

# Energieverbrauchsermittlung von Android-Applikationen

**open4INNOVATION2012**  
Think innovative. **BE INNOVATIVE.**

**Claas Wilke**

09.05.2012

# PROBLEM

2000



2012

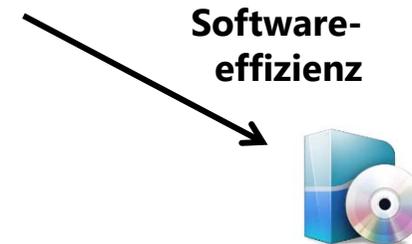


# PROBLEM

- Mobile Geräte haben **begrenzte Batteriekapazitäten**
- Je nach Benutzung, kann die **Betriebsdauer erheblich schwanken**
- Obwohl **verschiedene Applikationen** ähnliche Dienste anbieten, kann ihr **Energieverbrauch** unterschiedlich sein
- Nutzer **wählen Applikationen** basierend auf **Nutzerbewertungen** aber nicht nach ihrem Energieverbrauch aus

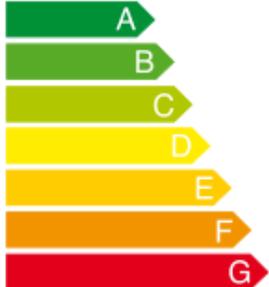
# ENERGIEVERBRAUCH VON SOFTWARE?

- Software **verbraucht** Energie **indirekt**
- **Auslastung** von **Hardwarekomponenten**
  - CPU-Auslastung
  - Netzwerkkommunikation
  - Lese-/Schreibzugriffe
- **Intelligente Software** kann **Stromverbrauch** über klassische Hardwareoptimierung hinaus **senken**



# Wir kaufen eine Waschmaschine ...



<b>Energie</b>		Waschmaschine
Hersteller		
Modell		
<b>Niedriger Energieverbrauch</b>		<b>A</b>
		
<b>Hoher Energieverbrauch</b>		
<b>Energieverbrauch kWh/Waschprogramm</b> <small>(ausgehend von den Ergebnissen der Normprüfung für das Programm „Baumwolle, 60 °C“)</small>		<b>0,89</b>
<small>Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Art der Nutzung des Gerätes ab</small>		
<b>Waschwirkung</b> <small>A: besser G: schlechter</small>		<b>A B C D E F G</b>
<b>Schleudervirkung</b> <small>A: besser G: schlechter</small> Schleuderdrehzahl (U/min)		<b>A B C D E F G</b> 1800
<b>Füllmenge (Baumwolle) kg</b>		5
<b>Wasserverbrauch</b> ℓ		39
<b>Geräusch (dB(A) re 1 pW)</b>	Waschen Schleudern	
<small>Ein Datenblatt mit weiteren Geräteangaben ist in den Prospekten enthalten</small>		
<small>Norm EN 60456 Richtlinie 95/12/EG Waschmaschinenetikett</small>		

Neu! Google Play [WEITERE INFORMATIONEN](#)

 Google play

ANDROID APPS KAUFEN

Alle Preise  SafeSearch: Aus  Alle Geräte  Sortieren nach: Relevanz

**Android Apps** Mindestens 1000 Ergebnisse

 **K-9 Mail**  
K-9 DOG WALKERS / KOMMUNIKATION  
★★★★★ (36.747)

K-9 is the best email client for Android. It's incredibly powerful and 100% free K-9 Mail is an open-source e-mail client with search, IMAP push email, multi-folder sy...

 **Google Mail**  
GOOGLE INC. / KOMMUNIKATION  
★★★★★ (283.239)

Die Google Mail-Anwendung: Push-Funktion, Konversationen, Suche und vieles mehr. Die in Kontakte und Android integrierte Google Mail-Anwendung: \* Automatische Übertra...

 **Yahoo! Mail**  
YAHOO! INC. / KOMMUNIKATION  
★★★★★ (167.497)

Schneller, intelligenter und attraktiver: Yahoo! Mail für Android Die offizielle Yahoo! Mail-App für Android - Mehrere Yahoo!-Accounts - Fotovorschau im Posteingang -...

 **Root Explorer (File Manager)**  
SPEED SOFTWARE / EFFIZIENZ-TOOLS  
★★★★★ (14.550)

Root Explorer ist der ultimative Dateimanager für Root-Benutzer. Zugriff auf das gesamte Android-Dateisystem (einschließlich der schwer zugänglichen Datenordnern!). D...

 **MailDroid**  
FLIPDOG SOLUTIONS, LLC / KOMMUNIKATION  
MailDroid is your IMAP Idle and POP3 email replacement for the default client! MailDroid is

Neu! **Google Play** [WEITERE INFORMATIONEN](#)


**Google play**

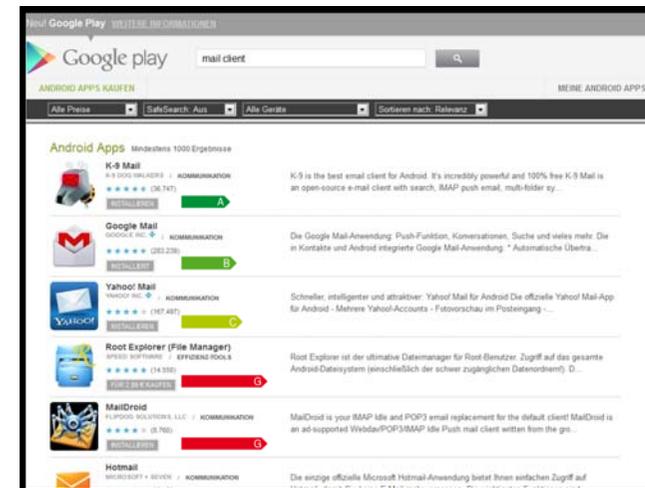
[ANDROID APPS KAUFEN](#)
[MEINE ANDROID APPS](#)

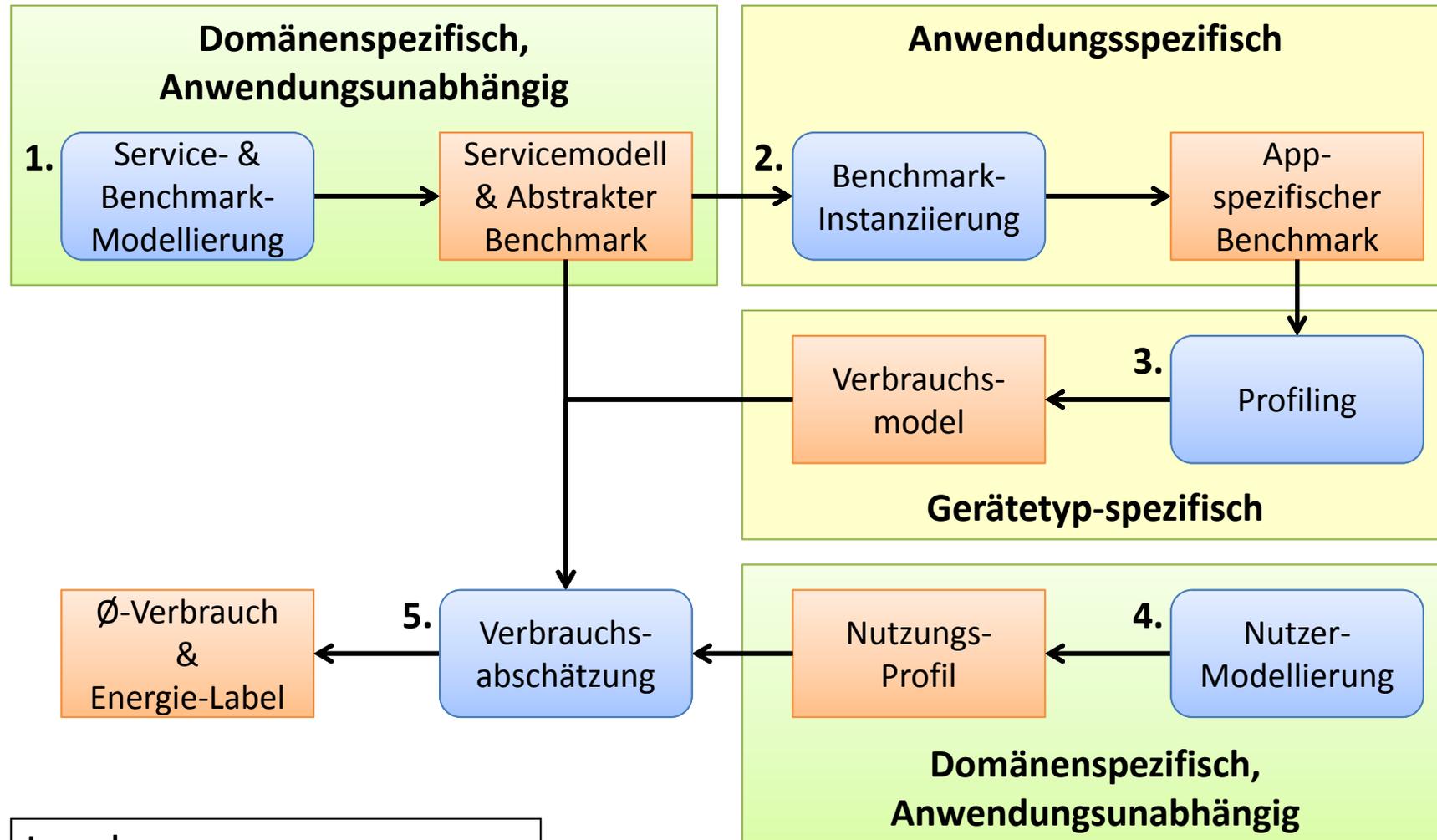
**Android Apps** Mindestens 1000 Ergebnisse

 <p><b>K-9 Mail</b> K-9 DOG WALKERS / KOMMUNIKATION ★★★★★ (36.747) <input type="button" value="INSTALLIEREN"/> <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">A</span></p>	<p>K-9 is the best email client for Android. It's incredibly powerful and 100% free K-9 Mail is an open-source e-mail client with search, IMAP push email, multi-folder sy...</p>
 <p><b>Google Mail</b> GOOGLE INC. / KOMMUNIKATION ★★★★★ (283.239) <input type="button" value="INSTALLIERT"/> <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 5px;">B</span></p>	<p>Die Google Mail-Anwendung: Push-Funktion, Konversationen, Suche und vieles mehr. Die in Kontakte und Android integrierte Google Mail-Anwendung: * Automatische Übertra...</p>
 <p><b>Yahoo! Mail</b> YAHOO! INC. / KOMMUNIKATION ★★★★☆ (167.497) <input type="button" value="INSTALLIEREN"/> <span style="background-color: #90EE90; color: white; padding: 2px 5px;">C</span></p>	<p>Schneller, intelligenter und attraktiver: Yahoo! Mail für Android Die offizielle Yahoo! Mail-App für Android - Mehrere Yahoo!-Accounts - Fotovorschau im Posteingang -...</p>
 <p><b>Root Explorer (File Manager)</b> SPEED SOFTWARE / EFFIZIENZ-TOOLS ★★★★★ (14.550) <input type="button" value="FÜR 2,99 € KAUFEN"/> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px 5px;">G</span></p>	<p>Root Explorer ist der ultimative Dateimanager für Root-Benutzer. Zugriff auf das gesamte Android-Dateisystem (einschließlich der schwer zugänglichen Datenordnern!). D...</p>
 <p><b>MailDroid</b> FLIPDOG SOLUTIONS, LLC / KOMMUNIKATION</p>	<p>MailDroid is your IMAP Idle and POP3 email replacement for the default client! MailDroid is</p>

# ZIEL

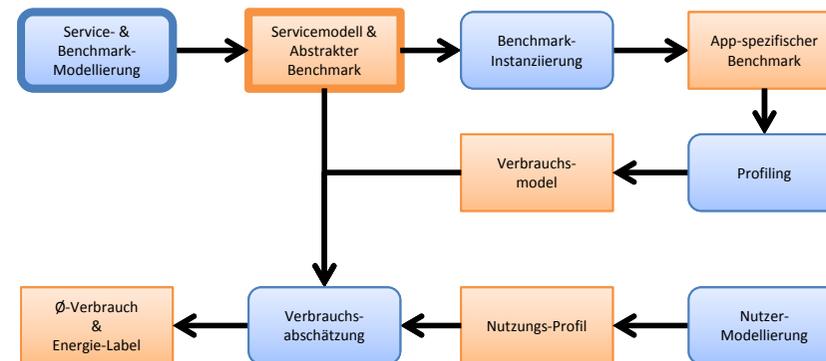
- **Prozess zur Energieverbrauchs-ermittlung** basierend auf
  - **Energieverbrauchsmodell** und
  - **Nutzungsprofil**
- Berechnung von **Energie-Labels für Apps mit ähnlicher Funktionalität**





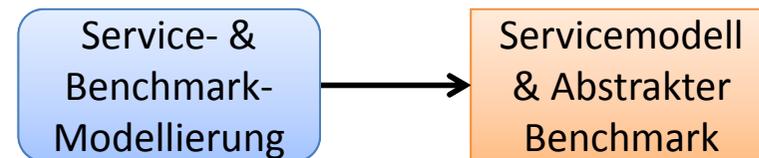
# 1

# SERVICE- & BENCHMARK- MODELLIERUNG

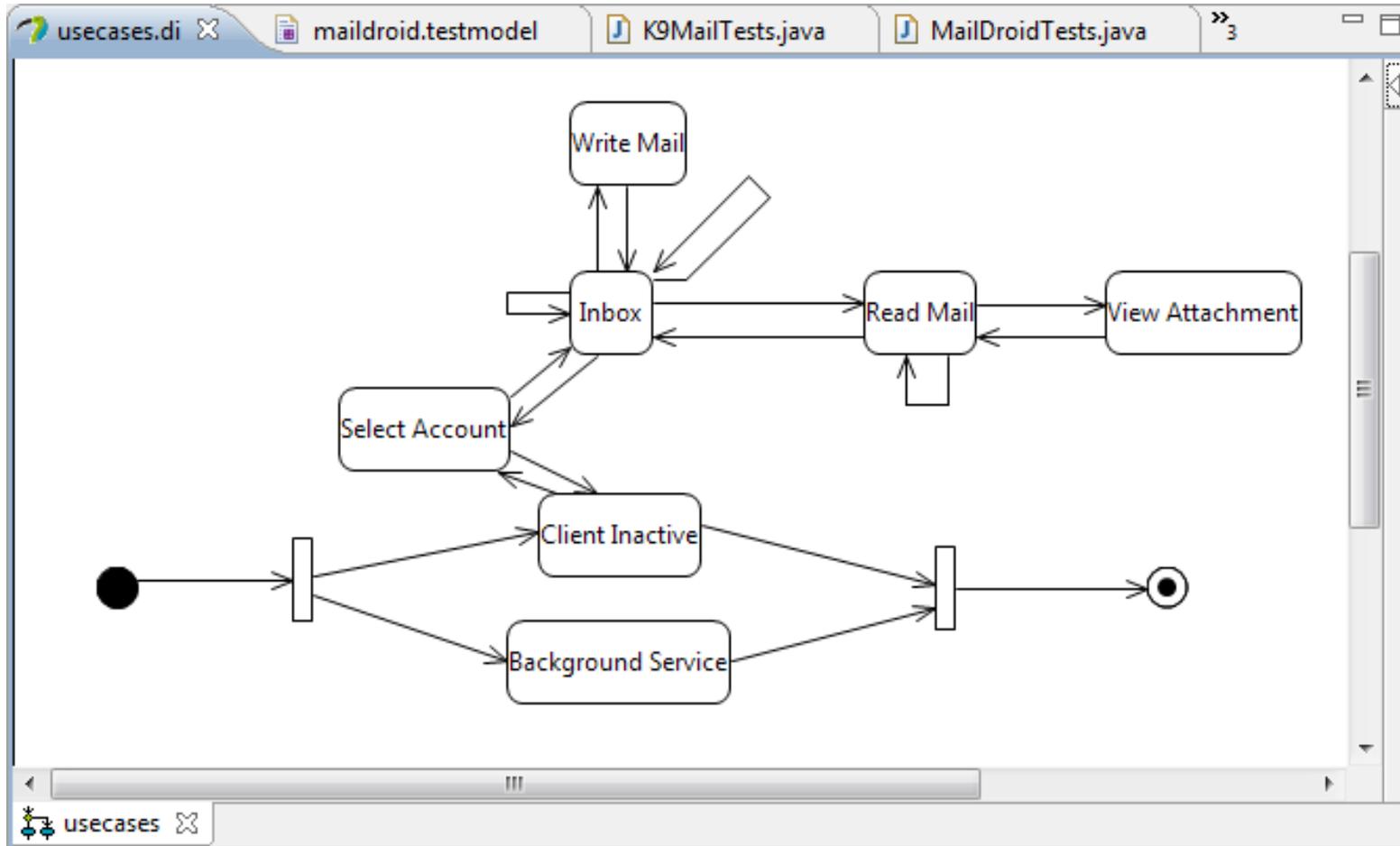


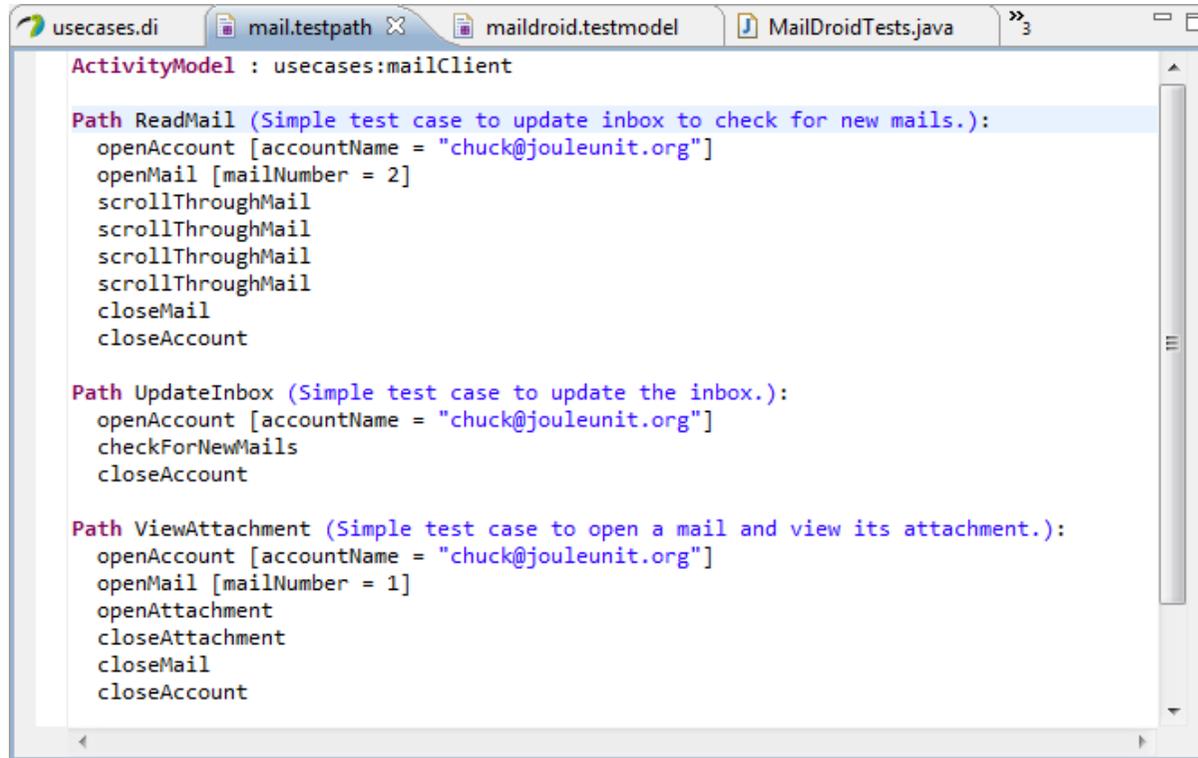
# SERVICE-MODELLIERUNG

- Beschreibung der **typischen Dienste** (Services) von Applikationen **dieser Domäne**  
→ Domänenspezifisches Servicemodell



- Beschreibung von **Testpfaden** und **-daten** für das **Benchmarking**





```
usecases.di  mail.testpath  maildroid.testmodel  MailDroidTests.java  3

ActivityModel : usecases:mailClient

Path ReadMail (Simple test case to update inbox to check for new mails.):
  openAccount [accountName = "chuck@jouleunit.org"]
  openMail [mailNumber = 2]
  scrollThroughMail
  scrollThroughMail
  scrollThroughMail
  scrollThroughMail
  closeMail
  closeAccount

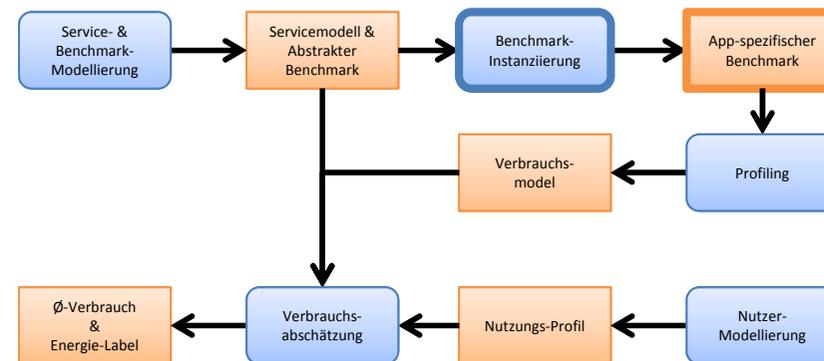
Path UpdateInbox (Simple test case to update the inbox.):
  openAccount [accountName = "chuck@jouleunit.org"]
  checkForNewMails
  closeAccount

Path ViewAttachment (Simple test case to open a mail and view its attachment.):
  openAccount [accountName = "chuck@jouleunit.org"]
  openMail [mailNumber = 1]
  openAttachment
  closeAttachment
  closeMail
  closeAccount
```

- Menge **abstrakter Testfälle**
- Beschreiben **Pfade durch das Servicemodell**

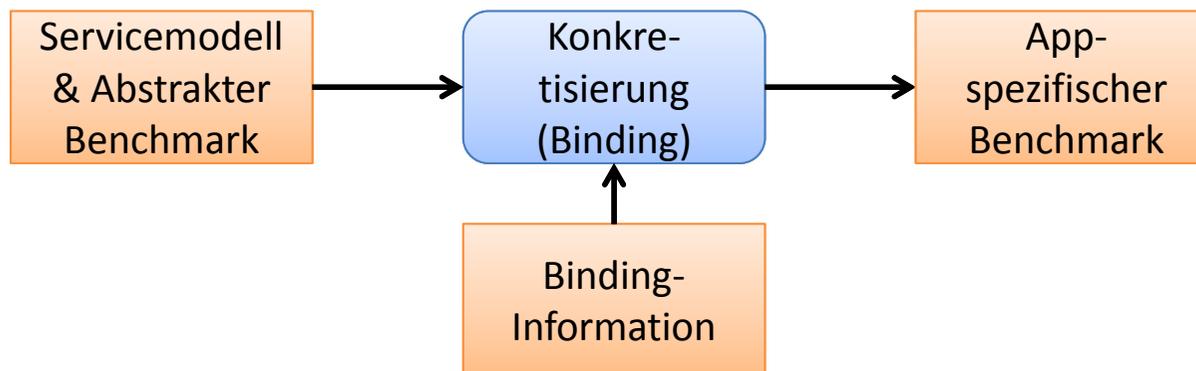
# 2

# BENCHMARK- INSTANZIIERUNG



# INSTANZIERUNG

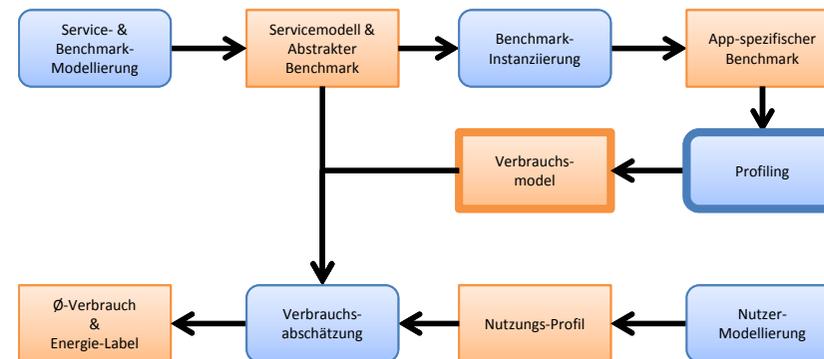
- **Anwendungsspezifische Testfälle** werden vom abstrakten Benchmark abgeleitet
- **Binding-Information** stellt dafür **nötige Informationen** bereit
  - Z.B.: Welche Buttons müssen wann geklickt werden?



- Ergebnis ist ein **Android-Testproject**, mit JUnit-Testfällen

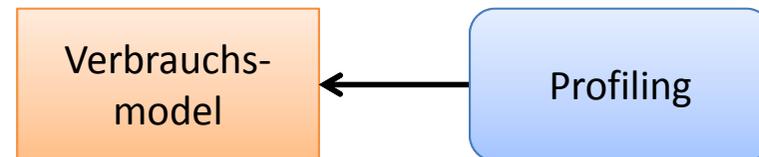
# 3

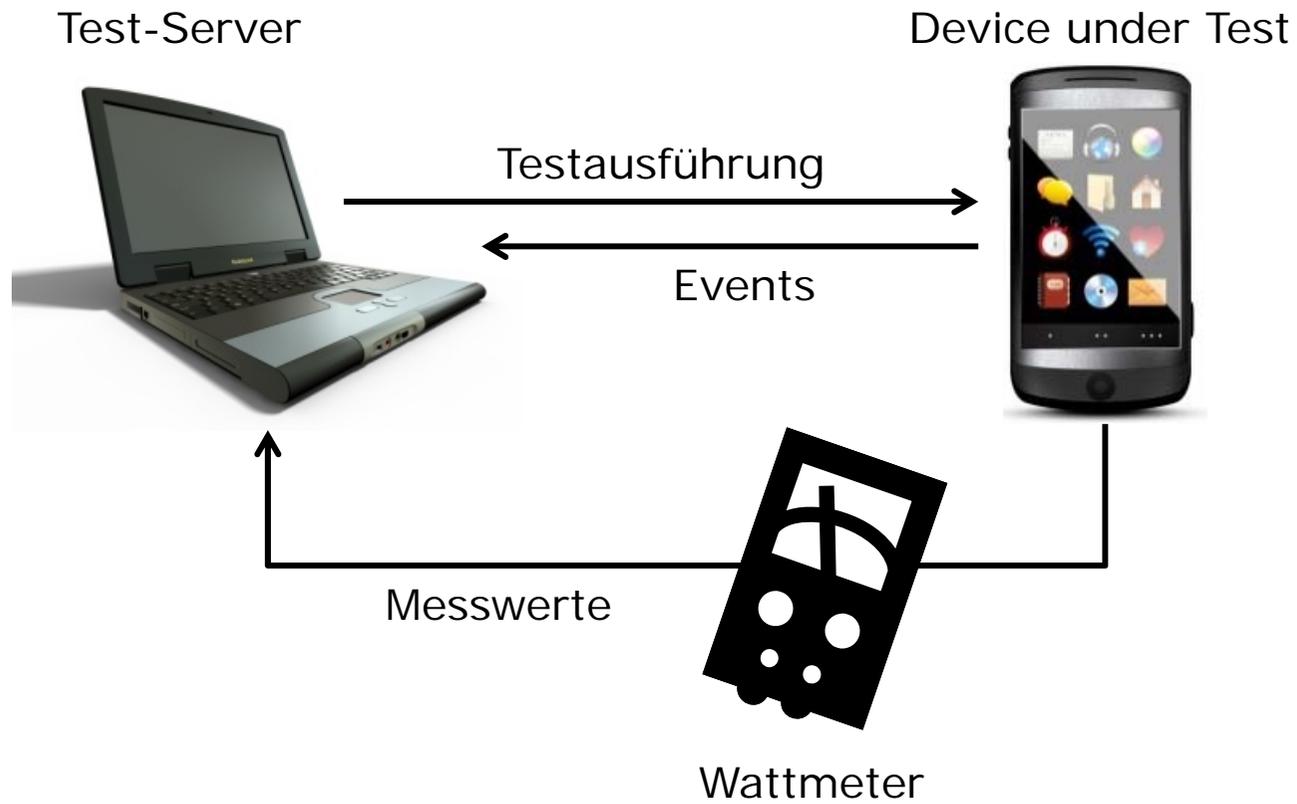
# PROFILING

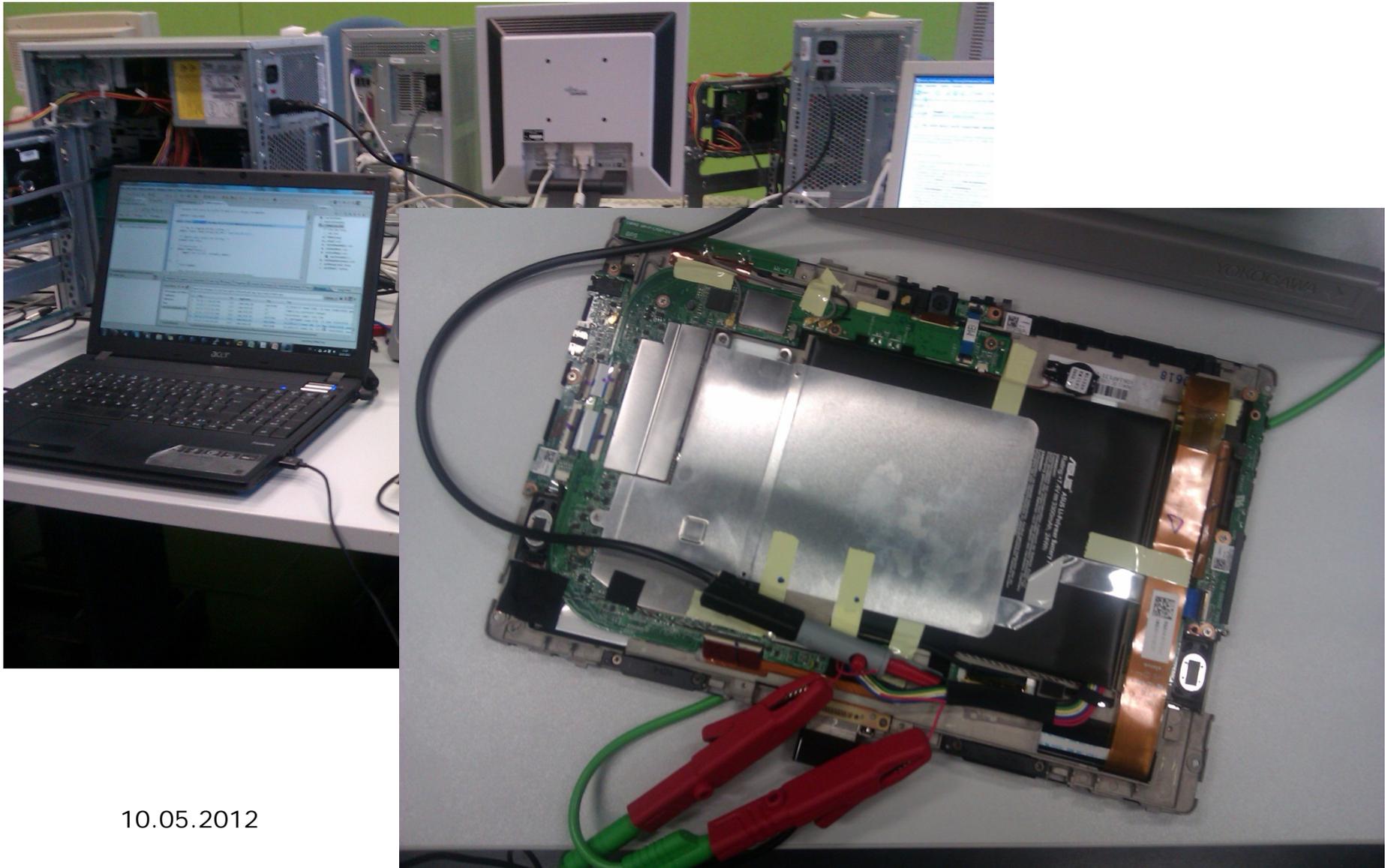


# PROFILING

- **Stromverbrauch** einer Applikation **ermitteln**
  - Hardware-invasiv (externes Messgerät)
- **Korrelation** von Aktivitäten und Energieverbrauch
- **Ableiten von Durchschnittsverbräuchen** für Dienste einer Applikation auf einem Gerätetyp







10.05.2012

# ERSTE MESSUNGEN

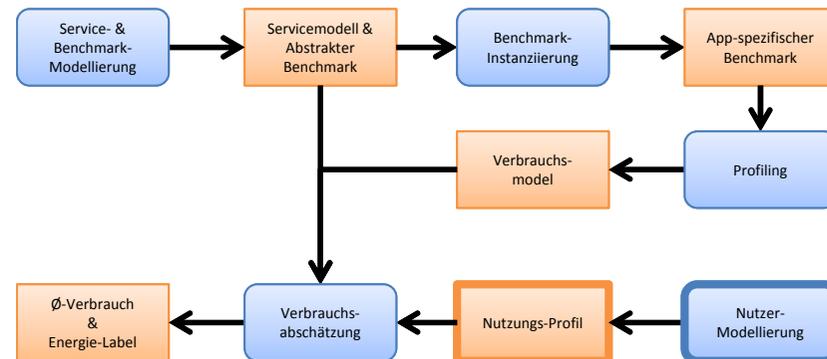
- **Vergleich** zweier **Email-Clients**

Szenario	App unter Test	Ø L.aufnahme [W]	%
<b>Auf neue Nachrichten prüfen</b>	K-9 Mail	0.356 ±0.020	-17.8
	MailDroid	0.433 ±0.020	
<b>Nachricht lesen</b>	K-9 Mail	0.259 ±0.017	-23.4
	MailDroid	0.338 ±0.011	
<b>Anhang öffnen</b>	K-9 Mail	0.286 ±0.016	-31.9
	MailDroid	0.420 ±0.028	
<b>Hintergrund-Dienst</b>	K-9 Mail	0.037 ±0.010	-75.7
	MailDroid	0.152 ±0.026	

→ ***K-9 ist effizienter***

# 4

# NUTZER-MODELLIERUNG





**„The WORKLOAD  
of a SMARTPHONE  
is the END USER.“**

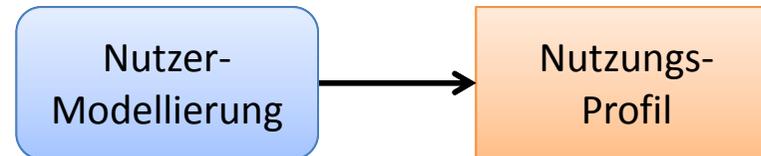
[SSMD10]

[SSMD10] Shye, A.; Scholbrock, B.; Memik, G. & Dinda, P. A.: *Characterizing and Modeling User Activity on Smartphones*. Electrical Engineering and Computer Science Department, Northwestern University, 2010.

Bild: <http://www.redorbit.com/media/uploads/2012/02/tech-022112-004-617x416.jpg>

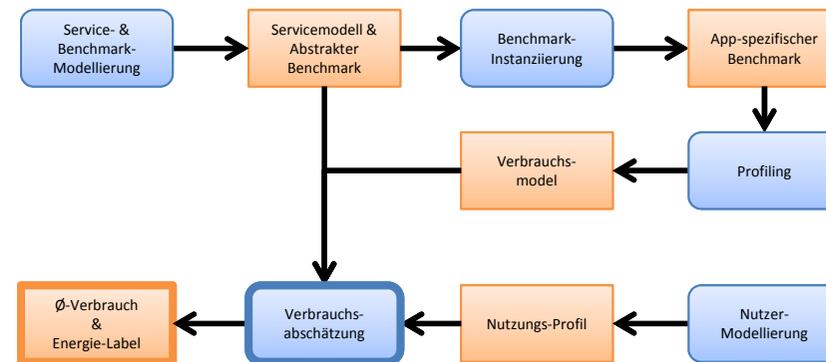
# NUTZUNGS-PROFIL

- **Welche Dienste** werden von diesem Nutzer **wie häufig** und **wie lange** genutzt?
- **Erstellung** des Profils **durch**
  - **Profiling**
  - **Manuelle Konfiguration** oder
  - Auswahl aus **vorgefertigten Profilen**



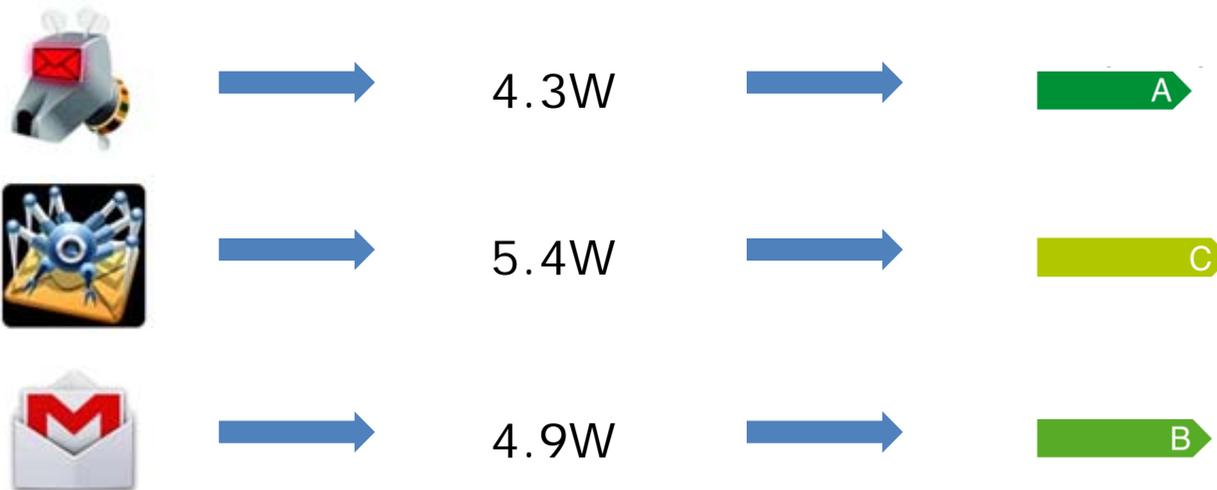
# 5

# ENERGIE-LABEL- BERECHNUNG



# ENERGY LABEL COMP.

- **Zusammenführen** der Informationen aus **Service Modell**, **Verbrauchsmodell** und **Nutzer-Profil**
- **Berechnung** durchschnittlicher **Energieverbräuche**



# WORK IN PROGRESS ...

- **Service- und Benchmarkmodellierung**
  - Prototypisch
- **Benchmark-Instanziierung**
  - Prototypisch
- **Energie-Profiling**
  - Erste Messungen erfolgt
  - Weitere Fallstudien in Vorbereitung
- **Nutzermodellierung**
  - Konzeptionsphase
- **Label-Berechnung**
  - Konzeptionsphase

# ZUSAMMENFASSUNG

- **Energieverbrauch** von Anwendungen als **zentrales Problem** für mobile Endgeräte
- **Energie-Labels** helfen bei **Vergleich/Auswahl** von **Anwendungen**
- **Prozess zur** Energieverbrauchs- und **Labelermittlung**



10.05.2012

# Energieverbrauchsermittlung von Android-Applikationen

**open4INNOVATION2012**  
Think innovative. **BE INNOVATIVE.**

**Claas Wilke**

09.05.2012