berlin

2 Propagandabild von 1971. Köpenicker Kabelwerker der „vorbildlichen“ Brigade „Paul Robeson“ bereiten den kommenden Parteitag vor.
Quelle: Bundesarchiv, Bild 183-K0607-0001-001 / Kutscher (vereh. Kubiziel), Sig / CC-BY-SA 3.0
Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>

3 Propagandabild von 1970: Besonders fleißige junge Arbeiter aus der Jugendbrigade „V.I. Lenin“ im VEB KWO werden ausgewählt, um zum Deutsch-Sowjetischen Jugendfestival nach Dresden zu fahren.
Quelle: Bundesarchiv, Bild 183-J0918-0009-001 / Brüggmann, Eva / CC-BY-SA 3.0
Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>



1

Ausgezeichneter Betrieb der sozialistischen Arbeit

Für jeden Beschäftigten hieß das: sozialistisch arbeiten, lernen, leben. Der Kampf um den Titel „Kollektiv der sozialistischen Arbeit“ bedeutete für jeden, sich zu bestimmten Leistungen zu verpflichten, wie die Teilnahme an Kampfdemonstrationen oder an Kulturveranstaltungen. Jährlich wurde abgerechnet vom staatlichen Leiter und der Gewerkschaft.

Einkommen

Arbeiter verdienten 800 Mark brutto (Arbeiter wurde mit 5% versteuert, Angestellte 20%), dazu kamen bezahlte Überstunden. Der Betriebsleiter verdiente drei Mal so viel

Urlaub

Anfangs erhielten Arbeiter 13 Tage Urlaub, Angestellte 18 Tage. Samstags wurde ab 1976 nur alle 14 Tage gearbeitet, später gar nicht mehr. In den 1980er Jahren: gab es 21 Werkstage Urlaub – einen Hausarbeitstag pro Monat für Frauen und für alleinerziehende Männer.

Dreischichtbetrieb

In Schwerpunktbereichen von 6–14Uhr, von 14–22Uhr und 22–6 Uhr.

Kneipen in der Wilhelminenhofstraße wie die „Stumpfe Ecke“ waren für viele nach der Schicht das Ziel des Tages.

In der Produktion waren etwa zwei Drittel Männer und ein Drittel Frauen beschäftigt. Die Löhne der Frauen waren den Männern gleichgestellt.

Disziplinierung

Arbeiter, die sich nicht in den Produktionsalltag eingliedern konnten oder wollten, waren ein Problem. Das Kollektiv bekam den Auftrag, die Außenseiter zu disziplinieren. Bei Nichtgelingen konnte der Titel „Kollektiv der sozialistischen Arbeit“ aberkannt werden. Also bemühte man sich ständig, die Außenseiter irgendwie zu erziehen und ihnen zu helfen. Kündigungen waren allerdings schwierig – auch weil es immer zu wenig Arbeitskräfte gab.

Bindung an den Betrieb

Ein System von Vorzügen und Belohnungen sollte die Beschäftigten an den Betrieb binden. Besonders wichtig waren die Stammarbeiter – ihre Kinder wurden bei der Vergabe von Lehrstellen und Studienplätzen bevorzugt.

Besonders im Kollektiv gab es enge persönliche Beziehungen. Im Betrieb war es transparenter – so wusste zum Beispiel jeder, wer wie viel verdient.

Versorgung

Das KWO betrieb zusammen mit dem WF die Betriebspoliklinik Oberspree in der Steffelbauerstraße. Betriebsärzte waren für die medizinische Versorgung vor Ort verantwortlich. Zum sozialen Netz gehörten auch Kinderkrippe und Kindergarten sowie Ferienobjekte an der Ostsee.

Das KWO gründete eine eigene Arbeiterwohnungsbaugenossenschaft, die AWG Aktivist. Diese errichtete in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre die ersten Neubauwohnungen in Oberschöneweide nach dem Zweiten Weltkrieg (zwischen Griechischer Allee und Zeppelinstraße).

1 Arbeiter 1970 an einer Aluminiummantelpresse
Quelle: Bundesarchiv, Bild 183-J0114-0006-001 / Brüggmann, Eva / CC-BY-SA 3.0
Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>

Gut in Erinnerung haben ehemalige Kabelwerker das Kulturhaus Erich Weinert an der heutigen Spindlersfelder Brücke. Dort versuchten SED-Kulturfunktionäre den „Neuen Menschen“ zu formen. Mit einer verordneten und gut organisierten Geselligkeit sollten die Werktätigen noch enger an ihren Betrieb gebunden werden. Es fanden Großveranstaltungen, Feiern und eine umfangreiche Zirkelarbeit für Hobbyfilmer und Briefmarkenfreunde statt sowie Töpfer- und Malkurse. Dazu gehörte auch der Zirkel schreibender Arbeiter. Als Besonderheit gab es im KWO ein Arbeitertheater.



2

6.14 Arne Benary

Arne Benary (1929–1971) nimmt einen besonderen Platz in der Wirtschaftstheoriesgeschichte der DDR ein. Er war wesentlich beteiligt an der Ausarbeitung des Neuen Ökonomischen Systems der Planung und Leitung der Volkswirtschaft (NÖS), dem letzten großen Reformversuch der DDR.

Benary studierte Wirtschaftswissenschaften an der Universität Leipzig, war dort seit 1954 Oberassistent an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät und folgte 1955 seinem Lehrer Friedrich Behrens an das Institut für Wirtschaftswissenschaften der Deutschen Akademie der Wissenschaften. Zusammen mit Behrens verfasste er das Buch „Zur ökonomischen Theorie und ökonomischen Politik in der Übergangsperiode“. Darin wird die Frage nach der Rolle von Ware-Geld-Beziehungen im Sozialismus aufgeworfen, die bürokratische zentralistische Leitung der Wirtschaft wird kritisiert und eine größere Selbständigkeit der Wirtschaftssubjekte befürwortet.

Seine Thesen brachten ihm den Vorwurf des Revisionismus und ein Parteiverfahren ein. Die Verbreitung seiner wissenschaftlichen Ansichten wurde praktisch verboten. An den Universitäten, Hochschulen und wissenschaftlichen Instituten der DDR gehörte es damals zum guten Ton, den von der SED-Führung über Behrens und Benary gefällten Bannspruch zu befolgen.

1958 wurde Benary „zur Bewährung“ in das Kabelwerk Oberspree versetzt, wo eine Stelle als „Hauptökonom“ für ihn geschaffen wurde. Als ökonomischer Direktor setzte er sich für die Umsetzung des Neuen Ökonomischen Systems der Planung und Leitung der Volkswirtschaft in der Praxis ein.

Die wirtschaftlichen Reformbestrebungen in der DDR scheiterten. Arne Benary nahm sich am 10. Oktober 1971 das Leben. Bis heute wird Benary in der Linken als Vordenker einer sozialistischen Wirtschaftstheorie diskutiert.

6.15 Georg Pohler (1913–1997) – Generaldirektor vom KWO

Die Entwicklung des KWO und ab 1967 auch des gleichnamigen Kombinats ist maßgeblich mit dem Namen Georg Pohler verbunden. In seinen 47 Arbeitsjahren prägte der überzeugte Elektroingenieur das KWO und erwarb sich hohe Verdienste um die Kabeltechnik.

Bis 1963 wohnte Georg Pohler mit seiner Familie in West-Berlin. Täglich fuhr er mit seinem Wagen über die Grenze – ein Sonderstatus, der von seiner Bedeutung zeugt. Erst 1971 trat er in die SED ein – vorher nannte er sich selber einen „parteilosen Kommunisten“.

2 Das ehemalige KWO-Kulturhaus Erich Weinert neben der Wilhelm-Spindler-Brücke (Nordufer) ist heute eine Ruine. Foto von 2009. Foto: Angela Monika Arnold - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6811811>



1



2

Kurzbiografie:

23.11.1913 Geb. in Kamenz, Schlesien als Sohn eines Malermeisters

1931 Abschluss seiner Lehre mit der Gesellenprüfung als Elektromechaniker

1931–1934 Studium an der Höheren Technischen Lehranstalt Mittweida, Abschluss mit Staatsexamen als Elektro-Ingenieur

1934–1935 tätig als Messingenieur und Betriebsingenieur

Nov. 1935 Labor-Ingenieur im AEG-Kabelwerk Oberspree, Fachgebiet: Angewendete Werkstofftechnik für den Kabel- und Gerätebau

1942–April 1945 Leiter der Werkstoff-, Leitungs- und Wickeldraht- Laboratorien des Kabelwerkes und der Fernmeldekabel-Apparatefabrik.

Mai 1945 Betriebsleiter der Lackdrahtfabrik und Leiter der Laboratorien und Prüffelder der Leitungsfabrik

1949 Technischer Direktor

1952 Ernennung zum Werkdirektor des KWO durch die Leitung der sowjetischen Aktiengesellschaft

1952 Werkdirektor vom VEB Kabelwerk Oberspree

1967 Generaldirektor des Kombinats-Verbandes Kabelwerk Oberspree – das direkt dem Ministerium für Elektrotechnik /Elektronik unterstellt wird

1972-1982 Vorsitzender des Bezirksverbandes der Kammer der Technik

1977 Promotion an der TH Ilmenau, Thema: „Entwicklung von Kabeln zur Elektroenergieübertragung“

1978 Verleihung der Ehrenwürde als Dr.-Ing. E.h. von der Technischen Universität Dresden. Die Ehrung erfolgt in Anerkennung seiner herausragenden Leistungen auf dem Gebiet der Kabeltechnik für seine Förderung wissenschaftlicher Arbeit und seiner hervorragenden Leitungstätigkeit, Verleihung weiterer hoher und höchster staatlicher Auszeichnungen

1.3.1982 Minister für Elektrotechnik/Elektronik Steger verabschiedet Dr. Dr. E.h. Georg Pohler in den Ruhestand.

6.16 Das KWO im Umbruch

1989 war Berlin die Kabelhauptstadt der Welt. In beiden Stadthälften zusammen gab es die größte Konzentration von Kabelwerken überhaupt.

Das KWO war bis zur friedlichen Revolution der größte Kabelproduzent der DDR. 1990 zerfiel das Kombinat und die sieben verbliebenen Werke schlossen sich unter der Holding KWO Kabel AG zusammen. Neuer Eigentümer wurde die Treuhandanstalt, deren Aufgabe die Privatisierung der Werke war. Die Kabelproduktion am Standort Oberschöneweide wurde reduziert, nicht betriebsnotwendige Unternehmensteile wurden stillgelegt oder ausgegliedert. Der restliche Betrieb wurde unter dem Namen KWO Kabelwerke Oberspree GmbH fortgeführt.

1992 übernahm der Weltkonzern British Insulated Callender's Cables (BICC Cables Ltd.) die Managementverwaltung der Kabelwerke Oberspree, Köpenick, Schönow und Adlershof. 1993 erwarb die BICC diese vier Werke unter dem Namen KWO Kabel und ließ in Oberschöneweide weiter Kabel und Drähte produzieren.

1 Blick in die leere Werkhalle neben dem ehemaligen Kasinogebäude im Oktober 2019

2 Verlassene Produktionshalle in Gebäude A im November 2019

Die östlich gelegene Hälfte des KWO-Areals (130 000 qm) ging an die Berliner Liegenschaftsgesellschaft BLEG, die das Gelände treuhänderisch entwickelte. Für die Sanierung der Fabrikanlagen und die Dekontaminierung des Geländes musste ein dreistelliger Millionenbetrag aufgewendet werden.

1997 stellte die BICC die Großproduktion am Standort ein. Die Fertigung der Energie- und Signalkabel wurde verlagert – und kurzzeitig mit Kaiserkabel zum Unternehmen KAISER KWO Kabel fusioniert. Die Glasfaserkabelproduktion wurde an das amerikanische Unternehmen Corning veräußert.

Das Gelände in Oberschöneweide mit den darauf verbliebenen Restbetrieben erwarb im selben Jahr der größte deutsche Kabelproduzent – die Wilms-Gruppe.



3

6.17 Das KWO heute

Standort für Wissen

2004 fällt die Entscheidung: Die Hochschule für Technik und Wirtschaft zieht nach Schöneweide. Nach knapp fünf Jahren Planungs- und Bauzeit wird im östlichen Teil des KWO der Campus Wilhelminenhof feierlich eröffnet. Das bauliche Ensemble besteht aus fünf Altbauten und einem Neubaukomplex. Das erste Gebäude wird im Sommer 2006 durch den Fachbereich Gestaltung bezogen; die ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche sowie Studiengänge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften folgen. Die frühere „Spreehalle“ ist heute das neue Domizil der Hochschulbibliothek und der Mensa des Studentenwerks.

Standort für Produktion

Eigentümer der zweiten Hälfte des KWO-Geländes ist heute die Wilms-Gruppe, die aber nur einen kleinen Teil der KWO-Gebäude für die Produktion nutzt. Für den Kabelhersteller ist die historische Bausubstanz eine Herausforderung: Die Gebäude sind größtenteils denkmalgeschützt, die Zufahrten eng, Erweiterungen und Ausbauten kaum möglich.

Die Wilms-Gruppe übernahm auch die Leitungsfertigung und lagerte sie aus der historischen Drahtfabrik in die Hallen der Starkstromkabelfabrik um. Doch die Produktion konnte nie wirtschaftlich betrieben werden und wurde 2010 geschlossen. Seitdem stehen die historischen Hallen der Starkstromkabelfabrik, die ersten hier errichteten Produktionsgebäude, leer. Nur noch die alten Ver- seil- und Armiermaschinen und die Anlagen zur Papierimprägnierung sind dort vorhanden.

Die Wilms-Gruppe führt unter dem Namen BDK GmbH die folgenden KWO-Betriebe fort:

- Drahtzug und Litzenherstellung**
Sitz im ehemaligen Kupferwerk, das 1989/1990 in der alten Halle völlig umgebaut und zu einem modernen Produktionskomplex gestaltet wurde.
- PVC-Aufbereitung** – ein Vorprodukt für die Kabelindustrie.
Verschiedene Zusatzstoffe werden vermischt und zu kleinen Pellets geformt, die als Isolierstoff für Kabel verwendet werden. Auch dieses Werk ist 1992–1994 modernisiert worden, als es noch der BICC gehörte. Weiterhin wurden in den letzten Jahren weitere Werke der Wilms-Gruppe auf das KWO-Gelände verlagert:
- Berliner Glasfaserkabel GmbH (BGF)** – in die modernisierte Halle 11
- Spirka-Schnellflechter GmbH (SSF)**
Über die weitere Entwicklung gibt es nur Spekulationen. Wahrscheinlich sollen weitere kleinere Produktionen aus dem Hause Wilms auf dem Werksgelände untergebracht werden.

3 Eingang zum Campus Wilhelminenhof in Berlin-Oberschöneweide, Oktober 2011
Foto: HTW Berlin/Alexander Rentsch - HTW Berlin, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26211510>



6.18 Der Architekt Johannes Kraaz und seine Familie

Hausarchitekt der Familie Rathenau war Johannes Kraaz (1871 – 1916). Kraaz entwarf für Erich Rathenau auf dem AEG-Gelände nicht nur die Direktorenvilla, sondern auch das Kasinogebäude A5. Die Projekte des erfolgreichen Architekten ermöglichten der Familie zunächst einen großzügigen Lebensstil. Seine Frau Lucie Kraaz, geb. Schröter, (geb. 27.06.1877) stammte aus Greiz in Thüringen, wo ihr Vater eine Seidenweberei betrieb. Johannes Kraaz war u.a. Stadtverordneter der damals noch selbständigen Stadt Schöneberg.

Mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs 1914 mussten viele Bauvorhaben eingestellt werden. Das führte zum Ausfall der wirtschaftlichen Basis. Die Familie zog aus dem von Johannes Kraaz umgebauten Haus Berchtesgadener Straße 15 in Schöneberg in die bescheidenere Wohnung Luisenstraße 7 in Berlin-Lankwitz um. Hier wurde im August 1915 Eva geboren, das jüngste von insgesamt sieben Kindern.

Im darauffolgenden Jahr starb Johannes Kraaz im Alter von vierundvierzig Jahren. Er hinterließ eine mittellose siebenköpfige Familie. Für deren Lebensunterhalt musste in erster Linie die 1898 geborene älteste Tochter Ilse aufkommen.

Während der älteste Sohn Hans-Joachim (geb. 09.06.1901) einem Militärwaisenhaus zugewiesen wurde, gelangten die beiden jüngsten Söhne Gerhart und Wolfgang (geb. 07.08.1907) in das wohlhabende jüdische Waisenhaus Moshe-Stift, in dem sie die Schule besuchten, ohne die Mittlere Reife zu erlangen.

Gerhart Kraaz wurde am 22. Mai 1909 in Berlin als sechstes von sieben Kindern der Familie Kraaz geboren. Sobald der älteste Bruder Hans-Joachim Anfang der 1920er Jahre volljährig war, bezog er mit seinen Brüdern Gerhart und Wolfgang eine Wohnung in der Drakestraße, Berlin-Lichterfelde. Gerhart begann zu malen und kleinformatige Kaltnadelstiche anzufertigen. Aus dem Jahr 1922 stammt sein erstes Gemälde, eine kleine Ölstudie der lesenden siebenjährigen Eva. Zwischen 1925 und 1929 besuchte Kraaz die Vereinigten Staatshochschulen für freie und angewandte Kunst in Berlin-Charlottenburg. Durch die Fürsprache eines seiner Professoren wurde Gerhart Kraaz der kostenlose Besuch von Kursen an der Preußischen Akademie der Künste ermöglicht, darunter bei Max Liebermann, der seit 1920 die Präsidentschaft der Akademie innehatte.

Nach Birgit Löffler: Gerhart Kraaz. 1909-1971. Ein Zeichner im Dialog mit der Literatur

1 Zwischen 1901 und 1902 entstand das Direktorenwohnhaus für Erich Rathenau nach einem Entwurf des Hausarchitekten Johannes Kraaz. Aufnahme 2017
Foto: Stamm/Landesdekmalamt

2 Das ehemalige AEG-Kasino im Jahr 2012
Foto: Wolfgang Bittner/Landesdekmalamt

3 Blick in Speisesaal des Kasinos um 1900 mit einer Statue der Göttin Elektra auf der Empore

6.19 Das AEG-Kasino im Kabelwerk Oberspree (KWO)

Besondere Sorgfalt wendet die Verwaltung des Kabelwerks auch der Kantine zu. Die einzelnen Werkstätten des Kabelwerks müssen während der Mittagsstunden von den Arbeitern geräumt werden. Dafür hat die Werksleitung in der Kantine Räumlichkeiten geschaffen, welche allen denen, die während der Mittagsstunden ihr Heim nicht aufsuchen wollen, behaglichen Aufenthalt bieten. Die Kantine befindet sich in einem besonderen, in altdeutschem Stil gehaltenen Gebäude und enthält vier große Säle, zwei im Erdgeschoß, zwei im ersten Stock. Im Erdgeschoß speisen diejenigen, welche sich ihr Essen selbst mitgebracht haben oder denen es von Angehörigen nachgebracht wird. Zum Anwärmen oder Warmstellen der Speisen sind hier besondere Wärmeverrichtungen vorgesehen und außerdem ist in diesen Räumen kalte Küche erhältlich. In den oberen Sälen wird von der Kantinenküche warmes Essen verabreicht. Die Mittagsmahlzeit kostet hier im Wochenabonnement 25 Pfg., einzeln 35 Pfg. Die Bewirtschaftung erfolgt durch einen Wirt, welcher mit der Firma in besonderen Vertragsverhältnis steht. Zur dauernden Kontrolle der verabreichten Speisen und Getränke ist jedoch eine besondere, aus fünf Mitgliedern bestehende Kantinenkommission eingesetzt. Diese Kommission, welche ebenso wie die Sicherheitskommission Hand in Hand mit Vertrauensleuten aus der Arbeiterschaft tätig ist, führt die Aufsicht über die Kantine, über die Badeanstalten und über das mit der Kantine verbundene Lesezimmer. Von ihr geht auch die Veranstaltung von Vorträgen, Unterhaltungsabenden und gemeinnützigen Kursen aus, für welche die Säle des Kantinengebäudes stets zur Verfügung gestellt werden. So wurden beispielsweise mehrfach allgemeinverständliche Vorträge aus dem gesamten Gebiete der Elektrizität gehalten und für die weiblichen Angestellten wurden Kurse im Schneidern, Kochen und dergleichen veranstaltet.

Durch solche Anregungen wird ein beständiger und erfreulicher Zusammenhang zwischen den Angestellten und der Werksverwaltung unterhalten.

(aus: Das Kabelwerk der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin 1904)

Info: Durchschnittlicher Arbeitslohn eines Arbeiters in Deutschland im Jahr 1900: 834 Mark

Monatslohn: 69,50 Mark (etwa 28 Pfg/Stunde)

Ein 10 bis 12 Stunden-Tag ist die Regel bei 6 Arbeitstagen der Woche.

Frauen- und Kinderarbeit sind nur unwesentlich eingeschränkt. Sie verdienen durchschnittlich halb so viel wie die Männer.

Lebenshaltungskosten um 1900:

- 1 Kilo Schweinefleisch: 1 Mark, 50 Pfennig
- 1 Kilo Butter: 1 Mark, 86 Pfennig
- 1 Liter Milch: 20 Pfennig
- 1 Kilo Roggenbrot: 23 Pfennig
- 1 Kilo Weizenmehl, 36 Pfennig
- 1 Kilo Zucker: 65 Pfennig
- 1 Kilo Kaffee: 4 Mark, 15 Pfennig
- 1 Liter Bier: 24 Pfennig
- 1 Stuhl: 3 Mark, 75 Pfennig
- 1 Tisch: 8 Mark, 75 Pfennig
- 1 Herrenanzug: 10-75 Mark
- 1 Damen-Strickweste: 1-6 Mark
- 1 Zentner Kohle: 1 Mark, 20 Pfennig

Impressum KWO-Ausstellung

Texte und Recherche:
Frank Theves
Susanne Reumschüssel
Christina Hartig

Gestaltung:
Dietlind Kuntze

Dank an:
Matthias Rasch
Dr. Flügge
Dr. Trömel
Götz Grasshoff
Axel Gropp
Christian Henke
Hans-Henning Huth
Christa Jahn
Dieter Jancke
Hans-Jürgen Kittel
Bernd Mielke
Eveline Pohl
Peter Seifert
Beate Spickermann
Jochen Sühlfleisch
Ludwig Thiele
Hartmut Viergutz
Jochen Friedrich
Siegbert Kiste
Jörg Schmalfuß

ganz besonderer Dank an:
Uwe Metzler und
die fleißigen Mitwirkenden vom
Industriesalon Schöneeweide

Mit freundlicher Unterstützung
des Bezirksamtes Treptow-
Köpenick, Fachbereich Kultur



Volkskünstlerisches Schaffen zum Thema
Kabelwerk in der Hasselwerder Straße,
Schönevide