www.oeko.de

Öko-Institut

Forschungsvorhaben „Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsstandards elektronischer Telekommunikationsinfrastruktur (TKI)“

Abschlusspräsentation

Ran Liu; Andreas R. Köhler; Martin Möller; Lars Albus; Hannah Lorösch; Jens Gröger

20. Mai. 2025

Gliederung

1. Hintergrund des Projekts
2. Geltungsbereich und Untersuchungsgegenstände
3. Methodische Vorgehensweise der Arbeitspakete
4. Ergebnisse zur Vergleichbarkeit und Aufwandsschätzung sowie deren Schlussfolgerungen in den jeweiligen Kategorien

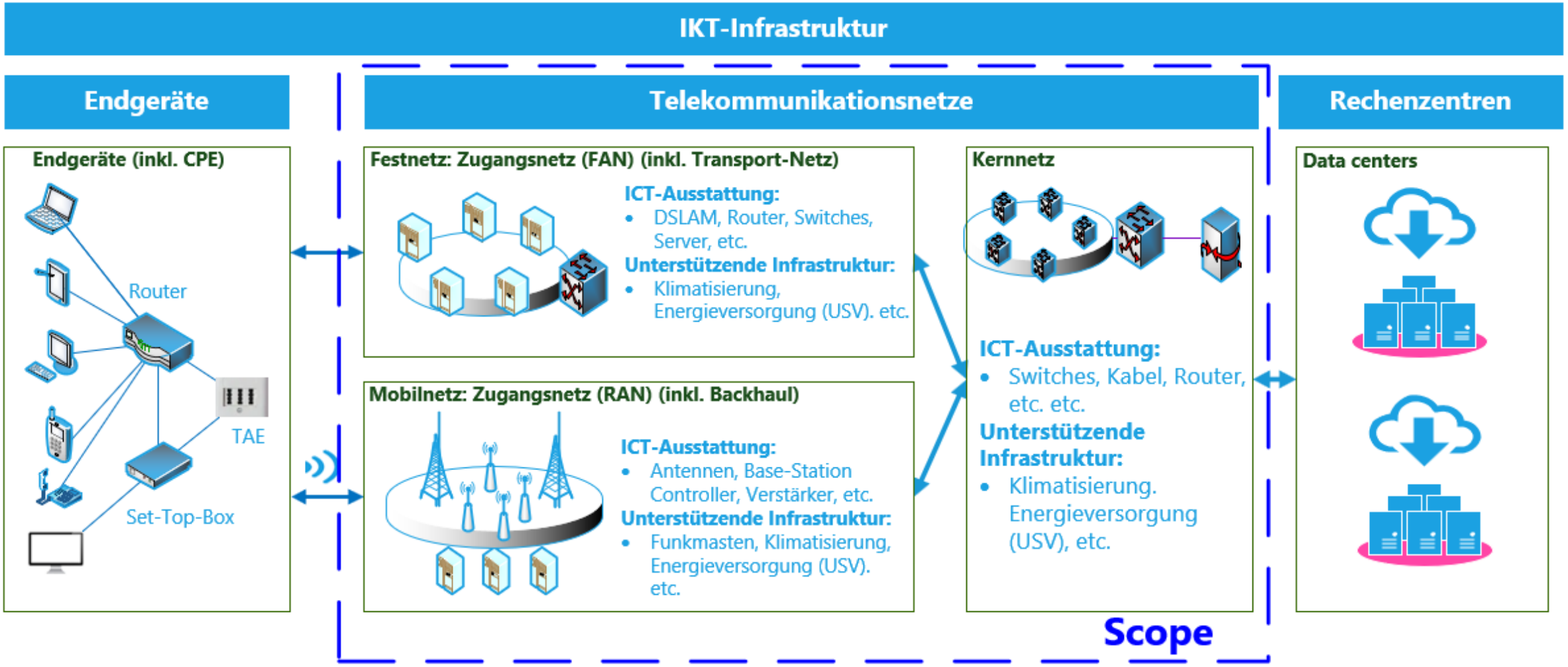
Hintergrund (1/2)

- Der Name der Studie
  - DE: “Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsstandards elektronischer Telekommunikationsinfrastruktur (TKI)“
  - EN: ‘Comparability of sustainability standards for electronic telecommunications infrastructure’
- Auftraggeberin
  - Bundesnetzagentur: BNetzA
- Zeitplan
  - 08.11.2024 – 31.05.2025

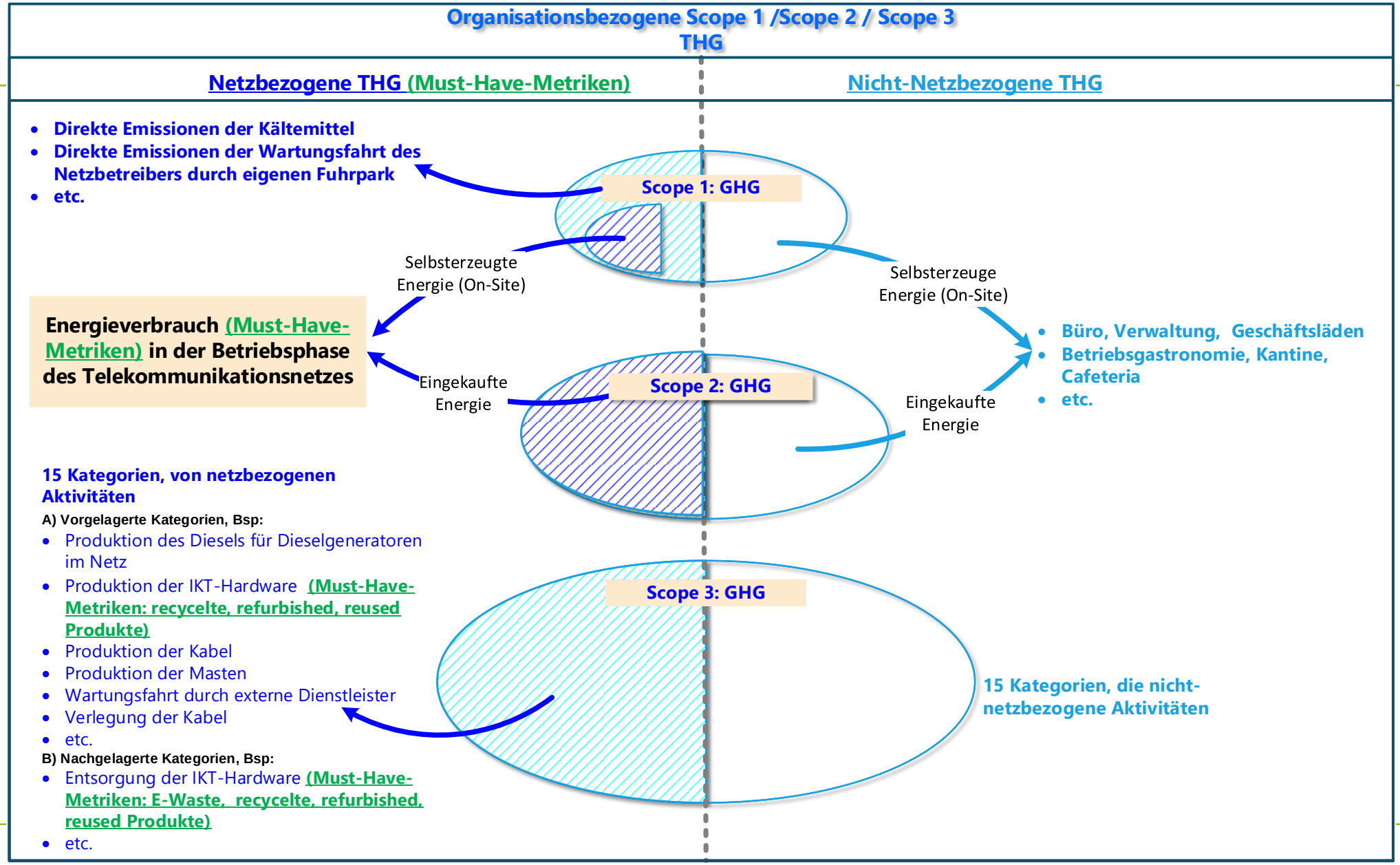
Hintergrund (2/2)

- Ziele der Studie
  - Untersuchung der Vergleichbarkeit und des Spezifizierungsgrads ausgewählter Standards für Telekommunikationsnetze in drei umweltrelevanten Bereichen: Energiemanagement, Treibhausgasemissionen und Kreislaufwirtschaft, basierend auf den in der JRC-Studie definierten Must-Have-Metriken
  - Abschätzung des Aufwands, der für die Umsetzung der ausgewählten Standards erforderlich ist
  - Ableitung von Empfehlungen für potenzielle Standards, die im Kontext des CoC (Code of Conduct) oder für nationale und europäische Entscheidungsfindungen genutzt werden könnten.
- Zielgruppe
  - Telekommunikationsnetzbetreiber
  - Private Entscheidungsträger
  - Behörden:
    - Nationale Behörde, z.B. Bundesnetzagentur
    - European Commission
- Vorgesehene Anwendung
  - die Bundesnetzagentur dabei unterstützen, sich in der aktuellen nationalen und europäischen Debatte zur Festlegung geeigneter Nachhaltigkeitsindikatoren konstruktiv einzubringen.

Geltungsbereich



Must-Have-Metriken ergänzen sich



Gliederung

1. Hintergrund des Projekts
2. Geltungsbereich und Untersuchungsgegenstände
3. Methodische Vorgehensweise der Arbeitspakete
4. Ergebnisse zur Vergleichbarkeit und Aufwandsschätzung sowie deren Schlussfolgerungen in den jeweiligen Sektoren

Arbeitspakete (AP): Überblick

- AP 1: Vollständigkeitsprüfung
- AP 2: Vergleichsanalyse
- AP 3: Aufwandsschätzung

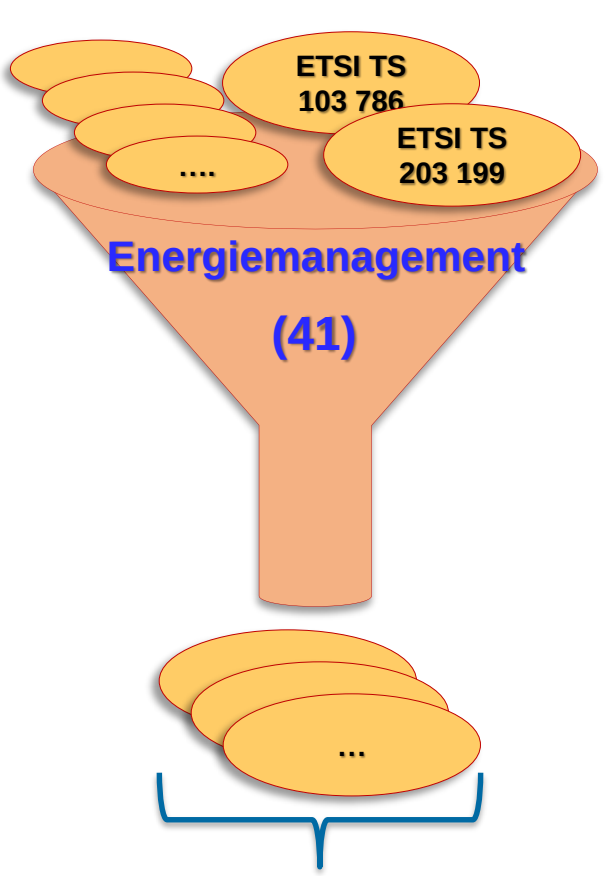
Öko-Institut

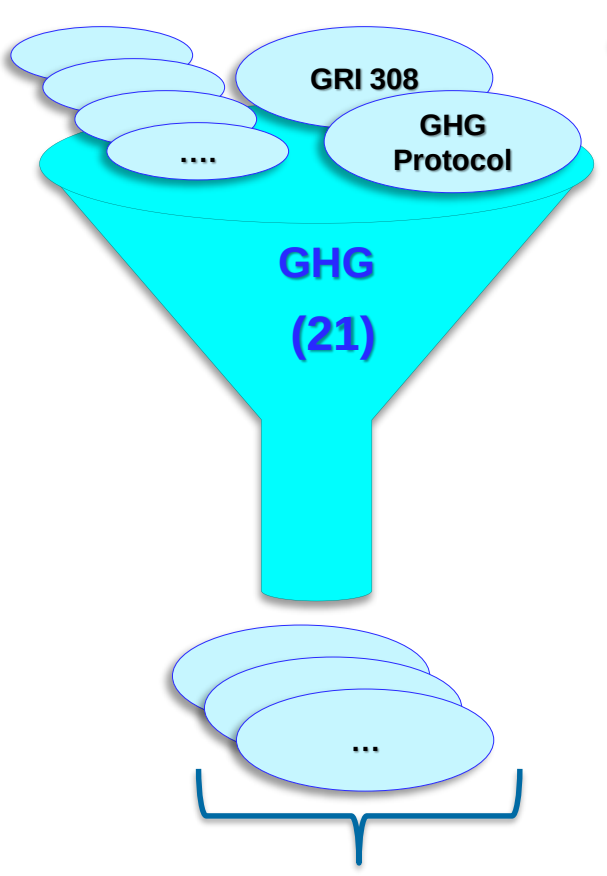
AP 1: Vollständigkeitsprüfung

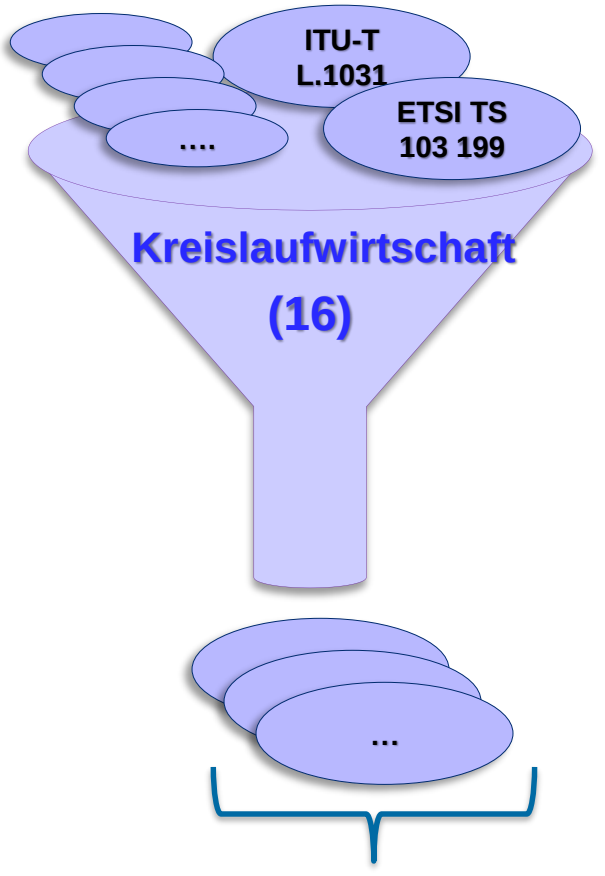
Kriterien auf der Metaebene

Ausschlusskriterien

Ausgewählte maßgebliche Standards







AP 1: Ausschlusskriterien

Allgemein:

- **Veraltete Standards,** die durch neue ersetzt wurden, werden nicht mehr berücksichtigt.
- **Standards auf Geräteebene** konzentrieren sich auf die individuellen Eigenschaften und den Energieverbrauch einzelner Geräte. Der Fokus dieser Studie liegt auf dem Telekommunikationsnetz und der Interaktion der verschiedenen Netzkomponenten.
- **Sehr unspezifische und übergeordnete Standards** wie GRI 2-27, ISO 14001 und ISO 50001 wurden ausgeschlossen**.**
- **Standards, die zu spezifisch** für die Lebenszyklusbewertung sind, wie ISO 14040/44 und ETSI ES 203 199, wurden ausgeschlossen.
- Standards, die **weder Must-Have-Metriken noch eine Datenerfassungsmethodik** vorschreiben, wurden ausgeschlossen.
- Standards, die die Messmethode für **Labormessungen** oder Tests vor der Inbetriebnahme behandeln, wie ETSI ES 202 706-1 und ETSI ES 203 539 V1.1.1, wurden ausgeschlossen.

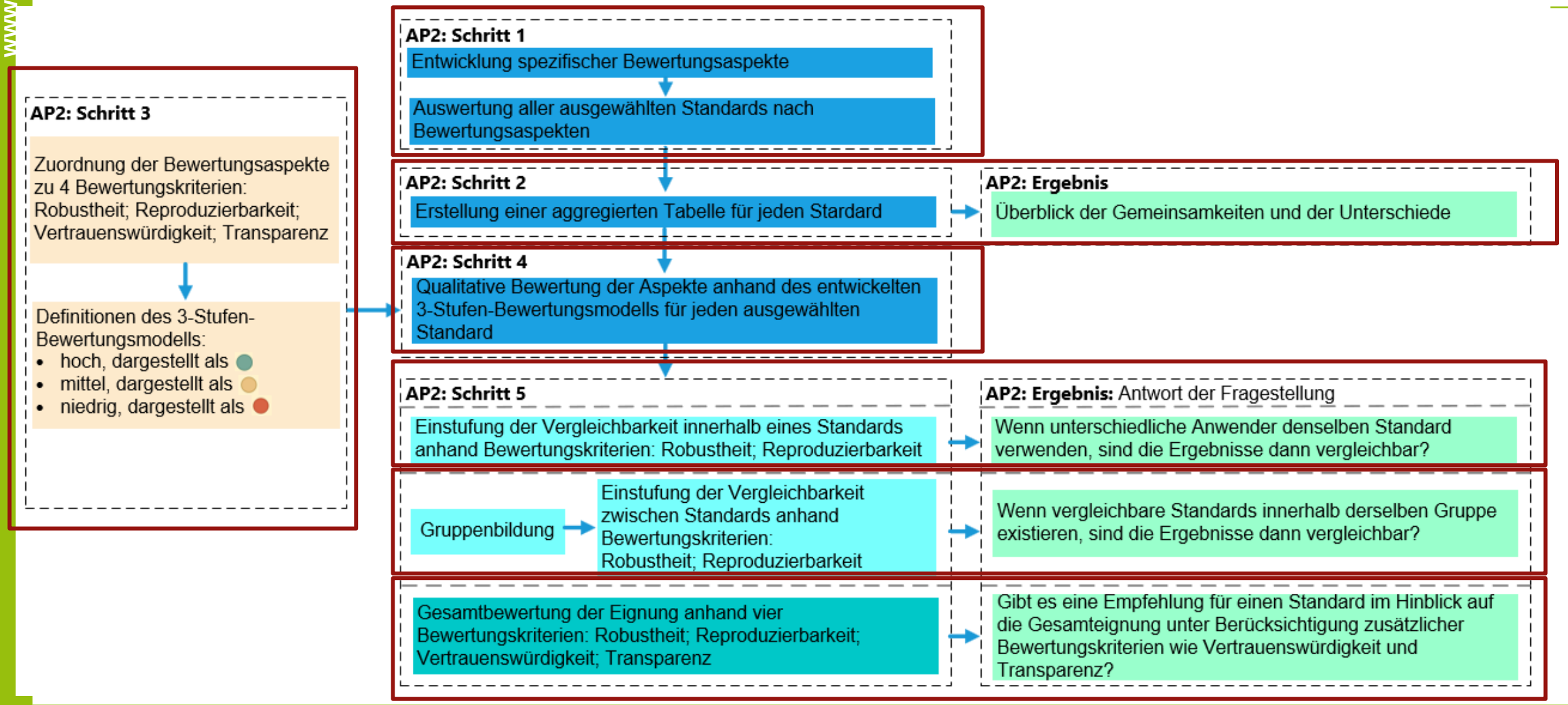
Energie-Sektor: Organisationsbezogene Standards werden ausgeschlossen, da Must-Have-Metriken sich auf Energieaspekte in der Nutzungsphase des Netzes beziehen.

GHG-Sektor:

- ISO 14064-2:2019: Standard für Klimaschutzprojekte auf **Projektebene**.
- ISO 14064-1:2019: Eine freiwillige Methode im Kontext der CSRD

Öko-Institut

AP2 Vergleichsanalyse: methodische Vorgehensweise



Öko-Institut

Energiemanagement: Bewertungskriterien und Bewertungsaspekte

Robustheit (2)
- Erfassungsmethode des Energieverbrauchs
- Erfassungsmethode der sonstigen Referenzgröße, wenn vorhanden

Reproduzierbarkeit (5)
- Messmethodik: Messung vor Ort: Messperiode und Messfrequenz
- Messmethodik: Messung vor Ort: Umgebungsbedingungen
- Messmethodik: Messung vor Ort: Messinstrumenten
- Messmethodik: Messung vor Ort: Messpunkte
- Methodische Festlegung: Allokation-Regeln oder Abgrenzung des Anwendungsbereichs

Vertrauenswürdigkeit (2)
- Bewertung der Unsicherheiten
- Validierung

Transparenz (1)
- Berichterstattung

∑ 10

Ein Beispiel

Reproduzierbarkeit	•niedrig: Keine festgelegte Messperiode oder Messfrequenz •mittel: Messung in festgelegten Zeiträumen mit/ohne definierte Messfrequenz •hoch: Kontinuierliche Messung, die jährliche saisonale Schwankungen und Lastvariationen realistisch abbildet. mit angegebener oder dokumentierter Messfrequenz.

Drei-Stufen-Bewertungsmodell	Drei-Stufen-Skala
hoch	
mittel	
niedrig	

Öko-Institut

AP3 Aufwandsschätzung: Methodische Vorgehensweise

AP3: Schritt 1

Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Aufwandsabschätzung basierend auf technischen, methodischen und organisatorischen Voraussetzungen

↓

Auswertung aller ausgewählten Standards anhand des Kriterienkatalogs

AP3: Schritt 2

Definition eines 3-Stufen-Skalensystems: hoch, mittel, niedrig für Bewertung des Aufwands:

- hoch, dargestellt als „+++“
- mittel, dargestellt als „++“
- niedrig, dargestellt als „+“

Identifizierung eines Kriteriums mit doppelter Gewichtung für jedes der o.g. Voraussetzungen

AP3: Schritt 3

Semi-quantitative Bewertung des Aufwands in den jeweiligen Kriterien anhand des entwickelten Skalensystems für jeden ausgewählten Standard

Weiterführende qualitative Bewertung anhand einer narrativen Auswertung, integrierte Betrachtung von

- Konsultationen bei einigen Netzbetreibern
- Marktdurchdringung im Rahmen des regulatorischen Umfelds, d.h. EU-Taxonomie und EU-CSRD, sowie Vorhandene Erkenntnisse aus der BEREC-Studie
- Vorhandene Erkenntnisse über Kostenabschätzung aus der JRC-Studie

AP3: Schritt 4

Gesamtbewertung des Aufwands anhand der AP3-Ergebnisse. Die Ergebnisse werden zusammen mit den AP2-Ergebnissen zur "Gesamteignung" diskutiert.

Öko-Institut

AP3: technische, methodische und organisatorische Voraussetzungen

- Technische Voraussetzungen:

Ein Beispiel für ein Kriterium:

Ist eine Datenerfassung über einen längeren Zeitraum erforderlich?	• gering: Datenerhebung erforderlich für bis zu 7 Tage • mittel: Datenerhebung erforderlich für bis zu 6 Monate • hoch: Datenerhebung erforderlich für 6 Monate oder länger

- Methodische Voraussetzungen:

Ein Beispiel für ein Kriterium:

Gibt es methodische Referenzen / Abhängigkeiten zu anderen Standards?	• gering: Weniger als zwei methodischen Referenzen / Abhängigkeiten zu etablierten anderen Standards / Methoden • mittel: zwei oder mehrere andere Standards / Methoden müssen für die Erfüllung des Standards einbezogen (d.h. beschafft, gelesen und verstanden) werden • hoch: Drei oder mehrere andere Standards / Methoden müssen für die Erfüllung des Standards einbezogen (d.h. beschafft, gelesen und verstanden) werden

- Organisatorische Voraussetzungen:

Ein Beispiel für ein Kriterium:

Erfordert die Erfüllung des Standards eine Auditierung bzw. externe Überprüfung?	• gering: Auditierung bzw. externe Überprüfung nicht notwendig / nicht obligatorisch • mittel: internes Audit erforderlich • hoch: externes Audit (z.B. Critical Review) und / oder Zertifizierung durch eine dritte Partei erforderlich

Gliederung

1. Hintergrund des Projekts
2. Geltungsbereich und Untersuchungsgegenstände
3. Methodische Vorgehensweise der Arbeitspakete
4. Ergebnisse zur Vergleichbarkeit und Aufwandsschätzung sowie deren Schlussfolgerungen in den jeweiligen Sektoren

Energiemanagement: Ergebnisse der Vergleichbarkeit und der Aufwandsschätzung

www.oeko.de

Energiemanagement: Überblick (15 Standards)

NFV
skalierbar
ergänzend
Gleiche Serie

Öko-Institut

Gesamtes Netz (Mobilfunknetz und Festnetz)

Technologieunabhängig: ICT-Standorte — ITU-T L.1332 (01/2018)

Gesamtes Zugangsnetz (RAN / FAN / CAN)

NVF (Network Function Virtualisation) — ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)

Mobilfunkzugangsnetz (RAN)

2G/3G/4G:
ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)

Technologieunabhängig:

ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)

ITU-T L.1350 (10/2016)
ITU-T L.1351 (08/2018)

ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)
ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)

ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04) / ITU-T L.1331

Gesamtes 5G-Mobilnetz (inkl. NFV, Slicing): ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10) / 3GPP 28.554

Festzugangsnetz (FAN)

ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)
ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)

Kabelzugangsnetz (CAN)

ETSI ES 205 200-2-4 V1.1.1 (2015-06)

Gesamtes Kernnetz

Technologieunabhängig: ICT Sites

ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)
ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)

5G Kernnetz

Öko-Institut

Energie: Überblick (15 Standards): 6 Gruppen

- **Gruppe 1: RAN**

1	**ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)**	RAN: 2G/3G/4G
2	**ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)**	RAN: technology-independent
3	**ITU-T L.1350 (10/2016)**	RAN: technology-independent
4	**ITU-T L.1351 (08/2018)**	RAN: technology-independent
5	**ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)**	RAN: technology-independent
6	**ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)**	RAN: technology-independent
7	**ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)**/ITU-T L.1331	RAN: technology-independent
8	**ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)**	total mobile network: 5G, end-to-end, NFV, Slices
9	**ITU-T L.1332 (01/2018)**	Total networks
10	**ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)**	total access networks: NFV

- **Gruppe 2: FAN**

1	**ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)**	FAN: technology-independent
2	**ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)**	FAN: technology-independent
3	**ITU-T L.1332 (01/2018)**	Total networks
4	**ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)**	total access networks: NFV

- **Gruppe 3: CAN**

1	**ETSI ES 205 200-2-4 V1.1.1 (2015-06)**	CAN
2	**ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)**	total access networks: NFV
3	**ITU-T L.1332 (01/2018)**	Total networks

- **Gruppe 4: Kernnetz**

1	**ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)**	ICT sites
2	**ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)**	ICT sites
3	**ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)**	total mobile network: 5G, end-to-end, NFV, Slices
4	**ITU-T L.1332 (01/2018)**	Total networks

- **Gruppe 5: Extrapolation**

1	**ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)**
2	**ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)**/ITU-T L.1331

- **Gruppe 6: Network Function Virtualisation (NFV)**

1	**ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)**
2	**ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)**

Vergleich der ausgewählten Standards hinsichtlich des Geltungsbereichs und der Must-Have-Metriken

Netzsegment	Standard	Berücksichtigung der unterstützenden Infrastruktur	Must-Have-Metrik 1: Energieverbrauch	Must-Have-Metrik 2: Energieeffizienz = Datenvolumen/Energieverbrauch	Must-Have-Metrik 3: Erneuerbare Energie als eine separate Metrik	Must-Have-Metrik 3: Ohne separate Zuweisung, erneuerbare Energie im Gesamtverbrauch
RAN: 2G/3G/4G	ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
RAN: technologieunabhängig	ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)/ITU-T L.1331	Ja	Ja	Ja	Nein*	Ja
RAN: technologieunabhängig	ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1350 (10/2016)	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1351 (08/2018)	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
RAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
RAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
FAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
FAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
CAN: technologieunabhängig	ETSI ES 205 200-2-4 V1.1.1 (2015-06)	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
5G-Mobilfunknetz: RAN, Kernnetz	ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)	Nein	Ja	Ja	Nein	nicht erwähnt
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
ICT-Standort: Gesamtes Netz	ITU-T L.1332 (01/2018)	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
Gesamtes Zugangsnetz: NFV	ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja

Energiemanagement: Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Standards innerhalb derselben Gruppe: **Beispiel Gruppe 1 RAN**

Öko-Institut

	Gruppe 1: RAN		Robustheit	Robustheit	Reproduzierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Vertrauenswürdigkeit	Vertrauenswürdigkeit	Transparenz
	Kriterium		Erfassungsmethode des Energieverbrauchs	Erfassungsmethode der sonstigen Referenzgröße, wenn vorhanden	Messmethodik: Messung vor Ort: Messperiode und Messfrequenz	Messmethodik: Messung vor Ort: Umgebungsbedingung	Messmethodik: Messung vor Ort: Messinstrumente	Messmethodik: Messung vor Ort: Messpunkte	Methodische Festlegung: Allokation-Regeln oder Abgrenzung des	Bewertung der Unsicherheiten / Datenqualität	Validierung	Berichterstattung
1	ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)	RAN: 2G/3G/4G	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)	RAN: technologieunabhängig	●	nicht relevant	●	●	●	●	●	●	●	●
3	ITU-T L.1350 (10/2016)	RAN: technologieunabhängig	●	nicht relevant	●	●	●	●	●	●	●	●
4	ITU-T L.1351 (08/2018)	RAN: technologieunabhängig	●	nicht relevant	●	●	●	●	●	●	●	●
5	ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)	RAN: technologieunabhängig	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)	RAN: technologieunabhängig	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)/ITU-T L.1331	RAN: technologieunabhängig	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)	5G-Mobilfunknetz: RAN, Kernnetz, end-to-end, NFV,	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	ITU-T L.1332 (01/2018)	ICT-Standort: Gesamtes Netz	●	nicht relevant	●	●	●	●	●	●	●	●
10	ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)	Gesamtes Zugangsnetz: NFV	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Messperiode: flexibel; kann wöchentlich (7 Tage), monatlich (30 Tage) oder jährlich (365 Tage) sein.

Messperiode:
- standardmäßig 365 Tage;
- Eine kürzere Messperiode (mind. 7 Tage) ist zulässig, wenn sie Jahreswerte realistisch widerspiegelt und nicht saisonal verzerrt ist.

•Allokation: nach RF-Leistung jeder Technologie;
•gemeinsame Standorte mehrerer Betreiber nicht berücksichtigt.

geteilte Infrastruktur ausgeschlossen

Allokation: nach den Energiekosten.

auf Basis kommerzieller Vereinbarungen oder bewährter Praktiken zwischen den MNOs

Öko-Institut

Energiemanagement: Zusammenfassung der Vergleichbarkeit und Eignung

Netzsegment	Standard	Vergleichbarkeit innerhalb eines Standards	Gesamtbewertung der Eignung
RAN: 2G/3G/4G	ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)	hoch	hoch
RAN: technologieunabhängig	ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)/ITU-T L.1331	mittel	hoch
RAN: technologieunabhängig	ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)	niedrig	mittel
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1350 (10/2016)	niedrig	niedrig
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1351 (08/2018)	niedrig	niedrig
RAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)	mittel	mittel
RAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)	mittel	mittel
FAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)	mittel	mittel
FAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)	mittel	mittel
CAN: technologieunabhängig	ETSI ES 205 200-2-4 V1.1.1 (2015-06)	niedrig	niedrig
5G-Mobilfunknetz: RAN, Kernnetz, end-to-end, NFV, Slicing	ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)	niedrig	niedrig
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)	mittel	mittel
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)	mittel	mittel
ICT-Standort: Gesamtes Netz	ITU-T L.1332 (01/2018)	niedrig	niedrig
Gesamtes Zugangsnetz: NFV	ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)	mittel	mittel

Öko-Institut

Energiemanagement: Zusammenfassung der Aufwandsschätzung

Netzsegment	Standards	Semi-quantitative Bewertung	Marktdurchdringung	Stakeholder-Befragung
RAN: 2G/3G/4G	ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)	mittel	• Keiner der vorliegenden Standards wird in der Taxonomie oder der CSRD erwähnt. •Umfrage: Netzbetreiber kennen die ETSI-Standards teilweise, allerdings gibt es keine Hinweise auf deren praktische Anwendung •BEREC (ETSI EN 303 472 und ETSI ES 203 228)	•Initialaufwand: mehr als 1% des CAPEX, •anschließend voraussichtlich <0,1% CAPEX
RAN: technologieunabhängig	ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04)/ITU-T L.1331	niedrig		
RAN: technologieunabhängig	ETSI TR 103 540 V1.1.1 (2018-04)	niedrig		
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1350 (10/2016)	mittel		
RAN: technologieunabhängig	ITU-T L.1351 (08/2018)	mittel		
RAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)	mittel		
RAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)	mittel		
FAN: technologieunabhängig	ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)	mittel		
FAN: technologieunabhängig	ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)	mittel		
CAN: technologieunabhängig	ETSI ES 205 200-2-4 V1.1.1 (2015-06)	niedrig		
5G-Mobilfunknetz: RAN, Kernnetz, end-to-end, NFV, Slicing	ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10)	mittel		
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)	mittel		
ICT-Standort: Kernnetz	ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)	mittel		
ICT-Standort: Gesamtes Netz	ITU-T L.1332 (01/2018)	mittel		
Gesamtes Zugangsnetz: NFV	ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)	mittel		

Fazit und Empfehlung für CoC: Energiemanagement

Öko-Institut

Standards	Netzsegment	Stärke	Einschränkung
ETSI EN 303 472 V1.1.1 (2018-10)	**RAN: 2G/3G/4G**	• Umfasst drei Must-Have-Metriken • Berücksichtigt ICT-Equipment & Infrastruktur • klare Festlegung der Messmethode • Detaillierte Anforderungen an die Berichterstattung	• Unterstützt keine 5G-Technologie • Nicht Berücksichtigung der geteilten Basisstationen-Standorte
ETSI ES 203 228 V1.4.1 (2022-04) / ITU-T L.1331	**RAN: 2G/3G/4G/5G**	• Abdeckung 2G bis 5G • Berücksichtigt ICT-Equipment & Infrastruktur • Detaillierte Anforderungen an die Berichterstattung • Bereitgestellte Skalierungsmethode • Praktikable Allokationsregel für geteilte Standorte	• 2 von den 3 Must-Have-Metriken (keine explizierte Ausweisung der Metrik „erneuerbare Energie“, verlangt jedoch die Angabe des Prozentsatzes der vor Ort genutzten Energie aus erneuerbaren Quellen.) • Flexibilität bei Messperiode und Messfrequenz

Standards	Netzsegment	Stärke	Einschränkung
ETSI EN 303 471 V1.1.1 (2019-01)	**NVF für die Zugangsnetze**	• Ganzheitlicher Ansatz: Aggregierte Messungen der gesamten NFVI ohne Differenzierung auf VNF- oder Komponentenebene. • Als ergänzender Standard für RAN und FAN bei der NFV-Anwendung.	• Nicht Berücksichtigung der geteilten Basisstationen
ETSI TS 128 554 V18.7.0 (2024-10) / 3GPP TS 28.554 version 18.7.0	**5G End-to-End: RAN & Kernnetz**	• Umfasst sowohl RAN als auch Kernnetz • **Zukunftsorientiert**: →5G NFV auf Komponentenebene, Network slicing →Umfangreiche Performance-Indikatoren.	• 2 von den 3 Must-Have-Metriken • Keine Anforderung zu der Metrik „erneuerbare Energie“ • Keine Angaben zu Messverfahren, z.B. Messperiode und Messfrequenz • Energieverbrauch der Infrastruktur wird nicht erwähnt • Keine Berichtstemplate und Berichtsanforderungen. • Keine Allokationsregel für geteilte Standorte

Standards	Netzsegment	Stärke		Einschränkung
• **ETSI EN 305 200-2-3 V1.1.1 (2018-06)** • **ETSI TS 105 200-2-3 V1.2.1 (2019-12)**	**RAN**	• Berücksichtigt ICT-Equipment & Infrastruktur • Messperiode: Standard 365 Tage, kürzer (mind. 7 Tage) möglich, wenn jahresrepräsentativ • **„Globalen KPIs“: Potenzial für zukünftige Vergleiche**	• Umfasst drei Must-Have-Metriken	• Unterschiedliche Behandlung zu geteilten Standorten: →EN: Nicht Berücksichtigung der geteilten Basisstationen →TS: Allokation auf den Energiekosten • Messung des Datenvolumens: →EN: gemäß ETSI EN 303 472 normativ →TS: informative Eine Aktualisierung ist erforderlich
• **ETSI EN 305 200-2-2 V1.2.1 (2018-08)** • **ETSI TS 105 200-2-2 V1.3.1 (2019-12)**	**FAN**		• Umfasst drei Must-Have-Metriken	• Unterschiedliche Behandlung zu geteilten Standorten: s. EN 305-2-3 • TS: wenn eine direkte Messung nicht möglich ist, kann der maximale Verbrauch der Geräte nach den technischen Spezifikationen des Herstellers herangezogen werden Eine Aktualisierung ist erforderlich
• **ETSI EN 305 200-3-1 V1.1.1 (2018-02)** • **ETSI TS 105 200-3-1 V1.2.1 (2019-12)**	**ICT-Standorte für Kernnetz**		• Messpunkte sind klar definiert	• 2 von den 3 Must-Have-Metriken. Energieeffizienz-Metrik fehlt • Keine Allokationsregel für geteilte Standorte Eine Aktualisierung ist erforderlich

THG:
Ergebnisse der Vergleichbarkeit und der Aufwandsschätzung

GHG: Überblick (4 Standards: 2 Gruppen)

Gruppe 1: Fokus auf **Scopes 1 & 2**:

1) GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004)
   + Amendment with Scope 2 Guidance (2015)
2) ITU-T L.1420 (02/2012) Methodology for energy consumption and greenhouse gas emissions impact assessment of information and communication technologies in organizations

Gruppe 2: exclusiver Fokus auf **Scope 3**:

1) GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004)
2) ITU-T L.1420 (02/2012)
3) Protocol Corporate (Value Chain) Standard (2011)
4) GSMA/GeSI/ITU: Scope 3 Guidance for Telecommunication Operators (2023)

Öko-Institut

GHG: Bewertung der Standards aus Gruppe 1 (GHG Scopes 1&2)

Einfluss der Anwendung verschiedener Standards auf die Ergebnisse der GHG-Bilanzierung

Bewertungs-kriterien	Nr.	Bewertungsaspekte	GHG Protocol Corporate (2004); Erweiterung mit Scope 2 Guidance (2015)	ITU-T L.1420 (02/2012)
Robustheit	A1.1	Primärdaten: Erfassung für Scope 1		
Robustheit	A1.2	Primärdaten: Erfassung für Scope 2		
Reproduzier-barkeit	A2.1	Sekundärdaten: Erfassung für Scope 1 und 2		
Reproduzier-barkeit	A2.2	Festlegung von Allokationsregeln		
Vertrauens-würdigkeit	A3.1	Bewertung der Datenqualität / Unsicherheitsbewertung		
Vertrauens-würdigkeit	A3.2	Validierung		
Transparenz	A4.1	Berechnung der Scope 2 Emissionen		
Transparenz	A4.2	Anforderung zur Berechnung des GWP		
Transparenz	A4.3	Festlegung von organisatorischen Systemgrenzen		
Transparenz	A4.4	verpflichtende Anforderungen bzgl. allgemeiner Informationen		
Transparenz	A4.5	verpflichtende Anforderungen an die Metriken		

GHG: Bewertung der Standards aus Gruppe 2 (GHG Scope 3)

Einfluss der Anwendung verschiedener Standards auf die Ergebnisse der GHG-Bilanzierung

Bewertungskriterien	Nr.	Bewertungsaspekte	GHG Protocol Corporate (2004); Erweiterung mit Scope 2 Guidance (2015)	ITU-T L.1420 (02/2012)	GHG Protocol Corporate Value Chain (2011)	GSMA/GeSI/ITU: Scope 3 (2023) bzw. ITU-T L Suppl. 57 (06/2023)
Robustheit	A1.1	Anforderungen bzgl. der Erfassung der und Verwendung von Aktivitätsdaten zu den 15 Kategorien	🔴	🔴	🟡	🟢
Robustheit	A1.2	Berechnungsmethoden pro Scope 3 Kategorie, z.B. spend-based method; distance based method	🔴	🔴	🟡	🟢
Reproduzierbarkeit	A2.1	Variationen bzgl. der Scope 3 Abdeckung als Summe Kat 1-15	🔴	🟡	🟡	🟢
Reproduzierbarkeit	A2.2	Anforderungen an Emissionsfaktoren; Angabe von Literaturquellen/Datenbanken für Emissionsfaktoren	🔴	🟢	🟡	🟢
Reproduzierbarkeit	A2.3	Festlegung von Allokationsregeln	🔴	🔴	🟢	🟡
Reproduzierbarkeit	A2.4	Festlegung von Wesentlichkeitskriterien (Materiality) für Scope 3	🔴	🔴	🟡	🟡
Vertrauenswürdigkeit	A3.1	Bewertung der Datenqualität / Unsicherheitsbewertung: • Ist eine Bewertung verpflichtend? • Falls ja nach welcher Methode? • Gibt es Guidance Dokumente?	🟡	🟡	🟢	🟢
Vertrauenswürdigkeit	A3.2	Validierung: • Ist eine Verifizierung, ein critical review etc. erforderlich? • Falls ja intern oder extern?	🔴	🔴	🔴	🔴
Transparenz	A4.1	verpflichtende Anforderungen bzgl. allgemeiner Informationen im Bericht; z.B. z.B. operationelle und organisatorische Systemgrenzen, verwendete Emissionsfaktoren, etc.	🔴	🟡	🟡	🟢
Transparenz	A4.2	verplichtende Anforderungen an die Metriken im Bericht; z.B. Unterscheidung nach THG, extra Berichterstattung für biologisch gespeichertes THG…	🟡	🟡	🟢	🟡

Zusammenfassung der Vergleichbarkeit und Eignung von GHG-Standards

Vergleichbarkeit: Einfluss auf die Ergebnisse der GHG-Bilanzierung durch unterschiedliche Anwender*innen innerhalb desselben Unternehmens (Kriterien: Robustheit & Reproduzierbarkeit)

Eignung: zusätzliche Kriterien: Vertrauenswürdigkeit und Transparenz

THG-Gruppen	Standards	Vergleichbarkeit innerhalb des Standards	Eignung
Scope 1 & Scope 2	GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004) & Scope 2 Guidance	niedrig	mittel
	ITU-T L.1420 (02/2012)	mittel	mittel
Scope 3	GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004) & Scope 2 Guidance	niedrig	niedrig
	ITU-T L.1420 (02/2012)	niedrig	niedrig
	Protocol Corporate (Value Chain) Standard (2011)	mittel	niedrig
	Scope 3 Guidance for Telecommunication Operators (2023)	hoch	hoch

THG: Zusammenfassung der Aufwandsschätzung

Gruppe	Standards	Semi-quantitative Bewertung	Markt-durchdringung	Stakeholder-Befragung
Gruppe 1 (Scopes 1&2)	GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004), Amendment with Scope 2 Guidance (2015)	mittel	•**GHG Protocol Corporate**: **hoch** aufgrund von CSRD und Praxisanwendung (Nachhaltigkeitsberichte von Netzbetreibern) •ITU 1420 und GSMA: wurde von zwei Netzbetreibern verwendet.	•Initialaufwand: ca. 1-5% des CAPEX, •anschließend voraussichtlich <0,1% CAPEX
	ITU-T L.1420 (02/2012)	**hoch**		
Gruppe 2 (Scope 3)	GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004),	mittel		
	ITU-T L.1420 (02/2012)	**hoch**		
	Protocol Corporate (Value Chain) Standard (2011)	mittel		
	GSMA/GeSI/ITU: Scope 3 Guidance for Telecommunication Operators (2023)	mittel		

Fazit und Empfehlung für CoC: GHG Scope 1 / Scope 2

Fokus auf die Scopes 1 & 2:

- GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2004) + Amendment with Scope 2 Guidance (2015)

Vorteile: Hohe Marktdurchdringung und breite Akzeptanz in Unternehmen, bei Stakeholdern und staatlichen Instanzen. Geringer Zusatzaufwand. Transparenz.
Nachteile: Niedrige Vergleichbarkeit der Ergebnisse

CoC:

- Separate Ausweisung der telekommunikationsnetzbezogenen Scope1/2-Emissionen und transparente Dokumentation der methodischen Vorgehensweise
- Festlegung der betrachteten Aktivitäten, z.B: Wartungsfahrt durch eigenen Fuhrpark

Fazit und Empfehlung für CoC: GHG Scope 3

Fokus auf den Scope 3:

- GSMA/GeSI/ITU: Scope 3 Guidance for Telecommunication Operators (2023)

Vorteile: Detaillierte Anleitung und Priorisierung mit spezifischem Blickwinkel auf die Besonderheiten in Telekommunikationssektor. Dadurch hohe Vergleichbarkeit von Scope 3 Ergebnissen

Nachteile: Hoher Aufwand (typisch für Scope 3)

CoC:

- Fokus auf wesentliche Kategorien: “Purchased goods and services” verwendet in Netzsegment (Kat. 1), “Capital goods” verwendet in Netzsegment (Kat. 2), Fuel and energy-related activities. z.B: Wartungsfahrt durch externe Dienstleister (Kat. 3), ggf. Investments (Kat. 15)
- Transparente Dokumentation der verwendeten Methode der Kat. und Grenze der betrachteten Kat. Sowie Quelle der Emissionsfaktoren
- Zukunft für Vergleichbarkeit: Ziel ist es, die Berechnung umfangreicher Scope-3-Kategorien zu erleichtern und gleichzeitig die Harmonisierung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu verbessern. Dazu ist es hilfreich, branchenspezifische, aber durchschnittliche CO_{2e}-Emissionsfaktoren für vor- und nachgelagerte Prozesse, z.B. die Herstellungskette von Netzkomponenten, gemeinsam in einer zentralen Datenbankplattform zu erfassen.

Kreislaufwirtschaft: Ergebnisse der Vergleichbarkeit und der Aufwandsschätzung

Kreislaufwirtschaft: Überblick (6 Standards: 2 Gruppen)

- **Gruppe 1: Vor der Nutzung**
  - ETSI TR 103 476 V1.1.2 (2018-02): Environmental Engineering (EE); Circular Economy (CE) in Information and Communication Technology (ICT); Definition of approaches, concepts and metrics
  - DIN EN 45556: General method for assessing the proportion of reused components in energy-related products;
  - DIN EN 45557: General method for assessing the proportion of recycled material content in energy-related products
- **Gruppe 2: End-of-Life (EoL)**
  - GRI 306: Waste (2020)
  - ETSI EN 305 174-8 V1.1.1 (2018-01): Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Broadband Deployment and Lifecycle Resource Management; Part 8: Management of end of life of ICT equipment (ICT waste/end of life)
  - ETSI TS 105 174-8 V1.2.1 (2019-12): Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Broadband Deployment and Lifecycle Resource Management; Part 8: Implementation of WEEE practices for ICT equipment during maintenance and at end-of-life

Kreislaufwirtschaft: Bewertung der Standards aus Gruppe 1 (Vor der Nutzung)

Bewertungskriterien	Definition des Drei-Stufen-Modells (hoch, mittel, niedrig)	Nr.	Bewertungsaspekte	ETSI TR 103 476 V1.1.2 (2018-02)	DIN EN 45556 (2020)	DIN EN 45557 (2020)
Robustheit	• niedrig: keine Festlegung auf generische oder spezifische Daten • mittel: generische Daten • hoch: spezifische Daten	**A1**	**Erfassungsmethodik: Spezifität** der zentralen Eingangsparameter	🔴	🟢	🟢
Reproduzierbarkeit	• niedrig: -> falls spezifische Daten: keine Festlegung zur Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: keine Festlegung auf bestimmte Datenquelle • mittel: -> falls spezifische Daten: mehrere Erfassungsmethodiken zur Auswahl gegeben / unvollständige Definition der Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: mehrere Datenquellen zur Auswahl gegeben • hoch: -> falls spezifische Daten: klare Festlegung auf eine bestimmte Datenquelle und Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: klare Festlegung auf eine bestimmte Datenquelle	**A2.1**	**Erfassungsmethodik: Herkunft** der zentralen Eingangsparameter	🔴	🔴	🔴
Reproduzierbarkeit	• niedrig: keine spezifische Anforderung an Bezugszeitraum • mittel: in festgelegtem Zeitraum, ohne Anforderung an Repräsentativität • hoch: in festgelegtem Zeitraum, der repräsentativ für Produktion ist	**A2.2**	**Erfassungsmethodik: Bezugszeitraum für Datenbasis**	🔴	🟢	🟢
Vertrauenswürdigkeit	• niedrig: Keine Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität vorgesehen. • mittel: Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität optional. • hoch: Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität verpflichtend.	**A3.1**	Bewertung der **Unsicherheiten/Datenqualität**	🔴	🔴	🔴
Vertrauenswürdigkeit	• niedrig: keine Validierung vorgesehen, oder Validierung optional • mittel: interne Validierung mindestens erforderlich • hoch: externe Validierung erforderlich	**A3.2**	**Validierung**	🔴	🟡	🟡
Transparenz	• niedrig: Keine systematischen Anforderungen an die Berichterstattung über Metrikergebnisse und Rahmenbedingungen. • mittel: Berichterstattung über Metrikergebnisse und/oder grundlegende Eingangsparameter. • hoch: Detaillierte allgemeine Informationen zu den Testrahmenbedingungen (System unter Test, Testbedingungen, Standort und Equipment) sowie Metrik-Ergebnisse und grundlegende Eingangsparameter in einer einheitlichen Berichtsvorlage.	**A4**	**Berichterstattung**	🔴	🟡	🟡

Kreislaufwirtschaft: Bewertung der Standards aus Gruppe 2 (End-of-Life)

Bewertungskriterien	Definition des Drei-Stufen-Modells (hoch, mittel, niedrig)	Nr.	Bewertungsaspekte	GRI 306	ETSI EN 305 174-8 V1.1.1 (2018-01)	ETSI TS 105 174-8 V1.2.1 (2019-12)
Robustheit	• niedrig: keine Festlegung auf generische oder spezifische Daten • mittel: generische Daten • hoch: spezifische Daten	**A1**	**Erfassungsmethodik: Spezifität** der zentralen Eingangsparameter			
Reproduzierbarkeit	• niedrig: -> falls spezifische Daten: keine Festlegung zur Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: keine Festlegung auf bestimmte Datenquelle • mittel: -> falls spezifische Daten: mehrere Erfassungsmethodiken zur Auswahl gegeben / unvollständige Definition der Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: mehrere Datenquellen zur Auswahl gegeben • hoch: -> falls spezifische Daten: klare Festlegung auf eine bestimmte Datenquelle und Erfassungsmethodik -> falls generische Daten: klare Festlegung auf eine bestimmte Datenquelle	**A2.1**	**Erfassungsmethodik: Herkunft** der zentralen Eingangsparameter			
Reproduzierbarkeit	• niedrig: keine spezifische Anforderung an Bezugszeitraum • mittel: in festgelegtem Zeitraum, ohne Anforderung an Repräsentativität • hoch: in festgelegtem Zeitraum, der repräsentativ für Produktion ist	**A2.2**	**Erfassungsmethodik: Bezugszeitraum für Datenbasis**			
Vertrauenswürdigkeit	• niedrig: Keine Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität vorgesehen. • mittel: Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität optional. • hoch: Bewertung der Unsicherheiten oder Datenqualität verpflichtend.	**A3.1**	Bewertung der **Unsicherheiten/Datenqualität**			
Vertrauenswürdigkeit	• niedrig: keine Validierung vorgesehen, oder Validierung optional • mittel: interne Validierung mindestens erforderlich • hoch: externe Validierung erforderlich	**A3.2**	**Validierung**			
Transparenz	• niedrig: Keine systematischen Anforderungen an die Berichterstattung über Metrikergebnisse und Rahmenbedingungen. • mittel: Berichterstattung über Metrikergebnisse und/oder grundlegende Eingangsparameter. • hoch: Detaillierte allgemeine Informationen zu den Testrahmenbedingungen (System unter Test, Testbedingungen, Standort und Equipment) sowie Metrik-Ergebnisse und grundlegende Eingangsparameter in einer einheitlichen Berichtsvorlage.	**A4**	**Berichterstattung**			

Zusammenfassung der Vergleichbarkeit innerhalb der Kreislaufwirtschaft-Standards sowie der Gesamtbewertung der Eignung

Vergleichbarkeit: Einfluss auf die Ergebnisse der Metriken und Indikatoren durch unterschiedliche Anwender*innen innerhalb desselben Unternehmens (Kriterien: Robustheit & Reproduzierbarkeit)

Eignung: zusätzliche Kriterien: Vertrauenswürdigkeit und Transparenz

Gruppe	Standards	Vergleichbarkeit innerhalb des Standards	Gesamtbewertung der Eignung
Vor der Nutzung	ETSI TR 103 476 V1.1.2 (2018-02)	niedrig	niedrig
	DIN EN 45556 (2020)	mittel	mittel
	DIN EN 45557 (2020)	mittel	mittel
End-of-Life	GRI 306 (2020)	mittel	**niedrig**
	ETSI EN 305 174-8 V1.1.1 (2018-01)	mittel	**niedrig**
	ETSI TS 105 174-8 V1.2.1 (2019-12)	mittel	mittel

Kreislaufwirtschaft: Zusammenfassung der Aufwandsschätzung

Gruppe	Standards	Semi-quantitative Bewertung	Markt-durchdringung	Stakeholder-Befragung
Vor der Nutzung	ETSI TR 103 476 V1.1.2 (2018-02)	mittel	• keine normativen Referenzen • Standards sind weitgehend nicht bekannt • kaum Anwendung in der Praxis (Ausnahme GRI 306)	Aufwand aktuell nicht quantifizierbar
	DIN EN 45556 (2020)	mittel		
	DIN EN 45557 (2020)	mittel		
End-of-Life	GRI 306 (2020)	niedrig		
	ETSI EN 305 174-8 V1.1.1 (2018-01)	niedrig		
	ETSI TS 105 174-8 V1.2.1 (2019-12)	niedrig		

Fazit und Empfehlung für CoC: Kreislaufwirtschaft

- Die untersuchten **Standards** beider Gruppen sind **nicht spezifisch** für Netzwerkinfrastruktur.
- Die Standards in der **Gruppe „vor der Nutzung“** eignen sich nicht zur Ermittlung der (produktbezogenen) Must-Have-Metriken der JRC-Studie, ermöglichen aber z.T. einen guten Einstieg und Überblick in das Thema „Circular Economy“ und „Ressourceneffizienz“.
- Die Standards in der **Gruppe „End-of-Life“** eignen sich zwar zur Ermittlung einiger Must-Have-Metriken (z.B. Gewicht von E-Waste, Gewicht von recycleten Produkten/Materialien), ihre Vergleichbarkeit innerhalb eines Standards sowie ihre Gesamteignung wird aber als relativ gering (niedrig bzw. mittel) eingestuft.
- Die untersuchten Standards verursachen einen **niedrigen bzw. mittleren Aufwand**.
- Das Ergebnis zur Aufwandsschätzung konnte durch die Stakeholder-Befragung weder bestätigt noch widerlegt werden, da die untersuchten **Standards** den befragten Netzbetreibern **nicht bekannt** sind.
- Angesichts der geringen Eignung der Standards sowie der geringen Vergleichbarkeit innerhalb der Standards besteht v.a. in der Gruppe „Vor der Nutzung“ **Entwicklungsbedarf für spezifische Standards**.

Öko-Institut

Thank you for your attention!

Do you have any questions?

Your contact

Ran Liu
Senior Researcher

Division Sustainable Products and Material Flows
Oeko-Institut Consult GmbH
Borkumstraße 2, 13189 Berlin
Phone: +49 30 405085-327
Mail: r.liu@oeko.de

Dr. Andreas R. Köhler
Senior Researcher

Division Sustainable Products and Material Flows
Oeko-Institut Consult GmbH
Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg
Phone: +49 761-45295-283
Mail: a.koehler@oeko.de

Öko-Institut

Must-Have-Metrics based on the JRC-Study

Environmental Sectors	Must-Have-Metrics		Focus of our study
Energy Management	• Energy consumption (e.g MWh) • Energy efficiency: data volume in relation to energy consumption • Use of renewable energy		Networks or network segments in the **real operational** phase
Greenhouse Gas Emissions (GHG)	• GHG Scope 1 • GHG Scope 2 • GHG Scope 3		**Network-related GHG Scopes**: refer only to the network within an organization, not to the entire organization.
Circular economy	**Pre-Use**	Weight of recycled products	• these refer exclusively to **equipment deployed in network operations**, • do not include devices used in office environments or administrative areas of an organization.
		• Weight of refurbished products • Number of refurbished products	
		Weight of reused products	
	End-of-Life (EoL)	Weight of produced E-Waste	
		Weight of recycled products	
		• Weight of refurbished products • Number of refurbished products	
		Weight of reused products	