

# Die Messung des Energieverbrauchs - Welche Möglichkeiten und Risiken birgt es?

---

29. Juli 2020

Jean-Frédéric Vogelbacher

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

- **Frage:** Wer besitzt ein Smartphone?

- **Frage:** Wer besitzt ein Smartphone?
  - Wem ist in den ungünstigsten Zeitpunkten der Akku leer gegangen?

- **Frage:** Wer besitzt ein Smartphone?
  - Wem ist in den ungünstigsten Zeitpunkten der Akku leer gegangen?
- **Frage:** Wem ist Privatsphäre und Schutz sensibler Daten auf dem Smartphone wichtig?

- **Frage:** Wer besitzt ein Smartphone?
  - Wem ist in den ungünstigsten Zeitpunkten der Akku leer gegangen?
- **Frage:** Wem ist Privatsphäre und Schutz sensibler Daten auf dem Smartphone wichtig?

⇒ Diese beiden Fragen hängen zusammen

Verschiedene Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu messen

- Mitschreiben von Akku-Informationen

- Theoretischer Ansatz, den Energieverbrauch einzelner Komponenten zu bestimmen

- Power Sandbox: Den Energieverbrauch einzelner Applikationen bestimmen

Welche Informationen verrät der Energieverbrauch?

Fazit

Fragen?

## **Verschiedene Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu messen**

---

- Android BatteryManager:<sup>1</sup>
  - BATTERY\_PROPERTY\_CURRENT\_NOW
  - BATTERY\_STATUS\_CHARGING
  - EXTRA\_VOLTAGE
  - EXTRA\_TEMPERATURE

---

<sup>1</sup><https://developer.android.com/reference/android/os/BatteryManager>,  
abgerufen am 13.07.2020)



- Android BatteryManager:<sup>1</sup>
  - BATTERY\_PROPERTY\_CURRENT\_NOW
  - BATTERY\_STATUS\_CHARGING
  - EXTRA\_VOLTAGE
  - EXTRA\_TEMPERATURE
- Mitschreiben der Akku-Informationen in kurzen Zeit-Abständen

---

<sup>1</sup><https://developer.android.com/reference/android/os/BatteryManager>,  
abgerufen am 13.07.2020)

- Android BatteryManager:<sup>1</sup>
  - BATTERY\_PROPERTY\_CURRENT\_NOW
  - BATTERY\_STATUS\_CHARGING
  - EXTRA\_VOLTAGE
  - EXTRA\_TEMPERATURE
- Mitschreiben der Akku-Informationen in kurzen Zeit-Abständen
- **Nachteil:** Die Verteilung des Energieverbrauchs im System kann daraus nicht entnommen werden.

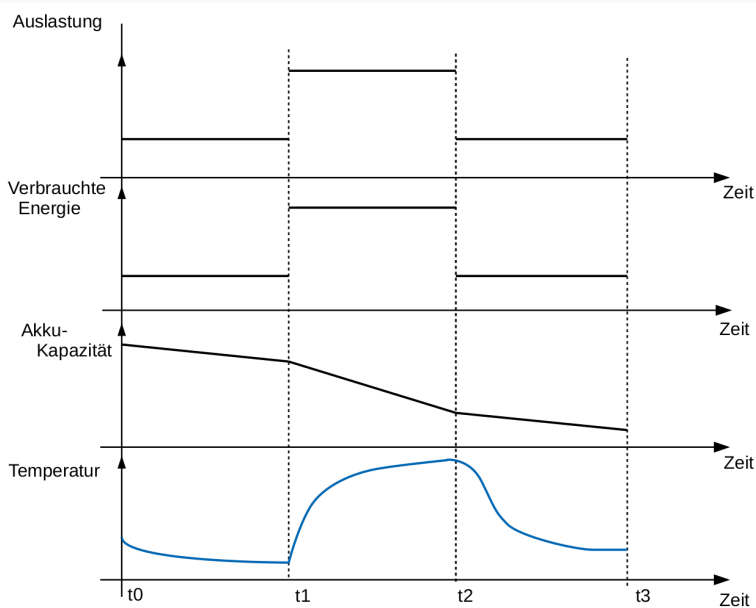
---

<sup>1</sup><https://developer.android.com/reference/android/os/BatteryManager>,  
abgerufen am 13.07.2020)

## Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen

- **Voraussetzung:** Erkennen verschiedener Zustände einer Hardware-Komponente anhand weniger Faktoren

# Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen



## Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen

- **Voraussetzung:** Erkennen verschiedener Zustände einer Hardware-Komponente anhand weniger Faktoren

# Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen

- **Voraussetzung:** Erkennen verschiedener Zustände einer Hardware-Komponente anhand weniger Faktoren
- **Vorbereitung:** Messen verschiedener Zustände einzelner Komponenten vom System isoliert
  - Messen der essentiellen Komponenten (CPU, RAM, ..)
  - Messen einzelner Komponenten durch Abziehen des geschätzten Stromverbrauchs der essentiellen Komponenten

# Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen

- **Voraussetzung:** Erkennen verschiedener Zustände einer Hardware-Komponente anhand weniger Faktoren
- **Vorbereitung:** Messen verschiedener Zustände einzelner Komponenten vom System isoliert
  - Messen der essentiellen Komponenten (CPU, RAM, ..)
  - Messen einzelner Komponenten durch Abziehen des geschätzten Stromverbrauchs der essentiellen Komponenten
- Stromverbrauch einer Komponente kann bestimmt werden durch:
  - Erkannter Zustand der Komponente
  - Gespeicherter Benchmark-Wert

# Th. Ansatz, Energieverbrauch von Komponenten zu bestimmen

- **Voraussetzung:** Erkennen verschiedener Zustände einer Hardware-Komponente anhand weniger Faktoren
- **Vorbereitung:** Messen verschiedener Zustände einzelner Komponenten vom System isoliert
  - Messen der essentiellen Komponenten (CPU, RAM, ..)
  - Messen einzelner Komponenten durch Abziehen des geschätzten Stromverbrauchs der essentiellen Komponenten
- Stromverbrauch einer Komponente kann bestimmt werden durch:
  - Erkannter Zustand der Komponente
  - Gespeicherter Benchmark-Wert

⇒ Ungenauigkeiten können entstehen



- **Ziel:** Genaues Bestimmen des Energieverbrauchs einer Applikation
  - Applikation wird vom Rest des Systems isoliert

- **Ziel:** Genaues Bestimmen des Energieverbrauchs einer Applikation
  - Applikation wird vom Rest des Systems isoliert
- **Probleme:**
  - *Power Entanglement*
  - Asynchrone Hardware-Komponenten

- **Ziel:** Genaues Bestimmen des Energieverbrauchs einer Applikation
  - Applikation wird vom Rest des Systems isoliert
- **Probleme:**
  - *Power Entanglement*
  - Asynchrone Hardware-Komponenten
- **Lösung:** *Resource Balloning*

- Räumlich:
  - Hardware-Ressourcen werden in Abschnitte aufgeteilt
  - Hauptsächlich für CPU und RAM verwendet

- Räumlich:
  - Hardware-Ressourcen werden in Abschnitte aufgeteilt
  - Hauptsächlich für CPU und RAM verwendet
- Zeitlich:
  - Der Zeitliche Ablauf wird in kleine Zeit-Fenster aufgeteilt
  - Hauptsächlich für asynchron arbeitende Komponenten verwendet

- **Ziel:** Genaues Bestimmen des Energieverbrauchs einer Applikation
  - Applikation wird vom Rest des Systems isoliert
- **Probleme:**
  - *Power Entanglement*
  - Asynchrone Hardware-Komponenten
- **Lösung:** *Resource Balloning*
- **Evaluation:**
  - Power Sandbox: Abweichungen  $< 5\%$
  - Herkömmliche Methoden: Abweichungen  $< 60\%$

**Welche Informationen verrät der  
Energieverbrauch?**

---

## Welche Informationen verrät der Energieverbrauch?

- **Frage:** Was für verschiedene Informationen kann man durch das Analysieren des Energieverbrauchs bekommen?



# Welche Informationen verrät der Energieverbrauch?

- **Frage:** Was für verschiedene Informationen kann man durch das Analysieren des Energieverbrauchs bekommen?
- **Antwort:** Viel zu viele...



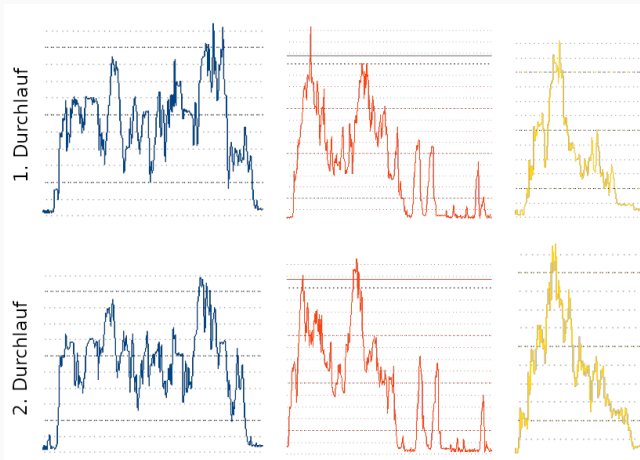
*Bildquelle: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)*

- Durch das Betrachten einer *einzelnen* Leistungskurve kann viel Information rückgeschlossen werden

- Durch das Betrachten einer *einzelnen* Leistungskurve kann viel Information rückgeschlossen werden
- **Vorteil bei Smartphones:** Meist wird nur eine Applikation gleichzeitig verwendet  
⇒ Leistungskurve des Systems ist annähernd die der Applikation

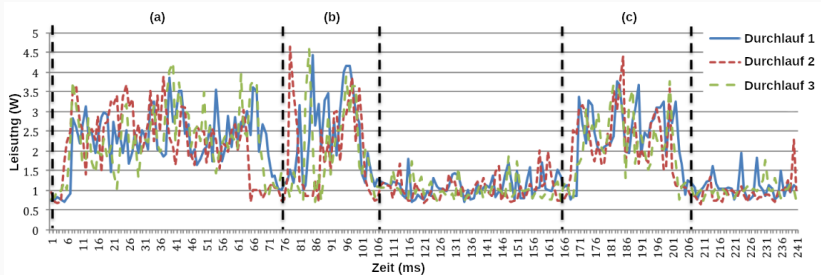
- Durch das Betrachten einer *einzelnen* Leistungskurve kann viel Information rückgeschlossen werden
- **Vorteil bei Smartphones:** Meist wird nur eine Applikation gleichzeitig verwendet  
⇒ Leistungskurve des Systems ist annähernd die der Applikation
- Es werden nur Informationen verwertet, die durch *Methode 1 (Einfaches Mitschreiben einer Leistungskurve)* auf Android gewonnen werden können

# Szenario 1: Öffnen verschiedener Applikationen



■ WeChat ■ AliPay ■ Gmail

## Szenario 2: Rückschließen auf UI-Elemente (Amazon)



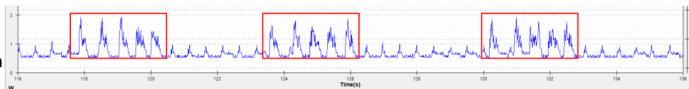
a) Übersicht, b) Produktansicht, c) Passwordeingabe

# Szenario 3: Rückschließen auf Passwortlängen

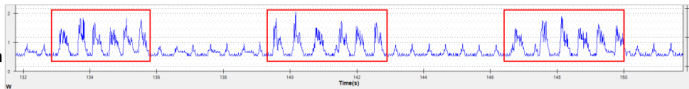
**“side”**  
4 Buchstaben



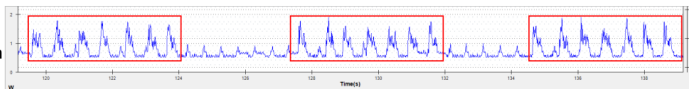
**“power”**  
5 Buchstaben



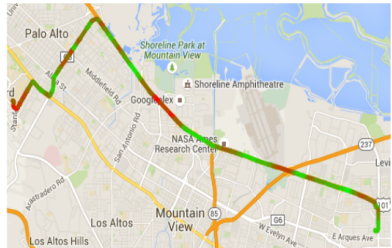
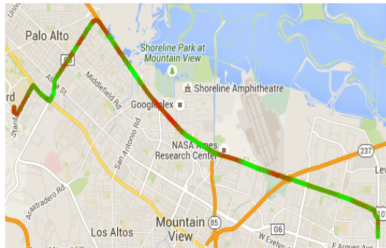
**“covert”**  
6 Buchstaben



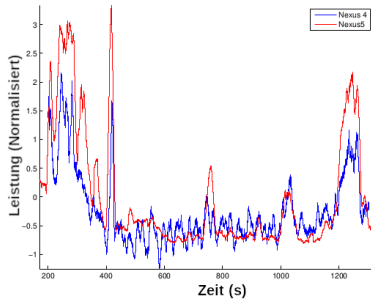
**“channel”**  
7 Buchstaben



# Szenario 4: Rückschließen auf den Standortverlauf



niedrig      Signalstärke des GPS Moduls      hoch





## Fazit

---

- Verschiedene Informationen können durch einfachste Leistungsverläufe herausgefunden werden

- Verschiedene Informationen können durch einfachste Leistungsverläufe herausgefunden werden
- **Aber:** Leistungsinformationen sind in Akku-Betriebenen Geräten essentiell

- Verschiedene Informationen können durch einfachste Leistungsverläufe herausgefunden werden
- **Aber:** Leistungsinformationen sind in Akku-Betriebenen Geräten essentiell
- **Lösung:** Vertrauen der Software-Hersteller

Danke für die Aufmerksamkeit!



*Bildquelle: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)*

**Fragen?**

---