

7. Nationale Photovoltaik Tagung
8. November 2007

Aktuelle und zukünftige Betriebs- und Unterhaltskosten von PV-Anlagen

Peter Toggweiler, Sandra Stettler, Sebastian Reich

INHALT

- 1.) Projekthintergrund
- 2.) Vorgehensweise im Projekt
- 3.) Projektziele
- 4.) Betriebskostenstudie
- 5.) Zufriedenheitsbefragung
- 6.) Expertengespräche
- 7.) Elemente der Betriebskosten und Einsparungen
- 8.) Zusammenfassung

1.) Projekthintergrund

Finanzierung:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Ausführung:



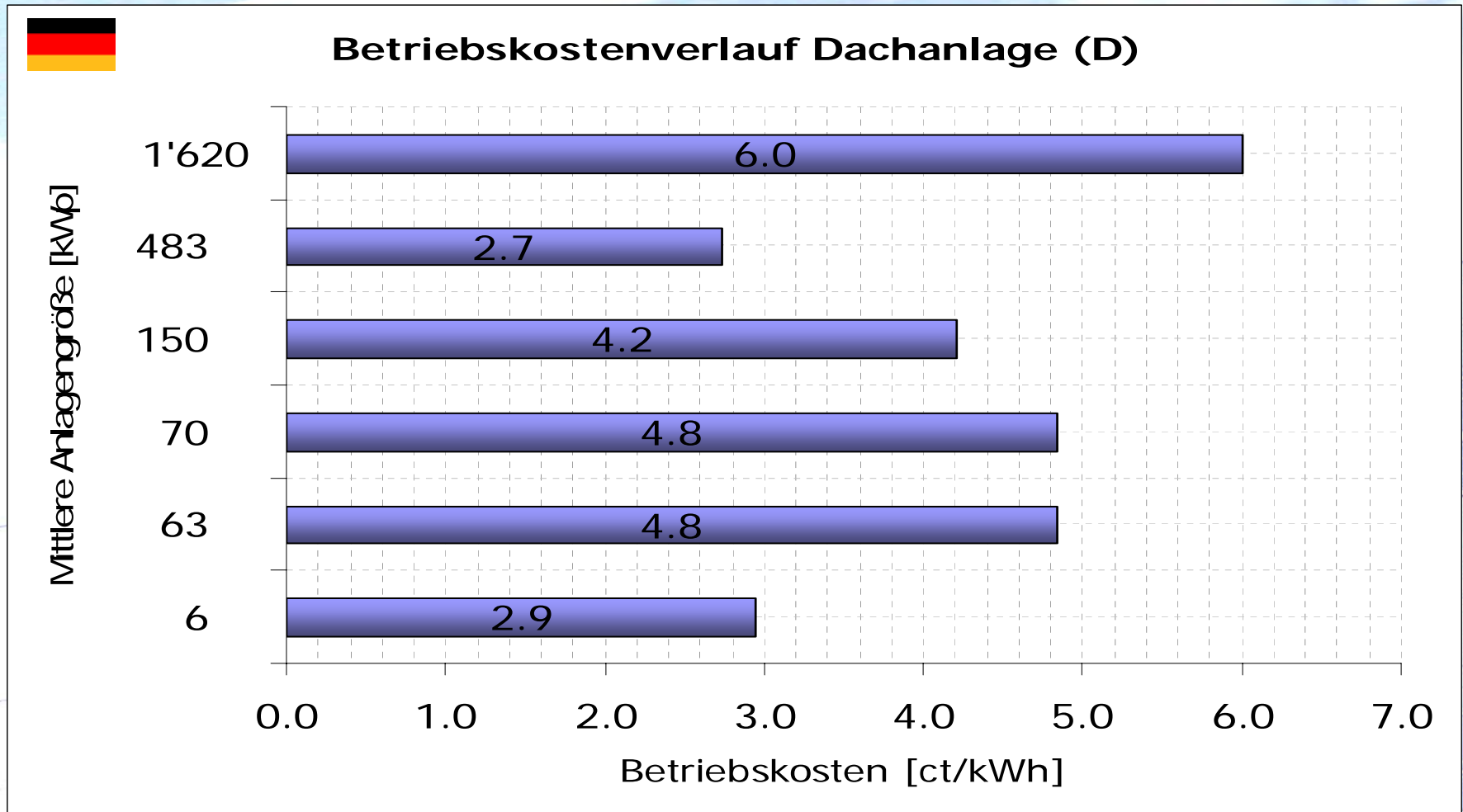
2.) Vorgehensweise

- **Daten sammeln:**
 - Fragebogen in DE und CH
 - Expertengespräche
 - Umfrage BFE
 - Literatur auswerten
- **Auswertung**
 - Analyse der Daten
 - Präsentation und Diskussion am Workshop
 - Ergebnisse erarbeiten
- **Publikation**
 - Bericht
 - Beiträge an Fachveranstaltungen

3.) Zielsetzungen

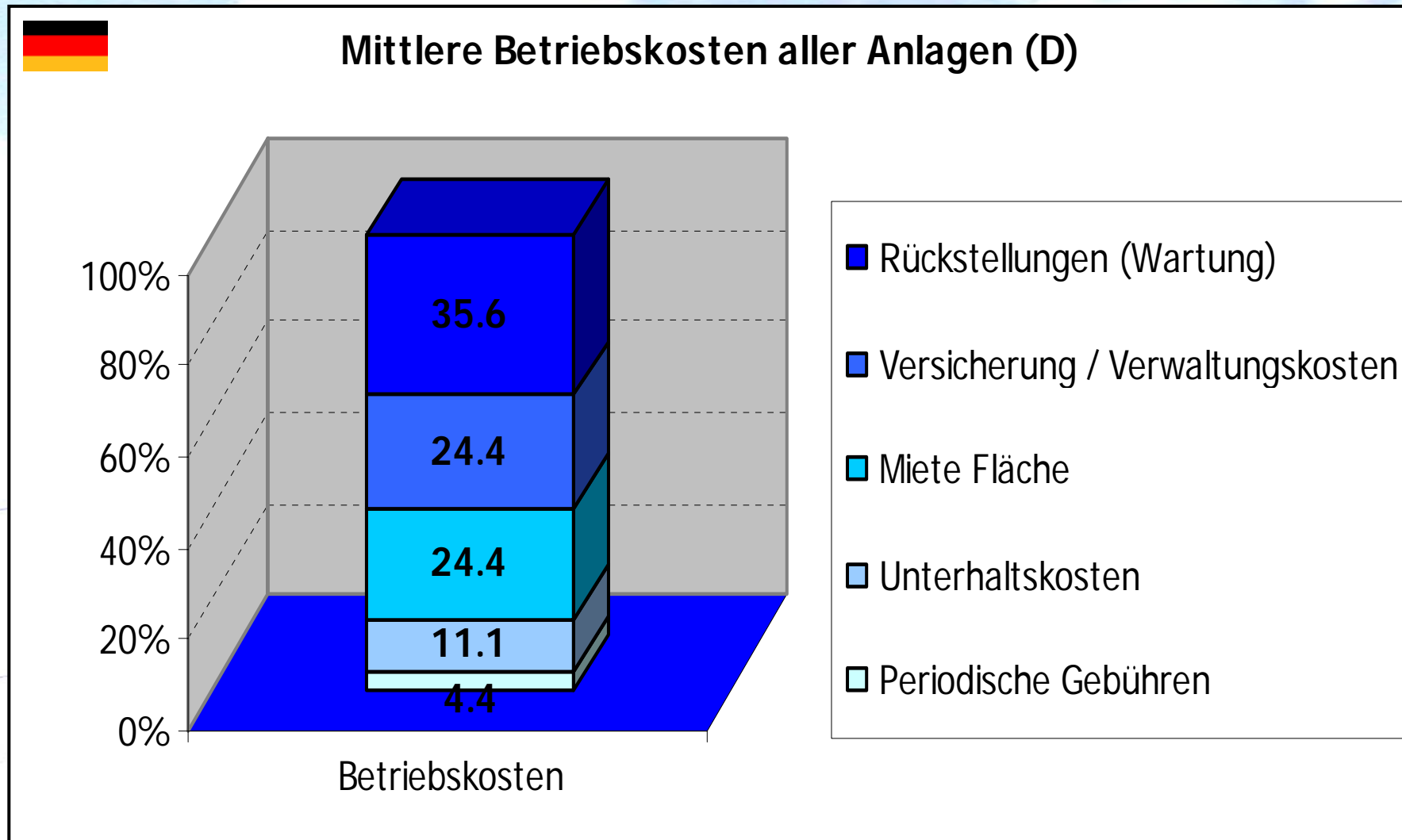
- Detaillierte Übersicht der B&U Kosten, Ursachen und Zusammenhänge
- BUK -Anteil am Gesamtpreis und wirtschaftliche Folgen bezogen auf Anlagentyp und Standort
- Lösungsvorschläge zur Reduktion der B&U-Kosten
- Evaluation der Lösungsvorschläge mit den Nutzern und weiteren Experten
- Publikation der Ergebnisse
- ~~Anstatt 16 Rp/kWh neu ??? Rp/kWh~~

4.) Betriebskosten Dachanlagen: Gestaffelt nach Anlagengröße

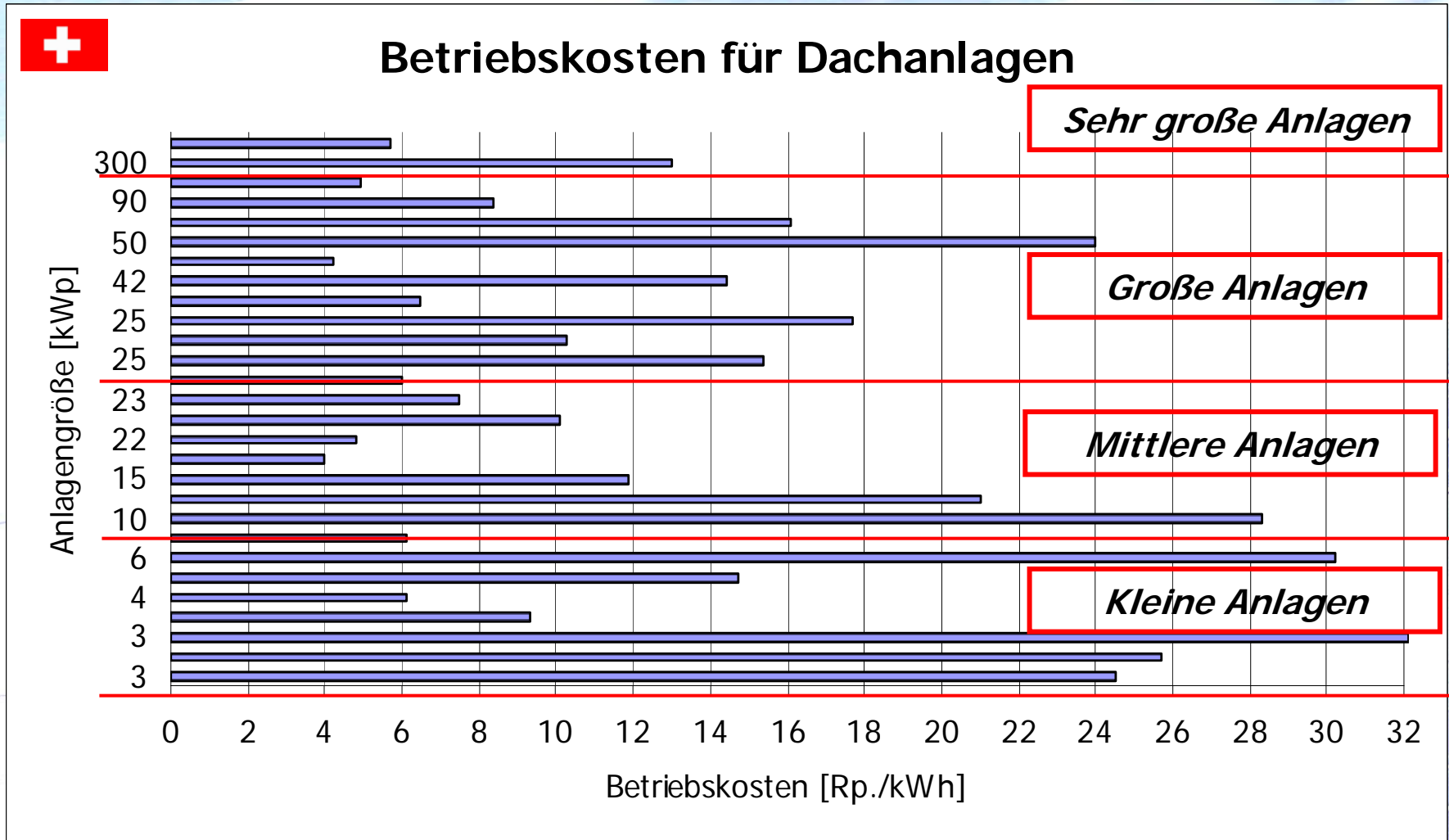


Annahme: 950 kWh/Jahr

4.) Prozentuale Aufteilung der Kostengruppen

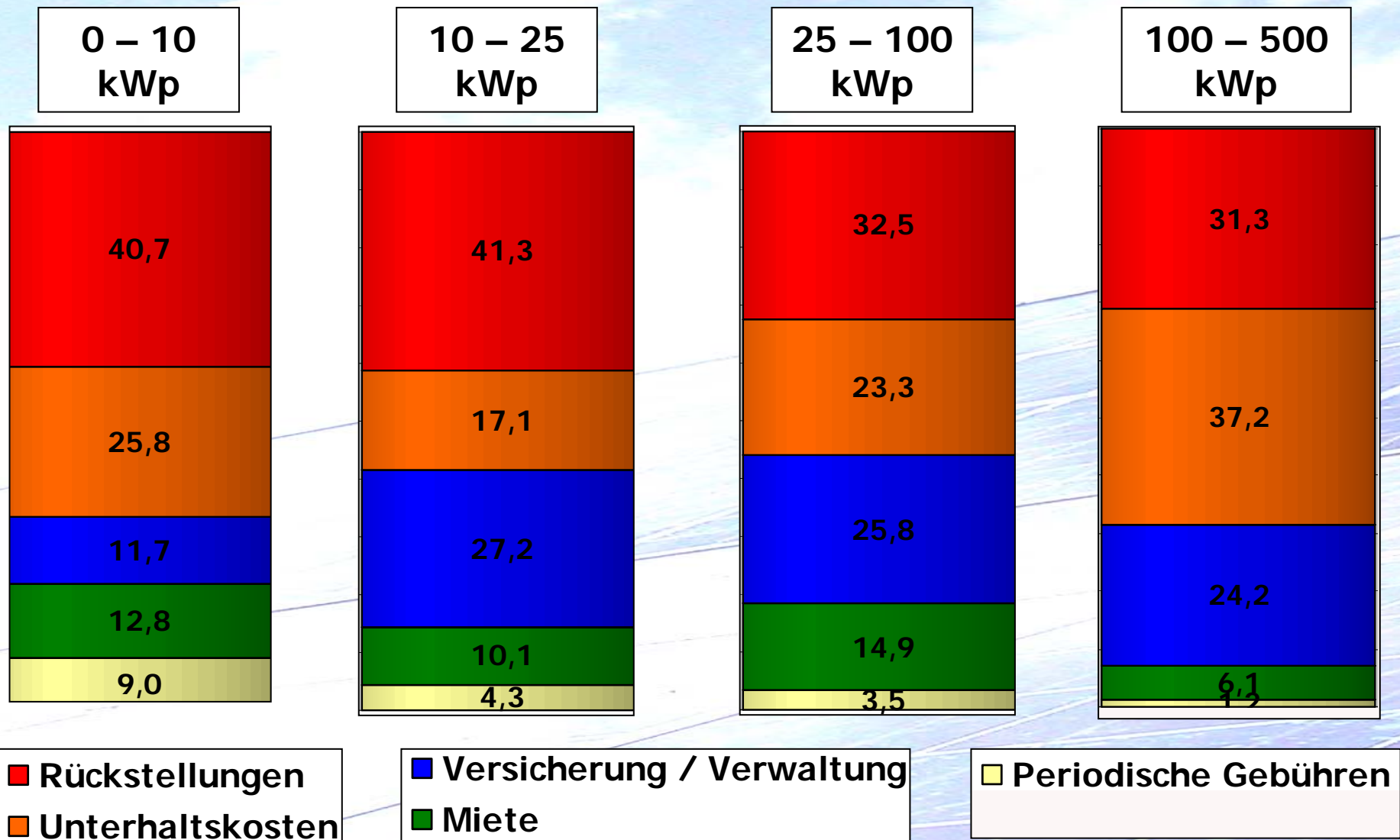


4.) Betriebskosten Dachanlagen: Gestaffelt nach Anlagengröße



0-10 kWp = Klein / 10-25 kWp = Mittel / 25-100 kWp = Groß / ≥ 100 kWp = Sehr groß

4.) Prozentuale Aufteilung der Kostengruppen

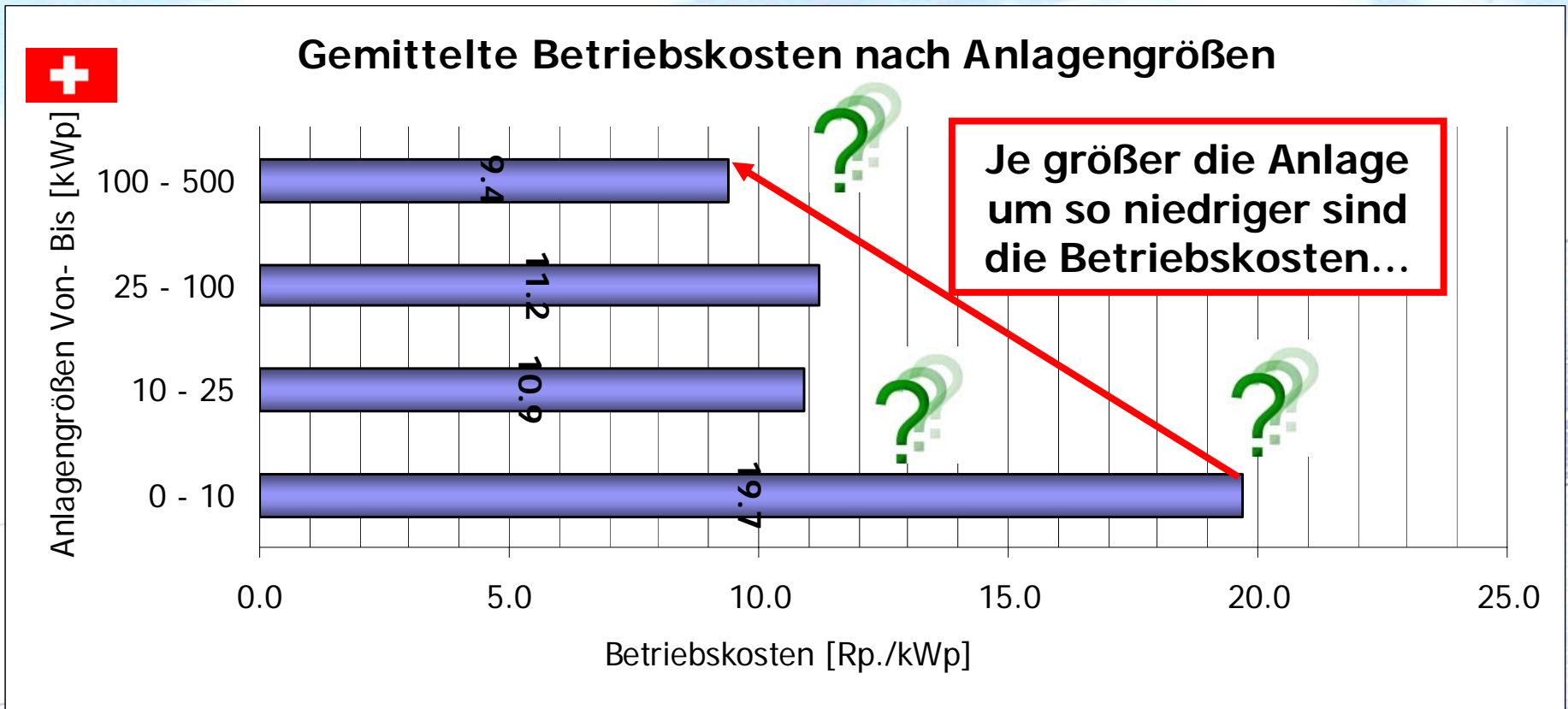


 Rückstellungen
 Unterhaltskosten

 Versicherung / Verwaltung
 Miete

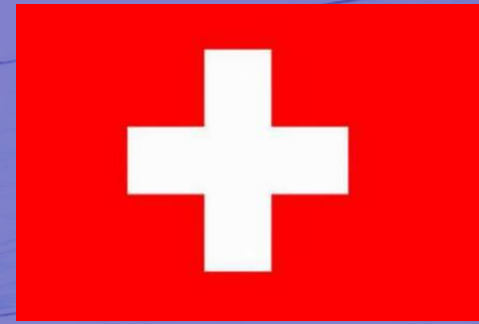
 Periodische Gebühren

4.) Gemittelte Betriebskosten nach Anlagengrößen verteilt

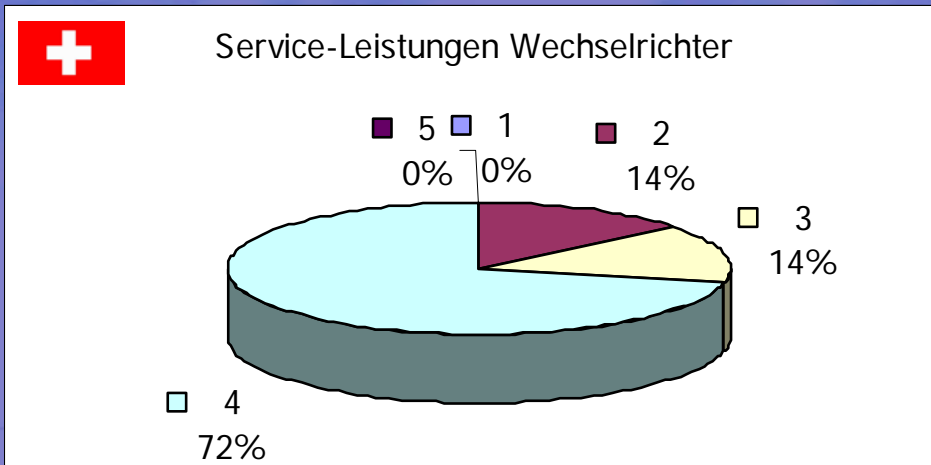
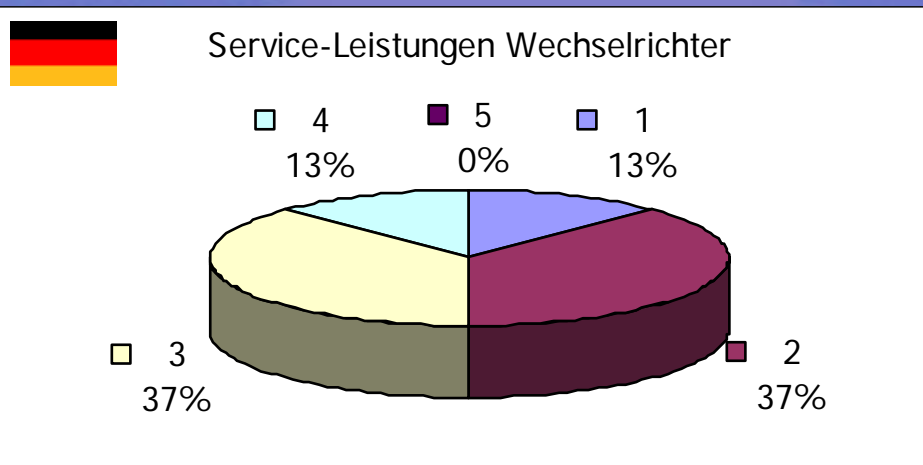







5.) Zufriedenheitsbefragung

Befragung bezüglich Komponenten, Planung, Betrieb und Bau im Ländervergleich Deutschland / Schweiz



5.) Komponenten: Service-Leistungen Wechselrichter

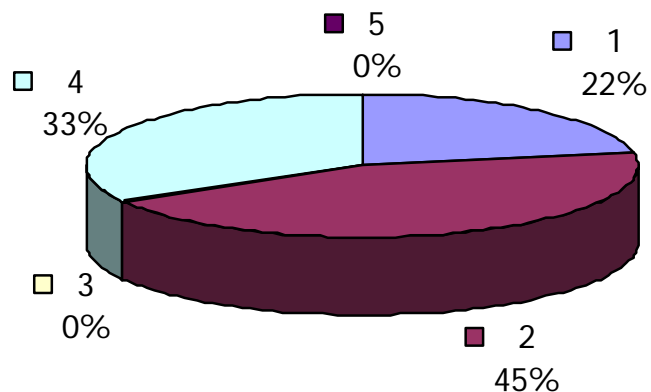


-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

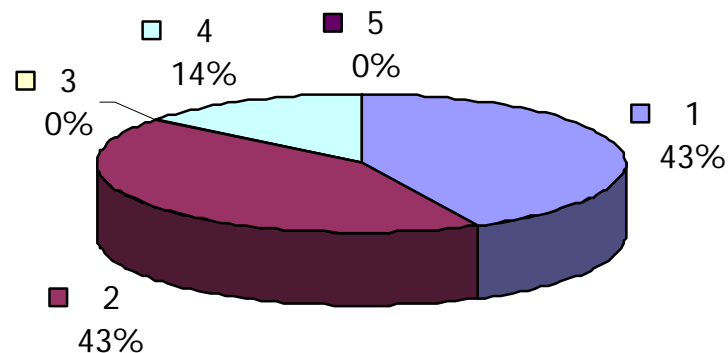
5.) Planer: Gute Dokumentation der Anlage








Gute Dokumentation der Anlage



Gute Dokumentation der Anlage

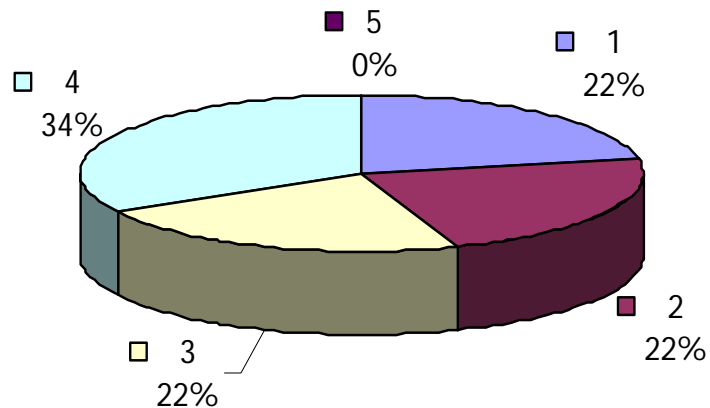


-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

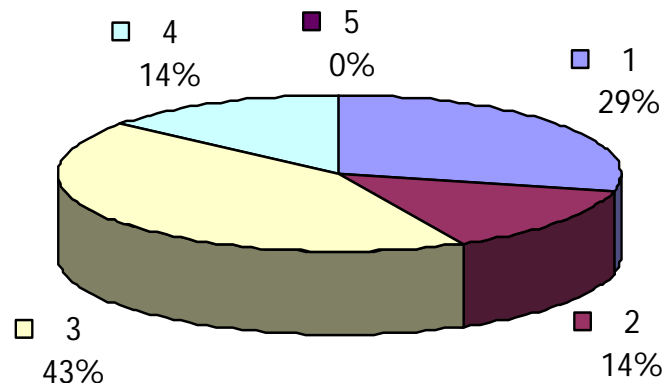
5.) Bau: Abnahme der PV-Anlage mit Messungen








Abnahme der PV-Anlage mit Messungen

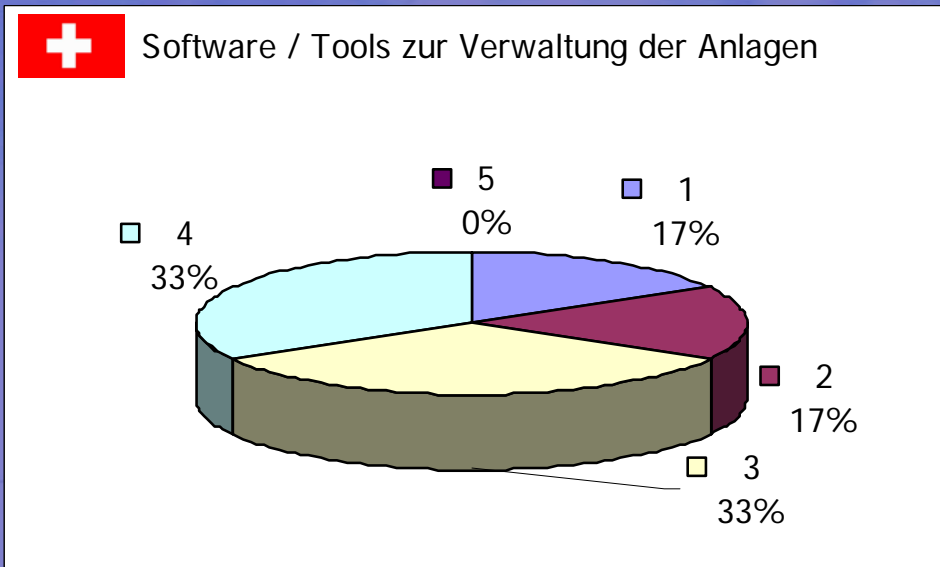
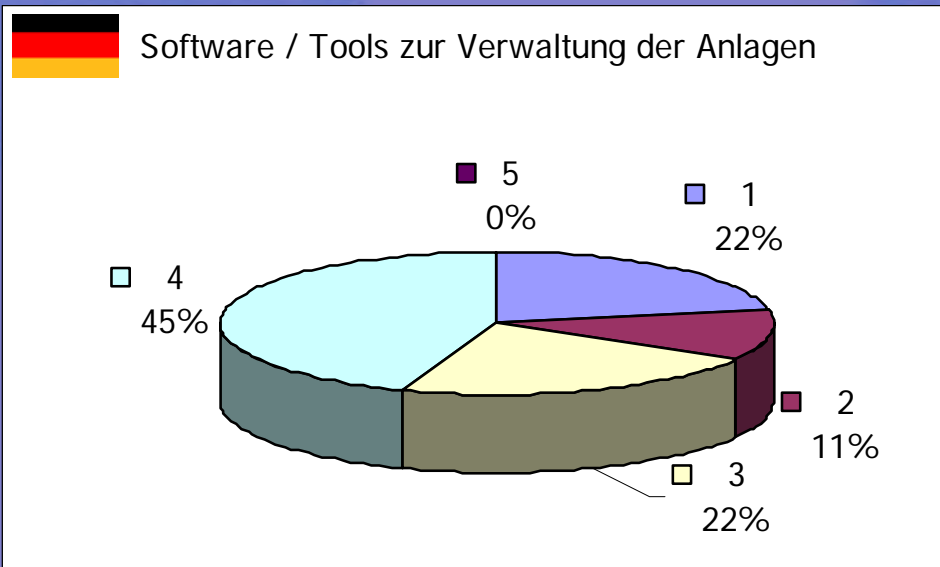







Abnahme der PV-Anlage mit Messungen



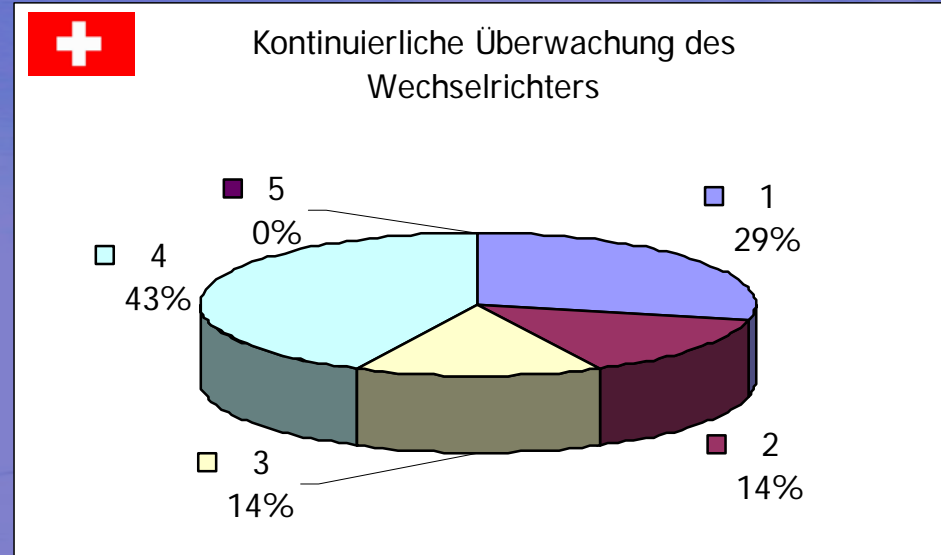
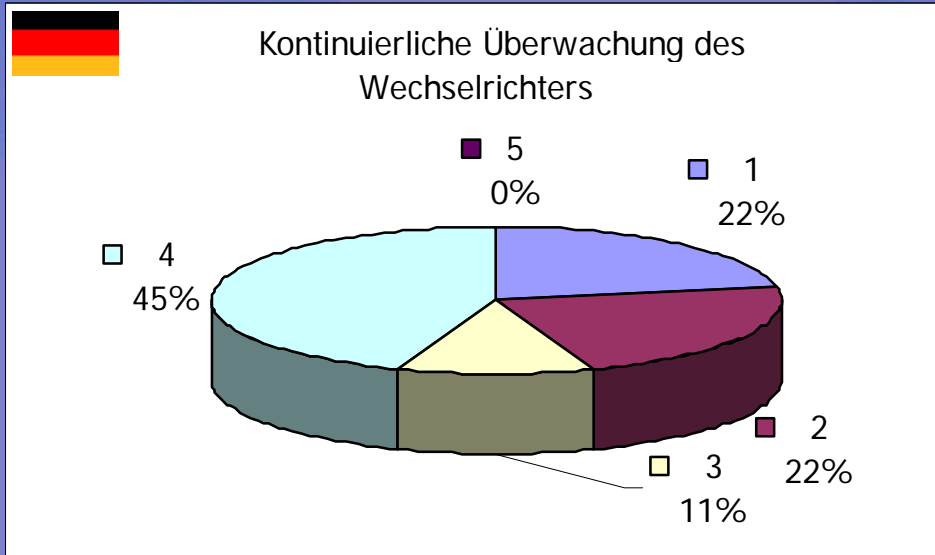
-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

5.) Betrieb: Software / Tools zur Verwaltung der Anlagen



-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

5.) Betrieb: Kontinuierliche Überwachung des Wechselrichters

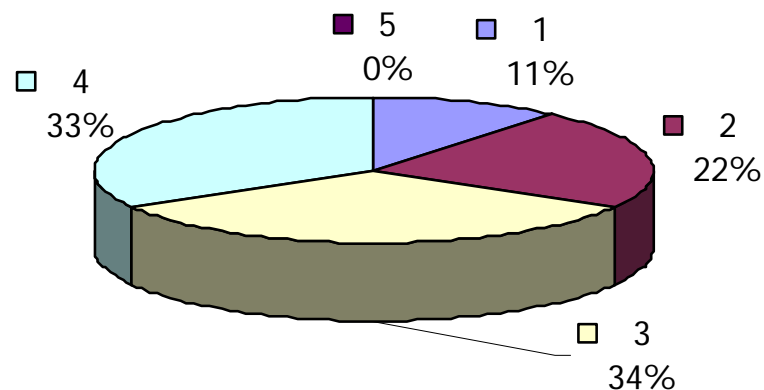


- 1 = keine Verbesserung notwendig
- 2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
- 3 = muss noch kostengünstiger werden
- 4 = Qualität muss noch besser werden
- 5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

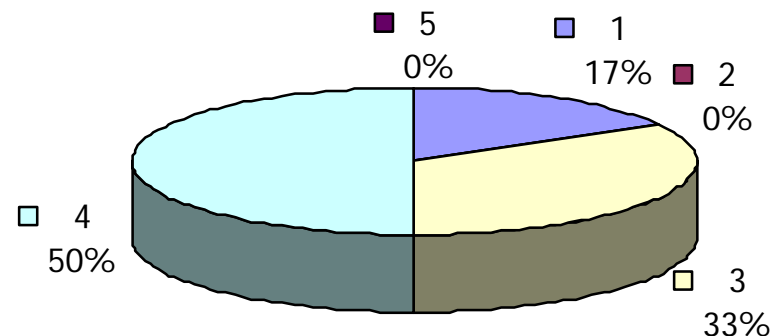
5.) Betrieb: Unabhängige Überwachung








Unabhängige Überwachung

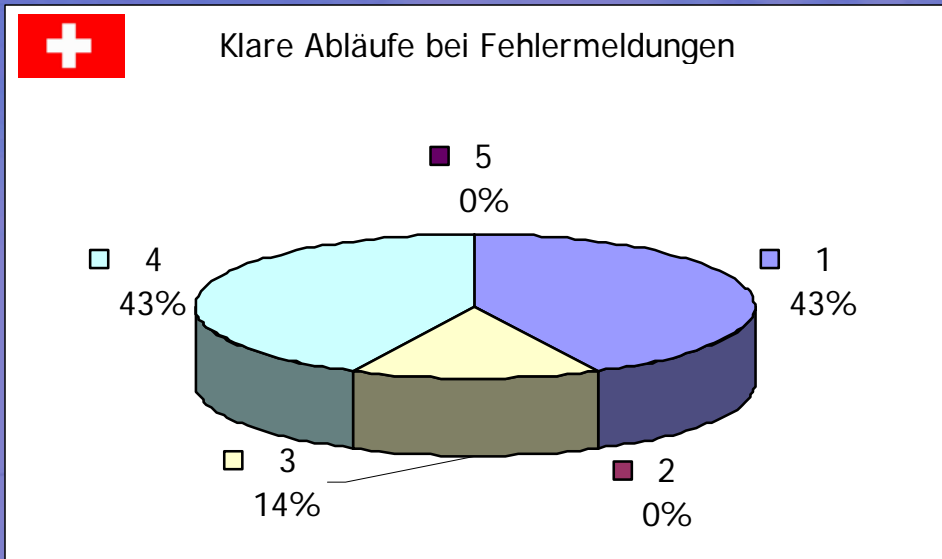
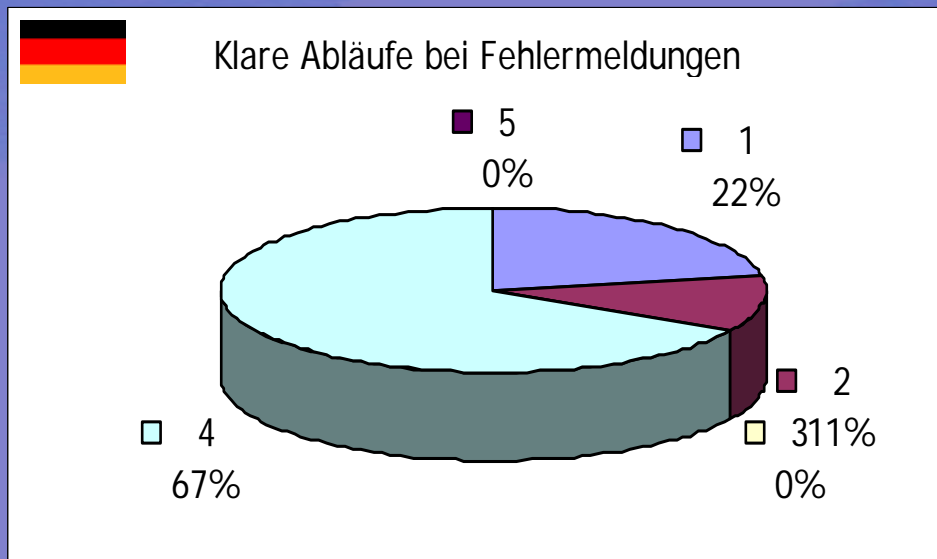







Unabhängige Überwachung



-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

5.) Betrieb: Klare Abläufe bei Fehlermeldungen

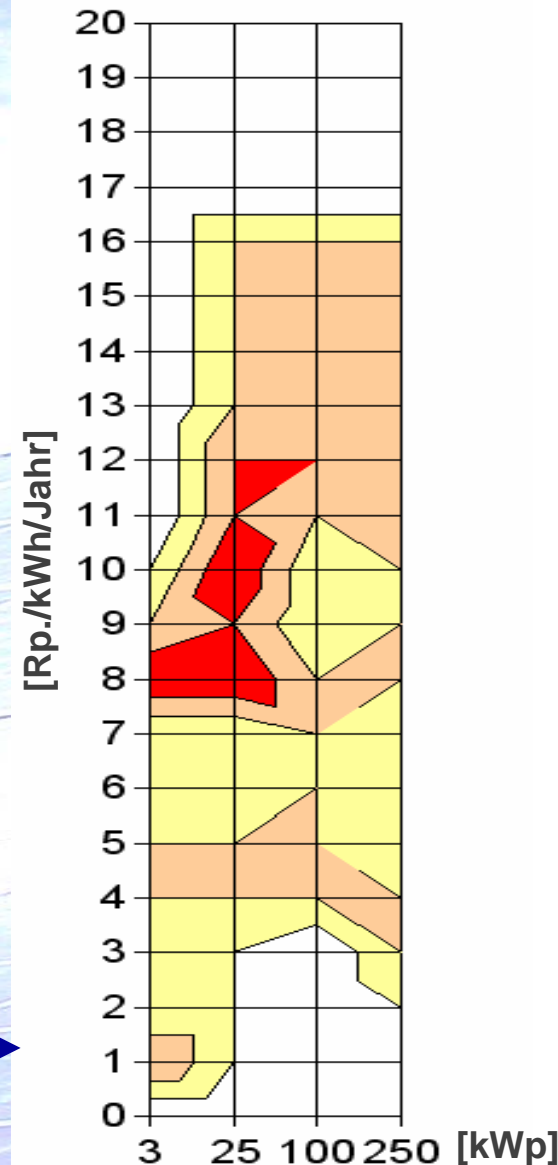


-  1 = keine Verbesserung notwendig
-  2 = Markt bietet dies bereits zu gutem Preis/Leistungsverhältnis an
-  3 = muss noch kostengünstiger werden
-  4 = Qualität muss noch besser werden
-  5 = noch zu wenig Anbieter vorhanden

6.) BETRIEBSKOSTEN TOTAL

- Sehr grosse Streuung
- Kleine private Anlagen
z.T. sehr tiefe
Betriebskosten, da Hobby
- Grössere Anlagen ab 2 bis
4 Rp./kWh/kWp bis zu 16
Rp./kWh/kWp
- Konzentration bei 8 bis
12 Rp./kWh/kWp

Je grösser die Farbintensität, desto grösser
die Konzentration an Übereinstimmungen



6.) Rückstellungen für Reparaturen

- **Wechselrichter**

0.5 bis 1% der Investitionskosten/Jahr für Austausch
ODER

Wartungs- u. Servicevertrag mit Hersteller.

Beispiel Solarmax:

Rp. 1.4 - 1.5 pro kWh bei Laufzeit von 20 Jahren,
inkl. Überwachung, Alarmierung und Ertragsausfall

- **Module**

Garantien müssen sich in der Praxis noch bewähren, z.B.
die Leistungsgarantie von 20 Jahren

6.) UNTERHALT

- **Begehung**

- 1 bis 4 mal pro Jahr
- Nur bei nicht-privaten Anlagen
- Inkl. kleiner Unterhalt (v.A. Sicherungen austauschen, Klemmen nachziehen)

- **Reinigung**

- Nur bei nicht-privaten Anlagen
- Schneeräumen an alpinen Standorten
- Abhängig von Standort: waschen alle 2 bis 6 Jahre oder überhaupt nicht

- **Service-Gänge**

- 3 bis 5 Service-Gänge in 20 Jahren für Wechselrichter-Reparaturen. Jeweils ca. CHF 500.-

6.) ÜBERWACHUNG

- **Unterschiede in Art und Intensität der Überwachung**
 - Aktiv \leftrightarrow passiv
 - einmal monatlich \leftrightarrow täglich
 - Nur WR \leftrightarrow Gesamtanlage
- **Überwachung sinnvoll bei**
 - Allen Anlagen
 - Anlagen ab 3 kWp, ab 15 kWp, ab 30 kWp?
 - Anlagen auf fremden Dächern
 - Sobald Strom verkauft werden kann
- **Überwachung oft mit Wartungsvertrag gekoppelt**

6.) Periodische Gebühren

- **Ab 10 kWp:**
SiNa alle 10 Jahre, ca. CHF 1500.-
- **Zählergebühren**
 - Meist keine Zählergebühr in der Schweiz
 - 0 bis 10 CHF / Monat
- **Überwachung**
 - Telefonkosten 0 bis zu CHF 25.- pro Monat
 - Stromkosten für Datenlogger bis CHF 20.- / Jahr

6.) VERWALTUNG / VERSICHERUNG

- **Art der Versicherung**

- Integriert in Gebäudeversicherung des Hausbesitzers
- Elementarschaden, Haftpflicht, Ertragsausfall, Diebstahl, Vandalismus

- **Versicherung**

- 2 bis 5 Rp. / kWh inkl. Ertragsausfall
- 1 Rp. / kWh für Elementarschaden
- 0.7 Rp. / kWh für Ertragsausfall

- **Verwaltungskosten**

- 2 bis 4 Rp. / kWh für Contractors
- Private: 15 min pro Monat

- **Steuern**

- Keine, es hat sogar Steuervorteile
- Wird sich mit der Einspeisevergütung evtl. verändern?

6.) DACHMIETE

- Häufig Entschädigung in nicht-finanzieller Form (Führungen, Schulbesuche, Information)
- Anlage geht nach 20 Jahren Betrieb in Besitz des Dacheigentümers über.
- Dachmiete in der Schweiz nicht üblich. Wenn dann nur für grössere Anlagen.
- Fixbeträge, Betrag/m² oder Anteil an Produktion
- Grosse Unterschiede in den Preisen
1 Rp. / kWh bis 5.6 Rp. / kWh

6.) VERBESSERUNGSPOTENTIAL

- Planung
- Bauphase
- Komponenten (Wechselrichter, Module, UK)
- Unterhalt
- Monitoring
- Periodische Gebühren
- Versicherungen
- Verwaltung
- Flächenmiete
- Rückbau

6.) PLANUNG

Stichworte

- Spätere Wartung berücksichtigen
- gute Dokumentation
- Ablaufplan für Fehlerfall

Verbesserungspotential

- Qualität der Planung je nach Büro sehr unterschiedlich
- Anordnung von Messinstrumenten, Gruppierung von Klemmenkästen etc. haben Einfluss auf Wartung
- Wechselrichterauslegung wichtig
- Ablaufplan / Zuständigkeiten im Fehlerfall

Verantwortliche

- Planer

6.) BAUPHASE

Stichworte

- fachmännische, korrekte, normgerechte Installation
- Abnahme der PV-Anlage

Verbesserungspotential

- Ausführliche Abnahme sehr wichtig
- Dachstatik, Anbindung an das Dach
- Schnittstellen zwischen den Arbeitern, falls kein GU
- Qualität könnte mit Einspeisevergütung sinken (neue Installateure)

Verantwortliche

- Installateure
- Fachverbände (Ausbildung, Normen)

6.) KOMPONENTEN

Stichworte

- Wechselrichter, Garantie
- Module
- Unterkonstruktion, Kabel etc.

Verbesserungspotential

- Umfassendere / längere Wechselrichtergarantie / Serviceverträge für Wechselrichter
- Engeres Servicenetz WR, schnellere Reaktion
- Blitzschutz unklar
- Sicherungen führen oft zu Problemen

Verantwortliche

- Wechselrichterhersteller
- Fachverbände (Normen)

6.) UNTERHALT

Stichworte

- Begehung inkl. kleiner Unterhalt (Klemmen, Sicherungen)
- Servicegänge, Reparaturen
- Reinigung, Schnee

Verbesserungspotential

- Fernwartung, schnellere Fehlerdiagnose
- Schnellerer Service, Servicefahrzeug?
- Zuverlässigere Stecker, Sicherungen
- Aufwand/Ertrag für Reinigung, Schneeschaukeln unklar

Verantwortliche

- Installateure, Betreiber

6.) MONITORING

Stichworte

- Datenlogger
- Fernüberwachung

Verbesserungspotential

- kostengünstig
- Hoher Automatisierungsgrad, Internet?
- Auch „externe“ Fehler sollten diagnostiziert werden → Strahlungsdaten nötig! → z.B. www.spyce.ch
- Datenübertragung und Auswertung muss 20 Jahre funktionieren?!

Verantwortliche

- Wechselrichterhersteller
- Anbieter Überwachungssysteme

6.) PERIODISCHE GEBÜHREN

Stichworte

- SiNa
- Telefonkosten, Stromgebühren Datenlogger
- Zähler
- Steuern

Verbesserungspotential

- Zählergebühren beachten
- Telefonkosten Datenlogger manchmal zu hoch, neu LAN
- Zuverlässigkeit Datentransfer verbessern
- Ertragssteuern ?

Verantwortliche

- Elektrizitätswerke
- Hersteller von Datenloggern
- Anlagenbetreiber

6.) VERSICHERUNGEN

Stichworte

- Elementarschaden
- Haftpflicht
- Ertragsausfall
- Diebstahl / Vandalismus

Verbesserungspotential

- Noch sehr grosses Verbesserungspotential!
- Versicherungen speziell für PV werden in der Schweiz erst selten und zu hohen Preisen angeboten
- Versicherungen wissen noch sehr wenig über PV

Verantwortliche

- Versicherungen

7.) Elemente der Betriebskosten

Was gehört in die Betriebskosten und was nicht ?

Miete Fläche (Dachfläche, Land etc.)

Periodische Gebühren (Stromanschluss, Überwachungseinrichtung)

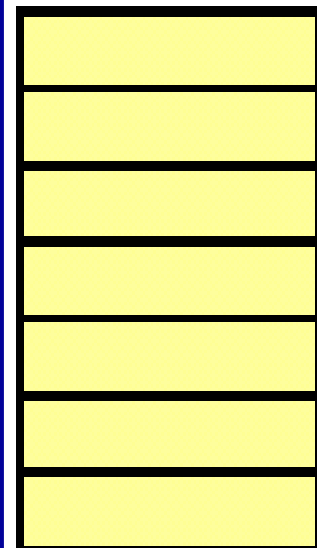
Rückstellungen (Ersatz Wechselrichter, Arbeiten, Wartungsvertrag)

Verwaltungskosten (interne Verwaltung, Versicherung)

Unterhaltskosten

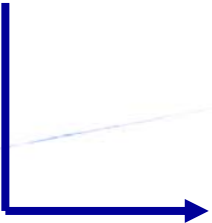
~~Steuern (MwSt., Kapitalsteuern)~~

~~Rückbaukosten (Kosten für Rückbau / Recycling der Anlage)~~



8.) Zusammenfassung

- Die ermittelten Betriebskosten bei Dachanlagen bewegten sich in Deutschland zwischen 2,7 und 6,0 ct./kWh. Umgerechnet sind dies ca. 5-10 Rp./kWh.
- Die ermittelten Betriebskosten bei Dachanlagen in der Schweiz lagen zwischen 4 und 30,2 ct./kWh.

- 
- Auch die Betriebskosten haben auch ein Potenzial zur Kostensenkung.
 - Für die Umsetzung der Kosteneinsparungen sind alle Akteure gefordert
 - Betriebskosten ist keine Sammelbegriff für Allerlei



Vielen
Dank!