

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

Building Function

- 1 Official 3D Building Model of Germany (LoD1-DE)
- 2 Energy-related Properties of Buildings and Building Typologies
- 3 Screening within ENOB:dataNWG
- 4 Uncertainty in LoD1-DE Building Function Attribute
- 5 Dos and Don'ts in Data Acquisition for Mass Building Energy Performance Simulations

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

2

1.1 Data Format Specification of LoD1-DE



- **Available for all states of Germany**
- **Data Format**
 - The distribution format for the 3D building models is the CityGML format in accordance with the Adv-CityGML1profile.
- **Data Contents**
 - The 3D building model is an extension of the dataset of the building polygons including the third dimension. The building footprint is usually derived from the official real estate map. The building is represented as a "block". The geometry is described by solids. The height accuracy is mostly 5m.
- **Content of a Building Dataset**
 - The height of the building as difference in metres between the highest reference point and the lowest reference point of the building
 - Object identifier
 - Building function
 - Indications of quality (metadata)
 - Official municipality key
 - Name (if recorded)

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

3

1.2 Building Function



- **Object Type AX_Gebaeude**
 - 'Building' is a permanently erected structure whose proof is required because of its importance as a property and serves the purpose of providing basic information for the real estate cadaster.
- **Attribute Type gebaeudefunktion**
 - 'Building function' is the predominant functional significance of the building at the time of the survey (principle of dominance).
 - Some 180 Value Types with Identifier, Code, Description.

Gebäude für öffentliche Zwecke	3000 (0)	"Gebäude für öffentliche Zwecke" ist ein Gebäude, das dem öffentlichen Dienst dient.
Verwaltungsgebäude	3010	"Verwaltungsgebäude" ist ein Gebäude, in dem Verwaltungstätigkeiten durchgeführt werden.
Parlament	3011	"Parlament" ist ein Gebäude, in dem die gesetzgebende Vollversammlung (Landtag, Landtag, etc.) tagt.
Post	3012	"Post" ist ein Gebäude, in dem die Postdienstleistungen durchgeführt werden.
Post	3013	"Post" ist ein Gebäude, in dem die Postdienstleistungen durchgeführt werden.
Zeremonie	3014	"Zeremonie" ist ein Gebäude, in dem Zeremonien durchgeführt werden.
Gerechte	3015	"Gerechte" ist ein Gebäude, in dem Rechtssachen durchgeführt werden.
Botschaft, Konsulat	3016	"Botschaft, Konsulat" ist ein Gebäude, in dem diplomatische Vertretungen durchgeführt werden.
Kreisverwaltung	3017	"Kreisverwaltung" ist ein Gebäude, in dem die Kreisverwaltung durchgeführt werden.
Beziehungsplanung	3018	"Beziehungsplanung" ist ein Gebäude, in dem die Beziehungsplanung durchgeführt werden.
Finanzamt	3019	"Finanzamt" ist ein Gebäude, in dem die Finanzverwaltung durchgeführt werden.
Gebäude für Bildung und Forschung	3020	"Gebäude für Bildung und Forschung" ist ein Gebäude, in dem die Bildung und Forschung durchgeführt werden.
Allgemein bildende Schule	3021	"Allgemein bildende Schule" ist ein Gebäude, in dem die Allgemeinbildung durchgeführt werden.
Bandhörschule	3022	"Bandhörschule" ist ein Gebäude, in dem die Bandhörschule durchgeführt werden.
Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität)	3023	"Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität)" ist ein Gebäude, in dem die Hochschulbildung durchgeführt werden.
Forschungsinstitut	3024	"Forschungsinstitut" ist ein Gebäude, in dem die Forschung durchgeführt werden.
Gebäude für kulturelle Zwecke	3030	"Gebäude für kulturelle Zwecke" ist ein Gebäude, in dem kulturelle Tätigkeiten durchgeführt werden.
Schloss	3031	"Schloss" ist ein Gebäude, das als repräsentative Residenz von einem Fürsten oder einem anderen hohen Herrn dient.
Theater, Oper	3032	"Theater, Oper" ist ein Gebäude, in dem Theateraufführungen durchgeführt werden.
Konzertgebäude	3033	"Konzertgebäude" ist ein Gebäude, in dem Konzerte durchgeführt werden.
Museum	3034	"Museum" ist ein Gebäude, in dem die Ausstellung von Kunstwerken durchgeführt werden.
Rundfunk, Fernsehen	3035	"Rundfunk, Fernsehen" ist ein Gebäude, in dem die Rundfunk- und Fernsehübertragungen durchgeführt werden.
Veranstaltungsgebäude	3036	"Veranstaltungsgebäude" ist ein Gebäude, in dem die Veranstaltungen durchgeführt werden.
Bibliothek, Bücherei	3037	"Bibliothek, Bücherei" ist ein Gebäude, in dem die Bibliothek- und Büchereitätigkeiten durchgeführt werden.
Burg, Festung	3038	"Burg, Festung" ist ein Gebäude, das als Festung oder Festungsbauwerk durchgeführt werden.
Gebäude für religiöse Zwecke	3040	"Gebäude für religiöse Zwecke" ist ein Gebäude, das für religiöse Zwecke durchgeführt werden.
Kirche	3041	"Kirche" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Synagoge	3042	"Synagoge" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Kapelle	3043	"Kapelle" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Gemeindehaus	3044	"Gemeindehaus" ist ein Gebäude, in dem die Gemeindeaktivitäten durchgeführt werden.
Gotteshaus	3045	"Gotteshaus" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Moschee	3046	"Moschee" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Tempel	3047	"Tempel" ist ein Gebäude, in dem die Gottesdienste durchgeführt werden.
Kloster	3048	"Kloster" ist ein Gebäude, in dem die Klosteraktivitäten durchgeführt werden.
Gebäude für Gesundheitswesen	3050	"Gebäude für Gesundheitswesen" ist ein Gebäude, in dem die Gesundheitswesen durchgeführt werden.
Krankenhaus	3051	"Krankenhaus" ist ein Gebäude, in dem die Krankenbehandlung durchgeführt werden.
Heilanstalt, Pflegeanstalt, Pflegestation	3052	"Heilanstalt, Pflegeanstalt, Pflegestation" ist ein Gebäude, in dem die Heilbehandlung durchgeführt werden.
Arztpraxis, Poliklinik	3053	"Arztpraxis, Poliklinik" ist ein Gebäude, in dem die Arztpraxis durchgeführt werden.
Gebäude für soziale Zwecke	3060	"Gebäude für soziale Zwecke" ist ein Gebäude, in dem die sozialen Zwecke durchgeführt werden.
Jugendwohnheim	3061	"Jugendwohnheim" ist ein Gebäude, in dem die Jugendwohnheim durchgeführt werden.
Freizeit-, Vereinsheim, Dorfgemeinschaftshaus	3062	"Freizeit-, Vereinsheim, Dorfgemeinschaftshaus" ist ein Gebäude, in dem die Freizeitaktivitäten durchgeführt werden.
Seniorenheim	3063	"Seniorenheim" ist ein Gebäude, in dem die Seniorenheim durchgeführt werden.
Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte	3064	"Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte" ist ein Gebäude, in dem die Kinderbetreuung durchgeführt werden.

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

4

1.3 Data Quality of LoD1-DE

■ Attributes

- Even though the ALK and the ALKIS are precisely defined on the model side by the AdV, the decentralised data collection in currently 289 regional cadastral authorities leads to a heterogeneity of the data. The examination of the data inventories revealed that **error corrections, homogenizations, model corrections, classifications and attribute additions are necessary** before the house perimeters and coordinates can become the basis of a building inventory analysis. (page 31)
- On the basis of the first review of the researched and actually available list queries, four federal states are highlighted below which, in the opinion of the authors of this report, have an **attribution in order to represent a distribution pattern** within this typology in a first approximation. These are the following federal states: **Baden-Württemberg, Saxony-Anhalt and Brandenburg as well as the city state of Bremen**. (page 36)
- At the present time (2013) it can therefore be stated that **the existing attribution** in ALK and ALKIS in other federal states [i.e. 7 the states Hesse, Mecklenburg-Western Pomerania, Lower Saxony, Rhineland-Palatinate, Saxony, Schleswig-Holstein and Thuringia] only permits an approach of allocation to other building types - as required by the project typology - **with considerable uncertainty**. (page 42)

Source: BMVBS (Hrsg.): Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation 27/2013.

1.4 Conclusion

■ For a nationwide list query on ALK or ALKIS a number of questions arise:

- To what extent **can the federal data actually be mixed** at the present time?
- **Can a combination of ALK and ALKIS data be recommended at all?**
- Could the attribution of ALK and ALKIS also depend on **subjective assessments of the building surveyors** in the official national surveys?
- Would architects and civil engineers or even official statisticians come to a different usage attribute in ALK/ALKIS on the same basis of decision (object type catalogues, usage classes)?
- How to deal with **fuzzy usage attributes** in the sense of collective classes and difficult to define usage descriptions?
- Within the framework of the differentiation of the quantity structure, it will also be necessary to investigate **the type of mixed use** much more precisely.

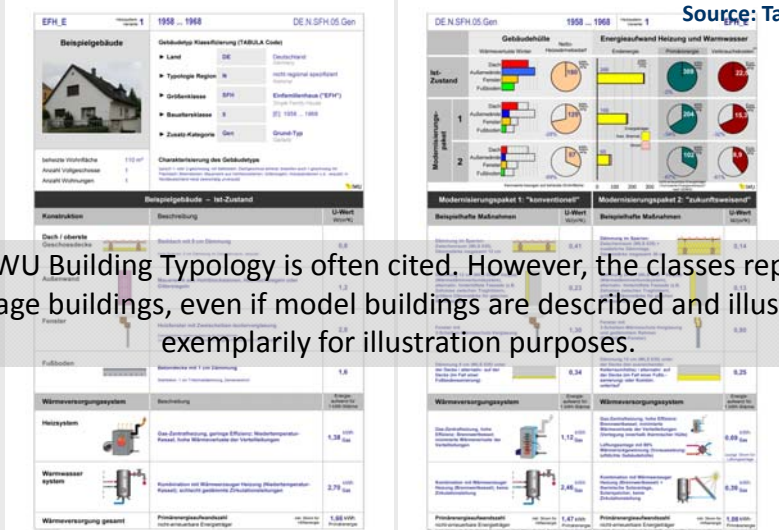
(pages 43-44)

Source: BMVBS (Hrsg.): Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation 27/2013.

Building Function

- 1 Official 3D Building Model of Germany (LoD1-DE)
- 2 Energy-related Properties of Buildings and Building Typologies
- 3 Screening within ENOB:dataNWG
- 4 Uncertainty in LoD1-DE Building Function Attribute
- 5 Dos and Don'ts in Data Acquisition for Mass Building Energy Performance Simulations

4.1 Building Typologies



The IWU Building Typology is often cited. However, the classes represent average buildings, even if model buildings are described and illustrated exemplarily for illustration purposes.

Source: Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N. & Born, R. (2015). Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (zweite erweiterte Auflage). Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

4.2 Use of Building Typologies



- Typologies are used to **reduce the complexity of reality** and make it more manageable. For this purpose, similar objects are summarized and ordered according to certain characteristics, so that a better overview of a certain area results [Kluge 1999].
- For the purpose of the energy-related evaluation of buildings, types are formed in this sense on the basis of relevant criteria (e.g. building use, size, age), which are usually also illustrated by a concrete example. The term "building typology" is therefore also used for **a set of real or synthetic example or model buildings**.
- Typological approaches can be used at different levels to achieve different objectives; areas of application, actors and target groups may be
 - Initial consulting for building owners
 - Illustration of the effect of efficiency measures for decision makers
 - Energy-related evaluation of whole buildings stocks or portfolios
 - Ex ante and ex post evaluation of policies and instruments, scenario calculations
- Building Typologies can only be used for **average statements about many buildings**.

Source: Stein, B. et al. (2015). *Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude am Beispiel von 10 Gerichts-, Verwaltungs- und Polizeidienstgebäuden*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Building Function



1	Official 3D Building Model of Germany (LoD1-DE)
2	Energy-related Properties of Buildings and Building Typologies
3	Screening within ENOB:dataNWG
4	Uncertainty in LoD1-DE Building Function Attribute
5	Dos and Don'ts in Data Acquisition for Mass Building Energy Performance Simulations

2.1 From Sampling Units to Research Objects



- **Research Objects (RO)** are the elements of the Target Population, i.e. non-residential buildings, which are supposed to be investigated in a Sample Survey.
- Geospatial Data Analysis generates the Sampling Frame based upon geo-referenced building polygons as **Sampling Units (SU)**
- **Screening of the buildings on site** is necessary to identify the relevance of the SU and the **relationship between the SU and the RO**. Furthermore contact information of the building owner or user has to be collected.
- This approach enables us for the first time to explore the sector of the German non-residential buildings in a statistically unbiased, regionally balanced and cost efficient way.

Geospatial Data Analysis

Geo-informatic generation of the sampling frame in the unknown target population of the non-residential building stock

Screening

- Determination of the overall relevance,
- information on contact person,
- valid determination of building properties,
- verification of the geo-informatic selection algorithms

Sample Survey

Design of an appropriate sample taking procedure, survey with online questionnaire and CATI, on-site inspections

Research Database

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

2.2 Screening



- **Data Acquisition**
 - 100.000 randomly selected Building Polygons have been visited on site.
- **Building Profiles**
 - Site plan
 - Fotos
 - Building Function
 - Age Band
 - Refurbishment Status
 - window to wall ratio
 - Number of floors
- **Building Categories**
 - 14 Primary Value Types
 - 80 Secondary Value Types
- **Results**
 - 100.000 Building Polygons screened on site
 - 48,600 relevant non-res. Buildings found

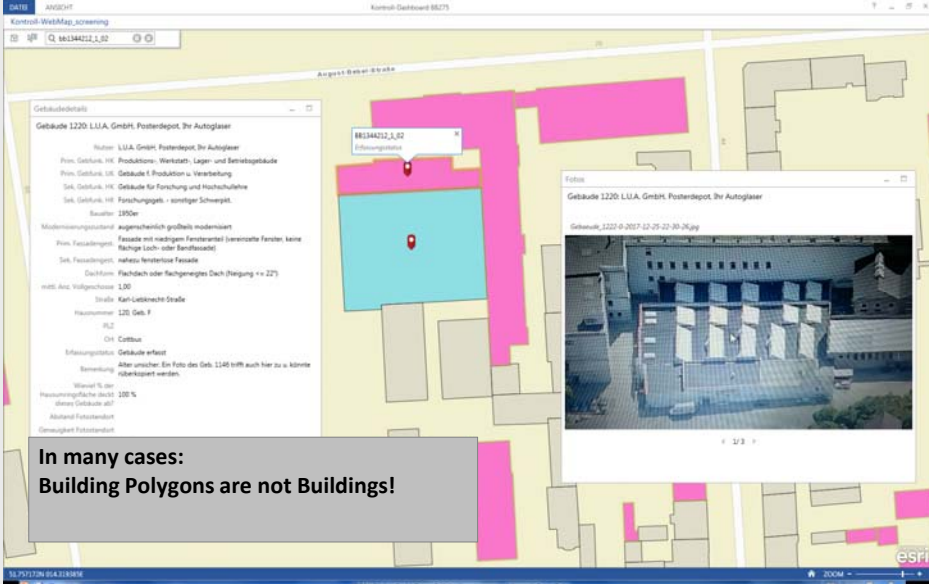
	Building Category(Primary Value Types)
100	Residential
200	Hotel / Accomodation / Restaurants
300	Office Buildings/ Public Facilities
400	Schools and Child Care
500	Research and Higher Education
600	Culture and Leisure
700	Sports Facilities
800	Medical
900	Production / Work-Shop / Storage / Operations
1000	Trade
1100	Transport
1200	Technical / Utility Building
1300	Other Non-Residential Building
1400	No Building, Structure



4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

12

2.3 Buildings and Building Polygons



**In many cases:
Building Polygons are not Buildings!**

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

13

2.4 Conclusion

- **On site Screening or even more detailed surveys are necessary to determine**
 - the main Building Function
 - the relation between Building Polygons and Buildings in order to provide a reasonable estimate of the footprint area
 - energy-relevant Building properties with reasonable accuracy, f.i. the refurbishment status, window fraction etc.
- **Depending upon the spatial reference frame either a full or a sample survey has to be performed to collect real building data in order to do reliable simulations and scenarios based upon and finally visualizing individual buildings!**

4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

14

Building Function



1	Official 3D Building Model of Germany (LoD1-DE)
2	Energy-related Properties of Buildings and Building Typologies
3	Screening within ENOB:dataNWG
4	Uncertainty in LoD1-DE Building Function Attribute
5	Dos and Don'ts in Data Acquisition for Mass Building Energy Performance Simulations

3.1 Quantification of the Uncertainty



Method: Comparison of the LoD1-DE building function attribute for open data building polygons in an on site screening process

1. Assignment* of LoD1-DE Building Function Value Types to a typology of 14 Building Main Use Categories
2. Verification of the Building Function Attribute on site

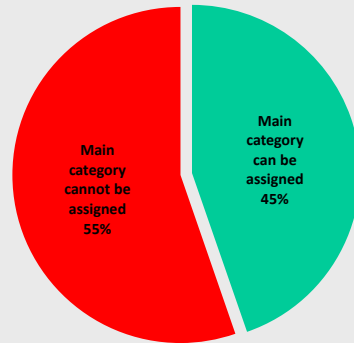
Building Main Use Categories

100	Wohngebäude
200	Beherbergungs-, Unterbringungs-, Gastronomie-, Verpflegungsgebäude
300	Büro-, Verwaltungs- und Amtsgebäude
400	Schulgebäude, KiTas und sonstige Betreuung
500	Gebäude für Forschung und Hochschullehre
600	Gebäude für Kultur und Freizeit
700	Sportgebäude
800	Gebäude für Gesundheit und Pflege
900	Produktions-, Werkstatt-, Lager- und Betriebsgebäude
1000	Handelsgebäude
1100	Verkehrsgebäude
1200	Technikgebäude (Ver- und Entsorgung)
1300	sonst. Nichtwohngebäude
1400	kein Gebäude (Bauwerk, leeres Grundstück, Ruine)

(*) Assignment means, a (simplified) usage profile for a building energy performance simulation can be derived from the building function value type in LoD1-DE.

3.2 Assignment of Screening to ALKIS Function

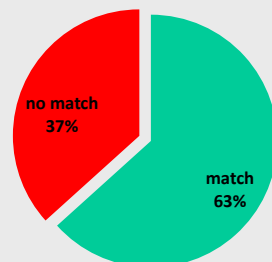
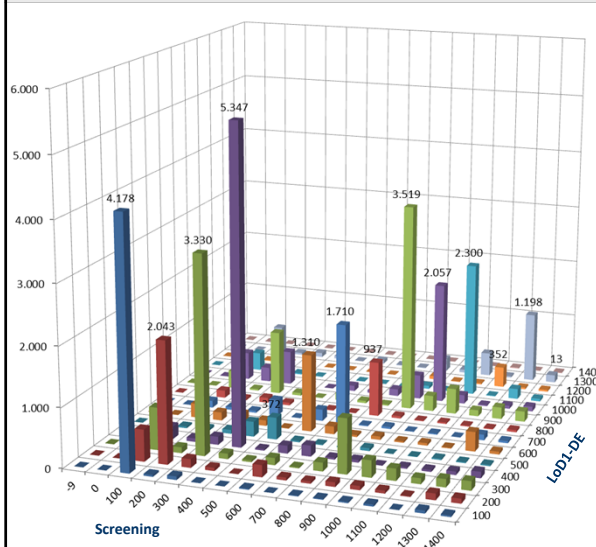
- 55 % of the sample polygons could not be assigned to a **building main category** due to fuzzy building function value types
- 67 % of the sample polygons could not be assigned to a **building subcategory**



4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

17

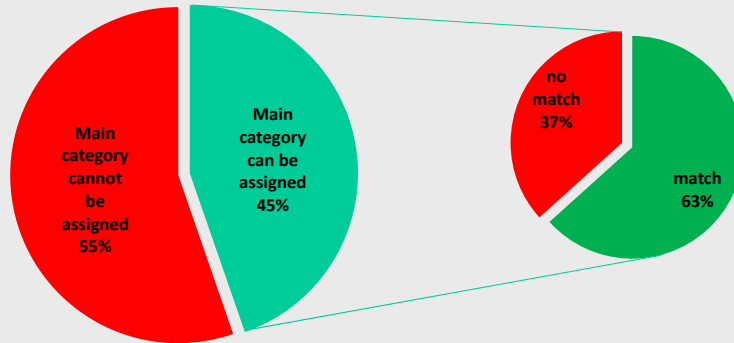
3.3 Verification of the assignable Polygons



4th Expert Meeting IBPSA Project 1, 1st September 2019, Rome

18

3.4 Verification of LoD1-DE Building Function



Only about 28% of the LoD1-DE Building Function Attributes are meaningful enough to assign a usage profile and can be verified on site.

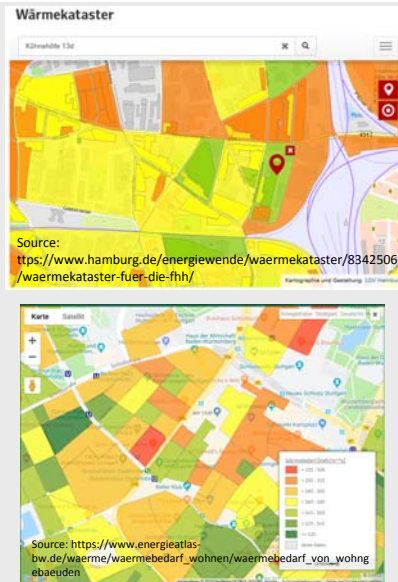
Building Function

- 1 Official 3D Building Model of Germany (LoD1-DE)
- 2 Energy-related Properties of Buildings and Building Typologies
- 3 Screening within ENOB:dataNWG
- 4 Uncertainty in LoD1-DE Building Function Attribute
- 5 Dos and Don'ts in Data Acquisition for Mass Building Energy Performance Simulations

5.1 Heat Atlases

The heat demands in the Hamburg and the Baden-Württemberg Heat Atlases were calculated on the basis of the

- building characteristics from the official real estate cadastre information system (ALKIS®)
- and the publication "Deutsche Wohngebäudetypologie" of the Institut für Wohnen und Umwelt (IWU).
- In Hamburg very few interviews on refurbishment activities in one quarter were taken, but no representative survey.
- In the small print of the Baden-Württemberg energy atlas it is noted: The heat demand values calculated in the heat demand atlas are therefore not suitable as a planning basis. For concrete planning, it is essential to determine the current heat demand on site.



5.2 Dos and Don'ts in Data Acquisition

- **Don't use Building Polygon attributes from official 3D Building Models to assign building categories to individual buildings. LoD1-DE is not made for this!**
- **Don't use Building Polygon geometries to determine footprint areas of individual buildings unless you have determined which polygons belong to the building!**
- **Don't use Building Typologies and average building data for building energy performance simulations in individual buildings. It doesn't make sense!**
- **Don't visualize simulation results in heat atlases for individual buildings without having collected individual building data!**
- **Don't complicate or even prevent valid research projects to collect reliable data—they are expensive - because apparently everything is already known through geodata and typologies!**
- **Do collect specific data either in full or sample surveys depending on the spatial reference frame if you intend to visualize energy-related properties of individual buildings in spatial aggregates!**
- **Do adhere to the basic rules of good scientific practice (in particular if you refer to the IWU building typology)!**