

Ökobilanzielle Untersuchung der Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels

Bachelorarbeit

in dem Studiengang

„Umweltingenieurwesen – nachhaltige Siedlungsplanung, Bachelor of Engineering“

vorgelegt von

Dendi Gumiwang Wirahadikusuma

Matrikelnummer: 763680

Betreuung:

Referentin:

Prof. Dr.-Ing. Iris Steinberg

Hochschule Darmstadt

Korreferent:

Patrick Brandes, M.Eng

Hochschule Darmstadt

März 2023

FACHBEREICH BAU- UND UMWELTINGENIEURWESEN

B A C H E L O R A R B E I T

SCHWERPUNKT	Kreislaufwirtschaft/Umwelttechnik
THEMA DER ARBEIT	Ökobilanzielle Untersuchung der Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels
VERFASSER	Dendi Gumiwang Wirahadikusuma
MATRIKELNUMMER	763680
REFERENTIN	Prof. Dr.-Ing. Iris Steinberg Hochschule Darmstadt
KORREFERENT	Patrick Brandes, M.Eng Hochschule Darmstadt
AUSGABEDATUM	03.01.2023
ABGABEDATUM	27.03.2023

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die im Quellenverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Das gilt auch für Quellen, die ich selbst für andere Zwecke erstellt habe. Die Zeichnungen oder Abbildungen in der Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen. Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfung oder Prüfungsbehörde eingereicht worden. Mir ist bekannt, dass ein Täuschungsversuch, der zur Exmatrikulation führen kann, vorliegt, wenn sich die vorstehende Erklärung als unrichtig erweist.

Datum: 27.03.2023

Unterschrift des Verfassers:



Die Arbeit umfasst 46 Seiten und 1 Anlage

BACHELORARBEIT
Dendi Wirahadikusuma
Fach: Kreislaufwirtschaft/Umwelttechnik

**Ökobilanzielle Untersuchung der Umweltauswirkungen
der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels**

Einhergehend mit dem technologischen Fortschritt der Menschheit nehmen auch die spezifischen Umweltauswirkungen der Bevölkerung bzw. jedes einzelnen Menschen zu. Dies hat insbesondere in den letzten Jahrzehnten zu einem steigenden Umweltbewusstsein der Gesellschaft geführt. Immer mehr Menschen reflektieren ihr eigenes Verhalten und legen Wert darauf, z. B. den mit ihrem Handeln/ihren Entscheidungen verbundenen Ausstoß an Kohlenstoffdioxid (CO₂) so niedrig wie möglich zu halten, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Möglichkeiten, negative Umweltauswirkungen zu minimieren, bestehen in sämtlichen Bereichen des täglichen Lebens. Um dem Wunsch eines nachhaltigeren Aufenthalts in Hotels nachzukommen, entwickelt die Organisation Project Wings gGmbH unter dem Namen „WingsCoin“ ein Konzept, in welchem Hotelgäste digital ihre tägliche Zimmerreinigung abbestellen können. Aktuell wird das Konzept in Kooperation mit zwei deutschen Hotels, einem Drei- und einem Viersternehotel, erarbeitet.

Herr Wirahadikusuma soll im Rahmen seiner Bachelorarbeit die potentiellen Umweltauswirkungen einer Zimmerreinigung in deutschen Hotels in Anlehnung an die DIN ISO 14040/14044 ermitteln. Die hieraus gewonnen Erkenntnisse werden Hotelbesucher bei einer „Abbestellung“ der täglichen Zimmerreinigung mitgeteilt und führen so zu einer weiteren Sensibilisierung der Hotelgäste bezüglich Umweltauswirkungen ihres Aufenthaltes und bewegen diese ggf. dazu, auf weitere nicht notwendige Zimmerreinigungen zu verzichten. Die hierfür benötigten Daten soll Herr Wirahadikusuma in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Hotels generieren und falls nötig durch Literaturrecherchen vervollständigen.

Dazu sind mindestens folgende Arbeitsschritte zu leisten:

- Literaturrecherche bezüglich bereits durchgeführter Studien im Bereich der Zimmerreinigung sowie der aktuellen Lage der Hotellerie
- Kurz-Charakterisierung der Methode der Ökobilanz nach DIN/ISO 14040/14044
- Durchführung Fallstudie Zimmerreinigung
 - Aufstellung von Ziel und des für die Zimmerreinigung relevanten Untersuchungsrahmens sowie Festlegung der funktionellen Einheit
 - Durchführung der Sachbilanz für einzelne sinnvoll zu wählende Prozessmodule auf Basis einer Ist-Zustands-Analyse (Generierung von Primärdaten durch Interviews in den Hotels) sowie Vervollständigung fehlender Daten durch Sekundärdaten aus der Literatur
 - Entwicklung und modellhafte Umsetzung des aufgestellten Systems sowie der Ermittlung möglicher Umweltauswirkungen in Anlehnung an die Methode der Ökobilanzierung mit der Software openLCA
 - Ermittlung der Umweltauswirkungen einzelner Prozessmodule und Aufbereitung zur Übertragung der Ergebnisse auf Hotels mit abweichenden Ausgangsbedingungen, z. B. variierende Zimmergrößen oder unterschiedliche Bodenbeläge

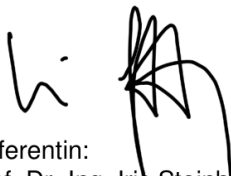
- Auswertung und Empfehlungen unter Berücksichtigung der Belastbarkeit und Datenqualität
- Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien
- Schlussfolgerungen und Fazit
- Ausblick auf weiteren Untersuchungsbedarf
- Zusammenfassung

Die Arbeit ist in Form eines Erläuterungsberichtes mit allen erforderlichen Anlagen sowie einer Kurzfassung (in deutscher und englischer Sprache) und eines Posters zu dokumentieren.

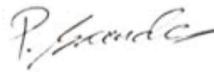
Die Arbeit ist in gedruckter und elektronischer Form einzureichen; das Poster sowie weitere Berechnungen und Datenbanken sind in digitaler Fassung (Datenbank im Zolca-Format) abzugeben. Die Anleitung zum Verfassen einer Abschlussarbeit im Umweltingenieurwesen ist zu beachten.

Ausgabe der Arbeit: 03.01.2023

Abgabe der Arbeit: 27.03.2023



Referentin:
Prof. Dr.-Ing. Iris Steinberg
Hochschule Darmstadt



Korreferent:
Patrick Brandes. M.Eng.
Hochschule Darmstadt

I Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei allen Mitarbeitern*innen von Project Wings sowohl in Deutschland als auch in Indonesien bedanken, insbesondere bei Leonie und Marc. Ohne Project Wings wäre die Idee, diese Studie durchzuführen, nicht zustande gekommen. Außerdem möchte ich Johann, meinem Betreuer während meines Praktikums bei Project Wings, dafür danken, dass er mich auf die Idee zu dieser Studie gebracht hat.

Des Weiteren möchte ich meiner Referentin Frau Steinberg und meinem Korreferent Patrick dafür danken, dass sie diese Studie ermöglicht haben und mir mit Rat und konstruktiven Feedbacks zur Seite gestanden haben.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern*innen des Hotel X und des Hotel Zum Schwarzen Bären. Insbesondere der Hausdame des Hotels X und Pia vom Hotel Zum Schwarzen Bären, die mir die für diese Studie notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt haben.

Ich möchte mich auch bei all meinen Freunden in Darmstadt, Koblenz und Indonesien bedanken, die mich während dieser Studie unterstützt und ermutigt haben.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Partnerin Helena bedanken, die mich während der Erstellung dieser Arbeit begleitet und ermutigt hat.

Schließlich möchte ich meiner Familie in Indonesien danken: meinem Vater Ahadiat, meiner Mutter Elsa und meinen Geschwistern Maya, Bayu und Nadya, die immer für mich da sind.

Ich widme diese Studie meiner Mutter, die mich nicht bis zum Ende meines Studiums begleiten konnte. Ihre Liebe werden für immer in mir bleiben.

II Kurzfassung - Abstract

Ökobilanzielle Untersuchung der Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels

Das Thema Hygiene und Sauberkeit ist in der Hotellerie schon immer ein wichtiges Thema gewesen. In letzter Zeit hat sich jedoch ein Trend entwickelt: Hotels bieten ihren Gästen die Möglichkeit, die tägliche Zimmerreinigung abzubestellen. Es wird argumentiert, dass die tägliche Zimmerreinigung erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt hat. Doch wie groß sind die Umweltauswirkungen? Diese Frage steht im Mittelpunkt dieser Studie. Diese Studie verwendet die Ökobilanzmethode, die sich an DIN/ISO 14040/14044 orientiert, um die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels zu untersuchen. Dabei werden die Wirkungskategorien Treibhauspotenzial, Wasserverbrauchspotenzial und kumulierter Energieaufwand untersucht. Außerdem werden die bedeutendsten Faktoren bei der täglichen Hotelzimmerreinigung ermittelt. Die Studie verwendet Daten aus direkten Hotelbesichtigungen und Literaturrecherche, die anschließend mit dem Programm openLCA verarbeitet werden. Am Ende dieser Studie werden Sensitivitätsanalysen und Vergleiche mit ähnlicher Studie durchgeführt, um die Ergebnisse zu validieren und Schlussfolgerungen zu ziehen.

Life Cycle Assessment of the Environmental Impact of Daily Room Cleaning in German Hotels

Hygiene and cleanliness have always been a major concern in the hotel industry. Recently, however, a trend has developed: Hotels are offering their guests the opportunity to opt out of the daily room cleaning service. It is argued that daily room cleaning has a significant impact on the environment. But just how big is the impact on the environment? This is the question that is at the center of this study.

Using the Life Cycle Assessment method oriented on DIN/ISO 14040/14044, this study will examine the environmental impact of daily room cleaning in German hotels. The impact categories global warming potential, water consumption potential and cumulative energy demand will be examined. In addition, the most important factors in the daily cleaning of hotel room will be identified.

The study is based on data collected by visiting the hotels directly and by reviewing the literature. The data are processed using the openLCA program. At the end of the study, sensitivity analyses and comparisons with similar studies are performed to validate the results and draw conclusions.

III Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	I
I Danksagung.....	III
II Kurzfassung - Abstract	IV
III Inhaltsverzeichnis	V
IV Abbildungsverzeichnis.....	VIII
V Tabellenverzeichnis.....	IX
VI Abkürzungsverzeichnis.....	X
1 Einleitung	1
2 Aufbau der Arbeit.....	2
3 Vorherige Studien	4
4 Grundlagen	5
4.1 Tägliche Zimmerreinigung in der Hotellerie	5
4.1.1 Gesetzliche Lage	5
4.1.2 Bestandteil der täglichen Zimmerreinigung.....	6
4.1.3 Ablauf der täglichen Zimmerreinigung	6
4.1.4 Abbestellung der täglichen Zimmerreinigung.....	7
4.2 Project Wings gGmbH	8
4.3 Untersuchte Hotels	9
5 Ziel und Untersuchungsrahmen	10
5.1 Ziel der Studie.....	10
5.2 Zielgruppe	10
5.3 Funktionelle Einheit	10
5.4 Untersuchtes Produktsystem	11
5.4.1 Variante A – Fußboden	11
5.4.2 Variante B – Teppichboden.....	14
5.5 Grenze und Limitierung der Studie	16
5.6 Allokation	16
6 Sachbilanz	17
6.1 Variante A – Fußboden	17

6.1.1	Wischmopp	17
6.1.2	Mikrofasertuch	20
6.1.3	Bodenreinigung	22
6.1.4	Möbelreinigung	23
6.1.5	Badezimmerreinigung	23
6.2	Variante B – Teppichboden	26
7	Wirkungsabschätzung	28
7.1	Wirkungskategorie	28
7.1.1	Treibhauspotenzial (GWP100)	28
7.1.2	Wasserverbrauchspotenzial (WCP)	28
7.1.3	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	28
7.2	Ergebnisse	29
8	Auswertung	31
8.1	Variante A	31
8.2	Variante B	33
9	Sensitivitätsanalyse	35
9.1	Szenarien	35
9.1.1	Szenario 1	35
9.1.2	Szenario 2	35
9.1.3	Szenario 3	35
9.1.4	Szenario 4	36
9.1.5	Szenario 5	36
9.1.6	Szenario 6	36
9.2	Variante A	37
9.3	Variante B	38
9.4	Zusammenfassung der Sensitivitätsanalyse	40
10	Datenqualitätsanalyse	41
11	Vergleich mit vorliegenden Studien	42
12	Fazit	43
12.1	Handlungsempfehlung	43

12.2	Ausblick auf weiteren Untersuchungsbedarf.....	44
13	Zusammenfassung	45
VII	Literaturverzeichnis	I

IV Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufdiagramm (iterativer Prozess).....	2
Abbildung 2: Bestandteil der täglichen Zimmerreinigung	6
Abbildung 3: Mobile-Ansicht von Wings Coin (Wings Coin, 2023).....	8
Abbildung 4: Grenze des Produktsystems der Variante A, eigene Darstellung	13
Abbildung 5: Grenze des Produktsystems der Variante B, eigene Darstellung	15
Abbildung 6: Produktsystem der Variante A mit Werten.....	25
Abbildung 7: Produktsystem der Variante B mit den jeweiligen Werten	27
Abbildung 8: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung.....	29
Abbildung 9: Anteil der Energiequellen für den kumulierten Energieaufwand	30
Abbildung 10: Beitrag der Umweltauswirkungen der Teilreinigungen (Variante A) .	31
Abbildung 11: Beitragsanalyse der Badezimmerreinigung der Variante A	32
Abbildung 12: Beitragsanalyse der Bodenreinigung der Variante A	32
Abbildung 13: Beitrag der Umweltauswirkungen der Teilreinigungen (Variante B) .	33
Abbildung 14: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante A.....	37
Abbildung 15: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante A, nichterneuerbare Energie	38
Abbildung 16: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante B.....	38
Abbildung 17: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante B, nichterneuerbare Energie	39
Abbildung 18: Grafische Darstellung der Zusammenfassung der Sensitivitätsanalyse	40

V Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Materialien für das Produktsystem der Variante A.....	11
Tabelle 2: Verwendete Materialien für das Produktsystem der Variante B.....	14
Tabelle 3: Wischmopp-Herstellung	17
Tabelle 4: Wischmopp-Transport	17
Tabelle 5: Waschmaschinen – Mittlerer Wasser- und Stromverbrauch	18
Tabelle 6: Trockner – Mittlerer Wasser- und Stromverbrauch.....	19
Tabelle 7: Waschen und Trocknen vom Wischmopp.....	20
Tabelle 8: Lebenswegende vom Wischmopp	20
Tabelle 9: Mikrofasertuch-Herstellung.....	21
Tabelle 10: Mikrofasertuch-Transport	21
Tabelle 11: Waschen und Trocknen vom Mikrofasertuch.....	22
Tabelle 12: Lebenswegende vom Mikrofasertuch	22
Tabelle 13: Fußbodenreinigung.....	23
Tabelle 14: Möbelreinigung	23
Tabelle 15: Badezimmerreinigung.....	24
Tabelle 16: Teppichbodenreinigung	26
Tabelle 17: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung	29
Tabelle 18: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung (Variante A).....	31
Tabelle 19: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung (Variante B).....	33
Tabelle 20: Wasser- und Stromverbrauch der Referenzgeräte des Szenarios 2	35
Tabelle 21: Vergleich der Ergebnisse dieser Studie und der Studie von Bruinsma (2016).....	42
Tabelle 22: Zusammenfassung der Ergebnisse	46

VI Abkürzungsverzeichnis

CED	Cumulative Energy Demand
cm	Centimeter
DEHOGA	Deutscher Hotel- und Gaststättenverband e. V.
g	Gramm
GWP	Global Warming Potential
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
J	Jahre
KEA	Kumulierter Energieaufwand
kg	Kilogramm
kWH	Kilowattstunde
l	Liter
LCA	Life Cycle Assessment
LCEA	Life Cycle Energy Analysis
m ²	Quadratmeter
ml	Milliliter
Stk	Stückzahl
WCP	Water Consumption Potential

1 Einleitung

Die COVID-19-Pandemie hat sich weltweit stark auf die Hotelindustrie ausgewirkt, so auch in Deutschland, wo die Anzahl der Hotelübernachtungen in den Jahren 2020 und 2021 im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zurückgegangen ist (Graefe, 2023a). Darüber hinaus hat die Pandemie die Hotels vor neue Herausforderungen in Bezug auf die Reinigungstätigkeit gestellt, insbesondere bei der täglichen Reinigung der Hotelzimmer. Auf die Hygiene und Sauberkeit in den Zimmern muss geachtet werden, gleichzeitig ist aber der Kontakt zwischen Reinigungspersonal und Hotelgästen zu minimieren. Dies hat viele Hotels dazu veranlasst, ihren Gästen die Möglichkeit zu bieten, auf die tägliche Zimmerreinigung zu verzichten. Erst nach der Abreise oder nach bestimmten Tagen wird das Zimmer gereinigt, und somit kann das Verbreitungspotential der Viren vermieden werden. Einige Hotels organisiert diese Option selbst an, andere nutzen Dienstleistungen von externen Firmen bzw. Organisationen, um schnellere und einfachere Prozesse zu schaffen. Ein solcher Dienstleister ist die Project Wings gGmbH, eine gemeinnützige Organisation, die im Bereich des Umweltschutzes tätig ist, mit ihrer Dienstleistung namens Wings Coin.

Dies wird in einigen Hotels, wie beispielsweise Hotel „Zum Schwarzen Bären“ in Koblenz, von den Gästen mit Begeisterung aufgenommen. Hotelgäste bestellen die tägliche Zimmerreinigung aus verschiedenen Gründen ab: aus Sorge um die Privatsphäre, aufgrund der Belohnung von den Hotels oder aus Gründen des Umweltschutzes. Jedoch stellt sich die Frage: wie groß sind die Umweltauswirkungen von der täglichen Zimmerreinigung in Hotels tatsächlich? Sind die Auswirkungen von Hotel zu Hotel unterschiedlich? Und welche Faktoren haben einen wesentlichen Einfluss darauf? Mit zunehmendem Umweltbewusstsein in der Gesellschaft wird dies immer wichtiger.

Diese Studie, die von der Project Wings gGmbH beauftragt wurde, versucht die gestellten Fragen mithilfe einer ökobilanziellen Methode, die sich an DIN/ISO 14040/14044 orientiert, zu beantworten.

2 Aufbau der Arbeit

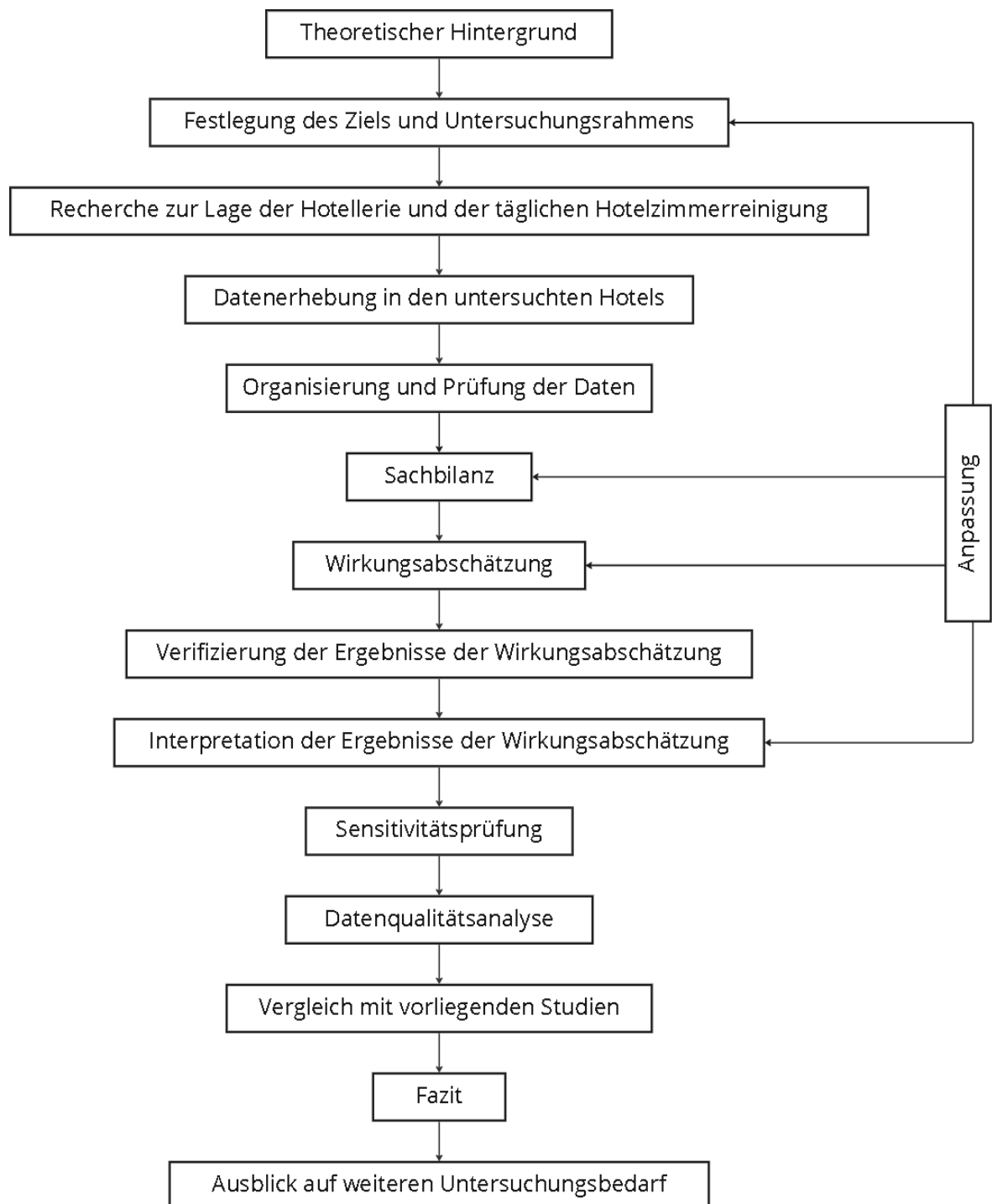


Abbildung 1: Ablaufdiagramm (iterativer Prozess)

Die in dieser Studie verwendete Methode ist die an DIN ISO 14040/14044 orientierte Ökobilanzmethode. Die Ökobilanz oder Life Cycle Assessment (LCA) ist laut Frischknecht (2020) eine Methode, um die mit einem Produkt oder einer Dienstleistung verbundenen Umweltauswirkungen abzuschätzen. Sie erfasst und bewertet die Umweltauswirkungen eines Produktes oder einer Dienstleistung von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung und Nutzung bis zur Entsorgung (*cradle to grave*). Für die Durchführung der Ökobilanz wird ein Programm zur Abschätzung der Umweltauswirkungen verwendet, wie z. B. SimaPro, GaBi, Umberto und openLCA. Das in dieser Studie verwendete Programm ist openLCA mit der Datenbank ecoinvent 3.9.1. openLCA ist ein kostenloses Open-Source-Programm für Nachhaltigkeit und Ökobilanzierung (openLCA, o. J.b), die von GreenDelta entwickelt wurde, einem unabhängigen Unternehmen im Bereich Nachhaltigkeit mit Sitz in Berlin, Deutschland (openLCA, o. J.a). ecoinvent ist mittlerweile die bekannteste LCA-Datenbank weltweit und wird von mehr als 5000 Organisationen weltweit genutzt (openLCA nexus, o. J.).

In dieser Studie wurde zunächst der theoretische Hintergrund zum Thema tägliche Zimmerreinigung in deutschen Hotels erarbeitet. Auf Basis der Hintergrundtheorie wurden das Ziel und der Untersuchungsrahmen der Studie formuliert. Danach wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um möglichst viele detaillierte Informationen zu sammeln. Ziel dieser Recherche ist es unter anderem, die direkte Datenerhebung in den zu untersuchenden Hotels vorzubereiten. Dann wurden die Hotelbesichtigungen durchgeführt. Ziel war die Dokumentation der im Rahmen der täglichen Zimmerreinigung durchgeführten Tätigkeiten sowie die Befragung des Hotelpersonals. Anschließend wurden die erhobenen Daten aus den Hotelbesichtigungen mit den Daten aus der Literaturrecherche verglichen. Die repräsentativeren Daten wurden als Grundlage für die Sachbilanz verwendet. Des Weiteren wurden die Daten im Rahmen der Wirkungsabschätzung mithilfe des Programms openLCA verarbeitet. Die gewählten Wirkungsabschätzungsmethoden sind ReCiPe 2016 v1.03, midpoint (H) und Cumulative Energy Demand (CED) von ecoinvent. Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung wurden überprüft, um mögliche Fehler zu vermeiden. Im Anschluss daran wurden die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung interpretiert. Das Ziel und der Untersuchungsrahmen, die Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung sowie die Interpretation wurden im Laufe dieser Arbeit mehrmals angepasst. Anschließend wurden Sensitivitätsanalysen für Faktoren durchgeführt, die eine wichtige Rolle spielen, oder wenn die für diese Faktoren verwendeten Daten als "nicht ausreichend repräsentativ" beurteilt wurden. Die Ergebnisse werden dann mit ähnlichen oder verwandten Studien verglichen, um eine zusätzliche Validierung zu ermöglichen. Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

3 Vorherige Studien

Es gibt mehrere Studien zum Thema Umweltauswirkungen von Hotelübernachtung. Eine davon ist die Studie mit dem Titel „Applying streamlined LCA to assess the environmental impact of the hotel branch“ von Bruinsma (2016) in den Niederlanden. In dieser Studie analysierte Bruinsma die durchschnittlichen Umweltauswirkungen einer eintägigen Hotelübernachtung eines Gastes, basiert auf dem mittleren jährlichen Verbrauch des Hotels. Das Referenzhotel war die Hotelkette Conscious in Amsterdam. Bruinsma unterteilte die Hoteldienstleistungen in mehrere Kategorien, unter anderem „Housekeeping“. Die Definition des Begriffs Housekeeping wird in dieser Studie aber nicht ausdrücklich erläutert. Bruinsma schrieb, dass Housekeeping-Tätigkeiten im Vergleich zu anderen Tätigkeiten wie dem Zimmerservice, dem Waschen in der externen Firma oder der Hotelgastronomie nur einen geringen Beitrag zur Umweltbelastung leisten. Bruinsma erläuterte jedoch, dass die Analyse der Umweltauswirkungen von Housekeeping nicht vollständig ist, da bei der Verarbeitung von Housekeeping bezogenen Daten nicht alle Produkte aufgrund ihrer geringen Menge und hohen Spezifität berücksichtigt wurden, wie z. B. Staubsauger. Zudem argumentierte Bruinsma, dass „es nicht zu erwarten ist, dass sich die Umweltauswirkungen vom Housekeeping wesentlich ändern, wenn die Produkte mit geringer Menge berücksichtigt werden“.

Andere verwandte Studie ist eine Studie mit dem Titel "Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation" von Filimonau et al. (2011). In dieser Studie wurden die Treibhausgasemissionen einer eintägigen Hotelübernachtung eines Gastes, basierend auf den Daten aus zwei Hotels in Poole, Dorset, Vereinigtes Königreich, mit der Methode der Lebenszyklus-Energieanalyse untersucht. In dieser Studie wurden die Treibhausgasemissionen in verschiedenen Kategorien wie Elektrizität, Hotelgebäude und Wäscheservice unterteilt. Die (tägliche) Zimmerreinigung besitzt jedoch keine eigene Kategorie. Außerdem wurde der Verbrauch von Reinigungs- und Waschmitteln in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Es gibt weitere Studien über die Umweltauswirkungen von Hotelübernachtung, aber wie bei der zweiten Studie, die Umweltauswirkungen der Zimmerreinigung werden nicht explizit dargestellt.

4 Grundlagen

In diesem Kapitel wird erläutert, was unter der täglichen Zimmerreinigung in Hotels zu verstehen ist. Danach werden das Prinzip und die Funktionsweise der Dienstleistung Wings Coin der Project Wings gGmbH erklärt. Abschließend werden eines der Hotels beschrieben, in dem Primärdaten für diese Studie erhoben wurden.

4.1 Tägliche Zimmerreinigung in der Hotellerie

Die Zimmerreinigung in Hotels kann in mindestens drei Arten unterteilt werden. Die erste ist die Zimmerreinigung nach der Abreise des Gastes (Abreisezimmerreinigung), die zweite ist die tägliche Zimmerreinigung während des Aufenthalts des Gastes und die dritte ist die Grundreinigung, wie z. B. die Fensterreinigung zweimal im Jahr oder die intensive Teppichreinigung alle drei Monate. Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der zweiten Zimmerreinigungsart, d. h. der täglichen Zimmerreinigung während des Aufenthalts des Gastes.

4.1.1 Gesetzliche Lage

Die tägliche Zimmerreinigung ist in Deutschland für alle vom deutschen Hotel- und Gaststättenverband e. V. (DEHOGA) klassifizierten Hotels obligatorisch (Luthe, 2020). Es besteht für die Gäste jedoch die Möglichkeit, die tägliche Zimmerreinigung abzubestellen. Der DEHOGA durch die deutsche Hotelklassifizierung hat das ausschließliche Recht, deutsche Hotels in Sterne-Kategorien zu klassifizieren, die Teilnahme der Hotels an dieser Klassifizierung ist jedoch freiwillig und kostenpflichtig. Bislang gibt es in Deutschland rund 6.900 klassifizierte Hotels, davon sind 3.993 Dreisternehotels und 2.442 Viersternehotels (Graefe, 2023b). Einer der Vorteile dieser Klassifizierung ist die eindeutigere Positionierung des Hotels, sodass das Hotel bessere Verkaufschancen hat (DEHOGA, 2023).

Die Hotels werden vom DEHOGA streng kontrolliert, um den Standard und die Kriterien, die der DEHOGA für jede Sternekategorie festlegt, einzuhalten. Je höher die Sternekategorie, desto höher sind die Anforderungen, die erfüllt werden müssen. Die Hotelklassifizierung hat eine Gültigkeitsdauer von 3 Jahren (DEHOGA, 2023). Allerdings veröffentlicht der DEHOGA keine ausführlichen Angaben zur täglichen Zimmerreinigung. Aus den Gesprächen mit zwei klassifizierten Hotels lässt sich schließen, dass es keine offiziellen Regeln oder Check-Listen für die tägliche Zimmerreinigung gibt (Hotel X, 2023) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a). Der Qualitätsstandard der täglichen Zimmerreinigung wird vom Hotel festgelegt, dabei wird u. a. geregelt, welche Reinigungsprozesse bei der täglichen Zimmerreinigung durchgeführt werden müssen und welche Hilfsmittel benötigt werden (Hotel X, 2023; Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a). Die beiden beobachteten Hotels haben jedoch das Farbleitsystem nach HACCP (Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte) bereits eingeführt, d. h.

die Verwendung von Reinigungstüchern mit unterschiedlichen Farben für jeden Einsatzbereich. So wird z. B. ein rotes Tuch für das WC, ein grünes Tuch für die Restoberflächen im Badezimmer und ein blaues Tuch zur Reinigung von Möbeln verwendet. Die drei Reinigungstücher werden nur für die Reinigung eines Zimmers einschließlich des Badezimmers verwendet, um die Verschleppung von Bakterien und Viren zu vermeiden (Hotel Pfösl, 2023), dies gilt ebenfalls für die Wischmopps. D. h. ein Zimmer wird nur mit unbenutzten Reinigungstextilien gereinigt.

4.1.2 Bestandteil der täglichen Zimmerreinigung

Im Großen und Ganzen umfasst die tägliche Zimmerreinigung in Hotels drei Reinigungsprozesse, unter anderem die Bodenreinigung (Teppich-, Fuß- oder Fliesenboden), die Badezimmerreinigung und das Abstauben von Möbeln sowie das Waschen und Trocknen von Textilien zu Reinigungszwecken. Der Reinigungsmechanismus der einzelnen Reinigungsprozesse sowie die benötigten Mittel und Materialien werden in Kapitel 5 und 6 näher erläutert.

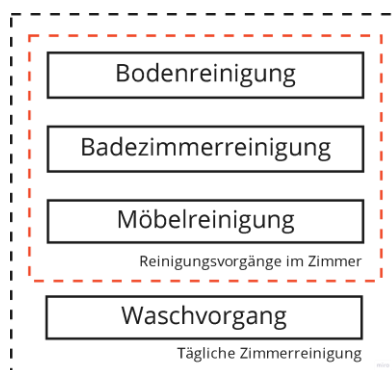


Abbildung 2: Bestandteil der täglichen Zimmerreinigung

4.1.3 Ablauf der täglichen Zimmerreinigung

Zunächst erhält das Reinigungspersonal die Liste der zu reinigenden Zimmer. Auf der Liste wird zwischen Reinigung der Bleibezimmer und der Abreisezimmer differenziert. Abreisezimmer brauchen i.d.R. intensiveren Reinigungsprozess, denn sie werden von neuen Gästen genutzt werden (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a). Die hier beschriebene Reihenfolge bezieht sich auf die tägliche Zimmerreinigung oder Reinigung der Bleibezimmer in den vom DEHOGA klassifizierten Hotels.

Das Reinigungspersonal bringt dann die benötigten Reinigungsutensilien und -materialien vor die Zimmertür und klopft. Sobald das Personal das Zimmer betreten hat, wird zunächst das Fenster geöffnet. Erst dann wird die tägliche Zimmerreinigung durchgeführt. Das Bett wird sauber gemacht, die Bettwäsche wird aber nicht gewechselt, da vom DEHOGA klassifizierte Hotels nicht verpflichtet sind, die Bettwäsche täglich zu wechseln (DEHOGA, 2023).

Die Möbeloberflächen werden dann mit einem blaufarbigem Mikrofasertuch gereinigt. Das Mikrofasertuch wird sehr leicht mit Wasser oder einer Mischung aus Wasser und Wischpflegemittel angefeuchtet. Als Nächstes wird der Badezimmerbereich gereinigt. Das WC wird mit WC-Reiniger und WC-Bürste gereinigt, die Flüssigkeit im WC-Bürstenbehälter wird entsorgt und dann wird die Oberfläche des WCs mit Desinfektionsreiniger besprüht und mit einem rotfarbigem Mikrofasertuch gereinigt. Badewanne und Waschbecken werden ebenfalls mit Desinfektionsreiniger besprüht und mit einem grünfarbigem Mikrofasertuch gereinigt und anschließend mit Wasser nachgespült. Schließlich wird der Boden einschließlich des Badezimmerbodens gereinigt. Fuß- oder Fliesenboden wird mit einem Wischmopp gewischt, der mit einer Lösung aus Wasser und Wischpflegemittel zunächst vorgetränkt wurde. Teppichboden wird mit Textilerfrischer oder Textilspray besprüht. Wenn sichtbarer Schmutz vorhanden ist, nimmt das Reinigungspersonal diesen mit der Hand auf. Aus den Beobachtungen und den Interviews während der Datenerhebung geht hervor, dass die Nutzung des Staubsaugers für die tägliche Zimmerreinigung nicht unbedingt erforderlich ist. Staubsauger wird nur für die Reinigung des Abreisezimmers verwendet. Es sei denn, der Boden im Bleibezimmer ist sehr schmutzig und die Nutzung des Staubsaugers wird für notwendig angesehen. Solche Regel wird z. B. in den Hotels von Disney Resort ebenfalls angewendet (Ashley P., 2021).

Die Wischmopps und die Mikrofasertücher werden dann im Hotel mit einer Waschmaschine und einem Trockner gewaschen und getrocknet. Sie werden separat gewaschen aber zusammengetrocknet. Alle anderen Textilien vom Hotel wie z. B. Reinigungstüchern in der Küche oder Fußmatte dürfen ebenfalls nicht mit den Wischmopps und Mikrofasertüchern zusammengewaschen und zusammengetrocknet werden. Die Bettwäsche wird in den beiden Hotels nicht im Hotel gewaschen und getrocknet.

4.1.4 Abbestellung der täglichen Zimmerreinigung

Der DEHOGA weist darauf hin, dass für die tägliche Zimmerreinigung eine bestimmte Menge an Wasser und Reinigungsmitteln benötigt wird, so dass die Abbestellung der täglichen Zimmerreinigung den Verbrauch von Wasser und Reinigungsmitteln sowie die CO₂-Emissionen reduzieren kann (DEHOGA, 2022). Die Abbestellung der täglichen Zimmerreinigung, wie in Kapitel 1 erwähnt, kann vom Hotel selbst organisiert werden oder durch die Inanspruchnahme externer Dienstleistungen, wie z. B. Wings Coin-Service der Project Wings gGmbH.

4.2 Project Wings gGmbH

Project Wings ist eine gemeinnützige Organisation aus Koblenz, Rheinland-Pfalz, die im Jahr 2019 von vier Jugendlichen gegründet wurde. Das Hauptprojekt der Organisation befindet sich in Nord Sumatra, Indonesien. Project Wings baut dort ein Dorf, das Recyclingdorf oder *recycling village* genannt wird, aus den sogenannten Ecobricks und nachwachsenden Materialien wie Bambus und natürlichem Lehm (Wirahadikusuma, 2022). Ecobricks sind Plastikflaschen, in die nicht recycelbarer Plastikabfall gestopft wird, bis die Flasche mindestens eine Dichte von 0,33 kg/l hat (Global Ecobrick Alliance, 2022). Der Plastikabfall wird von den Menschen vor Ort gesammelt, sortiert, gereinigt, getrocknet und dann zu Ecobricks verarbeitet. Die Ecobricks können dann bei Project Wings eingetauscht werden. Pro Ecobrick erhalten die Menschen umgerechnet rund 35 Cent, was ungefähr einer warmen Mahlzeit entspricht. Im Recyclingdorf wurde öffentliche Einrichtungen für die Einheimische gebaut, wie z. B. Co-Working-Büro, Bildungszentrum und öffentliche Toiletten (Project Wings, 2022). Ein Auditorium und eine Sporthalle werden mittlerweile ebenfalls gebaut. Außerdem führt Project Wings sowohl in Indonesien als auch in Deutschland Naturschutz- und Bildungsprogramme durch.

Um die Projekte zu finanzieren, hat Project Wings u. a. in Zusammenarbeit mit der Firma BRICKMAKERS GmbH ein Konzept namens Wings Coin entwickelt. Wings Coin ist eine digitale Dienstleistung, mit der Hotelgäste unkomplizierter und schneller die tägliche Zimmerreinigung abbestellen können. Hotelgäste sollen lediglich den QR-Code, der sich in dem Zimmer befindet, mit ihrem Smartphone scannen und ihren Namen eingeben, um die tägliche Zimmerreinigung für den nächsten Tag abzubestellen. Das Hotel erhält anschließend per E-Mail die Liste der Zimmer, die keine tägliche Reinigung benötigen.



Abbildung 3: Mobile-Ansicht von Wings Coin (Wings Coin, 2023)

Für jede Abbestellung werden die Hotelgäste mit einem Getränk oder einem Rabattgutschein für den Online-Shop von Project Wings belohnt. BRICKMAKERS GmbH

bekommt 50 Cent pro abbestellte Zimmerreinigung, während Project Wings einen freiwilligen Umweltbeitrag vom Hotel erhält. Bei einem angenommenen Umweltbeitrag von 2,50 € pro Abbestellung kann das Hotel ca. 7 € pro tägliche Zimmerreinigungsabbestellung einsparen (Wings Coin, 2023), ausschließlich die Kosten für die Belohnung. Von Wings Coin profitieren nicht nur das Hotel, die Project Wings und die Hotelgäste, sondern auch das Reinigungspersonal. Aus den Ergebnissen der Interviews mit den Reinigungskräften des Hotels zum Schwarzen Bären ist festzustellen, dass sie sich durch den Wings Coin-Service entlastet fühlen (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a).

4.3 Untersuchte Hotels

In dieser Studie wurden die Primärdaten direkt in zwei Hotels erhoben, dem Hotel Zum Schwarzen Bären und dem Hotel X, das auf Wunsch des Hotels X nicht näher beschrieben wird.

Das Hotel Zum Schwarzen Bären ist Teil vom Weinhaus Zum Schwarzen Bären in Koblenz. Das Weinhaus Zum Schwarzen Bären wurde 1810 als "gut bürgerliche Wein- und Speisewirtschaft" in Moselweiß, Koblenz, Rheinland-Pfalz gegründet. In den 1980er Jahren begann das Weinhaus Zum Schwarzen Bären, den Schwerpunkt seines Betriebes von der Gastronomie auf den Hotelbetrieb zu verlagern (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023b). Dieses Hotel verfügt über 22 Zimmer mit der gleichen Größe von 24 m², die in drei Kategorien unterteilt sind: Einzelzimmer, Doppelzimmer und Dreibettzimmer. Nachhaltigkeit und Umweltschutz haben eine große Bedeutung im Hotel Zum Schwarzen Bären. Eine der konkreten Bemühungen des Hotels in dieser Hinsicht ist die Verwendung von Reinigungskonzentraten, die automatisch mit einer Dosieranlage dosiert werden, um Verpackungsabfall und den Einsatz von überschüssigen Chemikalien zu vermeiden. Das Engagement des Hotels für Nachhaltigkeit ist auch einer der Gründe, warum hier der Wings Coin-Service eingesetzt wird (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a).

5 Ziel und Untersuchungsrahmen

5.1 Ziel der Studie

Hauptziel dieser Studie ist die quantitative Bewertung der durchschnittlichen Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels auf der Grundlage von Primärdaten, die in zwei klassifizierten deutschen Hotels erhoben wurden, sowie von Sekundärdaten aus der Literaturrecherche. Die Studie zielt auch darauf ab, den Beitrag der durchgeführten Tätigkeiten sowie der verwendeten Materialien zur Durchführung der täglichen Hotelzimmerreinigung zu analysieren. Auch sollen Unterschiede in den Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung untersucht werden, wenn die Standardparameter und -variablen in dieser Studie verändert werden.

5.2 Zielgruppe

Diese Studie soll den Hotelgästen und der Öffentlichkeit einen Überblick über das Treibhauspotenzial, das Wasserverbrauchspotenzial und den kumulierten Energiebedarf geben, die von der täglichen Reinigung von Hotelzimmern in Deutschland verursacht werden. Diese Studie kann auch von Hotels als Referenz für die Konzipierung einer umweltfreundlicheren Hotelstrategie verwendet werden. Dienstleister für die Organisation der tägliche Hotelzimmerreinigung, in diesem Fall Project Wings, kann diese Studie ebenfalls als Referenz nutzen.

5.3 Funktionelle Einheit

Nungesser (2020) weist darauf hin, dass Sauberkeit und Hygiene unterschiedlich sind. Sauberkeit hat mit Optik zu tun, während Hygiene eher mit Desinfektion. Diese Aussage wird dadurch verstärkt, dass Hygiene vom griechischen "hygieia" kommt, was Gesundheit bedeutet (Rehrmann, 2015). Daraus lässt sich schließen, dass Sauberkeit aufgrund ihres subjektiven Charakters, der von der optischen Wahrnehmung und persönlichen Präferenz der Betrachtende abhängig ist, schwieriger zu standardisieren ist. Daher wird in dieser Studie die Wahl oder Benennung der funktionellen Einheit wie „gesäubertes Hotelzimmer“ oder „gereinigtes Hotelzimmer“ vermieden.

Aufgrund dessen wird die funktionelle Einheit dieser Studie wie folgt festgelegt: "ein Zimmer in einem vom DEHOGA klassifizierten Hotel in Deutschland, das an dem Tag den täglichen Reinigungsprozess durchlaufen hat". Die Definition und der Standard der täglichen Zimmerreinigung sind jedoch von Hotel zu Hotel unterschiedlich. In dieser Studie wird der Standard für die tägliche Zimmerreinigung verallgemeinert, basierend auf den Erkenntnissen aus den Datenerhebungen in zwei klassifizierten Hotels und Sekundärdaten aus der Literatur.

5.4 Untersuchtes Produktsystem

Es gibt zwei Varianten des Produktsystems, die in dieser Studie untersucht werden. Die erste Variante ist die tägliche Reinigung für Hotelzimmer mit Fuß- oder Fliesenboden (Variante A), während die zweite Variante für Teppichboden (Variante B) vorgesehen ist. Zur Vereinfachung werden in folgenden Kapiteln und Subkapiteln Hotelzimmer mit Fliesen- und Fußboden, sowie alle Bodenarten, die keine Teppichboden sind, einheitlich mit dem Begriff "Fußboden" bezeichnet.

5.4.1 Variante A – Fußboden

Für die Variante A ist das zu untersuchende Produktsystem die tägliche Reinigung in deutschen, vom DEHOGA klassifizierten Hotelzimmer mit Fußboden. Das Vordergrundsystem, d. h. der Hauptfokus dieser Studie ist die Nutzungsphase der Materialien zum Zweck der täglichen Zimmerreinigung. Das Hintergrundsystem umfasst hingegen die Ressourcengewinnung, den Produktionsprozess, den Transport und das Lebenswegende der Materialien. Die Materialien sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 1: Verwendete Materialien für das Produktsystem der Variante A

Material	Beschreibung des Materials	Anwendungsbereich	Datengrundlagen
Wischmopp	- Dimension: 45 cm x 14 cm - Gewicht: 65 g - Material: 100% Polyester - Lebensdauer: Nach 500 Waschvorgängen	Bodenreinigung	(Hotel X, 2023) (VSR, 2021)
Wischpflegemittel als Konzentrat	Inhaltstoffe: - Wasser - < 5% Anionische Tenside - < 5% nichtionische Tenside - Duftstoff - Konservierungsstoff: Bronopol - Phosphatfrei, ohne Bleichmittel	- Bodenreinigung - Möbelreinigung	(Hotel X, 2023)
Wasser		- Badezimmerreinigung - Bodenreinigung - Waschvorgang - Möbelreinigung	
Mikrofasertuch	- Dimension: 30 cm x 35 cm - Gewicht: 35 g - Material: 80% Polyester / 20% Polyamid - Lebensdauer: Nach 500 Waschvorgängen	- Badezimmerreinigung - Möbelreinigung	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (VSR, 2021)
WC-Reiniger als Konzentrat	Inhaltstoffe: - Wasser - < 5% Anionische Tenside und nichtionische Tenside - Anorganische und organische Säuren	Badezimmerreinigung	(Hotel X, 2023)

	- Duft- und Farbstoffe		
Desinfektionsreiniger als Konzentrat		Badezimmerreinigung	
Waschmaschine	- Lebensdauer: 5 J - 4-mal Nutzung am Tag (für alle Textilien im Hotel außer Bettwäsche) - Nutzung jeden Tag	Waschvorgang	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (Vielbad, 2022) (Yuan et al., 2016)
Trockner	- Lebensdauer: ca. 6,25 J - 3-mal Nutzung am Tag (für alle Textilien im Hotel außer Bettwäsche) - Nutzung jeden Tag	Waschvorgang	(Fulvio & Peiró, 2015) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (Vielbad, 2022)
Waschmittel	Inhaltstoffe: - $\geq 15 - < 30\%$ Zeolithe - $\geq 5 - < 15\%$ anionische Tenside - Bleichmittel auf Sauerstoffbasis - $< 5\%$ nichtionische Tenside - Seife - Phosphonate - Polycarboxylate	Waschvorgang	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
Strom	Deutscher Elektrizitätsmix	Waschvorgang	

Es gibt auch Materialien für die tägliche Zimmerreinigung, die in dieser Studie nicht berücksichtigt werden, wie z. B. Abfallbeutel. Die Abfalleimer in den Zimmern müssen zwar jeden Tag entleert werden, aber wenn im Abfalleimer überwiegend trockener Abfall ist, werden die Abfalleimer entleert, ohne den Beutel zu wechseln (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a). Einweghandschuhe, Wischeimer und Reinigungswagen werden ebenfalls nicht berücksichtigt, da sie nicht nur für die tägliche Zimmerreinigung, sondern auch für die Zimmerreinigung in den Abreisezimmern verwendet werden. Darüber hinaus haben Reinigungswagen eine sehr lange Nutzungsdauer von mindestens 20-30 Jahren (Hotel X, 2023). Daher werden sich die Berechnungsergebnisse wahrscheinlich nicht wesentlich ändern, selbst wenn die Reinigungswagen berücksichtigt werden. Bürsten und Schwämme werden ebenfalls nicht berücksichtigt, da sie nur selten verwendet werden. Während der Datenerhebung wurden Bürsten und Schwämme sogar nicht einmal bei der täglichen Zimmerreinigung verwendet.

Im Hotel X wird ein Trockentuch für die Badezimmerreinigung genutzt, was jedoch als eine Abweichung vom HACCP-Standard angesehen werden kann. Daher wird das Trockentuch ebenfalls nicht berücksichtigt. Das bedeutet aber nicht, dass die Hygienequalität automatisch durch die Nutzung vom Trockentuch sinkt.

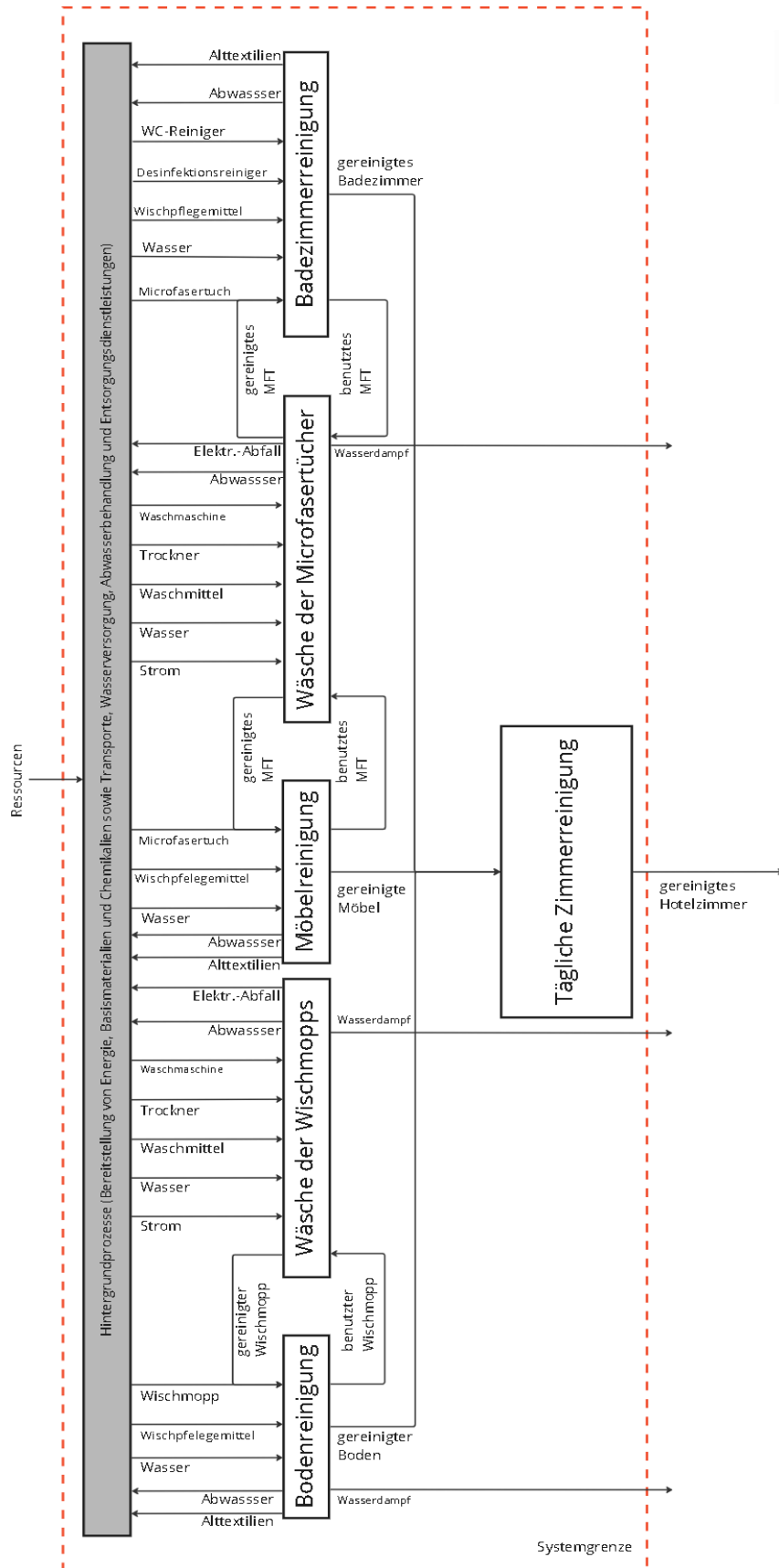


Abbildung 4: Grenze des Produktsystems der Variante A, eigene Darstellung

5.4.2 Variante B – Teppichboden

Für die Variante B ist das zu untersuchende Produktsystem die tägliche Reinigung in deutschen, vom DEHOGA klassifizierten Hotelzimmer mit Teppichboden. Das Vordergrundsystem ist wie bei der Variante A die Nutzungsphase der Materialien zum Zweck der täglichen Zimmerreinigung. Das Hintergrundsystem umfasst ebenfalls die Ressourcengewinnung, den Produktionsprozess, den Transport und das Lebenswegende der Materialien. Die Materialien sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 2: Verwendete Materialien für das Produktsystem der Variante B

Material	Beschreibung des Materials	Anwendungsbe- reich	Datengrundlagen
Textilspray als Konzentrat		Bodenreinigung	
Wischpflegemittel als Konzentrat	Inhaltstoffe: Wasser, < 5% Anionische Tenside, < 5% nichtionische Tenside, Duftstoff, Konservierungstoff: Bronopol, Phosphatfrei, ohne Bleichmittel	Badezimmerreinigung, Möbelreinigung	(Hotel X, 2023)
Wasser		Badezimmerreinigung, Bodenreinigung, Waschvorgang, Möbelreinigung	
Mikrofasertuch	- Dimension: 30 cm x 35 cm - Gewicht: 35 g - Material: 80% Polyester / 20% Polyamid - Lebensdauer: Nach 500 Waschvorgängen	Badezimmerreinigung, Möbelreinigung	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (VSR, 2021)
WC-Reiniger als Konzentrat	Inhaltstoffe: Wasser, < 5% Anionische Tenside und nichtionische Tenside, Anorganische und organische Säuren, Duft- und Farbstoffe	Badezimmerreinigung	(Hotel X, 2023)
Desinfektionsreiniger als Konzentrat		Badezimmerreinigung	
Waschmaschine	- Lebensdauer: 5 J - 4-mal Nutzung am Tag (für alle Textilien im Hotel außer Bettwäsche) - Nutzung jeden Tag	Waschvorgang	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (Vielbad, 2022) (Yuan et al., 2016)
Trockner	- Lebensdauer: ca. 6,25 J - 3-mal Nutzung am Tag (für alle Textilien im Hotel außer Bettwäsche) - Nutzung jeden Tag	Waschvorgang	(Fulvio & Peiró, 2015) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (Vielbad, 2022)
Waschmittel	Inhaltstoffe: $\geq 15 - < 30\%$ Zeolithe, $\geq 5 - < 15\%$ anionische Tenside, Bleichmittel auf Sauerstoffbasis, < 5% nichtionische Tenside, Seife, Phosphonate, Polycarboxylate	Waschvorgang	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
Strom	Deutscher Elektrizitätsmix	Waschvorgang	

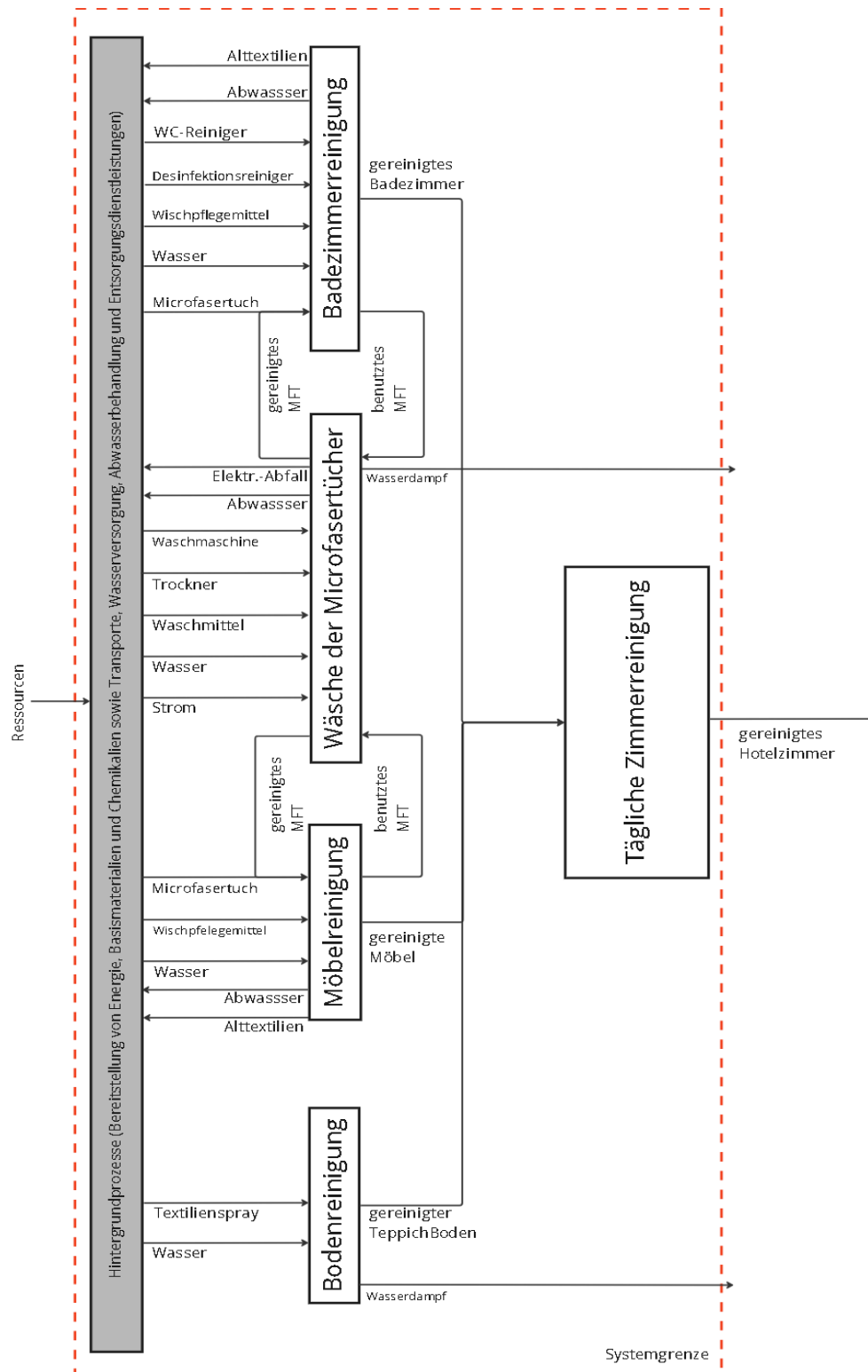


Abbildung 5: Grenze des Produktsystems der Variante B, eigene Darstellung

Das Einzige, was die Variante B von der Variante A unterscheidet, ist das in Kapitel 4 beschriebene Bodenreinigungsverfahren: Fußboden wird mit einem Wischmopp

und Wischpflegemittel gereinigt, während Teppichboden mit Textilspray besprüht werden, wie in der Abbildung 4 dargestellt wird.

5.5 Grenze und Limitierung der Studie

Verpackungsabfälle von Mikrofasertüchern und Wischmopps werden in dieser Studie nicht berücksichtigt, da es davon ausgegangen werden kann, dass die zu bilanzierende Menge der Verpackungsabfälle aufgrund des Großauftrags sowie der langen Lebensdauer der Mikrofasertücher und Wischmopps sehr gering ist. Verpackungsabfälle von den Reinigungsmitteln werden in dieser Studie ebenfalls nicht berücksichtigt, da es angenommen wird, dass das Hotel die Reinigungsmittel als Konzentrat in große Verpackung bestellt und bereits eine Dosieranlage besitzt, wie im Hotel Zum Schwarzen Bären bisher gemacht wurde. Der Verbrauch der Reinigungsmittel ist ebenfalls schwierig zu erheben, da dies nur geschätzt werden kann. Angaben wie „x-mal 900-ml-Flasche pro Tag“ oder „4 bis 5-mal sprühen“ sind in der Realität oft zu finden. Außerdem sind die Inhaltsstoffe von den Reinigungsmitteln, wie Bruinsma (2016) erläuterte, sehr komplex. Daher werden die Reinigungsmittel bei der Modellierung – darunter fallen Wischpflegemittel, Textilspray, WC-Reiniger und Desinfektionsreiniger – vereinheitlicht.

Der Wechsel der Bettwäsche und der Handtücher inklusive der Waschvorgang wird zudem nicht berücksichtigt, weil dies kein Bestandteil der täglichen Zimmerreinigung ist. Das Ersetzen und Nachfüllen von Hygieneprodukten wie Seife und Haarwaschmittel werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Abfälle, die von den täglichen Zimmerreinigungen gesammelt werden, werden auch nicht berücksichtigt, da die Erhebung intensiver und mehrmals durchgeführt werden muss, um falsche Interpretationen zu vermeiden. Wischmopps und Mikrofasertücher – je nach Einsatzbereich – müssen separat und täglich gewaschen werden. Dies führt dazu, dass die maximale Ladung von den Waschmaschinen und Trocknern manchmal nicht erreicht wird. Deswegen muss Annahme über die Waschlading getroffen werden, die im Kapitel 6 genauer erläutert wird. Und da es keinen einheitlichen und offiziellen Ablauf der täglichen Hotelzimmerreinigung gibt, werden die Mechanismen der täglichen Zimmerreinigung im Hotel Zum Schwarzen Bären und Hotel X als Bezug genommen. Dies führt zum Beispiel dazu, dass Hotels mit täglichem Staubsaugpflicht nicht repräsentiert werden.

5.6 Allokation

Allokation soll möglichst vermieden werden (ISO). Im Vordergrundssystem dieser Studie findet kein Allokationsverfahren statt. Die Allokation im Hintergrundsystem erfolgt automatisch durch das Verfahren in der ecoinvent-Datenbank.

6 Sachbilanz

In diesem Kapitel werden die Sachbilanz von der täglichen Hotelzimmerreinigung näher beschrieben. Erfasst werden die Reinigungsmittel, die Reinigungstextilien, der Wasserverbrauch, der elektrische Energiebedarf und die elektronischen Geräte inklusive ihrer Bereitstellung, Nutzung und ihres Lebenswegende. Prozesse von ecoinvent-Datenbank werden in meisten Fällen übernommen.

6.1 Variante A – Fußboden

6.1.1 Wischmopp

Es wird angenommen, dass der verwendete Wischmopp aus 100 % Polyester besteht, 65 Gramm wiegt und die Maße 45 cm x 14 cm hat, wie in der Tabelle 1 dargestellt wird. Diese Annahme basiert auf die Messungen der im Hotel X verwendeten Wischmopps. Die Spezifikation des Referenzwischmopps stimmt mit der Spezifikation der üblichen Wischmopps überein, bzw. dass keine großen Unterschiede festgestellt werden. Es kann auch davon ausgegangen werden, dass die meisten Hotels in Deutschland Wischmopps mit ähnlichen Spezifikationen verwenden, da es sich um marktübliche Wischmopps handelt. Die Daten zum Strombedarf für die Herstellung des Wischmopps wurden von Larsson et al. (2009) übernommen, unter Berücksichtigung des Gewichts des Wischmopps.

Tabelle 3: Wischmopp-Herstellung

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Textil, Polyester, nicht gewebt	65	g	(Hotel X, 2023)
	Elektrizität	0,522	kWh	(Larsson et al., 2009)
Output	Wischmopp	1	Stk	Eigene Berechnung

Für den Transport des Wischmopps wird es angenommen, dass sich der Herstellungsort des Wischmopps 50 km entfernt vom Hotel befindet. Im Kapitel 9 wird ein Szenario für den Fall konzipiert, wenn der Herstellungsort nicht in der Region ist.

Tabelle 4: Wischmopp-Transport

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Wischmopp	1	Stk	Tabelle 3
	Transport, Straße, LKW	3,25	kg*km	(Hotel X, 2023)
Output	Wischmopp, im Hotel	1	Stk	Eigene Berechnung

Zum Waschen der Wischmopps und der Mikrofasertücher verwenden Hotel X und Hotel Zum Schwarzen Bären jeweils die Waschmaschine der Marke Siemens und Miele. Um deutsche Hotels hinsichtlich der Wahl der Waschmaschinenmarke bzw. des Waschmaschinenmodells zu repräsentieren, wurden der durchschnittliche Wasser- und Stromverbrauch pro Waschzyklus von in Deutschland fünf meistverkauften Waschmaschinenmarken im Jahr 2022 ermittelt. Da nur Wasser- und Stromverbrauchsdaten für das Waschprogramm ECO 40-60 gefunden wurden, wird dieses Programm als Referenz verwendet. Solche Ermittlung wurden beispielsweise von Finkbeiner et al. (2019) durchgeführt. Die fünf meistverkauften Waschmaschinenmarken und dessen Referenzmodell stellen sich wie folgt dar:

1. Bosch – WAV28E94
2. AEG – Electrolux L7FEA70690
3. Miele – WWF664 WCS
4. Bauknecht – BPW814 A
5. Siemens – WG44G2M40

(Kunst, 2023)

Waschmaschinenmodell mit mittlerem Energieeffizienzindex gemäß klimaaktiv (o. J.b) wird als Referenzmodell gewählt.

Tabelle 5: Waschmaschinen – Mittlerer Wasser- und Stromverbrauch

Parameter	Marke					Ø	Einheit
	Bosch	AEG	Miele	Bauknecht	Siemens		
Wasserverbrauch pro Waschvorgang	48	46	47	48	48	47,4	l
Stromverbrauch pro Waschvorgang	0,480	0,490	0,514	0,472	0,484	0,488	kWh

Dieselbe Ermittlungsmethode wurde für den Trockner ebenfalls durchgeführt. Der mittlere Stromverbrauch pro Trocknungsvorgang von in Deutschland drei meistverkauften Trocknermarken im Jahr 2021 ermittelt. Die drei meistverkauften Trocknermarken und dessen Referenzmodell stellen sich wie folgt dar:

1. Bosch – WTR8749A
2. Miele – TCL790WP
3. AEG – T0DE77685

(Statista Research Department, 2023)

Trocknermodell mit mittlerem Energieeffizienzindex und Kaufpreis gemäß klimaaktiv (o. J.a) wird als Referenzmodell gewählt.

Tabelle 6: Trockner – Mittlerer Wasser- und Stromverbrauch

Parameter	Marke			Ø	Einheit
	Bosch	Miele	AEG		
Stromverbrauch pro Vorgang	1,40	1,55	1,47	1,47	kWh

Wie im Abschnitt 5.5 bereits erläutert wurde, ist die maximale Ladung der Waschmaschine und des Trockners im Normalfall nicht zu erreichen. Demzufolge muss die durchschnittliche Ladung der Waschmaschine und des Trockners ermittelt werden, um die Menge des Waschmittels, der Waschmaschine und des Trockners sowie den Wasser- und Stromverbrauch pro Wischmopp pro Waschvorgang zu bestimmen.

Um herauszufinden, wie viele Wischmopps bei einem Wasch- bzw. Trocknungsvorgang gewaschen bzw. getrocknet werden, ist die durchschnittliche Anzahl der zu reinigenden Zimmer in einem Hotel zu ermitteln. Mithilfe der Daten von Graefe (2022b) und Graefe (2022a) lässt es sich ermitteln, dass die durchschnittliche Zimmeranzahl des deutschen Beherbergungsbetriebs im Jahr 2020 rund 37 beträgt. Da es keine spezifischen und separaten Daten zu Hotels gibt, wird es angenommen, dass die durchschnittliche Zimmeranzahl der deutschen Hotels auch rund 37 beträgt. Mit einer durchschnittlichen Zimmerauslastung von 67% (Graefe, 2018) kann es angenommen werden, dass die durchschnittliche zu reinigenden Zimmer pro Tag pro Hotel in Deutschland 25 beträgt. Mit einem Wischmopp pro Zimmerreinigung, kann es ebenfalls davon ausgegangen werden, dass pro täglicher Wasch- und Trocknungsvorgang 25 Wischmopps gewaschen bzw. getrocknet (zusammengetrocknet mit 75 Mikrofasertüchern, genauere Erläuterung befindet sich im Abschnitt 6.1.2) werden.

Im Hotel Zum Schwarzen Bären wird täglich viermal gewaschen und dreimal getrocknet. Die Wischmopps und die Mikrofasertücher werden in separatem Waschvorgang gewaschen, sie werden aber zusammengetrocknet. Die Beiden werden als Reinigungstextilien bezeichnet. Mit einer Lebensdauer jeweils von 5 Jahren und 6,25 Jahren (Fulvio & Peiró, 2015) (Vielbad, 2022) (Yuan et al., 2016), lässt sich der Beitrag der Waschmaschine und des Trockners pro Waschvorgang bzw. pro Trocknungsvorgang eines Wischmopps wie folgt ermitteln:

$$\frac{1 \text{ Waschmaschine}}{5 \text{ Jahre} \times 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \times 4 \frac{\text{Waschvorgang}}{\text{Tag}} \times 25 \frac{\text{Wischmopps}}{\text{Waschvorgang}}} = 5,48 \times 10^{-6} \frac{\text{Waschmaschine}}{\text{Wischmopp}}$$

$$\frac{1 \text{ Trockner}}{6,25 \text{ Jahre} \times 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \times 3 \frac{\text{Vorgang}}{\text{Tag}} \times 100 \frac{\text{Reinigungstextilien}}{\text{Vorgang}}} = 1,46 \times 10^{-6} \frac{\text{Trockner}}{\text{Reinigungstextil}}$$

Der Wasser- und Stromverbrauch für einen Waschvorgang eines Wischmopps lassen sich berechnen, in dem der gesamte Wasser- und Stromverbrauch für einen Waschvorgang aus der Tabelle 5 durch 25 geteilt werden. Die gleiche Herangehensweise gilt auch für die Trocknungsvorgang. Der gesamte Stromverbrauch für einen Trocknungsvorgang aus der Tabelle 6 wird aber in diesem Fall durch 100 geteilt. Der Waschmittelverbrauch beträgt ca. 30 g pro kg Wäsche (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a). Das entspricht 1,95 g pro Wischmopp. Beim Waschen werden 4% des Wasservolumens verdampft (Máša et al., 2013).

Tabelle 7: Waschen und Trocknen vom Wischmopp

	Stoff-/Energiesröme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Wischmopp, im Hotel	1	Stk	Tabelle 4
	Waschmaschine	5,48E-6	Stk	(Vielbad, 2022) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Pulverwaschmittel	1,95	g	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Trockner	1,46E-6	Stk	(Fulvio & Peiró, 2015; Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Wasser	1,896	l	Tabelle 5
	Elektrizität	0,0342	kWh	Tabelle 5 und 6
Output	Wischmopp, gewaschen	1	Stk	Eigene Berechnung
	Abwasser	1,820	l	(Máša et al., 2013)
	Wasserdampf	0,76	l	(Máša et al., 2013)

Nach 500 Waschvorgängen wird der Wischmopp nicht mehr funktionsfähig sein (VSR, 2021). Er wird als Textilabfall behandelt.

Tabelle 8: Lebenswegende vom Wischmopp

	Stoff-/Energiesröme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Wischmopp, 500x gewaschen	1	Stk	(VSR, 2021)
Output	Faser- und Textilabfall	65	g	Eigene Annahme

6.1.2 Mikrofaserstuch

Basierend auf Messungen der Mikrofaserstücher, die im Hotel Zum Schwarzen Bären verwendet werden, wird angenommen, dass das verwendete Mikrofaserstuch aus 80 % Polyester und 20 % Polyamid besteht, ein Gewicht von 35 Gramm hat und eine

Maße von 30 cm x 35 cm aufweist. Die Informationen zum Stromverbrauch bei der Herstellung des Mikrofasertuchs wurden ebenfalls aus Larsson et al. (2009) übernommen.

Tabelle 9: Mikrofasertuch-Herstellung

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Textil, Polyester, nicht gewebt	28	g	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Polyamide	7	g	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Elektrizität	0,281	kWh	(Larsson et al., 2009)
Output	Mikrofasertuch	1	Stk	Eigene Berechnung

Es wird ebenfalls angenommen, dass der Produktionsort des Mikrofasertuchs 50 km entfernt vom Hotel liegt.

Tabelle 10: Mikrofasertuch-Transport

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Mikrofasertuch	1	Stk	Tabelle 9
	Transport, Straße, LKW	1,75	kg*km	(Hotel X, 2023)
Output	Mikrofasertuch, im Hotel	1	Stk	Eigene Berechnung

Mit drei Mikrofasertüchern pro Zimmerreinigung und mit derselben Herangehensweise wie beim Abschnitt 6.1.1 kann es davon ausgegangen werden, dass pro täglicher Wasch- und Trocknungsvorgang 75 Mikrofasertücher gewaschen bzw. getrocknet (zusammengetrocknet mit 25 Wischmopps) werden. Der Beitrag der Waschmaschine und des Trockners pro Waschvorgang bzw. pro Trocknungsvorgang eines Mikrofasertuchs soll wie folgt ermittelt werden:

$$\frac{1 \text{ Waschmaschine}}{5 \text{ Jahre} \times 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \times 4 \frac{\text{Waschvorgang}}{\text{Tag}} \times 75 \frac{\text{Mikrofasertuch}}{\text{Waschvorgang}}} = 1,83 \times 10^{-6} \frac{\text{Waschmaschine}}{\text{Mikrofasertuch}}$$

$$\frac{1 \text{ Trockner}}{6,25 \text{ Jahre} \times 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \times 3 \frac{\text{Vorgang}}{\text{Tag}} \times 100 \frac{\text{Reinigungstextilien}}{\text{Vorgang}}} = 1,46 \times 10^{-6} \frac{\text{Trockner}}{\text{Reinigungstextil}}$$

Wie im Abschnitt 6.1.1 werden der gesamte Wasser- und Stromverbrauch für einen Waschvorgang aus der Tabelle 5 geteilt werden, für diesen Fall durch 75, um der Wasser- und Stromverbrauch für einen Waschvorgang eines Mikrofasertuchs zu ermitteln. Die gleiche Herangehensweise gilt auch für die Trocknungsvorgang (Teilung

aber wie im Abschnitt 6.1.1 auch durch 100). Der Waschmittelverbrauch beträgt 1,05 g pro Mikrofasertuch.

Tabelle 11: Waschen und Trocknen vom Mikrofasertuch

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Mikrofasertuch, im Hotel	1	Stk	Tabelle 10
	Waschmaschine	1,83E-6	Stk	(Vielbad, 2022)(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Pulverwaschmittel	1,05	g	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Trockner	1,46E-6	Stk	(Fulvio & Peiró, 2015)(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Wasser	0,632	l	Tabelle 5
	Elektrizität	0,0212	kWh	Tabelle 5 und 6
Output	Mikrofasertuch, gewaschen	1	Stk	Eigene Berechnung
	Abwasser	0,607	l	(Máša et al., 2013)
	Wasserdampf	0,025	l	(Máša et al., 2013)

Das Mikrofasertuch wird ebenfalls nach 500 Waschvorgängen nicht mehr verwendet (VSR, 2021). Es wird auch als Textilabfall behandelt.

Tabelle 12: Lebenswegende vom Mikrofasertuch

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Mikrofasertuch, 500x gewaschen	1	Stk	(VSR, 2021)
Output	Faser- und Textilabfall	35	g	Eigene Annahme

6.1.3 Bodenreinigung

Im Hotel X wird 9 Liter Wasser verwendet, um den Boden in 11 Hotelzimmern zu reinigen. Da der Wischpflegemittelverbrauch nicht genau erhoben werden konnte, wurden die Daten zum Reinigungsmittelverbrauch beim Bodenwischen vom Katalog von Arcora International (2018) genommen. Die Angabe zum Wasserverbrauch wird auch vom Katalog bestätigt. Für die Bodenreinigung wird zwar ein Wischmopp verwendet, er ist aber noch durch 500 zu teilen, da der Wischmopp 500-mal wiederverwendet ist. Bei der Bodenreinigung wird 40% des Wasservolumens laut Venditti et al. (2018) verdunstet.

Tabelle 13: Fußbodenreinigung

	Stoff-/Energiesröme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Reinigungsmittel (0,79 g/ml) als Konzentrat	6	ml	(Arcora International, 2018) (Bruinsma, 2016) (Hotel X, 2023)
	Wasser	0,82	l	(Arcora International, 2018) (Hotel X, 2023)
	Wischmopp	0,002	Stk	(Hotel X, 2023) (VSR, 2021)
Output	Fußboden, gereinigt	1	Stk	(Hotel X, 2023)
	Abwasser	0,496	l	(Venditti et al., 2018)
	Wasserdampf	0,330	l	(Venditti et al., 2018)

6.1.4 Möbelreinigung

Bei der Möbelreinigung wird ein Mikrofasertuch benutzt. Da es auch wie Wischmopp 500-mal wiederverwendbar ist, muss es für die Sachbilanz noch durch 500 geteilt werden. Das Wasser oder das Reinigungsmittel, die verwendet, um das Mikrofasertuch anzufeuchten, ist in diesem Abschnitt nicht zu bilanzieren, da hierfür die Wasser-Reinigungsmittel-Lösung für die Bodenreinigung verwendet wird, die im Abschnitt 6.1.3 bereits bilanziert wurde. Zudem wird das Mikrofasertuch nur verwendet, um die Möbel abzustauben. Daher ist die Verwendung von Wasser oder Reinigungsmittel nicht zwingend erforderlich.

Tabelle 14: Möbelreinigung

	Stoff-/Energiesröme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Mikrofasertuch	0,002	Stk	(Hotel X, 2023) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (VSR, 2021)
Output	Möbel, gereinigt	1	Stk	(Hotel X, 2023) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)

6.1.5 Badezimmerreinigung

Die Reinigungsmittel werden für die Badezimmerreinigung am intensivsten eingesetzt. Anhand der Datenerhebung im Hotel Zum Schwarzen Bären werden für die Badezimmerreinigung 6 ml WC-Reiniger, 2 ml Desinfektionsreiniger und 0,6 ml Wischpflegemittel als Konzentrat verbraucht. Die Reinigungsmittel müssen nach Golsteijn et al. (2015) mit enthärtetem Wasser gelöst werden. Das Wasser-Reinigungsmittel-Verhältnis bzw. die Dosierung wird vom Katalog von Arcora International (2018) entnommen.

Für die Nachspülung und die Toilettenspülung werden jeweils 4 und 6 Liter Wasser verbraucht (BMUV, 2016) (co2online, 2018). Für die Nachspülung wird angenommen, dass ein wassersparender Duschkopf (8 Liter Wasser/Minute) für 30 Sekunden verwendet wird. Daher beträgt der Wasserverbrauch 4 Liter. Für die Badezimmerreinigung werden zwei Mikrofasertücher verwendet, die auch durch 500 zu dividieren sind.

Tabelle 15: Badezimmerreinigung

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Reinigungsmittel (0,79 g/ml) als Konzentrat	8,6	ml	(Arcora International, 2018) (Bruinsma, 2016) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Wasser	10	l	(BMUV, 2016) (co2online, 2018)
	Wasser, enthärtet	0,19	l	(Arcora International, 2018) (Golsteijn et al., 2015)
	Mikrofasertuch	0,004	Stk	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a) (VSR, 2021)
Output	Badezimmer, gereinigt	1	Stk	(Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Abwasser	10,1986	l	(Venditti et al., 2018)

Auf der nächsten Seite wird das Produktsystem der Variante A mit den Werten für jeden Prozess dargestellt. Die Angaben zu den elektronischen Abfällen aus der verschlissenen Waschmaschine und dem verschlissenen Trockner wurden aus Fulvio & Peiró (2015) und Yuan et al. (2016) unter Berücksichtigung des Beitrags der Waschmaschine und des Trockners für einen Wasch- und Trocknungsvorgang übernommen.

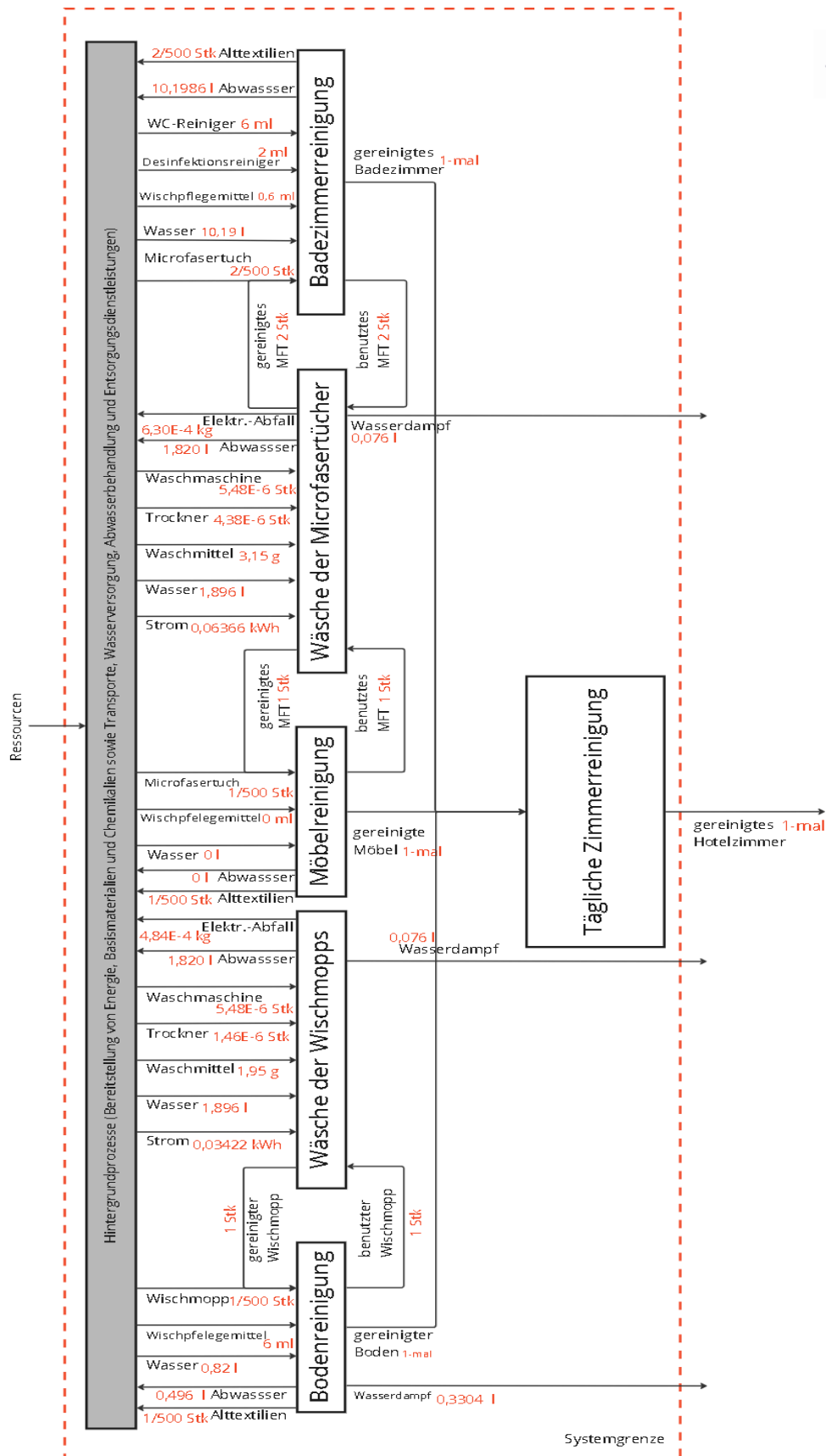


Abbildung 6: Produktsystem der Variante A mit Werten

6.2 Variante B – Teppichboden

Es gibt keine Unterschiede bei der Sachbilanz der Möbel- und Badezimmerreinigung sowie bei der Bereitstellung, Nutzungsphase und dem Lebenswegende vom Wischmopp und Mikrofasertuch. Der einzige Unterschied wurde bei der Bodenreinigung festgestellt, denn in der Variante B wird Teppichboden statt Fußboden gereinigt. Aus der Datenerhebung im Hotel Zum Schwarzen Bären geht hervor, dass 4 ml Reinigungsmittel in Form eines Textilsprays verbraucht werden. Laut Katalog von Arcora International (2018) werden zum Lösen des Konzentrats 27,3 ml enthärtetes Wasser benötigt. Es wird auch davon ausgegangen, dass die Lösung komplett verdunstet.

Tabelle 16: Teppichbodenreinigung

	Stoff-/Energieströme	Menge	Einheit	Datengrundlagen
Input	Reinigungsmittel (0,79 g/ml) als Konzentrat	4	ml	(Arcora International, 2018) (Bruinsma, 2016) (Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a)
	Wasser, enthärtet	27,3	ml	(Arcora International, 2018) (Golsteijn et al., 2015)
Output	Teppichboden, gereinigt	1	Stk	(Hotel X, 2023)
	Wasserdampf	31,3	ml	Eigene Annahme

Auf der nächsten Seite wird das Produktsystem der Variante B mit den Werten für jeden Prozess dargestellt.

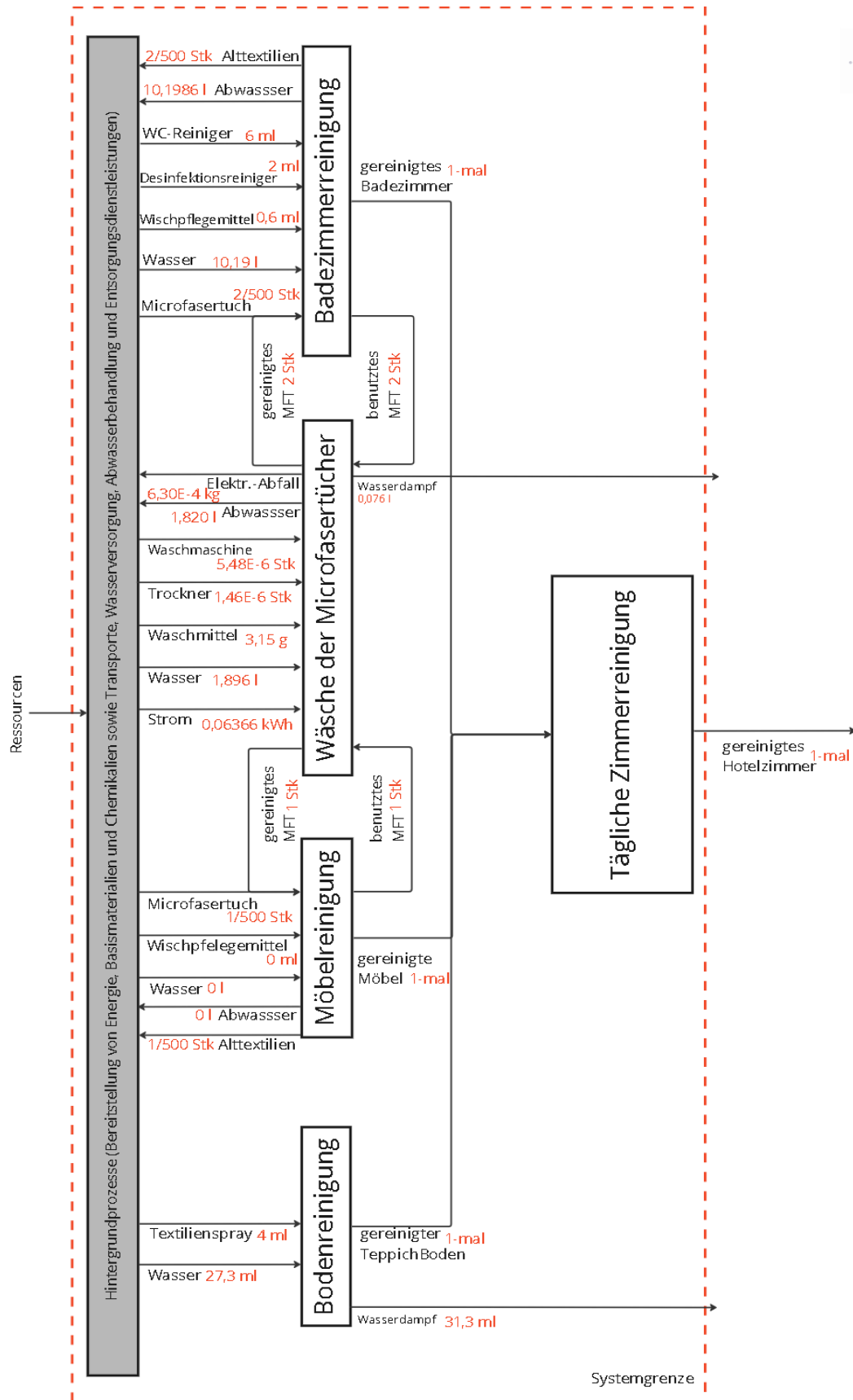


Abbildung 7: Produktsystem der Variante B mit den jeweiligen Werten

7 Wirkungsabschätzung

7.1 Wirkungskategorie

Wie in den Kapiteln 2 und 5 bereits erläutert, werden in dieser Studie nur drei Wirkungskategorien untersucht, nämlich das Treibhauspotenzial, das Wasserverbrauchspotenzial und den kumulierten Energieaufwand.

7.1.1 Treibhauspotenzial (GWP100)

Das Treibhauspotenzial (GWP) wird laut IPCC (2013) als Wirkungsparameter zur Bewertung der Auswirkungen der Substanzen verwendet, die zum Treibhauseffekt beitragen. Die potenziellen Auswirkungen von 1 kg Treibhausgas in einem bestimmten Zeitrahmen werden bestimmt, indem sie mit den potenziellen Auswirkungen von 1 kg CO₂ verglichen werden, so dass die Auswirkungen in kg CO₂-Äquivalent quantifiziert werden können. In dieser Studie wird – wie in den meisten ökobilanziellen Studien (Frischknecht, 2020) – ein Zeitrahmen von 100 Jahren gewählt.

7.1.2 Wasserverbrauchspotenzial (WCP)

Falkenmark & Rockström (2004) führten aus, dass Wasserverbrauch (eng. *water consumption*) bezieht sich auf die Verwendung von Wasser, bei der das Wasser entweder verdunstet, in Produkte eingebunden wird, in andere Wassereinzugsgebiete geleitet wird oder ins Meer abfließt. Das verbrauchte Wasser steht im Wassereinzugsgebiet, aus dem es stammt, nicht mehr zur Verfügung, was zu einer Verringerung der Verfügbarkeit von sauberem Wasser für die Menschen und die Ökosysteme in der Region führt (M.A.J. Huijbregts et al., 2016). Wie Hauschild et al. (2018) feststellten, hat die Wassernutzung daher auch Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die aquatischen Ökosysteme, die terrestrischen Ökosysteme und die Ökosystemdienstleistungen. Das Wasserverbrauchspotenzial (WCP) wird in dieser Studie in Liter angegeben.

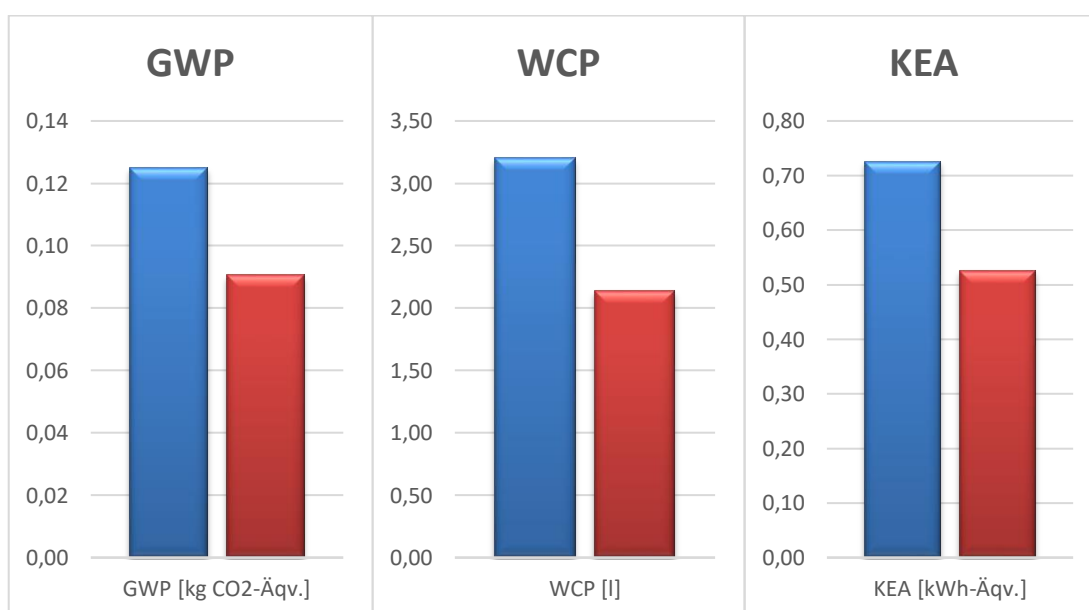
7.1.3 Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) bezeichnet gemäß VDI-Richtlinie 4600 die gesamte Menge an Primärenergie, die bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produktes oder einer Dienstleistung verbraucht wird oder mit diesen Vorgängen in Zusammenhang steht (VDI, 2012). In diesem Kapitel wird zudem der Anteil der erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energien dargestellt. Der kumulierte Energieaufwand wird in dieser Studie in kWh-Äquivalent angegeben.

7.2 Ergebnisse

Tabelle 17: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung

Wirkungskategorie	Bodenreinigung		Badezimmerreinigung		Möbelreinigung		Tägliche Zimmerreinigung	
	A	B	A	B	A	B	A	B
GWP [kg CO ₂ -Äqv.]	0,0457	0,0112	0,0633	0,0633	0,0160	0,0160	0,1250	0,0905
WCP [l]	1,45	0,39	1,45	1,45	0,30	0,30	3,20	2,14
KEA [kWh-Äqv.]	0,2686	0,0677	0,3644	0,3644	0,0931	0,0931	0,7261	0,5253



■ Tägliche Zimmerreinigung Variante A

■ Tägliche Zimmerreinigung Variante B

Abbildung 8: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung

Tabelle 17 zeigt, dass eine tägliche Reinigung im Hotelzimmer mit Fußboden ein Treibhauspotenzial von 0,125 kg, ein Wasserverbrauchspotenzial von 3,2 Litern und einen kumulierten Energieaufwand von 0,7621 kWh hat. Während eine tägliche Reinigung im Hotelzimmer mit Teppichboden ein Treibhauspotenzial von 0,0905 kg, ein Wasserverbrauchspotenzial von 2,14 Litern und einen kumulierten Energieaufwand von 0,5253 kWh hat.

Wie auch in Abbildung 8 zu sehen ist, weisen die Wirkungskategorien GWP, WCP und KEA der Variante A höhere Werte auf als die von der Variante B, was ausschließlich von der Fußbodenreinigung verursacht wird. Dies liegt daran, dass die tägliche Reinigung vom Fußboden mehr Materialien und Energie erfordert als die vom Teppichboden, wie im Kapitel 6 bereits beschrieben wurde. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Verwendung vom Teppichboden im Hotelzimmer eine umweltfreundlichere Option ist als die Verwendung vom Fußboden, da die obigen Ergebnisse nur auf der täglichen Bodenreinigung basieren und somit die Umweltauswirkungen anderer Aspekte wie die Reinigung der Zimmer nach dem Aufenthalt der Gäste, die intensive Reinigung der Teppichboden oder die Bereitstellung des Teppichbodens nicht berücksichtigen.

Tabelle 17 zeigt auch, dass die Badezimmerreinigung im Vergleich zur Boden- und Möbelreinigung die größten Umweltauswirkungen hat, mit der Ausnahme der Wirkungskategorie WCP für die Variante A, wo die Badezimmerreinigung und die Bodenreinigung den gleichen Wert haben. Es ist nicht überraschend, dass die Möbelreinigung im Vergleich zur Badezimmer- und Bodenreinigung in allen Wirkungskategorien die geringsten Werte hat. Dies ist verständlich, da für die Möbelreinigung weniger Material benötigt wird als für die Badezimmer- und Bodenreinigung.

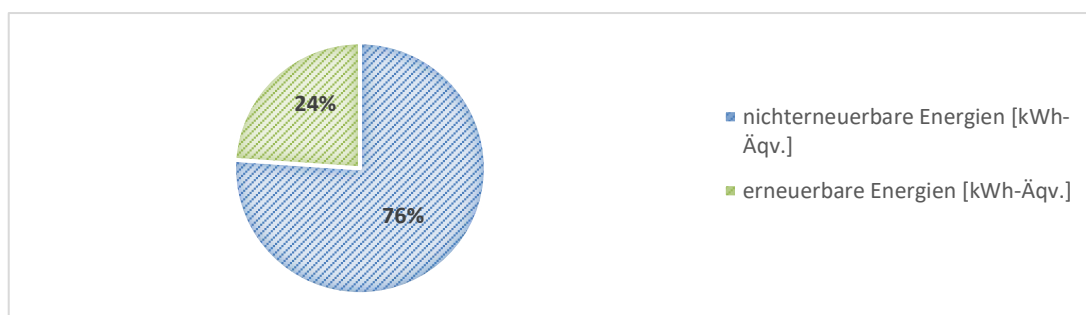


Abbildung 9: Anteil der Energiequellen für den kumulierten Energieaufwand

Die Primärenergie für die tägliche Zimmerreinigung und alles, was damit energetisch zusammenhängt, stammt zu 76 % aus nichterneuerbaren Energiequellen und nur zu 24 % aus erneuerbaren Energiequellen. Dieses Ergebnis wird unter anderem durch die Tatsache unterstützt, dass 71,6 % der weltweit erzeugten Elektrizität aus nichterneuerbaren Energiequellen wie Kohle, Erdgas und Kernenergie stammt und nur 28,4 % aus erneuerbaren Energiequellen wie Wasser-, Wind- und Sonnenenergie (Ember, 2022). Der Unterschied zwischen den Daten von der Abbildung 9 und den Daten von Ember (2022) ist auf die nicht-elektrische Energie zurückzuführen, die für die tägliche Zimmerreinigung und damit verbundene energetische Aspekte benötigt wird. Zum Beispiel fossile Brennstoffe für den Transport der Materialien, die für die tägliche Zimmerreinigung benötigt werden.

8 Auswertung

8.1 Variante A

Tabelle 18: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung (Variante A)

Wirkungskategorie	Bodenreinigung	Badezimmerreinigung	Möbelreinigung	Tägliche Zimmerreinigung
GWP [kg CO ₂ -Äqv.]	0,0457	0,0633	0,0160	0,1250
WCP [l]	1,45	1,45	0,30	3,2
KEA [kWh-Äqv.]	0,2686	0,3644	0,0931	0,7261

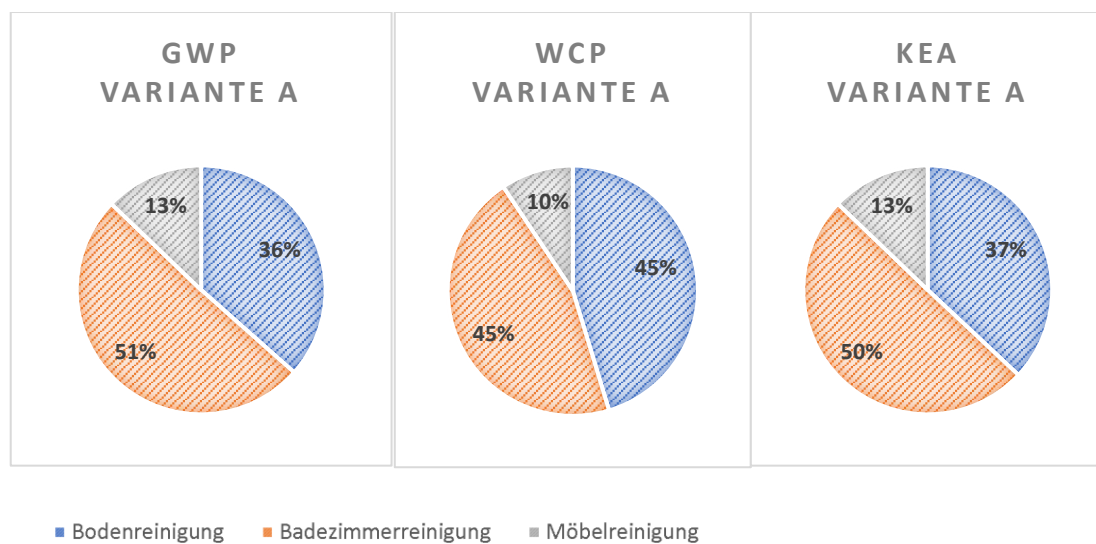


Abbildung 10: Beitrag der Umweltauswirkungen der Teilreinigungen (Variante A)

Aus dem Diagramm und der Tabelle oben, ist ersichtlich, dass die Badezimmerreinigung den höchsten Prozentsatz in den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial und kumulierten Energiebedarf aufweist, nämlich etwa 50% des Gesamtwerts in den genannten Wirkungskategorien. In der Wirkungskategorie Wasserverbrauchspotenzial hat die Badezimmerreinigung mit 45% den gleichen Anteil wie die Bodenreinigung. Um herauszufinden, warum dies der Fall ist, muss der Beitrag der bei der Badezimmer- und Bodenreinigung verwendeten Materialien analysiert werden. Das folgende Diagramm zeigt den prozentualen Anteil des Treibhauspotenzials, des Wasserverbrauchspotenzials und des kumulierten Energiebedarfs der bei der Badezimmerreinigung verwendeten Materialien.

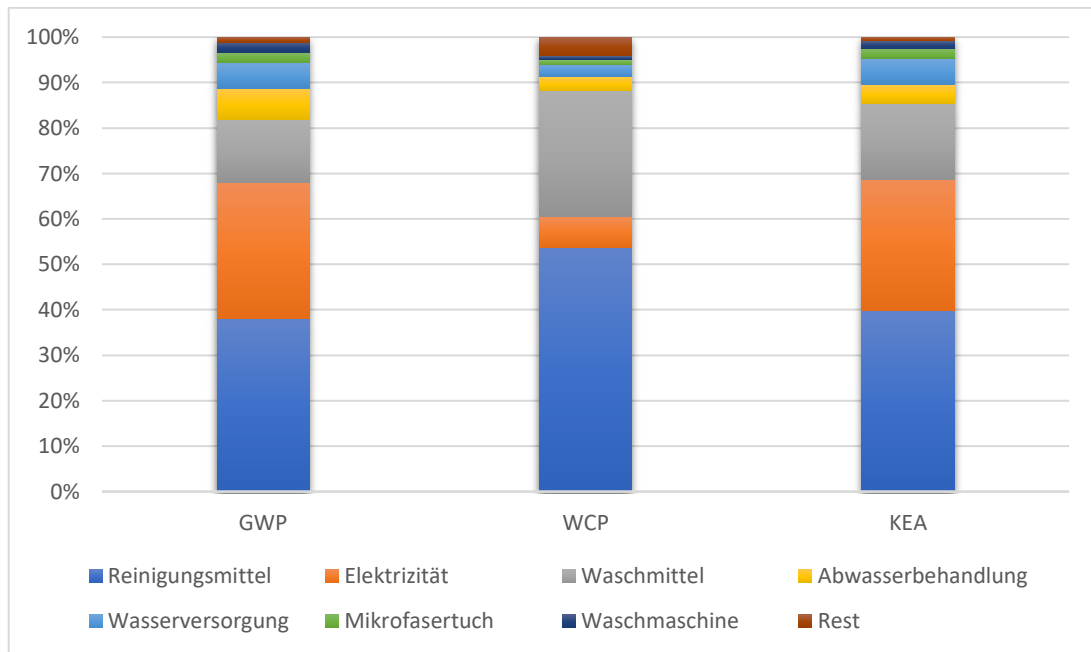


Abbildung 11: Beitragsanalyse der Badezimmerreinigung der Variante A

In der obigen Abbildung ist zu erkennen, dass die Faktoren, die den größten Einfluss auf die Reinigung des Badezimmers haben, die Verwendung von Reinigungsmitteln, der Stromverbrauch und die Verwendung von Waschmitteln sind. Bei der Bodenreinigung sind die Ergebnisse ähnlich. Auch hier sind Reinigungsmittel, Elektrizität und Waschmittel die wichtigsten Einflussfaktoren, wie die folgende Grafik zeigt.

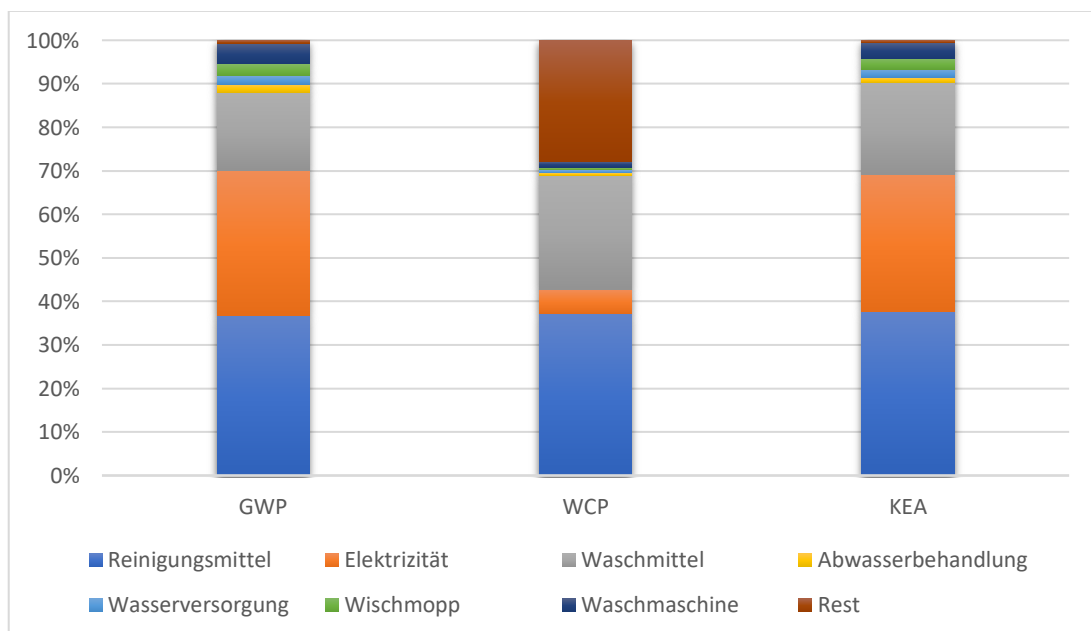


Abbildung 12: Beitragsanalyse der Bodenreinigung der Variante A

Der Hauptgrund für den hohen Wert in den Wirkungskategorien der Badezimmerreinigung gegenüber Boden- und Möbelreinigung ist der hohe Beitrag der Reinigungsmittel, da diese bei der Badezimmerreinigung am intensivsten eingesetzt werden. Die großen Umweltauswirkungen von Reinigungsmitteln sind hauptsächlich auf die Produktion von Fettalkoholsulfat und Zitronensäure zurückzuführen. Bei den Waschmitteln ist dies nicht der Fall, hier ist die Produktion von Dedocanol der bedeutendste Faktor.

Elektrizität hat ebenfalls einen erheblichen Einfluss, insbesondere in den Wirkungskategorien GWP und KEA. Die Elektrizität, die hier berücksichtigt wird, ist nicht nur die Elektrizität, die für das Waschen und Trocknen von Wischmopps und Mikrofaser-tüchern verbraucht wird, sondern auch die Elektrizität, die z. B. für die Herstellung von Wischmopps, Mikrofaser-tüchern und sogar Waschmaschinen sowie Reinigungs- und Waschmitteln verbraucht wird. Elektrizität ist mit hohen Umweltauswirkungen verbunden, insbesondere durch die Stromerzeugung aus Stein- und Braunkohle sowie Kernenergie.

8.2 Variante B

Tabelle 19: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der täglichen Zimmerreinigung (Variante B)

Wirkungskategorie	Bodenreinigung	Badezimmer-reinigung	Möbelreinigung	Tägliche Zimmerreinigung
GWP [kg CO ₂ -Äqv.]	0,0112	0,0633	0,0160	0,0905
WCP [I]	0,39	1,45	0,30	2,14
KEA [kWh-Äqv.]	0,0677	0,3644	0,0931	0,5253

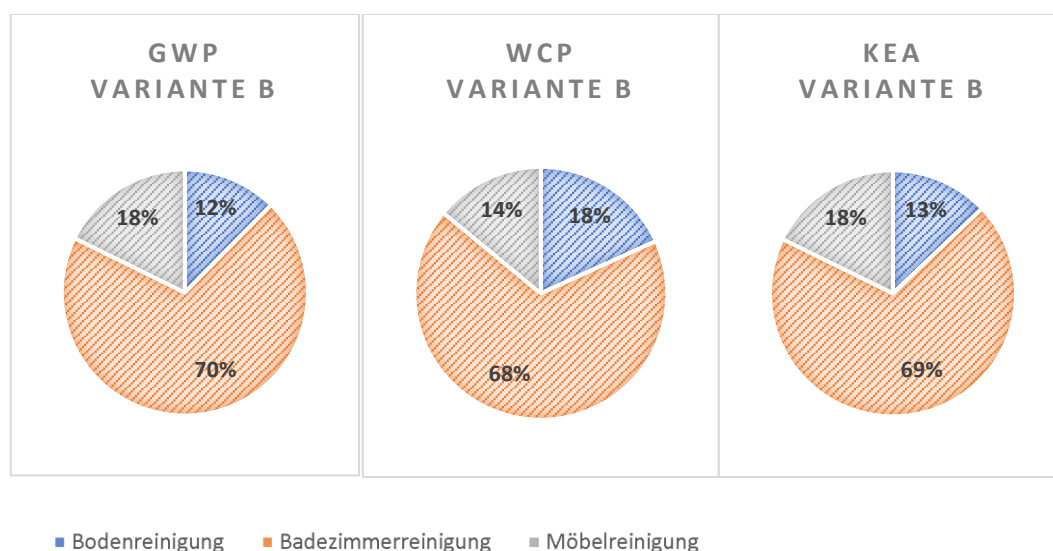


Abbildung 13: Beitrag der Umweltauswirkungen der Teilreinigungen (Variante B)

Abbildung 13 zeigt, dass die Badezimmerreinigung mit einem Anteil von ca. 70% in allen Wirkungskategorien einen sehr großen Einfluss auf die tägliche Zimmerreinigung hat. Der Gesamtanteil der Boden- und Möbelreinigung liegt dagegen nur bei ca. 30% und damit niedriger als in Variante A. Um den Grund dafür zu finden, wurde der Beitrag der verwendeten Materialien bei der Badezimmerreinigung nochmals analysiert. Da sich die Badezimmerreinigung der Variante A und B nicht unterscheidet, kann hier der Einsatz von Reinigungsmitteln, Elektrizität und Waschmitteln als Hauptverursacher schlussfolgert werden.

9 Sensitivitätsanalyse

Frischknecht (2020) führte aus, dass die Durchführung der Sensitivitätsanalysen die Funktion hat, die wichtigen Entscheidungen und Annahmen zu identifizieren, die sich auf die Ergebnisse einer Ökobilanz auswirken können. Durch die Analyse des Einflusses dieser Faktoren auf die Ergebnisse kann die Stabilität der Ergebnisse überprüft werden. In der Sensitivitätsanalyse dieser Studie werden sechs Szenarien entwickelt und analysiert, die sich auf Materialien und Faktoren beziehen, die nach den Kapiteln 7 und 8 eine wichtige Rolle bei der täglichen Zimmerreinigung spielen.

9.1 Szenarien

9.1.1 Szenario 1

Im Szenario 1 wird angenommen, dass die für die tägliche Zimmerreinigung verwendete Energie von Solaranlagen stammt, die auf dem Dach des Hotels installiert sind. Es wird analysiert, wie die direkt im Hotel erzeugte erneuerbare Energie die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung beeinflusst.

9.1.2 Szenario 2

Im Szenario 2 wird angenommen, dass für das Waschen und Trocknen von Wischmopps und Mikrofasertüchern wasser- und stromsparendere Waschmaschinen und Trockner verwendet werden. Die Referenzwaschmaschinen und -trockner sind die wasser- und stromsparendsten Waschmaschinen und Trockner, die auf der klimaaktiv (o. J.b) Liste zu finden sind. Es wird untersucht, wie sich die Verwendung effizienterer Waschmaschinen und Trockner auf die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung auswirkt. Der Wasser- und Stromverbrauch pro Vorgang stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 20: Wasser- und Stromverbrauch der Referenzgeräte des Szenarios 2

Parameter	Waschmaschine	Trockner	Einheit
Wasserverbrauch pro Waschvorgang	40	-	l
Stromverbrauch pro Waschvorgang	0,340	1,26	kWh

9.1.3 Szenario 3

Im Szenario 3 wird die Menge der eingesetzten Reinigungsmittel variiert. Im Szenario 3.1 wird die Menge der eingesetzten Reinigungsmittel um 50 % erhöht, während in Szenario 3.2 die Menge um 50 % reduziert wird. In Anbetracht der Tatsache, dass

der Einsatz der Reinigungsmittel ein sehr wichtiger Faktor bei der täglichen Zimmerreinigung ist, ist es auch sinnvoll, ein Szenario zu erstellen, in dem die Inhaltsstoffe der Reinigungsmittel variiert werden. Da die Inhaltsstoffe der Reinigungsmittel (und Waschmittel) jedoch sehr komplex sind, wie auch Bruinsma (2016) betont hat, wird in dieser Studie solches Szenario nicht erstellt.

9.1.4 Szenario 4

Im Szenario 4 werden WC und Duschkopf verwendet, die weniger wassereffizient sind. Als Referenz werden die Spezifikation von wassernichteffizienten WCs und Duschköpfen gemäß BMUV (2016) und co2online (2018) gewählt (WC: 9 Liter Wasser pro Spülung, Duschkopf: 12 Liter Wasser/Minute). Es wird untersucht, wie sich die Verwendung wasserintensiverer WCs und Duschköpfe auf die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung auswirkt.

9.1.5 Szenario 5

Im Szenario 5 wird die Lebensdauer von Wischmopps und Mikrofasertüchern um 50 % auf 250 Waschvorgänge reduziert. Es wird analysiert, wie sich die Verwendung von Wischmopps und Mikrofasertüchern mit kürzerer Lebensdauer auf die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung auswirkt.

9.1.6 Szenario 6

Im Szenario 6 wird davon ausgegangen, dass die Wischmopps und Mikrofasertücher, die bei der täglichen Zimmerreinigung verwendet werden, in Shaoxing, China, hergestellt werden. Dieses Szenario basiert auf der Tatsache, dass China das größte Textilproduktionsland der Welt ist und Shaoxing eine der größten Textilproduktionsstädte Chinas ist (Sabanoglu, 2023) (Wang et al., 2020). Die in Shaoxing produzierten Wischmopps und Mikrofasertücher werden dann per LKW zum Hafen von Shanghai transportiert und von dort per Schiff zum Hamburger Hafen. Von Hamburg aus werden sie an ein Hotel in der Stadt X geliefert. Es wird angenommen, dass die Stadt X 500 km vom Hamburger Hafen entfernt ist. Diese Annahme beruht auf der Tatsache, dass die Entfernung von Hamburg zu der am weitesten von Hamburg entfernten deutschen Stadt etwa 1000 km beträgt, so dass die "durchschnittliche" Entfernung von Hamburg zu deutschen Städten 500 km beträgt.

9.2 Variante A

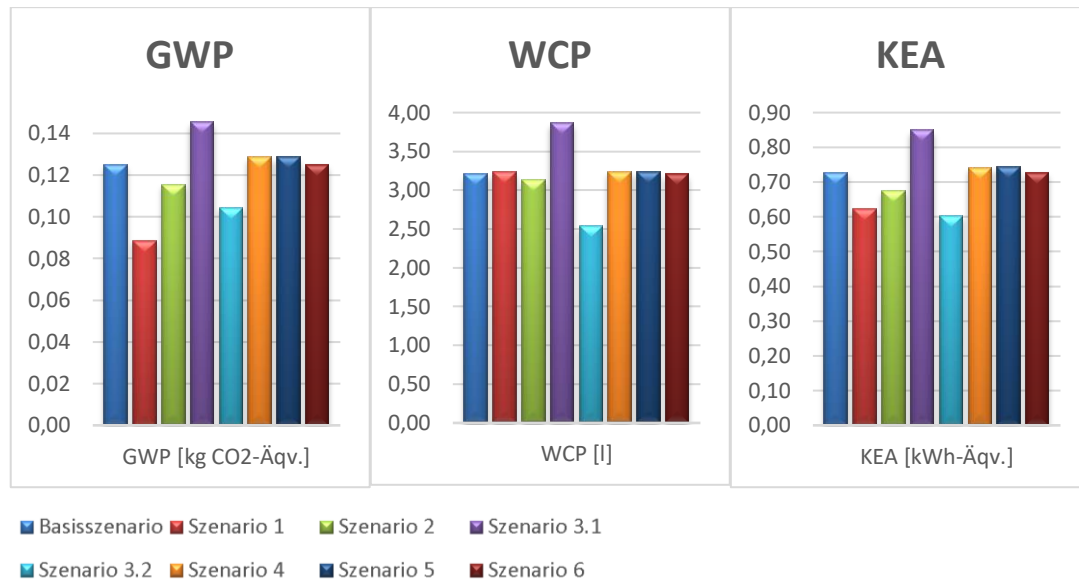


Abbildung 14: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante A

In allen Wirkungskategorien ist Szenario 3.1 das Worst-Case Szenario. Die Verwendung von 50 % mehr Reinigungsmittel führt dazu, dass die Werte der Wirkungskategorien des Szenarios 3.1 etwa 18 % höher sind als die Werte der Wirkungskategorien des Basisszenarios.

Szenario 3.2 ist das Best-Case Szenario in Bezug auf WCP und KEA. In der Wirkungskategorie WCP ist der Wert vom Szenario 3.2 21 % geringer als der des Basisszenarios, während sein kumulierter Energieaufwand 17 % geringer ist als der vom Basisszenario. Szenario 1 ist das Best-Case Szenario hinsichtlich des Treibhauspotenzials. Sein GWP-Wert ist 29 % niedriger als der vom Basisszenario.

Die Wertänderung in den Wirkungskategorien vom Szenario 2 gegenüber dem Basisszenario ist ebenfalls nicht unerheblich, mit einer Verringerung von ca. 8 % in der Wirkungskategorie GWP, ca. 2 % in der Wirkungskategorie WCP und ca. 7 % in der Wirkungskategorie KEA.

Wohingegen haben die in den Szenarien 4, 5 und 6 angewendeten Maßnahmen keine signifikanten Auswirkungen auf alle Wirkungskategorien.

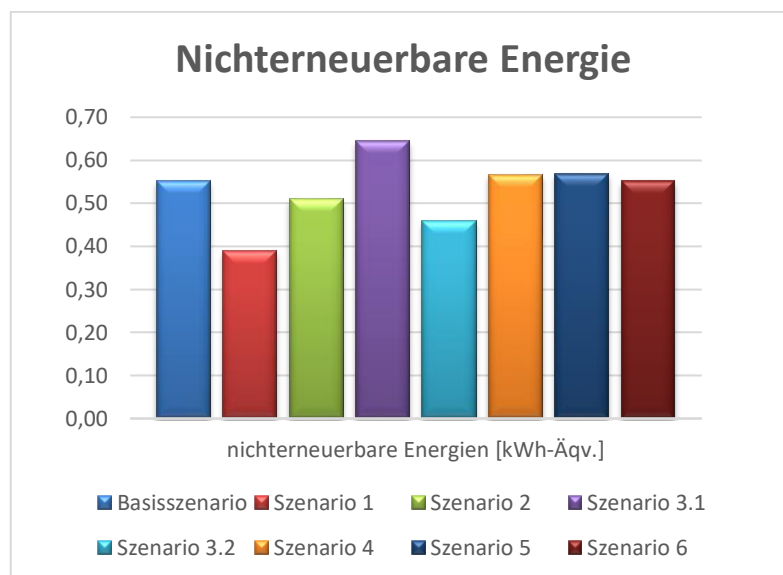


Abbildung 15: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante A, nichterneuerbare Energie

Der Bedarf an nicht-erneuerbaren Energie verringert sich im Szenario 1 um 29 %, im Szenario 2 um 7 % und in Szenario 3.2 um 17 % im Vergleich zum Basisszenario. In Szenario 3.1 hingegen steigt der Wert um 17 %. In den Szenarien 4, 5 und 6 gibt es nur minimale Änderungen der Werte.

9.3 Variante B

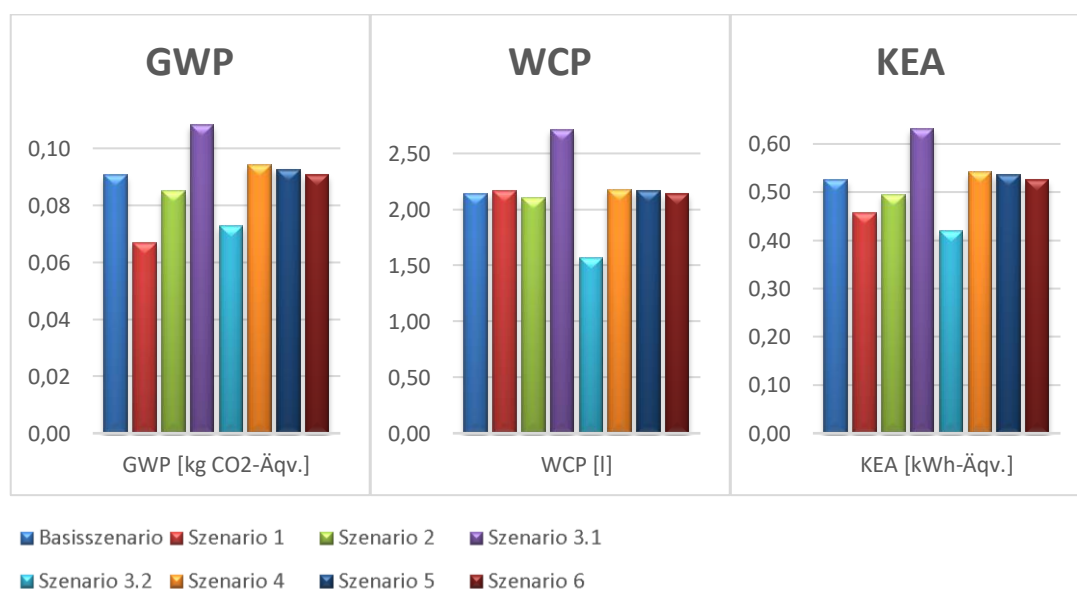


Abbildung 16: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante B

In allen Wirkungskategorien ist das Szenario 3.1 erneut das Worst-Case Szenario. Die Werte der Wirkungskategorien vom Szenario 3.1 steigen um etwa 22 % im Vergleich zu den Werten der Wirkungskategorien des Basisszenarios.

Währenddessen ist Szenario 3.2 erneut das Best-Case Szenario in Bezug auf den potenziellen Wasserverbrauch und den kumulierten Energieaufwand. In der Wirkungskategorie WCP liegt der Wert vom Szenario 3.2 27 % unter dem des Basisszenarios, während sein kumulierter Energieaufwand 20 % unter dem vom Basisszenarios liegt. Szenario 1 ist auch wieder das Best-Case Szenario in der Wirkungskategorie GWP, mit einem GWP-Wert, der 26 % unter dem des Basisszenarios liegt.

In der Wirkungskategorie WCP sind mit Ausnahme der Szenarien 3.1 und 3.2 keine signifikanten Wertänderungen zu finden. Auch die Szenarien 4, 5 und 6 weisen im Allgemeinen keine signifikanten Wertveränderungen auf.

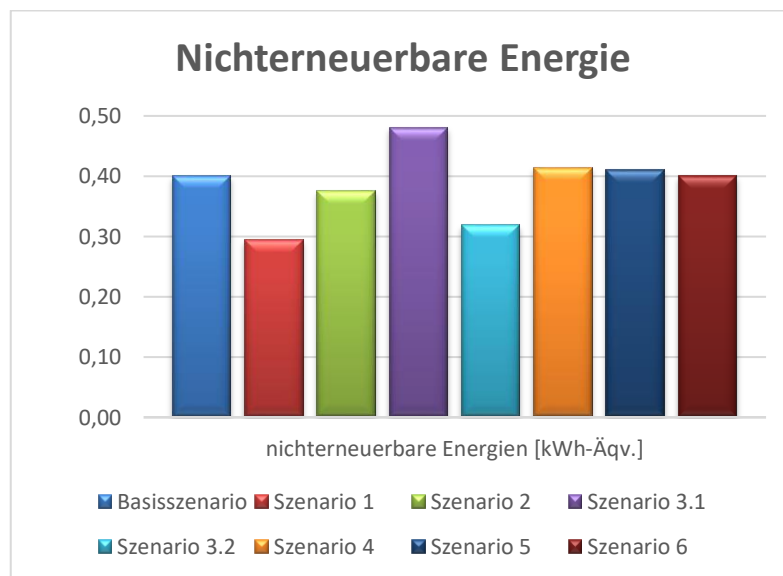


Abbildung 17: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Variante B, nichterneuerbare Energie

Der Bedarf an nicht-erneuerbaren Energie verringert sich im Szenario 1 um 26 %, im Szenario 2 um 6 % und im Szenario 3.2 um 20 % im Vergleich zum Basisszenario. Im Szenario 3.1 hingegen steigt der Wert um 20 %. In den Szenarien 4, 5 und 6 wurden nur minimale Wertänderungen festgestellt, die zwischen 0,1 % und 3,6 % liegen.

9.4 Zusammenfassung der Sensitivitätsanalyse

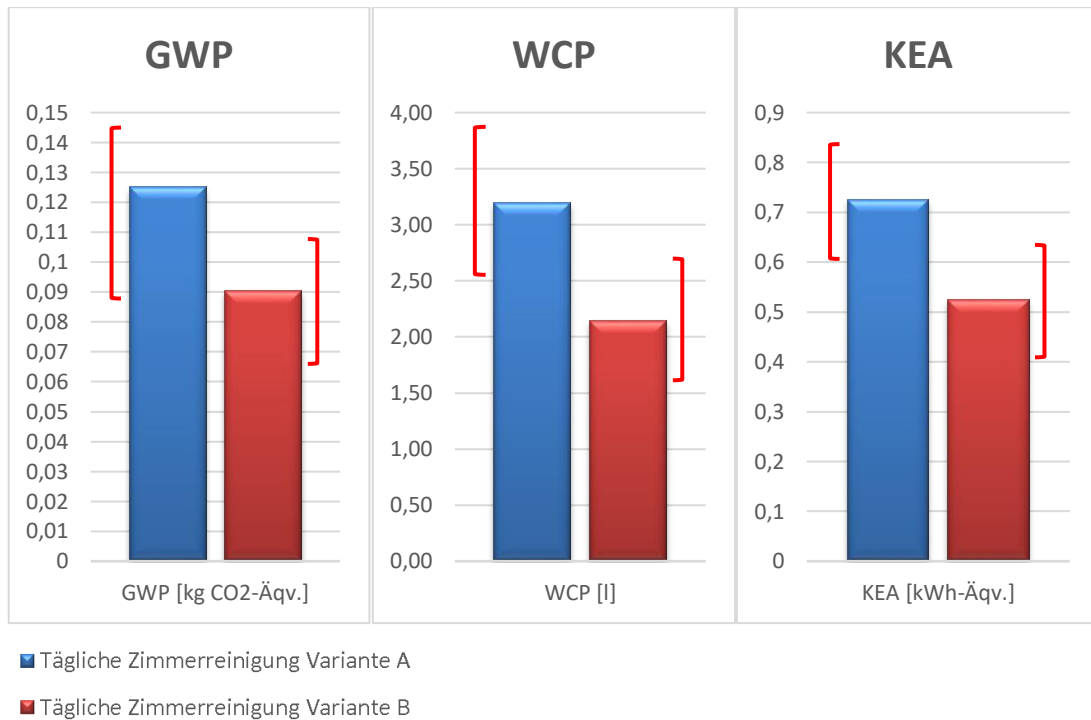


Abbildung 18: Grafische Darstellung der Zusammenfassung der Sensitivitätsanalyse

Aus der Sensitivitätsanalyse, die für die Variante A durchgeführt wurde, lässt sich ableiten, dass die verwendeten Maßnahmen in den erstellten Szenarien den Wert der Wirkungskategorie GWP bis zu 16 %, den Wert der Wirkungskategorie WCP bis zu 21 % und den Wert der Wirkungskategorie KEA bis zu 17% im Vergleich zu den Werten des Basisszenarios erhöhen können. Während die Wertminderung in der Wirkungskategorie GWP 29 %, in der Wirkungskategorie WCP 21 % und in der Wirkungskategorie KEA 17 % beträgt.

Bei der Variante B können die verwendeten Maßnahmen in den erstellten Szenarien den Wert der Wirkungskategorie GWP bis zu 19 %, den Wert der Wirkungskategorie WCP bis zu 27 % und den Wert der Wirkungskategorie KEA bis zu 20 % im Vergleich zu den Werten des Basisszenarios erhöhen. Während die Wertminderung in der Wirkungskategorie GWP 26 %, in der Wirkungskategorie WCP 27 % und in der Wirkungskategorie KEA 20 % beträgt.

10 Datenqualitätsanalyse

Die für die Sachbilanz dieser Studie verwendeten Daten stammen aus den Jahren 2013 bis 2023, d. h. keine Daten sind älter als 10 Jahre und alle Daten sind mit dem Jahr der Veröffentlichung gekennzeichnet. Die Daten zur täglichen Zimmerreinigung in Hotels beschreiben die allgemeine Situation in Deutschland, die in Kapitel 4 näher erläutert wird. Mit Situation sind hier die eingesetzten Technologien und die geltenden Standards in den offiziell klassifizierten Hotels in Deutschland gemeint. Es werden jedoch auch Daten über die Standards in Hotels in anderen Ländern wie den USA, Österreich, Italien, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich als Vergleich herangezogen. Für die Herstellung der Materialien, die für die tägliche Reinigung der Hotelzimmer verwendet werden, werden Daten aus derecoinvent-Datenbank verwendet, um die globale Situation widerzuspiegeln, da die verwendeten Materialien oder ihre Bestandteile in verschiedenen Ländern hergestellt werden können.

Diese Studie wurde soweit wie möglich mit repräsentativen Daten durchgeführt. Sollten die Daten nicht ausreichend repräsentativ sein, werden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Bei den untersuchten Hotels handelt es sich um 3- und 4-sterne Hotels, die hinsichtlich der Sterne-Kategorien die Mehrheit darstellen (Graefe, 2023b). Es ist zu beachten, dass nicht klassifizierte Hotels und Hotels, in denen täglich staubgesaugt werden muss, in dieser Studie nicht repräsentiert werden. Die Input- und Output-Daten wurden mehrmals geprüft, um Fehler in den Berechnungsergebnissen zu vermeiden. Sie basieren hauptsächlich auf Primärdaten aus direkten Beobachtungen und Befragungen in den untersuchten Hotels und im Allgemeinen auf Sekundärdaten aus Literatur und Studien. Die in dieser Studie verwendeten Daten und Methoden wurden so klar wie möglich beschrieben, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Die in dieser Studie verwendeten Daten stammen ebenfalls aus wissenschaftlichen Daten und Datenbanken. Die Daten stammen größtenteils aus anderen Ökobilanzstudien und aus Dokumenten oder Veröffentlichungen offizieller Organisationen oder Verbände.

11 Vergleich mit vorliegenden Studien

Die Studie von Bruinsma (2016) ist für den Vergleich am besten geeignet. Die Wirkungskategorien, die verglichen werden können, sind jedoch nur GWP, da die Studie von Bruinsma die Wirkungskategorien WCP und KEA nicht enthält. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie und der Studie von Bruinsma dargestellt:

Tabelle 21: Vergleich der Ergebnisse dieser Studie und der Studie von Bruinsma (2016)

Wirkungskategorie	Dieser Studie		Studie von Bruinsma (2016)
	Variante A	Variante B	
GWP [kg CO ₂ -Äqv.]	0,1250	0,0905	0,0683

Es gibt Wertunterschiede von 45,4 % gegenüber der Variante A und 24,5 % gegenüber der Variante B. Dies kann auf die unterschiedlichen Bedingungen des Hotels, das Bruinsma als Referenz verwendet wird, und der Hotels, die in dieser Studie als Referenz verwendet werden, zurückzuführen sein. Das untersuchte Hotel von Bruinsmas Studie hat eine Zimmeranzahl von 81 Zimmern, die größer ist als die Zimmeranzahl im Hotel Zum Schwarzen Bären und im Hotel X. Bruinsma hat auch eine eigene Kategorie für das Waschen erstellt, die das Waschen von Wischmopps und Mikrofasertüchern umfassen könnte. Bruinsma hat auch Produkte vernachlässigt, die seiner Meinung nach keine wichtige Rolle bei dem Housekeeping spielen. Ausführliche Informationen über diese vernachlässigten Produkte sind in der öffentlich zugänglichen Version der Studie von Bruinsma nicht zu finden. Bruinsma argumentierte zudem in seiner Studie, dass der wichtigste Faktor bei dem Housekeeping die Mobilität der Reinigungskräfte ist, die in dieser Studie nicht berücksichtigt wird, da es schwierig ist, den Beitrag der täglichen Zimmerreinigung zur Mobilität der Reinigungskräfte konkret zu bestimmen. Bruinsma verwendete auch die andere Version der Datenbank (ecoinvent 2.2) und die andere Wirkungsabschätzungsmethode (CML-IA midpoint).

12 Fazit

Aus den Ergebnissen dieser Studie können drei wichtige Schlussfolgerungen gezogen werden. Die erste ist, dass die Umweltauswirkungen vom Hotelzimmer mit Teppichboden und vom Hotelzimmer mit Fußboden unterschiedlich sind. Variante A (Fußboden) hat größere Umweltauswirkungen als Variante B (Teppichboden). Dies bedeutet jedoch nicht, dass Fußboden im Allgemeinen umweltfreundlicher als Teppichboden ist, da sich diese Studie nur auf die tägliche Zimmerreinigung konzentriert.

Zweitens sind die wichtigsten Faktoren bei der Täglichen Zimmerreinigung der Einsatz von Reinigungs- und Waschmitteln sowie der für die tägliche Reinigung benötigte Elektrizität, sei es die Elektrizität für das Waschen von Wischmopps und Mikrofaser-tüchern oder die für Bereitstellung von den verwendeten Materialien bei der täglichen Zimmerreinigung.

Drittens wurde festgestellt, dass die Größe der Hotelzimmer keinen signifikanten Einfluss auf die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung hat. Es ist jedoch anzumerken, dass die Unterschiede in der Größe der Hotelzimmer in den untersuchten Hotels nicht sehr groß sind, so dass es möglich ist, dass Hotelzimmer, die sehr viel größer als ein durchschnittliches Hotelzimmer sind, sehr viel größere Umweltauswirkungen haben.

12.1 Handlungsempfehlung

Ausgehend von den Schlussfolgerungen gibt es einige Handlungsempfehlungen, die formuliert werden können, um die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in Hotels so gering wie möglich zu halten. Die erste ist die Verwendung einer Dosieranlage, wie bereits im Hotel Zum Schwarzen Bären eingesetzt wird. Durch den Einsatz der Dosieranlage wird der übermäßige Einsatz von Reinigungsmitteln vermieden, da die Reinigungsmittel automatisch dosiert werden, so dass der menschliche Fehlerfaktor minimal ist. Außerdem muss das Hotel durch den Einsatz der Dosieranlage die Reinigungsmittel in Form eines Konzentrats bestellen, was den Transportbedarf und die Menge an Verpackungsabfall reduziert. Die verwendeten Reinigungsmittel sollten außerdem organisch sein, wie es im Hotel X der Fall ist, um die Umweltbelastung weiter zu reduzieren und die Reinigungskräfte vor einer langfristigen chemischen Belastung zu schützen.

Die Nutzung erneuerbarer Energien kann ebenfalls eine Option sein, um die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung zu verringern. Die positiven Auswirkungen der Nutzung von Solarenergie zum Beispiel wurden in Kapitel 9 beschrieben.

Der Wasserverbrauch kann weiter gesenkt werden, wenn die Liste der Zimmer, die nicht gereinigt werden müssen, so früh wie möglich erstellt und verteilt wird, so dass das Reinigungspersonal berechnen kann, wie viel Wasser in den Wischeimer gefüllt

werden muss. Eine weitere Möglichkeit ist die Sprühmethode, bei der das Wischpflegemittel in eine Sprühflasche gefüllt wird. Diese Methode ist wassersparender als das Eintauchen des Wischmopps in einen Eimer mit einer Mischung aus Wasser und Wischpflegemittel.

12.2 Ausblick auf weiteren Untersuchungsbedarf

Im Hinblick auf die Themen, die in dieser Studie nicht behandelt wurden, können einige Vorschläge für weitere Untersuchungen formuliert werden:

- Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung mit organischen Reinigungsmitteln vs. mit konventionellen Reinigungsmitteln
- Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung mit organischen Waschmitteln vs. mit konventionellen Waschmitteln
- Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung, wenn die Wischmopps und Mikrofasertüchern nicht im Hotel, sondern extern gewaschen werden
- Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung beim Einsatz eines Staubsaugers
- Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Hotelzimmerreinigung, wenn die tägliche Zimmerreinigung für einen bestimmten Zeitraum abbestellt wird und das zu reinigende Zimmer schmutziger ist
- Entwicklung eines Tools für Hotels zur Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung, das an die Gegebenheiten des Hotels bzw. der Hotelzimmer angepasst werden kann (Zimmergröße, Bodenart, Komplexität der Zimmereinrichtung, Hoteltyp)
- Untersuchung des Einflusses der Lüftung bzw. des Öffnens der Fenster während der täglichen Zimmerreinigung auf den Energieverbrauch, insbesondere im Winter

13 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die Ökobilanzmethode angewendet, die an DIN ISO 14040/14044 orientiert sind, um die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in deutschen Hotels zu untersuchen. Die untersuchte Wirkungskategorien sind Treibhauspotenzial (GWP), Wasserverbrauchspotenzial (WCP) und kumulierter Energieaufwand (KEA). Dabei wurden Daten aus Literaturrecherche und Hotelbesichtigungen verwendet und mit dem Programm openLCA verarbeitet, in dem die Wirkungsabschätzungsmethoden ReCiPe 2016 midpoint (H) und Cumulative Energy Demand (CED) gewählt wurden. Sensitivitätsanalysen und Vergleiche mit ähnlichen Studien wurden durchgeführt, um die Ergebnisse zu validieren und Schlussfolgerungen zu ziehen.

Das Hauptziel dieser Studie ist die Darstellung der durchschnittlichen Umweltauswirkungen der täglichen Reinigung von Hotelzimmern für die Öffentlichkeit. Ein weiteres Ziel dieser Studie ist es, die Faktoren zu identifizieren, die einen großen Einfluss auf die tägliche Zimmerreinigung haben, so dass sie als Referenz für Hotels bei der Planung ihrer täglichen Reinigungsaktivitäten verwendet werden kann. Die funktionelle Einheit dieser Studie ist "ein Zimmer in einem vom DEHOGA klassifizierten Hotel in Deutschland, das an dem Tag den täglichen Reinigungsprozess durchlaufen hat".

Die tägliche Zimmerreinigung ist für alle offiziell klassifizierten Hotels in Deutschland vorgeschrieben. Es ist wichtig zu wissen, dass sich die tägliche Zimmerreinigung von der Reinigung der Hotelzimmer nach dem Aufenthalt eines Gastes unterscheidet. Es gibt keine Vorschriften darüber, wie die tägliche Zimmerreinigung durchzuführen ist, aber im Allgemeinen werden bei der täglichen Zimmerreinigung die Möbeloberflächen, das Badezimmer und den Boden gereinigt. In dieser Studie werden die Hotelzimmer in zwei Typen unterteilt: Zimmer mit allen Bodenarten außer Teppichboden, die vereinfacht als Fußboden bezeichnet werden (Variante A), und Zimmer mit Teppichboden (Variante B).

Der einzige Unterschied zwischen Variante A und Variante B ist die Bodenreinigung. In der Variante A wird der Boden gewischt, während in der Variante B der Boden nur mit einem Textilspray besprüht wird. Im Großen und Ganzen sind die Materialien, die für die tägliche Zimmerreinigung verwendet werden, Wischmopps, Mikrofasertücher, Reinigungsmittel und Wasser. Die Wischmopps und Mikrofasertücher werden dann im Hotel mit einer Waschmaschine und Waschmittel gewaschen und anschließend in einem Trockner getrocknet. Natürlich wird bei diesem Vorgang Strom verwendet.

Die Daten zu den oben genannten Materialien werden mit dem Programm openLCA verarbeitet, um die verursachten Umweltauswirkungen zu analysieren. Die Ergebnisse sind wie folgt:

Tabelle 22: Zusammenfassung der Ergebnisse

Wirkungskategorie	Variante A	Variante B
GWP [kg CO ₂ -Äqv.]	0,1250	0,0905
WCP [l]	3,20	2,14
KEA [kWh-Äqv.]	0,7261	0,5253

Es wurde festgestellt, dass die Badezimmerreinigung im Vergleich zur Boden- und Möbelreinigung den größten Beitrag leistet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Badezimmerreinigung am meisten Reinigungsmittel verwendet werden. Der Grund dafür ist, dass die Verwendung von Reinigungsmitteln, gefolgt von der Elektrizität und der Verwendung von Waschmitteln, die einflussreichsten Faktoren für die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung sind.

Aus den Ergebnissen der Sensitivitätsanalyse lässt sich ableiten, dass die Menge der eingesetzten Reinigungs- und Waschmittel sowie die Wahl der Energiequelle sehr ausschlaggebend für die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung in Hotels ist.

Aus den Ergebnissen der Wirkungsabschätzung lassen sich Handlungsempfehlungen formulieren, unter anderem die Verwendung einer Dosieranlage für die Reinigungsmittel, der Einsatz umweltfreundlicher Energie und die Modifizierung der Wischmethoden. In Zukunft können weitere Untersuchungen zu den Themen durchgeführt werden, die in dieser Studie nicht behandelt wurden, wie z.B. der Einfluss auf die Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung, wenn umweltfreundliche Reinigungs- und Waschmittel verwendet werden, oder wenn Produkte berücksichtigt werden, die in dieser Studie nicht berücksichtigt wurden, wie z.B. Staubsauger, sowie die Entwicklung von Tools, die von Hotels zur Analyse der Umweltauswirkungen der täglichen Zimmerreinigung verwendet werden können.

VII Literaturverzeichnis

Arcora International, 2018.

„*ArcoraChemieKatalog*“ [Online].

Verfügbar unter <https://arcorahandel.de/wp-content/uploads/2018/05/ArcoraChemieKatalog.pdf> (Abgerufen am 19 März 2023).

Ashley P., 2021.

Housekeeping: What does Disney mean by light housekeeping service? ... | planDisney [Online].

Verfügbar unter <https://plandisney.disney.go.com/question/housekeeping-disney-mean-light-housekeeping-service-447360/> (Abgerufen am 19 März 2023).

BMUV, 2016.

Wassersparende Toilettenspülung [Online].

Verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/binnengewasser/verbrauchertipps/wassersparende-toilettenspuelung> (Abgerufen am 23 März 2023).

Bruinsma, M. C., 2016.

Applying streamlined LCA to assess the environmental impact of the hotel branch [Online].

Verfügbar unter <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:e20c58d8-b5c0-44f9-97d2-3eb5d7ac9187?collection=education>.

co2online, 2018.

Wie hoch ist der Wasserverbrauch beim Duschen? [Online].

Verfügbar unter <https://www.mein-klimaschutz.de/zu-hause/a/bad/wie-hoch-ist-der-wasserverbrauch-beim-duschen/> (Abgerufen am 23 März 2023).

DEHOGA, 2022.

Infomaterial_Deutsche_Hotelklassifizierung_2022 [Online].

Verfügbar unter https://www.hotelstars.eu/fileadmin/Dateien/GERMANY/Downloads/Infomaterial_Deutsche_Hotelklassifizierung_2022.pdf (Abgerufen am 13 März 2023).

DEHOGA, 2023.

Deutsche Hotelklassifizierung Kriterien Hotelsterne-Vergabe [Online]

(Abgerufen am 12 März 2023).

Ember, 2022.

World electricity generation share by source 2021 | Statista [Online].

Verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/269811/world-electricity-production-by-energy-source/> (Abgerufen am 26 März 2023).

Falkenmark, M. & Rockström, J., 2004.

Balancing water for humans and nature: The approach in ecohydrology, London, Earthscan.

Filimonau, V., Dickinson, J., Robbins, D. & Huijbregts, M. A., 2011.

Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation, Journal of Cleaner Production, Vol. 19, 17-18, S. 1917–1930 [Online]. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.07.002.

Finkbeiner, M., Lehmann, A. & Roffeis, M., 2019.

Ökobilanzielle Bewertung des Lebensweges eines handelsüblichen weißen Baumwolle T-Shirts in Deutschland [Online].

Verfügbar unter https://www.ikw.org/fileadmin/IKW_Dateien/downloads/Haushaltspflege/20190415_Oekobilanz_T-Shirt.pdf (Abgerufen am 23 März 2023).

Frischknecht, R., 2020.

Lehrbuch der Ökobilanzierung, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.

Fulvio, A. & Peiró, L. T., 2015.

Environmental Footprint and Material Efficiency Support for Product Policy.

Global Ecobrick Alliance, 2022.

What is an ecobrick? | Ecobricks.org [Online].

Verfügbar unter <https://www.ecobricks.org/en/what.php> (Abgerufen am 13 März 2023).

Golsteijn, L., Menkveld, R., King, H., Schneider, C., Schowanek, D. & Nissen, S., 2015.

A compilation of life cycle studies for six household detergent product categories in Europe: the basis for product-specific A.I.S.E. Charter Advanced Sustainability Profiles, Environmental sciences Europe, Vol. 27, No. 1, S. 23.

Graefe, L., 2018.

Zimmerauslastung der Hotels in Deutschland von 2008 bis 2018 im jeweils ersten Halbjahr [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167521/umfrage/zimmerauslastung-der-hotellerie-seit-1997/?locale=de> (Abgerufen am 23 März 2023).

Graefe, L., 2022a.

Anzahl der Schlafgelegenheiten in Hotels, Gasthöfen und Pensionen in Deutschland von 2000 bis 2020 [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/77363/umfrage/anzahl-der-betten-in-hotels-uae-betrieben-in-deutschland-seit-1998/> (Abgerufen am 23 März 2023).

Graefe, L., 2022b.

Beherbergungsbetriebe: Anzahl in Deutschland bis 2022 [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/29627/umfrage/geoeffnete-beherbergungsbetriebe-in-deutschland-seit-1992/> (Abgerufen am 23 März 2023).

Graefe, L., 2023a.

Hotels: Übernachtungen in Deutschland bis 2022 | Statista [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/251178/umfrage/uebernachtungen-in-hotels-in-deutschland/?locale=de> (Abgerufen am 11 März 2023).

Graefe, L., 2023b.

Klassifizierte Hotels: Anzahl der Sterne 2023 | Statista [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/30359/umfrage/klassifizierte-hotels-nach-anzahl-der-hotelsterne/> (Abgerufen am 12 März 2023).

Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K. & Olsen, S. I., 2018.

Life Cycle Assessment, Cham, Springer International Publishing.

Hotel Pfösl, 2023.

HYGIENE - TEIL 2 - Reinigung nach dem HACCP Farbleitsystem - Vitalpina Hotel Pfösl [Online], Zeppelin Group GmbH - www.zeppelin-group.com - BZ / Zeppelin Group GmbH / Italien.

Verfügbar unter <https://www.pfoesl.it/de/information/hygiene-teil-2-reinigung-nach-dem-haccp-farbleitsystem/71-83441.html> (Abgerufen am 12 März 2023).

Hotel X, 2023.

Datenerhebung geführt von Dendi Gumiwang Wirahadikusuma, 25. Januar 2023.

Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023a.

Datenerhebung geführt von Dendi Gumiwang Wirahadikusuma, 26. Januar 2023.

Hotel Zum Schwarzen Bären, 2023b.

ÜBER UNS - Hotel Zum Schwarzen Bären [Online]. Verfügbar unter <https://zumschwarzenbaeren.de/ueber-uns/> (Abgerufen am 12 März 2023).

IPCC (Hg.), 2013.

Climate change 2013: The physical science basis ; summary for policymakers, a report of Working Group I of the IPCC, technical summary, a report accepted by Working Group I of the IPCC but not approved in detail and frequently asked questions ; part of the Working Group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Online], New York, Intergovernmental Panel on Climate Change. Verfügbar unter <http://www.ipcc.ch/>.

ISO: DIN EN ISO 14044, 2006.

klimaaktiv, o. J.a.

Wäschetrockner [Online].

Verfügbar unter <https://www.topprodukte.at/topprodukte/haushaltsgeraete/waschmaschinen-trockner/waeschetrockner> (Abgerufen am 23 März 2023).

klimaaktiv, o. J.b.

Waschmaschinen [Online].

Verfügbar unter <https://www.topprodukte.at/topprodukte/haushaltsgeraete/waschmaschinen-trockner/waschmaschinen> (Abgerufen am 23 März 2023).

Kunst, A., 2023.

Beliebteste Waschmaschinen-Marken in Deutschland im Jahr 2022 [Online].

Verfügbar unter <https://de.statista.com/prognosen/999826/deutschland-beliebteste-waschmaschinen-marken?locale=de> (Abgerufen am 23 März 2023).

Larsson, H., Lindahl, M. & Svensson, N., 2009.

Life cycle assessment of floor care: A comparative study of the Twister method and floor care methods using polish and wax, Linköping, Linköpings universitet [Online].

Verfügbar unter <http://www.cleanlink.com/pdf/casestudieswhitepapers/LCATwisterbyHenrikLarsson2009.pdf> (Abgerufen am 22 März 2023).

Luthe, M., 2020.

Hotelklassifizierung 2020-2025 [Online].

Verfügbar unter https://www.hotelstars.eu/fileadmin/Dateien/GERMANY/Downloads/Kriterienkatalog/20220506_Kriterienkatalog_2020-2025.pdf (Abgerufen am 12 März 2023).

M.A.J. Huijbregts et al., 2016.

ReCiPe 2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization [Online].

Verfügbar unter <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0104.pdf> (Abgerufen am 24 März 2023).

Máša, V., Bobák, P., Kuba, P. & Stehlík, P., 2013.

Analysis of energy efficient and environmentally friendly technologies in professional laundry service, Clean Technologies and Environmental Policy, Vol. 15, No. 3, S. 445–457.

Nungesser, S., 2020.

Hygiene in der Hotellerie: Schwerpunkt Zimmer und Etage [Online].

Verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahU-KEwiW2t6u5tj9AhVE7LsIHQ9zAUQQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fassets.ahgz.de%2Fmedia%2Ffile%2Fdirect%2F1590670877hygiene-in-der-hotellerie-praesentation.pdf&usg=AOvVaw3OyLrjJ28kdqL8fYSLH9M> (Abgerufen am 13 März 2023).

openLCA o. J.a.,

GreenDelta | *openLCA.org* [Online].

Verfügbar unter <https://www.openlca.org/greendelta/> (Abgerufen am 26 März 2023).

openLCA, o. J.b.

Open source | *openLCA.org* [Online].

Verfügbar unter <https://www.openlca.org/open-source/> (Abgerufen am 26 März 2023).

openLCA nexus, o. J.

openLCA Nexus: The source for LCA data sets [Online].

Verfügbar unter <https://nexus.openlca.org/database/ecoinvent> (Abgerufen am 26 März 2023).

Project Wings, 2022.

Recyclingdorf - Project Wings, Project Wings, 8. November [Online].

Verfügbar unter <https://www.project-wings.de/recyclingdorf/> (Abgerufen am 12 März 2023).

Rehrmann, M., 2015.

Zur Geschichte der Krankenhaushygiene [Online].

Verfügbar unter https://hyg-infekt.umg.eu/fileadmin/Redaktion/Krankenhaushygiene/UEber_uns/geschichte-krankenhaushygiene.pdf (Abgerufen am 13 März 2023).

Sabanoglu, T., 2023.

Top textile exporting countries worldwide 2021 | *Statista* [Online].

Verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/236397/value-of-the-leading-global-textile-exporters-by-country/> (Abgerufen am 26 März 2023).

Statista Research Department, 2023.

Führende Marken in der Kategorie 'Waschmaschine/Trockner' in DE 2021 [Online].

Verfügbar unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf (Abgerufen am 23 März 2023).

VDI, 2012.

VDI 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA) - Begriffe, Berechnungsmethoden.

Venditti, R., Olsson, E. & Olsson, S., 2018.

Environmental Life Cycle Analysis of Single Use and Reusable Mops [Online].

Verfügbar unter https://gallery.mailchimp.com/7c67ca8be07d90456d3c1ca64/files/9cd4097d-b963-42e1-9b7a-f274c0c9f172/2018_MOP_LCA_Final.pdf?utm_source=Geerpres+Mailing+List&utm_campaign=dd0f10cfb9-AUTOMATION__1&utm_medium=email&utm_term=0_6905bdb45f-dd0f10cfb9-648236434&mc_cid=dd0f10cfb9&mc_eid=88dd2b6ffd (Abgerufen am 23 März 2023).

Vielbad, 2022.

Wie lange hält eine Waschmaschine: Die normale Lebensdauer, VIELBAD, 8. Oktober [Online].

Verfügbar unter <https://www.vielbad.de/magazin/wie-lange-haelt-eine-waschmaschine/> (Abgerufen am 20 März 2023).

VSR, 2021.

The-ABC-of-microfibre-WEB-2 [Online].

Verfügbar unter <https://www.bics.org.uk/wp-content/uploads/2021/08/The-ABC-of-microfibre-WEB-2.pdf> (Abgerufen am 19 März 2023).

Wang, X., Chen, X., Cheng, Y., Zhou, L., Li, Y. & Yang, Y., 2020.

Factorial Decomposition of the Energy Footprint of the Shaoxing Textile Industry, Energies, Vol. 13, No. 7, S. 1683.

Wings Coin, 2023.

Reinigung auf Wunsch abbestellen | Kosten senken. Umwelt schonen. | WingsCoin [Online].

Verfügbar unter <https://www.wingscoin.de/> (Abgerufen am 12 März 2023).

Wirahadikusuma, D. G., 2022.

Praktikum bei Project Wings gGmbH, Praxismodulbericht, Darmstadt,
Hochschule Darmstadt.

Yuan, Z., Zhang, Y. & Liu, X., 2016.

Life cycle assessment of horizontal-axis washing machines in China
[Online].

Verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/284094520_Life_cycle_assessment_of_horizontal-axis_washing_machines_in_China (Abgerufen am 23 März 2023).



Hotelbesichtigung: Zum Schwarzen Bären

Dendi Gumiwang Wirahadikusuma, 763680, dendi.g.wirahadikusuma@stud.h-da.de

1 Ergebnisse

1.1 Allgemeine Fragen

1. Wie wichtig sind die Aspekte Nachhaltigkeit und Umweltschutz für das Hotel?

Sehr wichtig. Das ist der Hauptgrund, warum das Hotel Wings Coin nutzt.

2. Ist das Hotel zufrieden mit Wings Coin? Welche Aspekte findet das Hotel besonders gut?

Sehr zufrieden. Kosteneinsparung, Ressourceneinsparung, verbessertes Image. Das Reinigungspersonal freut sich auch sehr darüber und das Hotel bekommt immer wieder positive Feedbacks von den Gästen über das Thema Abbestellung der Zimmerreinigung.

1.2 Fragen zur täglichen Zimmerreinigung

Die Fragen beziehen sich nur auf die tägliche Zimmerreinigung.

3. Orientiert sich der tägliche Zimmerreinigungsvorgang auf eine Norm oder Richtlinie? Gibt es Reinigungsprotokoll oder Checkliste von Ihrem Hotel?

Nein, es gibt für die Durchführung der täglichen Zimmerreinigung keine Norm oder Richtlinie. Allerdings für Hygienevorschriften im Allgemeinen: HACCP.

4. Was muss eigentlich genau gereinigt werden? Schlüsselwörter: Boden, Teppich, Bad, Möbel, Fenster.

a. Boden:

Nur Teppichboden im Zimmer

b. Teppich:

Der Teppichboden müssen nicht täglich gesaugt werden. Nur nach dem Check-Out oder wenn es sehr dreckig ist. Kleine Flecken oder Verschmutzungen werden per Hand geputzt.

c. Möbel:

Die Oberfläche von den Möbeln wird mithilfe einem feuchten Microfasertuch geputzt werden.

d. Bad:

Die Dusche, der Waschbecken und der Spiegel werden erstmal mit Desinfektionsreiniger gesprüht und anschließend mithilfe eines Microfasertuchs geputzt werden. Derselbe Ansatz wird für die Oberfläche des WCs auch angewendet aber jetzt mit separatem Tuch.

e. Fenster:

Fenster wird i.d.R. nur einmal im Jahr gründlich gereinigt. Die Glasoberfläche wird mithilfe einem Microfasertuch geputzt werden.

5. Nimmt das Hotel Reinigungsdienste von externen Firmen in Anspruch?



Nein, das Hotel hat sein eigenes Reinigungspersonal.

6. Wieviel und welche Arten von Reinigungsmittel werden verwendet?

Vier Arten: Desinfektionsmittel, WC-Reiniger, Bodenreiniger und Textilienspray. Textilienspray und Glasreiniger werden aber nicht immer genutzt. Reinigungsmittel werden als Konzentrat ungefähr 2-mal im Jahr ins Hotel geliefert.

7. Müssen Bettwäsche und/oder Handtücher täglich gewechselt werden? Oder ist dies nur auf Wunsch der Gäste nötig?

Nein. Die Bettwäsche und die Handtücher müssen nicht täglich gewechselt werden. Der Wechsel ist nur auf Wunsch der Gäste nötig.

8. Werden die Reinigungstextilien im Haus gewaschen oder extern?

Die Reinigungstextilien werden im Haus gewaschen. Bettwäsche aber extern.

9. Wenn im Hotel gewaschen:

- a. Werden die Putzlappen mit anderen Textilien zusammen gewaschen?

Die Putzlappen für die Zimmerreinigung und andere Textilien wie Fußmatten, Wischbezüge oder Putzlappen für die Küche werden separat gewaschen.

- b. Wie oft werden die Waschmaschinen genutzt werden, um die Textilien zum Reinigen zu waschen? Täglich? Oder immer unterschiedlich je nach Menge der Wäsche?

Einmal am Tag für die Zimmerreinigungslappen. Fast voll.

- c. Wie ist die maximale Ladung der Waschmaschinen? Und wieviel ist der Wasserverbrauch pro Waschvorgang?

-

- d. Welches Reinigungsprogramm (es gibt ja dafür auch Temperaturangabe) und wie lange dauert ungefähr ein Waschvorgang?

Eine Stunde mit dem Programm Waschmix 40° [Waschmaschine: Siemens Q800]

- e. Wie hoch ist die Leistung der Waschmaschine?

-

- f. Wieviel Waschmittel wird benutzt?

Ein cup.

- g. Für Trockner: Wie lange dauert ein Vorgang zum Trocknen und wie hoch ist die Leistung der Trocknermaschinen?

Eine Stunde mit dem Programm Schrank+ [Trockner: Miele Profesional]. Einmal am Tag. Industrietrockner



h. Sind die Reinigungstextilien einheitlich?

Ja, nur mit unterschiedlichen Farben. Dimension: 30 cm x 35 cm

10. Werden Geräte wie Staubsauger, Bodenwischer, der Waschmaschinen und Putzlappen nach einer bestimmten Zeit erneuert bzw. ausgetauscht? Oder erst wenn sie funktionsunfähig?

Alle Geräte, Utensilien und Reinigungstextilien werden erst ausgetauscht, wenn sie funktionsunfähig sind. Lebensdauer: Waschmaschine 3-5 Jahre, Staubsauger 20 Jahre, Trockner 10 Jahre. Bei anderen Geräten sehr unterschiedlich.

11. Für welche Reinigungsarten (Tägliche Zimmerreinigung/Zimmerreinigung nach dem Check-Out/Reinigung in den öffentlichen Bereichen des Hotels) werden folgende Tätigkeiten am intensivsten durchgeführt:

- a. Staubsaugen
- b. Bodenwischen
- c. Badreinigung

Reinigung nach dem Check-Out.

12. Was hängt alle von Zimmergröße ab?

Keine. Dauer des Staubsaugens (Für Reinigung nach dem Check-out) hängt vom Schmutzigkeitsgrad und Anordnung des Zimmers (Hindernisse etc.) ab.

13. Reinigungstextilien: Wieviel und welche Arten von Putzlappen werden verwendet?

Eine Art. Microfasertuch.

14. Staubsauger:

- a. Wie lange wird gesaugt? *1-2 Minuten*
- b. Wie hoch ist die Leistung der Waschmaschine? *620 Watt*
- c. Wie oft wird der Beutel gewechselt? *Einmal im Monat*

15. Wischen:

- a. kaltes oder warmes Wasser? *In den Zimmern wird nicht gewischt.*
- b. Wasser in Eimer: wie oft wird gewechselt? Wieviel Wasser wird verbraucht? *In den Zimmern wird nicht gewischt.*

16. Abfalleimer und Müllbeutel: Müssen die Mülleimer täglich entleert werden? *Ja, aber der Beutel muss nicht täglich gewechselt werden.*



2 Zusammenfassung Materialien

Für 1 Zimmer

Vorgang	Materialien	Beschreibung der Materialien
1. Teppichreinigung	1.1. Staubsauger + Beutel	- Model: Numatic International - #Henry 180-Plus - Leistung: 620 Watt - Gewicht: 8 kg - Saugdauer: 1-2 min für Check-Out Reinigung - Lebensdauer: ca. 20 J - Beutel 1-mal im Monat gewechselt
	1.2. Textilienspray	- Hersteller: Ecolab - Inhaltsstoffe: - Verbrauch: 1 600-ml Flasche alle 2 Tage
2. Möbelerreinigung	2.1. Microfasertuch	- Hersteller: - Dimension: 35 cm x 35 cm - Material: 70% Polyester / 30% Polyamid (Annahme) - Anzahl: 1
	2.2. Wasser	Volumen kann vernachlässigt werden
3. Badreinigung	3.1. Microfasertuch	Siehe 2.1. Anzahl: 2
	3.2. Desinfektionsmittel	- Hersteller: Ecolab - Inhaltsstoffe: - Verbrauch: 2 600ml-Flaschen am Tag
	3.3. WC-Reiniger	- Hersteller: Ecolab - Inhaltsstoffe: - Verbrauch: 1 600ml-Flasche im Monat
	3.4. Bodenreiniger	- Hersteller: Ecolab - Inhaltsstoffe: - Verbrauch: 1 900ml-Flasche am Tag
	3.5. Wasser	Verbrauch: 30 Sekunden Wasser durch den Duschkopf (Annahme: Wassersparend, 8 L/Min) fließen lassen = 4 L
	3.6. Bürste	Nur selten genutzt
4. Abfallsammlung	-	
5. Waschen	5.1. Waschmaschine	- Model: Siemens Q800 - Leistung: - Waschkdauer: 1 Std - Waschprogramm: Waschmix 40° - Ca. 3-5 J Lebensdauer



	5.2. Trockner	- Model: Miele Profesional - Leistung: - Dauer: 1 Std - Waschprogramm: Schrank + - Ca. 10J Lebensdauer
	5.3. Waschmittel	- Hersteller: Power Topwash - Inhaltstoffe: - o $\geq 15 - < 30\%$ Zeolithe - o $\geq 5 - < 15\%$ anionische Tenside - o Bleichmittel auf Sauerstoffbasis - o $< 5\%$ nichtionische Tenside - o Seife - o Phosphonate - o Polycarboxylate - Verbrauch: „1 Cup“ pro Waschvorgang
	5.4. Strom	
	5.5. Wasser	
6. Sonstiges	6.1. Reinigungskörbchen	- Hersteller: - Material: - Dimension: - Lebensdauer:
	6.2. Einweghandschuhe	- Hersteller: forma care soft grip Vinyl-Untersuchungshandschuhe - Material: PVC - Dimension: Größe M - Verbrauch: 3-4 Stücke am Tag

3 Staubsaugdauer

Die Zimmer haben dieselbe Größe (24 m²)

- Zimmer 20 (Abreise) : 2 Minuten 10 Sekunden
- Zimmer 21 (Abreise) : 1 Minute 36 Sekunden
- Zimmer 23 (Bleibezimmer) : Wurde nicht gesaugt
- Zimmer 11 (Abreise) : 2 Minuten 20 Sekunden
- Flur ca. 10 m² als Vergleich : 1 Minuten 5 Sekunden