

# Forschung zum Thema Elektrizität auf Baustellen

**Titel der Dissertation - Nachhaltigkeit von Stromquellen auf Baustellen**

**Hauptziel - Entwicklung einer Methodik zur Minimierung des Strombedarfs im Baustellenbetrieb**

Für die korrekte Anwendung von Innovationen ist eine genaue Kenntnis des Stromverbrauchs auf der Baustelle unerlässlich. Elektrizität ist ein Schlüsselfaktor für den reibungslosen Ablauf von Bau- und Installationsarbeiten, da alle elektrischen Geräte direkt oder indirekt den Bauprozess beeinflussen. Strom wird für den Betrieb von Baumaschinen und -geräten, für die Innen- und Außenbeleuchtung der Baustelle und für die Versorgung von temporären Baugeräten wie Beleuchtung, Heizung und Warmwasserbereitung verwendet. Im Allgemeinen lassen sich die elektrischen Anlagen auf einer Baustelle in Beleuchtungs-, Heizungs- und Rotationsanlagen unterteilen. Auch EDV-Anlagen, Kameras, Zugangskontrollsysteme und Sensoren kommen immer häufiger zum Einsatz und sind heute fast auf jeder Baustelle notwendig.

Bei der Planung des elektrischen Hauptanschlusspunktes auf einer Baustelle ist es wichtig, eine ausreichende Kapazität sicherzustellen. Die für die Baustelle reservierte maximale Kapazität auf der Grundlage der größten Eingangsleistung, die durch den Nennwert des Leistungsschalterstroms I[A] ausgedrückt wird, sollte berücksichtigt werden.

## Forschungsmessungen



### Definition und Beschreibung der untersuchten Baustellen

Die untersuchten Baustellenanlagen weisen mehrere gleiche Parameter auf. Auf jeder Baustelle gibt es Baubüros und einen Baukran. Die Technologie des Tragsystems des Gebäudes ist Stahlbeton. An jedem Bauort wurden Messgeräte installiert, die eine eingehende Analyse des Stromverbrauchs ermöglichen. Diese wurden direkt in die elektrischen Verteiler eingebaut, so dass der Verbrauch der Baubüros und des Baustellenbetriebs getrennt erfasst werden konnte. Eine wichtige Aufgabe bestand darin, die technischen Parameter der Verkabelung festzuhalten und das elektrische System für die weitere Modellierung aufzubereiten.

Markierung	Berichtsperiode (der Zeitraum wird aufgrund der laufenden Messung länger sein)		Verbrauch auf der gesamten Baustelle		Verbrauch von mobilen Containern	
			kWh	Anzahl	kWh	%
Baustelle A	sep'22 - apr'23	8 Monate	47 294,00	10	35 409,00	74,9
Baustelle B	jul'22 - jun'23	12 Monate	65 387,00	12	46 940,00	71,8
Baustelle C	nov'22 - apr'23	6 Monate	134 360,00	28	102 517,00	76,3

### Fundstücke

Baucontainer haben einen hohen Anteil am Gesamtverbrauch, mehr als 70 % bei den überwachten stationären Anlagen. Im Durchschnitt hat ein Container einen monatlichen Verbrauch von etwa 300 kWh.

### Empfehlung

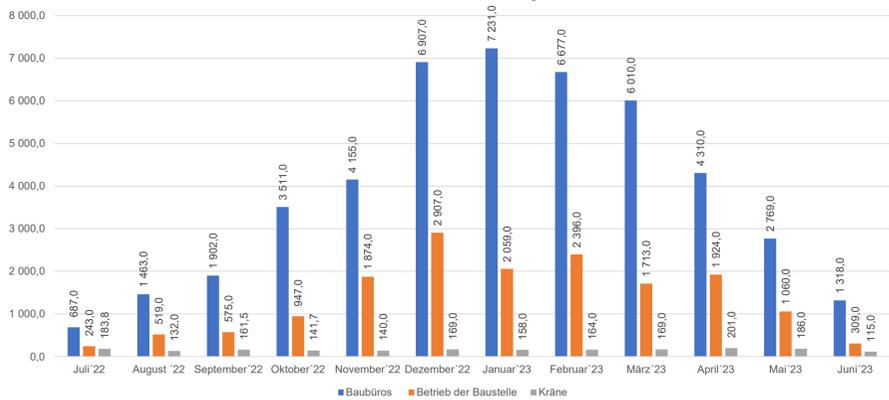
Das Aufzeigen des hohen Verbrauchs von Baubüros wird dazu beitragen, sich auf diese zu konzentrieren und ihren Verbrauch zu optimieren. Die Ermittlung des Durchschnittsverbrauchs kann bei der Preisabschätzung helfen.

## Grafische Darstellung von Teilergebnissen

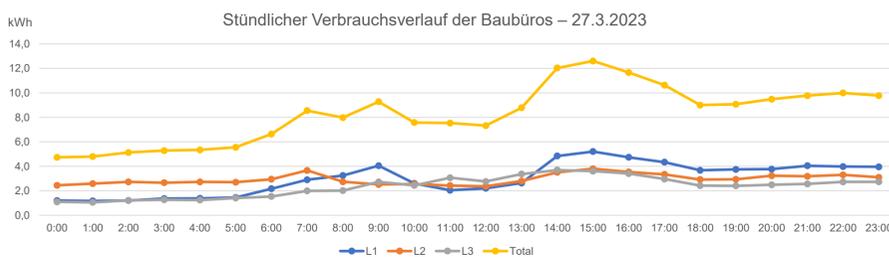


### Baustelle B

#### Verbrauchsentwicklung



Der Verbrauchsverlauf zeigt uns die Wintermonate mit dem höchsten Verbrauch. Im Januar entfielen bis zu 76 % des Verbrauchs auf Baucontainer. Der Energieverbrauch von Kränen ist relativ stabil, mit leichten Schwankungen. Dies deutet darauf hin, dass die Kranauslastung relativ konstant ist.

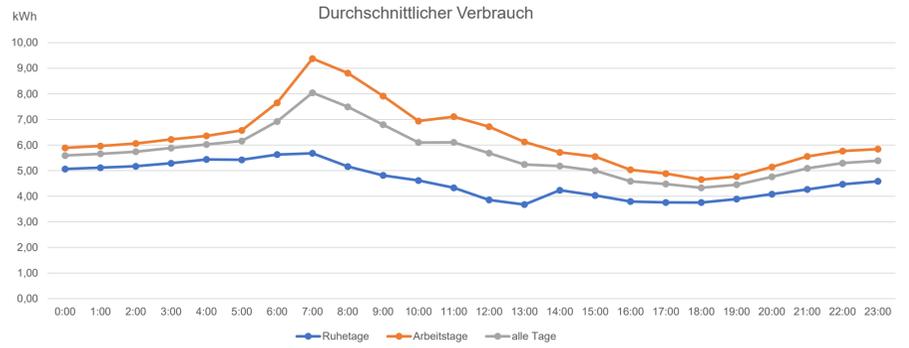


### Beschreibung

Die Grafik zeigt den Verbrauch in kWh für jede Phase und den Gesamtverbrauch am Arbeitstag 27.3.2023. Die einzelnen Punkte stellen den stündlichen Verbrauch dar.

### Empfehlung

Der Stromverbrauch hängt hauptsächlich vom Verhalten der Mitarbeiter am Arbeitsplatz ab. Das Verbrauchsmuster zeigt an, wann die Mitarbeiter am Arbeitsplatz anwesend sind und wann nicht, so dass der Verbrauch in zwei Zeiträume unterteilt werden kann: Tag und Nacht. Der Verbrauch während des Tages variiert - die Arbeitnehmer kommen morgens auf der Baustelle an und halten nach dem Mittagessen eine Koordinierungssitzung ab. In der Nacht entfiel der größte Teil des Verbrauchs auf die Heizung.

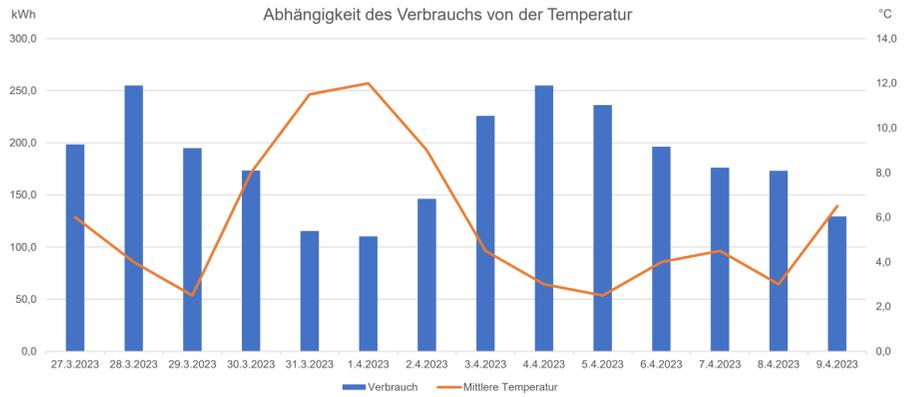


### Beschreibung

Das Diagramm zeigt das durchschnittliche Verbrauchsmuster für Ruhetage, Arbeitstage und alle Tage.

### Empfehlung

Der durchschnittliche Verbrauch pro Tag betrug fast 140 kWh, sein Verlauf ist durch die graue Linie dargestellt. Die Einteilung aller Tage in zwei Gruppen zeigt, dass an Arbeitstagen der höchste Verbrauch morgens um 7 Uhr zu verzeichnen ist. In blau ist die Linie des Verbrauchs an ruhigen Tagen dargestellt, der im Durchschnitt bei 110 kWh lag. An Sommertagen lag der niedrigste Verbrauch bei 18 kWh. Dieser deutliche Unterschied ist hauptsächlich auf die Heizung zurückzuführen.



### Beschreibung

Die Grafik zeigt den Verbrauch im Baubüro über einen Zeitraum von zwei Wochen und die durchschnittliche Temperatur am Standort.

### Empfehlung

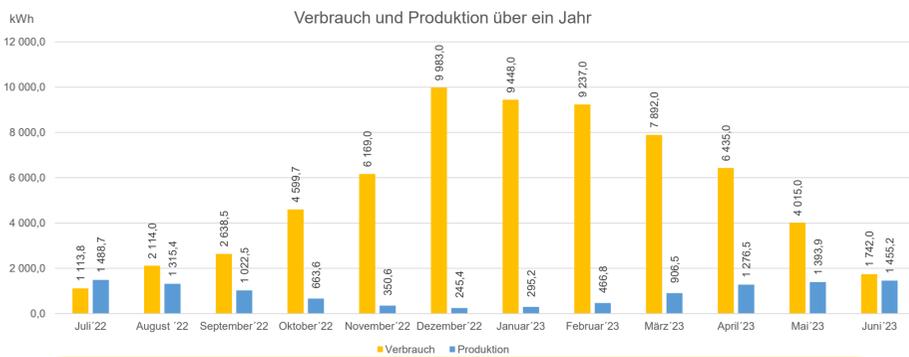
Der Energieverbrauch wird von der Umgebungstemperatur beeinflusst. Dies wird durch die folgende Grafik verdeutlicht, da dieser Bereich während des betrachteten Zeitraums am ehesten vergleichbar ist. Mit steigender Temperatur sinkt der Verbrauch, was auf die Mitarbeiter in den Konstruktionsbüros zurückzuführen ist, die für thermischen Komfort sorgen. Für temporäre Gebäude gibt es keine Anforderungen an den Wärmewiderstand, daher die hohe Wärmeleckage.

## Verbrauchsoptimierungen



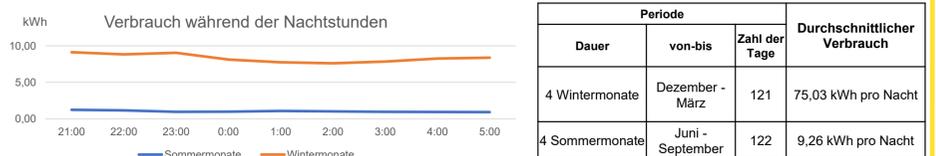
### Baustelle B

Der Verbrauch an temporären Gebäuden auf der Baustelle ist enorm. Daher ist es notwendig, nach Lösungen zu suchen, wie dieser Strom eingespart oder ersetzt werden kann. Eine Möglichkeit ist die Installation von Fotovoltaikanlagen auf dem Dach der Baubüros. In diesem Fall kann auf der Baustelle B eine Leistung von 10 kW installiert werden. Stromerzeugung durch Photovoltaikmodule mit einer installierten Leistung von 420Wp x 24 Stück = 10,08 kWp [10kW], Jährliche Einstrahlung in der Ebene in Bratislava 1383,07 [kWh/m<sup>2</sup>]. Die Paneele sind flach verlegt.



Das Diagramm zeigt den monatlichen Verbrauch des Standorts und die monatliche Produktion der PV-Paneele. Die Jährliche PV-Energieproduktion 10 889,12 kWh und der Jahresverbrauch der Baustelle beträgt 65 387,0 kWh. Das bedeutet, dass diese Produktion 16% des Verbrauchs decken kann. Dabei ist zu beachten, dass sich die Erzeugung nur auf den Teil des Tages bezieht, an dem die Sonne scheint, der Verbrauch jedoch 24 Stunden lang. Daher müsste in den Monaten Juni und Juli die überschüssige Energie aus der Produktion gespeichert oder ins Netz eingespeist werden.

Ein großer Teil des Verbrauchs in den Wintermonaten entfällt auf die Heizung. Der Schwerpunkt der folgenden Optimierung liegt auf der Reduzierung des Heizungsverbrauchs in der Nacht. In der Nacht von 20:00 bis 5:00 Uhr soll die Heizung automatisch abgeschaltet werden.



Die Grafik zeigt das Verbrauchsmuster in den Sommer- und Wintermonaten. Der Unterschied zwischen den Kurven ist auf die Heizung zurückzuführen. Wenn das automatische Heizsystem die Heizung nachts für 9 Stunden pro Nacht ausschalten würde, könnten wir in 4 Monaten 7.959,8 kWh einsparen - eine Reduzierung des Gesamtverbrauchs um über 12 %.

Weitere Optimierungen können sein: - Verbesserung der thermischen Leistung der Gebäudehülle (3%) - Einsatz energieeffizienter Geräte (1,5%) - Sonstiges (1%) Bei einer Verringerung des Verbrauchs um 32 % ergibt sich eine Einsparung von 20 923,8 kWh, was Kosten von 25 108,61 € entspricht.