



Bachelor Arbeit

Vergleich zwischen KNX und EnOcean am Beispiel exemplarischer Raumautomations-Installationen in Bezug auf Kosten und ökologische Aspekte sowie unter Berücksichtigung eines benutzerorientierten Anforderungsprofils

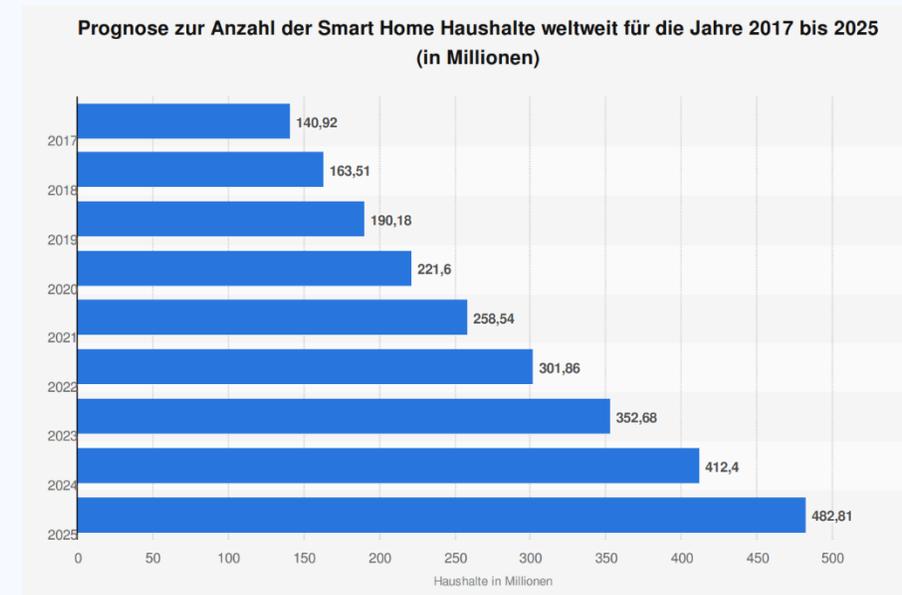
Studiengang Innenausbau
Julia Winkler

ABLAUF

1. Ziele
2. Eckdaten
3. Vorgehen
4. Zusammenfassung
5. Health & Wellness
6. Ökologie und Umwelt
7. Fazit

GRUNDGEDANKE

- Automationsgedanke hat bereits in weiten Teilen unseren Lebens Einzug gefunden
- Wir verbringen 90 % unseres Lebens in Gebäuden
- Gebäudeautomation /SmartHome wird ein immer größeres Thema



*Statista (2021): Prognose zur Anzahl der Smart Home Haushalte weltweit für die Jahre 2017 bis 2025, zitiert nach de.statista.com

ZIELE

- Im Umfeld der **dezentralen Gebäudeautomation** verschiedene Ausstattungs-Technologien (**mit und ohne Funktechnologie**) miteinander zu vergleichen und **Vor- und Nachteile** herauszuarbeiten

- **Kosten –Indikatoren für den Nutzer**
- **Betrachtung weiterer Aspekte**
 - Health& Wellness
 - Ökologie und Umwelt

AUSSTATTUNGSTECHNOLOGIEN

1. Konventionelle Ausstattung

(Orientierungswert)



Gebäude

ohne Automation



2. Gebäudeautomation ohne Funk

- KNX als repräsentativer Standard



3. Gebäudeautomation mit Funk

- EnOcean als repräsentativer Standard



Gebäude mit Automation



VERGLEICHSAKTOREN



Kostenfaktor



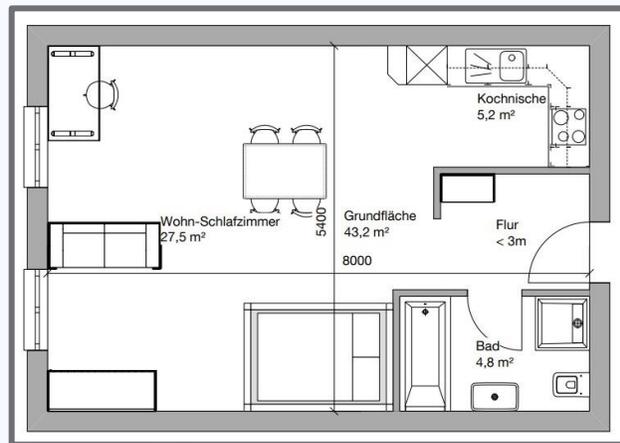
Ökologie Umwelt



Health & Wellness

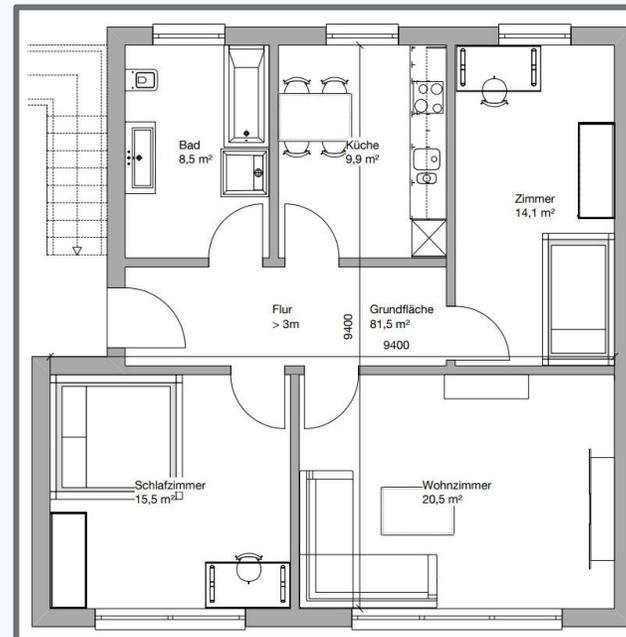
GRUNDRISSSE

43,3 m²



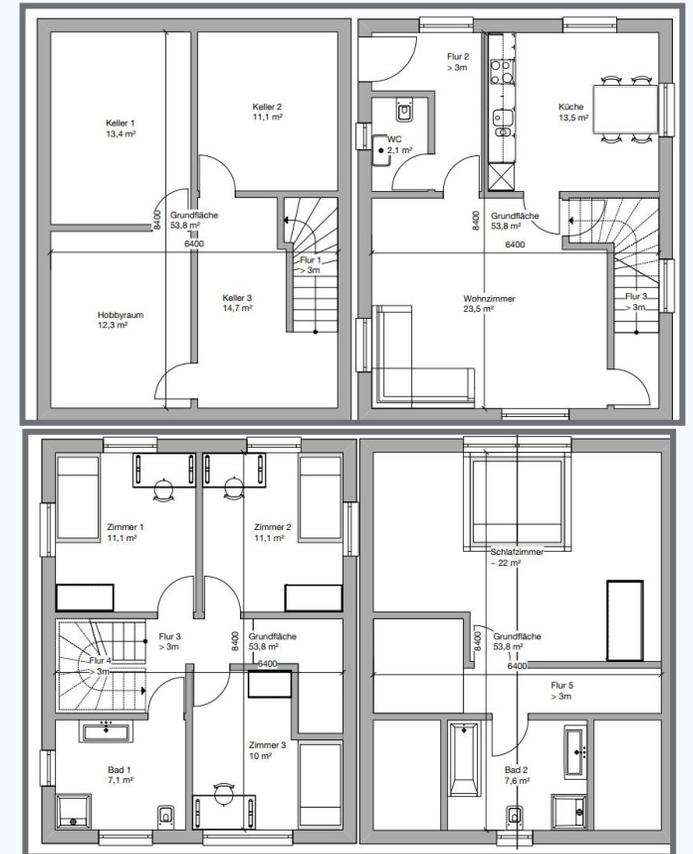
EINZIMMERWOHNUNG

81,5 m²



DREIZIMMERWOHNUNG

215,2 m²



EINFAMILIENHAUS

AUSSTATTUNGSVARIANTEN

- **Mindestausstattung**

- Teilweise automatisiertes Gebäude
- Einstieg in die Gebäudeautomation



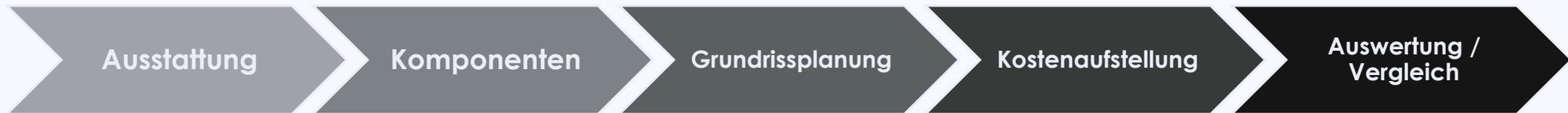
- **Vollausstattung**

- Voll automatisiert Gebäude
- Komfort Variante der Gebäudeautomation



VORGEHEN

- Für jeden **Grundriss**
- In beiden **Ausstattungsvarianten** (Mindest- und Vollausstattung)
- Für alle **Ausstattungstechnologien** (Konventionell, KNX und EnOcean)



Ermittlung der **Ausstattungs**werte für die jeweilige **Ausstattungs**variante

Ermittlung der **Komponenten**

Graphische **Grundrissplanung**
➤ Generieren von **Stücklisten**

Hinterlegen Stücklisten mit **Herstellerpreisen**

Vergleich und **Interpretation** der verschiedenen Technologien

AUSSTATTUNGSWERTE

	Konventionell		
Mindestausstattung	DIN18015- RAL-RG678		- Checkliste zur Ermittlung der Nutzeranforderungen*
Vollausstattung	„★★★★“- Komfortausstattung		- Ergebnisse anderer Studien*

* Checkliste zur Ermittlung der Nutzeranforderungen: Prof.Dr.Krödel,Michael: Technische Hochschule Rosenheim, Vorlesung für Gebäudeautomation

** Kos, Monika: Vergleich von „Smart-Home“ Gebäudeautomationssystemen und eine darauf basie-rende Entwicklung von Ausstattungsvarianten am Beispiel Hanse-Haus GmbH Oberleichtersbach. Rosenheim, Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät für Holztechnik und Bau, Bachelorarbeit, 2013

Mattausch,Kay: Einsatz von Gebäudeautomation zur Unterstützung für altersgerechtes Woh-nen.Rosenheim, Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät für Holztechnik und Bau, Diplomarbeit, 2011

PREISE

	Variante	Hersteller	Quelle
		Daten verschiedener Hersteller:	Kalkulationshilfe für elektro- und

Leistungspositionen für die elektro- und informationstechnischen Handwerke • Stand 06/2020 • unverbindliche Kalkulationsbeispiele • Cu 500/Al 175 • Seite 1

01.01. Kabel und Leitungen Mantelleitung einziehen	Zeit	Lohn/Montage (€/Stunde)			Material (€/Meter bzw. €/Stück)				Kalkulationsansatz für Lohn + Material (€)				
	Minuten	45,74 €	52,22 €	eigen	netto	20 %	35 %	eigen	45,74/20%	45,74/35%	52,22/20%	52,22/35%	eigen
Alle Materialrechenwerte basieren auf der Grundlage deutscher Leitungs- und Kabelfertigung. Einen Vorschlag über eine Edelmetall Gleitklausel befindet sich unter 13.01.70													
PVC-Mantelleitung, DIN VDE 0250-204, in Teillängen liefern und auf vorhandene Pritschen und Wannen verlegen, in Elektroinstallationskanäle einlegen oder in Leerrohre einziehen als:													
 01.01.01 (01.010.0100) NYM-J 1x2,5 mm² Cu 24	1,5	1,14	1,31		0,32	0,38	0,43		1,52	1,57	1,69	1,74	
 01.01.02 (01.010.0200) NYM-J 1x4 mm² Cu 38	1,5	1,14	1,31		0,40	0,48	0,54		1,62	1,68	1,79	1,85	
 01.01.03 (01.010.0300) NYM-J 1x6 mm² Cu 58	1,8	1,37	1,57		0,55	0,66	0,74		2,03	2,11	2,23	2,31	
 01.01.04 (01.010.0400) NYM-J 1x10 mm² Cu 96	3,0	2,29	2,61		0,86	1,03	1,16		3,32	3,45	3,64	3,77	

Verkabelungen, Montagekosten	Daten verschiedener Hersteller: Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH)	Kalkulationshilfe für elektro- und informationstechnische Handwerke (KFE), Stand 2020
-------------------------------------	---	---

KOSTEN ERMITTLUNG

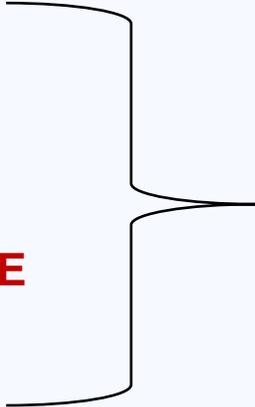
Konventionelle Verkabelung:

Material (Komponente und Verkabelung): **KFE**

+ 19% MwSt.

Installation (Komponente und Verkabelung): **KFE**

+ 19% MwSt.



Aufschlagfaktor Faktor 1,19

KOSTEN ERMITTLUNG

KNX und EnOcean :

Material (Komponente): **offiziellen Listenpreise von den Herstellern**

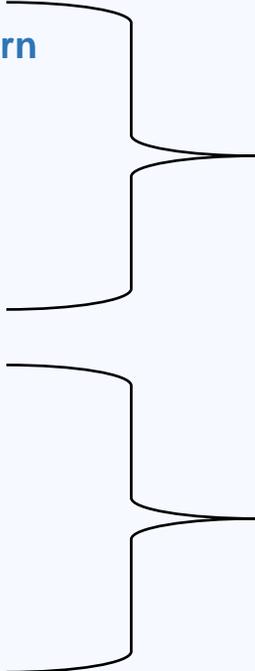
+ 19 % MwSt.

+ 30% Aufschlag für den Fachbetrieb (Gewinn)

- Rabatt Systemintegratoren

Material (Verkabelung) und Installation: **KFE**

+ 19% MwSt.

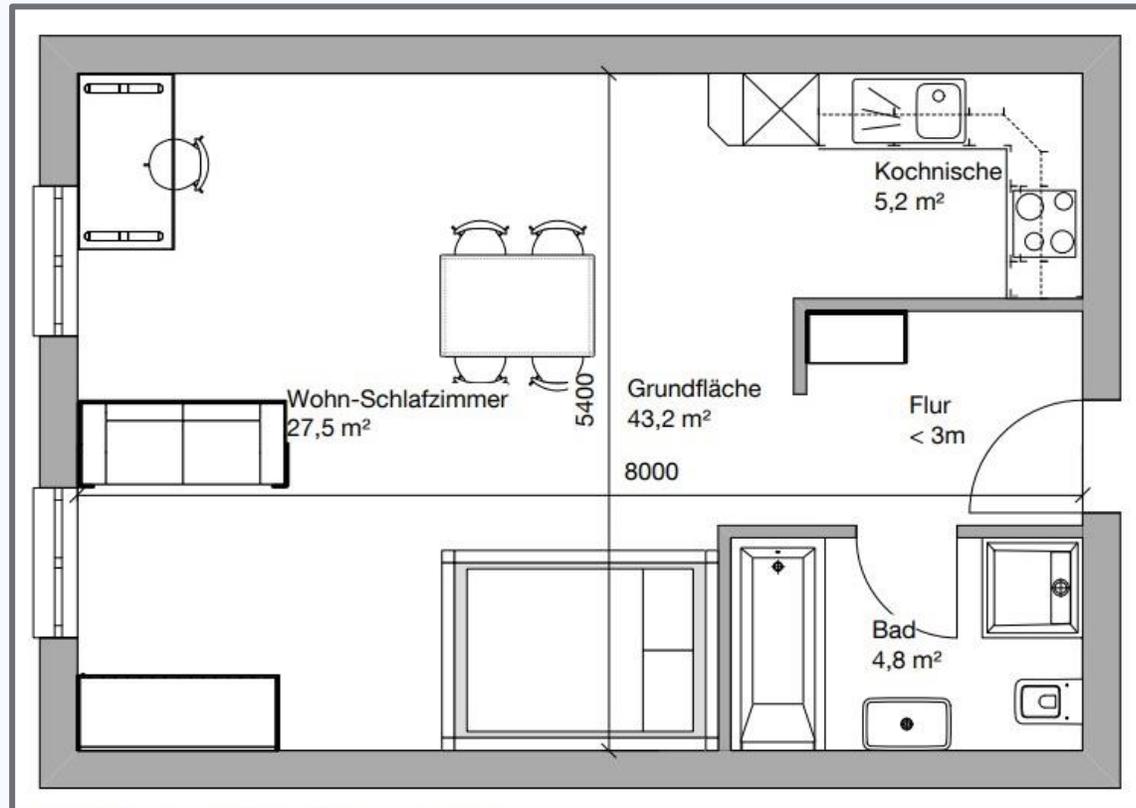


Aufschlagfaktor Faktor 1,5

Aufschlagfaktor Faktor 1,19

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Einzimmerwohnung - Mindestausstattung

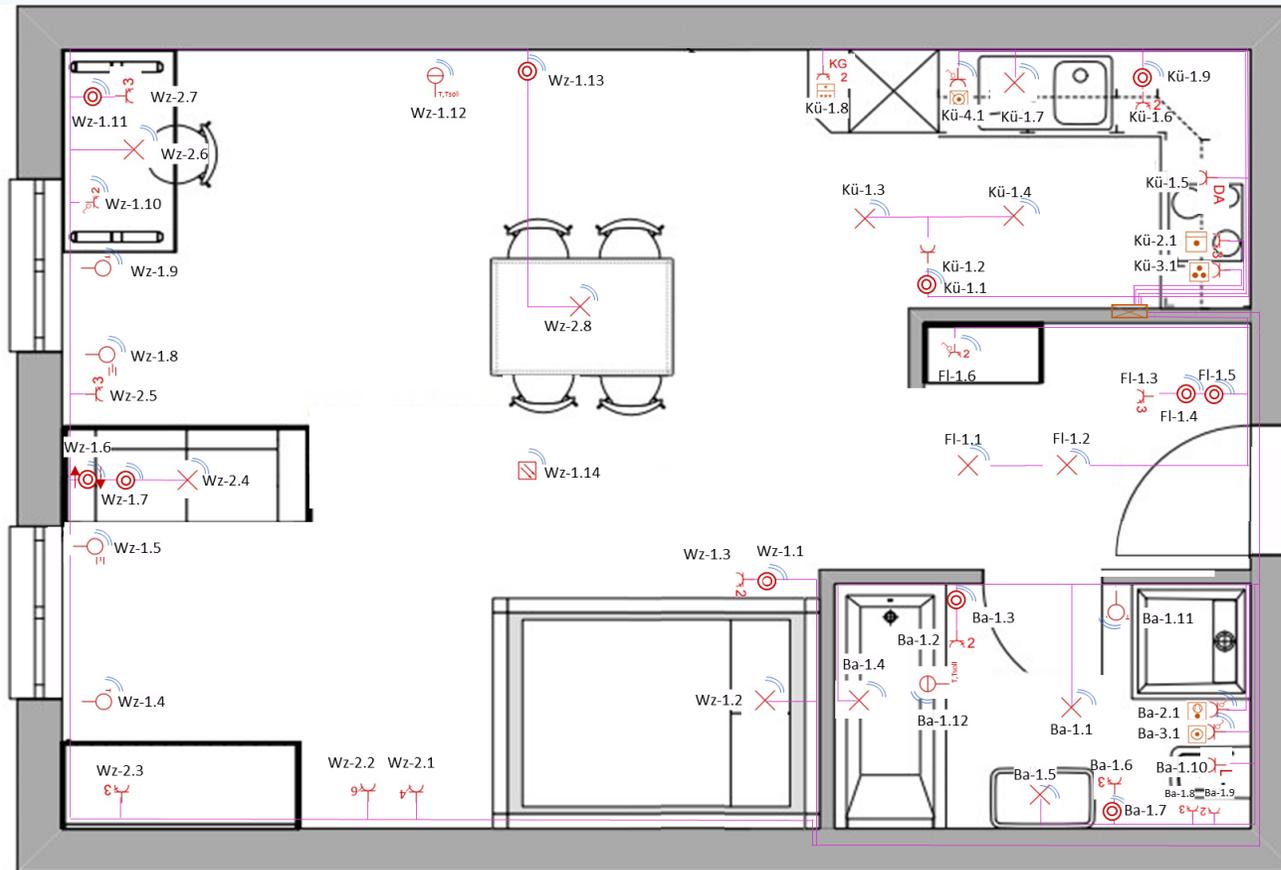


Ausstattungskomponente:

Einzimmerwohnung Mindestausstattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	2
Komfort	Jalousietaster	2
Komfort	Dimmaktor	11
Komfort	Taster 2 Tasten	9
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	2
Energie	Stellantrieb	3
Energie	Schaltaktor UP	2
Energie	Zentraltaster	1
Sicherheit	Rauchmelder	1
	Summe	33

GRUNDRISSPLANUNG

Einzimmerwohnung - Mindestausstattung



Beispiel für die Grundrissausstattung
in der EnOcean - Variante

KOSTENZUSAMMENSTELLUNG

Einzimmerwohnung - Mindestausstattung

Gesamtkosten - Einzimmerwohnung
Mindestausstattung



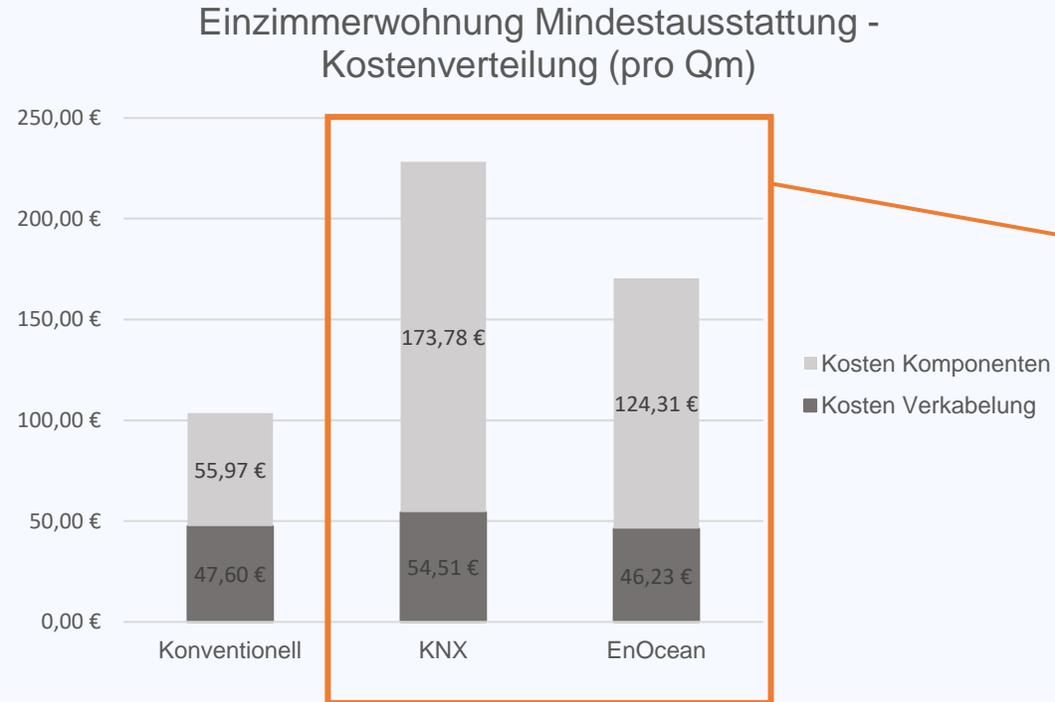
Gesamtkosten pro qm- Einzimmerwohnung
Mindestausstattung



* Bei der KNX Technologie wurden folgende Kosten **nicht** berücksichtigt:

- Kosten für das ETS – Tool (Durchschnittspauschale wird vom jeweiligen Installateur festgelegt)

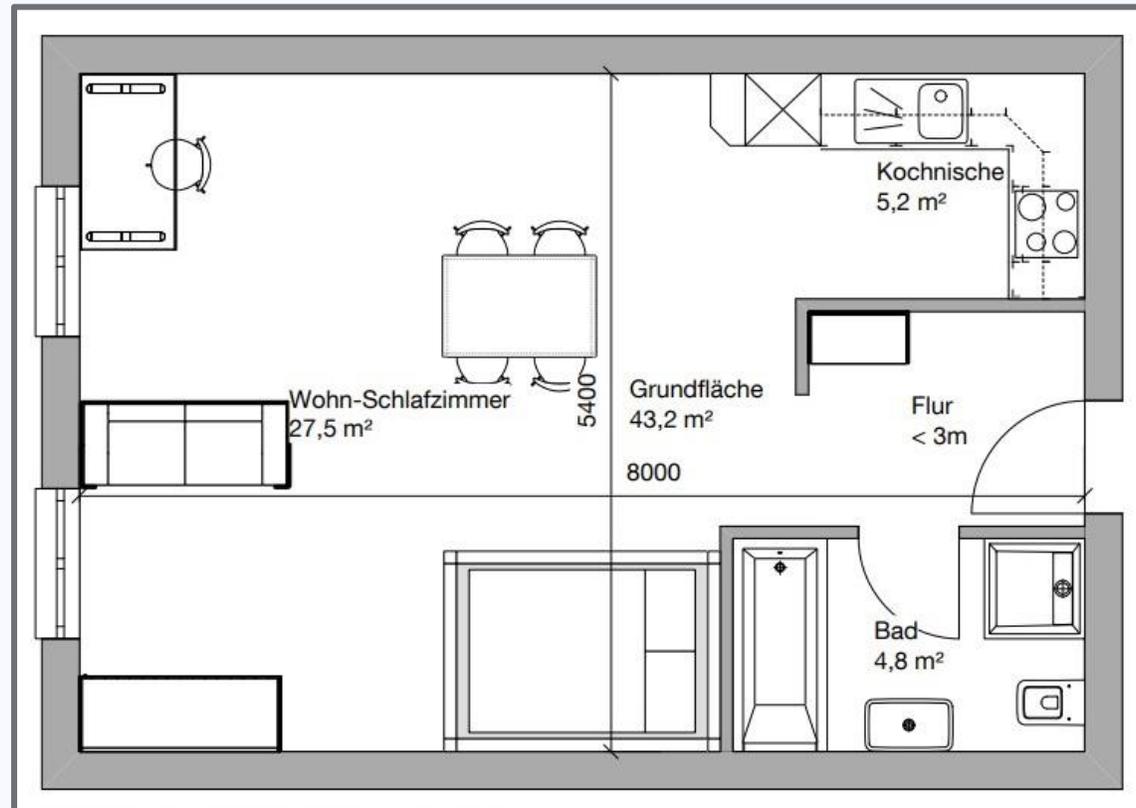
Einzimmerwohnung - Mindestausstattung



KNX: 20 % Mehraufwand Verkabelung
30 % Mehraufwand Komponente

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Einzimmerwohnung -Vollausstattung

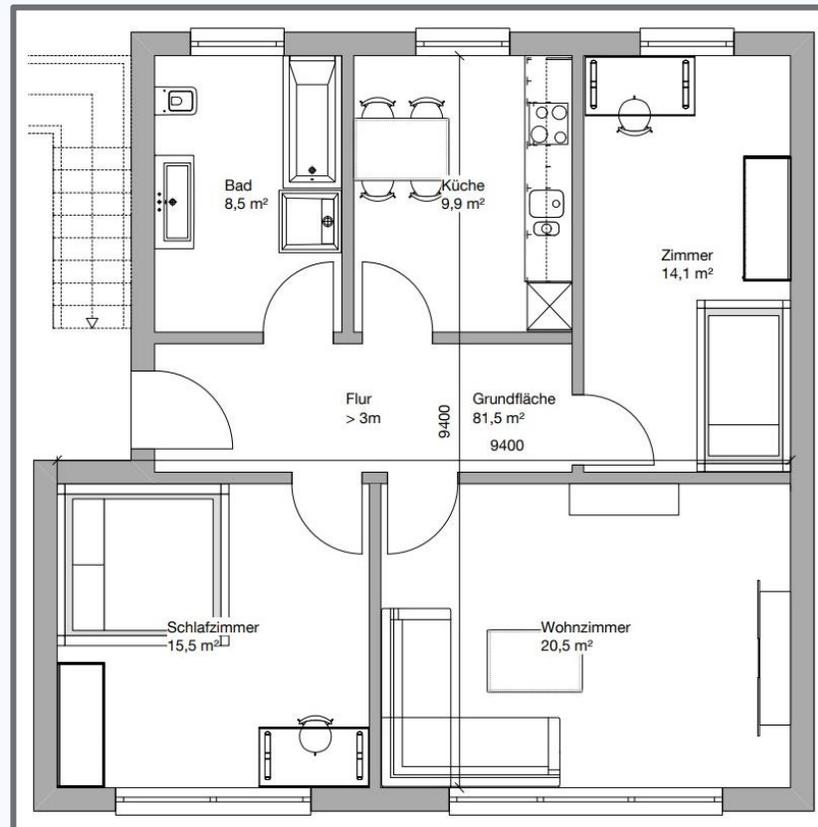


Ausstattungs-komponente:

Einzimmerwohnung Vollausstattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	2
Komfort	Jalousietaster	2
Komfort	Dimmaktor	11
Komfort	Taster 2 Tasten	11
Energie / Komfort	Helligkeits- und Präsenzmelder	4
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	2
Energie	Stellantrieb	3
Energie	Schaltaktor UP	2
Energie	Zentraltaster	1
Sicherheit	Rauchmelder	1
Sicherheit	Wetterstation	1
Sicherheit	Fensterkontakt	2
	Summe	42

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Dreizimmerwohnung - Mindestausstattung

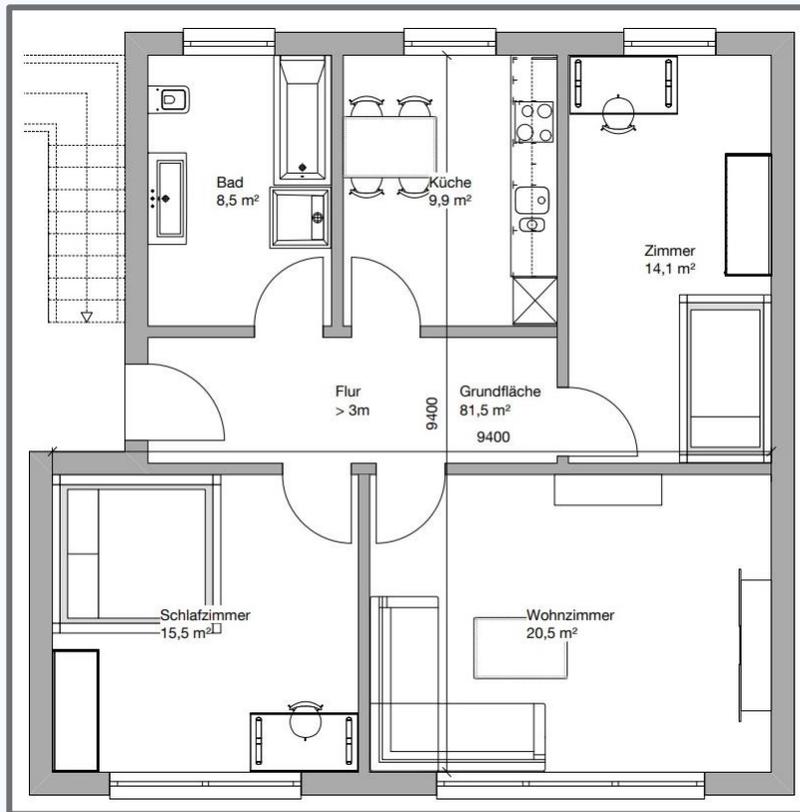


Ausstattungskomponente:

Dreizimmerwohnung Mindestausstattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	8
Komfort	Jalousietaster	5
Komfort	Dimmaktor	18
Komfort	Taster 2 Tasten	15
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	5
Energie	Stellantrieb	6
Energie	Schaltaktor UP	9
Sicherheit	Rauchmelder	4
	Summe	70

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Dreizimmerwohnung - **Vollausstattung**

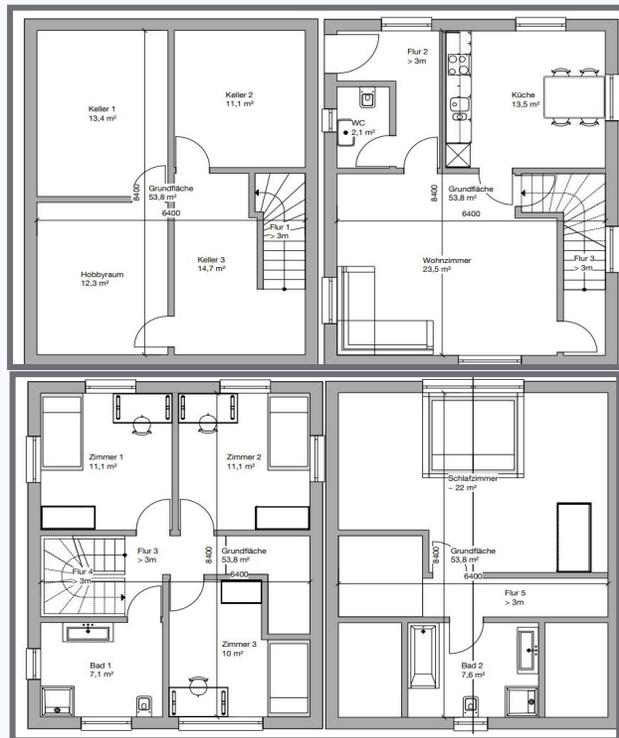


Ausstattungs-komponente:

Dreizimmerwohnung Vollausstattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	8
Komfort	Jalousietaster	8
Komfort	Dimmaktor	18
Komfort	Taster 2 Tasten	15
Energie / Komfort	Helligkeits- und Präsenzmelder	6
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	5
Energie	Stellantrieb	6
Energie	Schaltaktor UP	9
Energie	Zentraltaster	1
Sicherheit	Rauchmelder	4
Sicherheit	Wetterstation	1
Sicherheit	Fensterkontakt	8
	Summe	89

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Einfamilienhaus - Mindestausstattung

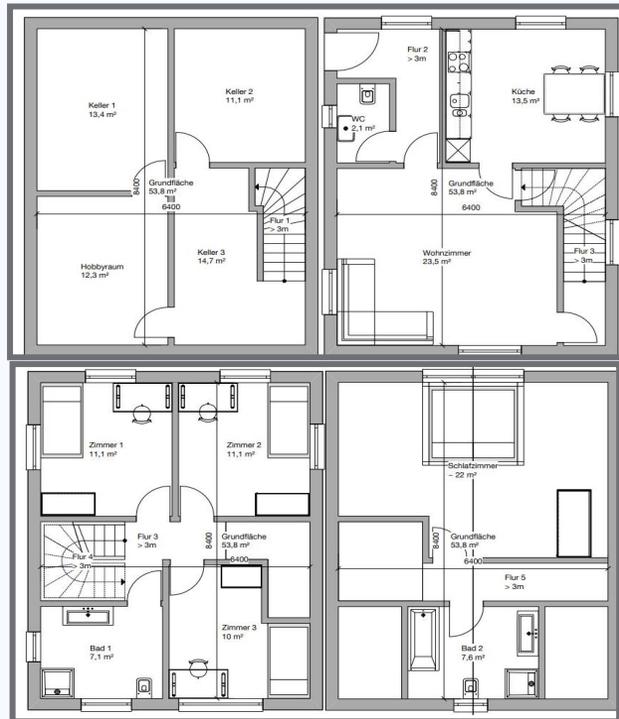


Ausstattungs-komponente:

Einfamilienhaus Mindestausstattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	16
Komfort	Jalousietaster	12
Komfort	Dimmaktor	45
Komfort	Taster 2 Tasten	33
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	10
Energie	Stellantrieb	7
Energie	Schaltaktor UP	14
Sicherheit	Rauchmelder	7
Sicherheit	Wetterstation	1
Sicherheit	Fensterkontakt	17
	Summe	162

ZUSAMMENSTELLUNG DER KOMPONENTEN

Einfamilienhaus - Vollaussattung

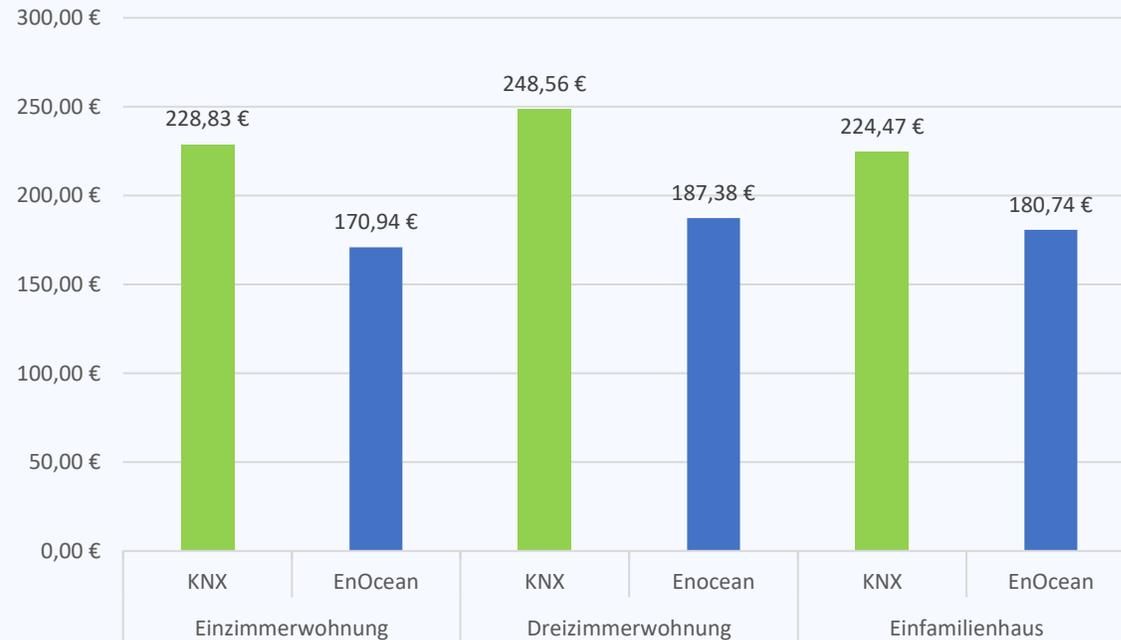


Ausstattungskomponente:

Einfamilienhaus Vollaussattung		
Bereich	Komponente	Stück
Komfort	Jalousieaktor	16
Komfort	Jalousietaster	12
Komfort	Dimmaktor	45
Komfort	Taster 2 Tasten	33
Energie / Komfort	Helligkeits- und Präsenzmelder	15
Energie	Raumtemperaturfühler mit Eingabe	10
Energie	Stellantrieb	14
Energie	Schaltaktor UP	14
Energie	Zentraltaster	1
Sicherheit	Rauchmelder	7
Sicherheit	Wetterstation	1
Sicherheit	Funksirene	1
Sicherheit	Fensterkontakt	17
	Summe	186

ZUSAMMENFASSUNG – Mindestausstattung

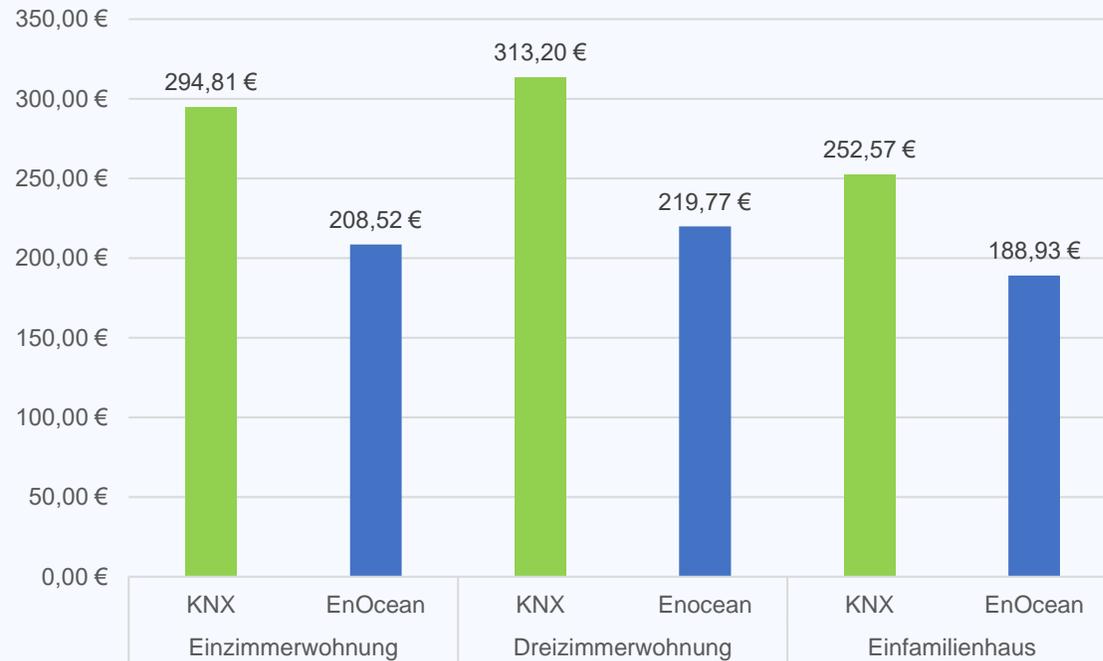
Mindestausstattung - Kosten pro Quadratmeter



Mindestausstattungsvariante	Einzimmerwohnung		Dreizimmerwohnung		Einfamilienhaus	
	KNX	EnOcean	KNX	EnOcean	KNX	EnOcean
Gesamtkosten	9.885,32 €	7.384,58 €	20.257,28 €	15.271,73 €	48.306,22 €	38.896,09 €
Kosten pro qm	228,83 €	170,94 €	248,56 €	187,38 €	224,47 €	180,74 €

ZUSAMMENFASSUNG – Vollaussstattung

Vollaussattung - Kosten pro Quadratmeter



Vollaussstattungsvariante	Einzimmerwohnung		Dreizimmerwohnung		Einfamilienhaus	
	KNX	EnOcean	KNX	EnOcean	KNX	EnOcean
Gesamtkosten	12.735,75 €	9.008,10 €	25.525,60 €	17.910,95 €	54.353,08 €	40.657,12 €
Kosten pro qm	294,81 €	208,52 €	313,20 €	219,77 €	252,57 €	188,93 €

HEALTH & WELLNESS

- Welche Auswirkungen hat Gebäudeautomation auf die Gesundheit?
- Gibt es gesundheitliche Aspekte die für oder gegen die jeweilige Ausstattungstechnologie sprechen könnte?

HEALTH & WELLNESS

- **Elektrosmog** durch Funksysteme?

WLAN/Bluetooth



Handy



EnOcean



SAR-Wert

0,01 W/m²

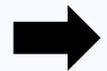
12 - 42 W/m²

0,000013 W/m²

(Spezifische Absorptionsrate)

700 x

1,6 Mio x



Kein Nachteil für EnOcean - Technologie

HEALTH & WELLNESS

Raumklima: Auswirkungen auf körperliche und psychische Gesundheit und Produktivität

Vorteile eines automatisierten Gebäudes:

- **Schaffen eines optimierten Raumklimas, zB. durch**
 - CO2, Temperatur, und Feuchte Sensor
 - Helligkeitssensor
 - ...



ÖKOLOGIE UND UMWELT

- Welche Auswirkungen auf die Umwelt ergeben sich durch Gebäudeautomation?
- Gibt es Unterschiede in der jeweiligen Technologie?

ÖKOLOGIE UND UMWELT

- Heizen macht ungefähr 60 Prozent des Energieverbrauchs privater Haushalte aus
- Vor allem im Winter wird in den meisten Haushalten 24 Stunden am Tag geheizt
- **„smarten Heizen“ – Absenken der Temperatur um 4-5 Grad abgesenkt (in der Nacht oder bei Abwesenheit)**
- **So können durch den Einsatz smarter Heizkörperthermostate etwa 10 Prozent an Energie gespart werden**

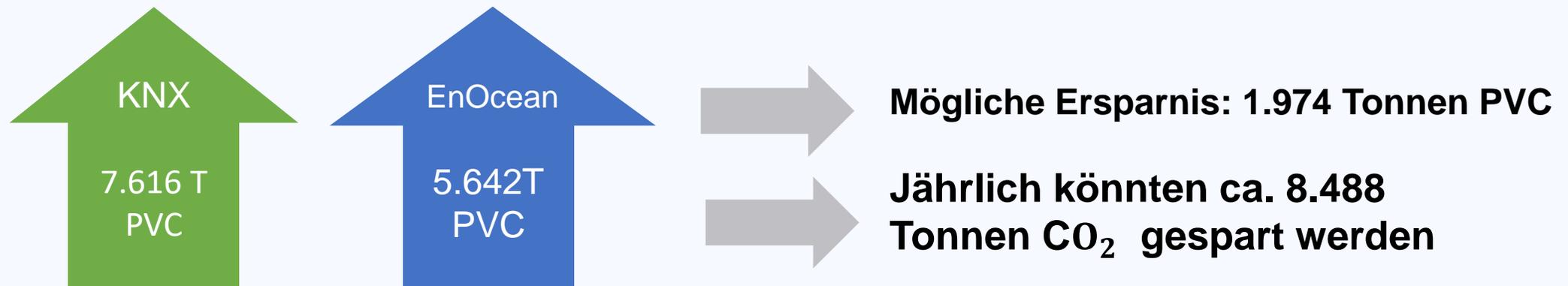
ÖKOLOGIE UND UMWELT

Fakten:

- Bei Sanierung und Abriss fallen jährlich in Deutschland ca. **150.000 Tonnen Altkabel** an
- Hauptbestandteile: PVC und Kupfer
- **Folge:** Aufwendiger Recyclingprozess
- Produktion von 1 Tonne Kunststoff erzeugt rund 1,3 Tonnen CO₂
- Verbrennung von 1 Tonne Kunststoff erzeugt rund 3 Tonnen CO₂

ÖKOLOGIE UND UMWELT

- Pro Bauvorhaben: **Ersparnis im Schnitt 8,5 Kg PVC**
- Jährliche Baugenehmigungen in Deutschland: **230.000**



ZUSAMMENFASSUNG VOR- UND NACHTEILE

Nachteile von Gebäudeautomation:

- Hohe Anschaffungskosten

Vorteile von Gebäudeautomation:

- + Verbessertes Raumklima
- + Sicherheit
- + Energie
- + Komfort

ZUSAMMENFASSUNG VOR- UND NACHTEILE

Vorteile von Gebäudeautomation mit Funk:

- + Kosteneinsparungen in der Anschaffung sowie Wartung
- + Ökologie – Schonung von Ressourcen
- + Flexibilität

ZUSAMMENFASSUNG VOR- UND NACHTEILE

Vorteile der EnOcean Technologie:

- + Ökologie – Energie Harvesting
- + Hohe Flexibilität
- + Kosteneinsparungen

ENDE

**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!**