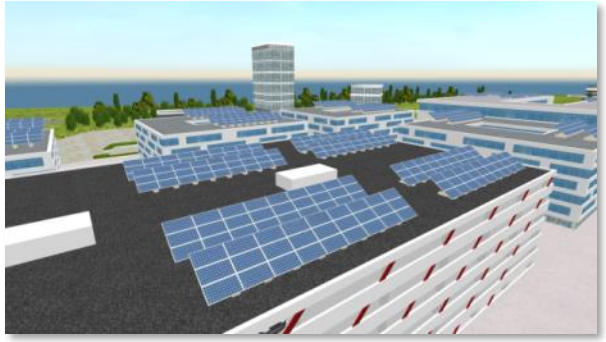
VR-BASIERTES WERKZEUG ZUR ENERGETISCHEN PLANUNG UND OPTIMIERUNG INDUSTRIELLER GROßPROJEKTE

Industriearbeitskreis »Smart Industry Park, Smart Asset – Lösungsansätze und Technologien



Nicole Mencke, André Winge

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

GLIEDERUNG

1. **Motivation**
2. **Grundlagen**
3. **Planung energieeffizienter Standorte**
   - Virtuelle Abbildung des Standortes
   - Systemmodellierung
   - Versorgungsplanung
4. **Zusammenfassung**
5. **Ausblick**

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Planung energieeffizienter Standorte
1. Motivation

- **Flächendeckende Verfügbarkeit und Versorgung der Bevölkerung und Wirtschaft mit Energie**

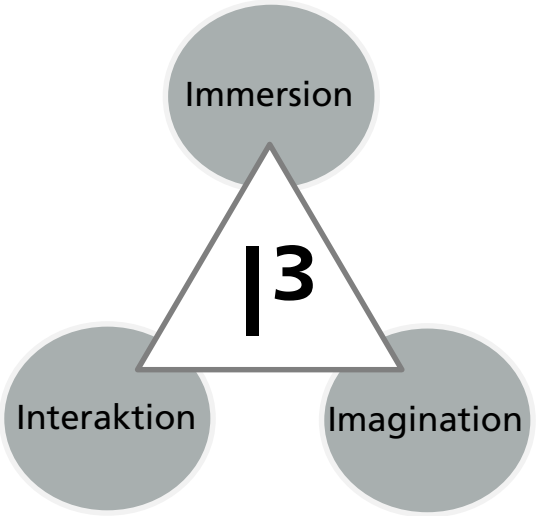
- **Ziel**
  - Optimierung der Energieeffizienz
  - Steigerung der Energieautarkie
- **Idee: Kombination von …**
  - Visuelle 3D-Präsentationen in hoher Qualität
  - Interaktivität der Anwendung
  - Zielgerichtete Funktionalitäten

➢ Führt zu einem verbesserten Planungs- und Optimierungsprozess

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Planung energieeffizienter Standorte

2. Grundlagen – Virtuelle Realität (VR)



- Computergenerierte simulierte 3D-Umgebung
- Ein oder mehrere Nutzer interagieren in Echtzeit
- Immersion ist der Grad der physischen und psychologischen Eingebundenheit des Nutzers
- Imagination ist die Vorstellungs-kraft des Benutzers und hängt von der Qualität der Interaktion und Immersion ab

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

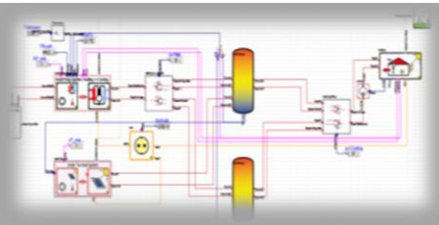
2. Grundlagen - Prozessschritte

Planung energieeffizienter Standorte

P1 - Virtuelle Abbildung

Semiautomatische Erstellung von 3D-Umgebungen

- Geländemodell
- Gebäude
- Vegetation



P2 - Systemmodellierung

Implementierung eines Simulationsmodells für die Gebäude

- Energieerzeuger
- Energieverbraucher
- Klimatische Parameter

P3 - Planung & Optimierung

Parametereinstellung

- Austausch der Erzeuger
- Skalierung der Verbrauchswerte
- Analyse auf verschiedenen Ebenen

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.1 Prozessschritt I - Virtuelle Abbildung eines Standortes 1/4

- **Ausgangsdaten**
  - Digitales Geländemodell
  - Hochauflösende Orthofotos, Bilder
  - GIS-Daten, topographische Karten
  - Digitale Pläne
- **Datenverarbeitung**
  - Erstellung eines triangulated irregular network (TIN) basierend auf einem Höhenmodell
  - Orthofotos für Texturgenerierung
  - Detaillierte Präsentation von Industriepark-bereichen und Infrastrukturen basierend auf digitalen Plänen

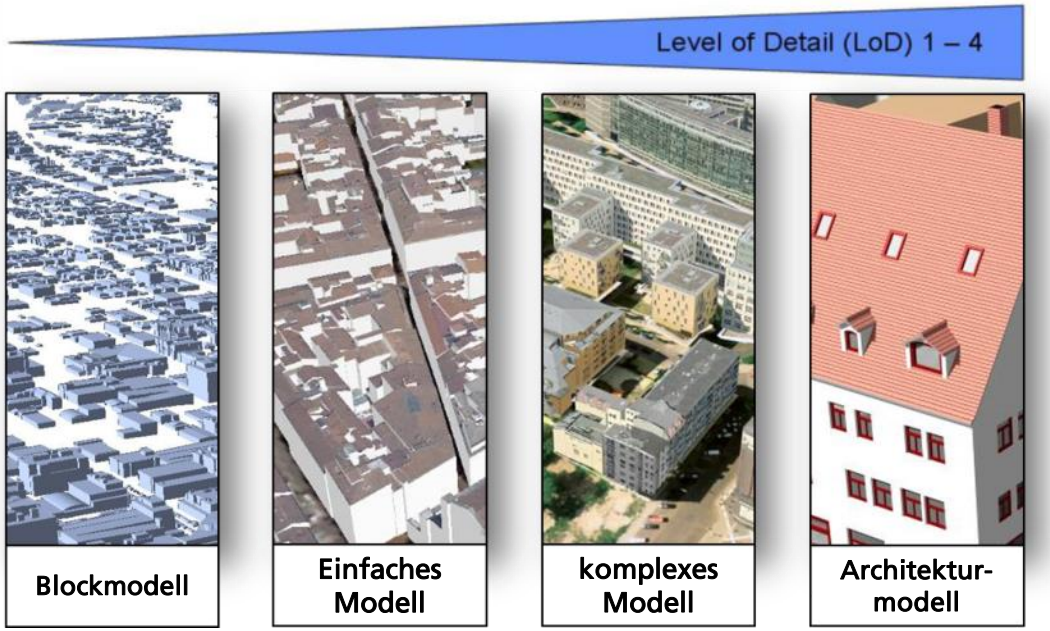
© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.1 Prozessschritt I - Virtuelle Abbildung eines Standortes 2/4

1. **Boden und Umgebungsmodell**
2. **Infrastruktur**
3. **Gebäude und andere bauliche Strukturen**

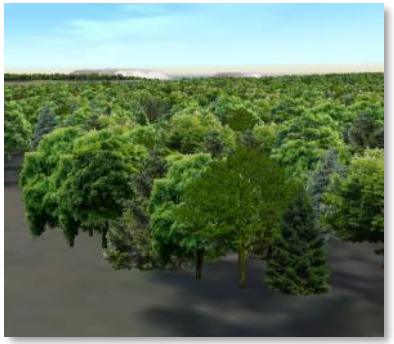


© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

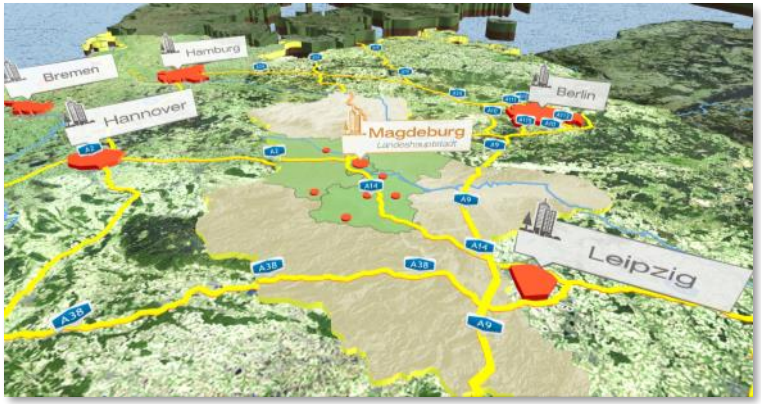
Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.1 Prozessschritt I - Virtuelle Abbildung eines Standortes 3/4



4. **Vegetation und andere Objekte**
   - Verschiedene Gebäudetypen, Straßenlampen, etc.
5. **Bewegliche Objekte**
   - Fahrzeug- und Menschmodelle
6. **Einstiegspunkte für Präsentationen und Interaktionen**
   - Sichtpunkte und Rundflüge



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.1 Prozessschritt I - Virtuelle Abbildung eines Standortes 4/4 Beispiele

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.2 Prozessschritt II – Systemmodellierung - Ansatz

- **Elektrische und thermische Systemkomponenten**
  - Energieproduktion
    - Windenergie
    - Wasserenergie
    - Biomasse und Abfallmaterialien
    - Photovoltaik als Gebäudeinstallation, Solarthermie und Wärmepumpe
  - Energieverbrauch

- **Initiale Kopplung von Erzeugungs- und Verbrauchswerten mit den Gebäuden**
  - Betrachtung der Gebäudeparameter
  - Betrachtung der klimatischen Parameter
  - Speicherung in einer Datenbank

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.2 Prozessschritt II – Systemmodellierung Verbraucher (elektrisch vs. thermisch)

Gebäudetyp	Volumen in [m³]	Genutzte Fläche in [m²]	Ernergiebedarf
Rechenzentrum	9.000-35.000	3.000-5.500	Elektrisch und thermisch (Wärme)
Bürogebäude 1	19.000-88.000	6.337-13.035	Elektrisch und thermisch (Wärme und Kälte)
Autohaus	112.000-119.000	26.242-13.035	Elektrisch
Produktionsgebäude 2	60.000-150.000	5.674-33.980	Elektrisch und thermisch (Wärme)

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

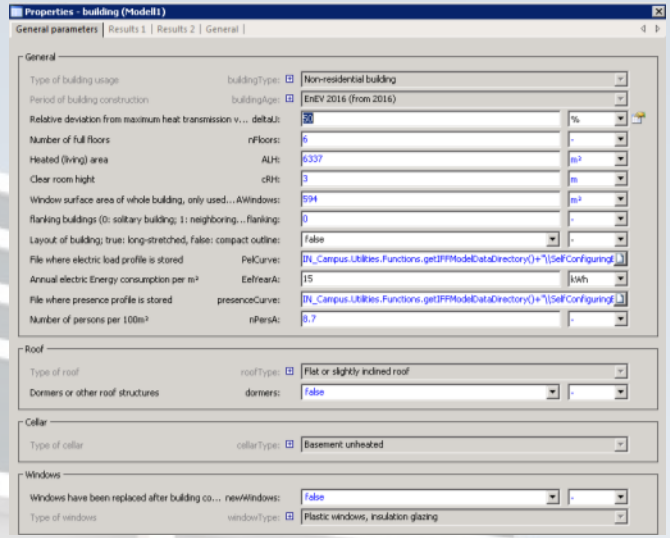
3.2 Prozessschritt II – Gebäudemodellierung

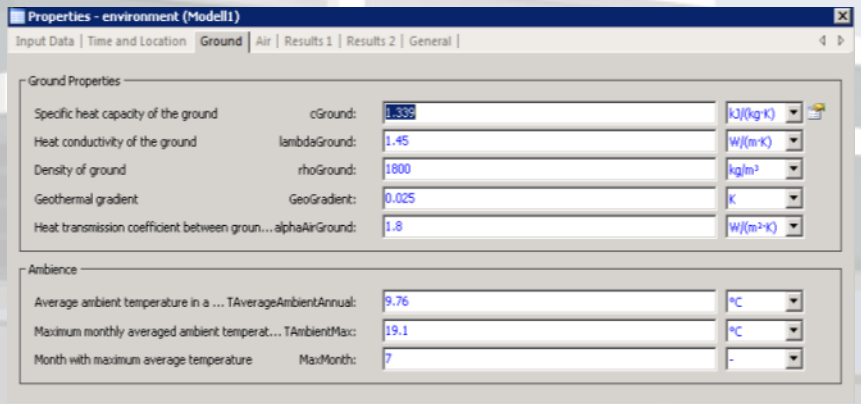
Energie-produktionswerte

Energie-verbrauchswerte

Klimatische Parameter

SimulationX - Modell





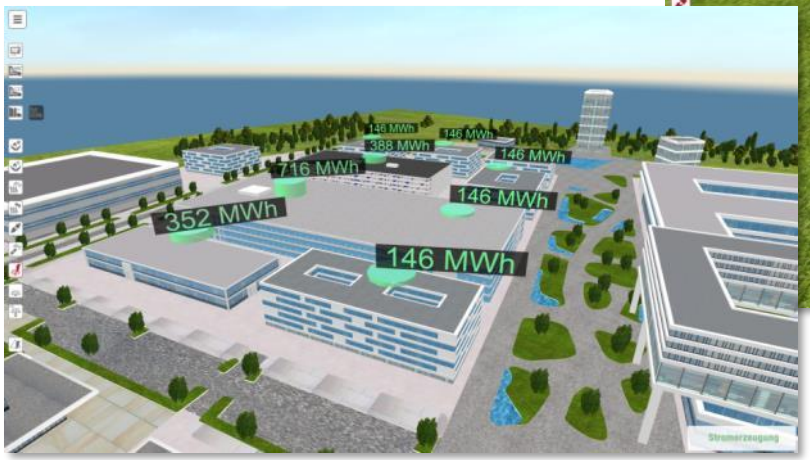
© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.3 Prozessschritt III – Versorgungsplanung - Visualisierung

- **Analyse und Präsentation auf mehreren Ebenen**
  - Gebäude
  - Gebäudecluster
  - Kompletter Standort



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

3.3 Prozessschritt III – Versorgungsplanung – Planung/Optimierung 1/2

- **Anpassung des Systemmodells**
  - Hinzufügen neuer Erzeuger
    - Kopplung mit Gebäuden
    - Unabhängig von Gebäuden
  - Austausch von Erzeugern: Planungsvarianten
  - Visuelle Skalierung der Gebäude beinhaltet die Skalierung der Verbrauchswerte
  - Hinzufügen neuer Gebäude durch Verwendung einer Bibliothek (inklusive Simulationsdaten)
  - Bei Bedarf: Simulation der initialen Werte für neue Gebäudetypen

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Planung energieeffizienter Standorte

3.3 Prozessschritt III – Versorgungsplanung – Planung/Optimierung 2/2

- **Betrachtung der Basisparameter während der Anpassung**
  - Natürliche Bedingungen
  - Gesetze
  - Politische Ziele
  - Interesse der Bürger

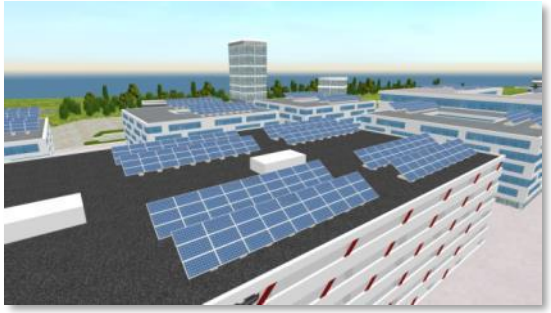
- **Präsentation von Zusatzinformationen, z. B.**
  - Anschaffungskosten
  - Betriebskosten
  - Realisierungsaufwände
  - Mögliche Energieeinsparungen
  - Erweiterungsmöglichkeiten

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte

4. Zusammenfassung



VR-basiertes Planungstool

Ausgangssituation

- Steuerung von Planungsprozessen

Ziel

- Nullenergie oder positive Energiebilanz

Lösung

- Visualisierung aller Standort- und Energiesystemkomponenten
- Analyse und Berechnung der Energieeffizienz

- Optimierung der Energieeffizienz
- Steigerung der Energieautarkie

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Planung energieeffizienter Standorte
5. Ausblick

- **Integration von Energiespeichern**
- **Algorithmus für systemseitige Optimierungsvorschläge, z. B.**
  - Verwendung einer Raumwiderstandskarte bzw. Unterlagen zu Vorrangflächen für Vorschläge zur Platzierung von Energieerzeugungsanlagen
  - Automatische Variantenplanung für die technische Realisierung von Energieerzeugungsanlagen (z. B. PV-Anlagen mit Solarzellen unterschiedlicher Effizienzklassen)
- **Integration von zusätzlichen Ressourcen (Kälte, Frischluft, …)**
- **Weitere Anwendungsgebiete (Städte, …)**
- **Weiterentwicklung zu einem öffentlichen Kommunikations- und Partizipationsportal**

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF Magdeburg

Sandtorstraße 22
D-39106 Magdeburg

Leitung:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk

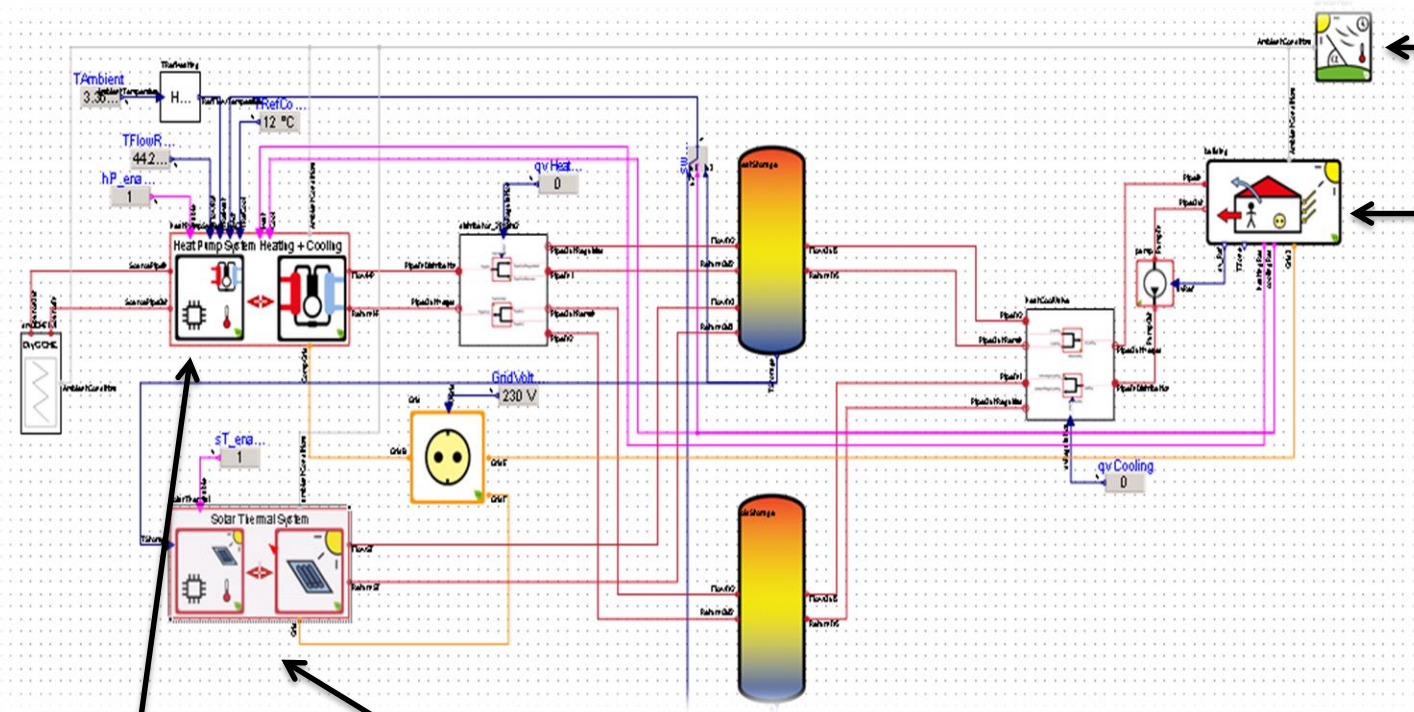
Kontakt:
Dipl.-Ing. Nicole Mencke

Tel.: +49 391– 40 90 147
Mail: Nicole.Mencke@iff.fraunhofer.de

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017

Planung energieeffizienter Standorte

3.2 SimulationX – Systemmodell



Klimatische Parameter

Gebäudemodell

Wärmepumpe

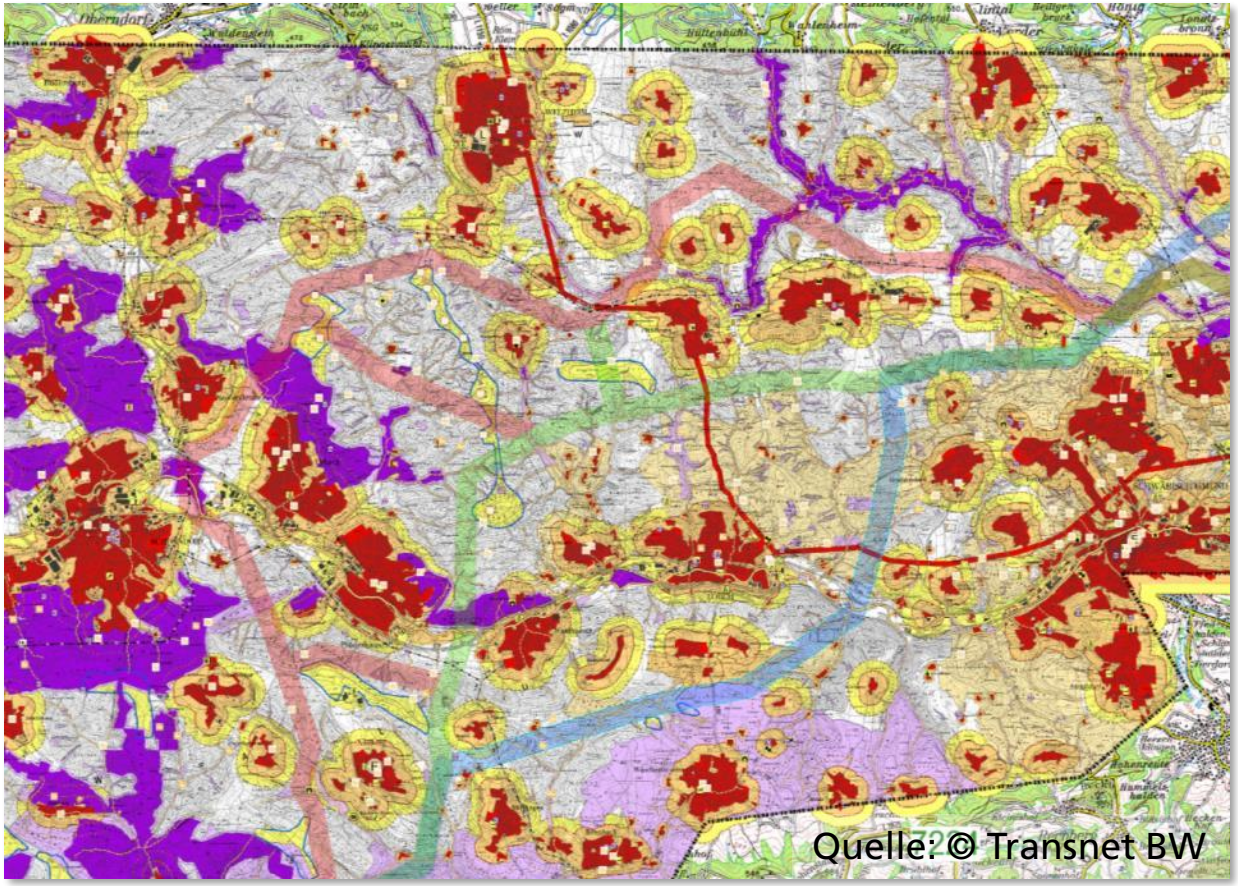
Solarthermie

Speicher

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF

Beispiel für Raumwiderstandskarte



© Fraunhofer IFF, Magdeburg 2017
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Schenk

Fraunhofer IFF