TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Vision für eine nachhaltige und digitale TU Dresden im Jahr 2050

- Regenerative Energien -

Auftakt

Die TU Dresden ist mit derzeit ca. 32000 Studierenden eine der 20 größten Hochschulen Deutschlands.[1]
Im bundesweiten Vergleich gehört die TUD mit Rang 11 zu den Spitzenuniversitäten [2], in weltweiten Rankings befindet sie sich unter den Top 200.[3, 4] So erfreut sie sich eines durchweg positiven Images.
Der aktuelle Elektroenergiebedarf der Universität belief sich im Jahr 2018 auf 55,8 Millionen kWh mit einer seit Jahren steigenden Tendenz [5], welche unter anderem auf den Ausbau des Rechenzentrums und der elektrisch getriebenen Kälteerzeugung zurückgeführt wird. [6] Hieraus ergibt sich eine starke Abhängigkeit von lokalen Energieversorgern, sowie die Notwendigkeit der Aufbringung finanzieller Mittel für die Versorgung mit elektrischer Energie.
Durch intensive Forschung, Kooperationen mit Unternehmen und Entwicklung von nachhaltigen Zukunftsszenarien zeigt die TU Dresden bereits jetzt Wege auf, wie sich zukünftige Veränderungen in den Universitätsalltag integrieren lassen.[6, 7]

Courtesy of NewWorldWind; www.newworldwind.com

Zielfestlegung

- Deckung des gesamten Elektroenergiebedarfes der TUD durch Integration organischer Photovoltaik in Gebäude [8]
- Ausstattung zentraler Verkehrsflächen mit Kleinwindkraftanlagen in Form von Bäumen, welche sich in die urbane Umgebung einfügen [9]
- Attraktivitätssteigerung des Campus durch Verbindung regenerativer Energiegewinnung mit denkmalschutzrechtlichen Anforderungen und architektonischen Designmöglichkeiten
- dezentrale Energieversorgungsmöglichkeiten in Verbindung mit hoher Aufenthaltsqualität
- autonom versorgte WLAN-Stationen zur flächendeckenden Internetversorgung am Campus

Courtesy of Opvius GmbH; www.opvius.com

Umfeldanalyse

Technologie
- Leistungsstand der regenerativen Energie
- Computer – und Prozessortechnik
- Datennetz / Internet
- Kapazität und Effizienz von Energiespeicher

Ökonomie
- Preisentwicklung
- Anschaffungskosten
- Elektroenergiekosten
- Finanzierung

Recht
- Schutzrechtsanmeldung
- Denkmalschutz

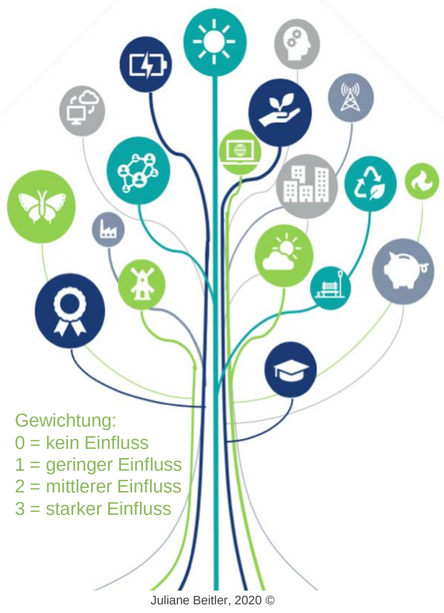
Politik
- Infrastrukturpolitik
- Bildungspolitik
- Umweltpolitik
- Wirtschaftspolitik

Gesellschaft
- Bevölkerungsentwicklung
- Image der TUD
- Internationale Kooperation
- Bildungsgrad

Ökologie
- Wind
- Klima
- Sonnenintensität
- Extremwetterereignisse
- Grünflächen
- Biodiversität

Courtesy of NewWorldWind; www.newworldwind.com

-	Politik	Technologie	Klima	Bildungsgrad	Finanzierung	Bevölkerungs-entwicklung	Kosten	Image	Natur	Aktivsumme
Politik	-	2	0	3	2	1	1	1	2	12
Technologie	2	-	3	2	1	3	3	2	3	19
Klima	2	2	-	0	1	0	2	1	3	11
Bildungsgrad	1	3	2	-	2	3	2	2	1	16
Finanzierung	0	3	0	3	-	1	2	2	1	12
Bevölkerungs-entwicklung	2	2	2	1	2	-	2	1	1	13
Kosten	2	1	0	1	1	1	-	0	0	6
Image	0	1	0	0	3	0	1	-	0	5
Natur	1	3	2	0	1	0	1	2	-	10
Passivsumme	10	17	9	10	13	9	14	11	11	-



Juliane Beitler, 2020 ©

Wichtigste Einflussfaktoren

Politik: Umweltpolitik, Bildungspolitik und Wirtschaftspolitik
Technologie: Forschungen und Innovationen hinsichtlich erneuerbarer Energien
Klima: Extremwetterereignisse, Anstieg der Durchschnittstemperaturen, steigende Windgeschwindigkeiten, weniger Schneefall
Bildungsgrad: Qualifizierungen, Akademisierungsgrad, Anzahl Studierender und Personal, Umweltbewusstsein
Finanzierung: Grundfinanzierung, Drittmittelgeber und Förderungen
Bevölkerungsentwicklung: demografische Entwicklung
Kosten: Elektroenergiekosten; Anschaffungskosten, Betriebskosten, Wartungskosten für Photovoltaik, Windenergie und Energiespeicherung
Image: Ansehen der TUD in Bezug auf den Exzellenzstatus
Natur: Flora und Fauna am Campus

Als treibende Faktoren wurden der Bildungsgrad der Bevölkerung, die demografische Bevölkerungsentwicklung und die Politik identifiziert.
Technologie und Finanzierung stellen sich als kritische Faktoren heraus, welche einen starken Einfluss ausüben, jedoch auch selbst einer starken Beeinflussung unterliegen.

Best Case

Technologie: Durch Innovationen und erhebliche Effizienzsteigerungen in den Bereichen organische Photovoltaik, Windenergie sowie Energiespeicherung ist es der TUD möglich, sich vollständig mit erneuerbaren, auf dem Campus gewonnenen Energien zu versorgen.
Bildung: Die TUD wird stets den laufend neuen Anforderungen der Digitalisierung gerecht. Als Vorreiter im Bereich erneuerbarer Energien ist die TUD mit vielen technischen Studiengängen, in denen Klimaschutz und Nachhaltigkeit zunehmend in den Fokus rücken, attraktiv für in- und ausländische Studierende.
Politik und Finanzierung: Der Bund fördert und subventioniert verstärkt die Forschung und (Weiter-) Entwicklung von regenerativen Energien, so auch an der TUD. Durch zahlreiche Forschungsaufträge und Projekte in diesem Bereich stehen der TUD zusätzlich umfangreich Drittmittel zur Verfügung.
Bevölkerung: Durch höhere Zuwanderungsraten und einen Anstieg der Geburtenrate bleibt der Anteil junger Menschen in der BRD konstant, der Akademisierungsgrad ist hoch. Die Universität hat als gesellschaftliches Zentrum für Fortschritt, Nachhaltigkeit und Digitalisierung an Relevanz in der Bevölkerung gewonnen.

Business as usual

Technologie: Die TUD bezieht ihre Energie zu etwa 80% aus eigenen erneuerbaren Quellen; organische Photovoltaik und Lithiumionenbatterien weisen inzwischen eine höhere Effizienz auf.
Bildung: Durch eine nach wie vor steigende Akademisierung ist die TUD weiterhin ein begehrter Ausbildungsort, an dem inzwischen viele Lehrangebote (auch) in digitaler Form angeboten werden.
Politik und Finanzierung: Durch die Förderung der erneuerbaren Energien erhält auch die TUD finanzielle Mittel zum Ausbau der Eigenversorgung.
Bevölkerung: Trotz steigender Akademisierung sinkt die Zahl Studierender an der TU aufgrund des Bevölkerungsrückgangs in Deutschland sowie Überalterung der Gesellschaft.

Worst Case

Technologie: Die Produktionskapazitäten für organische Photovoltaik und Kleinwindkraftwerke erreichen nicht die erforderlichen Ausmaße. Effizienzsteigerung ist nur in geringem Maße zu verzeichnen. Fehlende Erneuerung technischer Infrastruktur verhindert umfassende Digitalisierung.
Bildung: Durch den demografischen Wandel sinkt der Anteil an potentiellen Studenten und die TUD hat aufgrund des Rückstandes in der Digitalisierung ihren Stellenwert verloren.
Politik und Finanzierung: Die höheren Kosten können durch die TUD nicht aufgebracht werden, um den Bedarf vollständig mit regenerativen Energien zu decken. Keine einheitliche politische Befürwortung erneuerbarer Energien, wodurch selbiges Forschungsgebiet vernachlässigt und auch für Drittmittelgeber weniger interessant wird.
Bevölkerung: Niedrige Geburtenraten führen zu weniger Immatrikulationen. Gleichzeitig akzeptiert die Gesellschaft die Universität nicht in ihrer angestrebten Vorreiterrolle.

SWOT - Analyse

Stärken

- hohe Kostensenkungspotentiale durch Skalen- und Erfahrungseffekte (oPV) [10, 11]
- Unabhängigkeit von externen Energieversorgern
- oPV produziert auch bei diffusem Licht Strom [10]
- oPV ist einfach zu installieren, keine Hinterlüftung, keine Gestelle notwendig [10]
- interdisziplinäre Kooperationen verschiedener Fachgebiete und Hersteller -> Effizienzsteigerung [7]
- WindTree fügt sich sehr gut in urbane Umgebung ein [9]
- Integrierbarkeit der oPV in bestehende Gebäude/Fassaden (Denkmalschutz) [8]
- sehr hohe Flexibilität und Freiheit bei Form, Farbe und Größe -> optisch ansprechend, Raumklima positiv beeinflussbar [8]

Schwächen

- derzeit hohe Kosten bei geringem Wirkungsgrad (oPV) [10]
- derzeit noch geringe Haltbarkeit der oPV (ca. 5 Jahre) [10]
- Speichertechnologien für diese Größenordnung preis- und platzintensiv [17]
- Energiebedarf in den Wintermonaten nicht ohne Speicher zu decken -> wetterabhängige Stromproduktion, schwer planbar [14]
- digitale Verfügbarkeit von Fachliteratur sehr unterschiedlich
- große Unterschiede im Angebot digitaler Lehrmöglichkeiten
- sehr unterschiedliche Ausstattung der Räumlichkeiten mit digitaler Technik

Chancen

- höhere Sonnenintensität und Windgeschwindigkeiten durch Klimawandel [18]
- Vorbildfunktion für Gesellschaft
- Imagesteigerung
- Attraktivitätssteigerung des Campus
- Drittmittelbezug oder finanzielle Vorteile durch Kooperationen
- Standortvorteile durch bestehende Unternehmen und Institutionen
- potentiell steigende Studierendenzahlen durch höhere Abiturient*innenquoten [19]

Risiken

- Änderungen der Wetterbedingungen (stärkere Bewölkung, häufiger Regen) [18]
- Finanzierungsschwierigkeiten durch unsichere Planbarkeit [10]
- Denkmalschutzauflagen [10]
- Änderung der politischen Rahmenbedingungen
- sinkender Platzbedarf durch digitale Lehrangebote
- Verlust des Exzellenzstatus
- Abwanderung von Unternehmen und Fachpersonal
- sinkende Studierendenzahlen durch Überalterung der Gesellschaft [19]

Handlungsplan

- Forschung zu organischer Photovoltaik, Windenergie und Energiespeichersystemen vorantreiben
- Analyse des Campus hinsichtlich der Eignung von Gebäuden und Flächen für Solar [8] - und Windkraftanlagen [12, 15]; Schätzung des im Zuge der Digitalisierung zu erwartenden Energiebedarfs [13]
- Suche nach Forschungs- bzw. Kooperationspartnern, Investoren und Drittmittelgebern aus der Industrie
- Entwicklung oder „Customization“ geeigneter organischer Photovoltaik-Lösungen und ergänzender Kleinwindkraftanlagen
- Planung der notwendigen Installationsmaßnahmen
- Installationen: Bedarfsdeckung bei minimaler Flächennutzung
- Ersetzung ineffizienter Gebäudetechnik
- Leuchtturmwirkung erzielen durch Veröffentlichungen
- Verhaltensänderungsanreize für Studierende, Angestellte und schließlich auch die Bevölkerung schaffen [16]
- Ausbau und Erweiterung digitale Vernetzung für dezentrale Lehr- und Forschungsmöglichkeiten

Vision

Die TUD ist eine der ersten Universitäten Deutschlands, die ihren Bedarf an Elektroenergie vollständig aus erneuerbaren Energien decken. Durch Kombination von fassadenintegrierter organischer Photovoltaik [8] und Ausstattung der Verkehrswege und Campusflächen mit WindTrees wird eine Aufwertung des Campus erreicht und gleichzeitig dezentrale Infrastruktur für ein flächendeckendes Angebot an Beleuchtung, Ladestationen und kostenfreien WLAN-Stationen geschaffen. [9]

Kontrolle

- Datenerhebung zur Akzeptanz durch Umfragen durchführen
- Analyse der erhobenen Daten, um die Akzeptanz von Solar- und Windanlagen auf dem Campus zu ermitteln
- Lebenserwartung der Windbäume und oPV prüfen
- Energiegewinnung mit dem zu erwartenden Energiebedarf vergleichen, um weitere Optimierungsmaßnahmen einzuleiten

Quellenangaben:
[1] „Liste der Hochschulen in Deutschland“, in *Wikipedia*, 12. Mai 2020
[2] „QS World University Ranking 2020: TU Dresden klettert nach oben“, 16. Mai 2020, https://standort-sachsen.de
[3] „TU Dresden“, Times Higher Education (THE), 31. März 2020
[4] „TU Dresden | Academic Ranking of World Universities - 2019 | Shanghai Ranking - 2019“, 16. Mai 2020
[5] „StatJB2018.pdf“, 16. Mai 2020, https://tu-dresden.de
[6] „Ein Fahrplan zu mehr Nachhaltigkeit“, 2019, https://tu-dresden.de
[7] Christian Zschalig, „Organische Solarzellen (OSOL) und Photodetektoren“, Document, TU Dresden, 16. Mai 2020
[8] „News & Media - Organic Photovoltaic Solutions“, 16. Mai 2020, http://www.opvius.com
[9] „New World Wind - Wind Tree“, New World Wind, 16. Mai 2020, https://newworldwind.com
[10] „ESYS_Technologiesteckbrief_Photovoltaik.pdf“, 11. Mai 2020, https://energiesysteme-zukunft.de
[11] Coenenberg, Fischer, Günther, *Kostenrechnung und Kostenanalyse*, 9., überarbeitete Auflage
[12] Stefan Gsänger und Jean-Daniel Pitteloud, „2015 Small Wind World Report Summary“, o. J., 15.
[13] „Energiezukunft 2050 - Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.“, 16. Mai 2020, https://www.ffe.de/themen-und-methoden
[14] „Photovoltaik Dresden » Firmen, Rechner & Angebote“, 16. Mai 2020, https://www.rechnerphotovoltaik.de
[15] „Data-sheet-WindTree-36-A-10900-W.pdf“, 7. Mai 2020, https://newworldwind.com
[16] „Vom Umweltbewußtsein zum Umwelthandeln“, 16. Mai 2020, https://www.uni-due.de
[17] Kempkens, „Energiespeicher: Steag entwickelt größte deutsche Batterie-Anlage“, 18. Mai 2020, https://www.wiwo.de
[18] https://www.grida.no, 05. Juni 2020
[19] https://www.destatis.de, 05. Juni 2020

Mitglied im Netzwerk von:

DRESDEN concept

Gruppe: 021

Kevin Özocak,
Rico Thümler,
Eva Kschidock,
Juliane Beitler

Professur für Betriebswirtschaftslehre Nachhaltigkeitsmanagement und Betriebliche Umweltökonomie