

Nachhaltigkeitsindex - Nachhaltigkeitsbewertung als Kompass für Energie- und Ressourceneffizienz

Symposium Energieinnovation
14.-16.02.18

Prof. Dr. Diana Hehenberger-Risse



Inhalt

1. **Überblick Normen und Zertifizierungssysteme**
2. **Nachhaltigkeitsindikatorensystem mit Gewichtung**
3. **untersuchte Systemkomponenten, Nahwärmeversorgungsvarianten und Systemgrenze**
4. **Nachhaltigkeitsbewertung**
5. **Bilanzindikator – Nachhaltigkeitsindex zur Anwendung im Unternehmen**

Forschungsthemen und Professoren am TZE



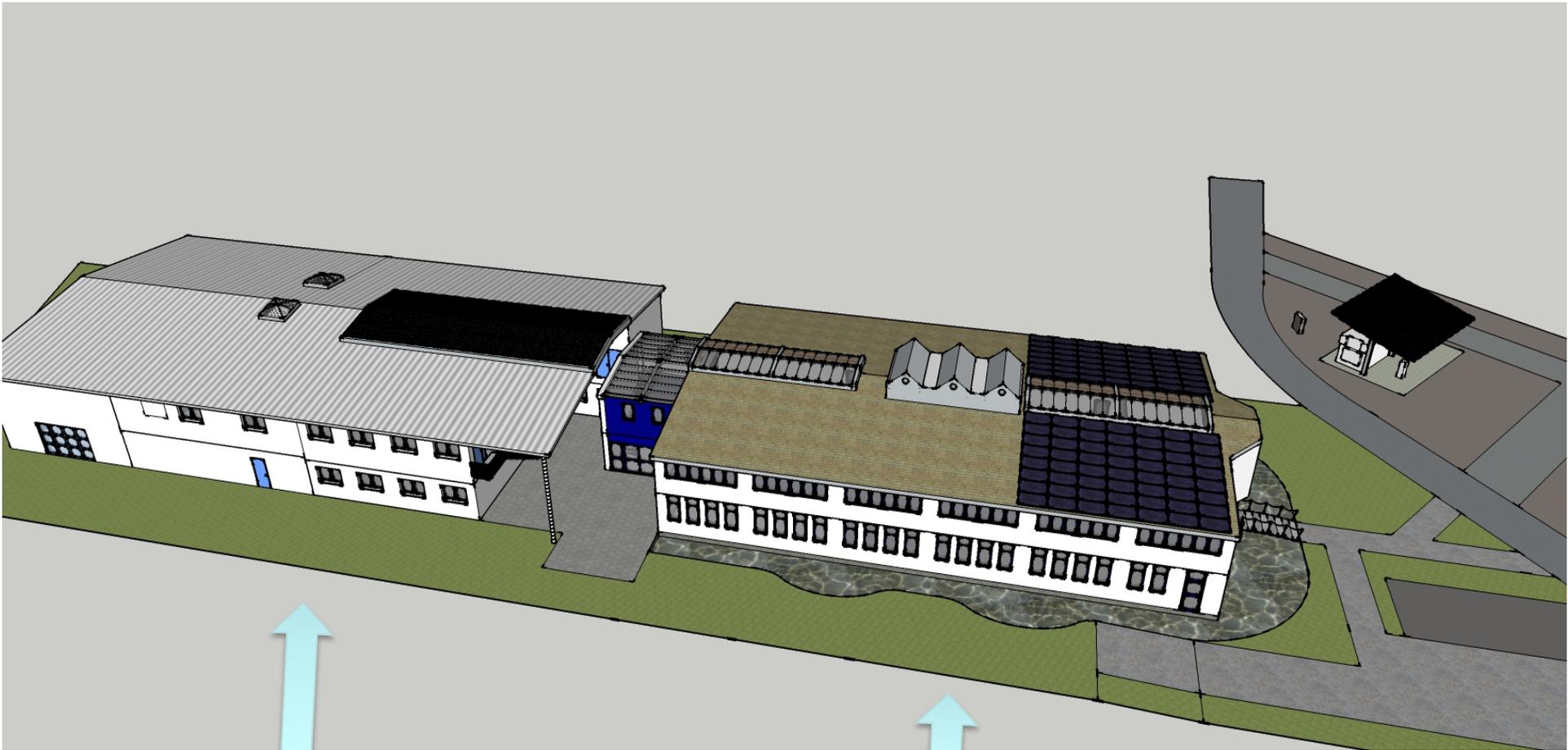
Das TZE unterstützt primär den **Forschungsschwerpunkt Energie** der Hochschule Landshut.



TECHNOLOGIEZENTRUM
ENERGIE

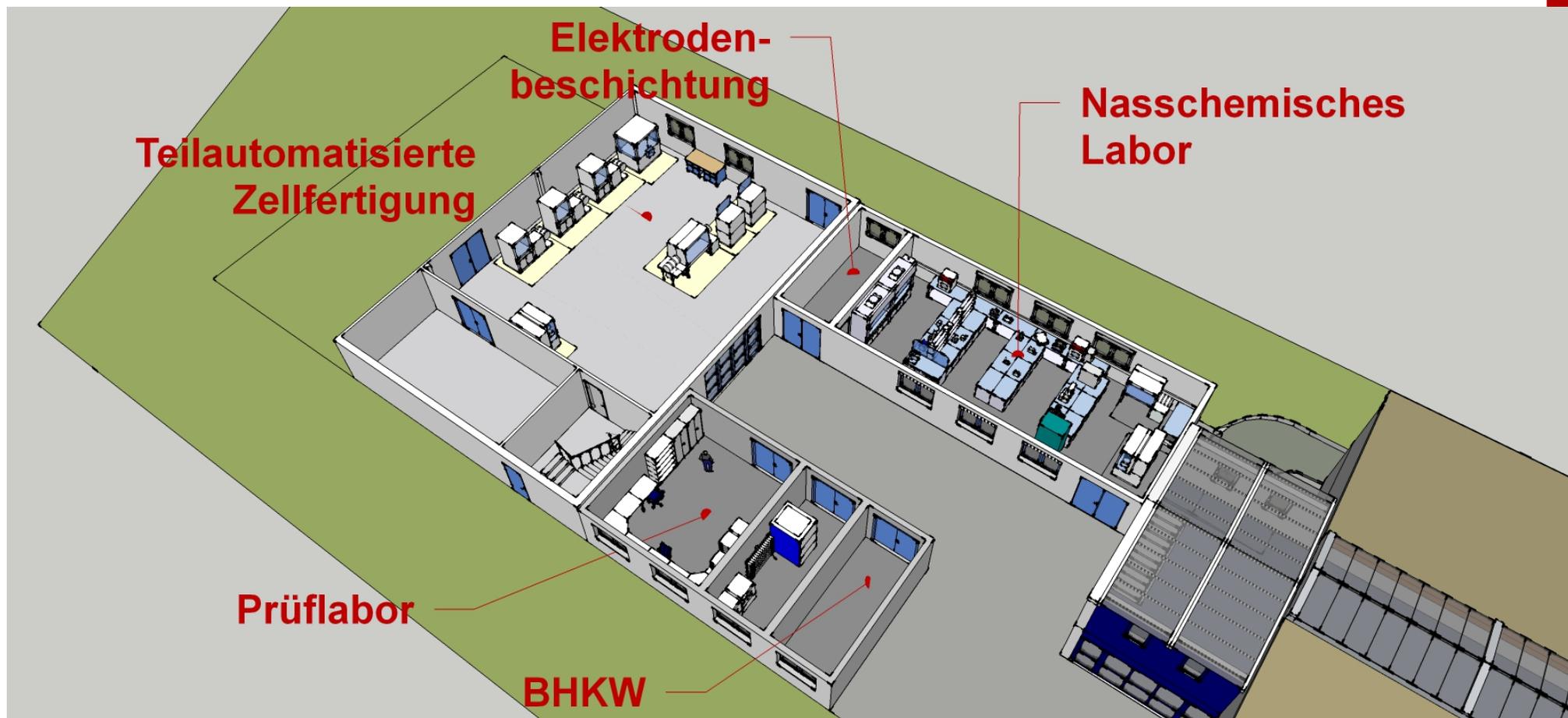
Technologiezentrum Energie

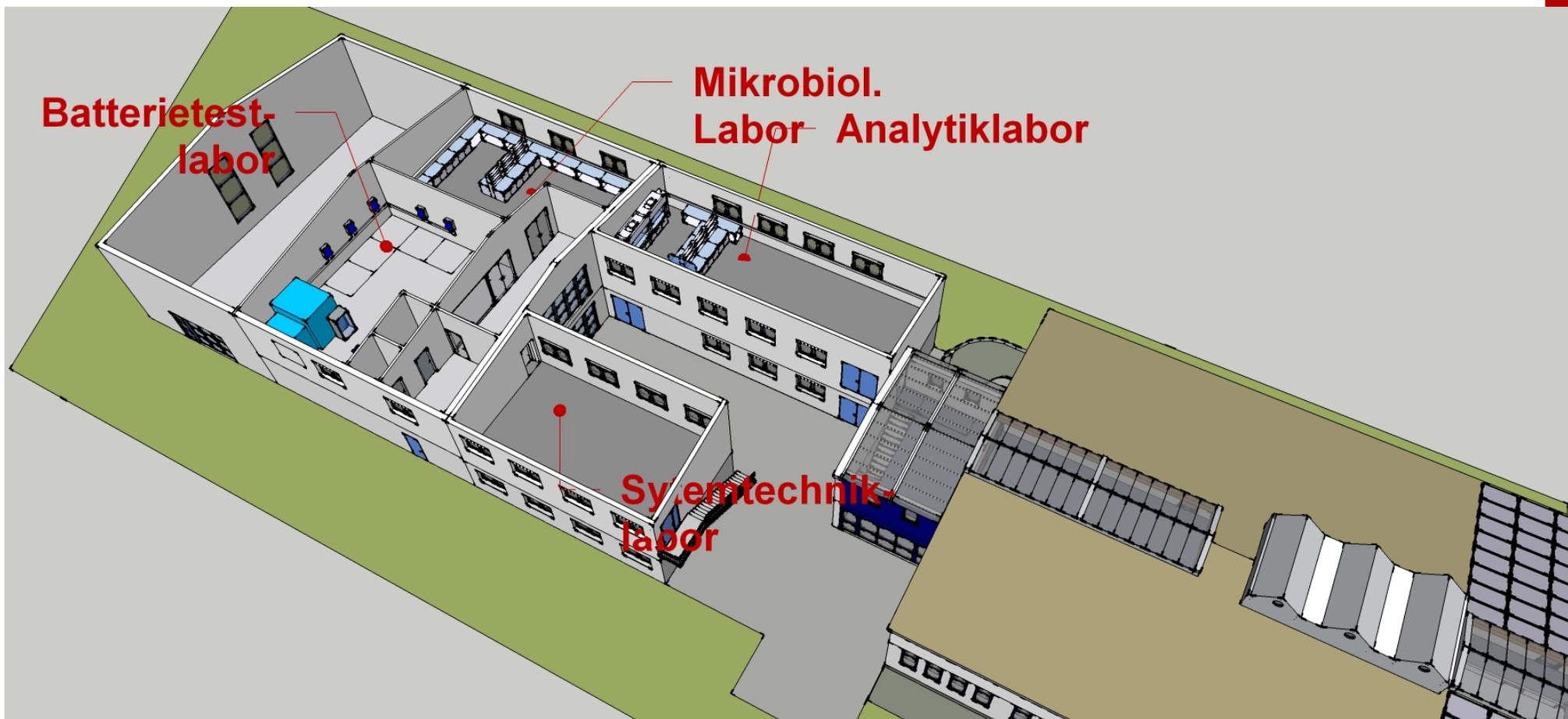
Bietet Forschungsinfrastruktur



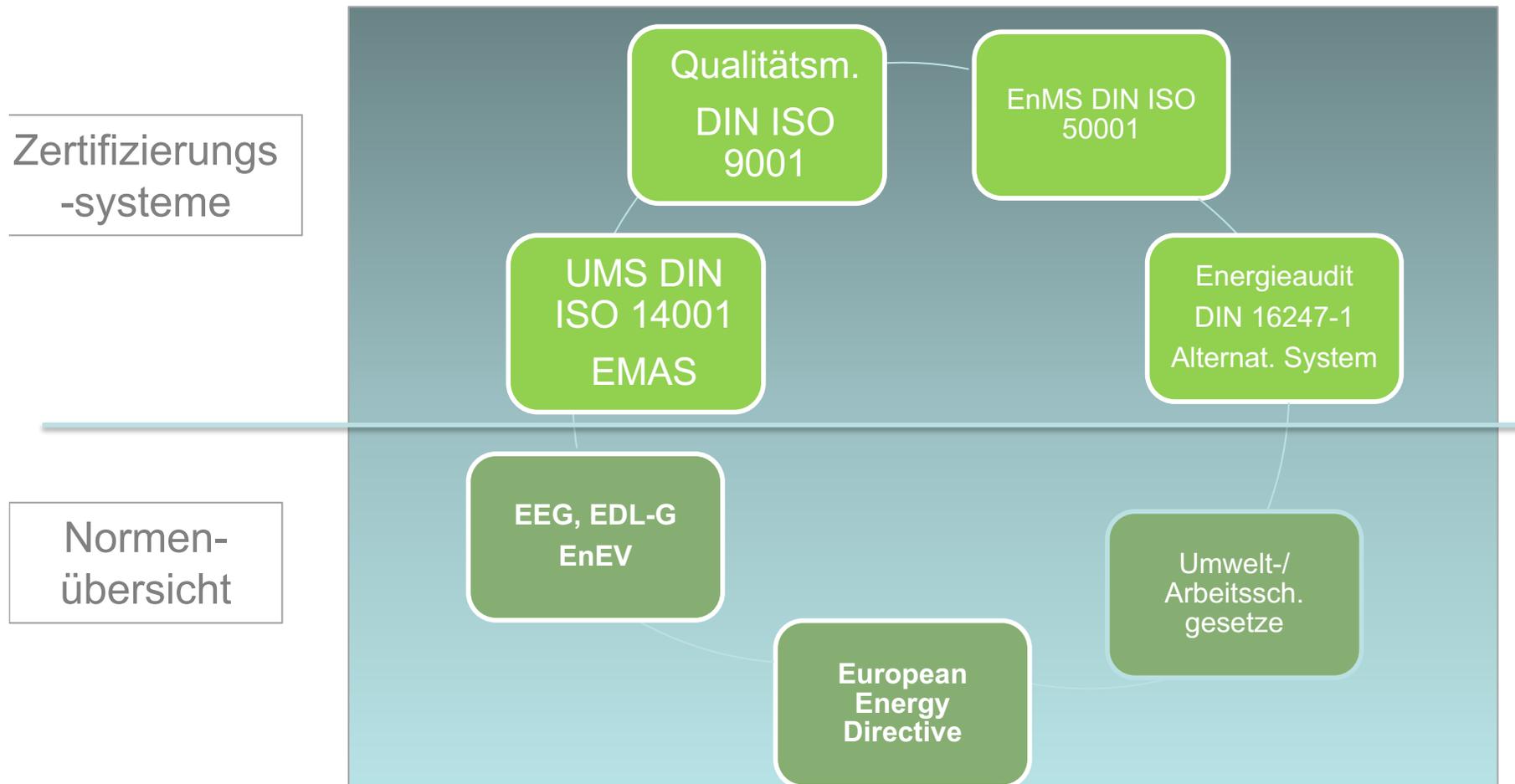
2017 Erweiterung um weitere
1200 m² Fläche mit Laboren
und Experimentierhalle

Derzeit etwa 1200 m² Fläche
mit Büros, Werkstätten, und
Laboren



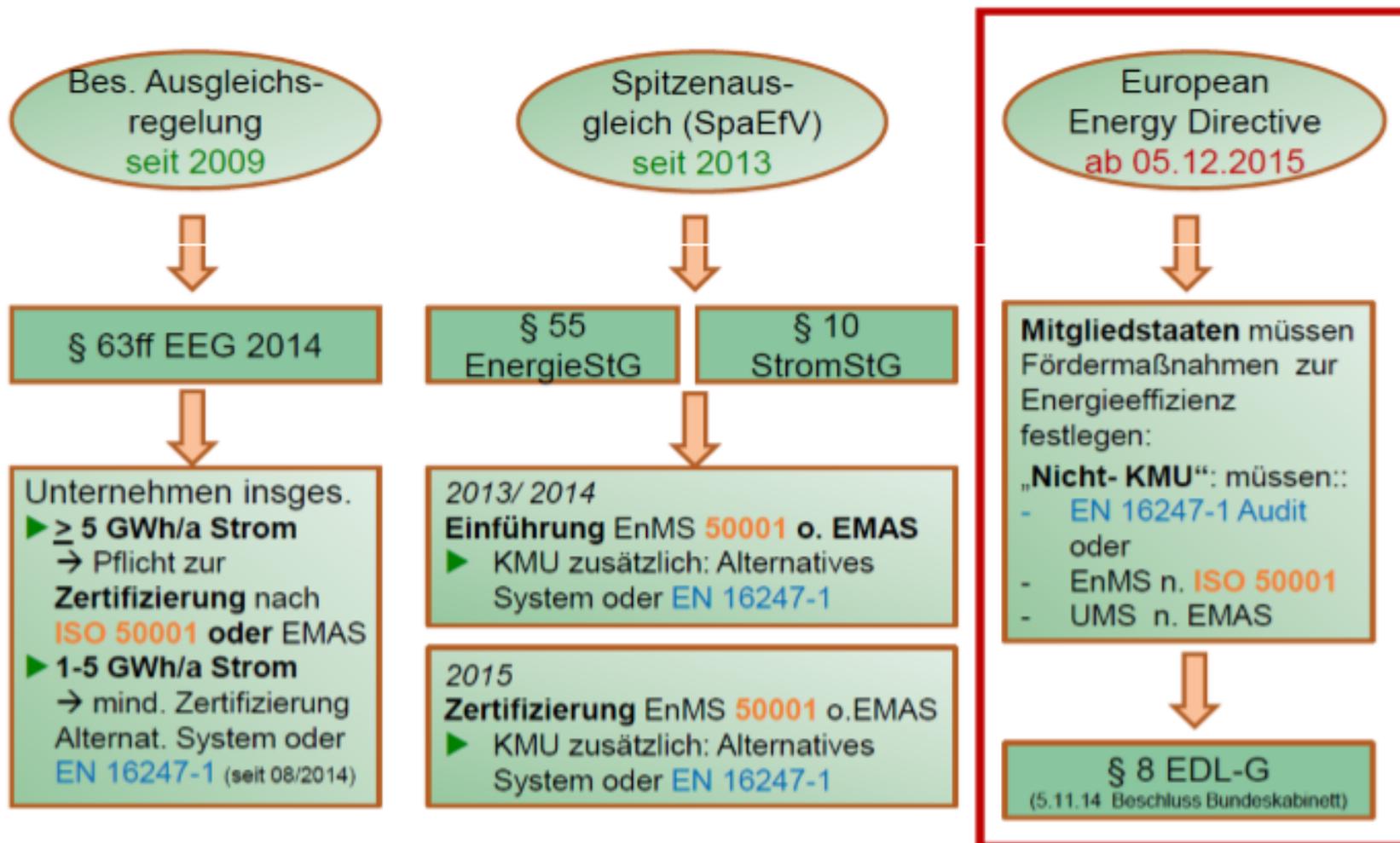


1. Auszug Normen und Zertifizierungssysteme



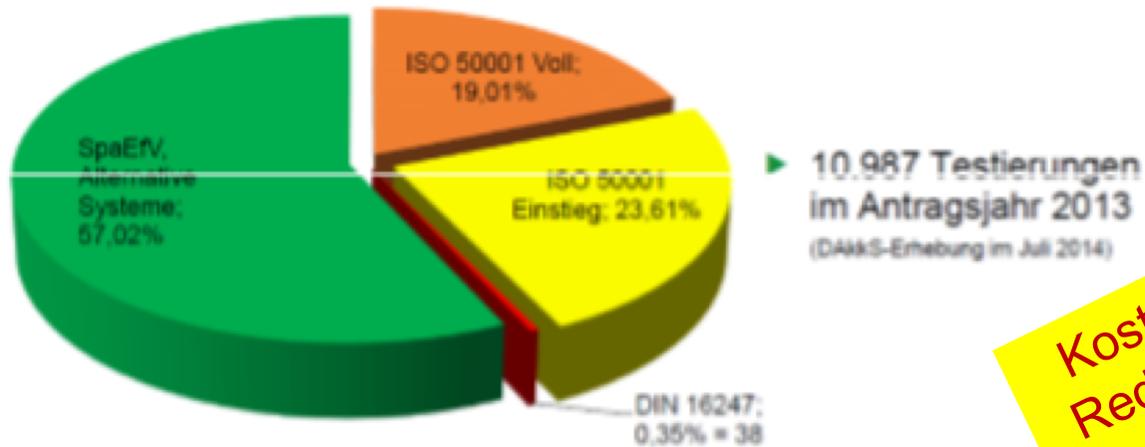
1. Überblick Zertifizierungssysteme

Energieeffizienzanforderungen für Unternehmen in Deutschland



1. Überblick eingeführte Zertifizierungssysteme

Bisherige Erfahrungen im Rahmen der SpaEfV



**Kostenreduzierung + CO2-
Reduzierung durch Energie-
effizienzmaßnahmen**

Anm.: Viele Unternehmen die ein Energieauditbericht nach EN 16247-1 oder die Einführung eines Alternativen Systems nach SpaEfV durchführen könnten, gingen auf ein EnMS nach ISO 50001

1. Vorhandene Unternehmensdaten

- Evtl. zeitliche Differenzierung (Produktionsschritt-, Schicht-, Tages-, Wochen- und Jahreslastgänge)
- Angaben zur Produktion (Menge, Umsatz...)

→ PRODUKTIONSAHLEN

Messzeitraum		Bereich	Produkt	Menge	Umsatz	Datenquelle
von	bis			Stück	Euro	

Quelle: BMU 2012

1. Daten aus ISO 50001 - EnMS

- Energie- und Kostenanteil einzelner Verbraucher am Gesamtverbrauch, dem Energieträger oder den Kosten (Bereiche, Maschinen, Produktionsstätten, Abteilungen, Stockwerke etc.)

→ VERWENDUNG

Messzeitraum		Bereich	Energie-träger	Menge	Verbrauch	Kosten	Datenquelle	Mess-fehler
von	bis				MWh	Euro		
01.10.2012	01.11.2012	Spülstraße	Elektrizität				Stromzähler	
01.10.2012	01.11.2012		Öl				Schätzung über Tankfüllstand	20 %
03.01.2012	31.06.2012	Bürogebäude	Elektrizität				Stromzähler	
01.07.2012	23.12.2012	Bürogebäude	Elektrizität				Stromzähler	

Quelle: BMU 2012

1. Daten aus ISO 50001 - EnMS

- Außerdem Informationen zum Abwärmemeterniveau, Abgabe von Fernwärme, Einspeisung von Strom aus KWK¹³ oder regenerativen Quellen etc.

→ AUSGÄNGE

Messzeitraum		Bereich	Energieträger	Menge	Verwendung	Einnahmen	Datenquelle	Messfehler
von	bis					Euro		
		Fertigung	Abwärme 120 °C	Nicht bekannt	keine	keine	Verantwortlicher Bereichsleiter	
01.01.2012	31.12.2012	Fertigung	Holzabfälle für Herstellung von Pellets oder Holzbriketts	200 t, 0,8 MWh	Vertrieb	20.000	Verwaltung	
01.01.2012	31.12.2012	Bürogebäude	Elektrizität aus Photovoltaik	13,2 MWh	Einspeisung nach EEG	6.336	Verwaltung	

Quelle: BMU 2012

1. Vorhandene Daten aus ISO 14001 - UMS

Kernindikator	Einheit	2009	2009/HA	2010	2010/HA	2011	2010/HA	2012	2012/HA
Energieeffizienz									
Strom ₁	kWh	1.606.650	552,30	1.702.900	517,60	1.702.200	467,38	1.793.779	456,08
Gas ₁	kWh	2.405.533	826,93	3.432.928	1.043,44	3.432.928	942,59	2.248.192	571,62
Fernwärme ₁	kWh	0	0	0	0	0	0	916.213	232,95
Diesel	kWh	11.820	4,06	11.674	3,55	11.674	3,21	10.118	2,57
Benzin	kWh	1.315	0,45	748	0,23	748	0,21	4.605	1,17
Gesamt	kWh	4.025.318	1.383,75	5.148.250	1.564,82	5.147.550	1.413,39	4.056.693	1.031,45
Erneuerbare Energien		0		0		0		916.213	232,95
Materialeffizienz									
Papier	kg	12.475	4,29	12.475	3,79	12.475	3,43	14.940	3,80
Druckerpatronen	Stück	130	0,04	130	0,04	130	0,04	84	0,02
Tonerkartuschen	Stück	960	0,33	810	0,25	810	0,22	893	0,23
Wasser									
Wasserverbrauch gesamt ₁	m ³	5.528	1,90	5.098	1,55	4.990	1,37	6.719	1,71
davon Kühlwasser	m ³	327	0,11	365	0,11	365	0,10	339	0,09
Abwasser		Das Abwasser entspricht dem Wasserbezug und besteht überwiegend aus Sanitärabwasser. Es liegen keine besonderen Belastungen, wie z.B. aus Laboren, vor.							

1. Vorhandene Daten aus ISO 14001 - UMS

Abfall									
Holz	kg	3.300	1,13	2.000	0,61	2.000	0,55	2.200	0,56
Blech	kg	5.000	1,72	5.000	1,52	5.000	1,37	5.920	1,51
Papier/Karton	kg	45.000	15,47	45.000	13,68	45.000	12,36	28.670	7,29
Gelber Sack	l	14.400	4,95	15.600	4,74	16.800	4,61	19.200	4,88
Restmüll	l	173.800	59,75	202.400	61,52	231.000	63,43	290.400	73,84
Biologische Vielfalt									
Gebäudeflächen	m ²	31.000	10,66	31.000	9,42	32.349	8,88	33.089	8,41
Außenfläche	m ²	32.000	11,00	32.000	9,73	31.531	8,66	31.111	7,91
Emissionen									
Emission CO ₂	kg	510.583	175,52	555.932	168,98	477.847	131,20	422.899	107,53
Emission NO _x	kg	425	0,15	459	0,14	398	0,11	377	0,10
Emission SO ₂	kg	7	0,00	7	0,00	7	0,00	31	0,01
Staub	kg	2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00
Gesamtemission	kg	511.072	175,69	556.459	169,14	478.306	131,33	423.383	107,65

1) beinhaltet auch die Verbräuche der vom Studentenwerk genutzten Gebäudeflächen

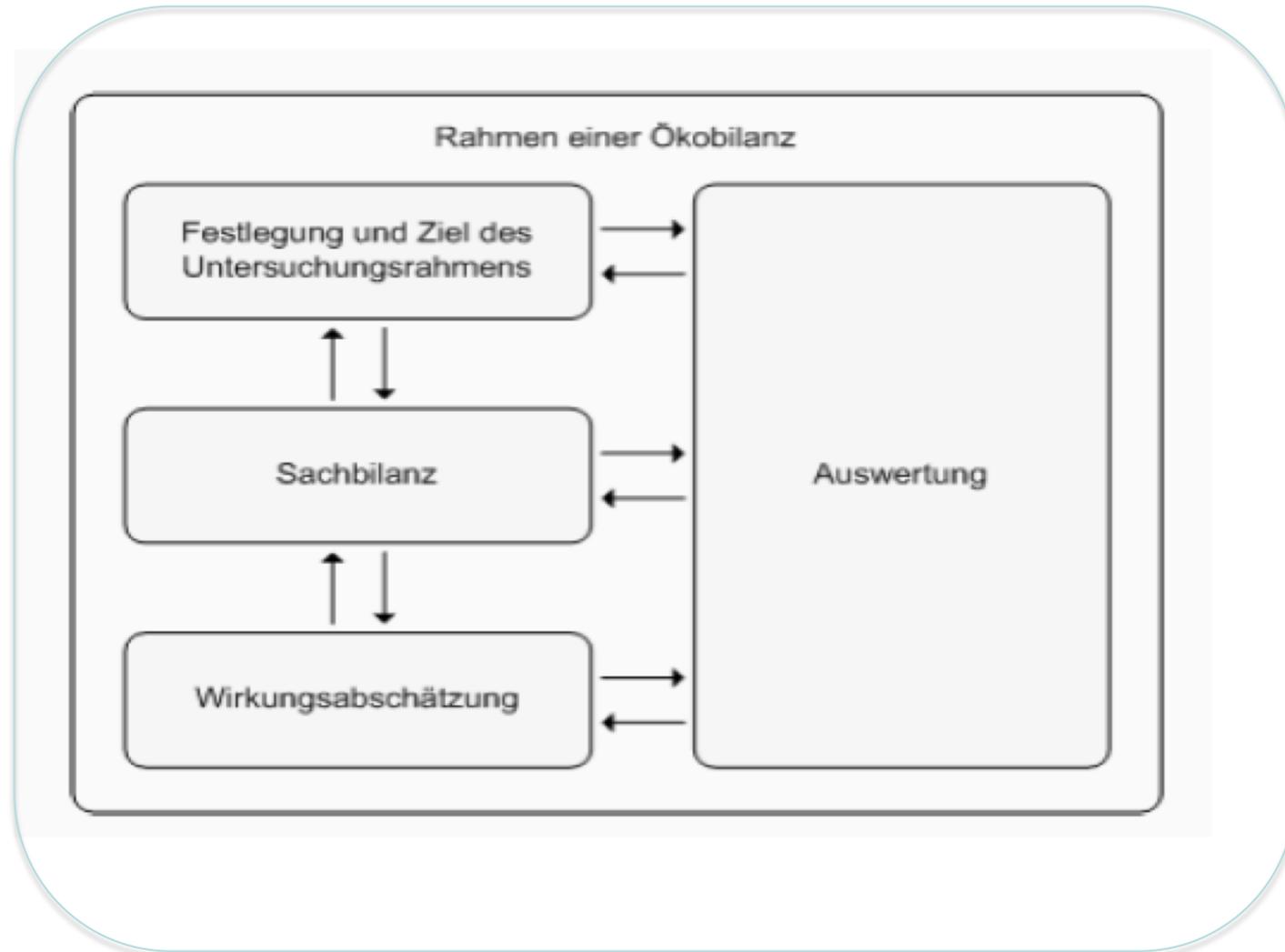
1. Vorhandene Daten aus ISO 14001 - UMS

Kernindikator	Einheit	2002	2002/HA
Energieeffizienz			
Strom	kWh	1.441.650	630,37
Gas	kWh	3.170.388	1.386,26
Diesel	kWh	1.960	0,86
Benzin	kWh	6.230	2,72
Gesamt	kWh	4.620.228	2.020,21
Erneuerbare Energien		0	0
Materialeffizienz			
Papier	kg	12.500	5,47
Druckerpatronen	Stück	210	0,09
Tonerkartuschen	Stück	400	0,17
Wasser			
Wasserverbrauch gesamt	m ³	5.673	2,48
davon Kühlwasser	m ³	n.e.	n.e.
Abwasser		wie Wasserverbrauch	

Abfall			
Holz	kg	4.000	1,75
Blech	kg	5.000	2,19
Papier/Karton	kg	42.000	18,36
Gelber Sack	l	7.200	3,15
Restmüll	l	173.800	75,99
Biologische Vielfalt			
Gebäudeflächen	m ²		
Außenfläche	m ²		
Emissionen			
Emission CO ₂	kg	480.806	210,23
Emission CO	kg	45	0,02
Emission Nox	kg	370	0,16
Emission SO ₂	kg	3	0,00
Staub	kg	1	0,00
Gesamtemission	kg	481.225	210,42

n.e. = nicht erfasst

2. Wo liegt die Systemgrenze?

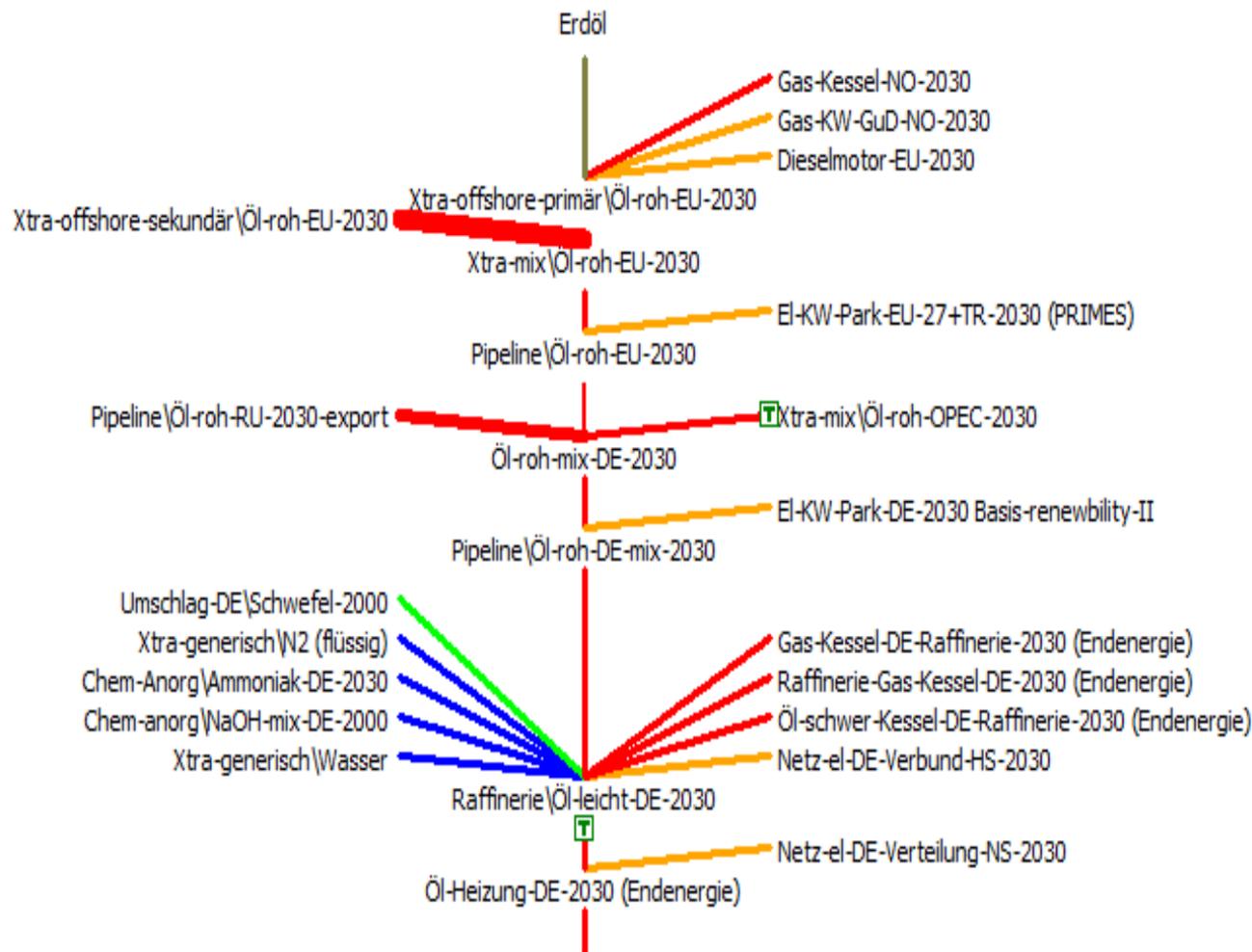


Vorgelagerte
Prozesse

Rohöl-
gewinnung
Umwandlung
Transporte

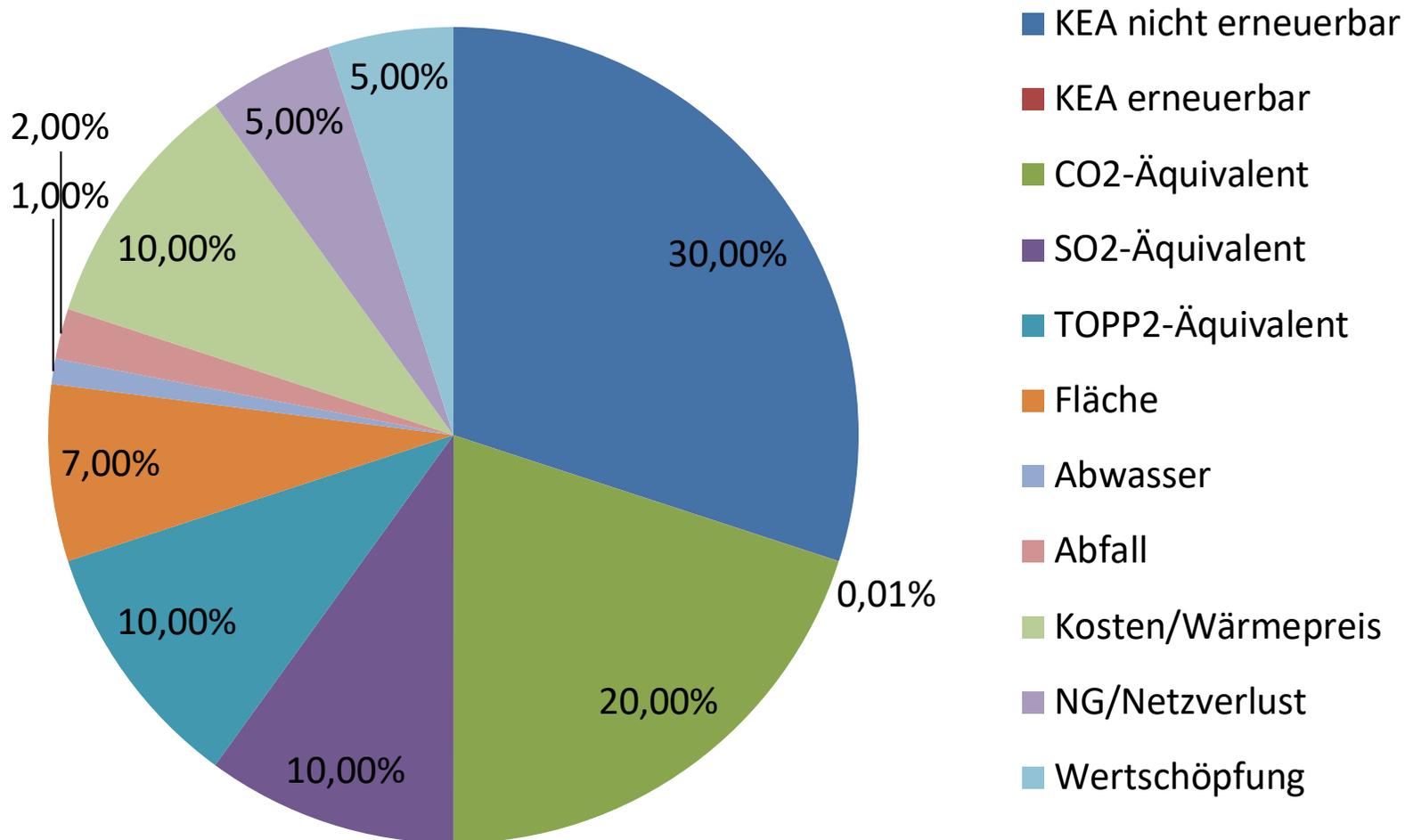
Aufbau einer Ökobilanz (Stefan Majer, 2008, S. 7)

2. Wo liegt die Systemgrenze?



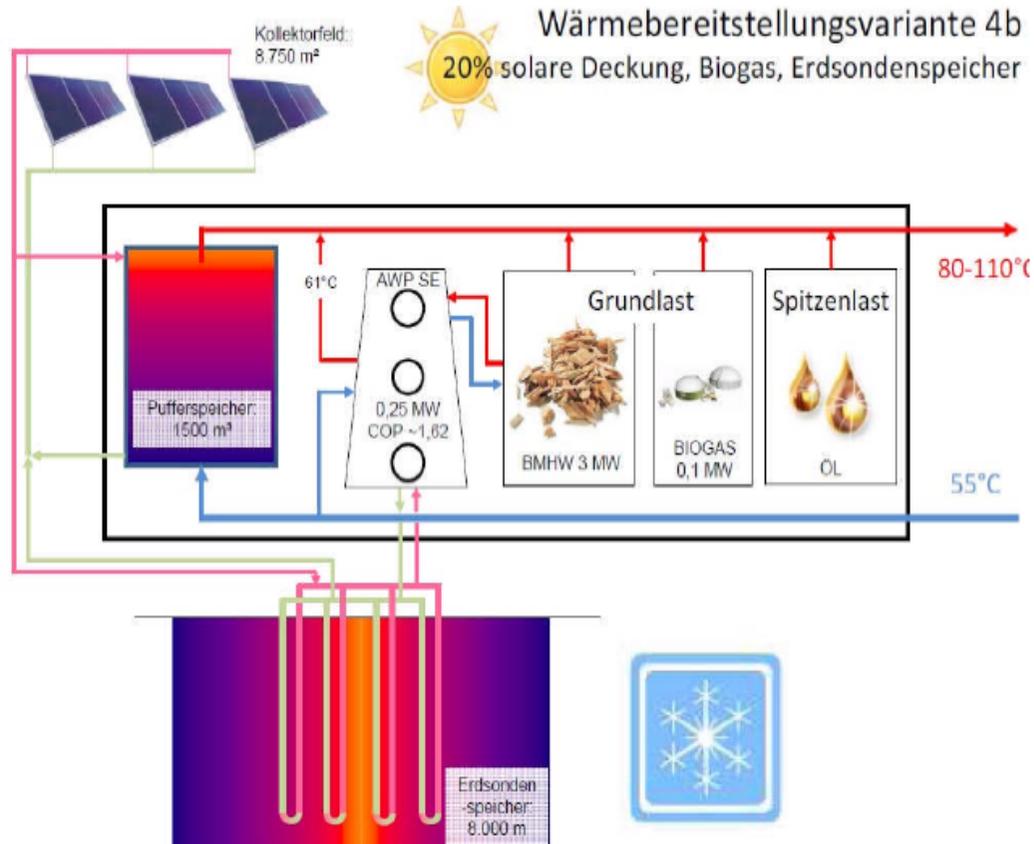
Prozesskette aus GEMIS 4.8, Prozess Öl-Heizung-DE-2030 (Endenergie)

2. Nachhaltigkeitsindikatorensystem und Gewichtung



3. Untersuchte Systemkomponenten - Systemgrenze

TECHNOLOGIEZENTRUM
ENERGIE



Kesselanlagen
Biogas-BHKW
Solarkollektor,
Erdwärmespeicher
Geothermieanlage
sowie das
Wärmenetz.

- Berechnung Gesamtenergieaufwand und Emissionen - Lebenszyklusanalyse mittels Indikatoren
- Berechnung der Prozesse und Szenarien bezogen auf die gesamte erzeugte Nutzwärme (Endenergie), mit Programm GEMIS 4.8.

Bezeichnung	Einheit	Referenz- variante	Varianten großes Nahwärmenetz Speichersdorf Netz 10.828 m						Varianten kleines Nahwärmenetz Speichersdorf 6.027 m		kleines Nah- wärmen. Mittert. 360 m
		V1ÖlGas	V2	V2aBG	V3SolarK20	V4SolarK20	V4aBGSolar20	V6Geoth	V5VG1b	V5VG1bSolar8	Mitterteich
											
Brennstoff- einsatz	MWh/a	12.069	12.449	15.499	9.441	12.566	12.441	800	9.353	8.603	2.449
Wärmebedarf	MWh/a	10.500	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	10.500	7.500	7.500	1.878
Anschluss- leistung	kW _{th}	7.500	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	10.000	4.450	4.450	1.600
Gesamt- investition	€	2.289.000	5.828.723	5.828.723	13.953.427	9.904.723	9.775.723	12.251.747	3.780.600	4.231.500	635.020
Brennstoff- kosten	€/a	1.095.251	586.880	567.267	366.858	470.332	470.332	85.412	330.032	305.199	92.678
spezifischer Wärmepreis	€/MWh	149	125	123	174	147	147	143	105	112	100
regionale Wert- schöpfung	€/MWh	28	73	74	64	68	68	32	67	64	56

Tabelle: Zusammenfassung Wirtschaftlichkeitsvergleich Wärmeversorgungsvarianten inkl. Wärmenetz ohne Hausübergabestationen - eigene Berechnung auf Basis Machbarkeitsstudie Speichersdorf und Mitterteich

4. Ergebnisse kummulierter Energieaufwand (KEA)

TECHNOLOGIEZENTRUM
ENERGIE

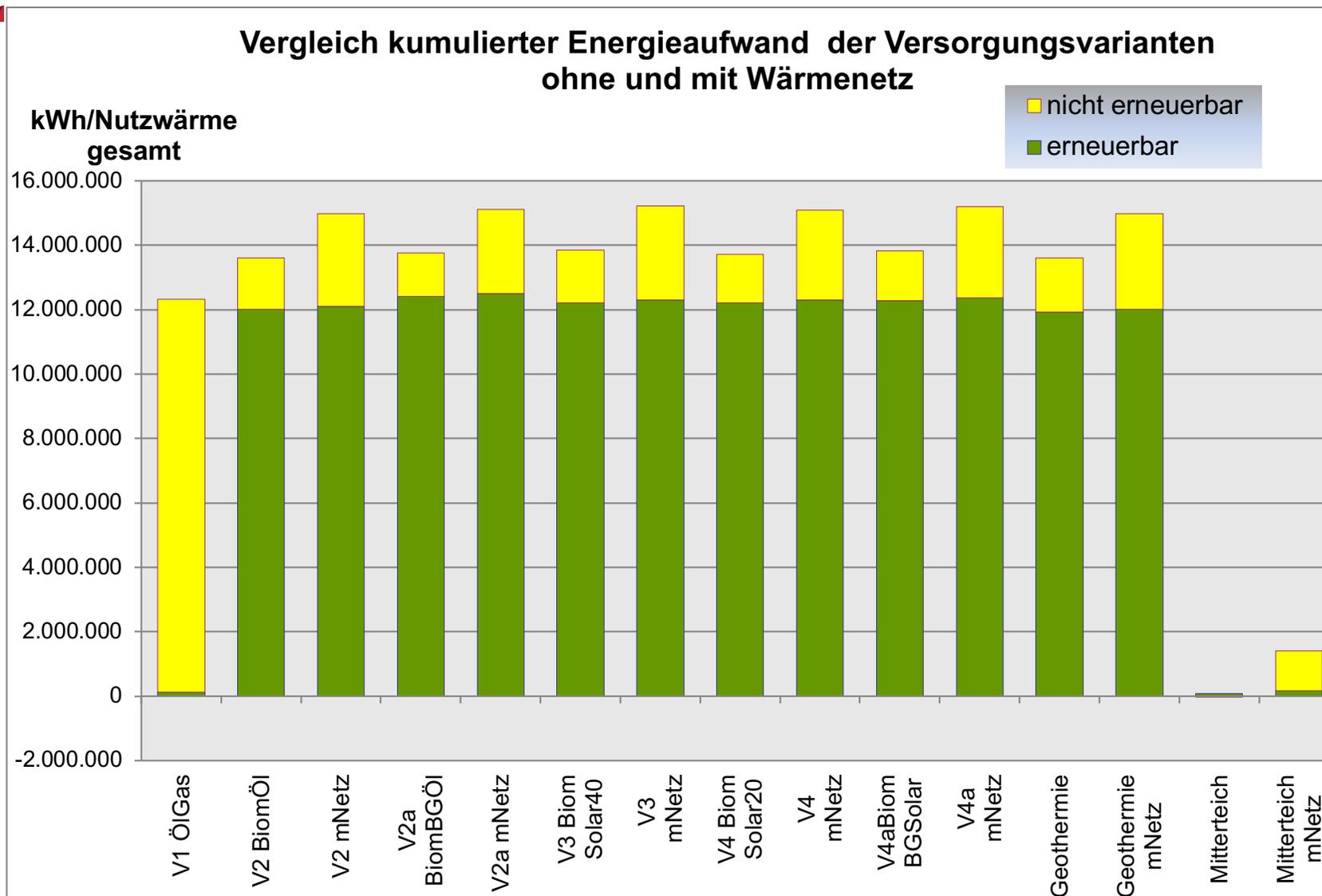


Abb.: Vergleich kumulierter Energieaufwand der Wärmeversorgungsvarianten V1-4, 6 und Mitterteich ohne und mit Wärmenetz - eigene Darstellung auf Basis GEMIS

4. Ergebnisse Abfallaufkommen

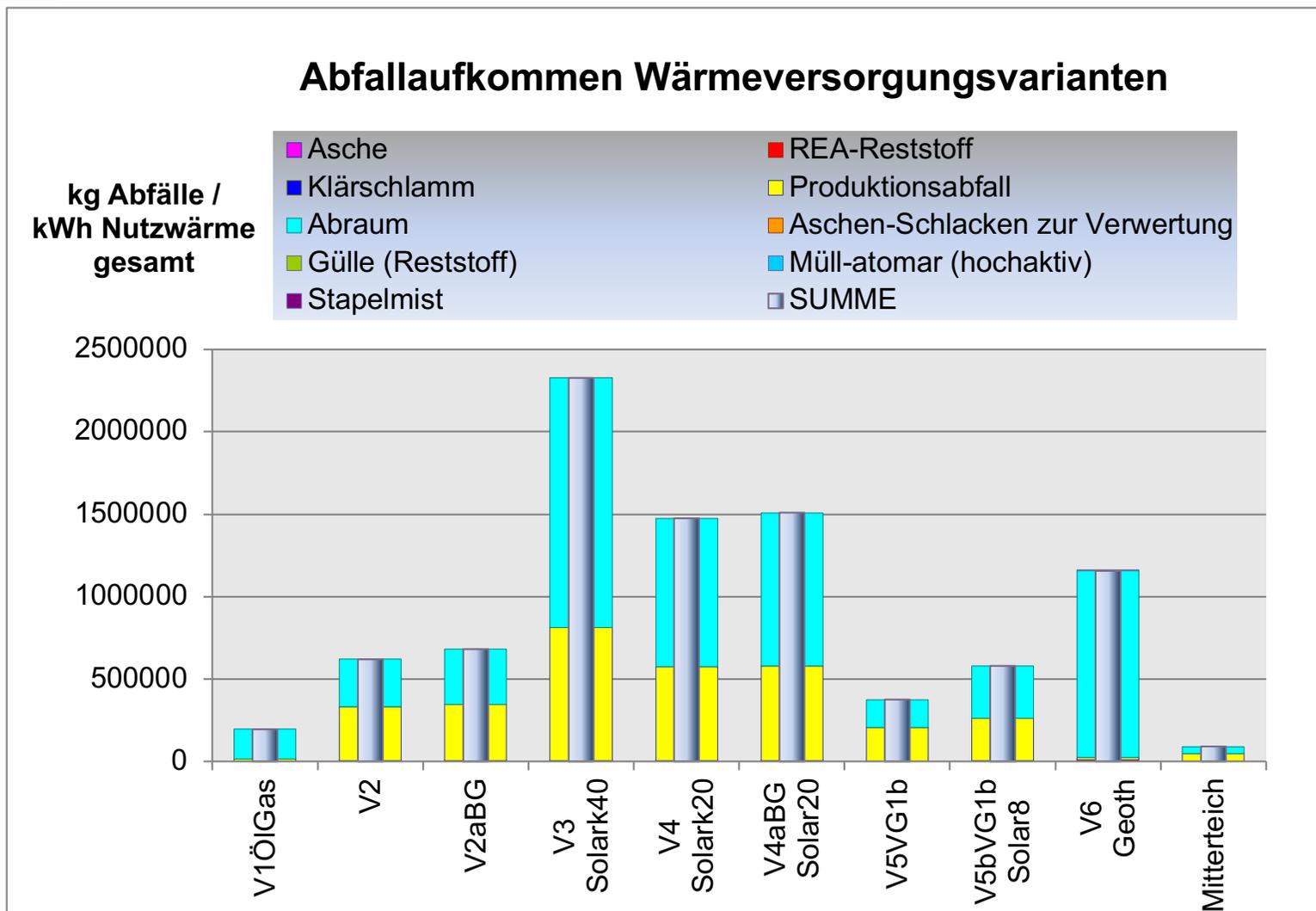


Abbildung : Abfallaufkommen Wärmeversorgungsvarianten eigene Darstellung auf Basis GEMIS

Abwasserbelastung kg/kWh Nutzwärme

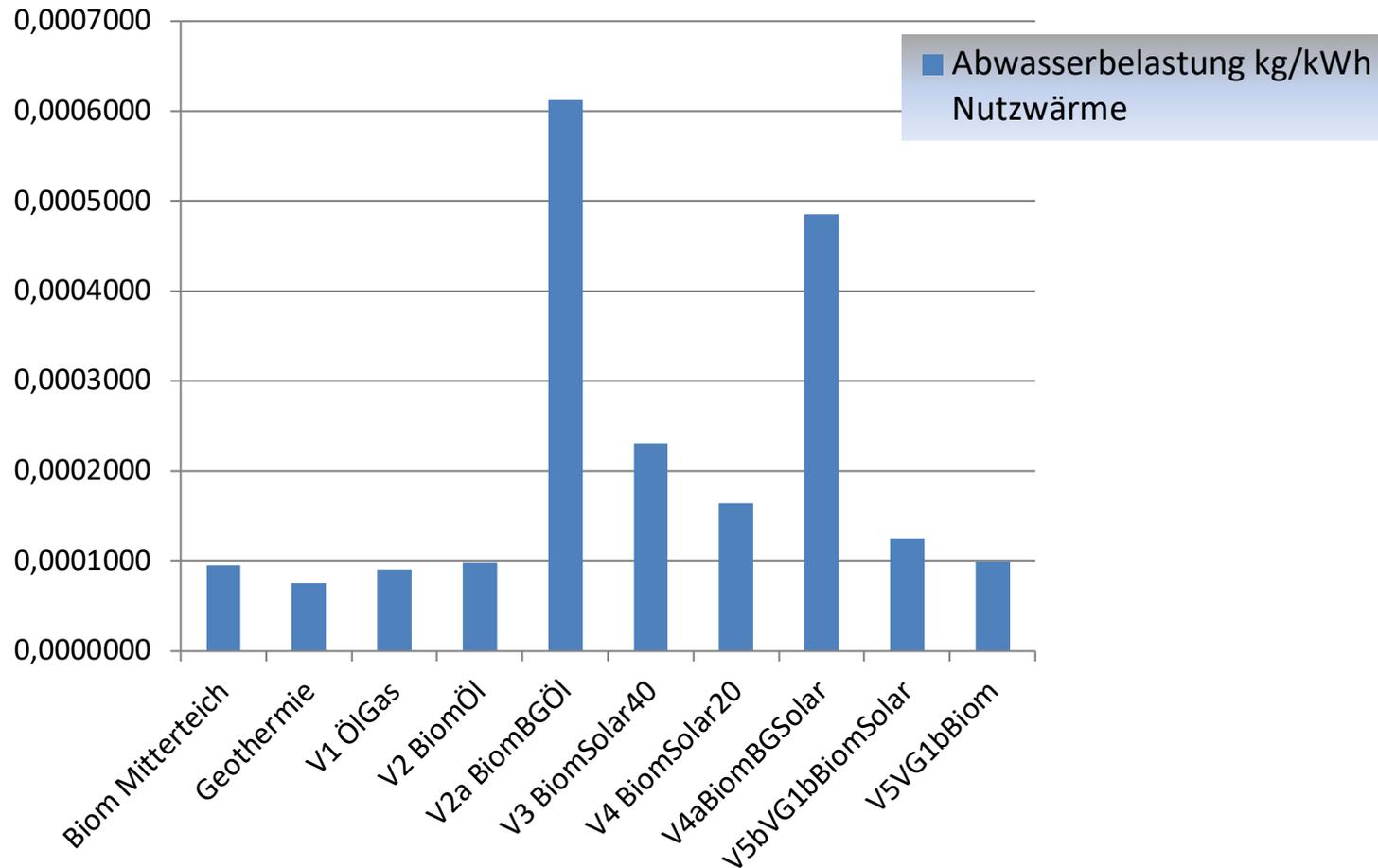


Abbildung : Abwasserbelastung der Wärmeversorgungsvarianten – eigene Berechnung und Darstellung auf Basis GEMIS

4. Ergebnis Vergleich Umweltauswirkungen Wärmever- sorgungsvarianten ohne/mit Wärmenetz und Erdwärmespeicher

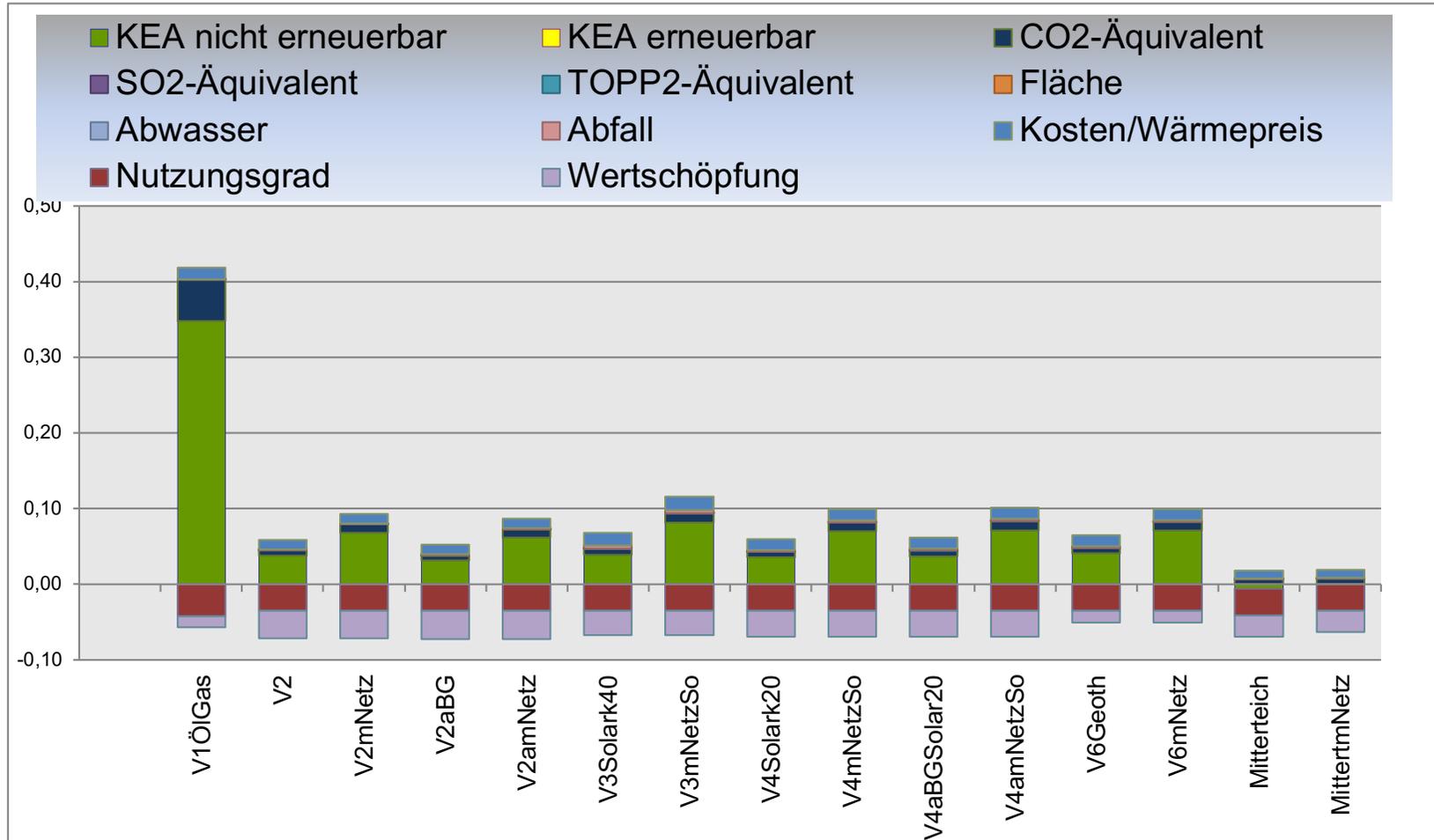
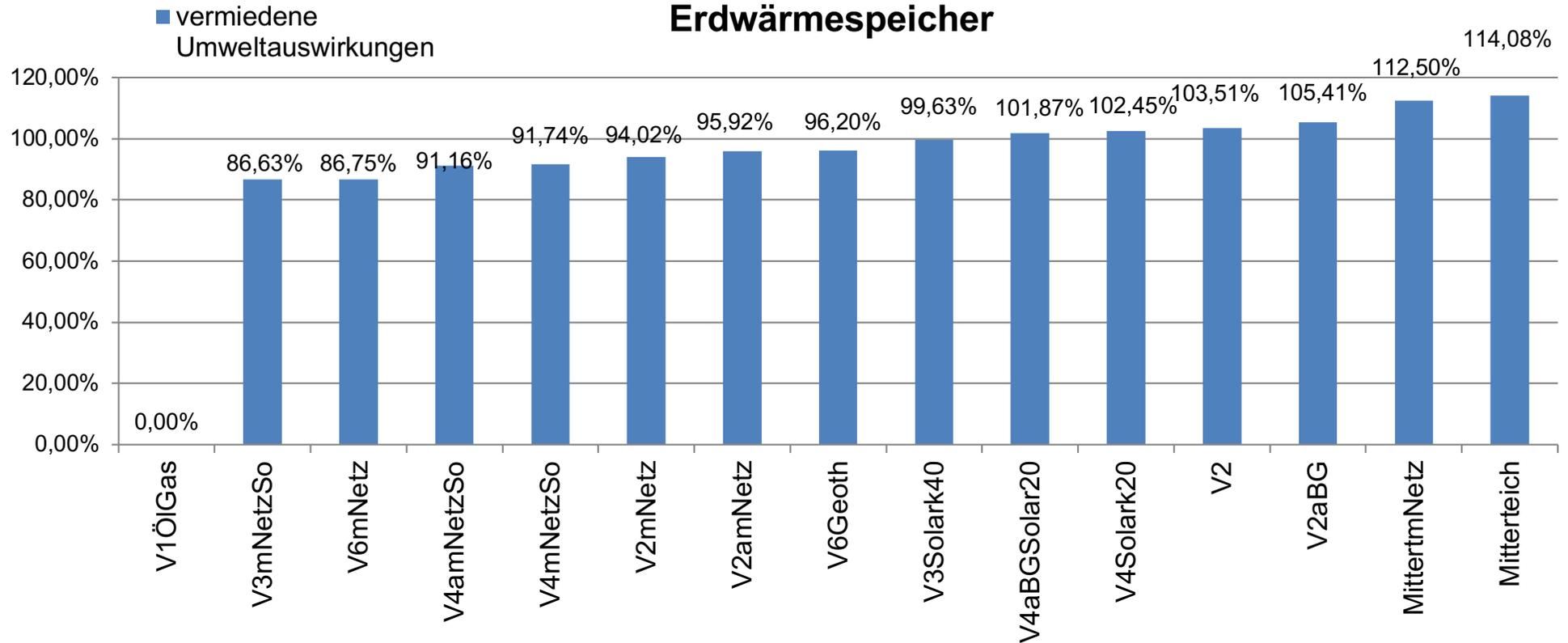


Abbildung: Ergebnis Vergleich Umweltauswirkungen der Wärmerversorgungsvarianten ohne und mit Wärmenetz und Erdwärmespeicher – eigene Darstellung auf Basis GEMIS

Ergebnis Bilanzindikator - vermiedene Umweltauswirkungen Nahwärmeversorgungsvarianten ohne und mit Wärmenetz und Erdwärmespeicher



- Abbildung: Darstellung Gesamtergebnis mit Bilanzindikator vermiedene Umweltauswirkungen - eigene Entwicklung und Darstellung auf Basis GEMIS

5. Nachhaltigkeitsindex als Kompass Für Ressourceneffizienz

1. | Ab 02. August ist die eine Welt nicht mehr genug

Welterschöpfungstag, auch Earth Overshoot Day genannt, am 02. August erreicht – sechs Tage früher als 2016: Wenn wir so weitermachen, bräuchten wir ab 2030 zwei Planeten, um den Bedarf an Nahrung und erneuerbaren Rohstoffen zu decken.

Seit 02. August lebt die Menschheit auf Pump von Mutter Erde. Das bedeutet, dass die Menschheit im Zeitraum zwischen 01. Januar und 02. August so viel von den natürlichen Ressourcen erschöpft hat, wie der Planet im gesamten Jahr generieren kann. Die Menschheit fällt mehr Bäume, als diese nachwachsen können, produziert mehr CO₂, als die Ozeane und Wälder absorbieren können, und fischt mehr in den Weltmeeren, als sich Fischbestände erholen können. Berechnet wird dieser Tag von der Forschungsorganisation „Global Footprint Network“, um auf den destruktiven Umgang der Erdbevölkerung mit den Ressourcen der Erde aufmerksam zu machen.

Für Deutschland alleine wäre der Tag übrigens bereits am 24. April, womit Deutschland an Platz 5 unter den berechneten Ländern erreicht.

Wie viele Erden bräuchten wir, wenn alle Leute der Welt so leben würden wie die Bewohner von...



Deutschland im weltweiten Vergleich
© geo.de

Quelle: footprint network.org; ENERGIE-BLOG« #9 (August 2017)

Hehenberger-Risse, D. (2013): Nachhaltigkeitsanalyse – Entwicklung verschiedener Nachhaltigkeitsindikatoren zur umwelttechnischen Analyse und Bewertung von Nahwärmeversorgungsnetzen auf Basis regenerativer Energien im Vergleich zu fossilen Energieträgern: URL: <http://opus.uni-lueneburg.de/opus/volltexte/2013/14275/> 27.11.2013 - URN: urn:nbn:de:gbv:lue4-opus-142755.

KEWOG Energie und Dienste GmbH, D. H.-R. (2010). Machbarkeitsstudie / Realisierungskonzept für Biomasse-Nahwärmeversorgung im Betreibermodell für die Stadt Mitterteich - Mehrzweckhalle, Hauptschule mit Hallenbad und Grundschule, Förderschule Lebenshilfe. Tirschenreuth

KEWOG Städtebau GmbH - Geschäftsbereich ZREU. (Juli 2010). Präsentation Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen Nahwärmeversorgung Speichersdorf. Speichersdorf

Sperber, E.; Nast, M. (2014). Nahwärmenetze als zentrale Komponente für die künftige Energieversorgung. Bayern Innovativ Kooperationsforum Zentrale Wärmeversorgung in Kommunen. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Ingolstadt

ZAE Bayern/ZREU, ZAE Bayern und KEWOG Städtebau GmbH - Geschäftsbereich ZREU. (2010). *Machbarkeitsstudie Solare Nahwärme Speichersdorf*. Garching, Regensburg.



TECHNOLOGIEZENTRUM ENERGIE

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Technologiezentrum Energie
Wiesenweg 1 · D-94099 Ruhstorf

Tel.: +49 8531 914044-0
Fax: +49 8531 914044-90
diana.hehenberger-risse@haw-landshut.de
www.technologiezentrum-energie.de

