

Nachhaltige - Digitale & Mentale Transformation von Unternehmen



Prof. Dr. Diana Hehenberger-Risse
Professur für Effiziente Energiesysteme
Nachhaltigkeits-Coach

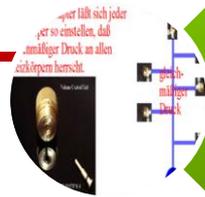
Ausbildung: Dr. rer. nat., Dipl.-Ing. Umweltsicherung FH
Zusatzqualifikationen: Betriebsbeauftragte für: Gewässerschutz
Immissionsschutz, Abfall, Sachverständige für Altlasten
Private Sachverständige in der Wasserwirtschaft a. D.
anerkannte Energieberaterin (HWK),
Energieauditorin Zul. Nr. 211099



Positionen/Tätigkeiten:

- 2009-2013 Promotion an der Leuphana Universität Lüneburg Nachhaltigkeitsanalyse - Entwicklung verschiedener Nachhaltigkeitsindikatoren zur umwelttechnischen Analyse von Energieversorgungssystemen
- 2003-2015 Aufbau und Geschäftsführung des Energiebereichs in der KEWOG-Gruppe Projektentwicklung, -/steuerung, Umsetzung von Contractingprojekten, Einsparkonzepten und Betreibermodellen
- 2009-2015 Entwicklung und Umsetzung von Stadtwerkmodellen
- 2011-2015 Geschäftsführerin der ZREU GmbH – Planung, Projektierung, Fördermittelberatung, Erstellung Energienutzungspläne/Klimaschutzkonzepte
- 2012-2015 Entwicklung interkommunales Modell mit Bürgerbeteiligung zur Errichtung und Betrieb von Windkraftanlagen f. Windenergie Landkreis Tirschenreuth GmbH&Co. KG
- **Seit 15.3.2015 Professur für effiziente Energiesysteme** an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut Fakultät Interdisziplinäre Studien

Nachhaltigkeits-Transformation in Unternehmen



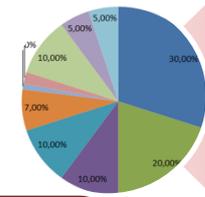
**Ökologie – Beratung zu Klimaschutz-
Energie- Ressourceneffizienz-,
Biodiversität- und SDG-Maßnahmen**



**Ökonomie – Erarbeitung wirtschaftlicher
Konzepte, Fördermittelberatung**



**Soziales – Coaching mit mentalen
Methoden von der persönlichen zur
unternehmerischen Nachhaltigkeit**



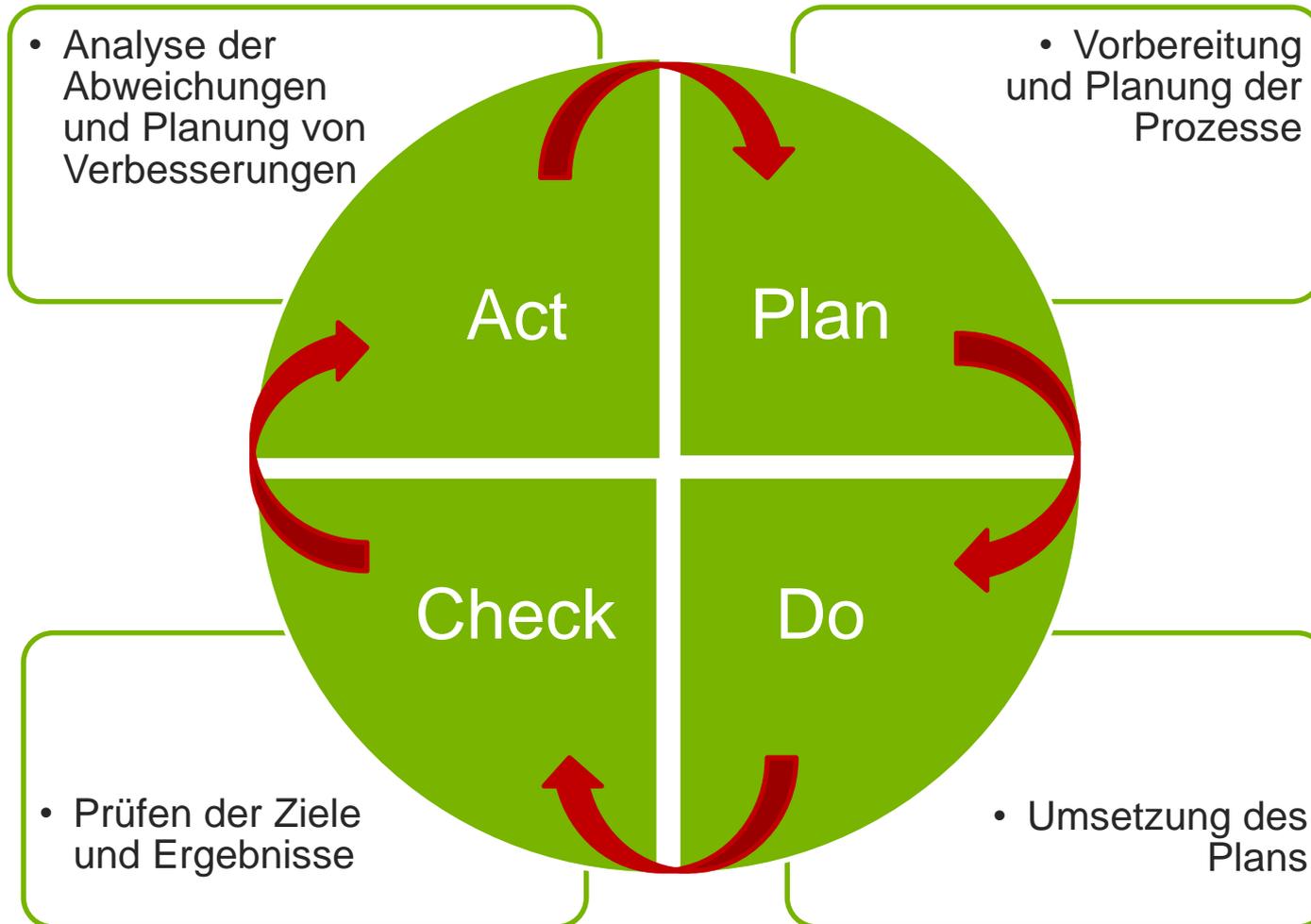
**Messung Nachhaltigkeitsimpact
Energie-/Umweltmanagement/
CSR-Reporting
CO2-/Nachhaltigkeitszertifikate-Handel**

Integration in bestehende
Managementsysteme
gemäß PDCA-Zyklus
(Plan, Do, Check, Act)



Nachhaltige Unternehmen

Vorgehensweise - PDCA-Zyklus



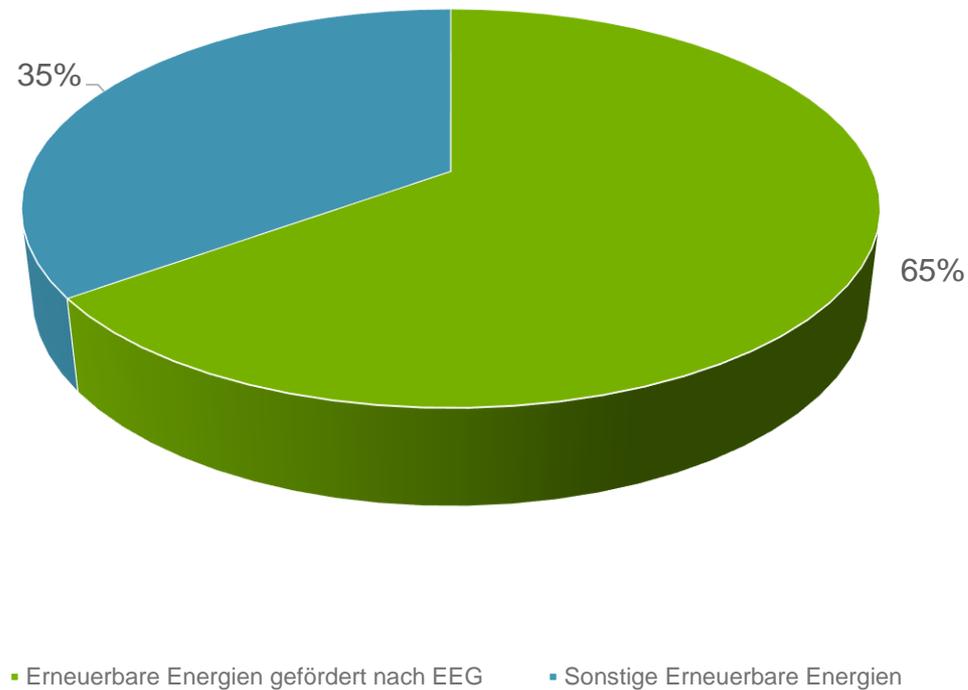
PLAN



https://www.haus.de/sites/default/files/202006/aufmacher_hausbau_planen_bauplan_farbpalette_mann_und_frau_532167929_istock.jpg

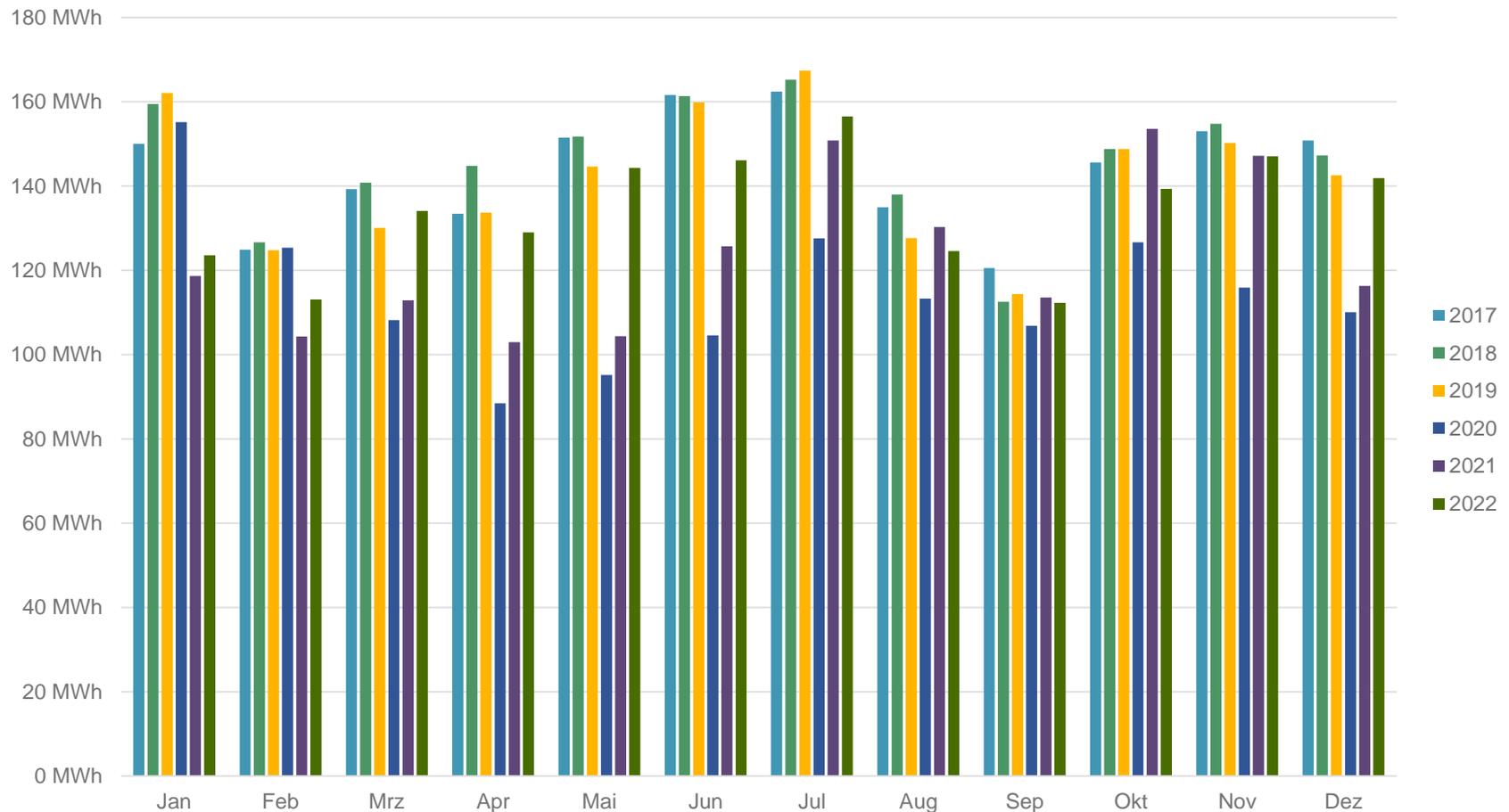
Plan - Ökologische Nachhaltigkeit: Ist-Analyse Strombedarf Campus

Zusammensetzung des Ökostrom (in %) des Stromanbieters Enercity



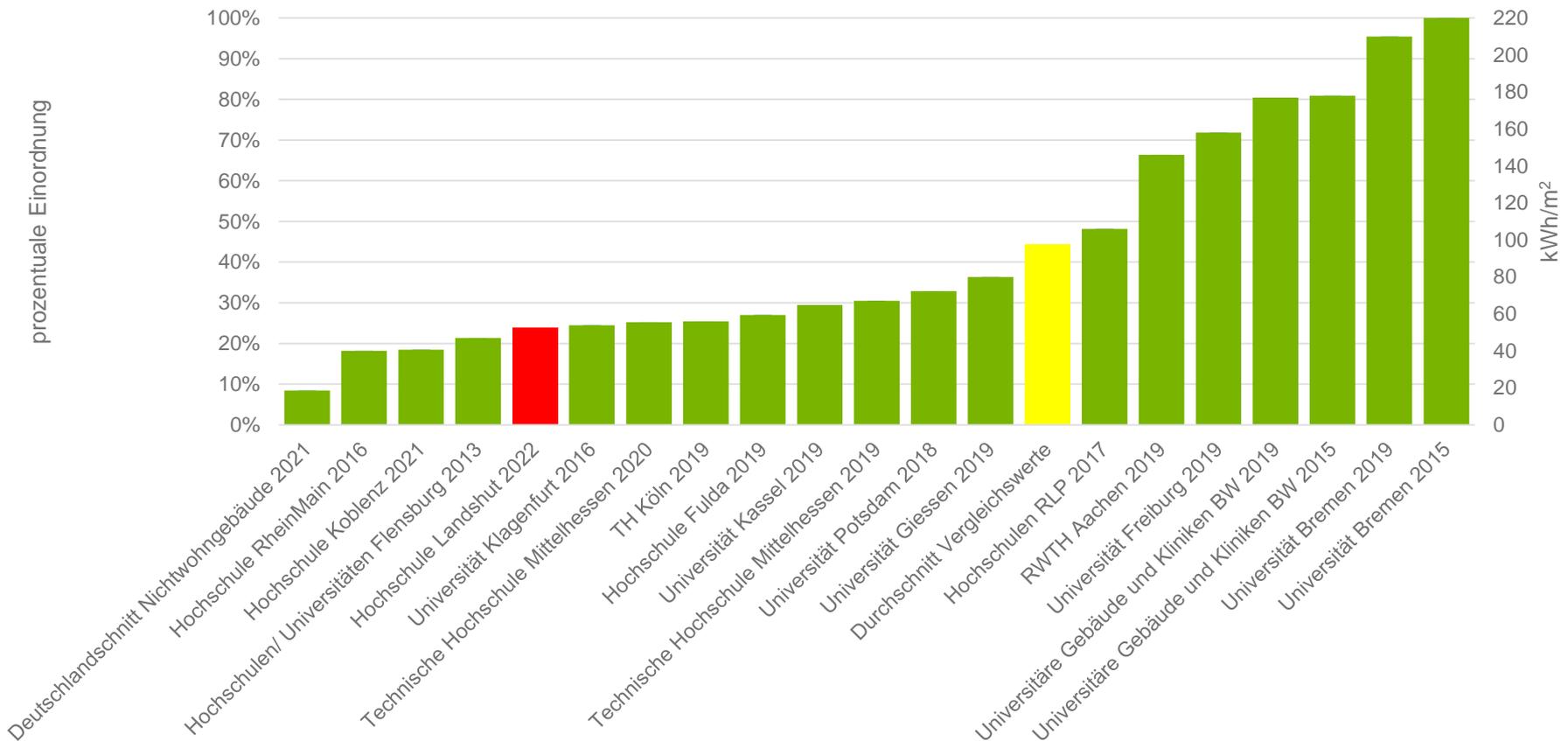
Plan - Ökologische Nachhaltigkeit: Ist-Analyse Strombedarf Campus

Strombedarf Campus



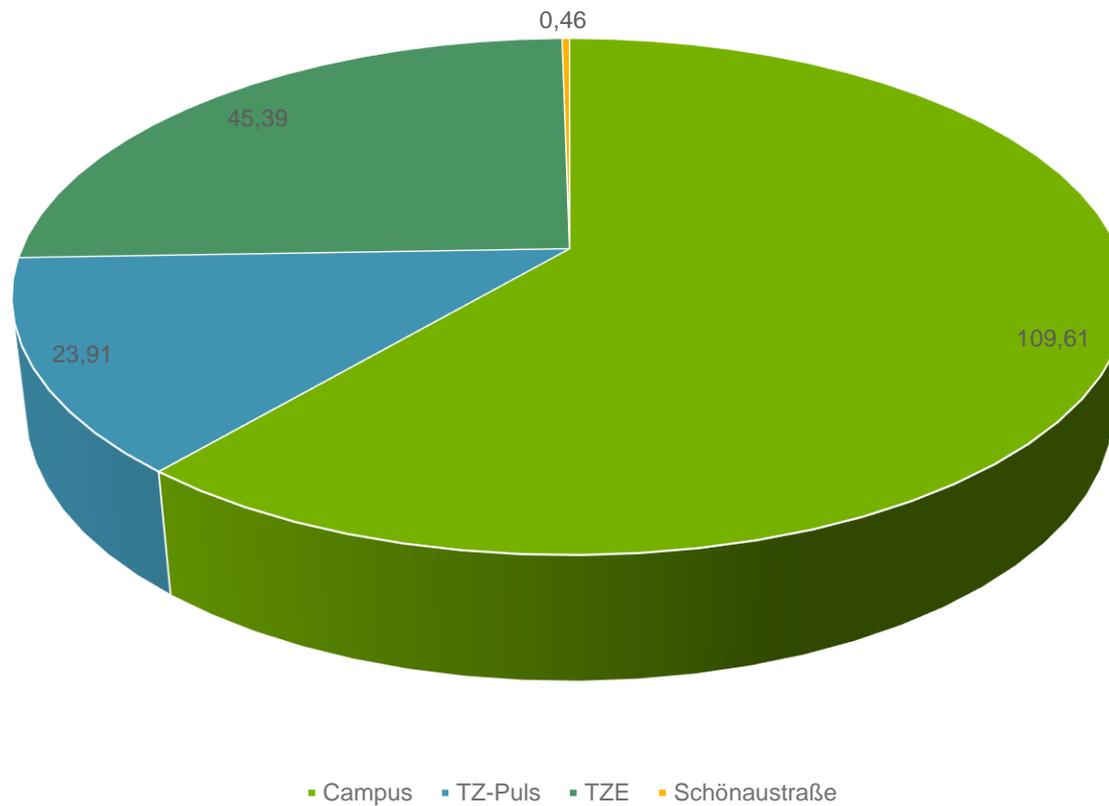
Plan - Ökologische Nachhaltigkeit: Ist-Analyse Strombedarf Campus

spezifischer Strombedarf sortiert

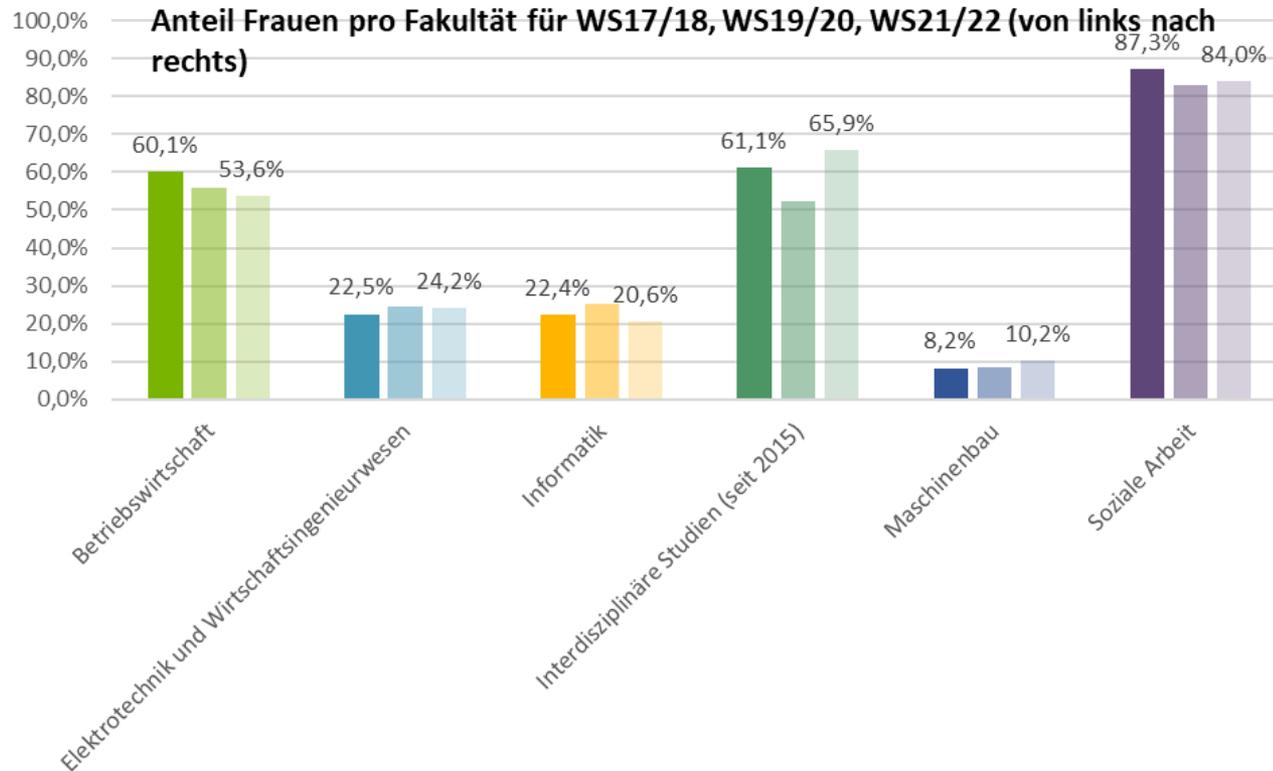


Plan - Ökologische Nachhaltigkeit: Treibhausgasbilanz HAW Landshut

CO₂-Emissionen Strom nach Liegenschaften 2022 in t CO₂e (Scope 1-3)



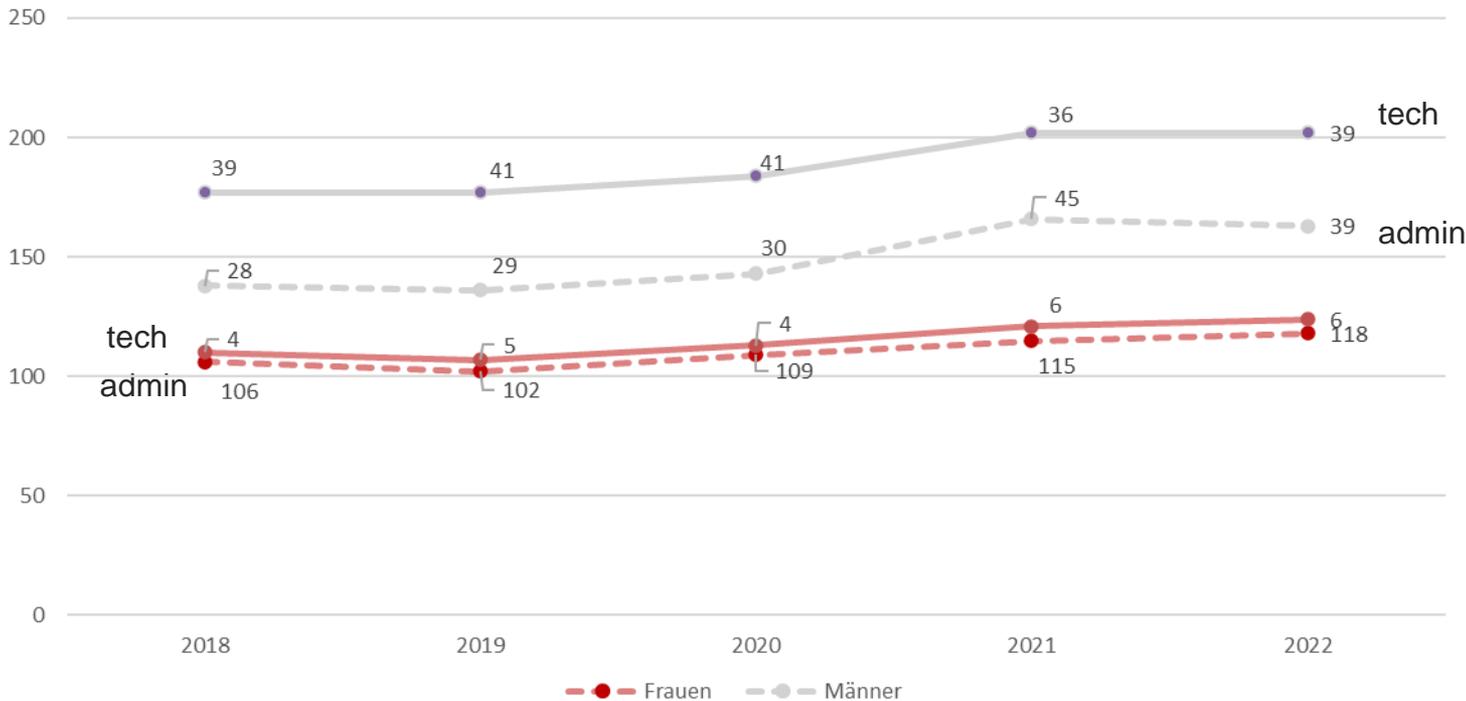
Plan - Soziale Nachhaltigkeit: Soziale Indikatoren



- Der Anteil Frauen pro Fakultät bleibt über die Betrachtungsdauer konstant, bei Betriebswirtschaft fällt sie sogar
- Bei der sozialen Arbeit ist der Anteil Frauen vergleichsweise hoch zu bezeichnen

Plan - Soziale Nachhaltigkeit: Soziale Indikatoren

Anzahl Beschäftigte Admin/Tech je Geschlecht für 5 Perioden



- Männer dominieren im technischen Bereich, Frauen im administrativen, mit steigender Tendenz, was die Anzahl angeht, in beiden Bereichen. Dies ist der zunehmenden Studierendenzahl zu verdanken

DO



<https://www.gartenjournal.net/wp-content/uploads/baum-pflanzen.jpg>

DO - Projekt **EDM** Energiedatenmanagement an der Hochschule Landshut

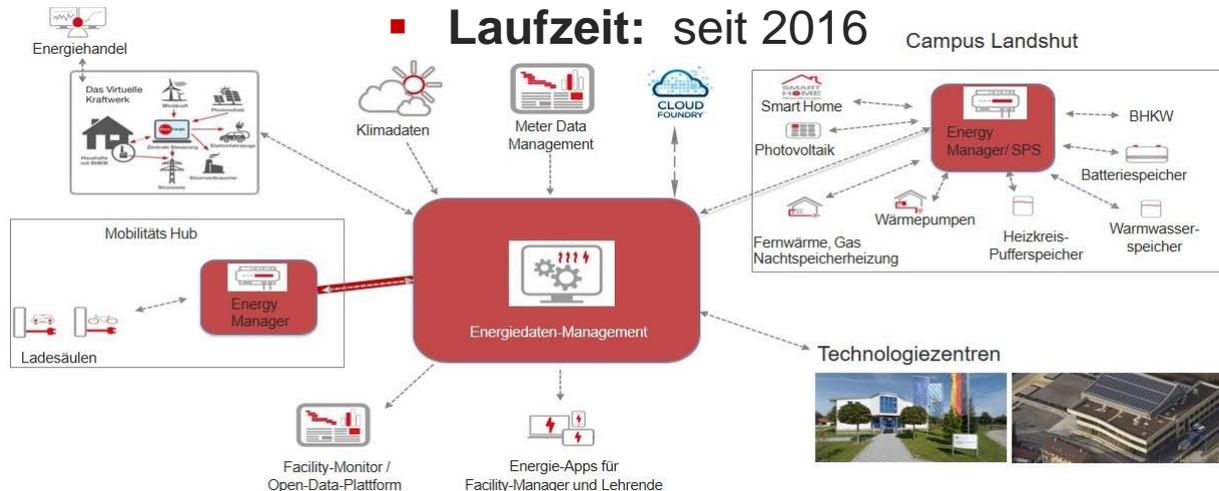
■ Fördergeber:

Infrastruktur, Staatl. Bauamt,
Sonderinvestitionsprogramm HAW

- Ziel: Erhöhung der Energieeffizienz durch digitales Energiedatenmanagement gem. ISO 50001 (PDCA)
Aufbau Energiemanagementsystem gem. ISO 50001, Mess-/Steuerungskonzept für Campus, TZE, TZ Puls zum Datenabruf,-verifizierung über GLT, Integration in Datenbank
▶ Energieeffizienzindikatoren

- Investitionsvolumen: 250.000 € (2016); 56.000 € (2017)

- Laufzeit: seit 2016



DO - Projekt **DENU** Digitale Energienutzung zur Erhöhung der Energieeffizienz

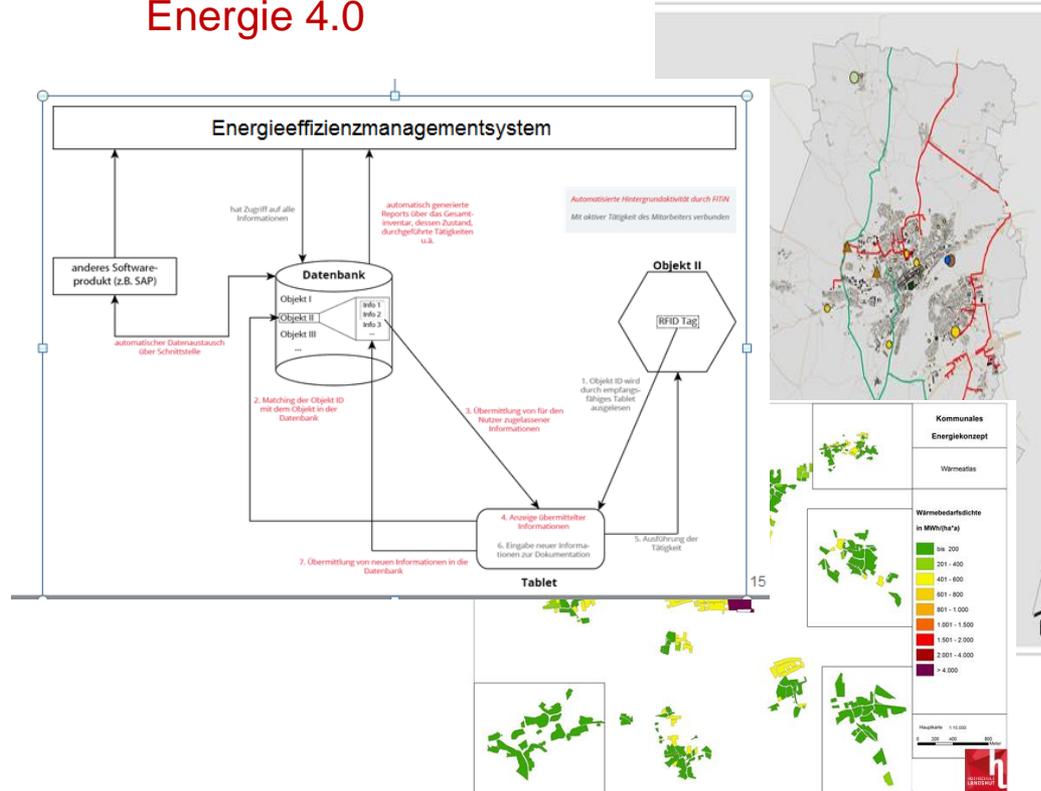
- **Fördergeber:**
BMWl, 6. Energierahmenforschungsprogramm (EneffStadt)

- **Projektpartner:**
extern: Sehlhoff GmbH, HPE Plan, Wolf Heiztechnik, Leipfinger Bader, Stadtwerke Landshut, Stadt Pocking, Markt Ruhstorf, Gmd. Bad Füssing, ESB
intern: Prof. Dr. Hehenberger-Risse (Koordinator), Prof. Dr. Haucke (IT)

- **Fördervolumen:** 1,1 Mio. €
- **Laufzeit:** 2019-2022

Ziel:

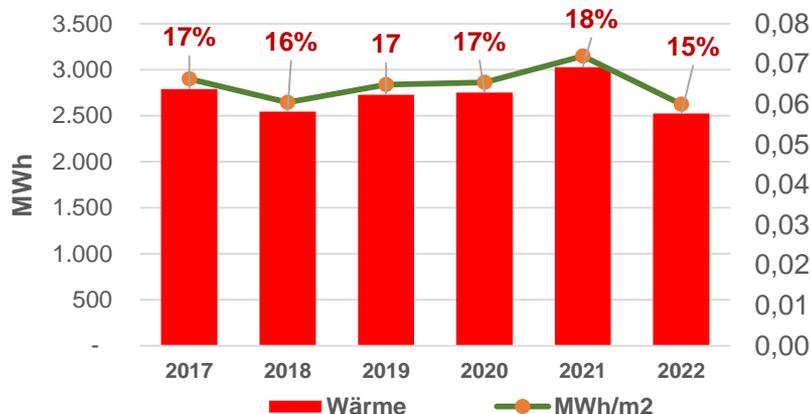
- Erhöhung der Energieeffizienz durch Systemvernetzung/Digitalisierung
integrales planen und steuern = Energie 4.0



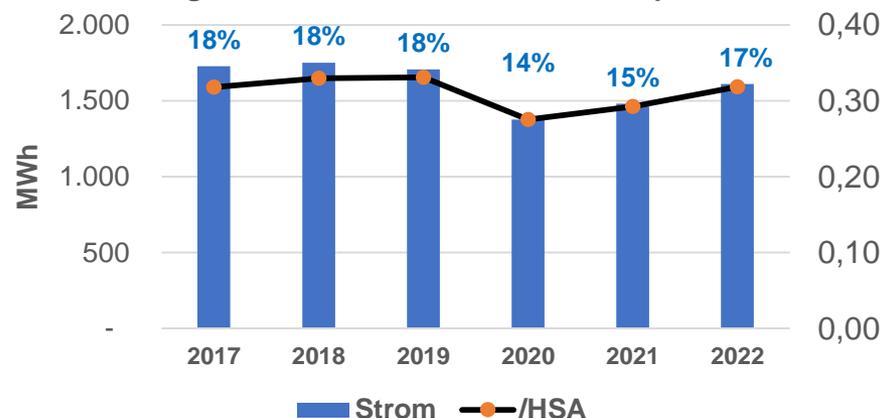
DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software

Beispiel: Template für Betrieb

Vergleich Jährlicher Wärmebedarf Campus



Vergleich Jährlicher Strombedarf Campus

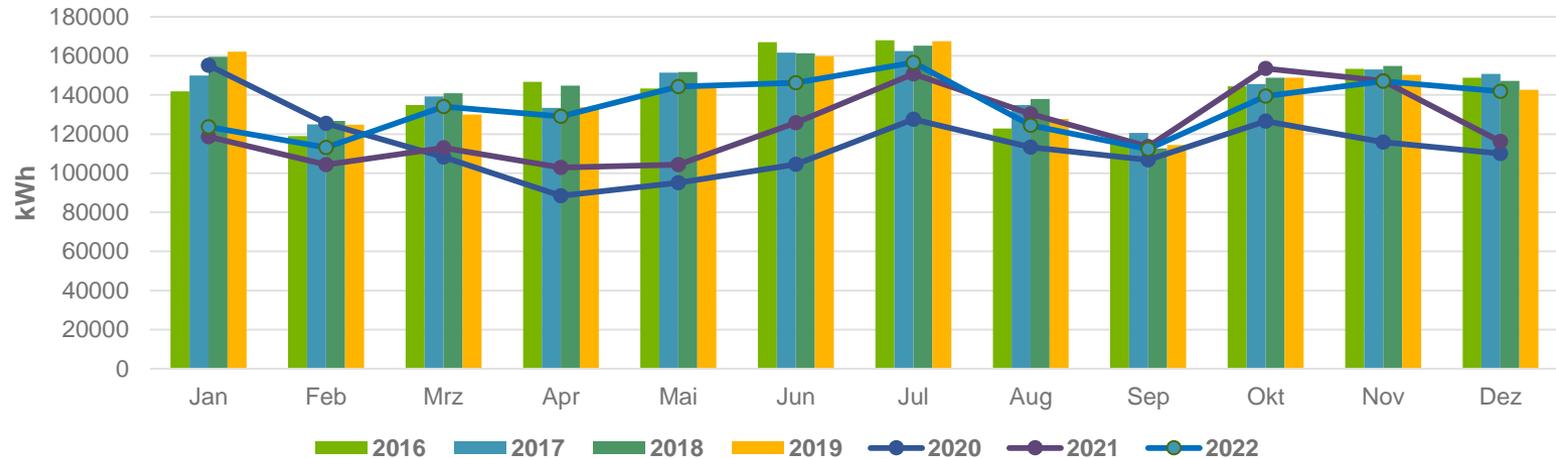


| Jahr | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Wärme | 2.789 | 2.543 | 2.728 | 2.753 | 3.028 | 2.523 |
| Strom | 1.728 | 1.751 | 1.706 | 1.377 | 1.480 | 1.612 |
| MWh/m² | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| /HSA | 0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,28 | 0,29 | 0,32 |

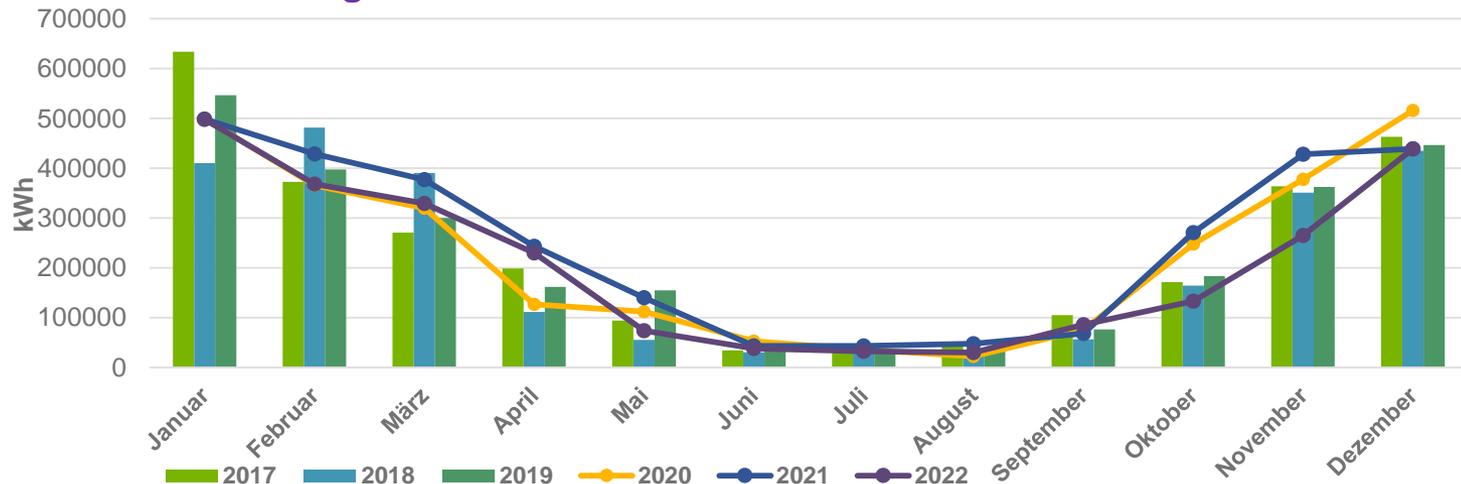
DO - Implementierung Digitales Energiemanagement – Software

Beispiel: Template für Betrieb

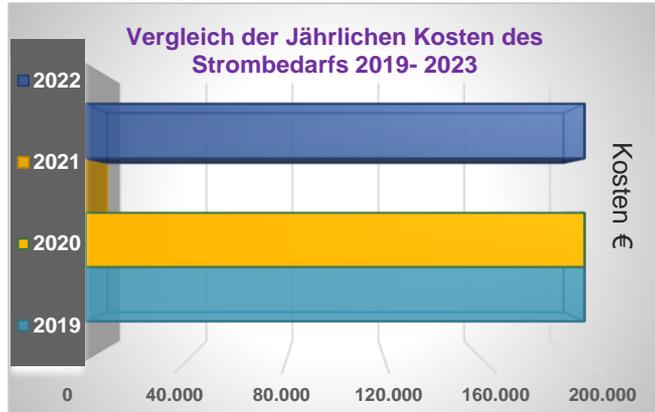
Vergleich monatlicher Strombedarf 2017-2022



Vergleich monatlicher Wärmebedarf 2017-2022

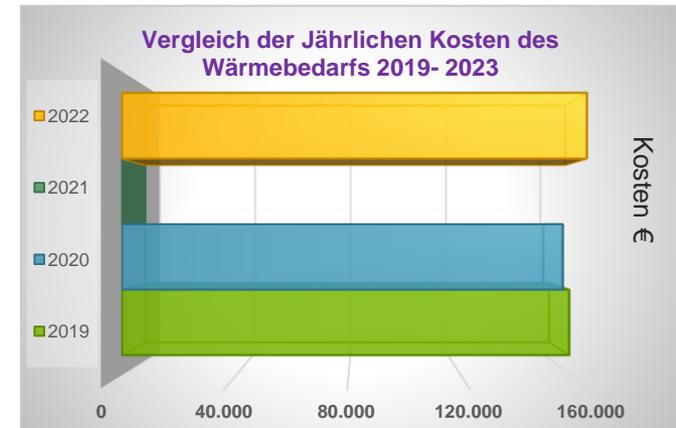


DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb/Finanzen

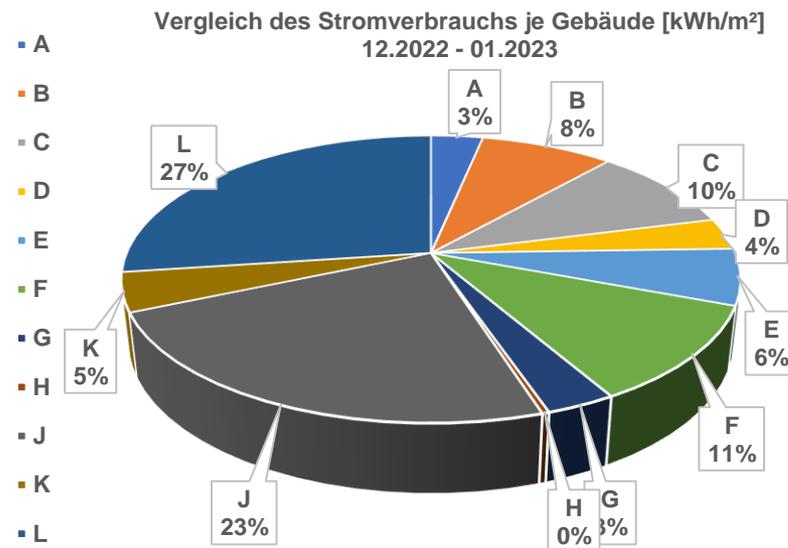
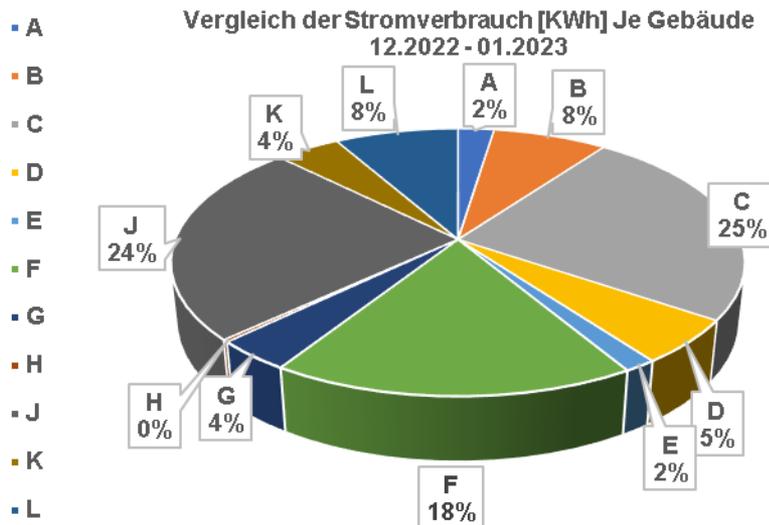


| Jahr | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------|--------|--------|-------------|--------|
| Kosten[€] | 309085 | 312065 | Nicht Vorh. | 372152 |
| Prozent % | 31% | 31% | Nicht Vorh. | 38% |

| Jahr | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------|--------|--------|-------------|--------|
| Kosten[€] | 158399 | 156123 | Nicht Vorh. | 164687 |
| Prozent % | 33% | 33% | Nicht Vorh. | 34% |



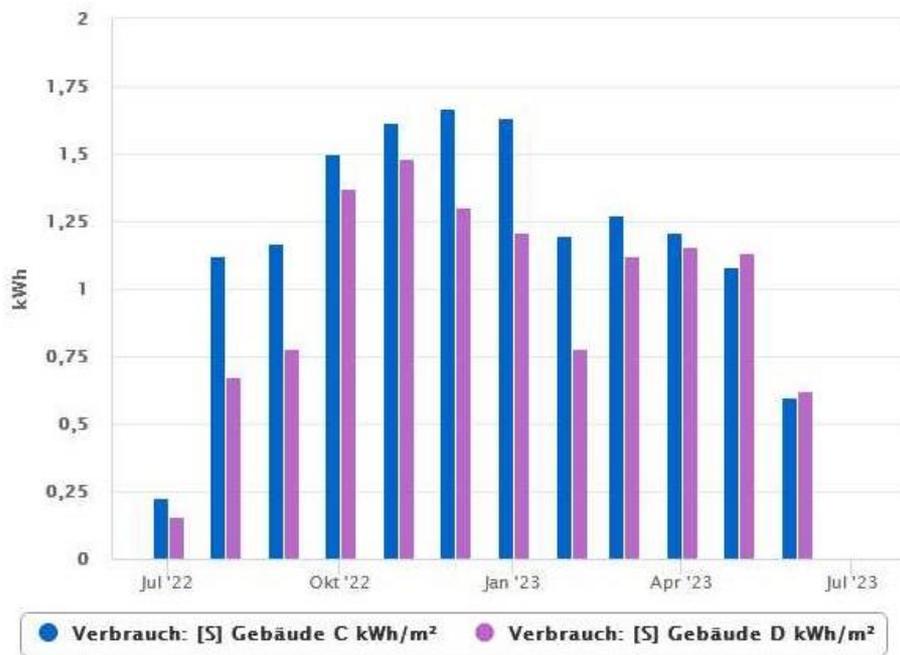
DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb



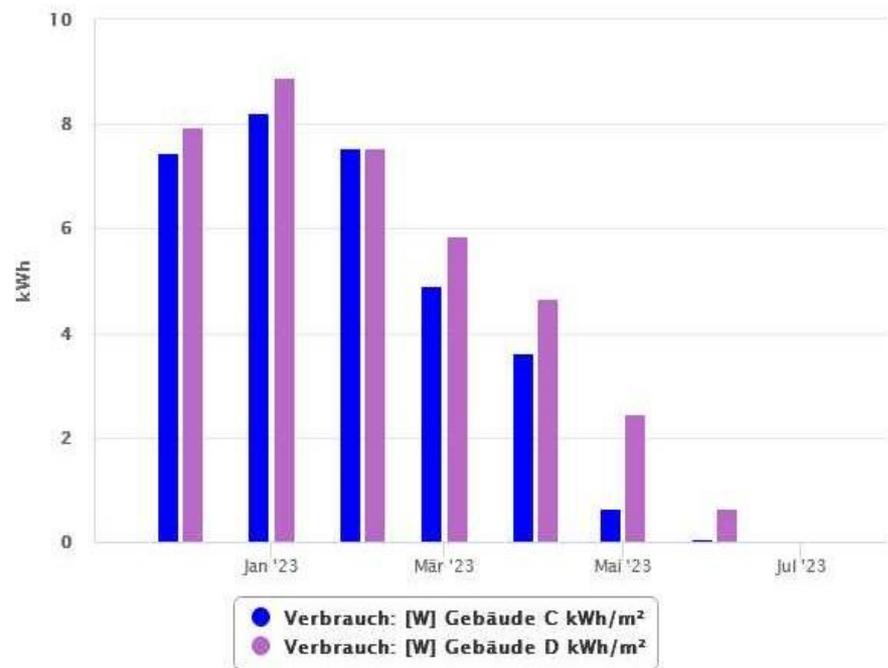
| Gebäude | Elektr. Energie Zählerstand [kWh] | Elektr. Energie Zählerstand EnPI [kWh/m ²] | Fläche m ² |
|---------|-----------------------------------|--|-----------------------|
| A | 13450 | 6 | 2202 |
| B | 42709 | 16 | 2726 |
| C | 138405 | 18 | 7707 |
| D | 30241 | 7 | 4517 |
| E | 8751 | 12 | 734 |
| F | 98602 | 21 | 4775 |
| G | 21103 | 6 | 3592 |
| H | 1570 | 1 | 2660 |
| J | 137898 | 44 | 3117 |
| K | 24183 | 8 | 2913 |
| L | 46132 | 51 | 897 |

DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

Vergleich Strombedarf Gebäude C und D

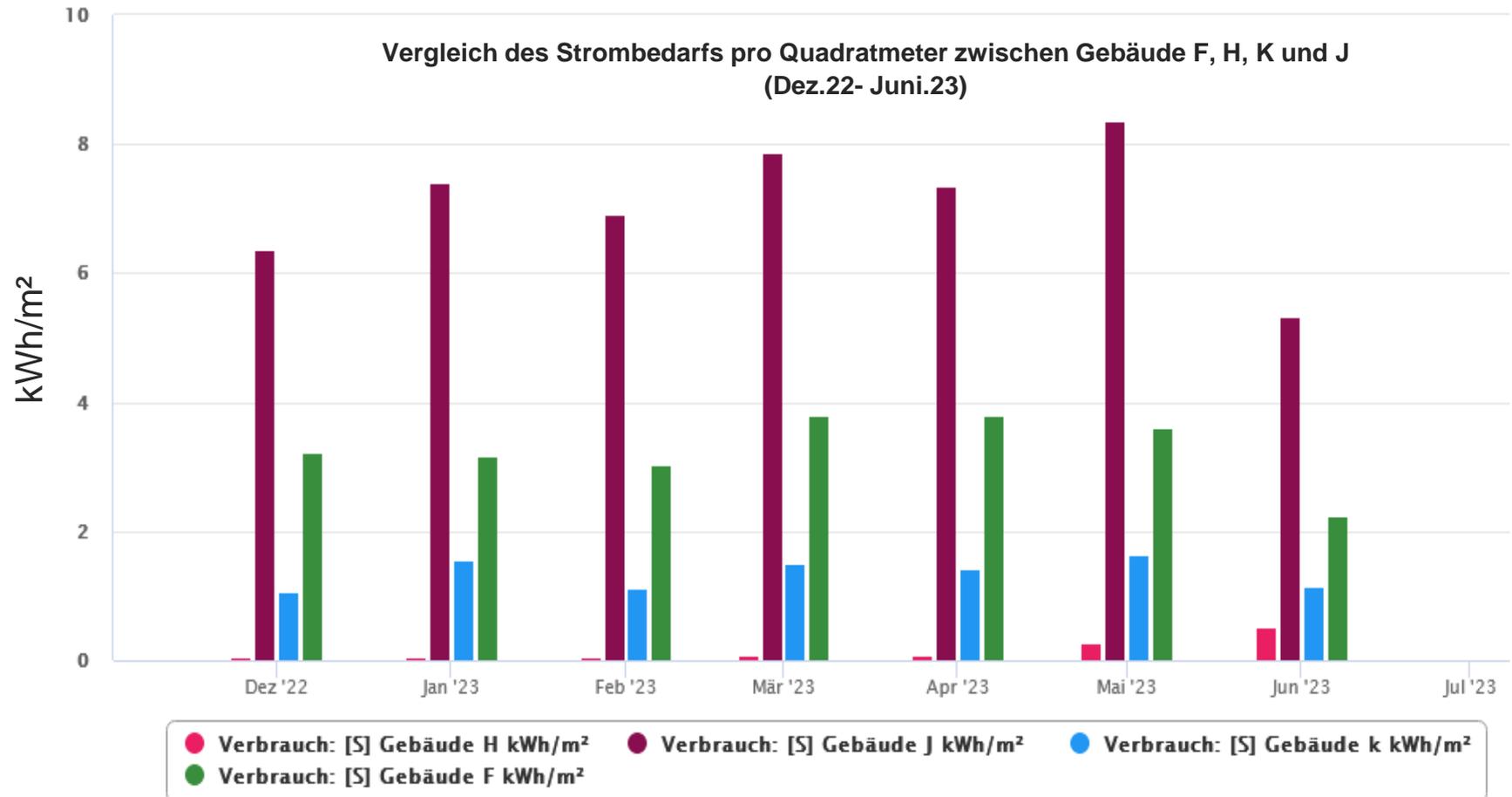


Vergleich Wärmebedarf Gebäude C und D



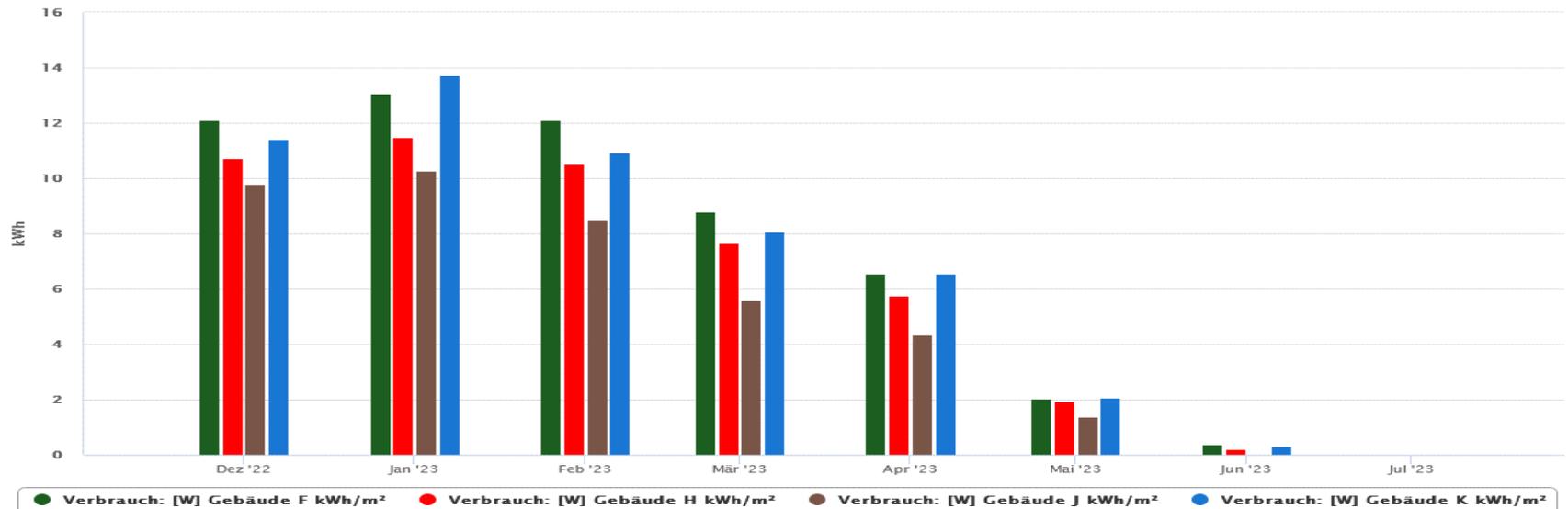
| [m²] | Lehr- veranstaltung | Labore | Verwaltung | Rechner- räume | Technik | Sanitär | Keller | Lager | Treppe + Flur | Sonstige | Gesamt | NGF ohne Keller |
|------|------------------------|--------|------------|-------------------|---------|---------|--------|-------|------------------|----------|--------|--------------------|
| C | 1678 | 105 | 1543 | 239 | 875 | 170 | 1551 | 0 | 2778 | 318 | 9258 | 7707 |
| D | 1335 | 209 | 687 | 0 | 214 | 123 | 0 | 18 | 1266 | 615 | 4517 | 4517 |

DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb



DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

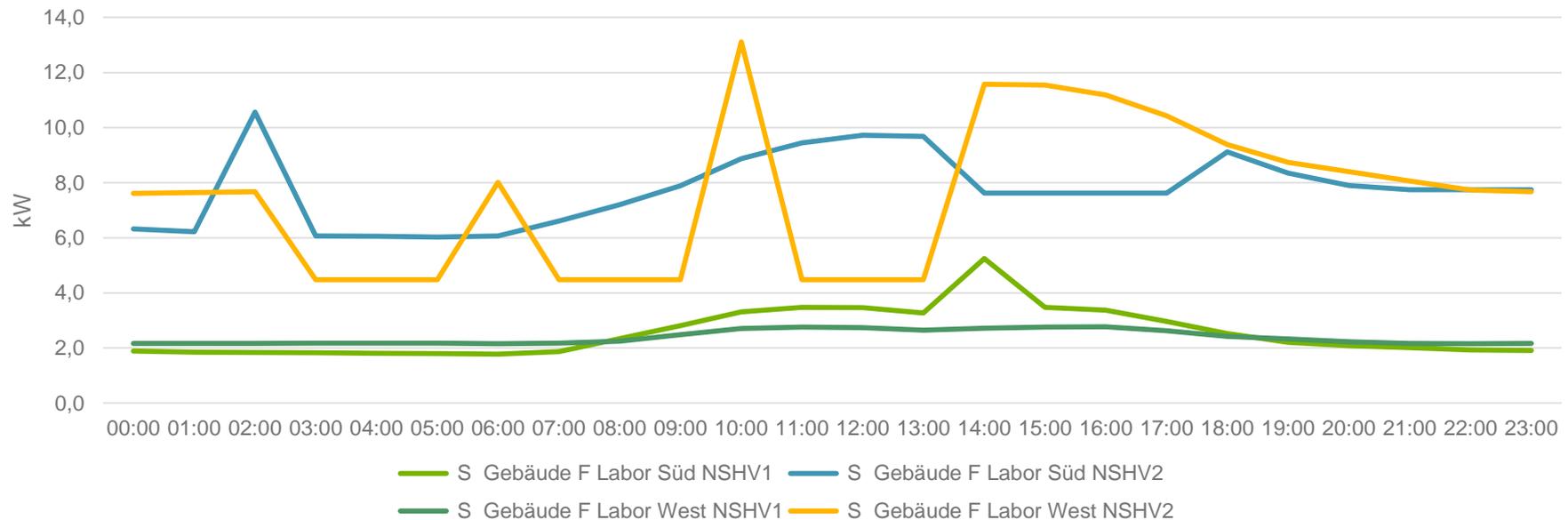
Vergleich des Wärmebedarfs pro Quadratmeter [kWh/m²] zwischen Gebäude F, H, K und J
(Dez.22- Juni.23)



| [m ²] | Lehrveranstaltung | Labore | Verwaltung | Rechnerräume | Technik | Sanitär | Keller | Lager | Treppe + Flur | Sonstige | Gesamt | NGF ohne Keller |
|-------------------|-------------------|--------|------------|--------------|---------|---------|--------|-------|---------------|----------|--------|-----------------|
| F | 81 | 1320 | 85 | 0 | 688 | 77 | 1046 | 199 | 918 | 1441 | 5821 | 4775 |
| H | 232 | 686 | 17 | 0 | 351 | 40 | 550 | 0 | 896 | 442 | 3210 | 2660 |
| J | 338 | 824 | 726 | 20 | 111 | 43 | 0 | 0 | 790 | 255 | 3117 | 3117 |
| K | 0 | 973 | 161 | 0 | 46 | 0 | 663 | 200 | 578 | 956 | 3576 | 2913 |

DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

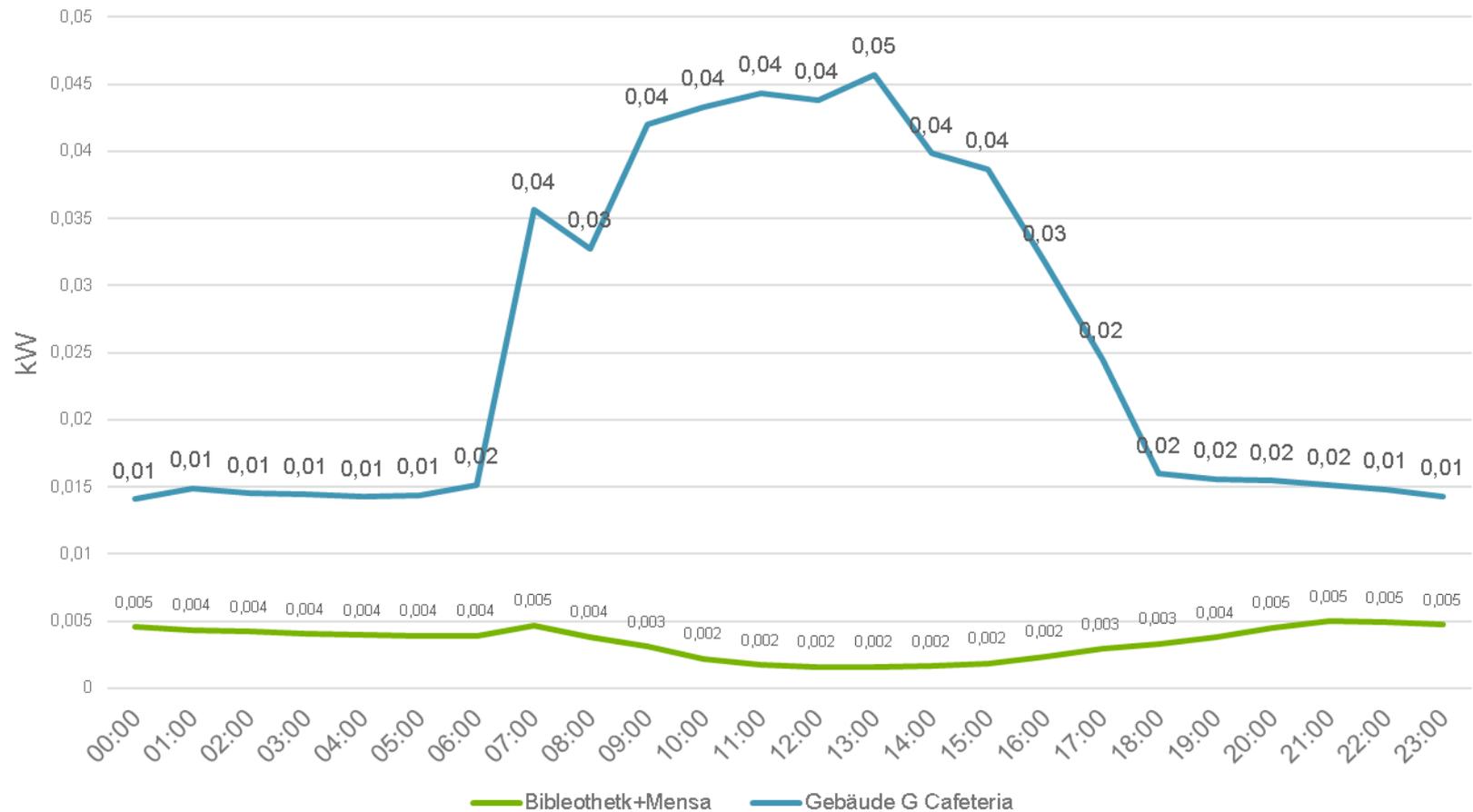
Tagesprofil des Strombedarfs der Labore im Gebäude F
(27.07.2022- 19.06.2023)



| Laborgebäude | Laborenflächen [m²] Laborfläche [m²] | Laboranzahl Laboranzahl | Laborentypen Labortyp |
|--------------|---|----------------------------|---|
| F | 1320 | 14 | • Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen |
| H | 686 | 12 | Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen |
| J | 824 | 13 | • Maschinenbau • Informatik |
| K | 973 | 14 | Informatik |

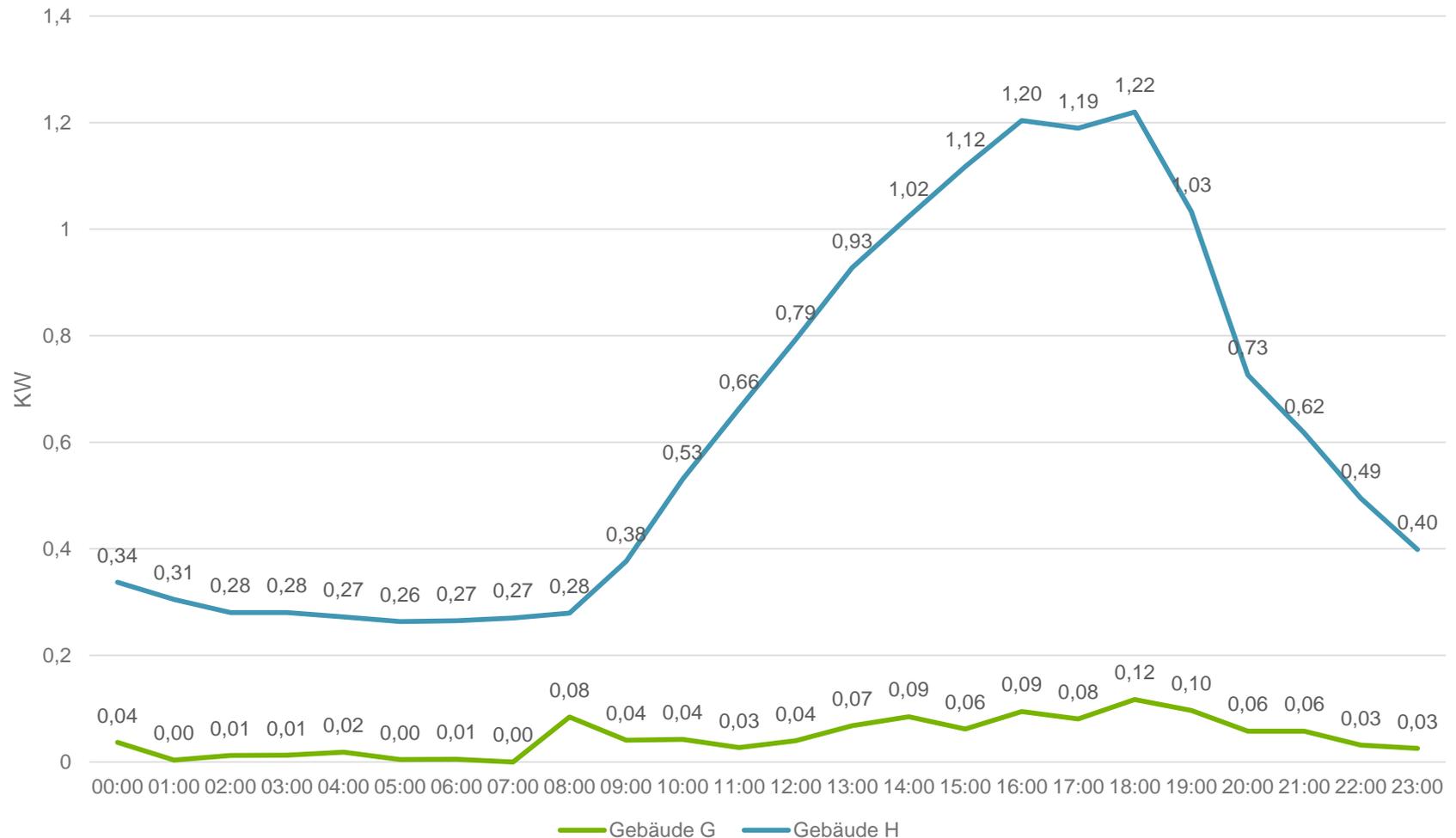
DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

Vergleich des Stromverbrauchs von Gebäude B und G



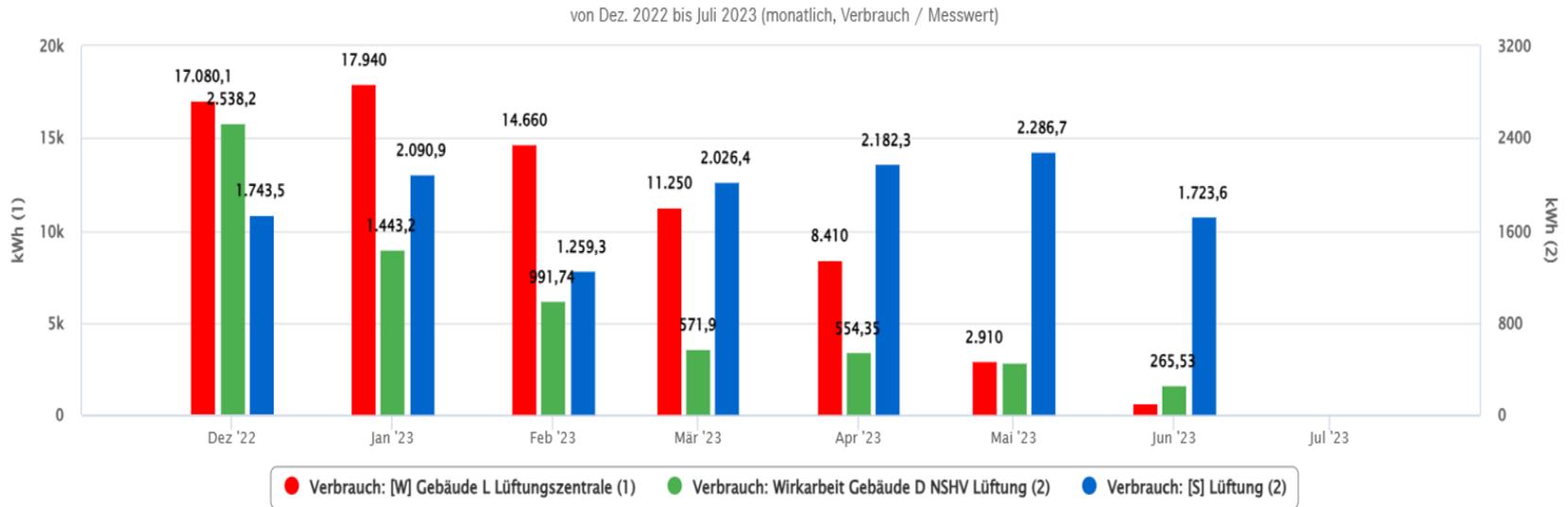
DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

Tagesprofil des Strombedarfs der Kältemaschine der Gebäude G und H

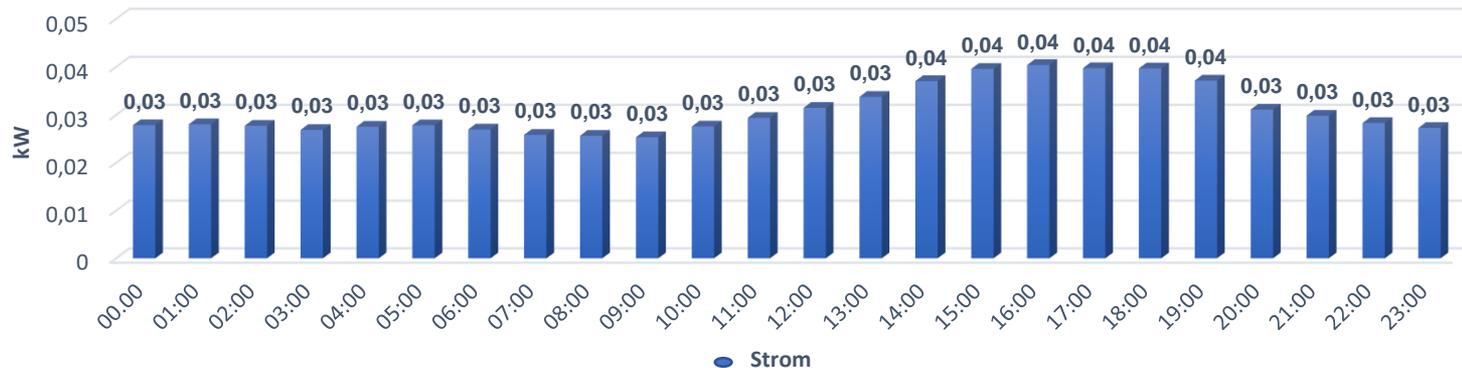


DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

Vergleich der Stromverbrauch der Lüftungsanlage im Gebäude L und D

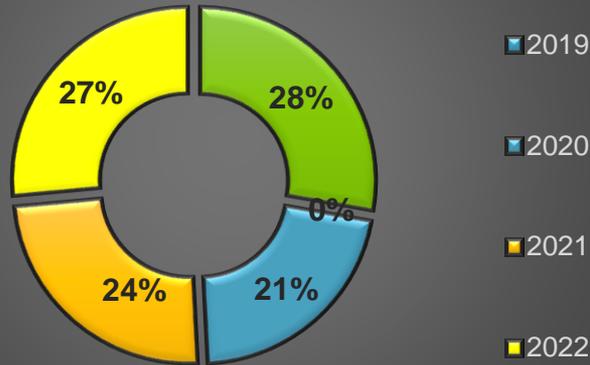


Tagesprofil des Strombedarfs der Klimageräte Haw Landshut



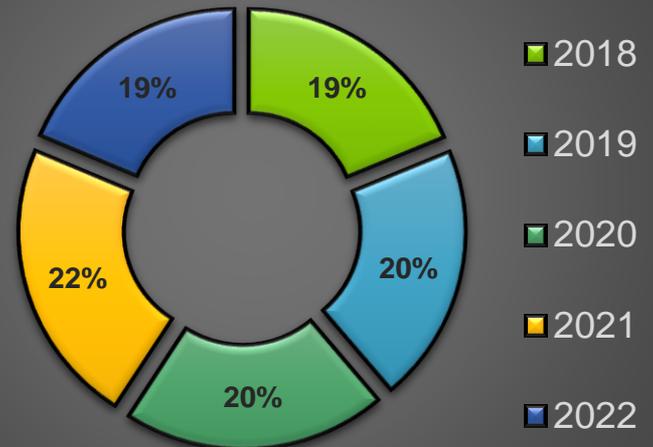
DO - Implementierung Digitale Energiemanagement – Software: Beispiel: Template für Betrieb

Vergleich des Stromverbrauchs
[kWh] je Student



| Art | Strom | Strom | Strom | Strom | Strom |
|----------------------------|--------|-----------------|--------|---------|--------|
| Jahr | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| Verbrauch [KWh] Je Student | 334,75 | Nicht Vorhanden | 256,94 | 292,582 | 318,55 |

Vergleich des Wärmeverbrauchs
[kWh] Je Student



| Art | Wärme | Wärme | Wärme | Wärme | Wärme |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Jahr | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| Verbrauch [KWh] Je Student | 2543440 | 2727790 | 2752721 | 3028219 | 2522690 |

DO – Soziale Nachhaltigkeit: Bewusstseins- und Wirkungsindikatoren zur gelebten Nachhaltigkeit und deren Messbarkeit“



Abb. Welt in den Händen (zu finden auf: <https://images.app.goo.gl/5nWtr2miER6pmUX48> stand: 23.06.21)

Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung haben nur einen Nutzen wenn:

- sie von den einzelnen Akteuren verstanden und gelebt werden.
- ein Bewusstsein zur nachhaltigen Entwicklung vorhanden ist.
- eine Bereitschaft zur Weiterentwicklung besteht.
- einzelne Akteure Verantwortung für ihr handeln übernehmen wollen.
- die Maßnahmen messbar und validierbar sind.

Einordnung des Bewusstseins (wo stehe ich?)

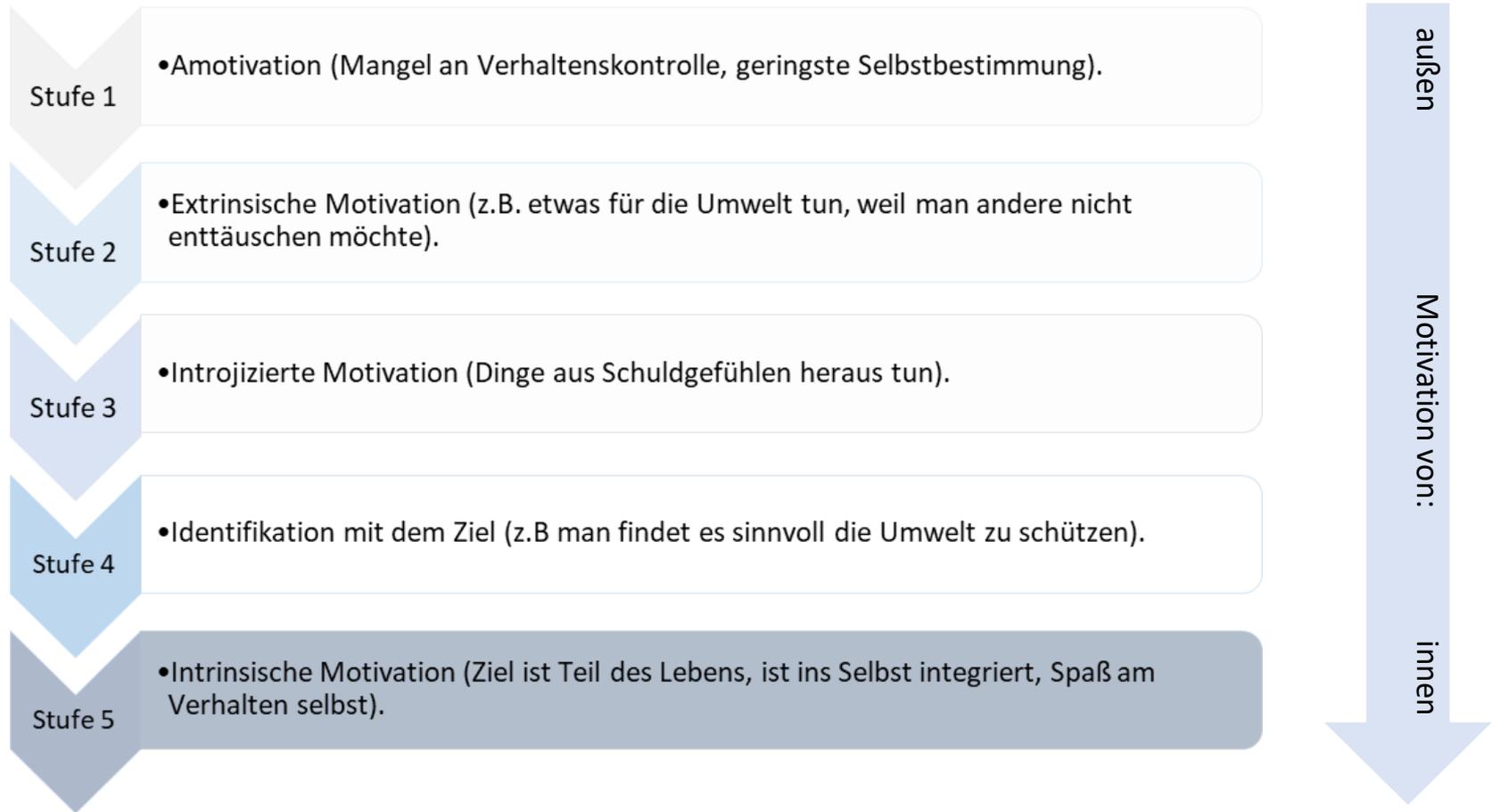
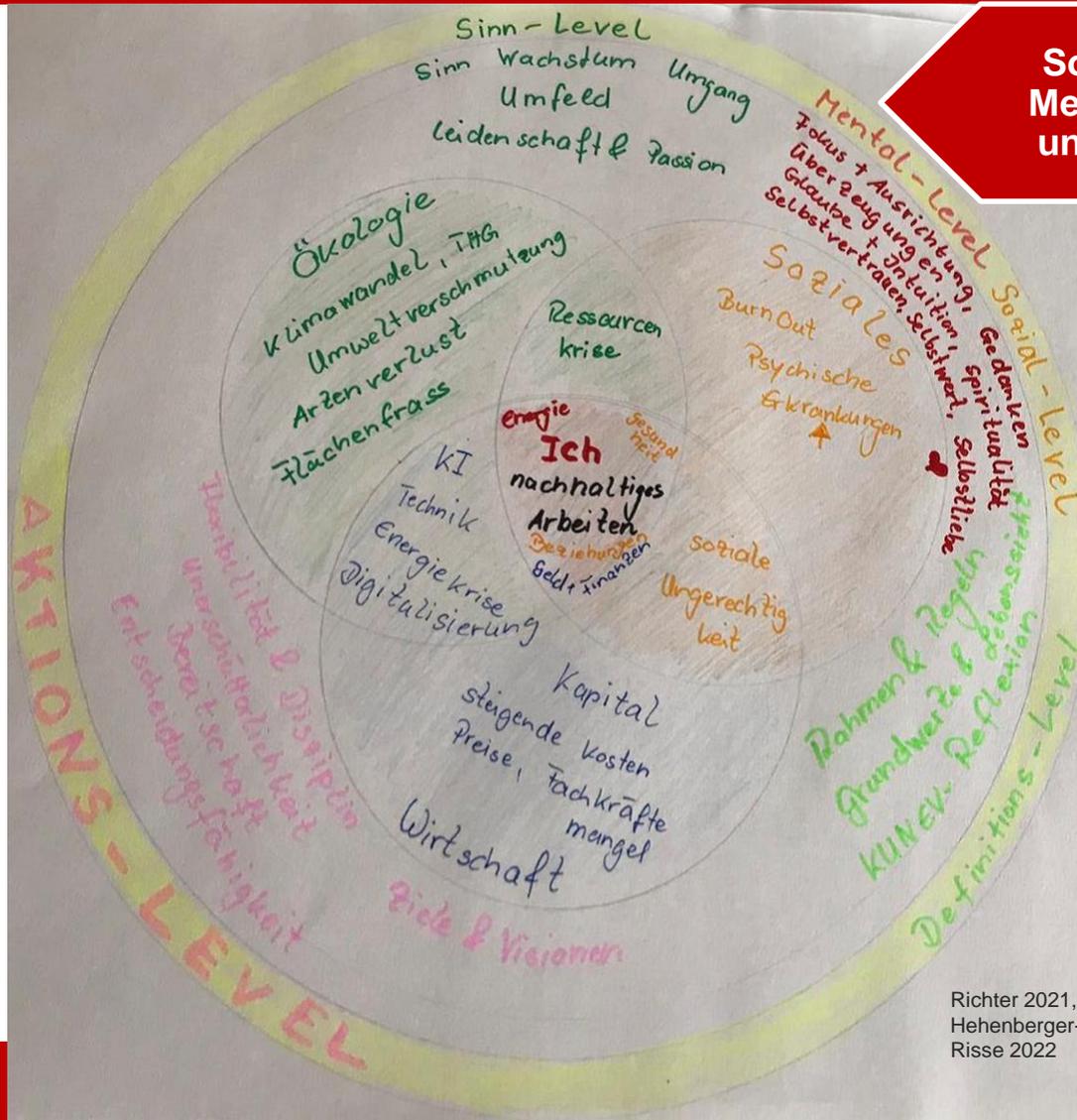


Abbildung Die 5 Stufen von Amotivation zu intrinsischer Motivation (Kibbe 2017, Roscher 2021)

DO - Soziale Nachhaltigkeit: Nachhaltigkeits-Transformations-Coaching

Soziales – Coaching mit mentalen
Methoden von der persönlichen zur
unternehmerischen Nachhaltigkeit



Richter 2021,
Hehenberger-
Risse 2022

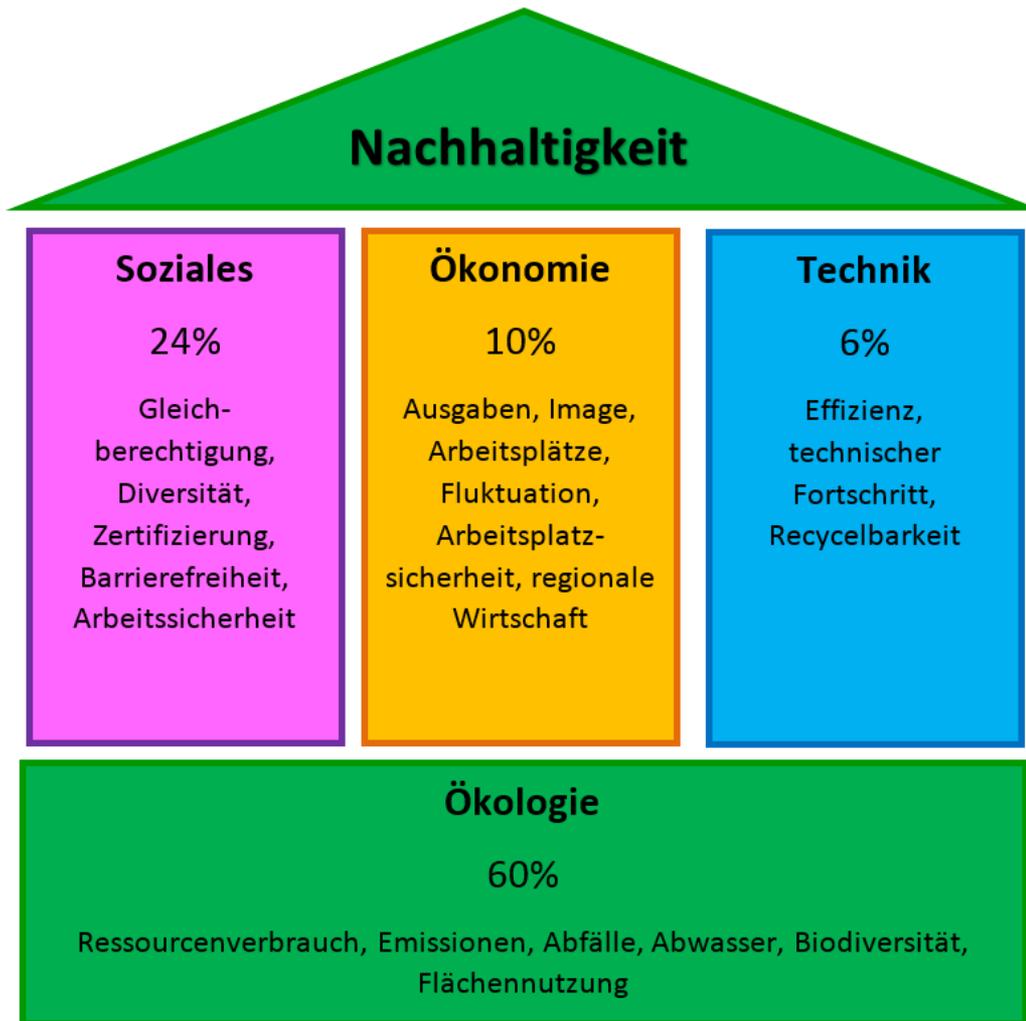
Check



Bild: Mills21 / Bigstock.com

https://www.111tipps.de/wp-content/uploads/2020/03/Excel_077.jpg

Messung Nachhaltigkeits-Impact als Teil des Nachhaltigkeitsmanagementsystem auf Basis der „starken Nachhaltigkeit“



Modell der starken Nachhaltigkeit unter Beachtung der international gültigen **SDGs** (Sustainability Development Goals)



ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

17 ZIELE, DIE UNSERE WELT VERÄNDERN



Check

Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen

Ergebnis der Nachhaltigkeitsanalyse

Druckvorlage

Nummerische Auswertung
Kann zum direkten Vergleich,
verschiedener Maßnahmen eingesetzt
werden

| Nachhaltigkeitsanalyse „Personal & Kommunikation“ | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-----|
| Maßnahme | Kriterium | Kriterium 1 | | | | | Kriterium 2 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Ziele | 1. Ziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 167 |
| | 2. Ziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 167 |
| | 3. Ziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 167 |
| | 4. Ziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 167 |
| Sachziele | 1. Sachziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 117 |
| | 2. Sachziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 117 |
| | 3. Sachziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 117 |
| | 4. Sachziel | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 117 |
| Ökonomie | 1. Ökonomie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 44 |
| | 2. Ökonomie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 44 |
| | 3. Ökonomie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 44 |
| | 4. Ökonomie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 44 |
| Sozialökologie | 1. Sozialökologie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 94 |
| | 2. Sozialökologie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 94 |
| | 3. Sozialökologie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 94 |
| | 4. Sozialökologie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 94 |

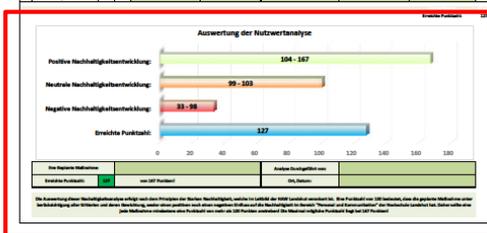


Abb.: 6.4.1

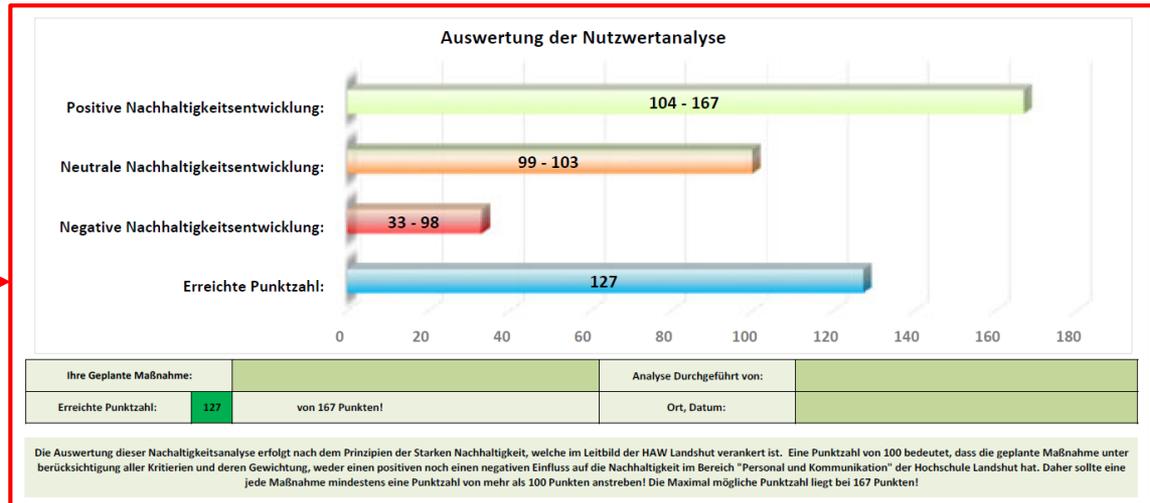
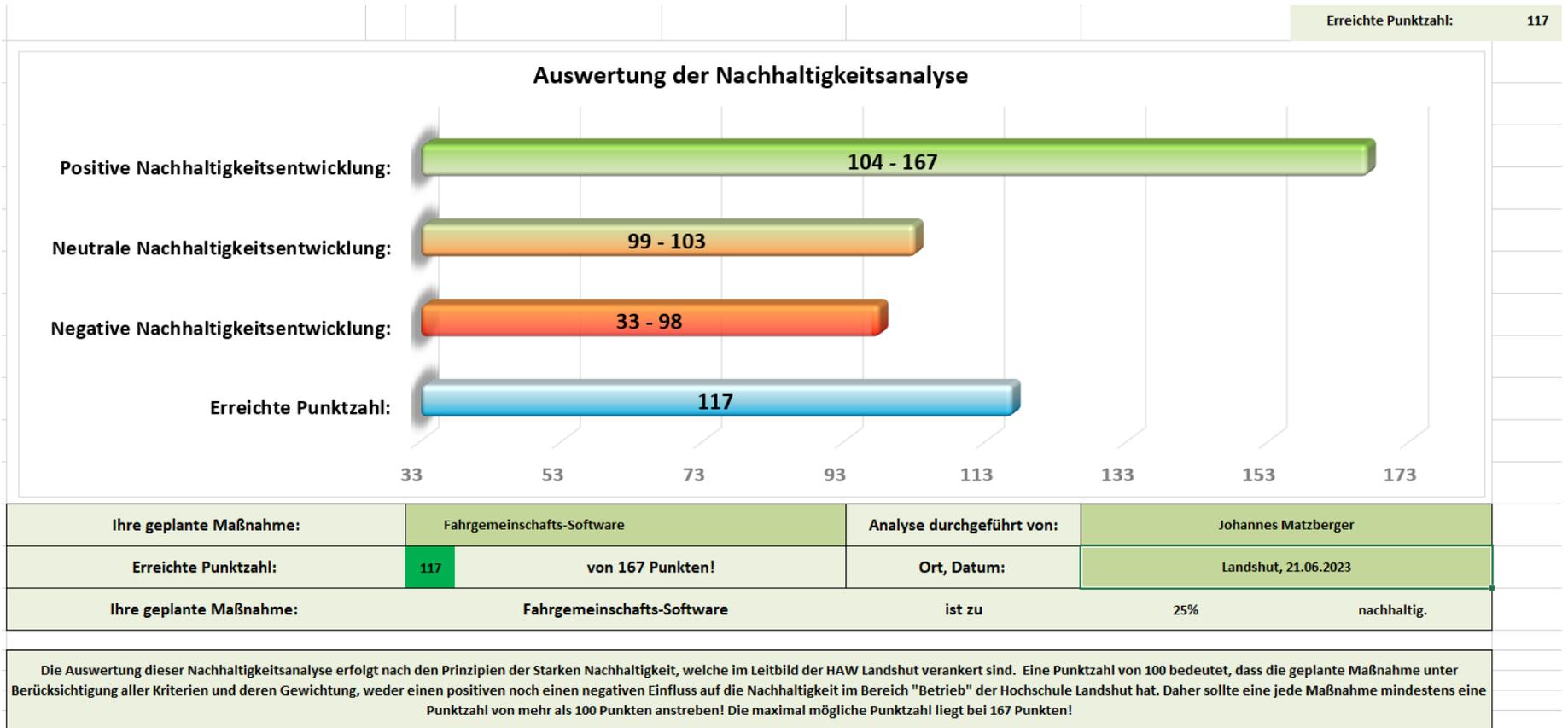


Abb.: 6.4.2

Abb. 6.4.1.: Nachhaltigkeitsanalyse „Personal & Kommunikation“
Abb. 6.4.2.: Ergebnis einer Musterbewertung im Handlungsfeld „Personal & Kommunikation“
Quelle: Bewertungsmatrix_Nachhaltigkeit_Landshut_20190515 – Baier Maximilian

Nachhaltigkeitsbewertung von Maßnahmen



Check: E-Ladesäulen an der Hochschule Landshut: Nachhaltigkeitsbewertung und Handlungsempfehlung

- Die Nachhaltigkeitsanalyse ergibt: **9% Nachhaltigkeit**

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|
| Ihre geplante Maßnahme: | E-Ladesäulen an der Hochschule | Analyse durchgeführt von: | Moritz Schaffner |
| Erreichte Punktzahl: | 106 von 167 Punkten! | Ort, Datum: | 31.05.2020 |
| Ihre geplante Maßnahme: | E-Ladesäulen an der Hochschule | ist zu | 9% nachhaltig. |

- Erster Anreiz zur Nutzung von E-Autos durch erste wenige Ladesäulen
- Nachfrageabhängiger weiterer Ausbau der Ladesäulen

Check: Bike-Sharing-Konzept: Nachhaltigkeitsbewertung und Handlungsempfehlung

- Die Nachhaltigkeitsanalyse ergibt: **33% Nachhaltigkeit**

| | | | |
|-------------------------|-----|---------------------------|-----------------|
| Ihre geplante Maßnahme: | | Analyse durchgeführt von: | |
| Erreichte Punktzahl: | 122 | von 167 Punkten! | Ort, Datum: |
| Ihre geplante Maßnahme: | | ist zu | 33% nachhaltig. |

- Projekt in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Landshut sinnvoll
- Vorteile für Hochschule **und** alle Bewohner der Stadt Landshut
- Steuerung der Buchung und des Schließsystems über App
- Möglichkeit der Einführung eines Preissystems z.B. pro Minute

Check – Überprüfung der Energieeinsparmaßnahme Absenkung Innenraumtemperatur auf max. 19°C

EnPI : [kWh/m²]

| | Wärmeverbräuche in [kWh/m ²] | | Einsparung | |
|-----------|--|-------|--------------------------------------|---------|
| | 2021 | 2022 | Absolutwert in [kWh/m ²] | Prozent |
| September | 2,84 | 1,43 | 1,41 | 50% |
| Oktober | 4,10 | 3,95 | 0,15 | 4% |
| November | 10,59 | 7,88 | 2,71 | 26% |
| Dezember | 11,74 | 9,91 | 1,84 | 16% |
| Gesamt | 26,44 | 21,74 | 4,70 | 18% |

- Insgesamt gibt es beim Ressourcenverbrauch am Campus leichte Tendenzen nach unten. Die CO₂-Emissionen für den Bereich Scope 1 und 2 sind im Vergleich zu anderen Hochschulen bereits sehr gering. Auf den Scope 3 hat die Hochschule nur indirekt Einfluss, daher sind hier die Lieferketten zu optimieren. Zur Verbesserung der Ressourceneffizienz werden folgende Empfehlungen ausgesprochen.
 1. Umstellung auf Recyclingpapier
 2. Durchgehende Erfassung der Verbräuche von Wasser und ggfs. Strom, Wärme und Erarbeitung eines optimierten Raum- und Energiebedarfskonzepts anhand der Echtzeitbedarfserfassung.
 3. Weiterentwicklung Mobilitätskonzept und Entwicklung der Fahrgemeinschafts-App zur weiteren Senkung der CO₂-Emissionen

Projekt AlFinaH – Alternative Finanzierungs- und Betreibermodelle für nachhaltige, klimaneutrale Hochschulen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Verbundpartner



Verbundpartner

FH·W-S

Hochschule
für angewandte Wissenschaften
Würzburg-Schweinfurt

Ansprechpartner:



Prof. Dr. Ulrich Müller-
Steinfahrt
[Ulrich.Mueller-
Steinfahrt@fhws.de](mailto:Ulrich.Mueller-Steinfahrt@fhws.de)



Verbundkoordination



Prof. Dr. Diana
Hehenberger-Risse
[diana.hehenberger-
risse@haw-landshut.de](mailto:diana.hehenberger-risse@haw-landshut.de)

Projektkoordination:



Sandra Frey
[sandra.frey@haw-
landshut.de](mailto:sandra.frey@haw-landshut.de)
+ 49 (0)871 - 506 249

Verbundpartner



Ansprechpartner:



Prof. Dr. Christiane Hellbach
c.hellbach@oth-aw.de

Zentrale Forschungsfrage und Ziele des Projektes



Welche Möglichkeiten haben Hochschulen Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsmaßnahmen ohne staatliche Förderung zu finanzieren?

Ziele:

- Entwicklung alternativer Finanzierungs- und Betreibermodelle, um die Finanzierung von Reduktions- und Kompensationsmaßnahmen an Hochschulen zu ermöglichen
- Verteilung der Kosten über die Gesamtgesellschaft für eine beschleunigte Transformation zu nachhaltigen und klimaneutralen Hochschulen
- Weitergabe und Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse an Hochschulen und andere Bildungseinrichtungen mittels Handlungsleitfaden

Hochschule Landshut: Bewertungsmodelle

Entwicklung des CO₂-Einsparnachweises

- LCA
- GAP-Analyse

Entwicklung des Nachhaltigkeitskompasses

- LCA
- Social LCA
- Gemeinwohlbilanzierungsmodell

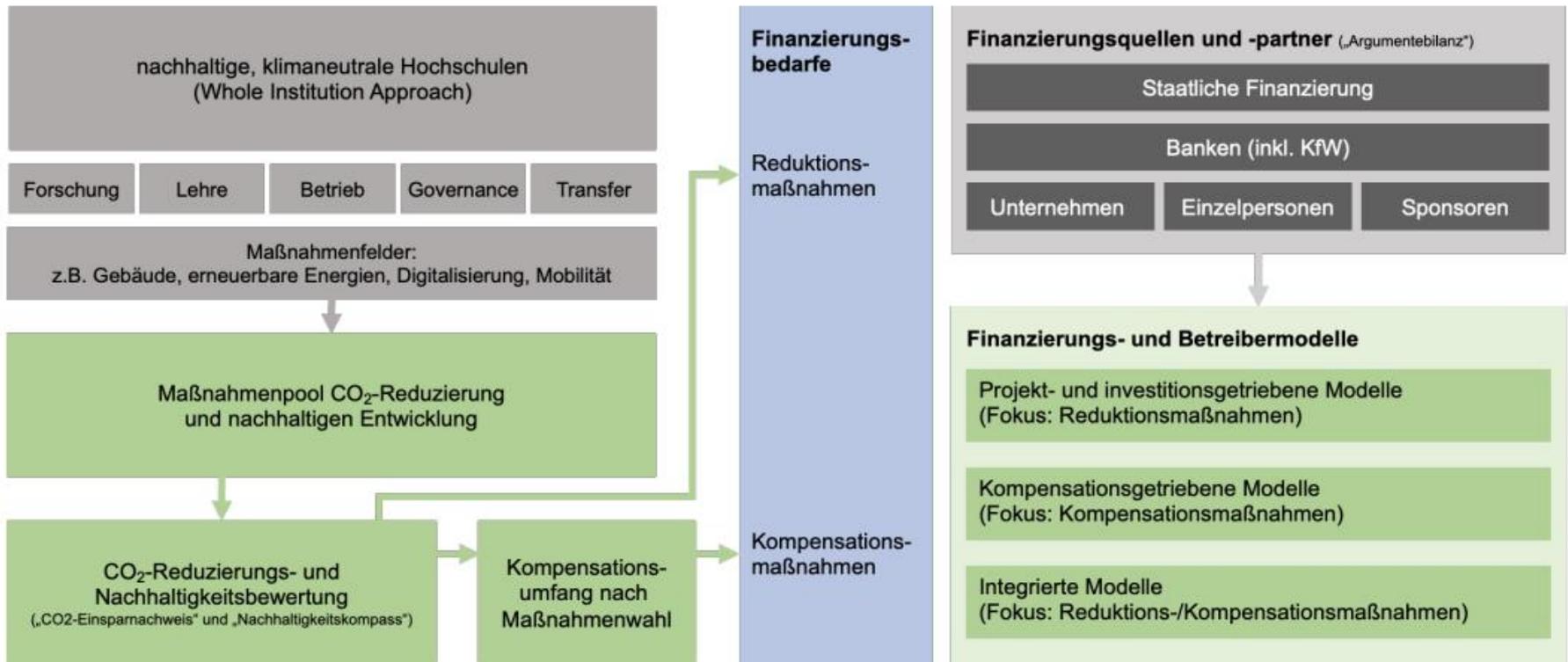
Erfassung der Kompensationsmöglichkeiten

- Benchmarking
- Experten/innen Interviews

Entwicklungskonzept für Anwendungstests in Reallaboren

- Simulationssoftware

Überblick



Quelle: Projektantrag: „Alternative Finanzierungs- und Betreibermodelle für nachhaltige, klimaneutrale Hochschulen“ (AlFinaH)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Möglichkeit zur Teilnahme am
Transformations-Coaching inkl.
Nachhaltigkeits-
Zertifikatehandel**

**Anfragen bitte per e-mail an:
diana.hehenberger-risse@haw-landshut.de**

Prof. Dr. Diana Hehenberger-Risse
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut

Tel. +49 170 91 24 286
diana.hehenberger-risse@haw-landshut.de
www.haw-landshut.de

3 Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Blech: World Steel Association. (2019). Steel's contribution to a low carbon Europe 2050. Abgerufen am 4. Mai 2023, von <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:28c02b05-c7f4-4c17-a7a1-750ef032f7ad/Steel's%20contribution%20to%20a%20low%20carbon%20Europe%202050.pdf>
2. Baustellenabfall,, gem. Gewerbeabfall, Bauschutt, Altholz*, Grüngut, Mischpapier: Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse). (2017). Altholz-Recycling in Deutschland. Abgerufen am 4. Mai 2023, von https://www.bvse.de/fileadmin/user_upload/Themen/Abfallwirtschaft/Altholz-Recycling_in_Deutschland_2017.pdf
*Behandlungszustand unberücksichtigt, aus Rohdaten nicht ermittelbar
3. Laborchemikalien*: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es5056383>
4. Farben & Lacke: https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/54513492/FULL_TEXT.PDF
5. Brennbare Flüssigkeiten: <https://www.iea.org/reports/the-carbon-footprint-of-petrochemicals>