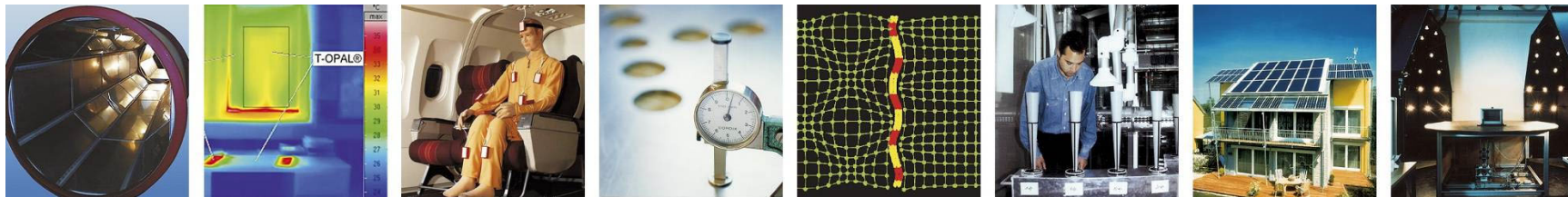

Fraunhofer IBP

Dr. Harald Will, Abteilungsleiter Energieeffizienz und Raumklima (EER)

Erzeugung und Nutzung von Direktstrom in Schulen –
Vor- und Nachteile unterschiedlicher Betreibermodelle –
Chancen durch die Sektorkopplung

Auf Wissen bauen



Fraunhofer IBP

Abteilung Energieeffizienz und Raumklima



© Fraunhofer IBP

Leitung	Dr. Harald Will und Prof. Dr. Gunnar Grün
Bereiche	<ul style="list-style-type: none">■ Gebäude – Quartier – Stadt■ Evaluierung und Demonstration■ Lichttechnik und passive Solarsysteme■ Flugzeug-Klimatisierung■ Planungswerkzeuge■ Thermische Behaglichkeit, Modelle & Simulation
Initiativen	Versch. Fraunhofer-Allianzen, Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Planen und Bauen, Lighting & Mass Personalization, Gütegemeinschaft 18599
Einrichtungen	u.a. Zwillingshäuser, Flight Test Facility, Photogoniometer, Tageslichtwand, künstlicher Himmel, HiPIE-Labor u. Augmented Reality Experience Lab, Virtuelles Fenster, IATC, MEGA, VERU
Standorte	Holzkirchen, Stuttgart & Fh Zentrum Benediktbeuren

6 Arbeitsgruppen der Abteilung Energieeffizienz und Raumklima



Gebäude - Quartier -
Stadt



Lichttechnik & passive
Solarsysteme



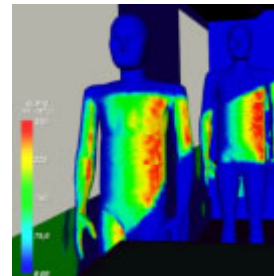
Evaluation &
Demonstration



Flugzeug-Klimatisierung



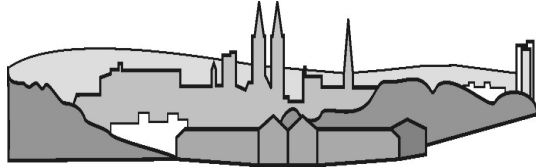
Planungswerkzeuge
(Augmented Reality Experience
Lab / 18599 Kernel)



Thermische
Behaglichkeit, Modelle &
Simulation
(Gebäude - Fahrzeuge)

Technologieansätze je nach urbaner Zonierung

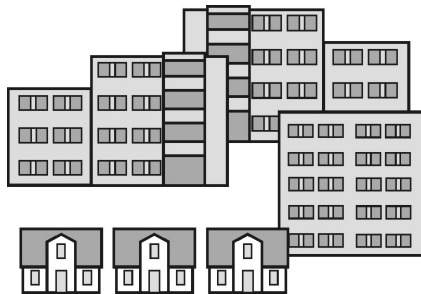
Städte



z.B. Gebiets- / Quartierübergreifendes Energie-Management

- Ab- und Ausgleich von urbanen & ländlichen Energie-Erzeugungsstrukturen und den jeweiligen Energie-Bedarfen
- Regionale Lastverteilung (Load Shaving)
- Optimierung der räumlichen Verteilung der erneuerbaren Erzeuger-Struktur

Quartiere



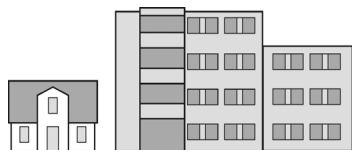
z.B. Sektorkopplung zur Reduktion der Endenergie-Verbräuche

- Optimiertes Last-Management mit erneuerbaren Energiequellen und dezentralen Speichersystemen über Nahwärmenetze und Direktnutzung
- Nachfragesteuerung für Heizung und dezentrale Heißwasser-Aufbereitung

z.B. Niedrigtemperatur-Heizen und -Kühlen im Quartier

- Optimierte Temperaturlevels im Rücklauf
- Quartiers-Heizung mit optimiertem Betrieb & Pufferspeichern
- Einsatz latenter Wärme & erneuerbarer Energien als „Komfort-Kühlung“

Gebäude



z.B. Strom-Heiz-Systeme

- Einsatzoptimierung durch integrierte PV- u. Wärmepumpen-Systeme
- Optimierung/Reduktion von dezentralen Stromverbräuchen
- Vermeidung von Rebound-Effekten

Begriffsdefinitionen Energiewirtschaft

Netzstrom, Direktstrom, Mieterstrom ...

Zentrale Energie-Erzeugung: fossil, atomar, erneuerbar (Wind/PV Freifläche,...)

- Netzstrom: Lieferung von Strom an Letztverbraucher
- Letztverbraucher
- Lieferant
- Netzbetreiber (Verteilnetz / Übertragungsnetz)
- Messstellenbetreiber (meist Grundversorger)

Dezentrale Energie-Erzeugung: PV, BHKW, Brennstoffzelle ...

- Eigenverbrauch / Eigenversorgung
- Kundenanlage - Verteilnetz (VNB)
- Mieterstrom / Direktstrom
- Messstellenbetreiber (oft wettbewerblich)

Historische, d.h. in d. Vergangenheit rentable und aktuell gerade noch rentable PV Geschäftsmodelle

1. EEG Einspeisevergütung (Volleinspeisung)

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2017)

Vergütungssätze in Cent/kWh - Feste Einspeisevergütung:				
Inbetriebnahme	Wohngebäude, Lärmschutzwände und Gebäude nach § 48 Absatz 3 EEG			Sonstige Anlagen bis 100 kWp
	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp	
ab 01.01.2019	11,47	11,15	9,96	7,93
ab 01.02.2019	11,35	11,03	9,47	7,84
ab 01.03.2019	11,23	10,92	8,99	7,76
ab 01.04.2019	11,11	10,81	8,50	7,68
ab 01.05.2019	10,95	10,65	8,38	7,57
ab 01.06.2019	10,79	10,50	8,25	7,45
ab 01.07.2019	10,64	10,34	8,13	7,34
ab 01.08.2019	10,48	10,19	8,01	7,24
ab 01.09.2019	10,33	10,04	7,89	7,13
ab 01.10.2019	10,18	9,90	7,78	7,02

- Bsp. für Vergütung f. 40 kWp Anlage = $(10 \cdot 10,18 + 30 \cdot 9,9) / 40 = 9,97 \text{ ct./kWh}$
- Bei spez. Lstg. von 1.000 kWh /kWp = 40.000 kWh/a = 4.000 € / a Einnahmen für 20 a.
- Statische Investkosten
Invest 1.000 € /kWp = 40 T€ Kosten; je nachdem wie hoch die lfd. Kst./a für die Finanzierung, Wartung, Versicherung etc. sowie die Dach- oder Flächen-Pacht ist, dauert es zwischen 11 u. 14 a / bis sich die PV-Anl. amortisiert ist.

Historische, d.h. in der Vergangenheit rentable und aktuell **teilweise** rentable Geschäftsmodelle

2. Teilweise Eigenverbrauch tlw. Überschusseinspeisung vergütet n. EEG

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2017)

Vergütungssätze in Cent/kWh - Feste Einspeisevergütung:				
Inbetriebnahme	Wohngebäude, Lärmschutzwände und Gebäude nach § 48 Absatz 3 EEG			Sonstige Anlagen bis 100 kWp
	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp	
ab 01.01.2019	11,47	11,15	9,96	7,93
ab 01.02.2019	11,35	11,03	9,47	7,84
ab 01.03.2019	11,23	10,92	8,99	7,76
ab 01.04.2019	11,11	10,81	8,50	7,68
ab 01.05.2019	10,95	10,65	8,38	7,57
ab 01.06.2019	10,79	10,50	8,25	7,45
ab 01.07.2019	10,64	10,34	8,13	7,34
ab 01.08.2019	10,48	10,19	8,01	7,24
ab 01.09.2019	10,33	10,04	7,89	7,13
ab 01.10.2019	10,18	9,90	7,78	7,02

- Einspeise Anteil rechnet sich wie bei 1. für eingespeisten Strom
- Eigenversorgung §61 EEG privilegiert (Personenidentität v. Betreiber PV/Letztverbraucher Strom
 - a. für Anlagen < 10 kWp EEG Umlage befreit
 - b. Für Anlagen > 10 -750 kWp 40 % der EEG Umlage (ab 100 kWp Direktvermarktungspflicht

Referenz: Plusenergie-Quartier Living Lab Wuppertal (Reallabor)



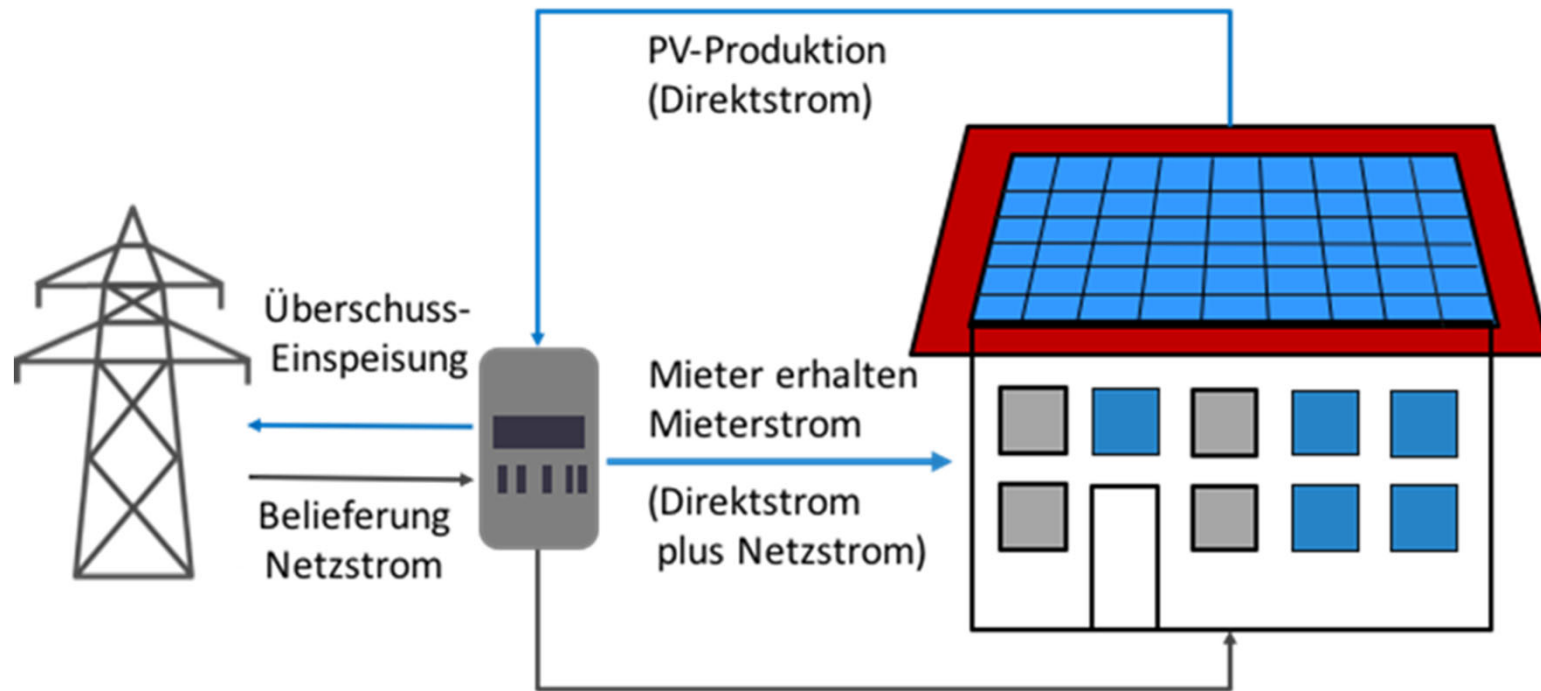
Warum gibt es hier auf keinem Dach PV?

Anwendungsbeispiel in Karlsruhe

- Stadtquartier Rintheim errichtet in den 1950er & 60er Jahren
- 32 Mehrfamilienhäuser
- Energetische Sanierung in verschiedenen Effizienzstufen (Niedrigenergie und Passivhaus-Standard)
- Lokales Fernwärmenetz mit Quartiers-Wärmeerzeugung

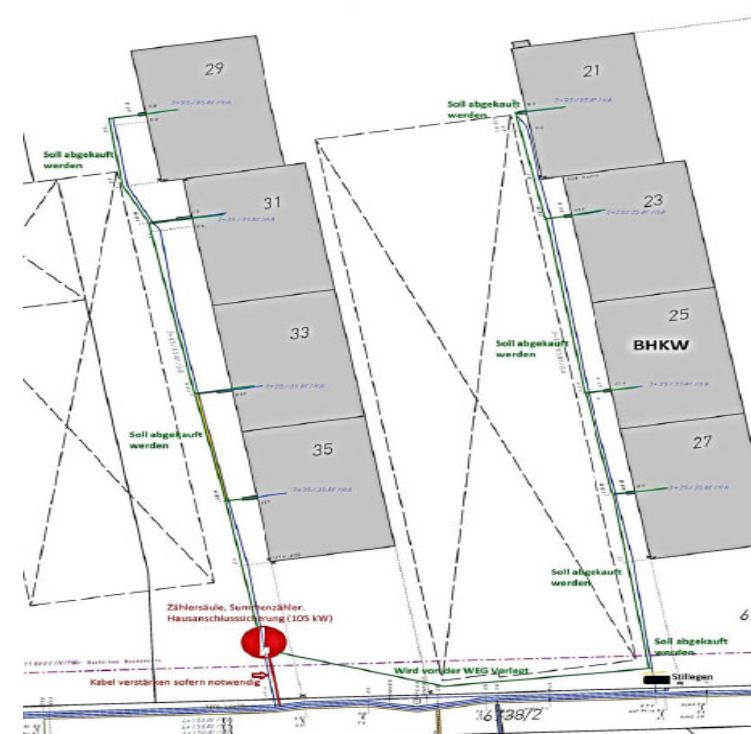


Mieterstrom schematisch



Mieterstrom-Kundenanlage

- Zur Einrichtung der Kundenanlage meist harte Verhandlung mit dem Netzbetreiber (VNB) über NetZRückkauf statt Netz neu verlegen. Druckmittel VNB, er kann anschließen wann er will.



Aktuell **unrentables** PV Geschäftsmodell trotz gesetzl. Förderung mit „Mieterstrom-Zuschlag“

3. Mieterstrom = tlw. Einspeisung tlw. Direktverbrauch tlw. Netzbezug

- **Netzeinspeisung:** Anteil rechnet sich wie bei 1. für eingespeisten Strom 9,97 ct für 40 kWp Anlage -> ca. 1 Ct. Marge für eingespeisten Strom
- **Direktstrom:** Erzeugungskosten = PV Stromgestehung ca. 6-10 ct
plus 100 % EEG Umlage 6.7 ct = 13 – 17 ct Kst.
-> **Marge 6-10 Ct. Marge möglich**, da keine Netzentgelte, Abgaben, komm. Umlagen fällig sind
- **Netzstrom:** Belieferung von Letztverbrauchern mit Netzstrom wie bei jedem anderen x-beliebigen Stromprodukt -> 1-2 ct Marge bei 25 ct netto VK / kWh * 3000 kWh /Kunde
Marge/Kd. = 30 -60 € /a
- **Mieterstrom-Zuschlag:** im Bsp. 40 kWp (IBN 1.10.2019)
Förderung für direktverbrauchten Strom 9,97 ct - 8,5 ct = **1,47 ct/kWh** für 30-45 % des Erzeugten Stroms. -> Das entspricht einer Förderung von 1ct * 40.000 kWh = 400 € / a
- **Erhebliche Zusatzkosten:** u.a. für Wandlerschrank / Summenzähler / Gateway / ISDN...
- **Zusatzaufwände:** Vertriebsaufwand / Planung / Beratung ...

=> Aufwändig & teuer und geringe Gewinnchancen = **Bislang kein Erfolg !**

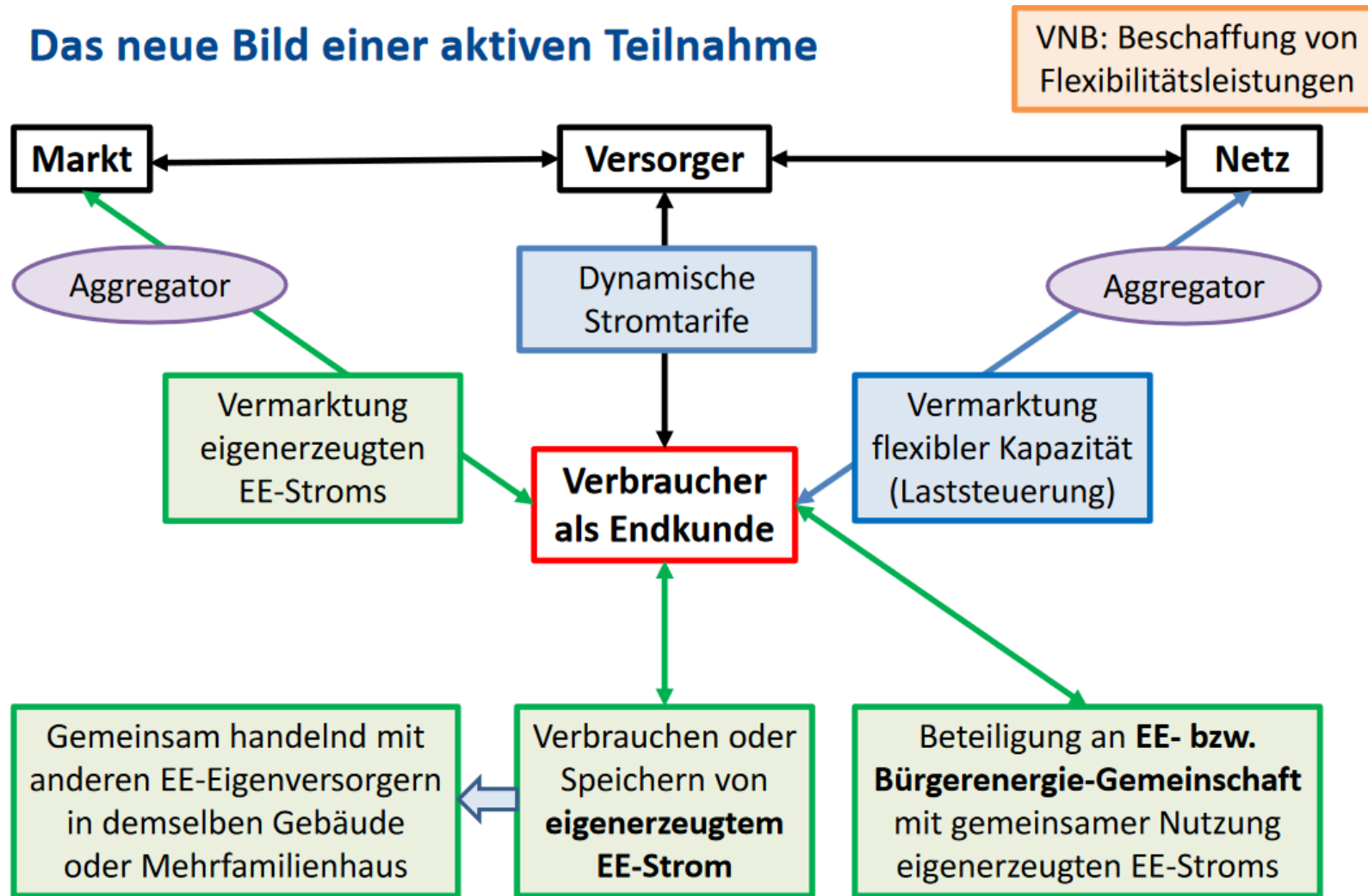
Entwicklung der deutsche Gesetzgebung?

Hemmnisverzeichnis		
<p>Rechtliche Rahmenbedingungen</p> <p>(1) Entfallen der Vergütung ab 52 GW PV-Leistung</p> <p>(2) EEG-Vergütung zu gering</p> <p>(3) Komplexität Strommarkt</p> <p>(4) Unsicherheit der Definition einer „Kundenanlage“</p> <p>(5) Rechtliche Risiken</p> <p>(6) Steuerliche Behandlung</p> <p>(7) Verpflichtende Direktvermarktung ab 100 kW</p> <p>(8) Verpflichtende Ausschreibung ab 750 kW</p> <p>(9) Höchstgrenze bei Ausschreibungen von 10 MW</p> <p>(10) Ausschreibungsmenge zu gering</p> <p>(12) Ausnahmen Mieterstromzuschlag</p> <p>(13) Keine Nebenkostenabrechnung von PV-Strom</p> <p>(14) Vertragspraxis für Mieterstromzuschlag</p> <p>(15) Smart Meter für kleine PV-Anlagen</p> <p>(16) Summenzähler bei Mieterstrom</p> <p>(17) Jährliches Zubauziel von 2,5 GW</p> <p>(18) Anteilige EEG-Umlage auf Eigenverbrauch</p> <p>(19) Volle EEG-Umlage (Direktlieferung)</p> <p>(21) Gewerbesteuerinfizierung</p>	<p>(22) Baugenehmigung für PV-Anlagen auf Hochhäusern</p> <p>(23) Anlagenzusammenfassung im Mieterstrom</p> <p>(24) Gebäudestandards</p> <p>(25) Energie statt Wärme</p> <p>(26) Mehrkosten durch unterschiedliche Netzbetreiber</p> <p>(27) Abstimmung in Wohnungseigentümergeinschaft</p> <p>(28) Geringe Bereitschaft für Stromanbieterwechsel</p> <p>(29) Prüfung von öffentl. Neubauvorhaben durch Senatsverwaltung für Stadt und Wohnen</p> <p>Technische Rahmenbedingungen</p> <p>(30) Dachstatik</p> <p>(31) Verschattung</p> <p>(32) Baubestand im Einfamilienhaus</p> <p>(33) Netzüberlastung und Fernsteuerung</p> <p>(34) Technische Anschlussbedingungen</p> <p>(35) Netzverträglichkeitsprüfung</p> <p>Sozio-Ökonomische Rahmenbedingungen</p> <p>(36) Fehlende Internalisierung fossiler Umweltschäden</p> <p>(37) Eigenversorgung als Anreiz</p> <p>(38) Ungeeignete Optimierungsgrößen</p>	<p>(39) Nutzungskonkurrenz und Gründach</p> <p>(40) Fehlende Skalierungseffekte und Streubesitz</p> <p>(41) Dachpacht zu gering</p> <p>(42) Häufige negative Änderungen des Rechtsrahmens</p> <p>(43) Bauleitplanung ohne Vorgaben zu PV</p> <p>(44) Investitionskonkurrenz</p> <p>(45) Zusatzkosten werden auf PV umgelegt</p> <p>(46) Altersstruktur der Eigentümer_innen</p> <p>(47) Denkmalschutz</p> <p>(48) Mieter-Vermieter-Dilemma</p> <p>(49) Geringe Risikobereitschaft für Investitionen</p> <p>(50) Informationsdefizite</p> <p>(51) Personalmangel in der öffentlichen Verwaltung</p> <p>(52) Fachkräftemangel</p> <p>(53) Fehlende Akzeptanz bei Architekt_innen</p> <p>(54) Hier könnte ihr Hemmnis stehen</p>
4	Übersichtsgrafik • Hemmnisverzeichnis • Literaturverzeichnis	htw.

Ausblick: Rentable Geschäftsmodelle in der Zukunft?

Hoffnung auf EU Gesetzgebung

Das neue Bild einer aktiven Teilnahme



Quelle: Stiftung Umweltenergierecht

Verpflichtung der Mitgliedstaaten in der EE Richtlinie „Neuer Regulierungsrahmen“

EE-Eigenversorger: Strenger Grundsatz, weite Ausnahmen



Grundsatz (Art. 21 Ab. 2 a) ii) EE-RL)

Eigenerzeugter EE-Strom, der an Ort und Stelle verbleibt, darf weder diskriminierenden oder unverhältnismäßigen Verfahren noch **jedlichen Abgaben, Umlagen oder Gebühren** unterworfen werden.



Ausnahmen (Art. 21 Abs. 3 EE-RL)

Mitgliedstaaten **können** EE-Eigenversorgern Umlagen, Abgaben und Gebühren auferlegen, wenn:

1. der vom Eigenversorger erzeugte Strom **auf effektive Weise durch eine Förderregelung unterstützt** wird und die Belastung nicht die **Wirtschaftlichkeit** des Projekts und den **Anreizeffekt** der Förderung **untergräbt** oder
2. ab 12/2026 der Anteil von EE-Eigenversorgungsanlagen 8% der gesamten in einem MS installierten Stromerzeugungskapazität übersteigt und KNA durch nationale Regulierungsbehörde oder
3. der Strom in einer **Anlage > 30 kW** erzeugt wird.

Quelle: Stiftung Umweltenergierecht

Gemeinsame Nutzung eigenerzeugter Energie

	Genutzte Energie	Beteiligte (Erzeuger und Verbraucher)	Anwendungsbereich
EE-Eigenversorger	Erneuerbare Elektrizität	Identisch	An Ort und Stelle (oder an einem anderen Ort)
Gemeinsam handelnde EE-Eigenversorger		Unterschiedlich	Im selben Gebäude
EE-Gemeinschaft	Erneuerbare Energie		
Aktiver Kunde	Elektrizität, einschließlich aus erneuerbaren Quellen	Identisch	An Ort und Stelle (oder an einem anderen Ort)
Gruppe von aktiven Kunden		Unterschiedlich	N/A
Bürgerenergiegemeinschaft			Keine geografische Einschränkung, aber nur an Mitglieder

Quelle: Stiftung Umweltenergierecht

Kontakt

Harald Will

Dr. rer. nat., Dipl.-Chem. (Univ.), Dipl.-Ing. (FH)

Abteilungsleiter

Abteilung Energieeffizienz und Raumklima

Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Standort Holzkirchen: Fraunhoferstr. 10 | 83626 Valley |

Telefon: +49 8024 643-620 | Telefax: +49 8024 643-366

harald.will@ibp.fraunhofer.de

<http://www.ibp.fraunhofer.de>

Fraunhofer IBP

Auf Wissen bauen

AKUSTIK	ENERGIEEFFIZIENZ UND RAUMKLIMA	GANZHEITLICHE BILANZIERUNG	HYGROTHERMIK	MINERALISCHE WERKSTOFFE UND BAUSTOFFRECYCLING	UMWELT, HYGIENE UND SENSORIK
 <p>© Fraunhofer IBP</p>	 <p>© Fraunhofer IBP</p>	 <p>© Shutterstock</p>	 <p>© iStock</p>	 <p>© Shutterstock</p>	 <p>© Fraunhofer IBP</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bauakustik ■ Raumakustik ■ Technischer Schallschutz und Fahrzeugakustik ■ Psychoakustik und kognitive Ergonomie ■ User Research ■ Musikalische und Photoakustik 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gebäude – Quartier – Stadt ■ Evaluierung und Demonstration ■ Lichttechnik und passive Solarsysteme ■ Flugzeug-Klimatisierung ■ Planungs-Werkzeuge ■ Themische Behaglichkeit, Modelle & Simulation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energie und Mobilität ■ Werkstoffe und Produktsysteme ■ Nachhaltiges Bauen ■ Nachhaltige Luftfahrt ■ Nachhaltigkeit im Zeitalter der Digitalisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wärme- und Feuchteschutz-Analyse ■ Material- und Systemprüfung ■ Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit und Resilienz im Freiland und in Klimasimulatoren ■ Rechnerische Simulation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baustoff-Technologie ■ Mineralische Rohstoffe und Rezyklate ■ Prüfung und Analyse ■ Aufbereitung und Verwertung ■ Konservierungswissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analytik und angewandte Sensorik ■ Emissionen ■ Material und Schadens-fälle im Bauprozess ■ Ökologische Chemie und Mikrobiologie ■ Verbrennungs- & Umweltschutz-Technik ■ Automotive

Fraunhofer IBP

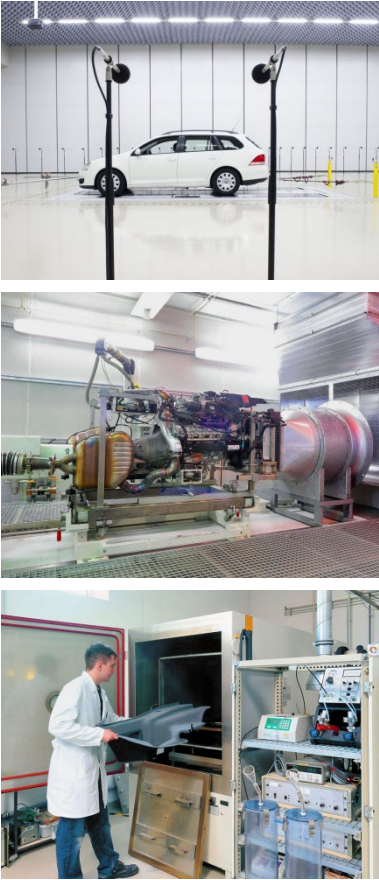
Gebäude / Räume



Aviation



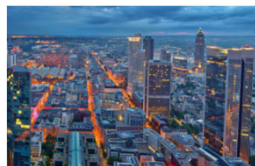
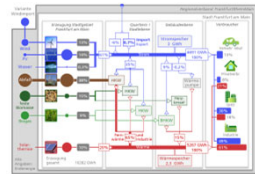
Automotive



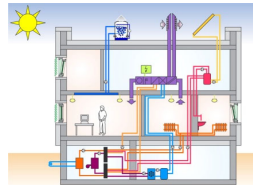
Digitale und reale Forschungslandkarte am IBP

Betrachtungsebenen

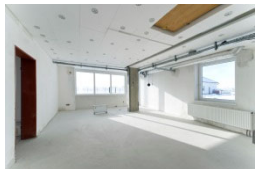
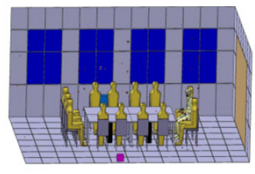
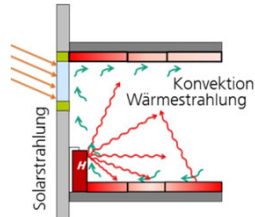
Quartiere



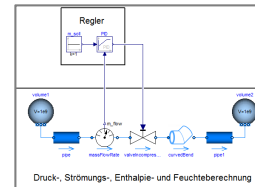
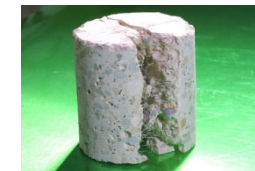
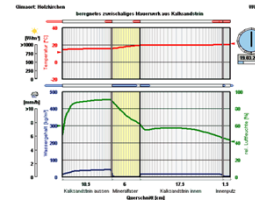
Gebäude



Räume



Komponenten



Mensch

