



Co-funded by
the European Union

IoT und Cloud für Nachhaltigkeit



BIO4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Inhalt

1. Über Big Data	3
2. In welcher Form liegen die Daten vor?	4
3. Woher kommen Big Data?	7
4. Internet der Dinge	10
5. Wie funktioniert die IoT-Technologie?	12
C. Die Cloud	14
C. Digitale Kompetenzen	16
7. Big Data und SDGs	19
8. Intelligente Städte	20
3. Integration von Augmented Reality (AR)	21
10. Fazit: Die Zukunft von AR in der Sehwissenschaft	22
Referenzen	23





Allgemeines Thema des Lernpfads	Big Data, IoT und Smart Cities für eine nachhaltige Entwicklung
Spezifischer Name der Lerneinheit	Intelligente Daten für intelligente Städte: digitale Technologien und SDGs
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Anforderungen an die Lernenden	Grundlegende digitale Kompetenzen (Nutzung der Cloud, Datenrecherche, Präsentationstools). Allgemeine Kenntnisse über Umwelt, Energie und globale Bürgerschaft. Fähigkeit, im Team zu arbeiten und effektiv zu kommunizieren. Neugierde für technologische Innovationen und soziale Auswirkungen.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Einheit führt die Schüler in die Welt von Big Data, dem Internet der Dinge (IoT) und Smart Cities ein, wobei ein enger Bezug zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) hergestellt wird. Mithilfe von Augmented-Reality-Tools, Simulationen und Gemeinschaftsprojekten analysieren die Schüler Daten, entwerfen Lösungen für Smart Cities und bewerten die Auswirkungen neuer Technologien auf die Lebensqualität in Städten und die Umwelt. Der Kurs ist in drei Phasen unterteilt: Erkunden – Umsetzen – Verbessern, wobei immersive Aktivitäten und interaktive formative Bewertungen.
Thema: Beteiligte Parteien	Informatik, Technik, Staatsbürgerkunde, Geografie, Naturwissenschaften





Stichworte	Big Data, Internet der Dinge, Smart Cities, Cloud, digitale Kompetenzen, SDGs, städtische Nachhaltigkeit, offene Daten, digitale Bürgerschaft, Augmented Reality, Datenkompetenz Kompetenz.
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	• Verständnis des Datenlebenszyklus: Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung. • Fähigkeit, Datensätze zu analysieren und operative Schlussfolgerungen zu ziehen. • Grundkenntnisse über das Internet der Dinge und die digitale Infrastruktur in Städten. • Gemeinsame Entwicklung intelligenter Lösungen auf der Grundlage realer Daten. • Bewusstsein für die Rolle der Technologie in Nachhaltigkeitsprozessen. • Entwicklung transversaler Kompetenzen: Problemlösung, kritisches Denken, digitale Kommunikation.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	• AR-Plattformen (z. B. CoSpaces Edu, Merge EDU, Assemblr, ZapWorks). • Öffentliche Datensätze (z. B. Eurostat, Weltbank, regionale Open Data). • Apps und Simulatoren zur Visualisierung von Datenflüssen, IoT-Netzwerken und Cloud-Infrastrukturen. • Online-Tools für die Zusammenarbeit (z. B. Google Workspace, Padlet, Canva). • Lehrvideos, Fallstudien und informative Artikel.
Bewertungskriterien und Bewertung	• Verständnis von Big Data, IoT, Smart Cities und SDGs. • Effektive Nutzung von AR-Plattformen, Cloud-Tools und Datenanalyse. • Qualität, Innovation und Konsistenz des in einer Gruppe entwickelten Projekts. • Fähigkeit, nachhaltige Ziele zu identifizieren und gezielte technologische Maßnahmen vorzuschlagen. • Klarheit der Präsentation, korrekte Verwendung von Fachsprache und Multimedia-Unterstützung. • Quizze und AR-Dashboards zur Fortschrittsüberwachung und kontinuierlichen Rückmeldung von Lehrern und Klassenkameraden.





1. Über Big Data

Big Data bezeichnet einen enormen Anteil an Informationsdaten, deren Umfang spezifische Analysemethoden und Technologien für Forschungszwecke jeglicher Art erfordert. Die drei grundlegenden Merkmale dieser Informationssätze – die sogenannten drei Vs – sind:

- **Volumen.** Es handelt sich um besonders umfangreiche Datenmengen, die viel Speicherplatz beanspruchen können, beginnend in der Größenordnung von Terabyte bis hin zu Petabyte.
- **Geschwindigkeit.** Obwohl die Datenmenge besonders groß ist, muss sie in kürzester Zeit decodiert und gelesen werden. Der entscheidende Faktor für die Handhabung und korrekte Verwaltung von Big Data ist daher die Geschwindigkeit.
- **Vielfalt.** Big Data werden als unstrukturierte oder halbstrukturierte Daten definiert, was eine zusätzliche Schwierigkeit darstellt, da vor ihrer Verarbeitung eine vorläufige Analyse erforderlich ist.

In jüngerer Zeit sind zu den drei Vs¹ weitere Merkmale hinzugekommen:

- **Veracity (Wahrhaftigkeit):** Damit Big Data ordnungsgemäß verarbeitet werden können, müssen sie gefiltert werden, da es sich um Rohdaten handelt, die zu falschen Analysen und einem hohen Risiko für statistische Fehler und Fehlinterpretationen führen können.
- **Wert:** Nicht alle Big Data haben einen Wert, je nachdem, zu welchem Zweck sie verarbeitet und interpretiert werden. Auch hier sollten vor der Analyse diejenigen ausgewählt werden, die von Interesse sind.
- **Variabilität:** Sie können je nach Verwendungszweck gefiltert, kategorisiert und auf unterschiedliche Weise genutzt werden.

Es gibt im Allgemeinen drei Arten von Daten: strukturierte, halbstrukturierte und unstrukturierte Daten. Es muss jedoch betont werden, dass Daten und Informationen nicht synonym sind, da – insbesondere in der Informatik – Informationen nicht per se existieren, sondern durch die Verarbeitung gesammelter Daten gewonnen werden.

Wenn wir von strukturierten Daten sprechen, meinen wir eine Art von Informationen, die sich leicht in Datenfelder einkapseln und organisieren lassen, da sie sich durch eine präzise Struktur auszeichnen. Als Beispiel können wir uns eine Tabelle wie diese vorstellen, die drei verschiedene Spalten mit Feldern enthält:

NAME	SURNAME	IDENTIFIKATIONSCODE
Mario	Rossi	000000000001

Wenn wir von semistrukturierten Daten sprechen, beziehen wir uns auf eine Art von Informationen, von denen ein Teil in Datenfeldern zusammengefasst werden kann – und somit strukturierte Daten sind –, während ein anderer Teil aus unstrukturierten Daten besteht. Ein typisches Beispiel hierfür sind E-Mails, bei denen einige Felder vordefiniert sind, wie z. B. der Absender, der Empfänger und der Betreff, während der Textkörper der E-Mail – also die Nachricht, die wir versenden – in Form von unstrukturierten Daten vorliegt, da er nicht in einem bestimmten Feld zusammengefasst werden kann.

¹<https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/big-data> 20-BW-23-30-126516





From: Dato strutturato

To: Dato strutturato Cc Bcc

Subject: Dato strutturato Priority

Calibri (Body) 11 A B T U L R P S

Dato non strutturato

Abbildung 1 – Klassifizierung von Daten innerhalb einer E-Mail

Was Big Data betrifft, so handelt es sich um unstrukturierte, semistrukturierte und strukturierte Daten.

2. Welche Form haben die Daten?

Obwohl es heute möglich ist, Daten jeglicher Art (z. B. Fotos, Videos, Dokumente usw.) digital auszutauschen, wird dabei nicht berücksichtigt, dass diese ursprünglich durch das Binärsystem aus den Zahlen Null und Eins codiert sind. Dieses System basiert auf einer Art Positionszahlensystem, d. h. die Position, die die beiden Zahlen einnehmen, hat ihre eigene Bedeutung und ihren eigenen Wert. Da für die Kodierung nur zwei Zahlen verwendet werden, spricht man außerdem von einem Zweier-Basissystem. Aus all diesen Gründen hat die Schreibweise eines Wertes im Binärsystem folgende Form:

(001011)₂

Der Index ₂ weist darauf hin, dass es sich um ein binäres System handelt, während die runden Klammern dazu dienen, den Wert zu umschließen. Zunächst kann versucht werden, Werte im binären System in Werte des Dezimalsystems zu übersetzen: Dazu müssen die Werte geordnet werden (der erste ist der ganz rechts und der letzte der ganz links) und mit zwei potenziert werden. Zum Beispiel:

1. Wir ordnen die Werte von rechts nach links

1	1°
1	2°
0	3°
1	4°
0	5°
0	6°





1. Multiplizieren Sie jeden Wert mit 2 zu einer progressiv steigenden Potenz.

1	2^0
1	2^1
0	2^2
1	2^3
0	2^4
0	2^5

1. Wir addieren die Ergebnisse der einzelnen Multiplikationen

1*1	1
1*2	2
0*4	0
1*8	8
0*16	0
0*32	0
GESAMT	11

Letztendlich nimmt der Wert $(001011)_2$ im Binärsystem einen Wert von 11 im Dezimalsystem an.

Wenn wir hingegen den umgekehrten Vorgang ausführen möchten, d. h. eine Zahl im Dezimalsystem in eine Zahl im Binärsystem umwandeln möchten, müssen wir die Zahl lediglich schrittweise durch 2 teilen und den Rest berücksichtigen:

G6

G6/2 = 48	0
48/2 = 24	0
24/2 = 12	0
12/2 = 6	0
6/2 = 3	0
3/2 = 1	1
1/2 = 0	1

Die Zahl 96 im Binärsystem lautet daher:

$(1100000)_2$





Wir können überprüfen, ob dieser berechnete Wert korrekt ist.

$0 \cdot 2^0$	$0 \cdot 1$	0
$0 \cdot 2^1$	$0 \cdot 2$	0
$0 \cdot 2^2$	$0 \cdot 4$	0
$0 \cdot 2^3$	$0 \cdot 8$	0
$0 \cdot 2^4$	$0 \cdot 16$	0
$1 \cdot 2^5$	$1 \cdot 32$	32
$1 \cdot 2^6$	$1 \cdot 64$	64
	GESAMT	96

Die einzelnen Binärwerte in Klammern werden als Bits bezeichnet, wobei acht Bits einem Byte entsprechen. Im obigen Fall besteht die Sequenz beispielsweise aus sieben Bits.

Das Bit ist eine Maßeinheit und hat daher wie alle anderen eine durch das internationale System definierte Äquivalenzskala:

MULTIPEL	SYMBOL	ÄQUIVALENZ
Kilobit	kb	1000 b
Megabit	Mb	1000 kb
Gigabit	Gb	1000 Mb
Terabit	Tb	1000 Gb
Petabit	Pb	1000 Tb
Exabit	Eb	1000 Pb
Zettabit	Zb	1000 Eb
Yottabit	Yb	1000 Zb



3. Woher kommen Big Data?

Kehren wir zur Definition des Begriffs zurück, so wird deutlich, wie sich diese Art von Daten von traditionell verarbeiteten Daten unterscheidet: Zunächst einmal ist das Merkmal, das Big Data am meisten von anderen Daten unterscheidet, die Komplexität und die Fülle an Informationen, die sie liefern und potenziell produzieren können. Big Data markiert somit die Überwindung der Speicherung und Verarbeitung von Daten durch relationale Datenbanken.

RELATIONALE DATENBANKEN

Die Struktur einer relationalen Datenbank hat die Form einer Tabelle, in der die Zeilen und Spalten mit den relevanten Daten angeordnet sind. Jede Spalte hat ein Attribut (oder Datenfeld), das alle ihre eindeutigen Werte enthält (z. B. den Produktcode, der von einem Supermarkt verkauft wird), die als Datensätze bezeichnet werden.

Die Zellen 1A und 1B enthalten die Datenfelder, die in diesem Fall dem Identifikationscode jedes Produkts und den Einheiten im Lager entsprechen; die Zellen 2A, 3A, 4A, 5A und 2B, 3B, 4B, 5B enthalten die Datensätze.

Angenommen, Sie haben eine weitere Tabelle, die stattdessen den Produktcode und die bereits in den Regalen des Supermarkts befindlichen Einheiten enthält, können Sie diese mit der vorherigen Tabelle verbinden, um eine dritte Tabelle zu erhalten, die alle für den Supermarkt verfügbaren Daten enthält: In diesem Fall wäre das Verbindungsfeld zwischen den beiden der Produktcode.

	A	B
1	Codice Prodotto	n. unità in magazzino
2	ABABABAB	10
3	BCBCBCBC	5
4	CDCDCDCD	7
5	DEDEDEDE	16

partire
isto di
o può i²
. piccoli
mza di

² <https://searchdatamanagement.techtarget.com/feature/Big-data-collection-processes-challenges-and-best-practices>



Navigation, indem sie dem Dienstanbieter die Möglichkeit bieten, bestimmte Informationen über die Nutzung der Website, Kaufpräferenzen usw. zu speichern. Die Hauptfunktion von Cookies besteht jedoch darin, den Nutzer zu identifizieren und sich die Gründe für seinen Besuch zu *merken*³: Aus diesem Grund sind sie für einige Verbraucher zu einem Grund zur Besorgnis geworden. In der Richtlinie 2002/58/EG⁴ des Europäischen Parlaments und des Rates über die Verarbeitung personenbezogener Daten und den Schutz der Privatsphäre in der elektronischen Kommunikation wird in den Erwägungsgründen die Bedeutung der Verwendung von Cookies erläutert, wobei die Nützlichkeit dieses Instruments hervorgehoben und gleichzeitig die Webdienstleister ermahnt werden, Transparenzkriterien anzuwenden und den Nutzern Informationen über die Art der erhobenen Daten und den Verwendungszweck zur Verfügung zu stellen. Anschließend trat eine Verordnung zum Schutz der Privatsphäre in Kraft, die *Datenschutz-Grundverordnung* (DSGVO)⁵, mit der unter anderem die Verpflichtung für Dienstleister eingeführt wurde, beim ersten Besuch der Website durch den Nutzer keine Datenerfassungsinstrumente zu platzieren, sondern dessen Zustimmung für bestimmte Verwendungszwecke von Cookies (technische Cookies, Weitergabe an Dritte usw.) einzuholen.

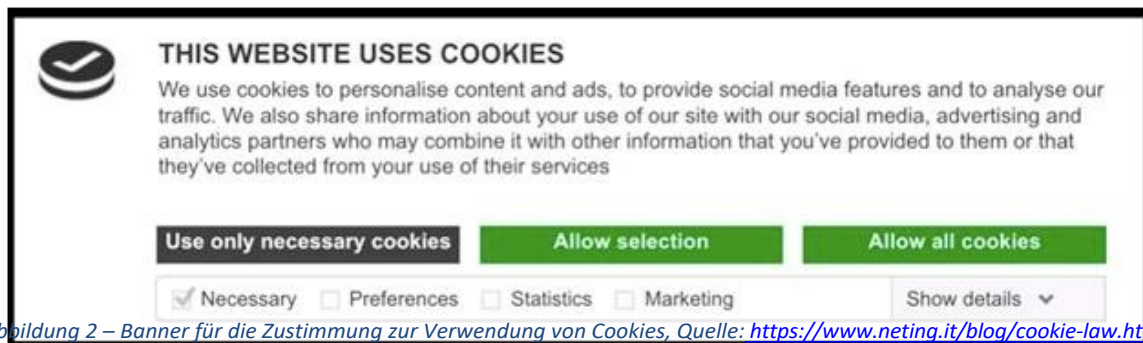


Abbildung 2 – Banner für die Zustimmung zur Verwendung von Cookies, Quelle: <https://www.neting.it/blog/cookie-law.html>

Neben Cookies können verschiedene Arten von Daten über soziale Netzwerke oder durch den Einsatz von Sensoren in Geräten aus dem Bereich des Internets der Dinge (IoT) erfasst werden. Insbesondere bei letzterer Kategorie ist es möglich, auf eine Vielzahl von Daten zu den unterschiedlichsten Variablen zuzugreifen.

Nach einer Schätzung der AGCOM wurden allein im Jahr 2018 28 Zettabyte an Daten produziert, was 250.000.000 DVDs entspricht. Angenommen, diese Datenmenge würde auf Speicherplatten mit einer Kapazität von jeweils einem Terabyte gespeichert, wären dafür etwa $3.006.477 \times 10^{10}$ Speicherplatten erforderlich, was selbst für die Vorstellung eine extrem große Zahl ist. Einer anderen Schätzung zufolge wird jeder Einwohner der Erde bis 2020 durchschnittlich 1,7 Megabyte Daten pro Sekunde erzeugen, was einem Gesamtdatenfluss von 2,5 Milliarden Byte pro Tag entspricht.

³ <https://www.digitaltrends.com/computing/history-of-cookies-and-effect-on-privacy/>

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0058>

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>



Diese Größenordnungen sind noch überraschender, wenn wir beispielsweise die Datenmenge betrachten, die in einer einzigen Minute von einigen der von uns am häufigsten verwendeten digitalen Tools erzeugt wird. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, sich die Infografik in (Abb. 3) anzusehen:

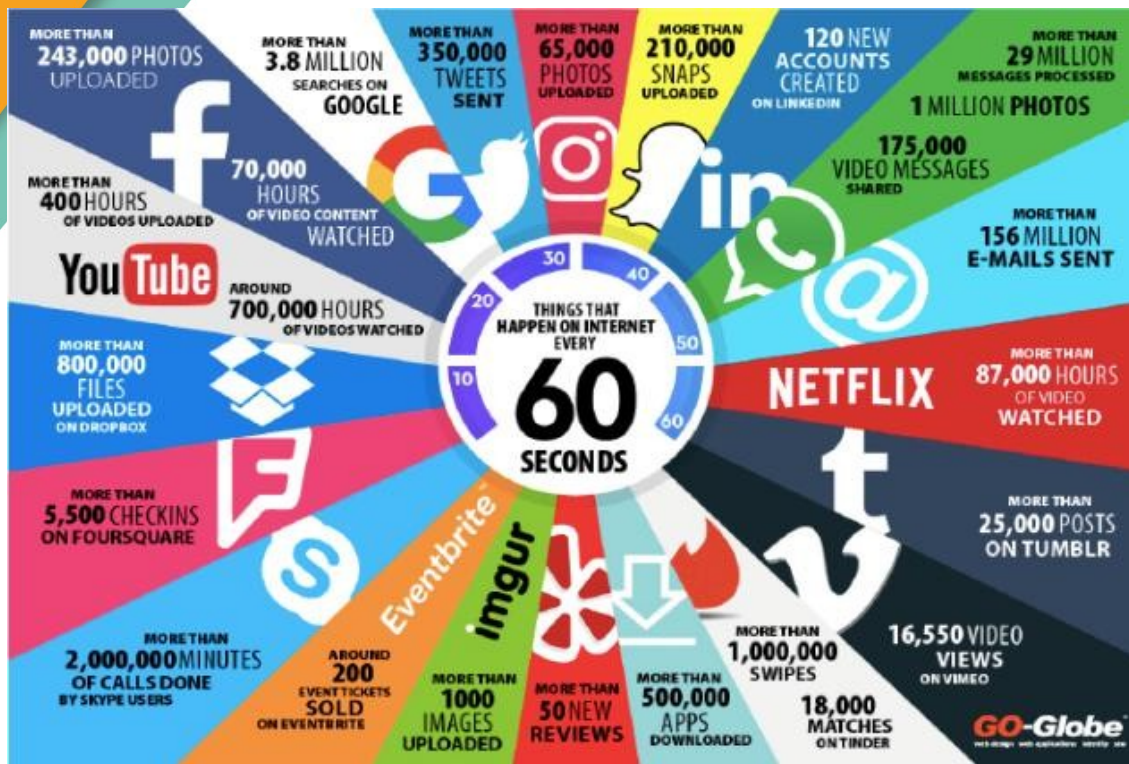


Abbildung 1 – In einer Minute erzeugte Daten, Quelle: <https://www.go-globe.com/things-that-happen-every-60-seconds/>

Obwohl diese Mengen bereits besonders schwer zu verstehen und vorstellbar sind, sollte betont werden, dass die jährlich produzierte Datenmenge in Zettabyte wächst, wie diese Grafik der AGCOM zeigt:

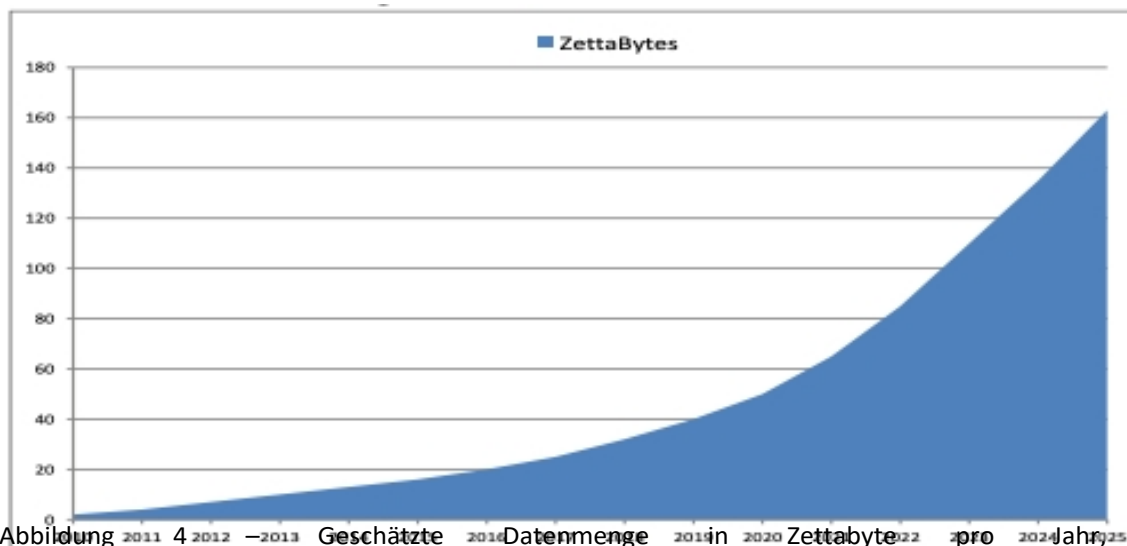


Abbildung 2 – Geschätzte Datenmenge in ZettaByte pro Jahr, Quelle: https://www.agcm.it/dotcmsdoc/allegati-news/IC_Big%20data_imp.pdf



4. Internet der Dinge

Das Internet der Dinge (IoT) entstand konzeptionell Anfang der 1990er Jahre, das erste Gerät mit dieser Technologie wurde jedoch 1999 am Massachusetts Institute of Technology hergestellt. Unter dem Internet der Dinge versteht man die damals neueste Ära des Internets, in der bestimmte bestehende Eigenschaften der Internetinfrastruktur genutzt wurden, um Geräte miteinander zu verbinden (Khanna, Kaur, 2019). Laut Botta et al. (2016) ist und wird das Internet der Dinge zunehmend die Hauptquelle für große und reichhaltige Datenmengen sein: Tatsächlich wird geschätzt, dass im Jahr 2011 die Anzahl der mit dem IoT verbundenen Geräte die Anzahl der Erdbewohner überstieg, während bis 2020 davon ausgegangen wurde, dass mehr als vierundzwanzig Milliarden Geräte aktiv sein könnten.

DAS ERSTE BEISPIEL FÜR EIN IoT-GERÄT

Das erste Gerät, das als Teil des Internets der Dinge eingestuft werden konnte, war eine Webcam, die als „Trojan Room Coffee Pot“ in die Geschichte eingegangen ist.

An der Universität von Cambridge in England arbeiteten einige Dozenten in einem Raum namens Trojan Room: Dort stand eine Kaffeemaschine, und viele Kollegen gingen dorthin, um eine heiße Tasse Kaffee zu genießen. Oft gingen einige dieser Dozenten jedoch in die Fakultät, um den Kaffee zu genießen, aber als sie dort ankamen, stellten sie fest, dass die Kanne bereits leer war. Um diese Unannehmlichkeit zu kompensieren, beschlossen einige von ihnen, eine Video-Capture-Karte vor der Kaffeemaschine zu installieren, einen Client zu erstellen und sich auch um den Server zu kümmern: Jeder Kollege konnte dann in einem kleinen Fenster ein Schwarz-Weiß-Bild der Kanne sehen, dessen Bild dreimal pro Minute aktualisiert wurde. Auf diese Weise war es für alle möglich, den richtigen Zeitpunkt zu erkennen, um zur Kaffeemaschine zu gehen.



Abbildung 2 – Quentin Stafford-Fraser – Trojan Room Coffee Pot biography, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/index.php?curid=1313558>

W

W

Die vollständige Geschichte finden Sie unter: <https://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsfc/coffee.html>



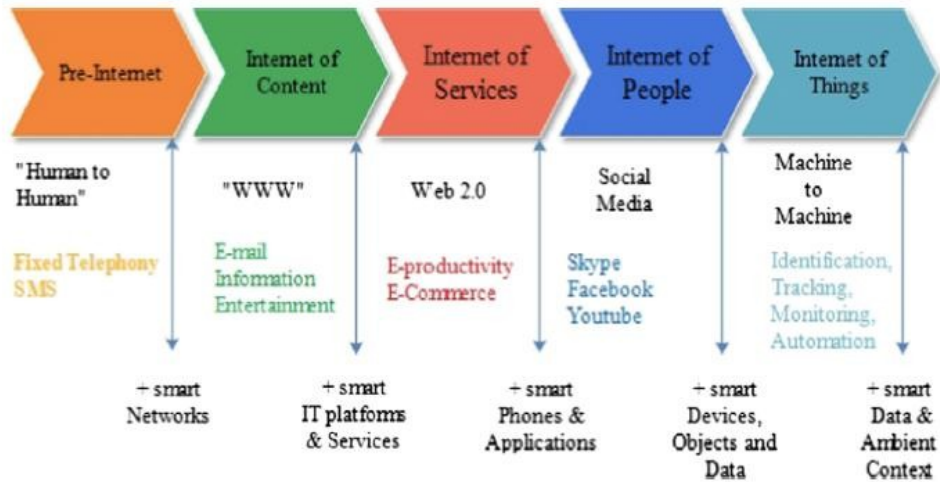


Abbildung c – Übergang zum IoT (Khanna, Kaur, 2015, S. 222)

Die Geschichte des Internets lässt sich in vier Hauptphasen zusammenfassen, von denen die erste als das Internet der Inhalte definiert wird: In diesem ersten Abschnitt findet eine Revolution in der Welt der Kommunikation statt, da die Nutzer dank E-Mail und Webseiten die Infrastruktur zum Austausch von Informationen nutzen können. Der zweite Teil des Übergangs zum IoT ist das Internet der Dienste, das mit dem Aufkommen des E-Commerce begann. Später, dank der Einführung sozialer Netzwerke und anderer Dienste zur Umsetzung der Kommunikation, wie beispielsweise Skype, sprach man vom Internet der Menschen. Die letzte Phase dieses Prozesses sowie die aktuelle Ära des Internets lassen sich mit dem Aufkommen des Internets der Dinge identifizieren, d. h. der Möglichkeit, mehrere Geräte über das Internet miteinander zu verbinden, um Informationen und Daten zu verschiedenen Variablen auszutauschen.

Die IoT-Sektoren sind vielfältig und umfassen Smart Homes und Hausautomation, Wearables (Hörgeräte, Sehhilfen usw. oder beispielsweise Fitness-Tracker), Smart Grids (Ablesen, Verwalten usw. der Zähler von Haushaltsversorgungsunternehmen wie Wasser-, Strom- und Gasversorgung), vernetzte Autos, industrielles Internet (Fernsteuerung von Industrieanlagen und Maschinen) und Smart Cities. Das IoT findet Anwendung auf Objekte, die traditionell rein analog waren (z. B. Uhren), aber dank der digitalen Implementierung eine höhere Leistungsfähigkeit und die Fähigkeit zur Ausführung zusätzlicher Funktionen erhalten.



5 Wie die IoT-Technologie funktioniert

Entscheidende Merkmale der IoT-Infrastruktur sind:

- Die Tatsache, dass jedes Objekt einen eindeutigen Identifikationscode besitzt;
- Die Fähigkeit von Geräten, sich über die Internetinfrastruktur miteinander zu verbinden, um aktuelle Daten in Echtzeit auszutauschen.

Damit vernetzte Objekte miteinander kommunizieren können, müssen sie über Technologien verfügen, die es ermöglichen, sie zu erkennen und mit anderen Geräten zu verbinden. Einige Technologien, die in diesem Sinne funktionieren, sind beispielsweise:

- **RFID (Radio-Frequency IDentification)**. Es handelt sich um eine Technologie, die auf der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen basiert, die es ermöglichen, das Gerät zu erkennen und Informationen an das Lesegerät zu senden⁶. Die einzigen Objekte, die keinen RFID-Tag enthalten können, sind solche, die außen aus Metall bestehen, da sie aufgrund des sogenannten *Faraday-Käfigs*⁷ die elektromagnetischen Wellen nicht erkennen können.

Diese Technologie wird besonders geschätzt, da sie die Rückverfolgbarkeit des Produkts während seines gesamten Lebenszyklus ermöglicht: Tatsächlich kann der Detektor nicht nur den Inhalt (und damit die Daten) lesen, die im Objekt erzeugt und gespeichert sind, sondern auch neue Daten schreiben. Dieser Mechanismus sorgt beispielsweise dafür, dass das Produkt mit einer Art *sprechendem Etikett* versehen werden kann, das alle Daten enthält, die nicht nur für seine Erkennung, sondern auch für seinen gesamten Lebenszyklus nützlich sind⁸. Tags, die nach der RFID-Technologie eingerichtet sind, benötigen keine Stromversorgung; es gibt jedoch auch einige, die mit Batterien betrieben werden (Botta et al., 2016).

Beispiele für den Einsatz der RFID-Technologie im Alltag sind die Diebstahlsicherungsetiketten, die in Geschäften an Kleidungsstücken angebracht werden, oder die Mikrochips zur Registrierung und Identifizierung von Haustieren.

⁶ https://www.rfidglobal.it/tecnologia-rfid/Concetti_base

⁷ Um die Bedeutung von *Faradays Käfig* zu verstehen, verweisen wir auf das von Zanichelli produzierte Video, das unter folgendem Link verfügbar ist: https://www.youtube.com/watch?v=ZEMA31_Bs-4

⁸ https://www.rfidglobal.it/tecnologia-rfid/Punti_forza





Abbildung 4 – Ein Beispiel für RFID im Alltag

- **WSN (Wireless Sensor Network)**. Hierbei handelt es sich um eine hochentwickelte Technologie, deren Auswirkungen auf den Alltag insbesondere unter dem Gesichtspunkt der ökologischen Nachhaltigkeit von großer Bedeutung sein werden.

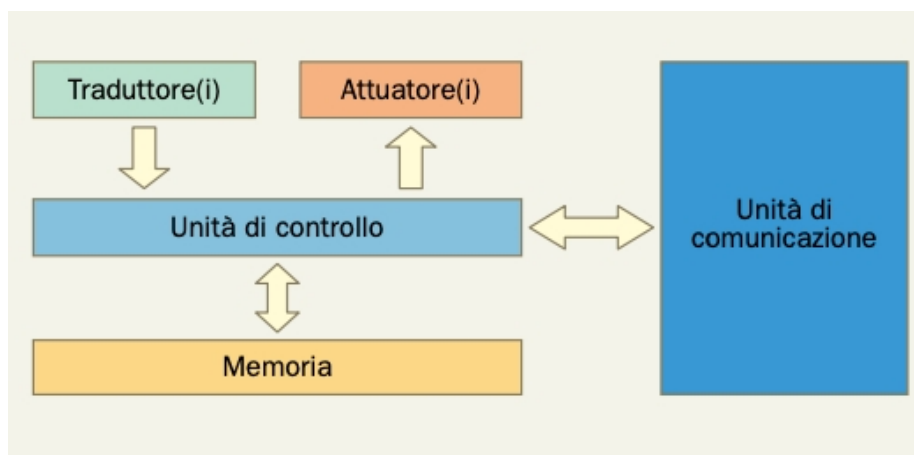


Abbildung 5 – WSN-Betriebssystem (Zanella, Zorzi, 200c, S. 105)

Das WSN-System basiert auf der Verbindung zwischen fünf Funktionsblöcken, nämlich den Wandlern, den Aktoren, der Steuereinheit, dem Speicher und der Kommunikationseinheit (Abb. 7). Die Wandler können mit Sensoren verglichen werden, die verschiedene Arten von Größen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw. erfassen können. Sie übertragen die gesammelten Daten an die Aktoren. Diese leiten die gesammelten Daten an Aktoren weiter, die in der Lage sind, auf die Umgebung, in der sie sich befinden, einzuwirken. Ein Beispiel für diesen Informationsaustausch könnte ein Rauchmelder (Wandler) sein, der durch die Erkennung von Kohlendioxid in der Luft den Aktor über diese Situation informiert; der Aktor könnte dann einen Alarm auslösen.

Die Einheit, die als Brücke zwischen Wandlern und Aktoren fungiert, ist die Steuereinheit, die das elektrische Signal des Wandlers in ein digitales Signal umwandeln kann, das von der Software des Aktors gelesen werden kann. Die Speicherblöcke hingegen enthalten den ausführbaren Code des Betriebssystems und der Anwendung sowie die von den Sensoren erfassten und von der Anwendung verarbeiteten Daten (Zanella, Zorzi, 2016, S. 106). Schließlich die Kommunikationseinheit





ermöglicht allen Komponenten des Funktionsblocks die Herstellung einer Kommunikation, wobei Funkwellen als bevorzugter Kanal identifiziert werden.

6 Die Cloud

Gemäß der Definition von IBM ist Cloud Computing ein Dienst, der den On-Demand-Zugriff auf Anwendungen, Server usw. über die Internetinfrastruktur ermöglicht. Diese Ressourcen werden in Rechenzentren gespeichert, d. h. in physischen Strukturen, in denen Daten in Clouds gespeichert werden. Die Funktionen eines Rechenzentrums lassen sich kurz wie folgt beschreiben:

- **Computing**, da sie als Speicher- und Verarbeitungszentren fungieren;
- **Speicherung**, da sie Geräte enthalten, die Daten sichern können;
- **Vernetzung**, da sie Router, Firewalls usw. beherbergen.

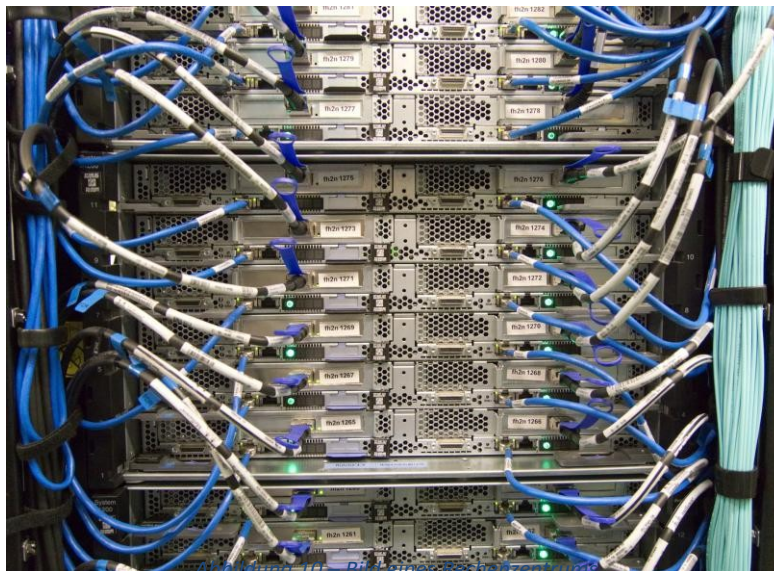


Abbildung 10 – Bild eines Rechenzentrums

Der Erfolg von Clouding und Rechenzentren lässt sich darauf zurückführen, dass sie eine kosteneffiziente Bereitstellung von Diensten über das Internet ermöglichen. Aus ökologischer Sicht muss jedoch berücksichtigt werden, dass Infrastrukturen dieser Art einen hohen Stromverbrauch haben, sowohl für die Stromversorgung und den Betrieb als auch für die Kühlung der Räumlichkeiten.

Was die Wechselwirkung zwischen IoT und Cloud betrifft, so ergänzen sich beide aufgrund ihrer Eigenschaften und haben somit das Potenzial, Innovation und Servicequalität weiter zu verbessern:

G	IoT	Cloud
Verdrängung	Allgegenwärtig	Zentralisiert
Zugänglichkeit	Eingeschränkt	Allgegenwärtig

⁹ Übersetzung von Tabelle 1 in Botta et al., 2016, S. 10.



<i>Komponenten</i>	Dinge der realen Welt	Virtuelle Ressourcen
<i>Rechenfertigkeiten</i>	Begrenzt	Praktisch unbegrenzt
<i>Speicher</i>	Begrenzt oder nicht vorhanden	Praktisch unbegrenzt
<i>Rolle des Internets</i>	Konvergenzpunkt	Möglichkeiten, den Dienst zu erreichen
<i>Big Data</i>	Quelle	Verwaltungsmittel

Die Integration von Cloud- und IoT-Technologien wird als CloudIoT bezeichnet und läutet eine neue Ära technologischer Innovationen ein, die die Leistung verschiedener Akteure und Geräte verbessern und sogar Sektoren, die einen eher traditionellen Ansatz verfolgen, effizienter machen können. Unter den verschiedenen Sektoren, für die ein CloudIoT-System geeignet ist, sind insbesondere folgende zu nennen:

- Medizin;
- Umweltüberwachung;
- Smart Cities;
- Smart Home;
- Etc.

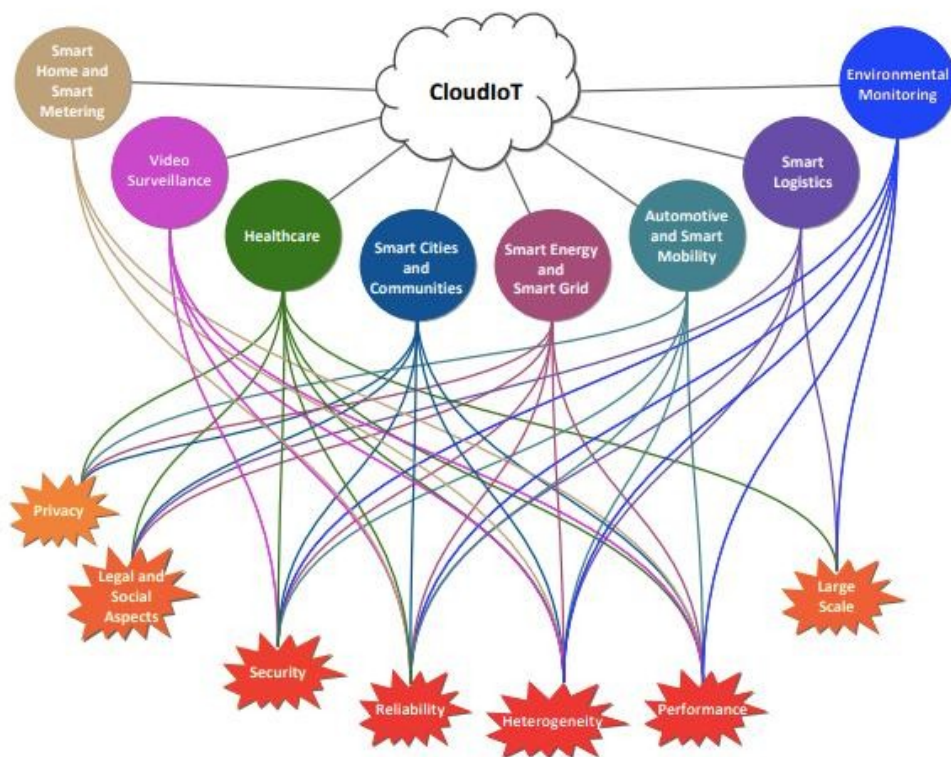


Abbildung 11 – Anwendungsbereiche von CloudIoT, Quelle: Botta et al., 201c, S. 23



6. Digitale Kompetenzen

Im Jahr 2006 gaben der Rat und das Europäische Parlament eine Empfehlung zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen heraus. Der Erwerb dieser Kompetenzen soll – neben vielen anderen Zielen – dazu beitragen, dass die europäischen Bürger ihre Fähigkeiten zur persönlichen Entfaltung verbessern, ihren Platz auf dem Arbeitsmarkt finden und die soziale Eingliederung und aktive Bürgerschaft fördern. Insbesondere in einer globalisierten Welt erweist sich der Zugang zu hochwertiger Bildung als besonders wirksames und wünschenswertes Instrument für die Umverteilung von Wohlstand. Darüber hinaus verändert sich die Gesellschaft, und mit ihr sollten sich auch die Kompetenzen der Bürger anpassen, damit sie stets schnell auf die Veränderungen reagieren können, die durch den Klimawandel und die Notwendigkeit von Innovationen bedingt sind. In diesem Zusammenhang gewinnen digitale Kompetenzen zusätzlich an Bedeutung, zum einen, weil schätzungsweise rund 90 % der Arbeitsplätze ein gewisses Maß an Vertrautheit mit Technologie und der digitalen Welt erfordern¹⁰.

Der europäische Rahmen für Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen definiert acht wichtige und wünschenswerte Kompetenzen:

- Kommunikation in der Muttersprache;
- Kommunikation in einer Fremdsprache;
- Mathematische Kompetenzen und Grundkompetenzen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie;
- Digitale Kompetenzen;
- Lernkompetenzen;
- Soziale und Bürgerkompetenzen;
- Initiative und Unternehmergeist;
- Kulturelles Bewusstsein und kulturelle Ausdrucksfähigkeit.

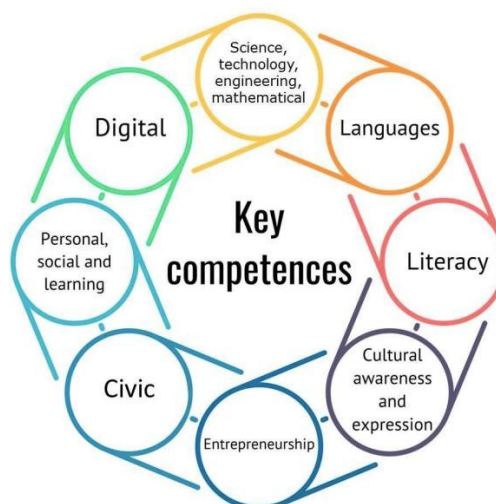


Abbildung 5 – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN>

¹⁰ Vorschlag für eine Empfehlung des Rates zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen, 17.01.2018, S. 3, Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN>





Der Rahmen für digitale Kompetenzen 2.0 identifiziert die wichtigsten digitalen Kompetenzen und klassifiziert sie in fünf Makrokategorien: Informations- und Datenkompetenz, d. h. die Fähigkeit, sich in der Fülle der uns zur Verfügung stehenden Informationen zurechtzufinden, die uns präsentierten Informationen und Daten zu filtern und richtig zu interpretieren; Kommunikation und Zusammenarbeit, d. h. die Fähigkeit, über digitale Tools mit anderen Mitgliedern der Gesellschaft in Kontakt zu treten und die eigene digitale Identität sowie den eigenen Ruf zu verwalten Erstellung digitaler Inhalte, d. h. die Fähigkeit, Inhalte zu erstellen und zu bearbeiten, die unter Einhaltung der Urheberrechtsgesetze nutzbar gemacht werden können; Sicherheit, d. h. die Fähigkeit, die eigene digitale Umgebung sowie die eigene psychophysische Gesundheit zu schützen und die durch digitale Technologien verursachten Auswirkungen auf die Umwelt zu verstehen; Problemlösung, d. h. die Fähigkeit, alle Probleme zu lösen, die sich aus der Nutzung von Geräten ergeben, und die Fähigkeit zur Innovation. Jede Makrokategorie umfasst weitere spezifische Kompetenzen entsprechend der jeweiligen Achse; somit werden insgesamt 21 digitale Kompetenzen identifiziert, die im Kontext des lebenslangen Lernens und der Nachhaltigkeit der europäischen Entwicklung nützlich sind.

1- Informations- und Datenkompetenz	1.1. <i>1.1. Durchsuchen, Suchen und Filtern von Daten, Informationen und digitalen Inhalten</i> Das ultimative Ziel ist es, eine eigene Suchstrategie zu entwickeln.
	1.2 <i>1.2 Auswerten von Daten, Informationen und digitalen Inhalten</i> Das ultimative Ziel ist es, die verfügbaren Ressourcen kritisch analysieren und bewerten zu können.
	1.3. <i>Verwaltung von Daten, Informationen und digitalen Inhalten</i> Diese Kompetenz erfordert die Fähigkeit, Informationen in einer strukturierten Umgebung zu organisieren und zu verarbeiten.
2- Kommunikation und Zusammenarbeit	2.1 <i>Interaktion über digitale Technologien</i> Interaktion durch digitale Technologien.
	2.2. <i>Austausch über digitale Technologien</i> Fähigkeit, Daten, Informationen und digitale Inhalte über die verfügbaren Medien auszutauschen und die Regeln für Verweise und Quellenangaben anzuwenden.





	2.3. <i>Aktive Bürgerschaft durch digitale Technologien</i> Ein aktiver Bürger zu sein bedeutet, sich mithilfe öffentlicher und privater digitaler Tools zu beteiligen und Möglichkeiten zur Selbstermächtigung durch technologische Geräte zu suchen.
	2.4 <i>Zusammenarbeit durch digitale Technologien</i> Dies ist die Fähigkeit, digitale Tools und Technologien für kollaborative Prozesse zu nutzen.
	2.5. <i>Netiquette</i> Kenntnis der Verhaltensnormen, die in einer digitalen Umgebung anzuwenden sind.
	2.c. <i>Verwaltung der digitalen Identität</i> Die Fähigkeit besitzen, den guten Ruf der eigenen digitalen Identität zu wahren und den durch die Nutzung digitaler Geräte generierten Datenfluss zu verwalten.
3- Erstellung digitaler Inhalte	3.1. <i>Digitale Inhalte entwickeln</i> Sich durch die Erstellung digitaler Inhalte ausdrücken können.
	3.2. <i>Digitale Inhalte integrieren und überarbeiten</i>
	3.3. <i>Urheberrecht und Lizenzen</i> Verstehen, wie Urheberrecht und Lizenzen auf Daten, Informationen und digitale Inhalte angewendet werden.
	3.4. <i>Programmieren</i> In der Lage sein, die vom <i>Gerät</i> auszuführenden Aktionen so zu definieren, dass ein bestimmtes Problem gelöst oder eine bestimmte Aufgabe ausgeführt wird.
4- Sicherheit	4.1. <i>Geräte schützen</i> Fähigkeit, nicht nur Risiken und Bedrohungen aus der digitalen Welt zu erkennen, sondern auch zu unterscheiden, welche Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz der eigenen Privatsphäre am besten geeignet sind. der eigenen Privatsphäre.
	4.2. <i>Schutz personenbezogener Daten und der Privatsphäre</i> Beispielsweise die Fähigkeit, die Datenschutzrichtlinien zu verstehen, die digitale Dienste für die Verwaltung unserer Daten anwenden.
	4.3. <i>Gesundheit und Wohlbefinden schützen</i>





	Die Fähigkeit, mögliche psychische und physische Probleme zu vermeiden, die durch die Nutzung und den Missbrauch digitaler Inhalte sowie durch Hass im Internet.
	4.4. Schutz der Umwelt Das Bewusstsein für die Auswirkungen digitaler Technologien und ihrer Nutzung auf die Umwelt.
5- Problemlösung	5.1. Technische Probleme lösen
	5.2. Bedürfnisse und technologische Lösungen identifizieren Bedürfnisse prüfen und mögliche technologische Lösungen identifizieren, um diese zu erfüllen, sowie die eigenen Geräte an die eigenen Bedürfnisse anpassen.
	5.3. Kreative Nutzung digitaler Geräte In der Lage sein, digitale Werkzeuge zu nutzen, um Wissen zu schaffen und Prozesse und Produkte zu innovieren.
	5.4. Lücken in den digitalen Kompetenzen identifizieren Nach Möglichkeiten zur persönlichen Weiterentwicklung suchen und mit der Entwicklung der digitalen Welt Schritt halten.

7. Big Data und SDGs

Die von allen Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen verabschiedete Agenda 2030 definiert siebzehn Ziele, die als *SDGs (Sustainable Development Goals)* bezeichnet werden. Sie wurde 2015 ins Leben gerufen und verpflichtet die Unterzeichnerstaaten zur Erreichung bestimmter Ziele. Die siebzehn Ziele lassen sich wie folgt auflisten, wobei zu beachten ist, dass sie insgesamt 169 Unterziele umfassen:

- **Keine Armut**, mit dem Ziel, alle Formen der Armut in der Welt zu beenden;
- **Kein Hunger**, mit dem Ziel, den Hunger zu beenden und Ernährungssicherheit zu erreichen, die Ernährung zu verbessern und eine nachhaltige Landwirtschaft zu fördern;
- **Gute Gesundheit und Wohlergehen**, Gewährleistung von Gesundheit und Wohlergehen für alle, unabhängig vom Alter;
- **Hochwertige Bildung**, Gewährleistung eines gerechten und inklusiven Zugangs zu Bildung und Förderung des Lernens für alle;
- **Geschlechtergleichstellung**, Schließung der Geschlechterkluft und Stärkung der Rolle der Frauen;
- **Sauberes Wasser und Sanitäranlagen**, um den Zugang zu dieser wertvollen und lebenswichtigen Ressource für alle zu gewährleisten und gleichzeitig einen nachhaltigen Ansatz für deren Bewirtschaftung und die der Sanitäranlagen zu verfolgen;
- **Bezahlbare und saubere Energie**, Gewährleistung des Zugangs zu nachhaltig erzeugter Elektrizität für alle, ohne dabei den wirtschaftlichen Aspekt zu vernachlässigen;
- **Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum**, Förderung eines nachhaltigen, inklusiven und nachhaltigen Wirtschaftswachstums, Gewährleistung menschenwürdiger Beschäftigung für alle;
- **Industrie, Innovation und Infrastruktur**, Förderung einer fairen, verantwortungsvollen und nachhaltigen Industrialisierung durch Innovation;
- **Abbau von Ungleichheiten** innerhalb und zwischen den Ländern;
- **Nachhaltige Städte und Gemeinden**, indem Gebiete aller Größenordnungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestaltet werden;

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



- **Verantwortungsvoller Konsum und Produktion;**
- **Klimaschutz**, Förderung von Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels unter Einbeziehung aller Regierungsebenen;
- **Leben unter Wasser**, Erhaltung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen, um einen nachhaltigen Entwicklungsweg zu gewährleisten;
- **Leben an Land**, durch den Schutz, die Wiederherstellung und die Förderung der nachhaltigen Nutzung terrestrischer Ökosysteme;
- **Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen;**
- **Partnerschaften für die Ziele**, Stärkung der globalen Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung.
- Wie zu sehen ist, wurden alle diese Ziele unter Verwendung eines integrierten Ansatzes formuliert, der sich auf die sogenannten „Fünf Ps“ konzentriert, nämlich Menschen, Wohlstand, Frieden, Partnerschaft und Planet.



Abbildung c – Die fünf Ps, Quelle: UNO

8. Intelligente Städte

In den letzten Jahren hat das Konzept der Smart City große Popularität erlangt. Es bezieht sich auf ein Modell der städtischen Innovation, das in der Lage ist, die Funktionen der digitalen Welt und die durch IoT-Technologien gewonnenen Daten zu nutzen, um öffentliche Dienstleistungen wie Gesundheitsversorgung, Mobilität, Qualität der Wasserversorgung usw. zu verbessern und gleichzeitig die Lebensqualität der Bürger und Stadtnutzer zu erhöhen. Im Allgemeinen ist das Smart-City-Modell mit Merkmalen verbunden, die mit Resilienz, Nachhaltigkeit, Governance, Dienstleistungen und





Ressourcenmanagement sowie mit der Verbesserung der Lebensqualität und des Lebens selbst verbunden (Al Nuaimi et al., 2015).

Aus dieser Perspektive – und um diese Ziele zu erreichen – wird die Bedeutung von Big Data, IoT-Technologien und der Integration beider Technologien deutlich: Tatsächlich können die Schlüsselthemen von Smart Cities durch die Erfassung von Daten, deren Speicherung und schließlich deren Verarbeitung für die Entscheidungsfindung, d. h. den Prozess der Entscheidungsfindung (z. B. Verbesserung der städtischen Mobilitätsinfrastruktur usw.), umgesetzt werden. Eine der klarsten Definitionen dessen, was unter Smart Cities zu verstehen ist, lautet: „Die Verbindung zwischen physischer, IT-, sozialer und wirtschaftlicher Infrastruktur, um die kollektive Intelligenz der Stadt zu nutzen“ (Chourabi et al., 2012). Daraus lässt sich der logische Rahmen ableiten, der dem Konzept selbst zugrunde liegt, und seine Funktionskriterien definieren:

- Wie bereits erwähnt, können Datenströme aus einer Vielzahl unterschiedlicher Quellen stammen, z. B. aus sozialen Netzwerken, Kaufdaten usw. Diese Big Data können auch durch IoT-Technologien gewonnen werden.
- In IoT-Geräten eingebettete Sensoren generieren zusätzliche Datenströme, die nach ihrer Verarbeitung Informationen über die Umgebung und Menschen liefern können: Denken Sie beispielsweise an Kameras in städtischen Gebieten, Verkehrserkennungssensoren, Luftqualitätssensoren usw.
- Damit all diese Datenströme gespeichert und für die Verarbeitung verfügbar gemacht werden können – wodurch dann die Entscheidungsphase erreicht werden kann –, ist die Cloud das Werkzeug der Wahl, da es sich, wie bereits erwähnt, um ein wirtschaftlich nachhaltiges und zuverlässiges System handelt.
- Durch die Datenverarbeitung – oder Datenanalyse – ist es möglich zu verstehen, welche Entscheidungen in städtischen Gebieten getroffen werden müssen, um die Maßnahmen der Regierung und der Landverwaltung zu optimieren und gleichzeitig die Lebensqualität für alle zu verbessern.

Ein praktisches Beispiel dafür, wie diese Technologien eine Stadt intelligenter und funktionaler machen können, ist das Verkehrsmanagement: Angesichts der hohen Zahl von Menschen, die in städtische Gebiete ziehen, kann die Integration von Big Data, IoT und Cloud die Definition von Strategien unterstützen, die in Echtzeit angepasst werden können, um die negativen Auswirkungen von Staus und der daraus resultierenden Umweltverschmutzung zu mildern. In diesem Fall können Sensoren Verkehrsdaten erfassen, die nach ihrer Verarbeitung Anweisungen an Aktoren in Ampeln und anderen Objekten geben können, damit diese ihre Aktivitäten optimieren und eingreifen können, um Staus und andere negative externe Effekte zu verhindern.

G. Integration von Augmented Reality (AR)

Die Schüler nutzen AR-Geräte, um eine virtuelle städtische Umgebung zu erkunden, in der Tausende von Sensoren Daten sammeln: Luftqualität, Lärmpegel, Energieverbrauch, Temperatur, Verkehr. Mit einer einfachen Geste oder einem Sprachbefehl werden diese Werte über die reale Umgebung der Schule oder ihrer Stadt gelegt, wodurch die Dynamik, die Technologie und Nachhaltigkeit verbindet, greifbar wird. Die Daten können historisch oder in Echtzeit sein und simulieren die Funktionen einer Smart City. So wird beispielsweise gezeigt, wie ein intelligentes Bewässerungssystem den Wasserverbrauch im Vergleich zu einem herkömmlichen System reduziert.





Aufgeteilt in Teams entwerfen sie **Prototypen nachhaltiger IoT-Systeme** (wie Gewächshäuser mit Feuchtigkeitssensoren, intelligente Energiesparsysteme für Privathaushalte oder Umweltüberwachungsgeräte für Schulen), die in AR betrachtet und getestet werden können. Beispielsweise können die Schüler die Parameter eines CO₂-Sensors ändern und in Echtzeit beobachten, wie sich die Umweltwerte oder der Energieverbrauch in einem Smart Home verändern.

Die Erfahrung wird durch fortschrittliche **Augmented-Simulationen** und **spielerische Herausforderungen** bereichert: In einer interaktiven Smart City müssen die Schüler zusammenarbeiten, um die Umweltbelastung eines Stadtviertels zu reduzieren, indem sie die Platzierung von Sensoren auswählen, den Energie- und Datenfluss in der Cloud optimieren und die Entwicklung der Umweltbedingungen beobachten.

10. Fazit: Die Zukunft von AR in der Schwissenschaft

Die Integration von Augmented Reality (AR) in die bioinspirierte Bildverarbeitungsforschung verändert die Art und Weise, wie Studierende lernen, experimentieren und innovativ sind. Durch immersive 3D-Simulationen, interaktives visuelles Mapping und KI-gestützte Analysen schließt AR die Lücke zwischen biologischer Bildverarbeitungswissenschaft und technischen optischen Systemen.

Durch das Erleben von praxisorientiertem, AR-gestütztem Lernen wird die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren besser dafür gerüstet sein, fortschrittliche bionische Sehtechnologien, KI-gesteuerte Robotersensoren und erweiterte optische Schnittstellen zu entwickeln und so die Zukunft bioinspirierter Innovationen zu gestalten.

Phase	Beschreibung
Entdecken	Einführung in das Konzept von Big Data: Volumen, Vielfalt, Geschwindigkeit. Mithilfe von Augmented Reality (AR) visualisieren die Schüler, wie große Datenströme in der realen Welt gesammelt, analysiert und genutzt werden. Anhand immersiver Beispiele erkunden sie den Unterschied zwischen strukturierten, semistrukturierten und unstrukturierten Daten in AR und simulieren die Umwandlung von Rohdaten in nützliche Informationen. Sie verwenden 3D-Modelle und erweiterte Konzeptkarten, um die wichtigsten Datenquellen (digitale Geräte, soziale Medien, Sensoren, Online-Transaktionen) nachzuvollziehen. Bewertung der digitalen Grundkenntnisse durch AR-Quizze und interaktive Workshops, um den Unterricht auf die Vorkenntnisse der Schüler abzustimmen.
Ausführen	Entwerfen Sie intelligente Umgebungen in AR (z. B. vernetztes Zuhause, digitale Schule) und simulieren Sie Datenflüsse von Sensoren, Aktoren und Mobilgeräten. Jede Gruppe kann Parameter ändern und die Auswirkungen in Echtzeit messen. Simulieren Sie in AR, wie Daten in der Cloud übertragen, gespeichert und verarbeitet werden. Dabei werden vereinfachte Cloud-Architekturen in 3D dargestellt, um die Konzepte von SaaS, PaaS und IaaS zu verstehen. Analysieren Sie reale oder simulierte Datensätze im Zusammenhang mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (z. B. SDG 3 – Gesundheit, SDG 11 – Nachhaltige Städte) und visualisieren Sie diese mithilfe von AR-Diagrammen und Dashboards. Jedes Team schlägt auf der Grundlage der Datenanalyse nachhaltige Maßnahmen vor.





Verbessern

Interaktive virtuelle Umgebungen (z. B. Wälder, Küstenstädte, Kraftwerke), um komplexe Klima- und Energiesysteme zu verstehen.
Ändern Sie die Energieparameter in ihren AR-Modellen (z. B. Änderung der Energiequellen oder Baumaterialien) und visualisieren Sie die Auswirkungen auf Emissionen oder thermischen Komfort in Echtzeit.
Sie sammeln Punkte, indem sie interaktive Quizfragen zu den Ursachen, Auswirkungen und Lösungen des Klimawandels lösen und Gruppen-Designaufgaben bewältigen, um so höhere Stufen im Design nachhaltiger Energiesysteme zu erreichen.
3D-Modelle mit verbesserter AR, beantworten dynamische Quizfragen und reflektieren über die zukünftige Rolle von Augmented Reality für das Verständnis von Wissenschaft, Umwelt und Technik.

Referenzen

- Davis L. (2016). *Die globalen Auswirkungen von Klimaanlagen: groß und immer größer*, University of California
- EUROSTAT (2020), *Energieverbrauch im Jahr 2018. Der Primär- und Endenergieverbrauch liegt immer noch 5 % bzw. 3 % über den Zielen für 2020*
- IEA (2021), *Global Energy Review 2021*, IEA, Paris
- ISPRA (2019), *Indikatoren für die Effizienz und Dekarbonisierung des nationalen Energiesystems und des Elektrizitätssektors*
- Mukendi H.K., Adonis M. (2018). *Smart Homes und nachhaltige Städte: Die Entwicklung einer kostengünstigen Lösung für eine umfassende Hausautomation*
- Vereinte Nationen (2016), *UN-Habitat & Neue Urbane Agenda*
- Vereinte Nationen (2018), *Städte der Welt 2018*







Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

*Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.