

## **WP 2.5 Qualitätssicherung**

### **Gliederung und Inhalt**

- 1) Introduction referring to ROSH
- 2) Definitions on q.a.
  - 2.1) Using period (QAEU)
  - 2.2) Planning state (QAEP)
  - 2.3) Construction state (QAEC)
- 3) q.a. in the ROSH partner regions
  - 3.1) Overview
    - 3.1.1) Aufbau der Befragung – Kategorisierung using period
    - 3.1.2) Kategorisierung planning period
    - 3.1.3) Kategorisierung construction period
  - 3.2) Certain differences
    - 3.2.1) Using period
    - 3.2.2) Planning period
    - 3.2.3) Construction period
  - 3.3) conclusions and recommendations
- 4) Appendix
  - Tool description

## 1. Einführung

Qualitätssicherung gehört zu den wesentlichen Bausteinen, die die Umsetzung eines energieeffizienten Wohnungswesens ermöglichen. Insgesamt betrachtet geht es weniger um das Protokollieren bestimmter Fertigungs- oder Nutzungsprozesse, sondern um die Aufspürung von Effizienzhemmnissen. Dies betrifft den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden von der Planung über die Bau- und Nutzungsphase bis hin zur Modernisierung bzw. Abriss. Da Qualitätssicherung (QA) als allumfassender Begriff in unzähligen Fachdisziplinen von Bedeutung ist, soll der Betrachtungsgegenstand hier auf energetische Aspekte (QAE) beschränkt bleiben. Gleichwohl muss festgehalten werden, dass QAE auch wiederum als Indikator für andere Sachzusammenhänge von Bedeutung sein kann. Ein gutes Beispiel hierfür liefert der Bereich „Wohngesundheit / Raumlufthygiene“. Die Indikation von Feuchtigkeits- und Schimmelpilzschäden wird in sehr vielen Fällen im Bereich Nutzung auf ungünstige thermische (und somit energetische) Verhältnisse zurückzuführen sein. Ist der Schaden auf einen Mangel im Fertigungsbereich zurückzuführen, liegt nicht selten auch ein energetischer Schaden vor (Luftdichtheitsleckage, Riss, ungeplante Öffnung etc.). QAE muss als Gesamtsystem also im Hinblick auf den Lebenszyklus von Gebäuden angesehen werden: Qualitätssicherung betrifft sowohl die Erstellungs- als auch die Nutzungs- und Modernisierungsphasen. Umgemünzt auf die Gegebenheiten und Erfordernisse des sozialen Wohnungsbaus, der im Sinne des ROSH- Projektes begrifflich den mehrgeschossigen Wohnungsbau für einkommensschwächere Bürger einschließt, kann QAE zum einen als energetisches Monitoring der bestehenden Wohnverhältnisse wie ein bauliches Frühwarnsystem verstanden werden. Auf der anderen Seite ist aber natürlich auch die Überwachung der energetischen Sanierungsplanung und – Ausführung gemeint. Im folgenden Kapitel soll zum einen der Begriff QAE phasenweise dargestellt werden und im Anschluss daran auf europäischer Ebene am Beispiel der involvierten Partnerregionen ein anwendungsorientierter Überblick über die bereits etablierte oder noch im Aufbau befindliche Anwendung von QAE nebst einer entsprechenden Handlungsempfehlung gegeben werden. Im Anhang erfolgt eine Darstellung des technischen und methodischen Instrumentariums zur Durchführung von QAE.

## **2. Definition der Qualitätssicherung (QA)**

"Quality Assurance" is the activity of providing evidence needed to establish confidence among all concerned, that the quality-related activities are being performed effectively.

Quality Assurance covers all activities from design, development, production, installation, servicing and documentation. It introduced the sayings "fit for purpose" and "do it right the first time". It includes the regulation of the quality of raw materials, assemblies, products and components; services related to production; and management, production, and inspection processes. One of the most widely used paradigms for QA management is the PDCA (Plan-Do-Check-Act) approach, also known as the Shewhart cycle. The main goal of QA is to ensure that the product fulfills or exceeds customer expectations.

Quality Assurance activities include a planned system of review procedures conducted by personnel not directly involved in the inventory compilation/development process. Review, preferably by independent third parties, should be performed upon a finalised inventory following the implementation of QC procedures. A valuable process to perform on a whole consumer product is failure testing, the operation of a product until it fails, often under stresses such as increasing vibration, temperature and humidity. This exposes many unanticipated weaknesses in a product, and the data is used to drive engineering and manufacturing process improvements.

### *In the case of Buildings:*

Non destructive methods can offer a 'big picture' of hidden construction detail or problems within a building without significant damage to the fabric or disturbance to its users. Infrared thermographs, for example, can characterise thermal performance, find defects and map hidden fixings from a remote position, providing a reconnaissance survey of a large building in a just few hours without expensive access arrangements or even entry to the building. Where a more detailed picture is required a combination of methods should be applied to specific areas, ideally selected after the reconnaissance survey.

## **2.1 Definition der „Energetischen Qualitätssicherung“ (QAE), Beschreibung der wesentlichen Elemente der drei Phasen Nutzung – Planung- Ausführung (QAEU, QAEP, QAEC)**

Um den Begriff QAE systematisch zu fassen, bedarf es für den Bereich des energieeffizienten Wohnungswesens neben einer lebenszyklischen Betrachtung einer Unterteilung in die Funktionsweisen.

- Qualitätssicherung in der Nutzungsphase (QAEU) dient der Erfassung energetischer, bausubstanzieller und den Gebrauchswert mindernder Faktoren.
- Qualitätssicherung in der Planungsphase (QAEP) beschreibt das Bemühen um die Sicherstellung einer energetisch und ökonomisch optimal ausgewogenen Bau-, Sanierungs- und Modernisierungsplanung.
- Qualitätssicherung in der Bauphase (QAEC) hat die Sicherstellung und Überwachung der Einhaltung der planerischen Vorgaben zum Ziel.

End- of- life- bzw. Rückbau-, Entsorgungs- und Abrissbetrachtungen sind nicht Gegenstand von QAE, können aber genauso wie beispielsweise die Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzeptes als eine Folge aus den QAEU-Überlegungen und Analysen entstehen

## **2.1 Nutzung - QAEU**

Die qualitative energetische Beschreibung von Wohnraum erfolgt in der Regel über wärmebedarfs- bzw. wärmeverbrauchsgeführte Systeme. Bestimmte klimatische Verhältnisse erfordern zudem die Erfassung ggf. erforderlicher Energieströme für Kühlung und Raumluftbefeuchtung. Weitere wichtige Kriterien in diesem Zusammenhang sind: Bau- und Substanzschädigungen im Zusammenhang mit Feuchtigkeits- und Schimmelpilzdiagnosen, Schadstoffkonzentrationen, Bewohnerbehaglichkeit und Zuglufterscheinungen Erkrankungen der Bewohner. Hierfür steht ein umfangreiches Analyse – und Messinstrumentarium zur Verfügung. Die ROSH – Untersuchung systematisiert QAEU folgendermaßen:

- Periodische standardisierte Mieterbefragungen
- Saisonale Wärmebedarfserhebungen und Verbrauchsmessungen
- Expertenbegehungen, Checklisten, Vor- Ort Protokolle im Rahmen des üblichen Instandhaltungsturnus
- Messungen, standardisiert als Abgasmessung oder im Schadensverdachtsfall z.B. im Bereich Schimmelpilz / Feuchte, als Luftdichtheitsprüfung oder als Thermografie zur Ortung von Wärmebrücken und Leckagen.

Neben der Beschreibung der Untersuchungsansätze ist die Erfassung der beteiligten Akteure erforderlich. QAEU kategorisiert hier in die Fälle

- Obligatorische Erkundigungen bzw. Überprüfungen durch öffentliche Instanzen und Behörden
- Regelmäßige Kontrollen und / oder gelegentliche Befragungen und Kontrollen durch Mieter und / oder Eigentümer
- Regelmäßige und / oder gelegentliche Befragungen und Kontrollen durch Versicherungen bzw. beauftragte Dritte

## 2.2 Planung – QAEP

Diese ist in aller Regel budgetgeführt im Bereich Planungs- und Baukosten. Das energetische Zielniveau eines Neubaus und einer Gebäudemodernisierung ist durch verschiedene Randparameter beeinflusst. QAEP sortiert daher in der Planungsphase nach folgendem Schema:

- In der Regel bilden öffentlich- rechtliche Vorschriften ein Mindest- oder Grundniveau ab, das bis auf wenige, genau beschriebene Ausnahme und Befreiungsfälle eingehalten werden muss.
- technische Vorgaben und Parameter aus dem Förderungs- und Finanzierungsbereich sowie in einigen Fällen aus dem Bereich der Versicherungswirtschaft.
- Daneben existieren Regelwerke, wenn ein bestimmtes energetisches Niveau zwischen Bauherr / Eigentümer und Planer vereinbart werden soll. Zur Beurteilung werden zu diesem Zweck technische Regelwerke und Normen herangezogen.

Die Kontrolle dieser Regeln, Bedingungen und Vorgaben kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

- Öffentlich-rechtliche Vorgaben werden in der Regel durch staatliche oder staatlich legitimierte Einrichtungen kontrolliert. Häufig wird dabei allerdings unter dem Stichwort „Eigenverantwortlichkeit“ die Kontrolle durch Selbsterklärungen der Planverfasser ersetzt bzw. ergänzt.
- Weiterhin kann die Überprüfung der Einhaltung der durch Vertrag und / oder Planung und Ausschreibung übermittelten Beschaffenheit durch eigens Beauftragte Dritte als Bau begleitende Qualitätssicherer, Projektsteuerer oder professionelle Bauherrenvertreter vorgenommen werden. In diesem Rahmen ist die Einbindung eines Qualitätssicherungsbeauftragten durch die Bauwesensversicherer sinnvoll angesiedelt.
- Sind die Kreditvergaben oder Fördermittel an bestimmte Planungs- und Ausführungsvorgaben geknüpft, kann eine Qualitätsüberwachung auch durch Kreditinstitute, Fördermittelgeber bzw. entsprechend legitimierte oder beauftragte Dritte vorgenommen werden.

### 2.3 Ausführung – QAEC

Der Ausführungszeitraum ist die Kernphase der Qualitätssicherung. Hier werden die Erkenntnisse und Planungen aus der Nutzungs- und Planungsphase baulich umgesetzt. QAEC unterteilt diesen Abschnitt folgendermaßen:

- Luftdichtheitsprüfungen und Leckageuntersuchungen mittels Anemometer und Vernebelung vor und nach der Realisierung gehören zu den wichtigsten Prüfungsmethoden in diesem Bereich
- Thermografieuntersuchungen können ebenfalls vielseitig genutzt werden. Das betrifft neben der Leckageortung und der Verortung von Wärmebrücken vor, während und nach Fertigstellung der Bauarbeiten.
- Ein probates Hilfsmittel zur Überprüfung der Ausführungsqualität ist neben der regelmäßigen Baustellenbegehung die Abarbeitung der einzelnen Gewerkausführung mittels speziell hierfür vorbereiteter Checklisten
- Ebenfalls wichtig sind spezielle Messungen, die z.B. das Austrocknungsverhalten und die Baufeuchte bestimmen, um die spätere Nutzungsqualität nicht ausführungsbedingt zu beeinträchtigen.

Die Kontrolle der Ausführungsqualität bzw. der Abgleich zwischen Planungs- und Ausführung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

- Öffentlich-rechtliche Kontrollen sind auf Basis der gesetzlichen Vorgaben möglich. Wie bereits in der Planungsphase wird dabei allerdings in der Regel unter dem Stichwort „Eigenverantwortlichkeit“ die Kontrolle durch Verpflichtung der Planverfasser und der Ausführenden ersetzt bzw. ergänzt.
- Als Regelfall kann die Überprüfung der Einhaltung der durch Vertrag und / oder Planung und Ausschreibung übermittelten Beschaffenheit durch eigens beauftragte Dritte als Bau begleitende Qualitätssicherer, Projektsteuerer oder professionelle Bauherrenvertreter betrachtet werden.
- Sind die Kreditvergaben oder Fördermittel an bestimmte Planungs- und Ausführungsvorgaben geknüpft, kann auch die Ausführungsqualität durch Kreditinstitute, Fördermittelgeber bzw. entsprechend legitimierte oder beauftragte Dritte vorgenommen werden.

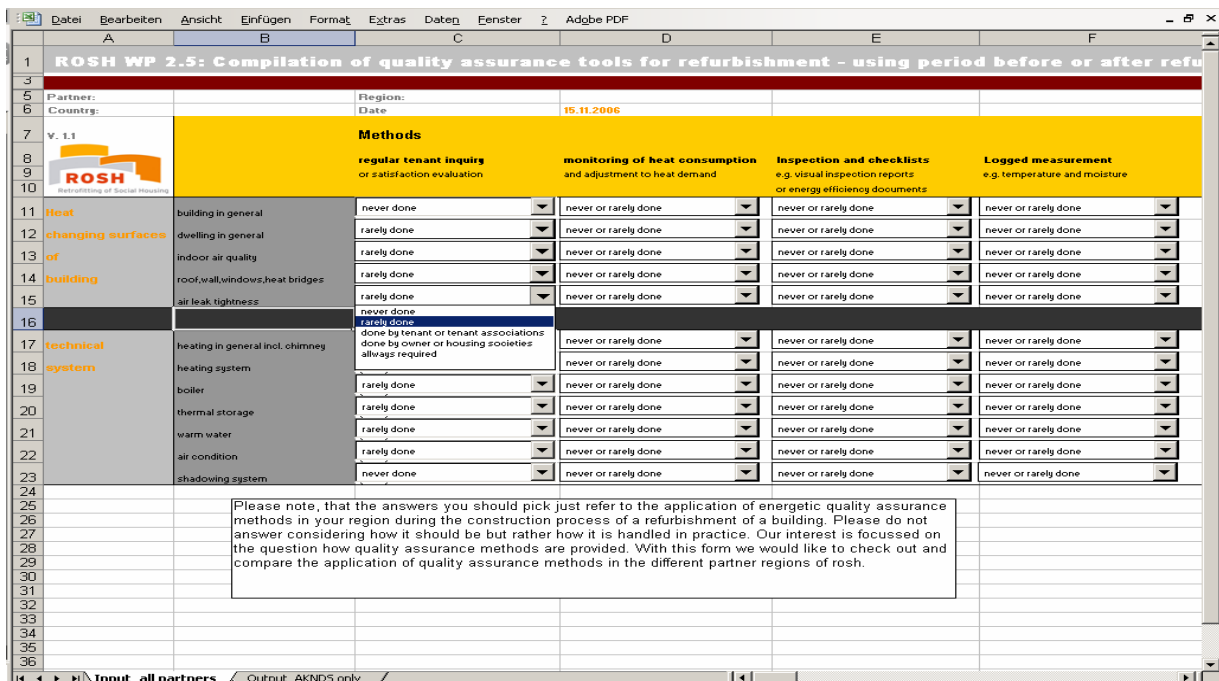
### **3 Qualitätssicherung in den ROSH Partnerregionen**

Anhand eines Excel- basierten Fragebogensystems wurde die Anwendung von QAE in den 6 verschiedenen Partnerregionen detailliert untersucht und analysiert. Um es im Ergebnis vorweg zu nehmen: Herausgekommen ist ein uneinheitliches Bild, das seinen Ursprung im Wesentlichen in der unterschiedlichen begrifflichen Definition hat.

Allerdings lassen sich Trends und Empfehlungen ableiten, die für den Auf- oder Ausbau eines nationalen bzw. regionalen QA- Konzeptes hilfreich sein können. So gibt beispielsweise die Befragung hinsichtlich der Qualitätssicherung in der Planungsphase ein gutes Bild über die Regelungsdichte im jeweils betroffenen Partnerland, zeigt aber auch einen regulativen Vergleich zwischen den beteiligten Partnerregionen der EU. Die Untersuchung der Nutzungsphase gibt zum Beispiel Aufschluss über die unterschiedliche Art und Intensität von Mieterbefragungen und – Betreuung, während die Untersuchung der Ausführungsphase Vergleiche hinsichtlich der Anwendung bestimmter Untersuchungstechnologien wie beispielsweise der Thermographie- und Gebäudedichtheitsmessungen ermöglicht.

### 3.1 Überblick

Die Untersuchung über alle drei Phasen Nutzung – Planung – Konstruktion erfolgte anhand standardisierter Auswahlkriterien. Für jede Phase wurde eine ähnliche Eingabemaske entwickelt, die mit Hilfe von Drop- Down- Auswahlboxen die Beantwortung der je Phase insgesamt 96 Einzelfragen möglichst gut vergleichbar und wertbar machte. Durch zwei Korrekturschleifen in der Fragebogenentwicklung und detaillierte Beantwortungshinweise konnte das Risiko einer missverständlichen oder falsch verstandenen Beantwortung minimiert werden. Die Untersuchung ist viergeteilt aufgebaut: Die Unterscheidung in die zwei Oberbereiche „Wärmetauschende Hüllfläche“ und „Anlagentechnik“ nebst der entsprechenden fünf bzw. sieben Unterbereiche erfolgte in allen Phasen gleich während die acht Kategorien sich themengemäß voneinander unterscheiden: Diese, auch in der Beantwortung weitgehend auf Standardisierung ausgelegte Untersuchungsform wurde gewählt, um den prinzipiell unscharfen Begriff der Qualitätssicherung mit möglichst konkreten Inhalten zu füllen. Für die Auswertung wurde ein Punktbewertungssystem entwickelt, das zumindest auf nationaler Ebene eine Bewertung und Gewichtung der einzelnen Themenkomplexe ermöglicht.



The screenshot shows a spreadsheet interface with the following structure:

- Header:** ROSH WP 2.5: Compilation of quality assurance tools for refurbishment - using period before or after refu
- Form Fields:** Partner, Region, Date (15.11.2006)
- Table:**

Methods		regular tenant inquiry or satisfaction evaluation	monitoring of heat consumption and adjustment to heat demand	Inspection and checklists e.g. visual inspection reports or energy efficiency documents	Logged measurement e.g. temperature and moisture
<b>Heat</b>	building in general	never done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
<b>changing surfaces</b>	dwelling in general	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
<b>of</b>	indoor air quality	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
<b>building</b>	roof,wall,windows,heat bridges	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	air leak tightness	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
<b>technical system</b>	heating in general incl. chimney	never done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	heating system	done by tenant or tenant associations done by owner or housing societies always required	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	boiler	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	thermal storage	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	warm water	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	air condition	rarely done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
	shading system	never done	never or rarely done	never or rarely done	never or rarely done
- Notes:** Please note, that the answers you should pick just refer to the application of energetic quality assurance methods in your region during the construction process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how quality assurance methods are provided. With this form we would like to check out and compare the application of quality assurance methods in the different partner regions of rosh.

Darstellung der Eingabemaske – hier am Beispiel der Nutzungsphase

Die Bereiche der Untersuchung sind in allen drei Phasen (QAEU, QAEP, QAEC) wie folgt untergliedert:

- A) Wärmetauschende Hüllfläche
- B) Anlagentechnik

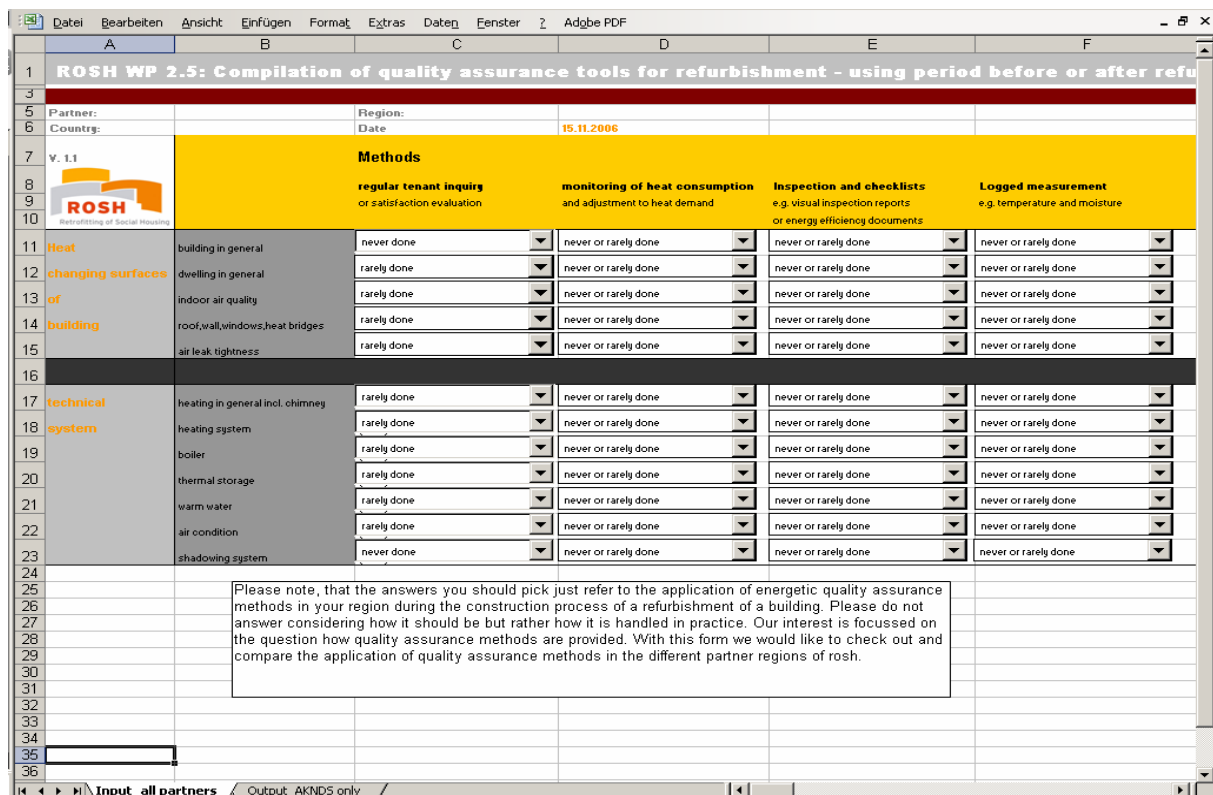
Die Unterbereiche sind unterschiedlich angelegt.

### 3.2 Untersuchung Using Period - QAEU

Die Untersuchung der Nutzungsphase ist unterteilt in die zwei Oberkategorien:

Methoden und Aufgaben (der Qualitätssicherung). Die einzelnen Kategorien sind:

- 1) Methoden:
  - regelmäßige Mieterbefragungen
  - Aufnahme und Dokumentation des Heizenergieverbrauchs
  - regelmäßige Inspektionen und Checklisten
  - Aufgezeichnete Messungen z.B. hinsichtlich Feuchte und Raumtemperatur



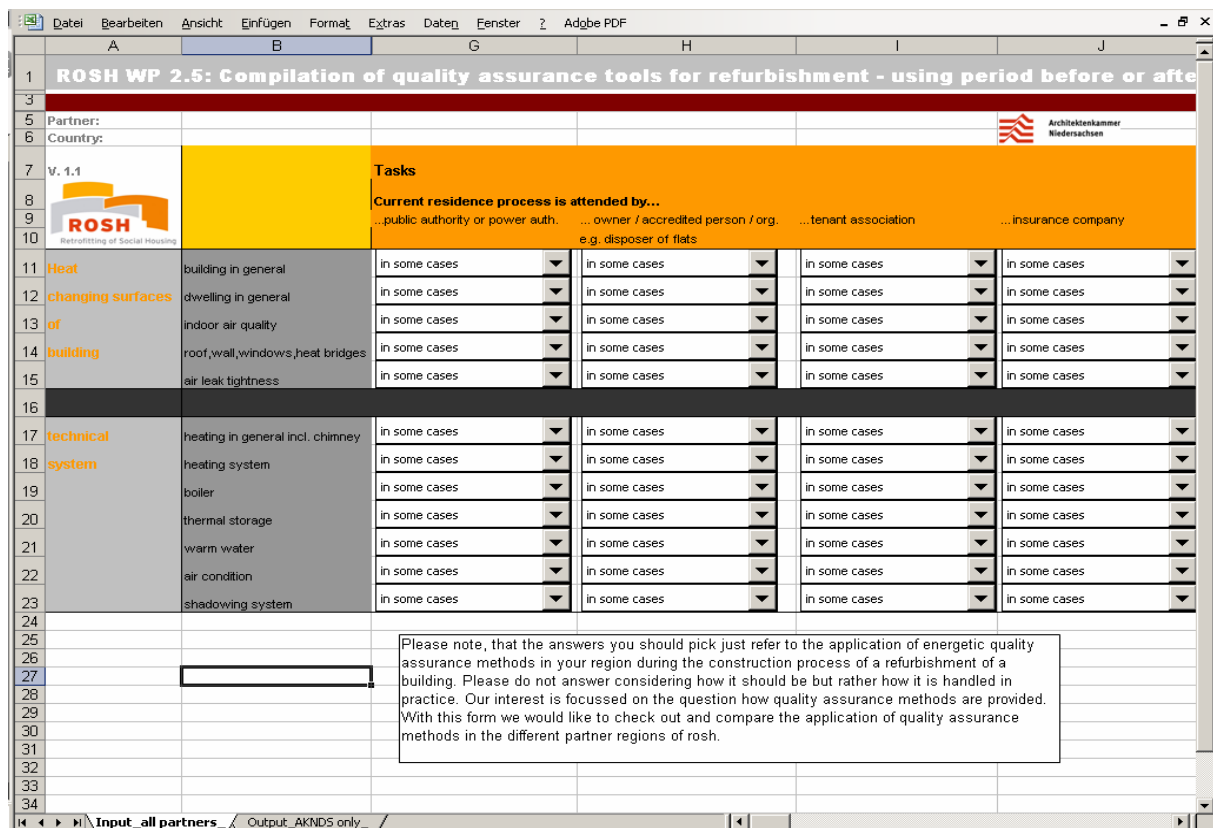
ROSH WP 2.5: Compilation of quality assurance tools for refurbishment - using period before or after refurbishment					
Partner:		Region:			
Country:		Date:		15.11.2006	
<b>Methods</b>					
		regular tenant inquiry or satisfaction evaluation	monitoring of heat consumption and adjustment to heat demand	Inspection and checklists e.g. visual inspection reports or energy efficiency documents	Logged measurement e.g. temperature and moisture
11	<b>Heat</b>	building in general	never done	never or rarely done	never or rarely done
12	<b>changing surfaces</b>	dwelling in general	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
13	<b>of</b>	indoor air quality	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
14	<b>building</b>	roof,wall,windows,heat bridges	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
15		air leak tightness	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
17	<b>technical system</b>	heating in general incl. chimney	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
18		heating system	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
19		boiler	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
20		thermal storage	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
21		warm water	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
22		air condition	rarely done	never or rarely done	never or rarely done
23		shadowing system	never done	never or rarely done	never or rarely done

Please note, that the answers you should pick just refer to the application of energetic quality assurance methods in your region during the construction process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how quality assurance methods are provided. With this form we would like to check out and compare the application of quality assurance methods in the different partner regions of rosh.

Kategorisierung QAEU:- Methoden

2) Aufgaben:

- regelmäßige Inspektionen, Prüfungen und Messungen durch Behörden oder öffentliche Institutionen
- regelmäßige Inspektionen, Prüfungen und Messungen und Beratungen durch Eigentümer bzw. deren Beauftragte
- regelmäßige Inspektionen, Prüfungen, Messungen und Beratungen durch Mieterorganisationen
- regelmäßige Inspektionen, Prüfungen, Messungen und Beratungen durch Gebäude- und Sachversicherungen



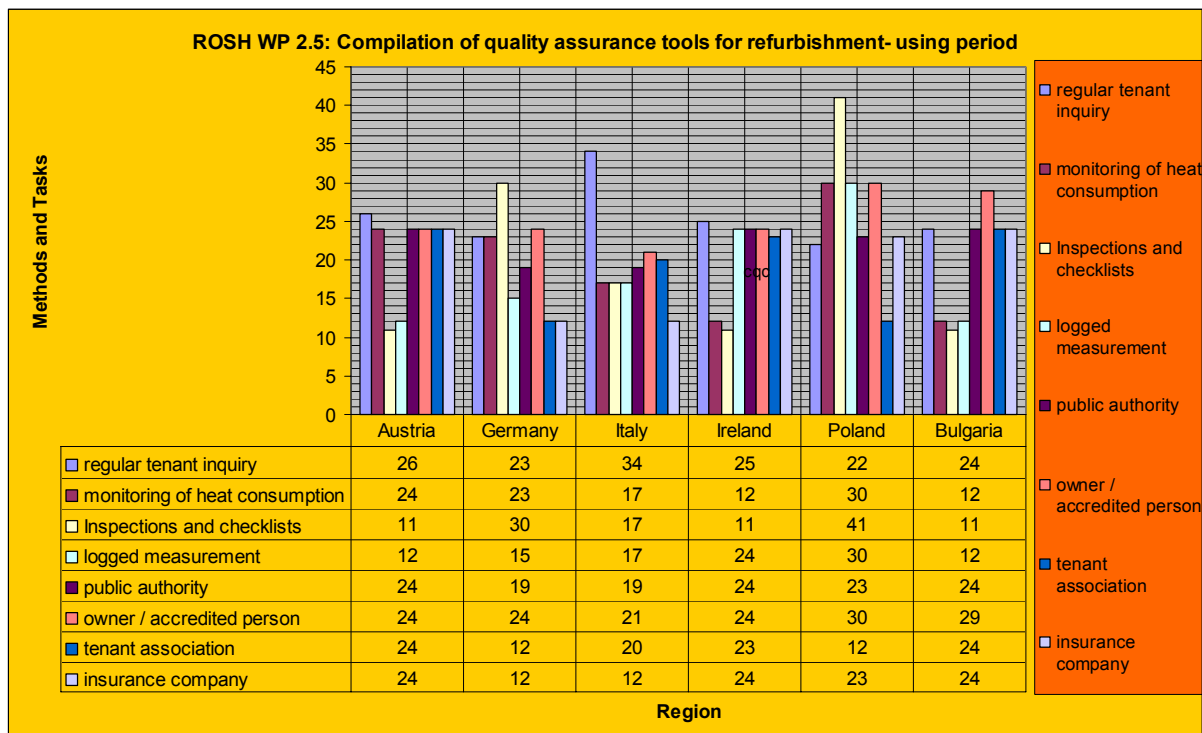
The screenshot shows a spreadsheet interface with the following content:

- Header:** ROSH WP 2.5: Compilation of quality assurance tools for refurbishment - using period before or after
- Form Fields:** Partner, Country, V. 1.1 (ROSH logo), Tasks.
- Current residence process is attended by...**
  - ...public authority or power auth.
  - ... owner / accredited person / org.
  - ...tenant association
  - ...insurance company
- Table of Tasks:**

Task	Public authority	Owner / accredited person / org.	Tenant association	Insurance company
<b>Heat</b>	building in general	in some cases	in some cases	in some cases
<b>changing surfaces</b>	dwelling in general	in some cases	in some cases	in some cases
<b>of</b>	indoor air quality	in some cases	in some cases	in some cases
<b>building</b>	roof, wall, windows, heat bridges	in some cases	in some cases	in some cases
	air leak tightness	in some cases	in some cases	in some cases
<b>technical system</b>	heating in general incl. chimney	in some cases	in some cases	in some cases
	heating system	in some cases	in some cases	in some cases
	boiler	in some cases	in some cases	in some cases
	thermal storage	in some cases	in some cases	in some cases
	warm water	in some cases	in some cases	in some cases
	air condition	in some cases	in some cases	in some cases
	shadowing system	in some cases	in some cases	in some cases
- Note:** Please note, that the answers you should pick just refer to the application of energetic quality assurance methods in your region during the construction process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how quality assurance methods are provided. With this form we would like to check out and compare the application of quality assurance methods in the different partner regions of rosh.

Kategorisierung QAEU:- Aufgaben

**QAEU – Gesamtauswertung**



QAEU:- Auswertung

**3.2.1 Using period - Methoden:**

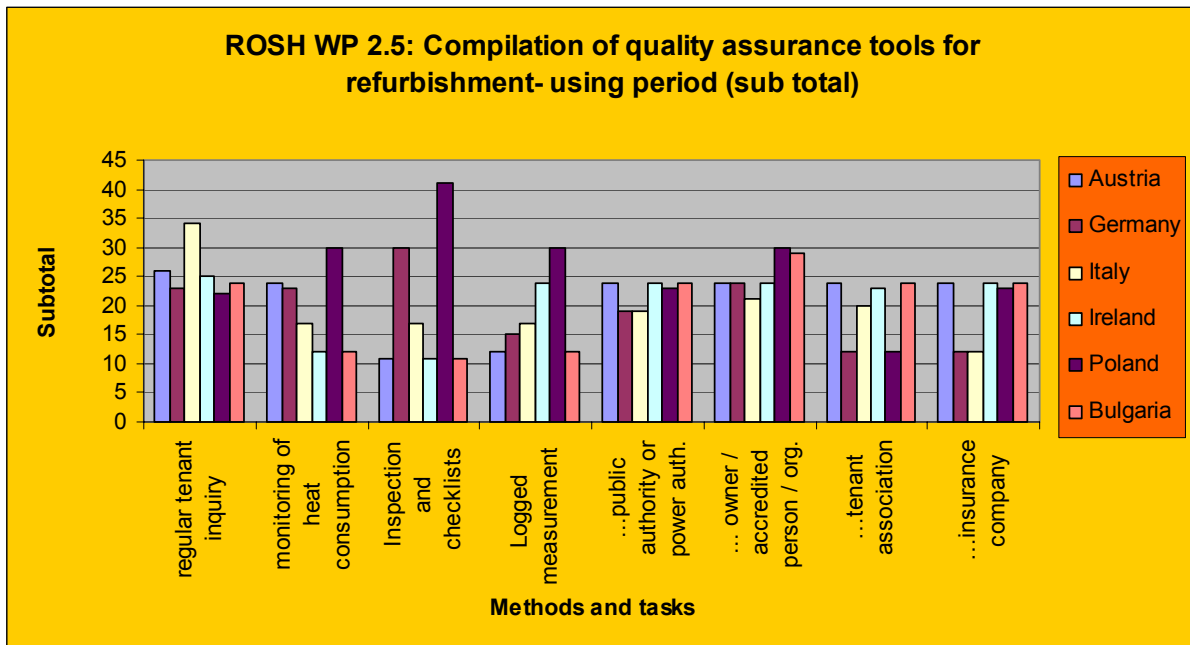
Insgesamt ist die Qualitätssicherung in der Nutzungsphase nur in eingeschränkter Form üblich. Während regelmäßige Mieterbefragungen in den meisten Partnerregionen durchaus üblich zu sein scheinen sind beispielsweise aufgezeichnete Messungen hinsichtlich Feuchte oder Raumtemperatur bis auf Polen und Irland quasi unbekannt, obwohl diese Methode sehr sichere Erkenntnisse und Hinweise hinsichtlich Wohnklima, Wohngesundheit, Bau- und Feuchteschäden sowie Heizwärmeverbrauch liefert. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass in den Ländern, in denen Messaufzeichnungen am häufigsten durchgeführt werden (Polen und Irland) Aufgaben der QAEU von Vermietern bzw. durch von Vermietern beauftragte Personen wahrgenommen werden. Überraschende Erkenntnisse lieferte die Befragung hinsichtlich der Wärmeverbrauchsmessung, diese scheint, obschon sie in der Regel als Abrechnungsindikator genutzt wird, in den Partnerregionen der Länder Irland, Italien und Bulgarien unbedeutend zu sein. Regelmässige obligatorische Inspektionen und Überwachungen vor allem im Bereich der Anlagentechnik sind offensichtlich außer in Deutschland mit dem Schornsteinfegerprotokoll nur noch in Polen üblich.

Die Gesamtbetrachtung der methodischen Ansätze zur Datenaufnahme und – Analyse für die Qualitätssicherung in der Nutzungsphase ergibt folgendes Bild: Checklisten und Mieterbefragungen liegen in der europäischen Gesamtschau mit 154 Bewertungspunkten vor der regelmäßigen Kontrolle durch Fachleute mit 121 Punkten. Erst dahinter rangiert die energetischen Verbrauchsdatenerfassung mit 118 Punkten. Die Messdatenaufzeichnung hinsichtlich Raumtemperatur und – Feuchte bildet im europäischen Gesamtrahmen das Schlusslicht mit 110 Bewertungspunkten

### 3.2.2 Using period - Aufgaben

Quantitativ betrachtet nimmt in allen involvierten Regionen die Gruppe der Eigentümer bzw. Vermieter im Bereich von QAEU die meisten Aufgaben wahr. Dies mag zum einen daran liegen, dass der Eigentümer eines Gebäudes naturgemäß starkes Interesse am sorgsamem Umgang mit und substanziellen Schutz von seinem Eigentum hat. Eine andere Ursache ist aber sicherlich auch die Tatsache, dass sich sozialer Wohnraum häufig im Eigentum der öffentlichen Hand befindet, die auch die Energielieferdienstleistung wahrnimmt und insofern auch die Energieverbrauchsaufzeichnung und – Überwachung erledigt. Die Säulen „Öffentliche Hand“ sowie „Eigentümer“ überlagern sich aus diesem Grund. Auffällig ist die starke Position von Mietervereinigungen in manchen Regionen. Hier sind besonders Österreich, Irland und Bulgarien zu nennen. In Deutschland und Polen scheinen Mieterverbände auf dem Bereich QAEU kaum eine Rolle zu spielen. Außer in Deutschland und Italien sind Gebäude- und Sachversicherungsanbieter offensichtlich auch vergleichsweise aktiv, wenn es um die Qualitätssicherung in der Nutzungsphase geht.

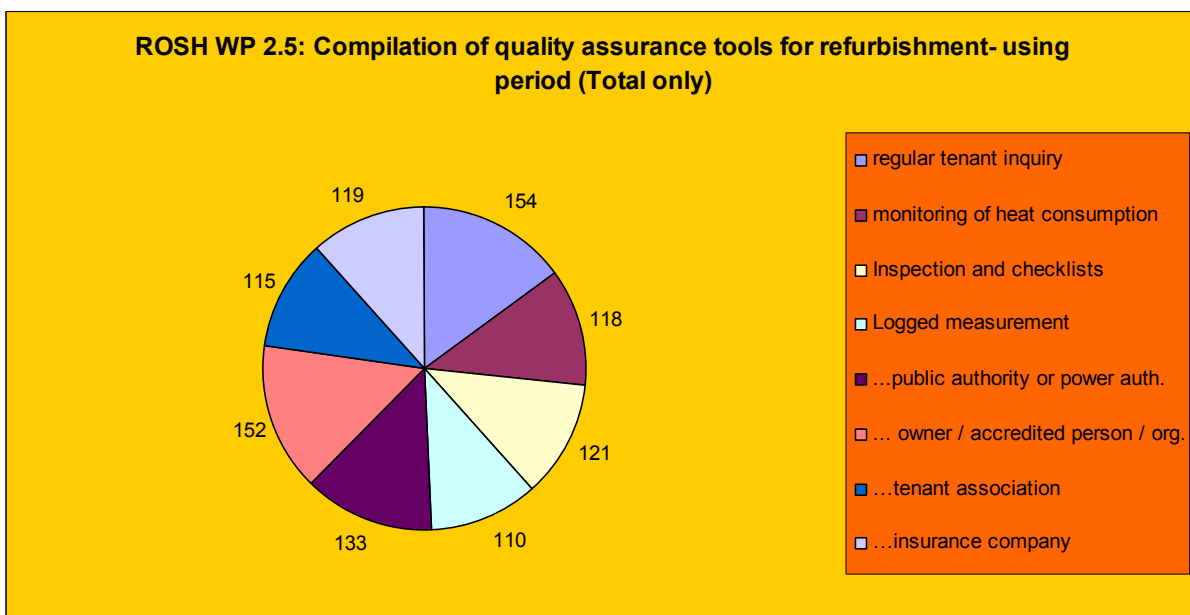
Auf europäischer Ebene betrachtet liegen bei der Aufgabenerledigung hinsichtlich der Qualitätssicherung in der Nutzungsphase die Eigentümer mit 152 Bewertungspunkten vorne, gefolgt von der öffentlichen Hand mit 133 Punkten. Die starke Bedeutung der Versicherungswirtschaft in einigen Ländern (Österreich, Irland und Bulgarien) führt diese Gruppe auf Platz 3 mit 119 Punkten. Schlusslicht bilden in diesem Zusammenhang die Mieterverbände und Vereinigungen mit 115 Punkten.



QAEU:- Auswertung nach Methoden und Aufgaben

### 3.2.3 Using- period, Zusammenfassung:

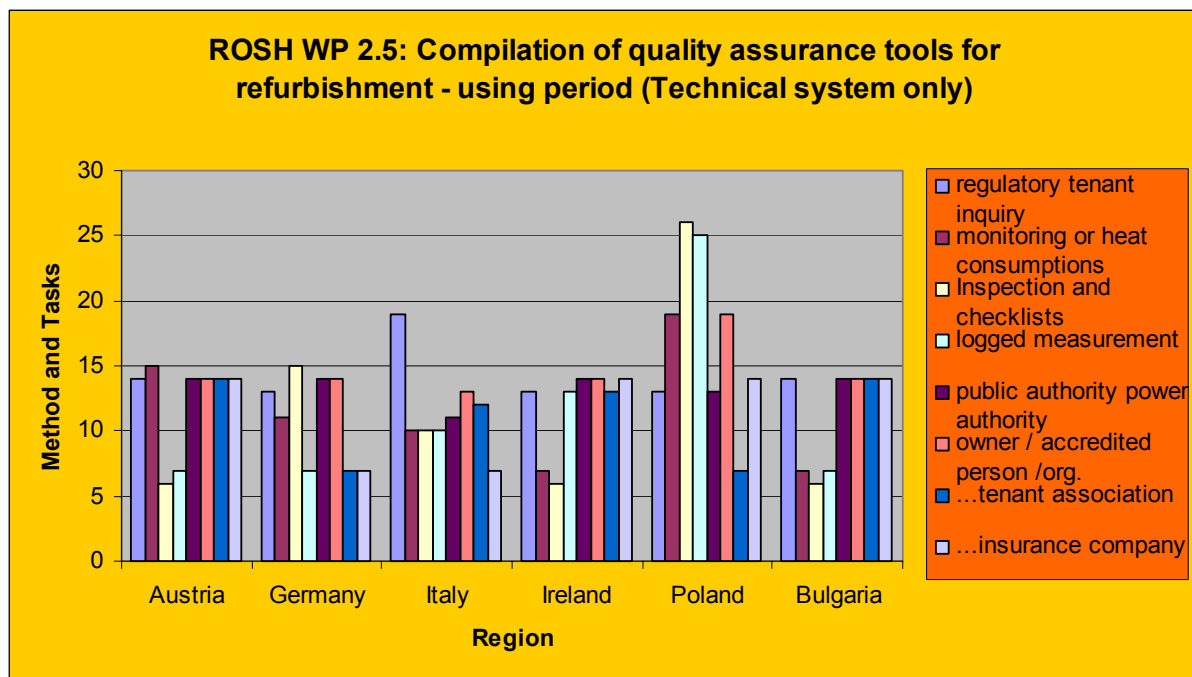
Insgesamt betrachtet ist im europäischen Vergleich im Bereich QAEU die Verteilung der Aufgaben deutlich harmonischer und gleichmäßiger als die Verbreitung und Durchführung der unterschiedlichen Methoden. Einzige Ausnahme in dieser „harmonischen“ Aufgabenverteilung ist die offensichtliche Bedeutungslosigkeit von Mieterverbänden und Versicherungsanbietern in Deutschland im Bereich von QAEU.



QAEU:- Gesamtauswertung, Verteilung Methoden und Aufgaben

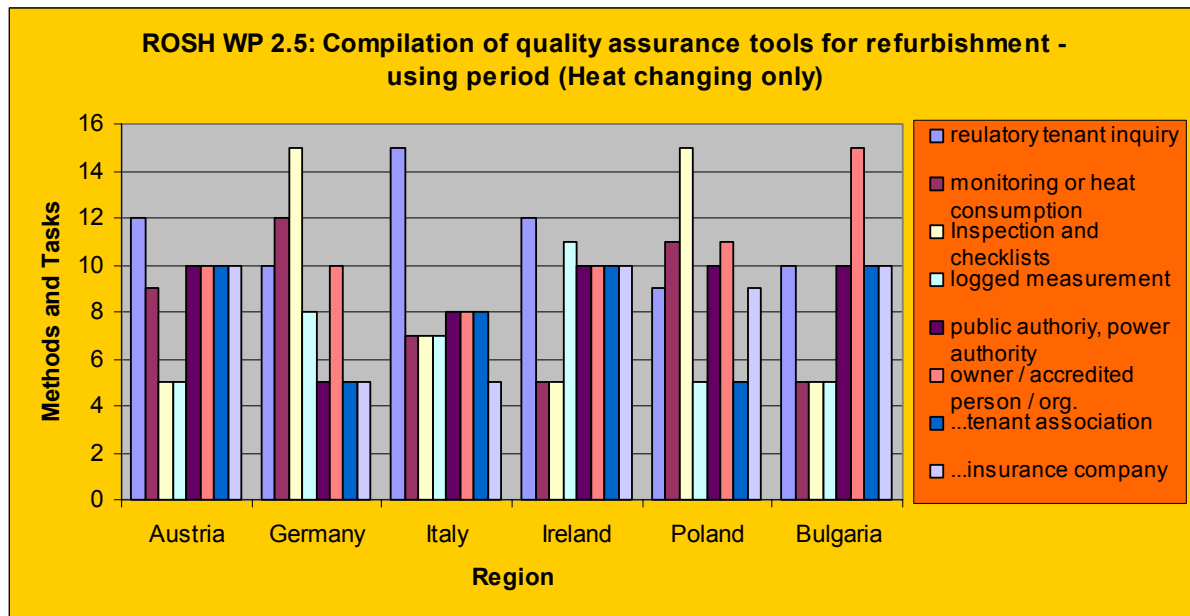
Weiterhin kann festgehalten werden, dass der Bereich Gebäudetechnik bzw. Heizanlage mit einer Spreizung von 88 (Deutschland) bis 136 (Polen) Punkten deutlich stärker im Fokus von QAEU liegt als die wärmetauschende Hüllfläche, die im Prinzip in allen Ländern einen Wert von etwa 70 erreicht.

Die Gesamtauswertung ergibt, dass die anlagentechnische Betrachtung in der Nutzungsphase mit 598 von 1022 Gesamtbewertungspunkten deutlich mehr Gewicht hat als die bauliche Betrachtung mit 424 Punkten.



QSEU:- Auswertung im Hinblick auf die Anlagentechnik

Die QAEU- Gesamtbetrachtung der einzelnen Länder untereinander ist aufgrund des Umstandes, dass die Bewertung der Fragen durch die Partner ausschließlich aus der eigenen Perspektive vorgenommen wurde, nur bedingt möglich, allerdings lassen sich Tendenzen durchaus ablesen: So hat QAEU mit insgesamt 211 Bewertungspunkten in Polen ein deutlich höheres Gewicht als in den meisten anderen Ländern, die im Schnitt etwa bei 160 Bewertungspunkten liegen.



QAEU:- Auswertung im Hinblick auf die wärmetauschende Hüllfläche

### 3.3 Planungsphase Planning state (QAEP)

Die Untersuchung der Planungsphase ist unterteilt in die zwei Oberkategorien:

Regulatory Set und (der Qualitätssicherung). Die einzelnen Kategorien sind:

#### 1) Regulatory Set:

- Regeln aufgrund von staatlichen oder kommunalen Gesetzen und Verordnungen
- Technische Regeln aufgrund von Normen und technischen Spezifikationen
- Technische Grenzwerte aufgrund von Fördermittelrichtlinien durch spezielle Bankdarlehen und Kreditvergabebestimmungen (z.B. max. U- value)
- Technische Grenzwerte aufgrund öffentlicher Förderungen

ROSH WP 2.5: Compilation of quality assurance tools for refurbishment - planning state						
Partner:		Region:				
Country:		Date:	15.11.2006			
Regulatory set						
		Regulation and limits set by... ...law / enactment e.g. by EPBD-implementation	Technical specifications set by... ...standardization e.g. by ISO/ EN / DIN	Limiting values set if... ...public subsidy scheme or a subsidised bank loan is given max. U-value or max. CO2-exhaust	Limiting values if a ...special insurance is contracted max. U-value or max. CO2-exhaust	
Heat changing surfaces of building	compactness and cubature	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	roof	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	wall	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	ground / cellar	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	window / door	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	heat bridges	existent, must sometimes be applic	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	air leak tightness	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
technical system	heating in general	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	heating system	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	boiler	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	thermal storage	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	warm water	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	air condition	not existent get, but intendet	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
	shadowing system	existent must always be applied	existent and always applied	existent and applied in general	existent, sometimes applied	
Please note, that the answers you should pick just refer to the application of regulations or limits in your region during the planing process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how regulatory quality assurance systems are provided by law, standardization or subsidy schemes. With this form we would like to check out the regulatory concentration concerning quality assurance in the different partner regions.						

## Kategorisierung QAEP:- Regulatory set

### 2.) Regulatory control:

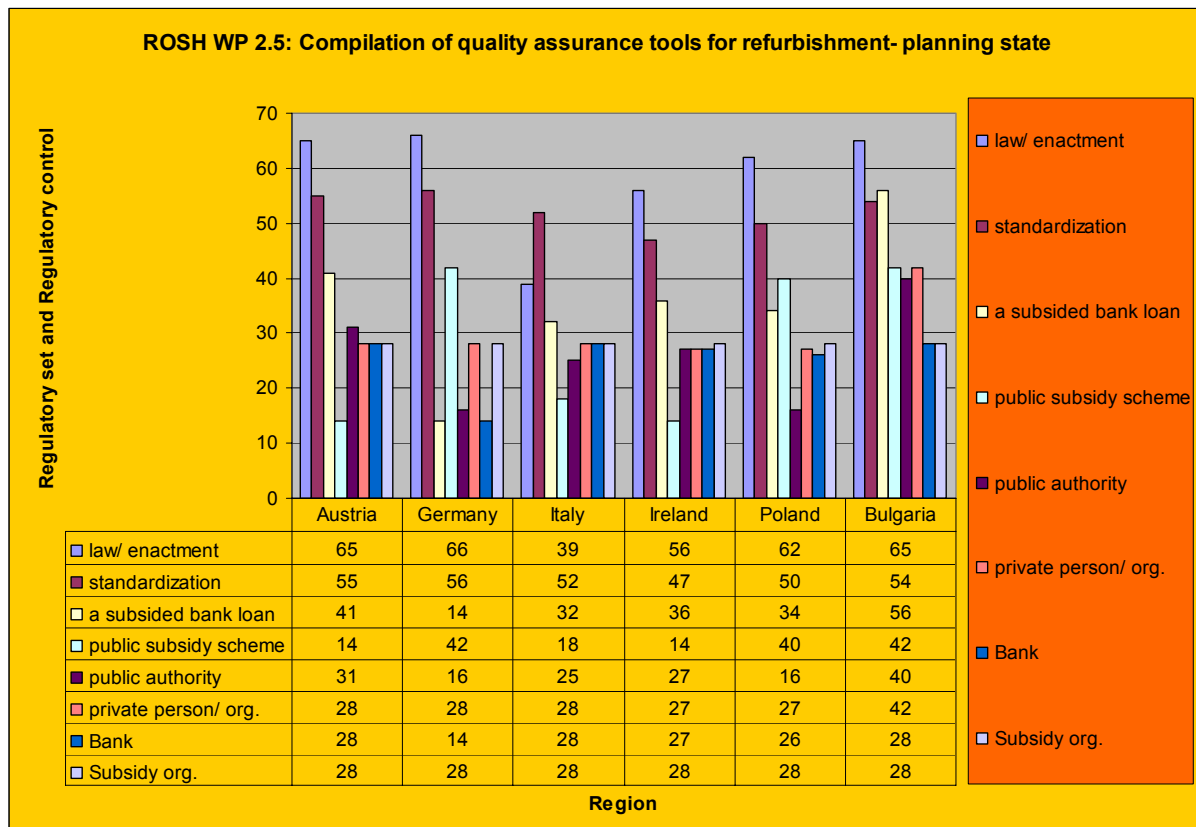
- Kontrolle erfolgt durch eine öffentliche Behörde
- Kontrolle erfolgt durch Privatpersonen
- Förderorganisation ( Bank oder Behörde / Kommune)
- Gebäude- oder Sachversicherungsorganisation

Regulatory set		Regulatory control			
After planning process: limits checked by...		...public authority		...private person / organisation	
subsidy org. if s. is given		bank, if subs. loan is given		insurance, if contract is done	
e.g. building permission		e.g. by accredited engineer		e.g. assigned technical expert	
11 Heat changing surfaces of building	compactness and cubature	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
12	roof	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
13	wall	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
14	ground / cellar	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
15	window / door	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
16	heat bridges	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
17	air leak tightness	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
19 technical system	heating in general	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
20	heating system	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
21	boiler	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
22	thermal storage	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
23	warm water	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
24	air condition	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
25	shadowing system	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases

Please note, that the answers you should pick just refer to the application of regulations or limits in your region during the planning process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how regulatory quality assurance systems are provided by law, standardization or subsidy schemes. With this form we would like to check out the regulatory concentration concerning quality assurance in the different

Kategorisierung QAEP:- Regulatory control

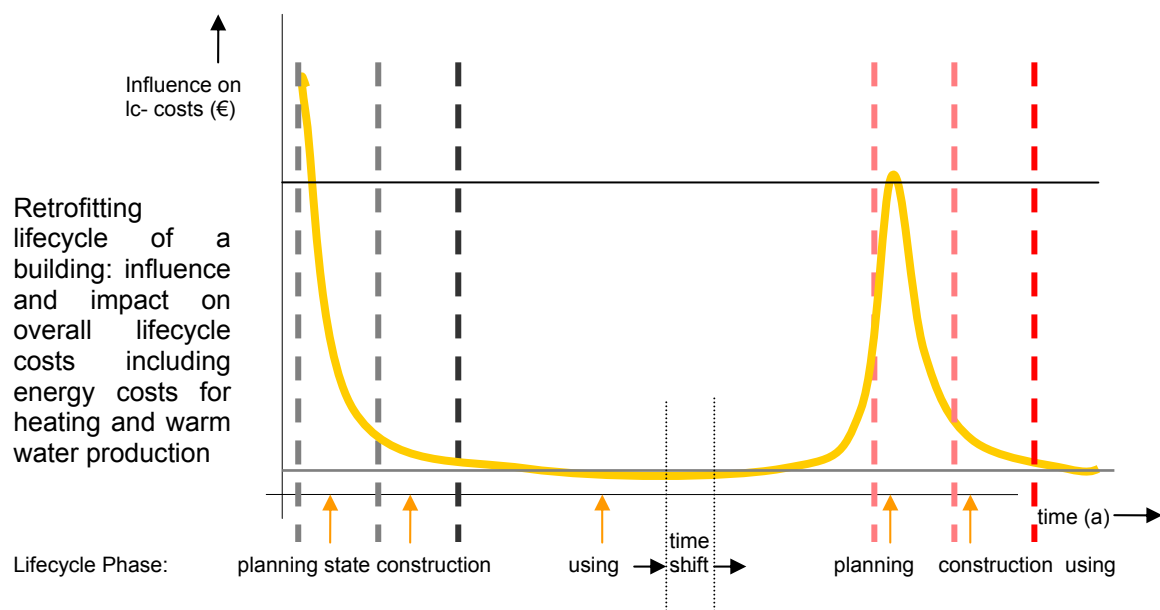
## QAEP - Gesamtauswertung



QAEP:- Auswertung

### 3.3.1 Planning state – Regulatory set

Die Planungsphase hat im Bezug auf die spätere energetische Performance eines Gebäudes enormen Einfluss. Hier werden die entscheidenden Weichen gestellt, auch im Hinblick auf die späteren Nutzungskosten. Auch im Bereich der energetischen Sanierung ist die Einflussnahme über eine entsprechend optimierte Sanierungsplanung sehr hoch.

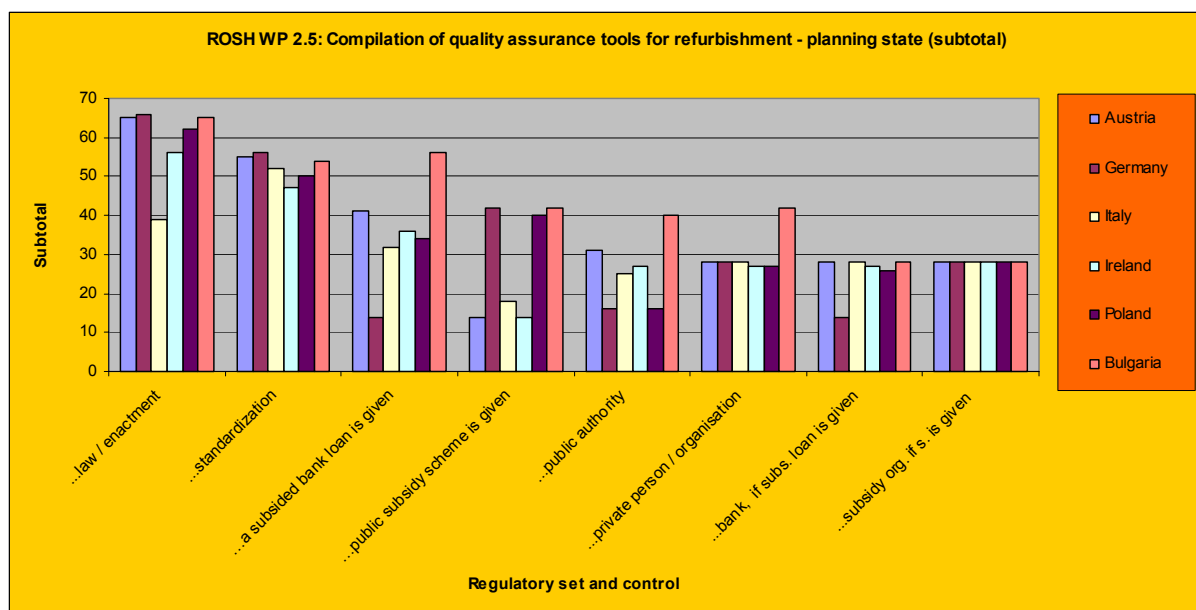


Retrofitting lifecycle of a building:

Aus diesem Grund gibt es in allen Partnerregionen eine Reihe von öffentlich rechtlichen Regelungen und privatrechtlichen Normen, die bestimmte energetische Bauteil- und Gebäudegrenzwerte festlegen und aber auch die Ermittlung dieser werte samt etwaiger Prüfmethode festschreiben. Durch die europäische EN Normung durch CEN (bspw EN 832) und die EU- Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bzw. ihrer entsprechenden nationalen Umsetzungsgesetze, -Verordnungen und -Normen ist dieses Gebiet weitgehend europäisch harmonisiert.

## WP 2.5 Quality assurance in construction works

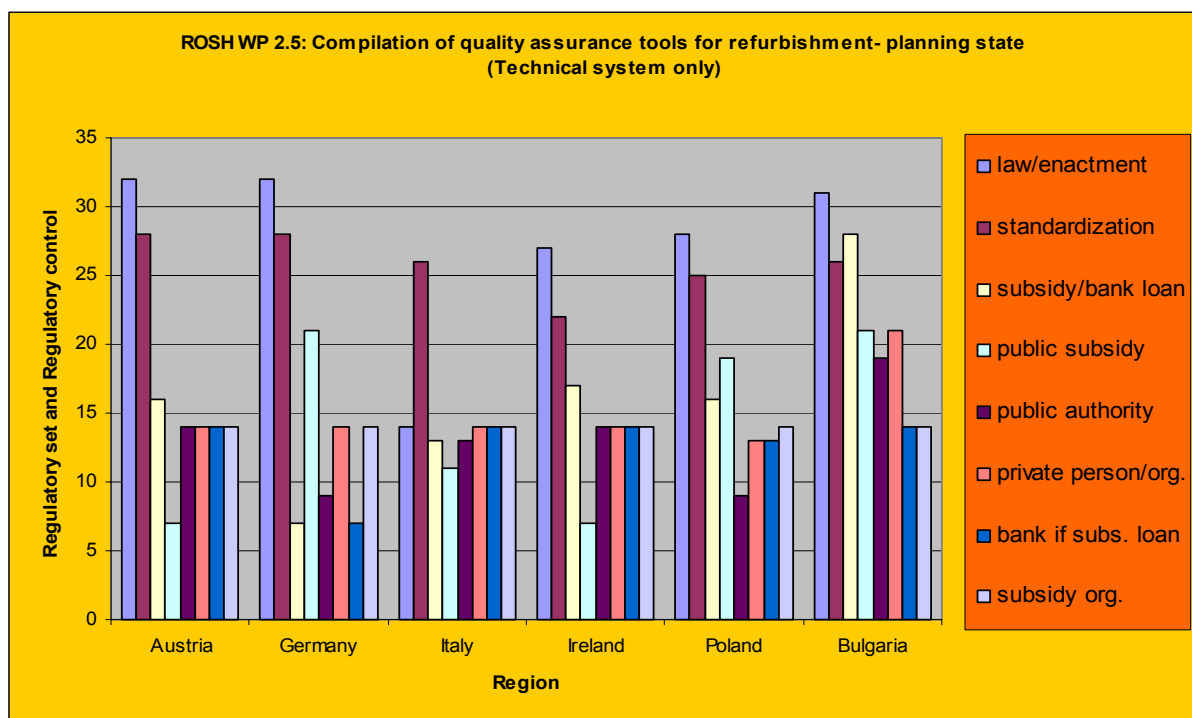
Die Untersuchung bestätigt im Prinzip dieses Bild: Die Regelungsdichte hinsichtlich der Gesetze, Verordnungen ist mit einer Ausnahme (Italien) in allen Partnerregionen bei einer Messzahl von etwa 62 und im Bereich der energetisch und baulich relevanten Normung durchweg bei etwa 52. Im Bereich der Vorschriften auf Basis von technischen Kreditvergabebestimmungen für vergünstigten Baukredite und der öffentlichen Fördermittel zeichnet die Untersuchung ein uneinheitlicheres Bild, hier sind die nationalen und regionalen Unterschiede mit einer Spreizung von 41 Bewertungspunkten im Bereich der geförderten Baukredite und 28 Punkten im Bereich der öffentlichen bzw. staatlichen Zuwendungsmittel für energetische Sanierungsmaßnahmen vergleichsweise hoch. Insgesamt betrachtet liegen mit der Ausnahme von Bulgarien in sämtlichen Partnerregionen die staatlich verordneten technischen Regeln vor den normativen Anforderungen. Die aufgrund von Kredit- und Förderbestimmungen bestehenden technischen Vorschriften bleiben weit hinter dieser Gruppe zurück. Die Spreizung liegt bei etwa 20 Bewertungspunkten. Im europäischen Gesamtüberblick liegen die staatlichen / öffentlichen Bauvorschriften zur energetischen Sanierung mit 353 und die einschlägigen Normen mit 314 Bewertungspunkten weit vor den technischen Förderkreditvergabebestimmungen mit 213 und den öffentlichen Fördermittelvorschriften zur energetischen Modernisierung mit 170 Punkten

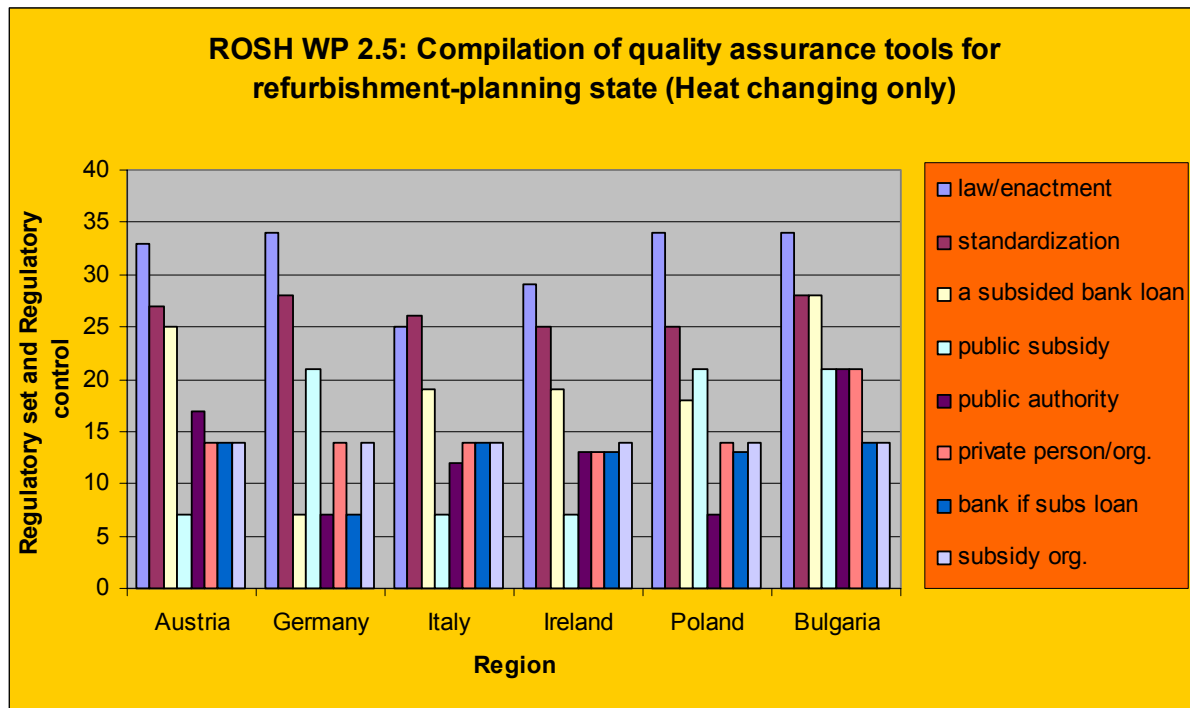


QAEP:- Auswertung nach Vorschriften / Regeln und Kontrollmechanismen

### 3.3.2 Planning state – Regulatory control

Die eingeführten Kontroll- und Regelungsmechanismen folgen im Prinzip der unter 3.1.1 beschriebenen Situation: Der öffentlich vorgeschriebene Bereich dominiert den privatwirtschaftlichen. Allerdings kann man feststellen, dass aus quantitativer Sicht die staatliche Kontrolle weit hinter den gesetzten Anforderungen aus dem staatlichen Bereich zurück bleibt. Diese Tendenz ist ausnahmslos in allen Regionen vorhanden. Die Spreizung beträgt hier in der Regel über 50%. Deutschland liegt mit 65/15 bei den gesetzlichen Vorschriften und der Überprüfung ihrer Einhaltung vorne, während in Bulgarien die Quote lediglich 65/40 beträgt. Bei der Überprüfung hinsichtlich der Kontrolle über die Verwendung energetischer Förderkredite bzw. Zuwendungsmittel ist das Regel/ Kontrollverhältnis deutlich ausgewogener als bei den staatlichen Vorschriften und bei den Normen. Besonders dort, wo die Zuschüsse und staatliche Zuwendungsmittel zur energetischen Sanierung und Modernisierung verwendet werden scheint das Interesse am ordnungsgemäßen Einsatz der Gelder durchaus vorhanden zu sein. Während die Banken bei der Verwendungskontrolle ihrer geförderten energetischen Sanierungskredite noch in allen Regionen quantitativ hinter der Vergabe zurück bleiben (es wird also nicht jeder Euro kontrolliert) ist es bei Kontrolle der staatlichen Zuwendungsmittel vor allem in Italien und Irland offensichtlich so, dass jede Maßnahme überprüft wird.



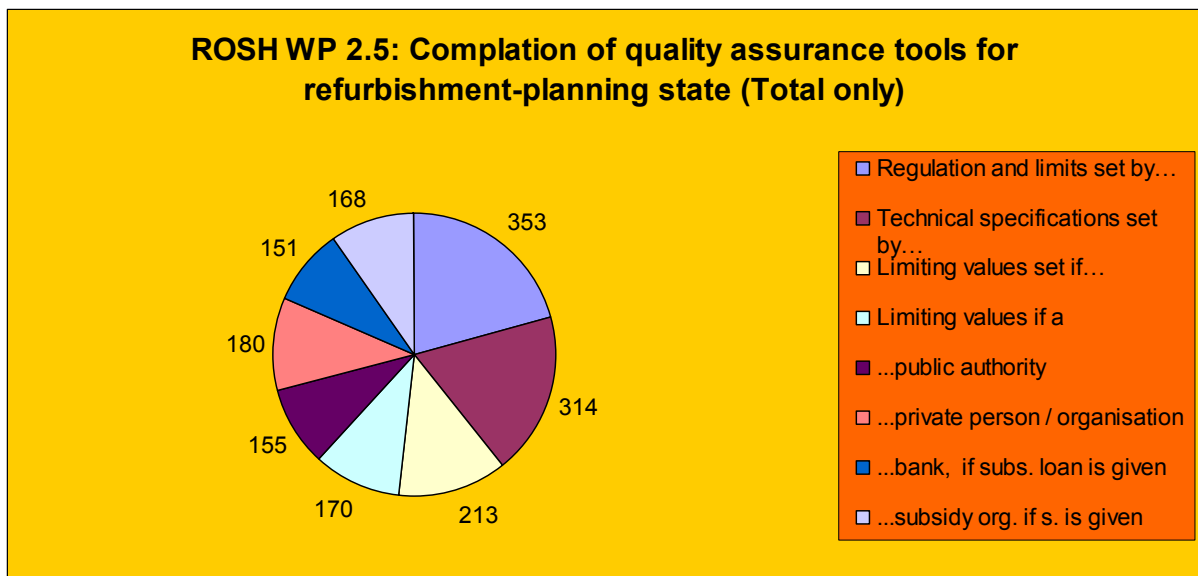


QAEP:- Auswertung nach Vorschriften / Regeln und Kontrollmechanismen hinsichtlich der wärmetauschenden Hüllfläche von Gebäuden

Die europäische Gesamtschau bietet hinsichtlich der Kontrolle über die Einhaltung energetischer Bau- und Planungsvorschriften folgendes Bild: Insgesamt ist die Lage recht ausgeglichen, die Aktivität der Akteure liegt dicht beieinander. Mit 180 Bewertungspunkten liegt die Gruppe der akkreditierten Fachleute vor der behördlichen Kontrollstellen für Zuwendungsmittel mit 168 Punkten, gefolgt von den staatlichen Baubehörden mit 155 und den Kreditinstituten mit 151 Punkten.

### Planning state – Zusammenfassung

Die Betrachtung der Qualitätssicherung in der Planungsphase liefert zwei wesentliche Erkenntnisse: Zum einen ist die Regelungsdichte in allen Regionen annähernd gleich hoch, zum anderen wird die Kontrolle über die regelkonforme Umsetzung der Maßnahmen den Eigentümern weitgehend selbst überlassen. Lediglich in Bulgarien scheint das staatliche Interesse hinsichtlich der Einhaltung energetischer Bauvorschriften im europäischen Vergleich der involvierten Partnerregionen stark ausgeprägt zu sein. **Anlagentechnik und Bautechnik halten sich in der Gesamtbewertung hinsichtlich QAEP mit 830 bzw. 874 Bewertungspunkten in etwa die Waage.**



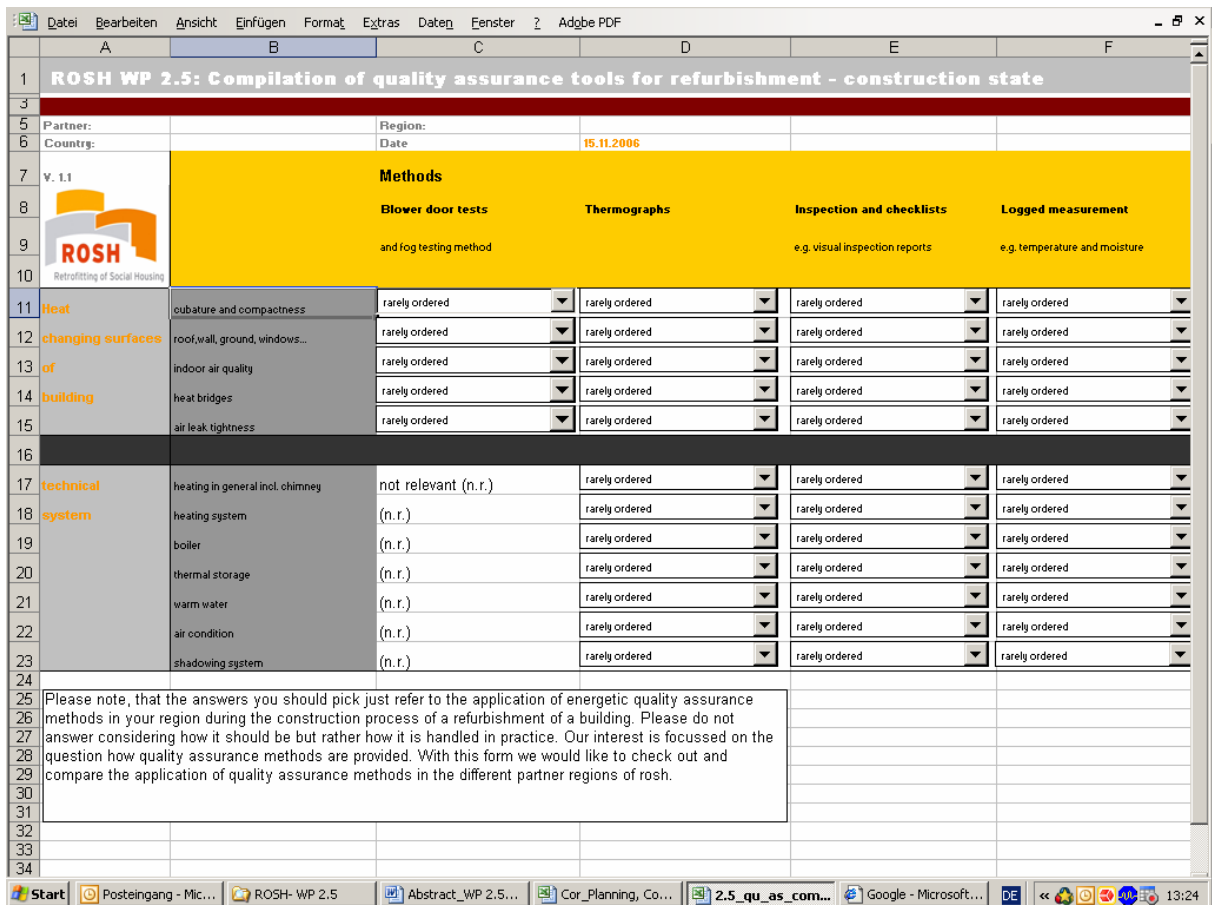
QAEP:- Gesamtauswertung nach Vorschriften / Regeln und Kontrollmechanismen

### 3.4 Construction state (QAEC)

Die Untersuchung der Ausführungsphase ist unterteilt in die zwei Oberkategorien: Methoden und Aufgaben (der Qualitätssicherung). Die einzelnen Kategorien sind:

1) Methoden:

- Luftdichtheitsmessungen („Blower door“ – tests)
- Thermografische Untersuchungen
- Inspektionen und Checklisten über die Ausführungsphase
- Messdatenaufzeichnungen

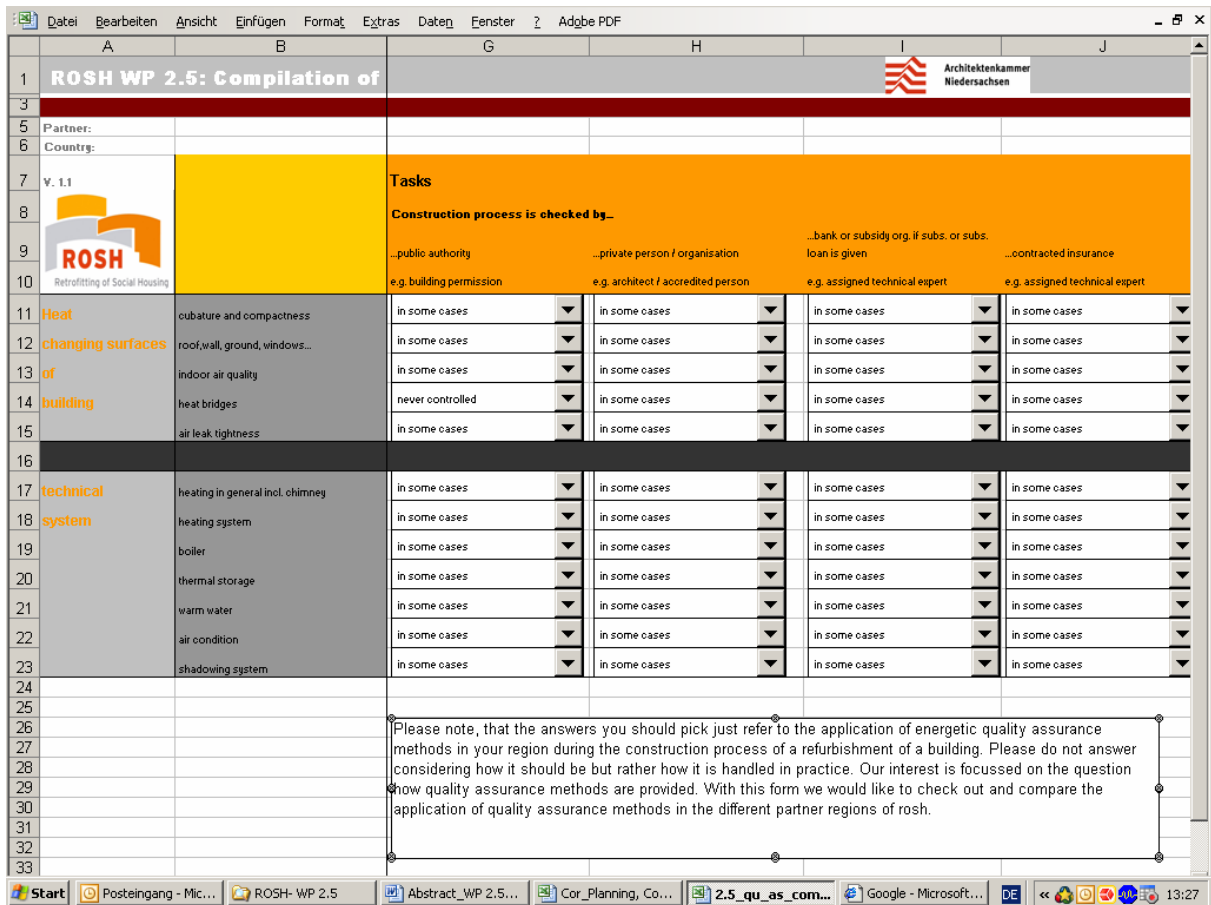


ROSH WP 2.5: Compilation of quality assurance tools for refurbishment - construction state					
Partner:		Region:			
Country:		Date		15.11.2006	
V. 1.1					
Methods					
Blower door tests		Thermographs		Inspection and checklists	
and fog testing method				e.g. visual inspection reports	
Logged measurement				e.g. temperature and moisture	
Heat	cubature and compactness	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
changing surfaces of building	roof, wall, ground, windows...	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	indoor air quality	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	heat bridges	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	air leak tightness	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
technical system	heating in general incl. chimney	not relevant (n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	heating system	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	boiler	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	thermal storage	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	warm water	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	air condition	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
	shadowing system	(n.r.)	rarely ordered	rarely ordered	rarely ordered
Please note, that the answers you should pick just refer to the application of energetic quality assurance methods in your region during the construction process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how quality assurance methods are provided. With this form we would like to check out and compare the application of quality assurance methods in the different partner regions of rosh.					

Kategorisierung QAEC:- Methoden

2.) Aufgaben:

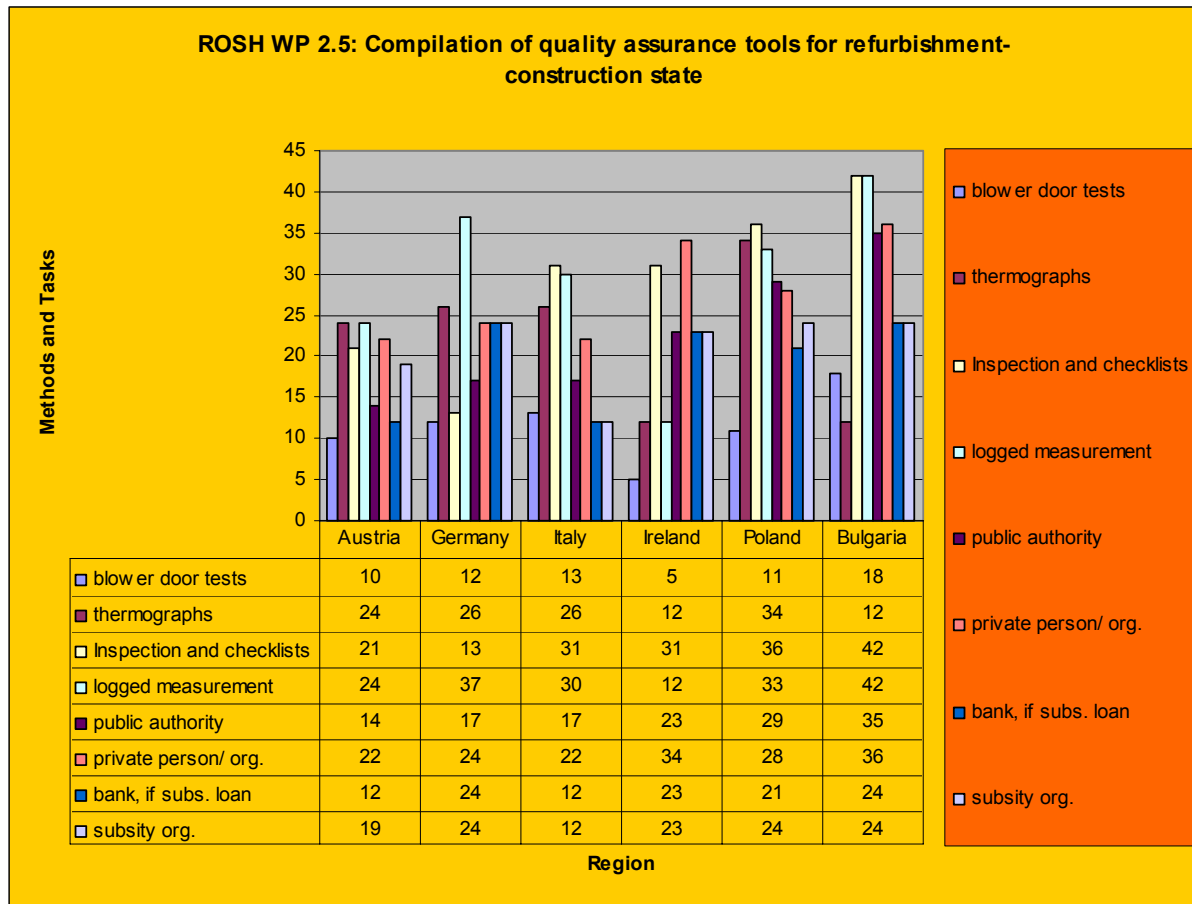
- Ausführungskontrolle erfolgt durch eine öffentliche Behörde
- Ausführungskontrolle erfolgt durch Beauftragte (z.B. Ingenieure / Architekten)
- Ausführungskontrolle erfolgt durch Förderkreditvergabeinstitution
- Ausführungskontrolle erfolgt durch Gebäude- oder Sachversicherungsanstalt



ROSH WP 2.5: Compilation of		Architektenkammer Niedersachsen			
Partner:					
Country:					
V. 1.1		<b>Tasks</b>			
		<b>Construction process is checked by...</b>			
		...public authority	...private person / organisation	...bank or subsidy org. if subs. or subs. loan is given	...contracted insurance
		e.g. building permission	e.g. architect / accredited person	e.g. assigned technical expert	e.g. assigned technical expert
<b>Heat</b>	envelope and compactness	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
<b>changing surfaces</b>	roof, wall, ground, windows...	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
<b>of</b>	indoor air quality	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
<b>building</b>	heat bridges	never controlled	in some cases	in some cases	in some cases
	air leak tightness	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
<b>technical</b>	heating in general incl. chimney	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
<b>system</b>	heating system	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
	boiler	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
	thermal storage	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
	warm water	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
	air condition	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
	shading system	in some cases	in some cases	in some cases	in some cases
		Please note, that the answers you should pick just refer to the application of energetic quality assurance methods in your region during the construction process of a refurbishment of a building. Please do not answer considering how it should be but rather how it is handled in practice. Our interest is focussed on the question how quality assurance methods are provided. With this form we would like to check out and compare the application of quality assurance methods in the different partner regions of rosh.			

Kategorisierung QAEC:- Aufgaben

**QAEC- Gesamtauswertung**



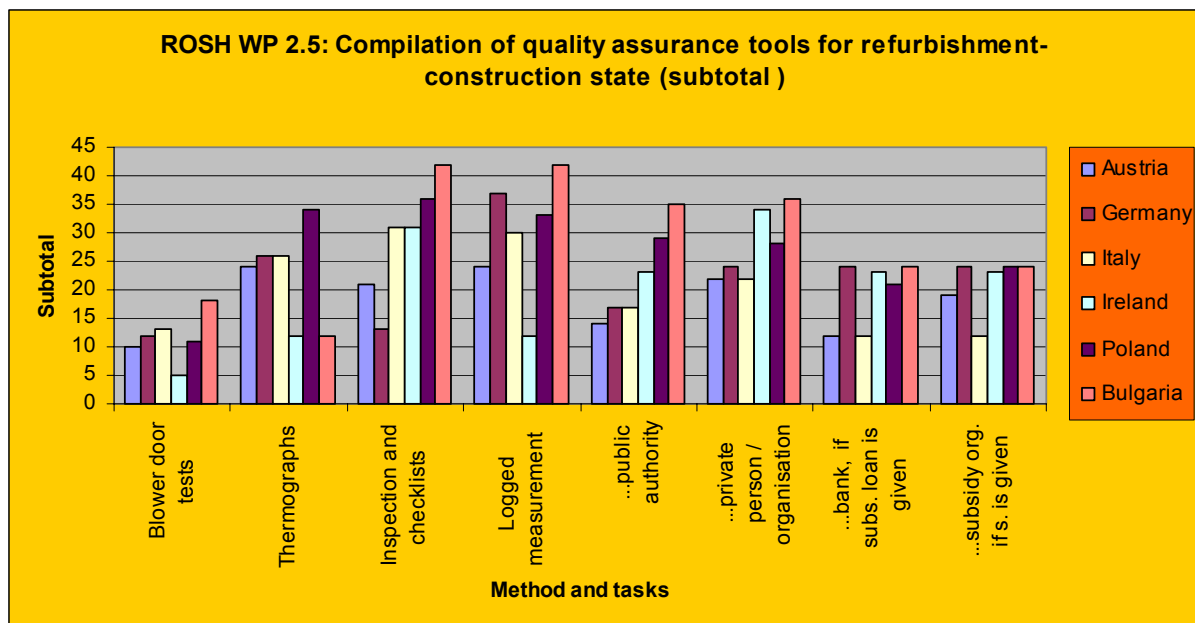
QAEC:- Auswertung

Die Qualitätssicherung in der Ausführungsphase wird in den meisten Ländern als eigentliche Qualitätssicherung verstanden. Hier wird überprüft, ob die energetische Ausführungsqualität den in der Ausschreibung bzw. Planung festgelegten Kriterien entspricht.

**3.4.1 Construction state – Methoden**

Die Methoden zur Qualitätssicherung in der Ausführungsphase(QAEC) sind je nach Untersuchungsgegenstand von unterschiedlicher Bedeutung. Luftdichtheitsprüfungen sind beispielsweise nur im Hinblick auf die wärmetauschende Hüllfläche von Interesse, während mittels Checklisten und regelmäßigen Inspektionen auch die Ausführungsqualität eines Heizungssystems überprüft werden kann. Überraschend ist die Erkenntnis, dass in allen Partnerregionen die beiden bekanntesten Qualitätssicherungsmethoden nicht die meistverwendeten sind.

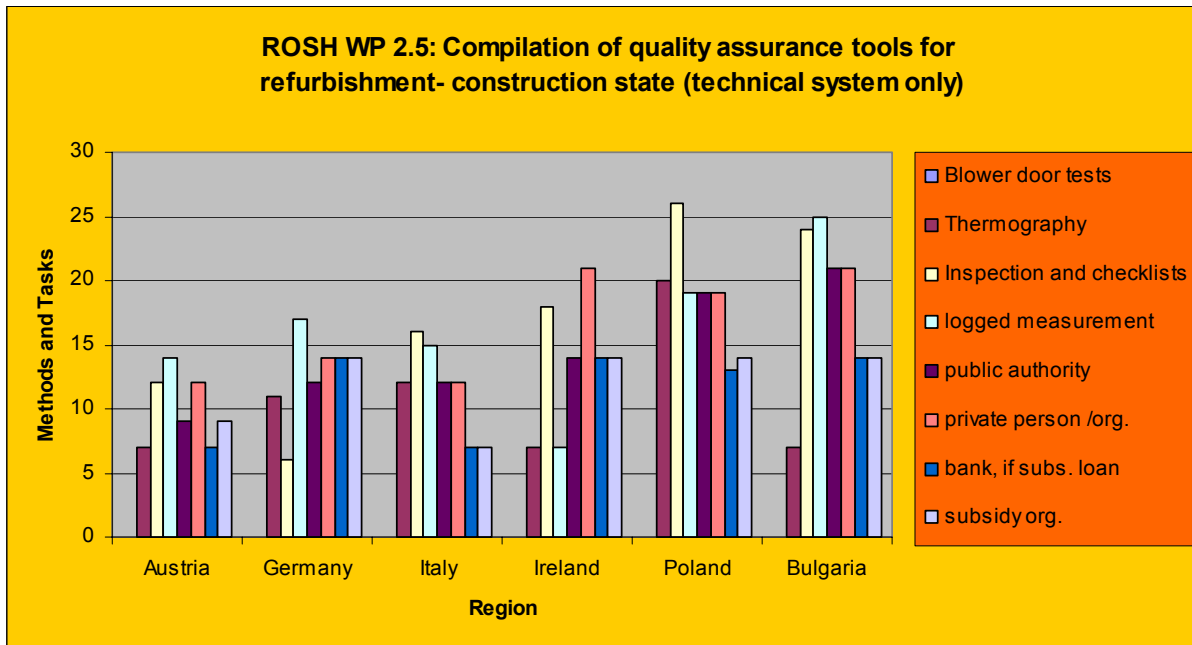
Sowohl Thermografie als auch Luftdichtheitsmessungen werden durchweg weniger als Checklisten und Messdatenaufzeichnung eingesetzt. Jede Region scheint auf dem Gebiet von QAEC seine eigene Strategie zu besitzen: Während in Polen Thermografie als meistverwendete Methode gilt, setzen Bulgarien, Irland und Italien auf Checklisten und Inspektionen. In Deutschland sind Messdatenaufzeichnungen am weitesten verbreitet, in Österreich werden Messdaten und Thermografien gleichermaßen eingesetzt.



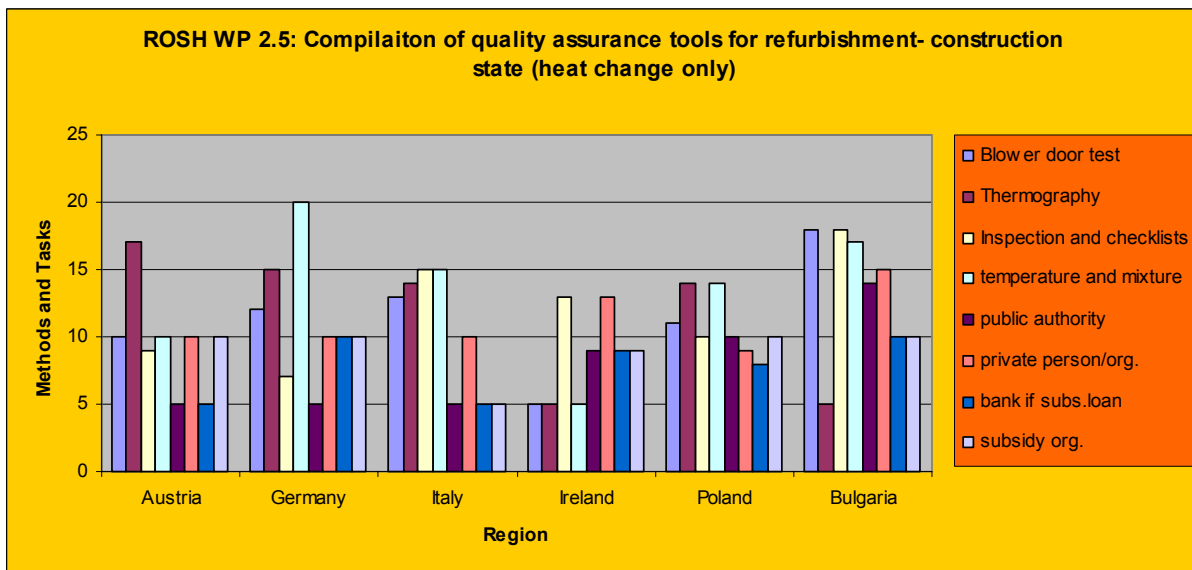
QAEC:- Auswertung nach Methoden und Aufgaben

### 3.4.2 Construction state – Aufgaben

Bei der Frage, welche Akteursgruppe in den verschiedenen Partnerregionen in der Regel die Aufgaben als Qualitätssicherungsbeauftragter in der Ausführungsphase wahrnimmt, zeichnet die Befragung ein uneinheitliches Bild. In Deutschland ist die Gruppe der Fördermittel und Förderkredite vergebenden Institutionen auf dem Gebiet von QAEC am stärksten engagiert. Diese Gruppe spielt in Italien wiederum kaum eine Rolle. Hier sind es wie in Österreich und Irland eher die privat beauftragten Organisationen, Firmen oder Personen, die Qualitätssicherungsleistungen anbieten und durchführen. In Polen und Bulgarien ist der Staat bzw. die öffentliche Hand stark in die Aufgaben und Prozesse von QAEC eingebunden. In Italien, Österreich und Deutschland ist dieser Aufgabenbereich mit 17 bzw 14 Punkten weitestgehend „entstaatlicht“.



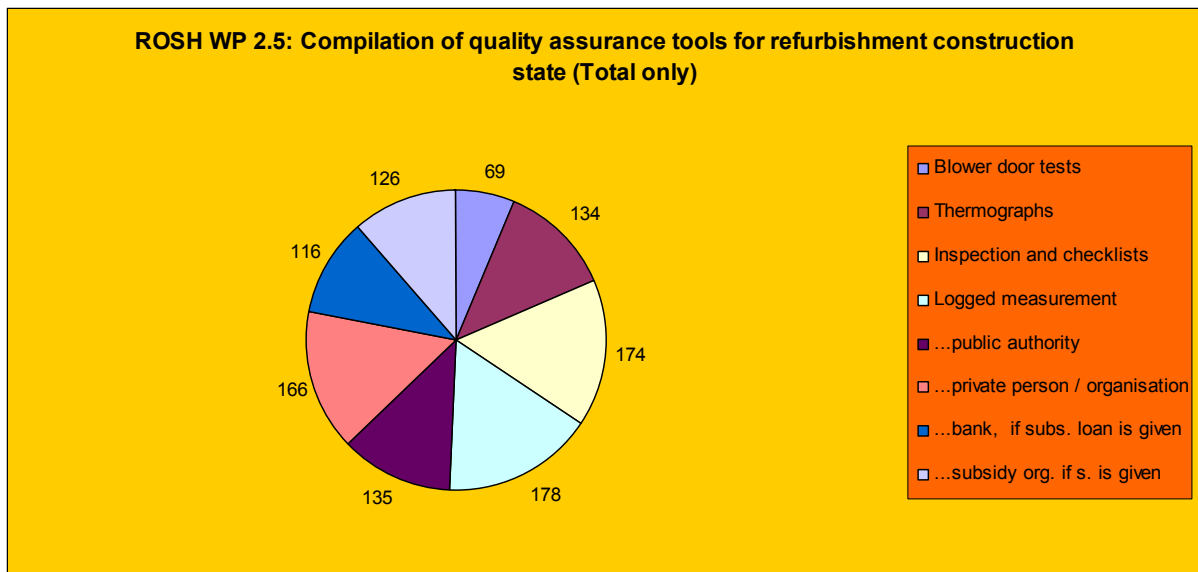
QAEC:- Auswertung hinsichtlich der Gebäude- und Anlagentechnik



QAEC:- Auswertung hinsichtlich der wärmetauschenden Hüllfläche

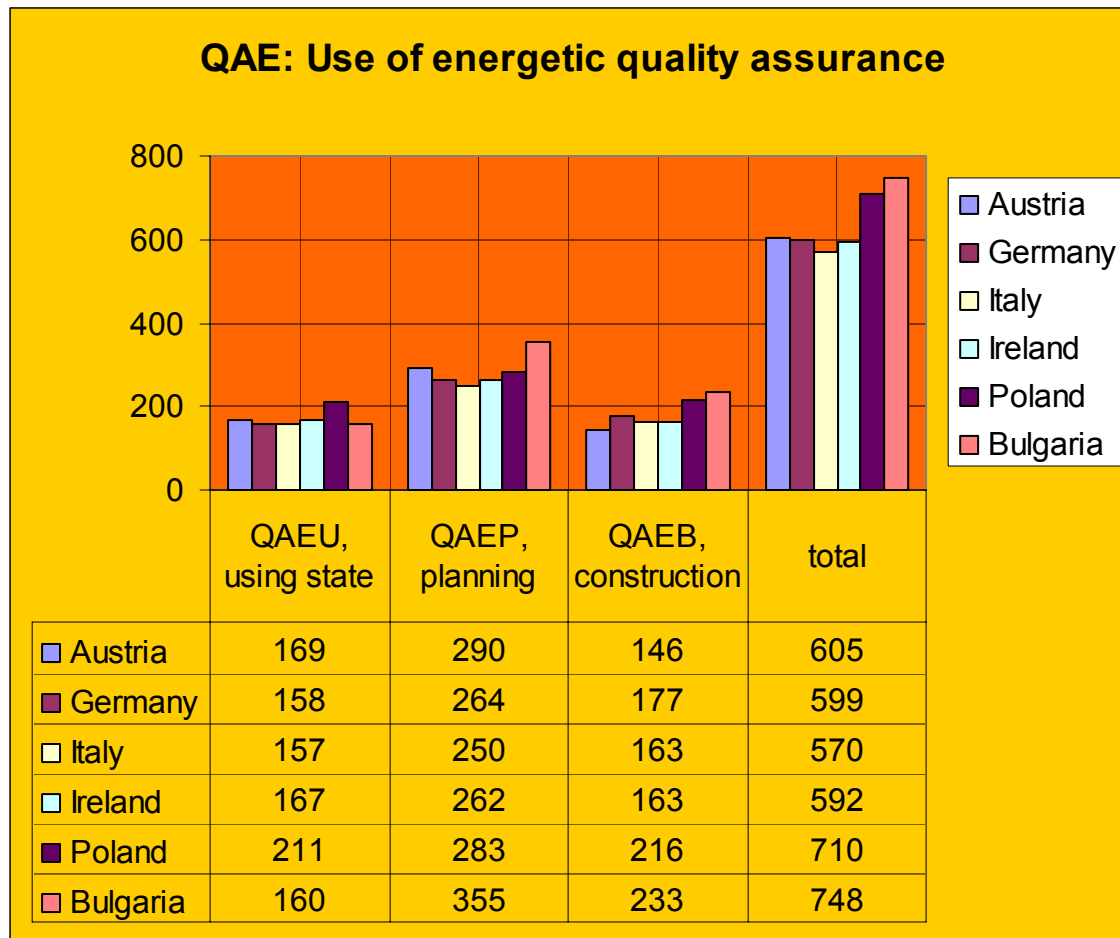
### 3.4.3 Construction state – Zusammenfassung

Insgesamt hat QAEC im Bereich der Anlagentechnik mit 590 Punkten ein höheres Gewicht als hinsichtlich der wärmetauschenden Hüllfläche mit 508 Bewertungspunkten. Am weitesten verbreitet und organisiert ist den Ergebnissen zufolge QAEC in Polen mit 211 Punkten. In allen anderen Partnerregionen hat QAEC einen in etwa gleich hohen Stellenwert von etwa 160 Bewertungspunkten.



QAEC:- Gesamtauswertung hinsichtlich der Gebäude- und Anlagentechnik

### 3.3) QAE: Auswirkungen, Empfehlungen und Fazit



QAE:- Einsatz der Qualitätssicherung im europäischen Vergleich

Der Einsatz von energetischen Qualitätssicherungsmaßnahmen (QAE) im Lebenszyklus von Gebäuden ist ein bedeutendes Instrument zur Realisierung energieeffizienter Gebäude sowohl im Neubau als auch im Bestand. In allen ROSH - Partnerregionen wird QAE in den drei Phasen Nutzung - Planung – Ausführung eingesetzt. Dabei zeigt sich, dass die Relevanz der Qualitätssicherung in der Planungsphase mit 1704 Gesamtpunkten wesentlich höher ist als in der Nutzungsphase mit 1022 Gesamtpunkten und in der Ausführungsphase mit 1098 Punkten. Die Bedeutung von QAE ist in Polen und Bulgarien mit 748 bzw. 710 Bewertungspunkten am höchsten, in den vier anderen Ländern erzielt QAE mit rund 590 Punkten in etwa die gleichen Werte.

Mit Blick auf die energetische Sanierung im sozialen Wohnungsbau bleibt festzuhalten, dass QAEU als wichtigstes Instrument zur Analyse der energetischen Istsituation und zur Aufdeckung von Einsparpotenzialen quantitativ hinter den anderen beiden zurückbleibt. In der Analyse und gezielten Beobachtung der baulichen Situation respektive ihrer tatsächlichen Nutzung liegt der Schlüssel zur Erarbeitung energieeffizienter Modernisierungsmaßnahmen. Hier besteht in fast allen Ländern ein Optimierungsbedarf. Im Bereich QAEP kann insgesamt von einer ausgewogenen Situation gesprochen werden. Durch die voranschreitende europäische Harmonisierung in der technischen Normung aber auch aufgrund der nationalen Gesetzgebung durch EU- Vorgaben ist das Regelwerk zur Planung energieeffizienter Gebäudesanierungen als ausreichend und ausgewogen zu bezeichnen. Handlungsbedarf kann im Bereich von QAEC hinsichtlich der Verwendung von Luftdichtheitsmessungen beobachtet werden. Die Befragung ergab hier starke Defizite im Einsatz dieses hocheffizienten Mittels zur Ortung und Identifizierung von energetisch- baulichen Effizienzhemmnissen im Gebäudebereich.

## 4. Anhang

### Tool description and collection of measuring methods

#### Inhalt

1. Temperaturmessung - Thermographie / Infrarot-Messung
2. Luftdichtheitsmessung
3. Checklisten und Vor Ort Inspektionen
4. Feuchtemessung und Messdatenaufzeichnung
  1. Raumfeuchte
  2. Baufeuchte / Materialfeuchte
  3. Raumtemperatur

#### 1. Temperatur-Messungen

Man unterscheidet im wesentlichen zwischen der Kontaktmessung bei der der Sensor das zu messende Objekt (Feststoff, Flüssigkeit oder Gas) berührt und der berührungslosen Messung über Infrarot.

#### **Thermography:**

Thermography is the use of an infrared imaging and measurement camera to "see" and "measure" thermal energy emitted from an object. Thermal, or infrared energy, is light that is not visible because its wavelength is too long to be detected by the human eye; it's the part of the electromagnetic spectrum that we perceive as heat. In very general terms, thermography involves detection of subsurface changes by measuring surface temperature. More accurately, structural inspection using thermography involves precise measurement of energy in the infrared band of the electromagnetic spectrum that is emitted, reflected and transmitted from the object under investigation to reveal hidden changes in structure or condition. Advanced thermal imaging systems are capable of detecting differences in surface temperature as small as 0.1 ° C and can therefore be applied to buildings and structures where temperature variations are relatively small.

*Building thermography / leakage location*

The goal of the building inspection with thermographic systems is in the most cases to get as quick as possible objective statements about the condition of the thermal insulation of buildings. In order to detect the covered, structural and architectural weak points early during the construction and to repair it immediately, an analysis of the building with modern high-resolution thermographic systems by thermographic experts is necessary. With the very clear and significant pseudo-colour visualization the evaluation of the thermal images enables the fast detection of insulation faults and avoids expensive damages and the loss of energy which will occur later.

*Benefits:*

Thermography has a role to play where information is required without damage or disruption and is particularly useful in occupied buildings and on structures of historic significance. Some examples of applications are:

*Limitations:*

Although powerful as a reconnaissance tool in the first stage of an investigation, thermography is limited by a number of technical and logistic factors:

It needs the right thermal conditions - timing of a survey is therefore often critical

It does not work on very reflective surfaces, e.g. polished metal, glazed ceramics or glass.

Surface finishes with different emissive give apparently different surface temperatures - interpretation of data from highly variable or ornate surfaces is therefore complex.

## **2. Air tightness test (Blower Door Test):**

A blower door test is used to quantify building air leakage. In general, the more data that can be gathered specific to the building (i.e. that details its unique characteristics), the more precisely the data from the blower door test can be interpreted. The point here is that accurate execution of the blower door test is the first step; the second is to gather supporting data specific to the building itself. The standard blower door test is a depressurization test. This means that air will be blown out from the building, creating a negative pressure in the building. The forces created by the blower door fan for this test (up to at least 50 Pascals) are quite powerful and will tear material from walls that is not securely fastened. If the building is not finished (i.e. test is performed during construction), then the walls, floors, and ceiling should be of a material that can withstand the negative pressure. Sheet rock and rigid foam will hold, Tyvek, poly, and aluminum vapor and air-barrier materials probably will not.

### *The benefits:*

Because the home is sealed and evenly pressurized, it's easy to find out exactly where air leaks are occurring. In most cases, it can feel air leaks with hand or see them with the use of a tissue or smoke pencil.

Blower door tests can also help identify sources of indoor air quality problems, such as carbon monoxide. The use of this process is faster, accurate, easy, certain and authentic.

### Types of blower doors test:

There are two types of blower doors: calibrated and uncalibrated. It is important that auditors use a calibrated door. This type of blower door has several gauges that measure the amount of air pulled out of the house by the fan. Uncalibrated blower doors can only locate leaks in homes. They provide no method for determining the overall tightness of a building. The calibrated blower door's data allows the auditor to quantify the amount of air leakage and the effectiveness of any air-sealing job.

### **3. Checklisten und Vor – Ort Inspektionen**

Besonders in der Nutzungs- und Ausführungsphase können Checklisten und Vor-Ort-Termine mit Sachverständigen zur Qualitätssicherung sehr hilfreich sein. Für die Nutzungsphase ist neben einer entsprechenden Mieterbefragung vor allem die Inspektion bzw. Inaugenscheinnahme der örtlichen Situation durch einen geschulten Experten/Energieberater erforderlich. Durch standardisierte Protokoll- und Checklisten sowie Fotoaufnahmen können viele energetische relevante Sachverhalte dokumentiert und zu einem Gesamtbild über die Gebäudesituation zusammengefügt werden.

In der Planungs- und Ausführungsphase sind regelmäßige Inspektionen und Begehungen unabdingbar. Hierfür wurde von target eine Leitfaden entwickelt, der gleich einer Checklistenammlung sukzessive durch die verschiedenen Stadien und Prozesse der energetischen Sanierung führt.

(Gabi...)

Beispiel?

#### **4. Raumtemperatur- und Feuchtemessung, Messdatenaufzeichnung**

Bei der Oberflächen- und Raumtemperaturmessung im Bauwesen haben sich inzwischen die berührungslos messenden Infrarotthermometer durchgesetzt. In der Regel sind diese Geräte mit einem Laserpointer zur Avisierung des Messpunktes und einer Digitalanzeige ausgestattet. Raumtemperaturaufzeichnungen können mittels digitaler Thermometer, die einen Datenlogger besitzen durchgeführt werden. Die aufgezeichneten Daten können an einen PC mittels einer RS 232- Schnittstelle übermittelt werden. Am Markt befinden sich auch sog. Hydrologger die Raumfeuchte und Temperatur nebst Taupunktanzeige etc. gleichzeitig messen und aufzeichnen. Dieses Wertepaar ist hinsichtlich der energetischen und umwelthygienischen Begutachtung zur Schimmelpilzprophylaxe von Wohn- und Schlafräumen besonders interessant. Einige dieser Geräte besitzen ein Warnsystem, dass dem Bewohner kritische Situationen anzeigt (bspw. zu hohe relative Raumlufffeuchte, zu trockene Raumluff) für Bei der Feuchtemessung unterscheidet man grundsätzlich zwischen der Messung von Raumfeuchte, die direkt durch einen Sensor erfolgt und der Messung der Materialfeuchte (z.B. Bau- oder Holzfeuchte), die über indirekte Methoden gemessen werden muss.

##### **Raumfeuchte**

Die Feuchte-Messung stellt besondere Anforderungen an den Messensor und das Messgerät. Viele der üblichen Messmethoden sind so primitiv wie ungenau, eine Langzeitstabilität lässt sich aufgrund der Veränderung des Sensors durch die Feuchtigkeit nur schwer erreichen.

##### Feuchtemessung im Überblick

Grundsätzlich lebt jede Feuchtemessung mit dem Problem, dass eine dauerhafte Messung im Bereich von über 90 - 95 % relative Feuchte zu Kondensation und damit erhöhtem Verschleiß und erhöhter Ungenauigkeit am Sensor führt. Sobald sich Wassertropfen auf der Sensor-Oberfläche bilden, kann auch ein noch so guter Sensor keine sinnvollen Ergebnisse mehr liefern. Für derartige Einstzbedingungen gibt es daher spezielle Hoch-Feuchte-Fühler, die über eine kleine Heizung die Kondensation direkt am Fühler verhindern. Ein Rechenwerk rechnet dann die Temperaturerhöhung der Heizung wieder heraus.

### **Baufeuchte / Materialfeuchte**

Bei der Baufeuchte-Messung wird vor allem die Feuchtigkeit von Materialien gemessen, die Messung von reinen Luftfeuchtigkeiten, die unter dem Punkt Feuchte-Messung bereits erklärt wurde, wird nur dann eingesetzt, wenn z.B. Feuchteschäden durch unzureichende Lüftung vermutet werden.

Grundsätzlich werden zwei verschiedene Gruppen unterschieden:

- Holz
- übrige Baumaterialien wie Zement, Estrich, Beton, Gips etc.

Da die Feuchtigkeit in den Materialien normalerweise gebunden vorliegt (einzige Ausnahme ist tiefend nasses Material, hier ist dann aber keine Messung mehr erforderlich), kann sie nicht so einfach wie die Feuchtigkeit in Luft gemessen werden. Für eine direkte Messung muss die Feuchtigkeit erst aufwendig z.B. durch Erhitzen aus dem Material ausgetrieben werden und kann dann z.B. über den Gewichtsverlust gemessen werden. Dieses Prinzip wird bei der *Darrprobe* angewendet.

Zwar ist dies die einzige Methode, die materialunabhängig funktioniert und auch ohne vorherige Referenzmessungen absolute Werte liefert, da aber hierfür Material in einen gesonderten Behälter eingebracht werden muss, ist sie nicht zerstörungsfrei. Auch der technische und zeitliche Aufwand ist sehr hoch, muss doch sichergestellt werden, dass tatsächlich sämtliche Feuchtigkeit ausgetrieben wird und die Gewichtsmessung entsprechend genau vorgenommen wird.

Eine zweite Mess-Methode wird in vielen Vorschriften und in der Handwerksordnung vorgeschlagen. Die *CM-Messung* beruht auf einer chemischen Reaktion des Materials mit Calcium-Carbid. Die Messung lässt sich relativ kostengünstig durchführen. Der von Ihr gelieferte Wert entspricht aber nicht mehr unbedingt dem tatsächlichen Feuchtigkeitsanteil im Material. Außerdem erfordert auch diese Messung, dass Materialproben entnommen werden. Sie ist also auch nicht zerstörungsfrei und kann daher nicht beliebig wiederholt werden.

Deutlich einfacher und schneller in der Handhabung und dabei weitestgehend zerstörungsfrei sind dagegen die elektronischen Messmethoden. Da eine direkte Messung der Feuchtigkeit im Material nicht möglich ist, versucht man physikalische

Veränderungen, die durch die Feuchtigkeit entstehen, zu messen

Drei Methoden mit verschiedenen Ausprägungen haben sich dabei bewährt:

- Die Leitfähigkeits- oder Widerstandsmessung
- Die Hochfrequenz- oder Dielektrizitätsmessung. Auch als Kapazitive Messmethode bezeichnet.
- Die Messung der Ausgleichsfeuchte über Absorptionsthermen

Während die *Leitfähigkeits- oder Widerstandsmessung* vor allem im Bereich der Messung in Holz sowie als Tiefenmessung im Bereich von Baumaterialien angewendet wird und die Änderung des elektrischen Widerstandes durch die Wassermoleküle berücksichtigt (mehr Wasser entspricht geringerem Widerstand bzw. höherem Leitwert), wird bei der *Hochfrequenzmessung* (auch als *Dielektrizitäts- oder Mikrowellen-Messung* oder *Kapazitive-Messung* bezeichnet) die Änderung des elektrischen Feldes zwischen Messsonde und Material gemessen. Diese Messung ist besonders einfach in der Anwendung und ermöglicht bis zu 120mm sogar eine Tiefenmessung in das Material hinein ohne das gebohrt werden muss.

Die Messwerte der elektrischen Messverfahren variieren bei allen Methoden stark entsprechend dem eingesetzten Material und der Temperatur. In keinem Fall kann ein absoluter Messwert direkt bestimmt werden, vielmehr muss der gemessene Wert durch Vergleichsmessungen z.B. mit einer trockenen Wand oder einer Materialprobe mit bekannter Feuchtigkeit in Relation gebracht werden. Teilweise werden für die wichtigsten Stoffe auch entsprechende Referenztabellen mit den Geräten mitgeliefert oder die entsprechenden Werte sind sogar bereits im Gerät hinterlegt. Durch die Streuung in der Materialzusammensetzung wird man aber nie eine hundertprozentige Genauigkeit erreichen.

Bei der 3. Methode, die in nordischen Ländern bereits seit längerem sehr erfolgreich eingesetzt wird, wird über einen dünnen Feuchtefühler die Luftfeuchtigkeit in einem Bohrloch im Material gemessen. Obwohl diese Luftfeuchtigkeit im Material nicht der Materialfeuchte entspricht, ist sie doch über eine eindeutige Beziehung, der Absorptionstherme, mit der Materialfeuchte gekoppelt.

Bisher scheiterte dieses Messverfahren daran, das die materialspezifischen Absorptionsthermen kompliziert zu handhaben und teilweise auch nicht verfügbar waren.



## WP 2.5 Quality assurance in construction works

Kapitel 4.zum Teil mit freundlicher Genehmigung von:

Ralph Rulle

Hochvogelstr. 4a

86807 Buchloe