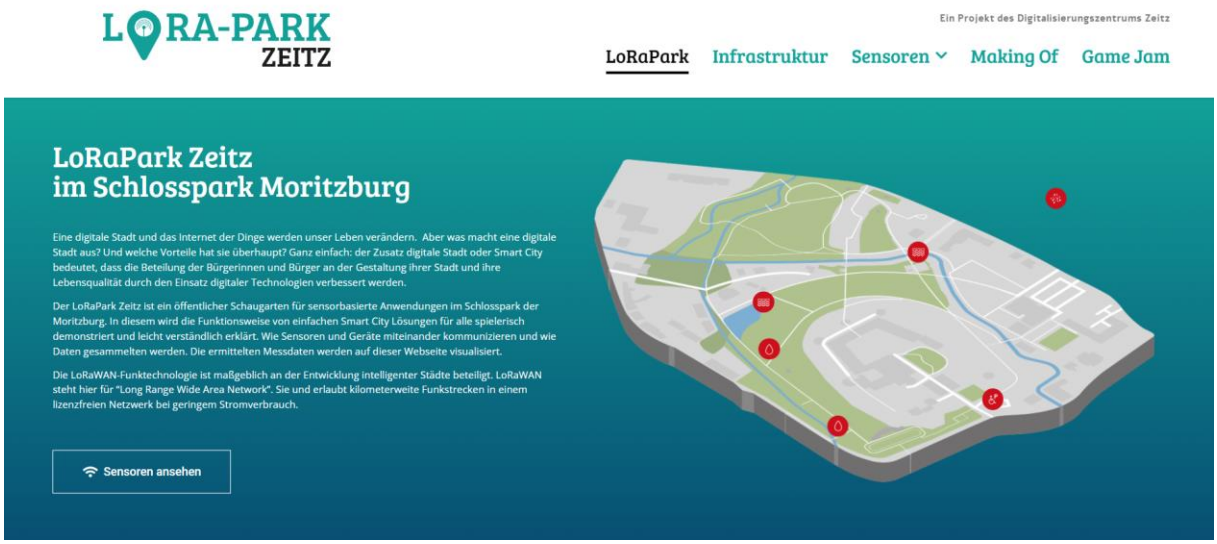
LoRaPark Zeitz

Der Schaugarten für sensorbasierte Anwendungen im Schlosspark Moritzburg

Dr. Andrea Gauselmann, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig
Steffen Grau, GISA GmbH, **Jörg Martin**, IoT Workplace
Martina Kuhaupt, Maximilian Salzmann, Digitalisierungszentrum Zeitz (DZZ)

01.April, 2022



Das Digitalisierungszentrum Zeitz 3
IT-Infrastruktur einer Smart City 4
LoRa® und LoRaWAN® 5
The Things Network 7
LoRaPark Zeitz 7
Motivation und Ziele 7
Akteure 8
Standort 8
LoRaWAN® Gateway 9
Server 10
Sensoren 11
Datenvisualisierung 16
Lessons learned 16
Ausblick – Entwicklung zur Smart City Zeitz 17

Einleitung

Zeitz ist eine Kommune im südlichen Sachsen-Anhalt und im östlichen Teil des Burgenlandkreises liegend mit aktuell ca. 27.000 Einwohnern und Einwohnerinnen, die auf einer Fläche von knapp 90 km^2 leben. Zeitz und sein Umland sehen sich aktuell mit verschiedenen Herausforderungen konfrontiert. Zuallererst ist hier der mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung verbundene Strukturwandel zu nennen. Aus demographischer Sicht ist der Rückgang der Bevölkerungszahl bei gleichzeitig starker Alterung hervorzuheben. Ökonomisch bedeutsam sind der, sich zukünftig vermutlich noch verstärkende, Fachkräftemangel und die wachsenden Durchschnittskosten für Infrastruktur und Daseinsvorsorge. Gleichzeitig gibt es den Wunsch nach einer besseren Anbindung an die regionalen Oberzentren Leipzig und Halle (Saale). Daraus ergeben sich Herausforderungen, die über die zukünftige Attraktivität der Region entscheiden.

Im Rahmen eines Smart City/Smart Region-Ansatzes kann diesen Herausforderungen aktiv begegnet werden, denn ohne Digitalisierung auf allen Ebenen ist ein Strukturwandel nicht zu denken. Vom Strukturwandel geprägte Kommunen wie Zeitz haben die Chance, die digitale Transformation für sich zu nutzen, um die Daseinsvorsorge und damit auch die Standortattraktivität zu verbessern. Kommunale Aufgaben umfassen im engeren Sinne die Bereitstellung lokaler öffentlicher Güter und Dienste und im weiteren Sinne die Möglichkeit von Teilhabe und Partizipation, die Förderung einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung sowie die Stärkung der Lebensqualität der Einwohner und Einwohnerinnen. Die zukünftige Erfüllung dieser Aufgaben kann mittels neuer digitaler Technologien sicher und kostengünstig realisiert werden. Darüber hinaus sollte es Ziel jeder smarten Kommune sein, öffentliche und gemeinnützige Projekte zu fördern, die einen gesellschaftlichen Nutzen haben.

Ziel dieser Fallstudie zum Schaugarten “LoRaPark Zeitz” ist es daher, die technischen Voraussetzungen, die Motivation, die Herangehensweise sowie die Umsetzung einiger grundlegender Anwendungsfälle einer digitalen Stadt sowie die Möglichkeiten des Internets der Dinge aufzuzeigen.

Das Digitalisierungszentrum Zeitz hat die Aufgaben koordiniert und vorangetrieben.

Das Digitalisierungszentrum Zeitz

Die Idee eines Digitalisierungszentrums Zeitz wurde maßgeblich vom Referat Wirtschaftliche Entwicklung der Stadt Zeitz und der Handwerkskammer Halle (Saale) in enger Absprache mit den regionalen Unternehmen entwickelt. Hintergrund dieser Initiative ist der Strukturwandel aufgrund des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung und der damit verbundenen Diskussion über mögliche Ansätze zur Neuausrichtung und Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft des Mitteldeutschen Braunkohlereviers, zu Angeboten der digitalen Bildung sowie zur Verbesserung der Lebensqualität. Im Frühjahr 2019 gewann die Idee an Kontur und die Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig wurde als Wissenschaftspartner involviert. Über die Förderrichtlinie *Region gestalten* des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat und eine Co-Finanzierung durch das Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt wurde das Projekt bewilligt.

Das Digitalisierungszentrum Zeitz (DZZ) unter Schirmherrschaft der Stadt Zeitz sitzt im ehemaligen Franziskanerkloster in der Zeitzer Innenstadt. Diese Räumlichkeiten des Klosters standen vor dem Einzug des DZZ leer und wurden nicht genutzt. Die zum Kloster gehörende, imposante Klosterkirche ist ein besonders geschichtsträchtiger Ort: sie war einst Stätte der Reformation, Martin Luther predigte hier 1542 im völlig überfüllten Innenraum über "Die große Macht und Kraft des Wort Gottes". Seit

1970 wird die Klosterkirche nicht mehr als Gotteshaus genutzt, seit 2011 finden dort Kulturveranstaltungen und seit 2020 auch Veranstaltungen des DZZ statt. Nach Sanierungsarbeiten ist das ehemalige Kloster heute ein echtes Juwel der Baukunst. Die komplett erhaltenen Dächer aus dem 16. Jahrhundert und die nahezu im Gesamten erhaltene Bausubstanz sind in der Region einzigartig.[1]

Am 01.09.2020 wurde das DZZ gegründet und konnte nach der technischen, personellen sowie strukturellen Aufbauphase mit der Umsetzung der Angebote und der Etablierung von LearnLabZ und Makerspace beginnen. Mittlerweile ist das DZZ Anker- und Treffpunkt rund um digitale Themen geworden. Ziel ist es, die Stadt Zeitz und den umliegenden ländlichen Raum zu einem attraktiven Standort zu entwickeln.

Die Stärkung der regionalen Wertschöpfung sowie die Entwicklung neuer digitaler Geschäftsideen und -felder sind zentrale Anliegen des DZZ. Konkret soll die Sensibilisierung für und die Adaption von neuen digitalen Technologien, Produkten und Dienstleistungen vorangetrieben werden. Eine verbesserte Konnektivität sowie smarte Lösungen für eine effizientere Gesundheitsversorgung und ökologisch ausgerichtete Daseinsvorsorge verbessern die Lebensqualität der Bürger und Bürgerinnen und erhöhen die Standortattraktivität. Digitale Lehr- und Lernangebote werden für die Einwohner und Einwohnerinnen erarbeitet und ermöglichen die einfachere und selbstbestimmte Teilhabe am Strukturwandelprozess. Dies sollte unter Berücksichtigung der speziellen lokalen und regionalen Herausforderungen geschehen.

Die inhaltlichen Schwerpunktthemen leiten sich aus der konkreten Ausgangslage im Wirkungsgebiet ab:

1. Regionale und überregionale Vernetzung
2. Smart City/Smart Region und digitale Gesundheitswirtschaft sowie
3. Digitale Bildung im Makerspace und LearnLabZ

Das DZZ ist als modellhafter Experimentierraum angelegt, in dem unterschiedliche Akteursgruppen niedrigschwellige, innovative digitale Angebote nutzen können. Im Kontext der Diskussion über die Entwicklung einer digitalen Stadt Zeitz und eine moderne IT-Infrastruktur wurde vom DZZ in Zusammenarbeit mit der HTWK Leipzig und zahlreichen regionalen Akteuren das Pilotprojekt eines öffentlichen Schaugartens für sensorbasierte Anwendungen konzipiert und umgesetzt.

Um dies zu ermöglichen, wurden die erforderlichen technischen Voraussetzungen, also die IT-Infrastruktur einer Smart City, diskutiert. Diese werden im Folgenden dargestellt.

IT-Infrastruktur einer Smart City

Smart Cities basieren auf der Digitalisierung wesentlicher Aufgaben des städtischen Lebens, z.B. mit intelligenten Gebäuden, intelligenter Mobilität und intelligenten Versorgungsunternehmen. Die entsprechende digitale Infrastruktur einer Kommune bietet die Grundlage für die genannten innovativen technischen Lösungen. Diese IT-Infrastruktur besteht aus Basistechnologien, wie etwa WLAN oder Mobilfunk (5G/LTE). Hinzu kommen die Möglichkeiten von Funknetzwerken, die bisher in Zeitz und der umliegenden Region noch nicht flächendeckend genutzt werden. Aus der kombinierten Nutzung von Basis- und Funktechnologien entsteht ein hybrides Netzwerk der Smart City, das sich auf die Kommunikations- und Datenübertragungsumgebung unter Nutzung mehrerer technischer Lösungen bezieht. Es ist also ein komplettes digitales Netzwerk, bestehend aus Hardware, Software

[1] https://www.zeitz.de/Kultur/Informieren/Franziskanerkloster.php?object=tx%7C3429.1.1&ModID=9&FID=3429.408.1&NavID=3429.201&La=1

und verschiedenen Anwendungen sowie technischen Lösungen zur Übertragung von Daten. Die (hybride) IT-Infrastruktur hingegen ist eine Teilmenge dieses Netzwerks und bezieht sich vor allem auf Hardware, Geräte und Standorte des Netzwerks, also auf physische Komponenten. Ziel des hybriden Netzwerks einer Smart City ist die optimale Verbindung von Maschinen, Sensoren und Informationen über das Internet.[2]

Zu diesen Verbindungen hat sich der Begriff des "Internets der Dinge" etabliert. Mit dem Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) werden also Objekte digital vernetzt. Man spricht dann von intelligenten bzw. smarten Anwendungen. Das Internet der Dinge ist in diesem Zusammenhang als Ziel oder Vision zu verstehen, deren Umsetzung viele grundsätzliche Herausforderungen auf unterschiedlichsten Ebenen mit sich bringt und nur schrittweise erreicht werden kann. Dazu zählen neben den technischen Herausforderungen v.a. solche mit Bezug zu IT-Sicherheit und Datenschutz, die Vernetzung und Nutzung von smarten Geräten und Sensoren sowie die Bündelung der einzelnen Anwendungen zu einem gesamtstädtischen Konzept. Smart Cities stellen für drahtlose Übertragungen eine sehr dichte Umgebung dar, in der eine Vielzahl von Anwendungen und Dienste parallel ablaufen. Viele Anwendungen stellen dabei nur eine sehr geringe Anforderung an die Bandbreite und müssen nur selten kommunizieren. Dieser relativ geringe Netzwerkbedarf passt gut zu den Eigenschaften von LoRaWAN®. Die LoRaWAN®-Funktechnologie ist daher maßgeblich an der Entwicklung intelligenter Städte beteiligt.

LoRa® und LoRaWAN®

LoRaWAN® ist ein von der LoRa® Alliance – einer non-profit Gemeinschaft im Technologiesektor – entwickelter Systemstandard. Mit diesem Systemstandard und der dazugehörigen Funktechnologie LoRa® können konkrete IoT-Anwendungen umgesetzt werden. Konkret ist LoRaWAN® eine Low Power Wide Area Network-Spezifikation für drahtlose batteriebetriebene oder mit Netzteil betriebene Systeme in einem städtischen, regionalen, nationalen oder auch globalen Netzwerk. Dieses Netzwerk übermittelt wenige Daten über weite Strecken. Das bekannte WLAN kann im Gegensatz dazu, viele Daten über eine eher kurze Strecke übermitteln. Die Netzwerkarchitektur des LoRaWAN® ist typischerweise in einer Sterntopologie angeordnet, bei der die Gateways die Verbindung zwischen den Endgeräten und dem zentralen Netzwerkserver herstellen. Die Gateways werden über eine Standard-IP-Verbindung mit dem entsprechenden Netzwerkserver verbunden, während die Endgeräte eine Single-Hop-Verbindung zu einem oder mehreren Gateways verwenden.

LoRaWAN® definiert das Standard-Kommunikationsprotokoll und die Systemarchitektur für das Netzwerk, während LoRa® die physikalische Schicht beschreibt, welche die "long range" Kommunikationsverbindung ermöglicht. LoRa® bezieht sich auf eine drahtlose Modulation, die eine Kommunikation mit sehr geringem Stromverbrauch ermöglicht.

Die Serviceanbieter oder die Stadt/Region müssen keine Verträge mit Mobilfunkanbietern abschließen oder individuelle Netze für jeden Anwendungsfall aufbauen. Stattdessen können sie ein eigenes LoRaWAN® aufbauen, über das sie viele der Anwendungen ausführen können. Drahtlose Sensoren können z.B. Daten in Bereichen wie Temperatur, Feuchtigkeit, Luftqualität, Vibration oder Lärm aufnehmen. Wichtig dabei ist, dass es sich im Smart City-Kontext nicht um personenbezogene Daten handelt, sondern um Daten zu Umwelteinflüssen (z.B. Feinstaub, Hochwasser, Trockenheit) oder

[2] Zu den Voraussetzungen und Möglichkeiten hybrider Funkkonzepte erstellte die Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig 2021 im Auftrag der Stadt Zeitz eine "Umfeldanalyse zu Smart Energy im Rahmen von Smart City Aktivitäten der Stadt Zeitz". https://www.zeitz-digital.de/wp-content/uploads/2022/03/Umfeldanalyse_Smart_Energy_Zeitz_02_2022.pdf

kommunale Daten (z.B. der kommunalen Betriebe). Smart City bedeutet aber nicht nur Datensammeln, sondern hat zum Ziel, schnell und zielgenau Schlüsse aus den erhobenen Daten zu ziehen und Maßnahmen abzuleiten, die dann die Lebensqualität der Bürger und Bürgerinnen verbessern. Regulatorische Vorgaben existieren lediglich durch die Bundesnetzagentur für das genutzte Funkband.

Um ein solches LoRaWAN®-Netzwerk aufzubauen, sind folgende Technik-Bestandteile erforderlich:

- **Sensoren/Nodes** – Sensoren senden drahtlos LoRa®-modulierte Signale an die Gateways,
- **Gateways** – empfangen Daten von den Sensoren und senden sie an den Netzwerk-Sensor weiter,
- **Netzwerkserver** – ein LoRaWAN® Netzwerkserver, der die Sicherheit, Datenweiterleitung und Batterieoptimierung von LoRaWAN®-Endgeräten gewährleistet,
- **Anwendungsserver** – empfängt die Daten vom Netzwerk-Server und speichert diese in einer Datenbank,
- **Endgeräte** – ermöglichen eine Nutzung der Daten für die Bürger und Bürgerinnen bzw. Kunden und Kundinnen.

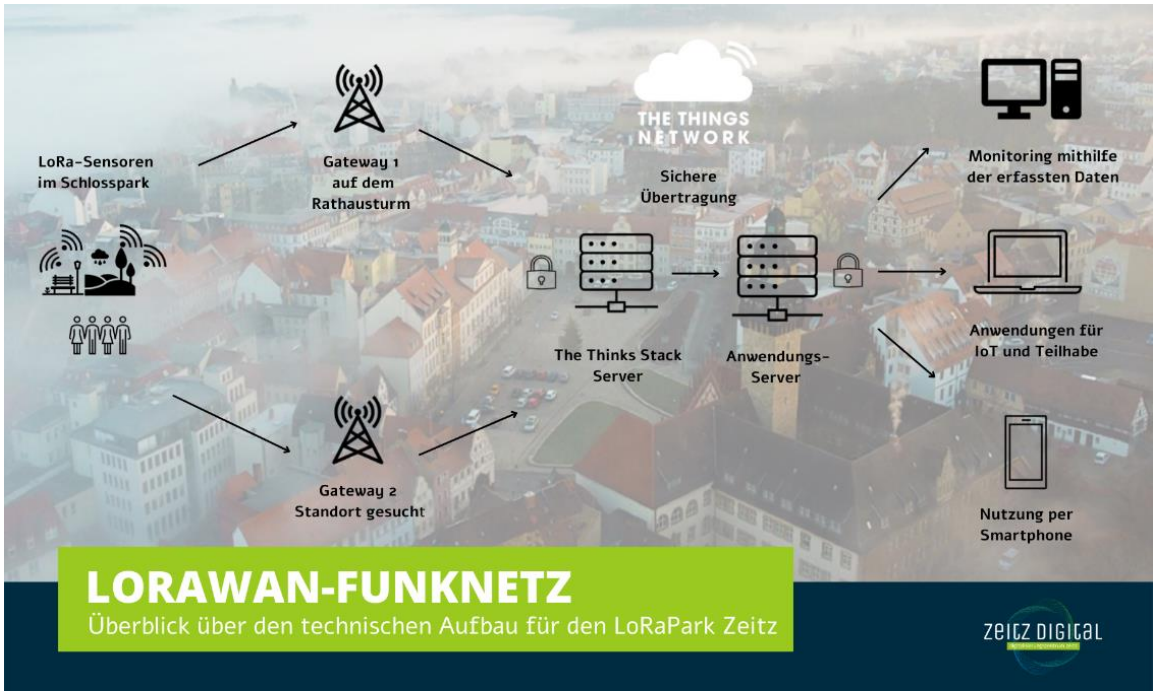


Abb. 1: Technische Bestandteile eines LoRaWAN®-Funknetzes, eigene Darstellung

Die Sensoren kommunizieren also mit nahegelegenen Gateways und jedes Gateway ist mit dem Netzwerk-Server verbunden. Die Daten der Sensoren werden von allen Gateways in Reichweite empfangen. Die Daten werden dann an den Server weitergeleitet, dedupliziert und dort in einer Datenbank gespeichert. Zur Visualisierung der Daten wird die Datenbank über eine Schnittstelle an die Webseite bzw. die Endgeräte angebunden.

Unterstützt wird der Roll-Out der LoRa®-Technik durch das The Things Network in der jeweiligen Region.

The Things Network

Das The Things Network (TTN) ist eine internationale Community zur Errichtung eines energiesparenden und offenen LoRaWAN®-Funknetzwerks für das Internet der Dinge. Die Initiative TTN wurde 2015 durch die beiden Niederländer Wienke Giezeman und Johan Stokking gestartet. Die Mitglieder entwickeln Open Source LoRaWAN®-Lösungen und bieten Open Source Programmierwerkzeuge für die Community an, um IoT-Anwendung weiterzuverbreiten und zu verbessern. Ziel ist der Aufbau eines gemeinschaftlichen Internet-der-Dinge-Netzwerks und Communities an vielen Standorten weltweit. Eine dieser Communities ist TTN Mitteldeutschland direkt in der Region um Zeitz. TTN Mitteldeutschland umfasst dabei aktuell 14 Communities aus Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen. Diese Communities wollen in der Region die Verbreitung des freien TTN-Netzes ausbauen und fördern, um damit die Dynamik für die innovative Entwicklung von LoRaWAN®-basierten Anwendungsfällen vor Ort zu unterstützen. Deutschlandweit ist so in kurzer Zeit eine gute bis sehr gute Abdeckung in den Oberzentren gelungen, in den ländlichen Gebieten gibt es teilweise noch Aufholbedarf. Aktuell gibt es in Deutschland 134 Communities und 2984 Gateways. In der Community Mitteldeutschland sind 243 Gateways und 93 Mitglieder/ Unterstützer registriert (Stand 03/2022).

Bis Ende Januar 2022 gab es in Zeitz und seinem Umland kein Gateway, also keinen aktiven Netzknoten, für die technische Aktivierung von Smart City/Region-Anwendungen. Das DZZ hat im Februar 2022 das erste Gateway der Region auf dem Rathausturm installiert.

LoRaPark Zeitz

Das Pilotprojekt LoRaPark Zeitz ist nicht nur eine technische Innovation in der Stadt, sondern ist vor allem dadurch motiviert, den Bewohnern und Bewohnerinnen zu nutzen.

Motivation und Ziele

Mit dem Aufbau des LoRaParks verfolgt das DZZ mehrere Ziele:

- Aufbau eines Schaugartens für sensorbasierte Lösungen mit anschaulichen und niedrigschwelligen LoRa®-Anwendungsbeispielen für das Internet der Dinge in Zeitz,
- Funktionsweise, Nutzen und Risiken des Internets der Dinge und sowie der LoRaWAN®-Technologie für breite Bevölkerungsschichten zugänglich und verständlich machen,
- Schaffung eines digitalen Umfelds in Zeitz, um Attraktivität als Lebens- und Wirtschaftsstandort zu erhöhen – besonders bei jungen Einheimischen und Zuzüglern,
- Use Cases für wirtschaftliche und gesellschaftliche Akteure in der Stadt aufzeigen, Unterstützung der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, die das Leben und Arbeiten in Zeitz effizienter, sozialer und ressourcenschonender gestalten,
- Förderung mehrerer konzeptioneller Ebenen des DZZ/Stadt Zeitz: Zukunftsstadt Zeitz, Digitale Bildung und Tourismus,
- Datenvisualisierung auf der Webseite www.lorapark.zeitz.de
- Bildungsprojekte zum Thema Sensorik mit Schulen und Akteuren aus Gesellschaft und Wirtschaft im Makerspace des DZZ.

Mit der LoRa®-Funktechnologie und den damit verbundenen Sensoren können unterschiedliche Daten erhoben und so einige Aspekte der Stadt durch innovative, digitale Lösungen neu entdeckt, bewertet und verbessert werden. Die folgenden Anwendungsbeispiele sind übertragbare und öffentlich

zugängliche Beispiele für den Einsatz und die technische Funktionsweise der LoRa®-Technik. Das Gemeinwohl und der Mehrwert für die Bürger und Bürgerinnen der Stadt Zeitz stehen dabei im Fokus.

Akteure

Um Voraussetzungen für eine Smart City/Smart Region Zeitz und ihrem Umland zu initiieren, haben DZZ und HTWK Leipzig verschiedene Akteure kontaktiert. Im Laufe der ersten Jahreshälfte 2021 gab es intensiven Austausch mit Vertretern und aktiven Gestaltern aus verschiedenen Bereichen, z.B. TTN Mitteldeutschland, den Smart Cities Brandis/Partheland, Barleben und Gera sowie der Stadt Ulm zu deren LoRaPark, dem Freifunk Gera/Greiz sowie der GISA GmbH Halle, dem IoT-Workplace Jörg Martin, der Design- und Kreativagentur Transmedial, den Berufsbildenden Schulen Burgenlandkreis und dem Schlosspark Zeitz sowie dem Verein Games und XR Mitteldeutschland e.V. Erfahrungen. Dabei ist ein Projektteam zur Realisierung des LoRaParks Zeitz entstanden.

Über den Austausch mit Smart City Modellprojekten in der Region und den LoRaPark Ulm konnten Erfahrungswerte aufgenommen und erste Use Cases bestimmt werden. An dieser Stelle sei dem Team des LoRaPark Ulm für die Ideengebung und das Erstgespräch ganz herzlich gedankt!

In Absprache mit dem Fachgebiet Kultur und Tourismus der Stadt Zeitz wurde dann ein geeigneter Standort gefunden. TTN Mitteldeutschland und IoT Workplace Jörg Martin berieten das DZZ bei der Bestimmung der Standorte für die Sensoren und das Gateway. Auch die technische Ausstattung und die Auswahl der zu erhebenden Messdaten wurden mit den Partnern diskutiert. Durch die COVID-19-Pandemie verursachte Lieferengpässe auf dem Halbleitermarkt zögerten die Beschaffung der Technik erheblich hinaus. Ende des Jahres 2021 gelang es endlich, die passenden Sensoren zu erwerben und mit dem Pilotprojekt LoRaPark Zeitz zu beginnen.

Standort

Im 17. Jahrhundert war Zeitz eine bedeutende Residenzstadt. Als Residenz diente dem Herzog Moritz von Sachsen-Zeitz das Schloss Moritzburg, das noch heute – zusammen mit dem Torhaus und dem Dom – ein lohnenswertes Ausflugsziel abgibt. Der umliegende Schlosspark (Abb. 2), ehemals Standort für die Landesgartenschau, bietet abwechslungsreiche Verweilorte, wie die Orangerie mit Barockparterre, den englischen Landschaftspark "Rossner Park", einen Japanische Garten und großzügige Erlebniswelten für Kinder.[3]

[3] Gartenträume - Historische Parks in Sachsen-Anhalt, https://gartentraeume-sachsen-anhalt.de/de/gartentraeume-parks/schlosspark-moritzburg-zeitz.html

Abb. 2: Schlosspark und Moritzburg Zeitz
Quelle: https://www.zeitz.de/Kultur/Staunen/Schlosspark-Moritzburg-Zeitz/#&gid=m1&pid=1

Im und um den Schlosspark Moritzburg hat das DZZ einen LoRaPark aufgebaut, der als Schaugarten für alle Einwohner und Einwohnerinnen zugänglich ist.

In Absprache mit der Sachgebietsleitung Kultur und Tourismus der Stadt Zeitz wurden zunächst fünf niedrigschwellige Anwendungsfälle mit konkretem Nutzen für den Schlosspark Moritzburg identifiziert. Technische Unterstützung kam dabei von TTN Mitteldeutschland, der GISA GmbH Halle und vom IoT Workplace Jörg Martin sowie Pepperl+Fuchs.

LoRaWAN® Gateway

Als ersten Schritt hat das DZZ das erste Gateway der Region Zeitz auf dem Rathausturm installiert und in Betrieb genommen. Es schafft damit die technische Grundlage für den LoRaPark aber gleichzeitig auch für ein offenes und allgemein verfügbares drahtloses Kommunikationsnetzwerk mit großflächiger Abdeckung. Ziel ist die Entwicklung innovativer Smart-City/Smart Region-Anwendungsfälle in der Stadt zu unterstützen. Das Gateway deckt weite Bereiche der Innenstadt ab (Abb. 3 und Abb. 4).

Abb. 3: Antenne des Gateways auf dem Rathausturm

Die technische Ausstattung umfasst dabei ein MikroTik LtAP LR8 LTE kit Gateway sowie ein LoRa®Omni-Antennen-Kit von MikroTik +6,5dBi, einem 1m langem SMA-Kabel und einem mechanischen Halter für die schnelle und einfache Antennen-Befestigung. Das Gateway erhält über LTE Zugang zum Internet und verfügt über eine Reichweite von bis zu 13km. Die Reichweite dieses Gateways ist im folgenden Schaubild dargestellt:

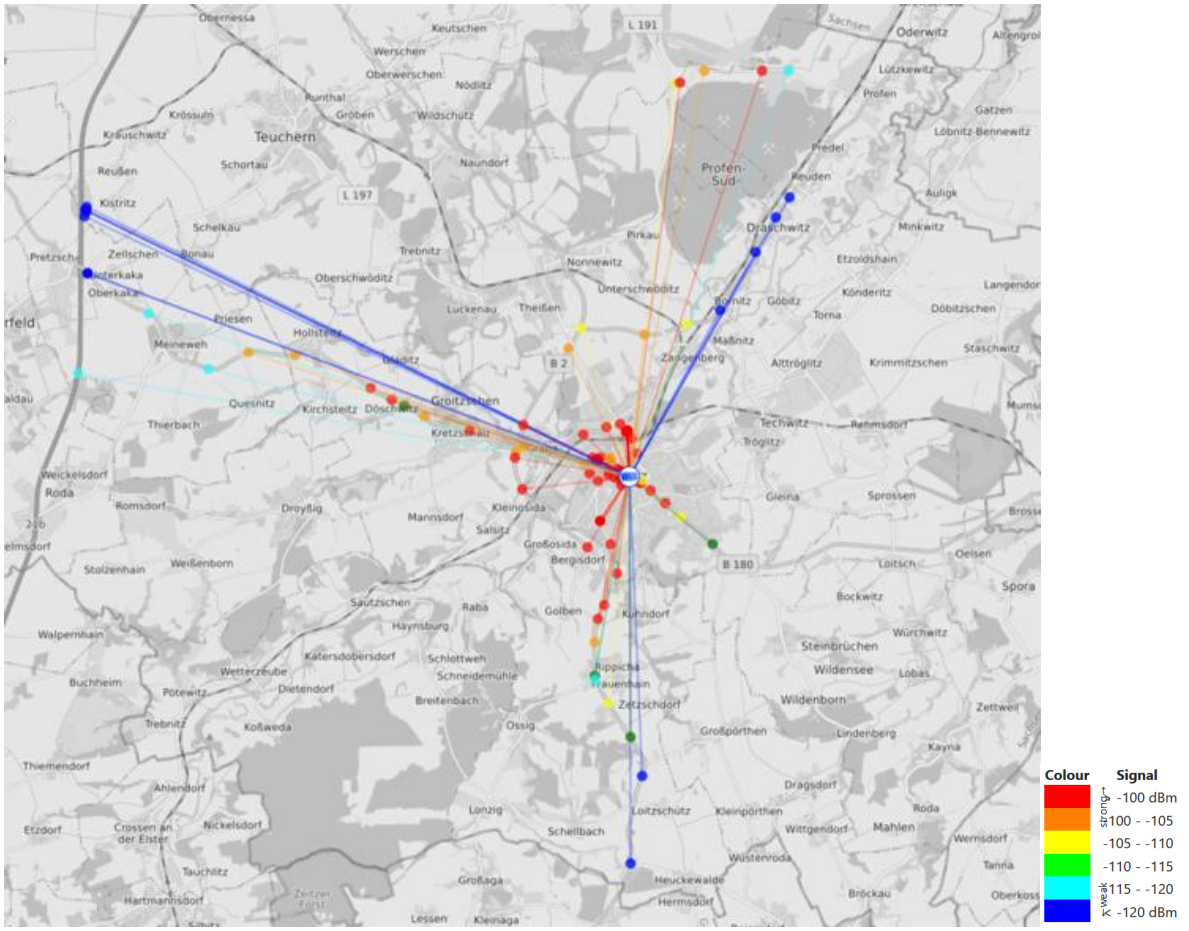


Abb. 4: Reichweite des Gateways auf dem Rathausturm Zeitz

Quelle: Messung IoT Workplace und DZZ, 2/2022

Rote Messpunkte zeigen dabei einen sehr guten Empfang an, blaue einen sehr schwachen Empfang. Dazwischen gibt es Abstufungen von Orange, über Gelb, Grün und Türkis. Der Empfang im innerstädtischen Bereich ist also mit diesem einen Gateway schon recht gut, für eine flächendeckende Netzwerkversorgung müssen aber weitere Gateways installiert werden. Aufgrund der geografischen Topologie ist der Empfang Richtung Süd-Osten eingeschränkt. Die Installation eines zweiten Gateways am Stadtrand Richtung Meuselwitz ist wünschenswert.

Server

Netzwerkserver

Ein Open-Source- LoRaWAN®-Netzwerkserver von The Things Industries gewährleistet die sichere Datenweiterleitung und die Batterieoptimierung von LoRaWAN®-Endgeräten. Er eignet sich für öffentliche und private Bereitstellungen sowie für kleine, lokale Netzwerke. Der The Things Stack

Server ist für alle LoRaWAN® Versionen und für unterschiedlichste Anwendungsfälle nutzbar.[4] Informationen und Anleitungen finden sich auf der Homepage von The Things Industries, z.B. unter "Getting started" oder "Installing The Things Stack".[5]

Anwendungsserver & Datenbank

Vom Netzwerkserver werden die Messdaten an den Anwendungsserver weitergeleitet und dort in einer Influx-Datenbank gespeichert. Bei der Erfassung von Messdaten fallen in kurzer Zeit oft große Datenmengen an. Um diese Zeitreihendaten zu speichern, sind Datenbanken notwendig, die schnell und effektiv Daten speichern. InfluxDB ist vor allem auf die Speicherung von Echtzeitdaten und parallel eingehenden Daten, zum Beispiel von Sensoren, Servern oder IoT-Geräten optimiert.[6] InfluxDB ist ein Datenbank-Management-System, das von der Firma InfluxData Inc. entwickelt wurde. InfluxDB ist Open Source und kann kostenlos eingesetzt werden.[7] Über eine individuelle Schnittstelle wird die Influx-Datenbank mit der Word-Press Webseite des LoRaPark integriert und die Daten zur Visualisierung aufbereitet. Die GISA GmbH unterstützt den LoRaPark Zeitz durch die kostenlose Bereitstellung und Pflege des Anwendungsservers sowie durch die Einrichtung und Pflege der Influx-Datenbank.

Sensoren

Die Anwendungsfälle und dazugehörige Technik sind im Folgenden kurz aufgeführt. Die Sensor-Standorte sind im Lageplan (Abb. 5) eingezeichnet.

Abb. 5: Lageplan der Sensoren im Schlosspark Moritzburg Zeitz

Der LoRaPark ist skalierbar, so dass nach Installation der ersten fünf Anwendungsfälle die Integration weiterer Sensoren sehr einfach möglich ist. An den Standorten selbst, finden die Gäste

[4] https://www.thethingsindustries.com/docs/
[5] https://www.thethingsindustries.com/docs/getting-started/
[6] Joos, Th.: InfluxDB 2: Open-Source-Datenbank für Zeitreihen und IoT, in: ComputerWeekly.de, 2021.
[7] https://www.ionos.de/digitalguide/hosting/hosting-technik/was-ist-influxdb/

Informationstafeln zur Funktionsweise eines jeden Sensors sowie einem QR-Code, der sie zur Webseite weiterleiten, auf dem die gemessenen Daten visualisiert sind.

1. Feuchtigkeitsmessung im Blumenbeet

Über LoRa®-Sensoren kann die Bodenfeuchtigkeit in Blumenbeeten erfasst und so der Wasserbedarf für die Pflanzen ermittelt werden (Abb. 6 und Abb. 7). Das Gießen der Pflanzen wird zeit- und wassersparender. Im LoRaPark sind zwei Bodenfeuchtesensoren vom Typ Dragino LSE01 LoRaWAN® Soil Moisture & EC Sensor 868MHz verbaut. Sie eignen sich für den Einsatz in salzhaltigem Alkaliboden und Lehmboden und messen neben der Bodenfeuchtigkeit auch die Bodentemperatur und Bodenleitfähigkeit.

Die Bodenfeuchte wird über die Austrocknung des Bodens ermittelt. Der Feuchtigkeitssensor erfasst über elektrische Impulse die Feuchtigkeit, die Temperatur und die Bodenleitfähigkeit in der Erde. Je mehr Wasser sich im Boden befindet, desto besser werden elektrische Signale durch das Erdreich geleitet. Durch die Leitfähigkeit stellt der Sensor fest, ob die Erde trocken oder nass ist. Die elektrischen Impulse sind für Menschen nicht spürbar. Der Sensor überträgt die Messwerte drahtlos über LoRaWAN® an das Gateway.

Der maximale Wert der Bodenfeuchte wird als Feldkapazität (nFK) definiert, dies ist die Wassermenge, die ein vollständig mit Wasser gesättigter Boden nach zwei bis drei Tagen Ablaufzeit unter normierten Bedingungen noch halten kann. Die Bodenfeuchte wird in Prozent der nutzbaren Feldkapazität angegeben. Die nutzbare Feldkapazität ist eine Größe für das pflanzenverfügbare Wasser im Boden. Bei 100 Prozent nFK kann der Boden kein weiteres Wasser aufnehmen und dauerhaft gegen die Schwerkraft halten. Bei 0 Prozent nFK können die Pflanzen dem Boden kein weiteres Wasser mehr entziehen (Welkepunkt).

Allerdings ist die Interpretation der Ergebnisse nicht eindeutig. Es gibt keine wirkliche Empfehlung, welche Grenzwerte bei der Bodenfeuchte angesetzt werden sollten. Diese hängen von der Erde und von den Pflanzen ab. Nach der Anlaufphase wird daher gemeinsam mit den Gärtnern des Schlossparks die Bodenfeuchte bestimmt, ab der die Blumenbeete gegossen werden müssen.

Abb. 6: Blumenbeet im Schlosspark Moritzburg Zeitz

Abb. 7: Dragino & EC-Sensor zur Messung der Bodenfeuchte im Schlosspark Moritzburg Zeitz

2. Parkplatzmanagement für barrierefreie Parkplätze

LoRa®-Sensoren können auch die Suche nach barrierefreien Parkplätzen vereinfachen. Nutzer und Nutzerinnen können von zu Hause aus nach verfügbaren barrierefreien Parkplätzen in der Stadt suchen und so Zeit sparen. Auf dem Parkgelände der Moritzburg Zeitz ermitteln nun zwei Sensoren in Echtzeit, ob die beiden als barrierefrei ausgewiesenen Parkplätze aktuell verfügbar oder belegt sind. Das erleichtert die Mobilität für Menschen mit Beeinträchtigungen beim Besuch der Moritzburg oder des Schlossgartens.

Für diesen Anwendungsfall wurde jeweils ein Parksensor PNI PlacePod Surface Mount auf den Pflastersteinen der beiden Parkflächen installiert (Abb. 8 und Abb. 9). Die Sensoren beinhalten den geomagnetischen Sensor RM3100 von PNI, um Parkereignisse zuverlässig zu erkennen und möglichst wenig Energie zu nutzen. Die Möglichkeit für Konfiguration und Software-Updates via Bluetooth Low Energy (BLE) ist über mobile iOS- und Android-Anwendungen von PNI möglich.

Die Parkplatzsensoren strahlen ein Magnetfeld nach oben aus. Bewegt sich ein metallischer Gegenstand, wie beispielsweise ein Fahrzeug, über diese Sensoren, wird diese Veränderung im Magnetfeld erkannt und die Sensoren erkennen, ob der Parkplatz belegt oder frei ist. Der Belegungsstatus frei [0] oder belegt [1] wird an das LoRaWAN® Gateway übermittelt. Der Stromverbrauch dafür ist niedrig. Eine Lithium-Batterie mit einer Lebensdauer von bis zu acht Jahren versorgt den Sensor mit Strom.

Abb. 8: Montage eines der Sensoren zum Parkplatzmanagement am Schlosspark Moritzburg Zeitz

Abb. 9: PNI PlacePod Surface Mount-Sensor für das Parkplatzmanagement am Schlosspark Moritzburg Zeitz

3. Luftqualitätsmonitoring Feinstaub

Feinstaubbelastung und Luftverschmutzung sind aktuelle Probleme unserer Gesellschaft und beeinträchtigen die Gesundheit der Einwohner und Einwohnerinnen. Feinstaubsensoren messen diese Feinstaubpartikel in der Luft – so kann man sich darüber informieren, wie hoch die Belastung an welchen Orten bzw. an welchen Tagen ist.

Feinstaub kann beim Menschen in die Nasenhöhle und bis in die Bronchien und Lungenbläschen gelangen. Ultrafeine Partikel können sogar bis in das Lungengewebe und in den Blutkreislauf eindringen. Daher ist (zu viel) Feinstaub gesundheitsgefährdend. Feinstaub besteht aus einem Gemisch fester und flüssiger Partikel und diese werden entsprechend ihrer Größe kategorisiert. Der Sensor unterscheidet PM10 (PM, particulate matter) mit einem maximalen Durchmesser von 10 Mikrometer (µm), PM2,5 und ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 0,1 µm.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gelten europaweit Grenzwerte für die Feinstaubfraktion PM10. Der zulässige Jahresmittelwert beträgt 40 µg/m3. Für die noch kleineren Partikel PM2,5 gilt ein Zielwert von 25 µg/m3 im Jahresmittel.[8]

Ob und wann der zulässige Grenzwert für die Feinstaubbelastung in der vielbefahrenen Rahnestraße überschritten ist, wird nun über den Feinstaubsensor ermittelt. Dieser ist an der Fassade der Alten Bibliothek in der Rahnestraße 20, im 1. Stock des Gebäudes befestigt (Abb. 10 und Abb. 11).

Für diesen Anwendungsfall wurde eine Citizen Science Box für einen Feinstaubsensor mit LoRa® ohne Gehäuse erworben. Dieser Sensor wurde mit Unterstützung des Beruflichen Gymnasiums der Berufsbildenden Schulen Burgenlandkreis, Fachrichtung Technik/Ingenieurwissenschaften, zusammengebaut. Mittels 3D-Druck wurde aus UV-beständigem Material ein passendes und wetterfestes Gehäuse für den Sensor erstellt.

Feinstaubsensoren nutzen die Eigenschaften der Lichtstreuung zur Messung von Partikelmenge, -größe und -konzentration. Die Basiskomponenten sind: eine Lichtquelle, die auf die Partikel gerichtet ist, ein Detektor, zur Messung der Lichtstreuung durch die Partikel und elektronische Stromkreise, welche die Ausgabewerte des Detektors verarbeiten und analysieren.

Abb. 10: Montage des Feinstaubsensors an der Alten Bibliothek in Zeitz

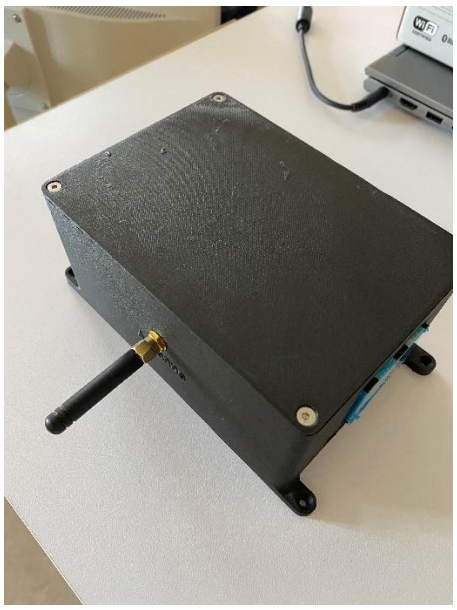


Abb. 11: Feinstaubsensor mit Gehäuse an der Alten Bibliothek in Zeitz

[8] S. Umweltbundesamt

4. Wasserpegelmessung

Die LoRa®-Sensoren können auch zur Wasserstandmessung eingesetzt werden, z.B. um Niedrig- oder Hochwasser vorzubeugen. Dazu messen sie kontinuierlich den Wasserstand und ermitteln, ob der aktuelle Pegel über dem Durchschnitt liegt. Ein Signal zeigt an, ob gegebenenfalls Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind.

Im LoRaPark sind zwei Wasserpegel-Sensoren installiert:

- Wasserstand im Johannisteich
- Wasserstand im Mühlgraben

Zur Ermittlung des Wasserpegels misst ein Ultraschallsensor in festgelegten Intervallen den Abstand zur Wasseroberfläche, d.h., er schickt Ultraschallwellen aus dem Sensor Richtung Wasseroberfläche. Die Wasseroberfläche reflektiert die Wellen und über das Laufzeitverhalten der Ultraschallwellen bei der Reflektion ermittelt der Sensor, wie weit die Wasseroberfläche vom Sensor entfernt ist.

Diese Daten werden an das Gateway übertragen. Zusätzlich muss festgelegt werden, was als kritischer Wasserstand gilt, also ob der Wasserstand zu niedrig oder zu hoch ist. Dies ist von Modell zu Modell unterschiedlich und wird meistens prozentual ermittelt und dargestellt.

4.1 Wasserstandmessung im Johannisteich

Der Dragino LDDS75 ist ein LoRaWAN® Entfernungserkennungs-Sensor für IoT-Lösungen. Er wird verwendet, um die Distanz zwischen Sensor und einem flachen Objekt mittels Ultraschall-Sensortechnologie zu messen. Der LDDS75 kann für die horizontale Distanzmessung, Pegelmessung, Parkraumbewirtschaftung, Objektnähe- und Anwesenheitserkennung, intelligentes Abfallbehälter-Management oder die Überwachung des Bodenwasserstands usw. eingesetzt werden.

Abb. 12: Johannisteich im

Schlosspark Moritzburg Zeitz

Abb. 13: Dragino LDDS75-Sensor zur Wasserstandmessung an der Brücke, Johannisteich im Schlosspark Moritzburg Zeitz

4.2 Wasserstandmessung im Mühlgraben

Für die die Wasserstandmessung im Mühlgraben wurde der Ultraschall-Füllstandsensor WILSEN.sonic.level Unternehmens Pepperl+Fuchs SE mit LoRaWAN®-Schnittstelle angebracht (Abb. 14). Dabei handelt es sich um einen batteriebetriebenen, LoRa®-fähigen Sensor inklusive einer Bluetooth-Schnittstelle für die Inbetriebnahme sowie Parametrierung und Diagnose, der nicht nur die Füllstände von Behältern, wie Müllcontainern, Tanks oder Silos, sondern auch Wasserpegel messen kann.

Abb. 14: WILSEN.sonic.lever Ultraschallsensor zur Wasserstandmessung (grafische Darstellung) und Anbringungsort im Schlosspark Moritzburg Zeitz

Datenvisualisierung

Unter der Adresse www.lorapark.zeitz.de und dem Logo LoRaPark Zeitz entstand eine von der Design- und Kreativagentur Transmedial erstellte Wordpress-Webseite für den LoRa®-Park. Auf dieser werden die Daten durch den Einsatz von Diagrammen und anderen graphischen Elementen visualisiert. Die Anbindung an die Influx-Datenbank, in der die Daten gespeichert werden, erfolgt über individuelle Schnittstellen. Datenvisualisierungen sind wichtig, um große Mengen an Informationen zu analysieren und datengesteuerte Entscheidungen zu treffen.

Lessons learned

Sehr wertvolle Unterstützung lieferten die vielen motivierten und technisch versierten Projektpartner, die zum Aufbau und zum Erfolg des LoRaPark Zeitz entscheidend beitrugen. So entstand ein aktives Netzwerk, in dem weitere Smart City/Smart Region-Ansätze in Angriff genommen werden können. Schwierigkeiten bei der Umsetzung des Pilotprojekts LoRaPark Zeitz waren v.a. zahlreichen zeitlichen Verzögerungen aufgrund von Lieferengpässen bei der Beschaffung passender Sensoren und personellen Ausfällen aufgrund von COVID-19-Infektionen bzw. Quarantäne geschuldet. Genug zeitlicher Vorlauf, um auch unkalkulierbaren Ereignissen Rechnung zu tragen, sollte bei der

Realisierung ähnlicher Pilotprojekte mit Beteiligung mehrerer essenzieller Akteure also eingeplant werden. Mit Blick auf das angeschlossene Bildungsprojekt mit Schülern und Schülerinnen empfiehlt es sich, die Sensorik-Workshops parallel laufen zu lassen. Der zeitliche Ablaufplan für die Errichtung des Parks sollte nicht von den Arbeitsergebnissen des Bildungsprojekts kritisch abhängen. Aus gutem Grund dienen außerschulische Workshop zum Ausprobieren und Experimentieren.

Ausblick – Entwicklung zur Smart City Zeitz

Das DZZ möchte anregen, dass die Zeitzer Bürger und Bürgerinnen die neu geschaffene Infrastruktur nutzen und eigene Sensor-Anwendungsfälle entwickeln, deren Daten dann über das Gateway am Rathausturm empfangen und weitergeleitet werden. Wie das genau funktioniert, können sie in den Workshops des DZZ lernen. Der LoRaPark Zeitz ist ein Pilotprojekt der Stadt Zeitz und fungiert als Experimentierfeld für Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft. Als öffentlich zugänglicher Showroom soll er das große Potenzial einer neuen digitalen Technologie zeigen und für alle Besucher und Besucherinnen des Schlossparks (und auch über die Seite lorapark.zeitz.de) zugänglich und erlebbar machen. Da das LoRa®-Netzwerk für alle offen und nutzbar ist, möchte der LoRaPark die Gäste einladen, selbst zu entscheiden und auszuprobieren, welchen Nutzen neue technische Innovationen und Ideen entfalten können sowie diese selbst einzusetzen und zu nutzen. Indem sie eine digitale Umgebung schafft, kann die Stadt Zeitz ihre Attraktivität als Lebens- und Wirtschaftsstandort erhöhen – besonders bei jungen Einheimischen und Zuzüglern. In einem zweiten Schritt wird so die Basis für die Entwicklung einer IT-Infrastruktur geschaffen, die Voraussetzung ist für die Entwicklung neue Produkte und Dienstleistungen, mit denen das Leben und Arbeiten in Zeitz effizienter, wirtschaftlicher, sozialer und umweltfreundlicher gestaltet werden kann (Abb. 15).

Abb. 15: Überblick über mögliche Anwendungsfelder einer Smart City/Smart Region Zeitz

In einem kontinuierlichen Prozess soll so eine Smart City/Smart Region Zeitz diskutiert, geplant und entwickelt werden, die die vielen Anwendungsmöglichkeiten neuer, digitaler Technologien optimal für sich nutzt und weitere spannende Ideen in die Wirklichkeit umsetzt.