



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 10. Dezember 2009

Plusenergie Schulhaus

Heilpädagogisches Zentrum Ekkharthof
Kreuzlingen

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Photovoltaik
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Böhni Energie und Umwelt GmbH
Bahnhofstrasse 43
8500 Frauenfeld
www.euu.ch
info@euu.ch

Autoren:

Thomas Böhni, Top-Solarinvest, boehni@euu.ch

Tobias Buser, Böhni Energie und Umwelt GmbH, buser@euu.ch

Christoph Benkler, Top-Solarinvest, cbenkler@student.ethz.ch

Matthias Schlegel, Top-Solarinvest, mschlegel@student.ethz.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Stefan Oberholzer

BFE-Programmleiter: Dr. Stefan Nowak

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 152201 / 101787

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.



Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Abstract.....	1
3.	Ausgangslage	2
4.	Ziel der Arbeit.....	2
5.	Anlagenbeschrieb	2
6.	Hauptergebnisse	3
7.	Schlussfolgerungen / Perspektiven.....	6
8.	Publikationen	6
9.	Symbolverzeichnis	6
10.	Referenzen	6
11.	Anhang.....	7

1. Zusammenfassung

Das HPZ Ekkharthof in Kreuzlingen TG ist ein Plusenergie Schulhaus, das Ende 2006 gebaut wurde. Raumwärme und Warmwasser werden von einer Wärmepumpe (WP) bereitgestellt und auf dem Dach produziert eine 43.2 kW_p-Photovoltaikanlage einen Energieüberschuss. Um den Energieumsatz des Gebäudes zu beobachten wurden Solarstromproduktion, totaler Stromverbrauch sowie Stromverbrauch der Wärmepumpe mit Stromzählern gemessen.

Während den ersten beiden Jahren lief die WP aufgrund tieferer Stromtarife hauptsächlich nachts. Ende 2008 wurde die Betriebszeit der WP in Richtung PV-Produktionsspitze nahe Mittag verschoben, um die Deckung des Verbrauchs mit Echtzeit-Solarenergie zu steigern.

Von total produzierten 41'518 kWh/a wurden 12'327 kWh/a als Überschuss ins Netz eingespeist. Der eigene Gesamtenergieverbrauch war 29'101 kWh/a, während die WP 42% davon verbrauchte: 12'155 kWh (für die Periode vom 1. Dez. 2008 bis zum 30. Nov. 2009; ähnliche Werte für die Perioden 2007 und 2008). Nach der Anpassung der WP-Betriebszeiten war die Deckung des Gesamtverbrauches mit Echtzeit-Solarenergie 47% während die WP mit 60% Echtzeit-Solarstrom lief.

Das Projekt zeigt auf, dass eine sehr hohe Netzunabhängigkeit sogar in unseren Breitengraden möglich ist, sofern Planung und Betrieb eines Gebäudes umfassend durchdacht werden.

2. Abstract

The HPZ Ekkharthof in Kreuzlingen TG is a „Plus-Energy School Building“ that was built in the end of 2006. Room and water heating are provided by a heat pump and a 43.2 kW_p photovoltaic power plant on the roof provides electricity for the building and even produces a surplus of energy. To monitor the energy turnover of the building electricity meters measured photovoltaic energy production, total energy consumption and energy consumption of the heat pump.

During the first two years the heat pump was running mostly during the night to keep operation costs low, as the nighttime electricity charges are lower. In the late 2008, the operation time of the heat pump has been shifted towards the peak of photovoltaic production at noon to increase the real-time solar coverage of the building.

From a total of 41'518 kWh/y produced by the photovoltaic cells 12'327 kWh/y were fed into the grid as a surplus. The total energy consumption was 29'101 kWh/y, whereof the heat pump used 42%: 12'155 kWh/y (for the period from Dec. 1, 2008 to Nov. 20, 2009; similar values for the other periods). After shifting the heat pump operation time, the total energy-coverage of real-time solar power was 47% while the heat pump ran with real-time solar power 60% of the time.

This project shows that a very high degree of grid-independency is possible even in the latitudes of northern Switzerland if a building is thoroughly planned and operated.

3. Ausgangslage

Das HPZ Ekkharthof Kreuzlingen wurde 2006 als Schulhaus mit einem möglichst hohen Grad an Energie-Autarkie geplant und gebaut. Verschiedene bauliche und technische Massnahmen wurden berücksichtigt. Die Gebäudehülle ist ausserordentlich gut isoliert und das Haus verfügt über drei Erdsonden, eine Wärmepumpe und eine Photovoltaikanlage zur Wärme- respektive Stromgewinnung. Zudem wurden im Rahmen der Gebäudeerstellung nahestehende Bäume zurückgeschnitten und die Photovoltaik-Module gemäss ihrer baubedingten Leistungsklasse sortiert und zusammengeschaltet. Der Gebäudebetrieb wurde anschliessend während mehreren Jahren beobachtet und analysiert. [1]

4. Ziel der Arbeit

Das Schulhaus soll als Anschauungsobjekt für zukünftige Gebäudetechnik dienen. Es soll aufgezeigt werden, was mit im Vergleich zu konventioneller Bauweise verhältnismässig geringen zusätzlichen Kosten alles möglich ist und welcher Erfolg eine vollumfängliche Planung zusammen mit einem durchdachten Betrieb eines Gebäudes bezüglich Energie-Autarkie haben kann.

Ursprüngliches Ziel war, ein Nullenergie Schulhaus zu bauen, welches in der Bilanz keine Energie benötigt. Entstanden ist ein Plusenergie Schulhaus, das netto mehr Energie produziert als verbraucht [2]. Da dieses Ziel über alle Erwartungen erfüllt wurde entstand die Idee, nicht nur bilanzmässig Energie-Autarkie zu erreichen sondern auch die Zeitpunkte des Verbrauchs möglichst mit denen der Produktion zu synchronisieren, um eine möglichst hohe Echtzeit-Deckung des Verbrauches mit hauseigenem Solarstrom zu erreichen. Dafür wurde der Wärmepumpen-Betrieb Ende 2008 von Nacht- auf Tagesbetrieb umgestellt [3].

5. Anlagenbeschrieb

MINERGIE®-BAUWEISE (ohne kontrollierte Lüftung)

Bei diesem Neubau wurde ein kompakter, hoch wärmegeprägter Baukörper geschaffen. Alle Aussen- und Innenwände sowie die Boden- und Deckenelemente des Heilpädagogischen Zentrums sind aus Holzelementen gebaut. Holz ist ein nachwachsender, CO₂-neutraler und regional verfügbarer Rohstoff. Die Herstellung dieser Elemente ist energiearm und bei einem Rückbau gut wiederverwertbar. Auch beim Innenausbau kamen möglichst natürliche Bau- und Ausstattungs-materialien zum Einsatz. Grosse Fensterfronten ermöglichen eine passive Sonnenenergienutzung, wodurch der Heizaufwand zusätzlich minimiert wird. (siehe auch Abb. 1) [1]



Abbildung 1: Aussenansicht



Abbildung 2: Wärmepumpe mit Pufferspeicher (im Vordergrund) und Warmwasserspeicher (im Hintergrund)

WÄRMEPUMPE

Beim Nullenergieschulhaus Ekkharthof wird die Erdwärme mittels drei 170 m tief verlegten Erdsonden an den Wärmetauscher der Wärmepumpe herangeführt (siehe Abb. 2). Die installierte Wärmepumpe ist eine Sole/Wasser-Wärmepumpe (Typ *Natura BW 232*). Sie arbeitet auf drei Arbeitsstufen (Umwälzbetrieb, Leistungsstufe 1: 0.5-5.5 kW, Leistungsstufe 2: 5.5-11 kW). Im Umwälzbetrieb wird keine Wärme aus dem Boden aufgenommen sondern lediglich heisses Wasser aus Pufferspeicher zwecks Heizung durch das Gebäude gepumpt. Bei den Leistungsstufen 1 und 2 wird aktiv Wärme aus dem Erdreich aufgenommen und für die Warmwasseraufbereitung oder die Beheizung des Gebäudes verwendet. [1]

PHOTOVOLTAIKANLAGE

Der auf dem Flachdach des Schulhauses installierte Solargenerator (siehe Bild auf der Titelseite) hat ein Leistungsvermögen von 43.2 kW_p. Der Generator bedeckt eine Fläche von 353 m² und liefert im Jahr ca. 44'000 kWh. Die Anlage besteht aus 192 monokristallinen Solarmodulen der Firma *Sunways*, mit einer maximalen Leistung von 225 W_p pro Modul.

Damit die Photovoltaikanlage die Wärmepumpe und die elektrischen Geräte des Schulhauses versorgen kann, wird der von den Solarmodulen produzierte Gleichstrom(DC) mit Hilfe von Wechselrichtern (Typ NT 10'000) in Wechselstrom(AC) umgewandelt (Siehe Abb. 3).



Abbildung 3: Wechselrichter

Da die Dachfläche teilweise beschattet wird, wurde die gesamte Solarfläche in 12 unabhängig arbeitende Anlagen unterteilt. Dadurch können die Ertragsverluste minimiert werden.

Zusätzlich wurden die Module nach ihrer produktionsbedingten Leistungsklasse in Gruppen mit ähnlich hoher Leistung zusammengelegt. Die Module mit höherer Leistungsklasse wurden dann auf der weniger beschatteten Seiten des Daches installiert. [1]

Zur Beobachtung und Analyse des Projektes wurden vier Stromzähler installiert, welche anfangs einmal pro Monat abgelesen wurden [2] und ab 2008 alle Werte im Viertelstundentakt aufnahmen und speicherten [3]. Die Schemata über die Anordnung der Zähler sind im Anhang A zu finden. Am 9.12.2008 erfolgte ein Wechsel der Zähleranordnung [3].

Bei der Planung und Ausführung wurde grosser Wert auf eine optimale Zusammenstellung aller Komponenten geachtet, da der Standort des Schulhauses mit einer Beschattung von 10-12% durch umliegende Häuser und Bäume kein Idealstandort für Photovoltaik ist. Trotzdem können durch die sorgfältige Planung pro kW_p installierte Leistung ganze 960 kWh pro Jahr produziert werden. [2]

6. Hauptergebnisse

2007

Die Produktion von Solarstrom war deutlich höher, der Verbrauch des Gebäudes deutlich tiefer als erwartet (siehe Abb. 4). Das Schulhaus produzierte einen Überschuss an Strom – es ist also ein Plus- anstelle eines Nullenergie Hauses. Die Wärmepumpe hat nur einen Anteil von ca. 40% am Gesamtenergieverbrauch – in Zukunft werden also hauptsächlich die restlichen Geräte und das Benutzerverhalten beim Energieverbrauch von Gebäuden eine Rolle spielen. Es wurde ein Echtzeit-Deckungsgrad mit Solarenergie von 30% erreicht. Sogar im Winter wurde ein Grossteil des Stromverbrauches mit Solarstrom gedeckt (siehe Abb. 5) Nicht zuletzt dank einem relativ warmen Jahr fielen die Ergebnisse sehr erfreulich aus. In Zukunft werden jedoch Jahre wie dieses relativ häufig vorkommen. Aufgrund der Sparsamkeit und der Speicherkapazität des Gebäudes wird eine Umstellung der Wärmepumpe von Nacht- auf Tagbetrieb als machbar erachtet. [2]

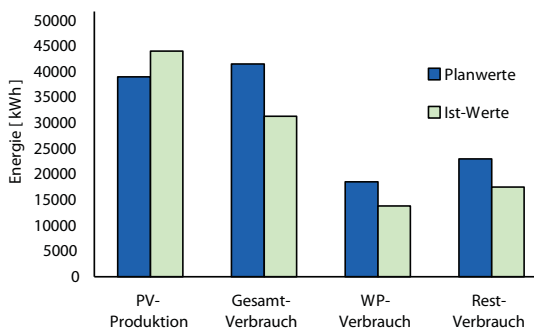


Abbildung 4: Energiehaushalt Ekkharthof 2007

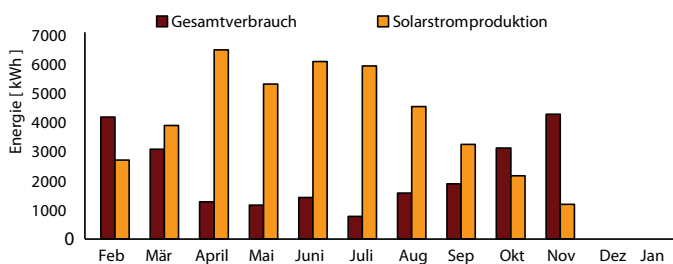


Abbildung 5: Gesamtverbrauch vs. Solarstromproduktion

2008/2009

Im Jahr 2008 wurden neu die Werte zu Stromverbrauch und -Produktion viertelstündlich aufgenommen. Zudem erfolgte Ende September die Umstellung der Wärmepumpe von Nacht- auf Tagesbetrieb (siehe Anhang B). Bereits konnten erste Effekte der Umstellung erkannt werden: während der Echtzeit-Deckungsgrad der Wärmepumpe im September noch 20% betrug war er im Oktober bei 80%. [3]

2009 stand zur Analyse des Wärmepumpen-Tagesbetriebs ein ganzes Jahr zur Verfügung (vom 1.12.08 bis zum 30.11.09). Dabei wurden sehr hohe Deckungsgrade beobachtet: Der Echtzeit-Deckungsgrad des Gesamtverbrauchs betrug im Jahresmittel 47% (gegenüber 30% im Vorjahr [3]). Die Wärmepumpe lief im Jahresmittel zu 60% mit Echtzeit-Solarstrom (siehe Abbildung 6).

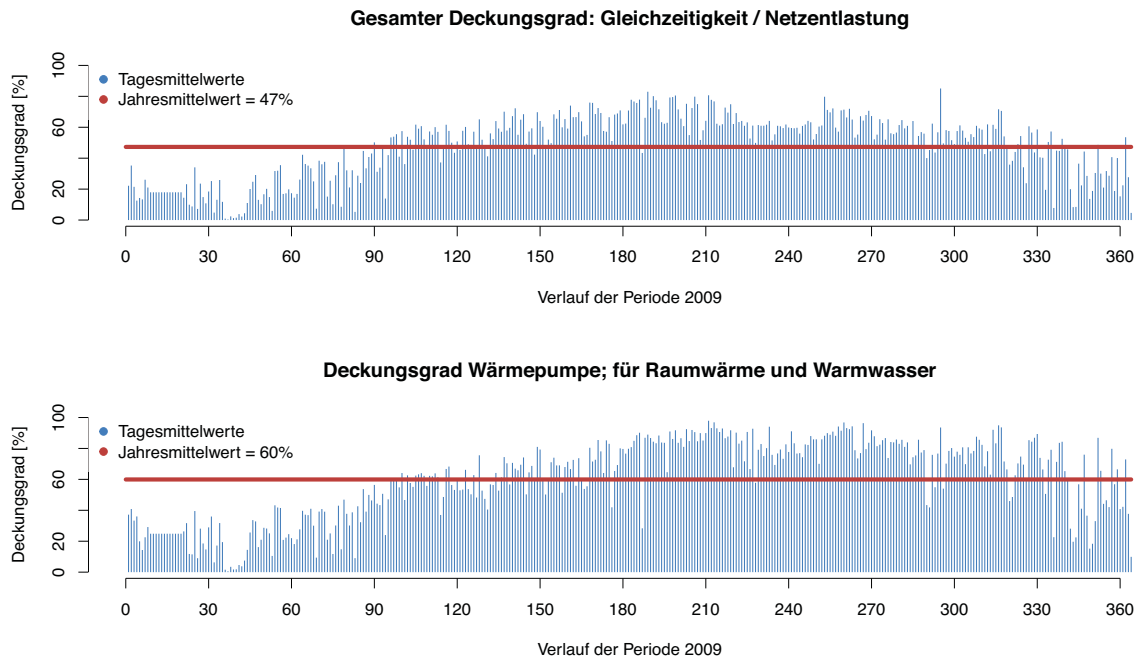


Abbildung 6: Gesamter Deckungsgrad (oben) und Wärmepumpe-Deckungsgrad (unten) der Periode vom 1.12.2008 bis zum 30.11.2009. In rot ist der Jahres-, in blau sind die Tagesmittelwerte angegeben.

Das Timing von Solarproduktion und Stromverbrauch passte während den Sommermonaten ausgezeichnet. Weitere Verbesserung ist nur schwierig möglich, da dann der Verbrauch der Wärmepumpe im Vergleich zum Gesamtverbrauch gering ist. In den Wintermonaten kann ebenfalls nicht mehr viel getan werden, da dort praktisch der gesamte Solarstrom in Echtzeit von der Wärmepumpe verbraucht wird. In den Übergangsmonaten liessen sich mit einer leichten Verschiebung der Betriebszeiten jedoch noch bedeutend höhere Deckungsgrade erreichen. Nach wie vor ist das Gebäude ein Plusenergie-Schulhaus, das netto mehr Strom produziert als verbraucht. In Abbildung sieben ist der Echtzeit-Stromüberschuss für jede Viertelstunde der Periode 2009 dargestellt. [4]

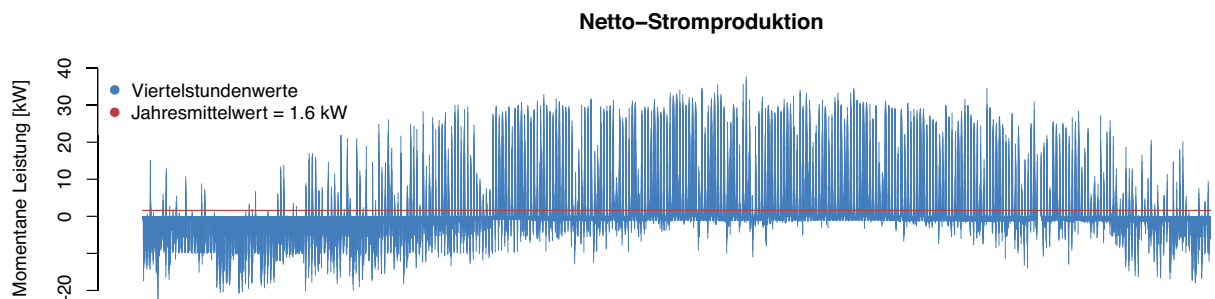


Abbildung 7: Netto-Stromproduktion (Leistung) im Verlauf des Jahres (vom 1.12.2008 bis zum 30.11.2009) inkl. Jahresmittelwert. Angezeigt werden die Durchschnittswerte jeder Viertelstunde.

Zur Veranschaulichung der Auswirkung der WP-Anpassung ist im Folgenden der Monat September stellvertretend für die beiden Jahre 2008 (WP-Nachtbetrieb) und 2009 (WP-Tagesbetrieb) dargestellt.

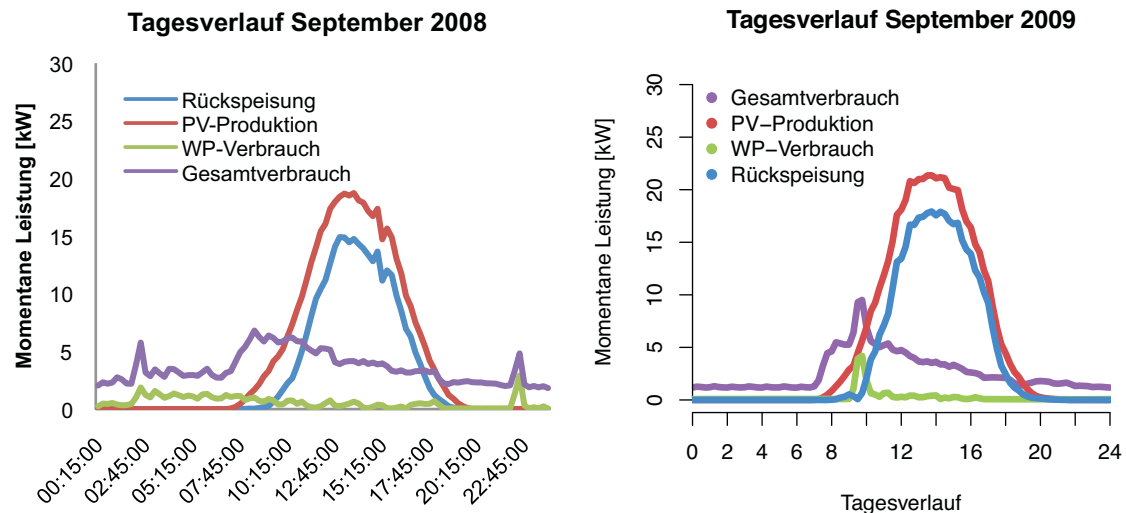


Abbildung 8: Mittlerer, täglicher Energieumsatz des Septembers der Jahre 2008 (links) und 2009 (rechts). Dargestellt sind die Monatsmittelwerte von Gesamt- und WP-Verbrauch, PV-Produktion und Rückspeisung im Tagesverlauf.

In Abbildung 8 sind die durchschnittlichen Tagesverläufe vom September der Jahre 2008 und 2009 dargestellt. Gut ersichtlich ist, dass in beiden Jahren die Solarzellen einen grossen Überschuss an Solarstrom über die Mittagsstunden generierten. Während die Wärmepumpe 2008 vor allem nachts in Betrieb ist läuft sie 2009 nur jeweils kurz vor zehn Uhr für eine halbe Stunde, um das Wasser für den Tag aufzuwärmen. Somit kann hier eine hohe Eigendeckung des Bedarfs mit Echtzeit-Solarstrom erwartet werden.

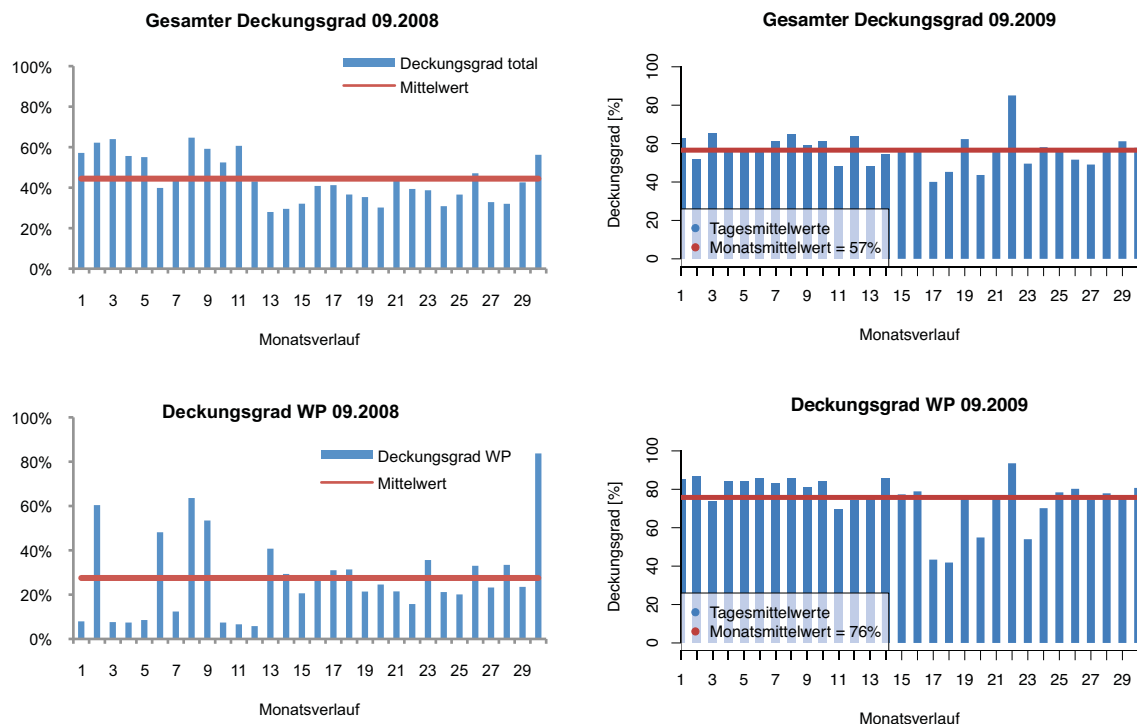


Abbildung 9: Deckungsgrade des Gesamtenergieverbrauchs (oben) und des WP-Verbrauchs (unten) mit Echtzeit-Solarstrom im September der Jahre 2008 (links) und 2009 (rechts).

In Abbildung 9 sind die Deckungsgrade des gesamten Stromverbrauches und dem Verbrauch der Wärmepumpe vom September der Jahre 2008 und 2009 gegenübergestellt. Der Gesamt-Deckungsgrad bezeichnet den Anteil an Echtzeit-Solarstrom, mit welchem die Geräte betrieben werden konnten während der WP-Deckungsgrad den Anteil an Echtzeit-Solarstrom bezeichnet, mit welchem die Wärmepumpe lief. Produktionsüberschüsse wurden nicht miteinbezogen: berücksichtigt wurde einzig die nutzbare Sonnenenergie, welche zur gleichen Zeit wie der Verbrauch anfiel. Durch Umstellung der Betriebszeiten der Wärmepumpe konnte der WP-Deckungsgrad im September 2009 im Vergleich zum September 2008 von 28% auf 76% erhöht werden [3]. Der Gesamtdeckungsgrad

wurde von 45% auf 57% erhöht. Diese massive Erhöhung war trotz gleichbleibender Sonneneinstrahlung möglich. Die rote Kurve in Abbildung 3 zeigt ja auch, dass die PV-Produktion der beiden Jahre sehr ähnlich war. Die Tagesverläufe des Energieumsatzes aller Monate des Jahres 2009 sind im Anhang C aufgeführt; die Deckungsgrade der Wärmepumpe im Anhang D und die Deckungsgrade des Gesamtstromverbrauchs im Anhang E.

7. Schlussfolgerungen / Perspektiven

Das mehrjährige Projekt konnte ganz gemäss ursprünglicher Zielsetzung zeigen, dass hohe solare Energiedeckungsgrade selbst in unseren Breitengraden möglich sind. Dadurch wird ein Gebäude unabhängiger und das Elektrizitätsnetz kann entlastet werden, da grosse Mengen an dezentral produziertem Strom direkt lokal wieder verbraucht werden können. Möglich wurde dies durch das reibungslose Zusammenspiel verschiedener Technologien und einem durchdachten Betrieb. Interessant ist auch, dass Raum- und Warmwassererwärmung am Gesamtstromverbrauch mit nur ca. 40% beteiligt sind. In Zukunft wird also der alltägliche Stromverbrauch und nicht die Wärmeerzeugung entscheidend für den Gesamtverbrauch eines Gebäudes sein. So hat der Ekkharthof zum Beispiel eine Art Standby-Verbrauch, der nichts mit der Wärmeerzeugung zu tun hat, rund um die Uhr anfällt und eine weitere Steigerung der Deckungsgrade erschwert. Ein grosser Erfolg war auch die Umstellung der Wärmepumpe vom Nacht- auf den Tagesbetrieb: ohne zusätzliche Investitionen oder Installationen konnte der Echtzeit-Deckungsgrad massiv erhöht werden.

Damit das Zusammenspiel eines hochisolierten Gebäudes mit Erdwärme und Solarstrom so gut funktioniert ist eine gründliche Planung ebenso entscheidend wie das Gebäudemanagement. Das Projekt konnte aufzeigen, dass es funktioniert, wenn alle Parteien konstruktiv zusammenarbeiten, wie es hier während der gesamten Projektdauer geschehen ist.

8. Publikationen

Thurgauer Zeitung, 17.5.2006, „Alles mit einheimischer Energie“ [1]

Tagblatt, 12.11.2006, „Nullenergie am HPZ dank Solarstrom“ [1]

Thurgauer Zeitung, Lokalbeitrag 15.11.2006, „Elektrolehrlinge installieren Solaranlagen“ [1]

Thurgauer Zeitung, Baureportage 17.11.2006, „Kreuzlingen: Heilpädagogisches Zentrum wird fertig gestellt“ [1]

KKL Luzern, 23. 4.3008, Auszeichnung zum ersten Plusenergie Schulhaus der Schweiz im Rahmen des „Swiss Award for Business Ethics“ vom TQM Forum Schweiz [5]

Bodensee-Informationsdienst (BI), Ausgabe 29/2008, 4.12.2008: „IBK-Energieförderpreis 2008 verliehen“ (Auszeichnung für energetisch vorbildliche Bauten und Anlagen) [5,6]

9. Symbolverzeichnis

Energie: $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ m}^2\text{kgs}^{-2}$

Leistung: $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W} = 10^3 \text{ m}^2\text{kgs}^{-3}$

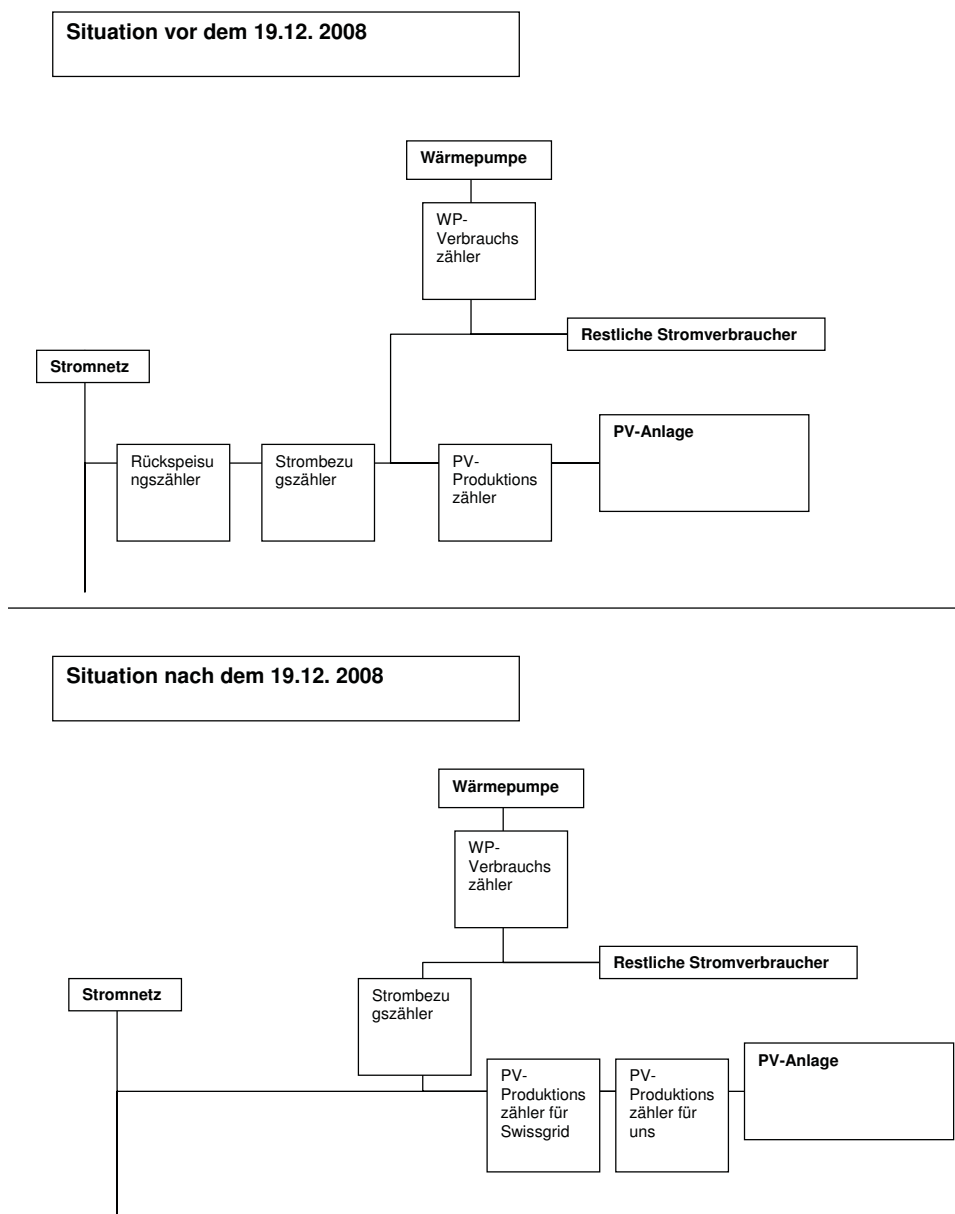
Nennleistung $[\text{kW}_p]$: PV-Leistung bei STC ($T = 25^\circ\text{C}$, $E = 1000 \text{ W/m}^2$, $\text{AM} = 1.5$)

10. Referenzen

- [1] Böhni T., N. Bill: **Nullenergieschulhaus, Heilpädagogisches Zentrum Ekkharthof Kreuzlingen, Annual Report 2006**, BFE, Dezember 2006.
- [2] Böhni T., J. Rümmele: **Nullenergieschulhaus, Heilpädagogisches Zentrum Ekkharthof Kreuzlingen, Annual Report 2007**, BFE, Dezember 2007.
- [3] Böhni T., T. Buser, B. Frauchiger: **Nullenergieschulhaus, Heilpädagogisches Zentrum Ekkharthof Kreuzlingen, Annual Report 2008**, BFE, Dezember 2008.
- [4] Böhni T., T. Buser, C. Benkler: **Nullenergieschulhaus, Heilpädagogisches Zentrum Ekkharthof Kreuzlingen, Annual Report 2009**, BFE, Dezember 2009.
- [5] Newsletter des Ekkharthof. Homepage, Stand 10.12.2009: <http://www.ekkharthof.ch/newsletter.html>
- [6] Bodensee-Informationsdienst, Geschäftsstelle der IBK (Internationale Bodensee Konferenz). Datei, Stand 10.12.2009: <http://bodenseekonferenz.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downaid=9026&sp=D&domid=1043&fd=3>

11. Anhang

A. SCHEMATA DER STROMZÄHLER

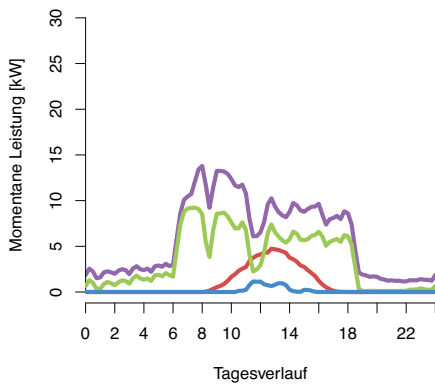


B. BETRIEBSZEITEN DER WÄRMEPUMPE

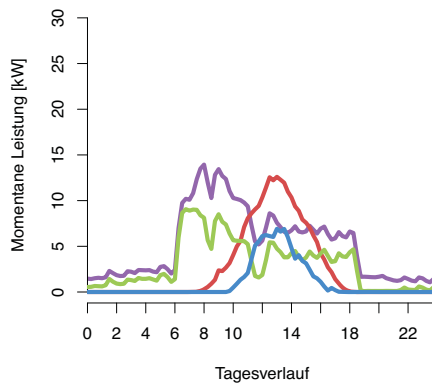
	Bis zum 30.9.2008		Ab 30.9.2008		Ab 30.10.2008	
Wärmepumpe	03:00-18:00 18:00-03:00	normal (20°) reduziert (16°)	06:00-18:00 18:00-06:00	normal reduziert	06:00-18:00 18:00-06:00	normal reduziert
Warmwasser-Speicher	22:00-01:00 01:00-06:00 12:00-14:00	WP ein 2. WQ WP ein	06:00-11:00 11:00-16:00 16:00-18:00	WP ein 2. WQ WP ein	16:30-08:00 08:00-16:30	WP aus WP ein

C. WEITERE ABBILDUNGEN ZU TAGESVERLÄUFEN UND DECKUNGSGRADEN

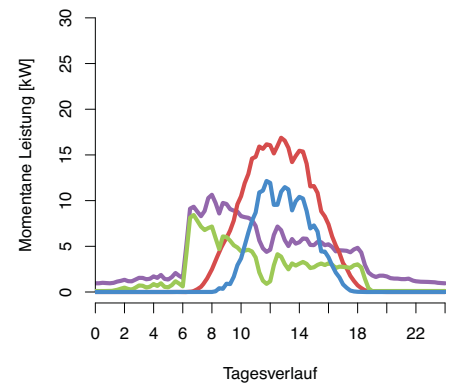
Monatsdurchschnitt: 1.2009



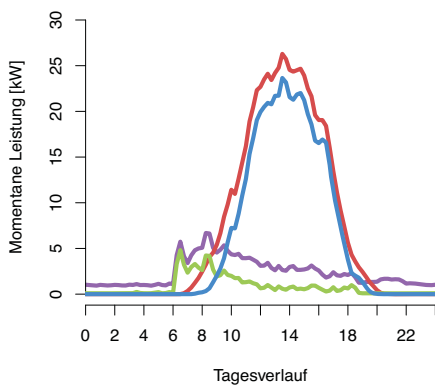
Monatsdurchschnitt: 2.2009



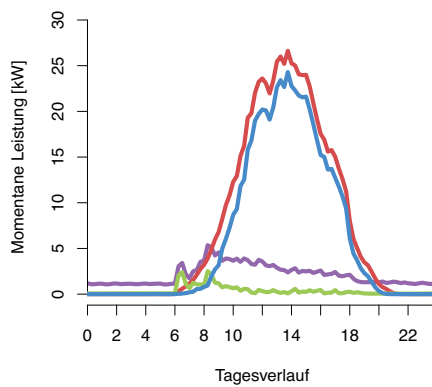
Monatsdurchschnitt: 3.2009



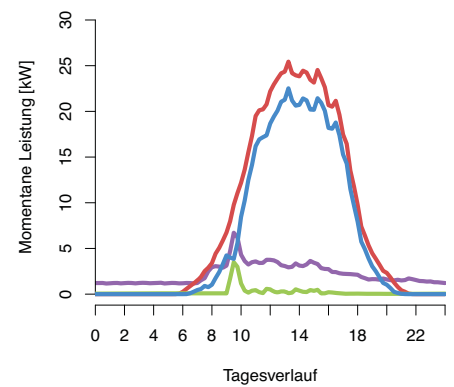
Monatsdurchschnitt: 4.2009



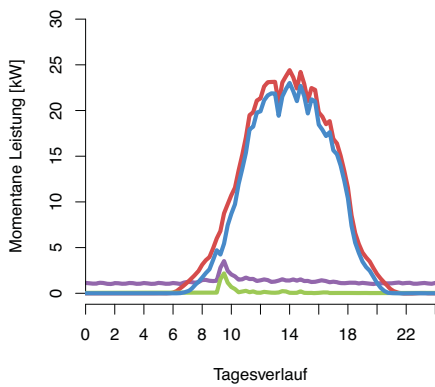
Monatsdurchschnitt: 5.2009



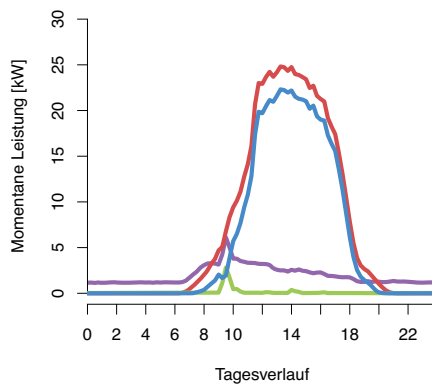
Monatsdurchschnitt: 6.2009



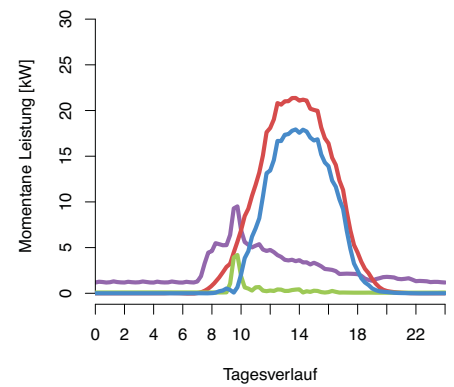
Monatsdurchschnitt: 7.2009



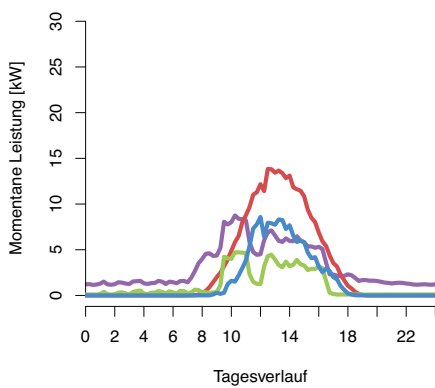
Monatsdurchschnitt: 8.2009



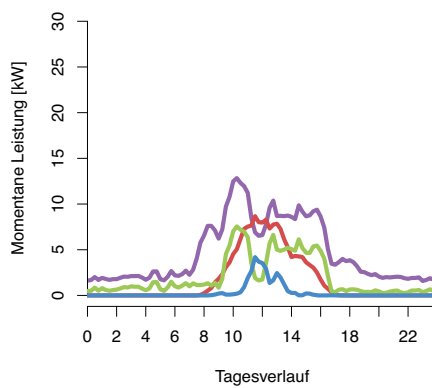
Monatsdurchschnitt: 9.2009



Monatsdurchschnitt: 10.2009



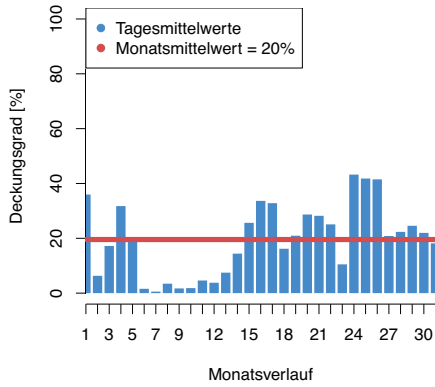
Monatsdurchschnitt: 11.2009



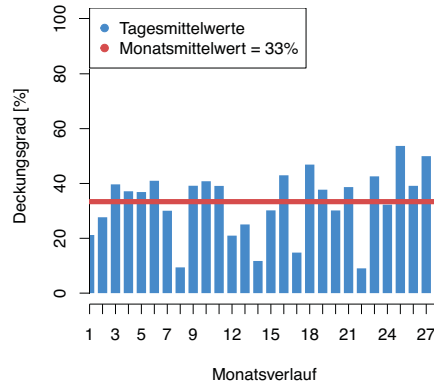
Legende

- Gesamtverbrauch
- PV-Produktion
- WP-Verbrauch
- Rückspeisung

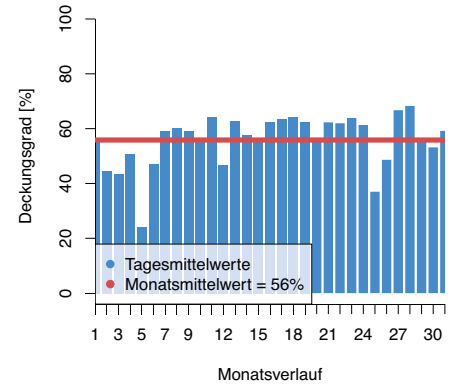
Deckungsgrad WP 01.2009



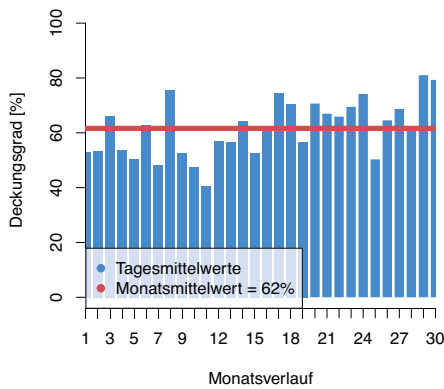
Deckungsgrad WP 02.2009



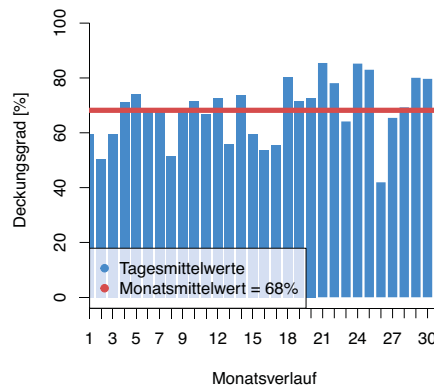
Deckungsgrad WP 03.2009



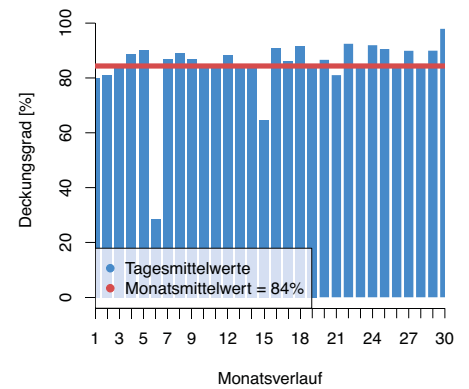
Deckungsgrad WP 04.2009



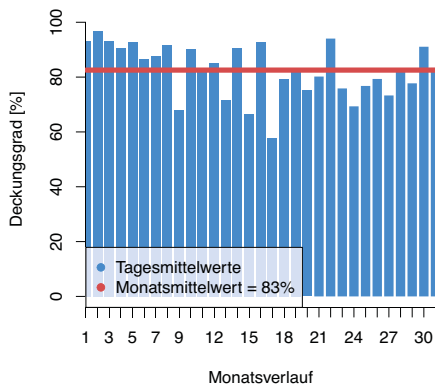
Deckungsgrad WP 05.2009



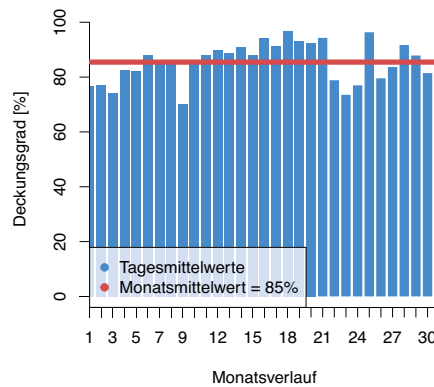
Deckungsgrad WP 06.2009



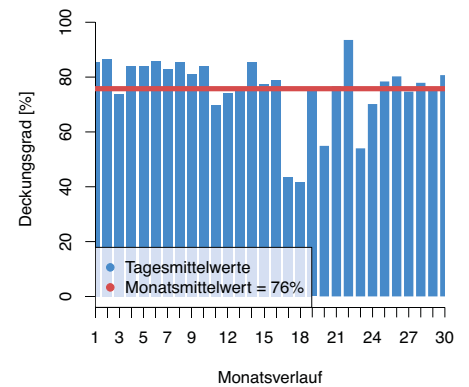
Deckungsgrad WP 07.2009



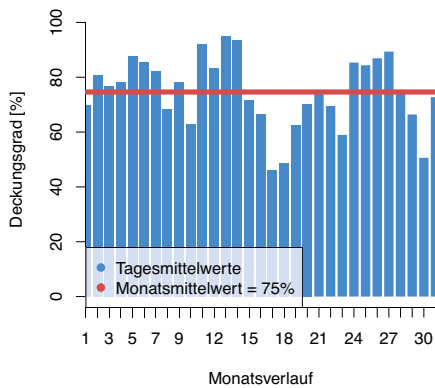
Deckungsgrad WP 08.2009



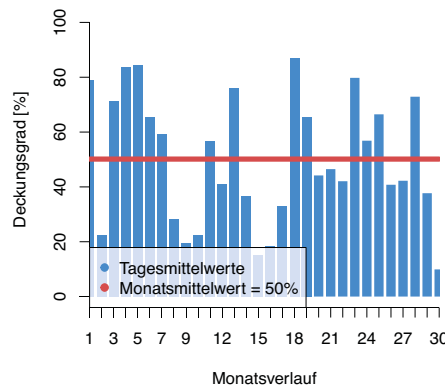
Deckungsgrad WP 09.2009



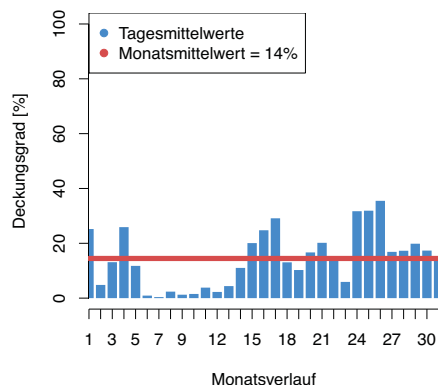
Deckungsgrad WP 10.2009



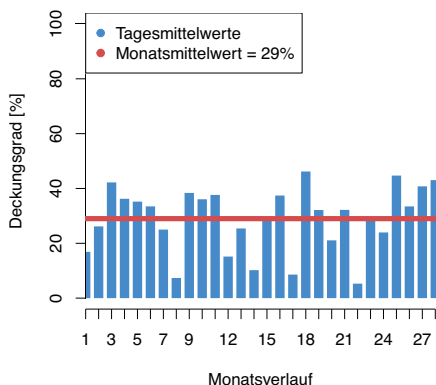
Deckungsgrad WP 11.2009



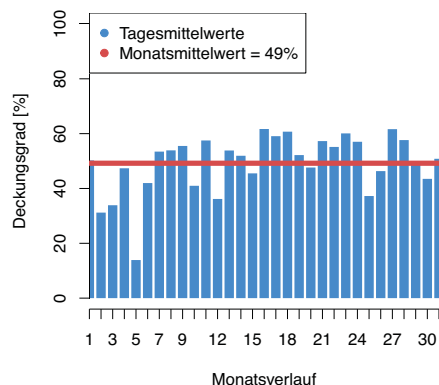
Gesamter Deckungsgrad 01.2009



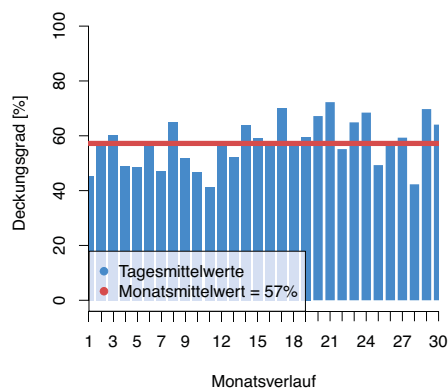
Gesamter Deckungsgrad 02.2009



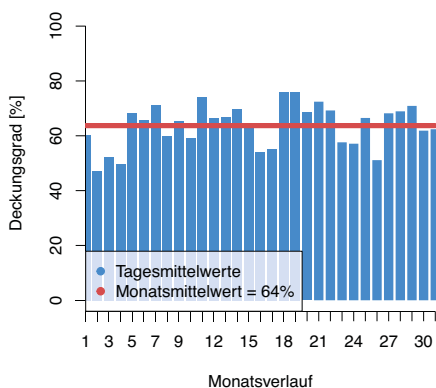
Gesamter Deckungsgrad 03.2009



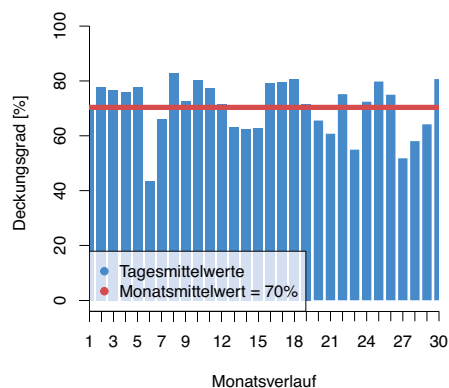
Gesamter Deckungsgrad 04.2009



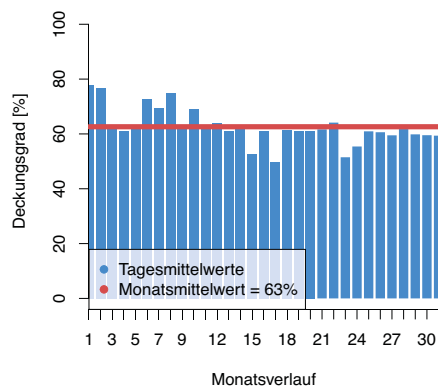
Gesamter Deckungsgrad 05.2009



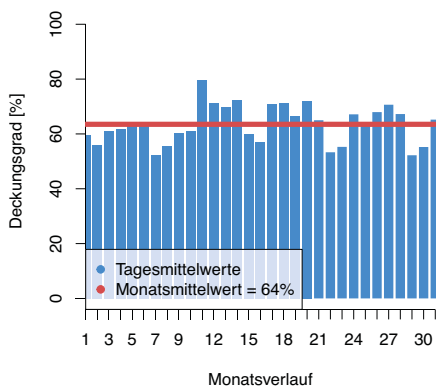
Gesamter Deckungsgrad 06.2009



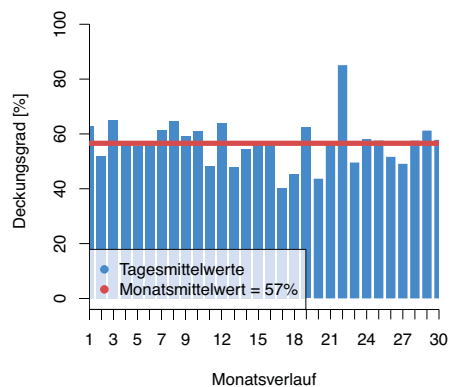
Gesamter Deckungsgrad 07.2009



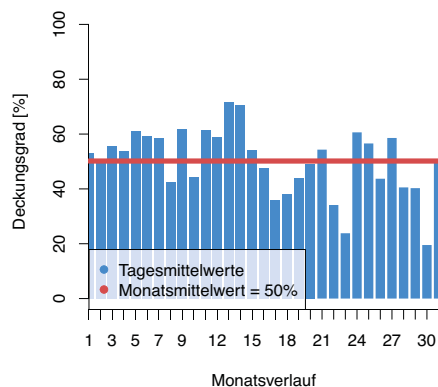
Gesamter Deckungsgrad 08.2009



Gesamter Deckungsgrad 09.2009



Gesamter Deckungsgrad 10.2009



Gesamter Deckungsgrad 11.2009

