

Energieverbrauchsermittlung von Android-Applikationen

open4INNOVATION2012
Think innovative. **BE INNOVATIVE.**

Claas Wilke

09.05.2012

PROBLEM

2000



2012

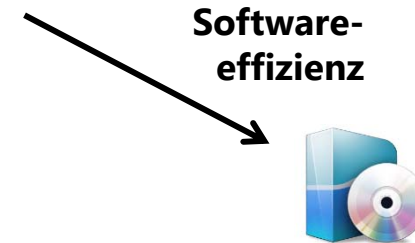


PROBLEM

- 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 ...



Energie		Waschmaschine
Hersteller		
Modell		
Niedriger Energieverbrauch		A
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
Hoher Energieverbrauch		
Energieverbrauch kWh/Waschprogramm <small>(ausgehend von den Ergebnissen der Normprüfung für das Programm „Baumwolle, 60 °C“)</small>		0,89
<small>Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Art der Nutzung des Gerätes ab</small>		
Waschwirkung <small>A: besser G: schlechter</small>		A B C D E F G
Schleudervirkung <small>A: besser G: schlechter</small> Schleuderdrehzahl (U/min)		A B C D E F G 1800
Füllmenge (Baumwolle) kg		5
Wasserverbrauch ℓ		39
Geräusch (dB(A) re 1 pW)	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)
INSTALLIEREN


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)
INSTALLIERT


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)
INSTALLIEREN

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)
FÜR 2,99 € KAUFEN

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

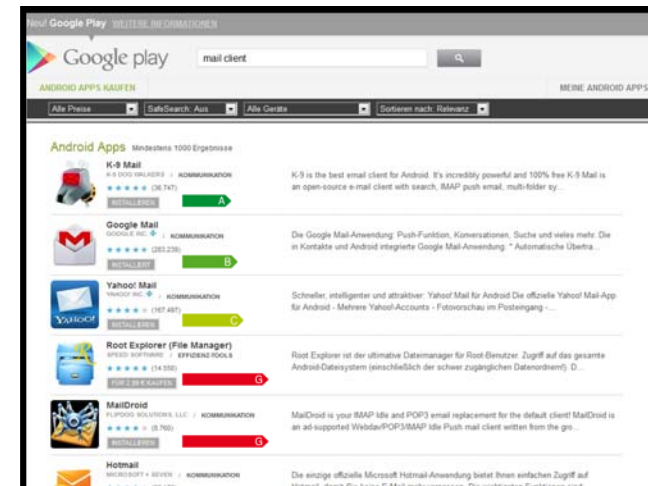
Alle Preise SafeSearch: Aus Alle Geräte Sortieren nach: Relevanz

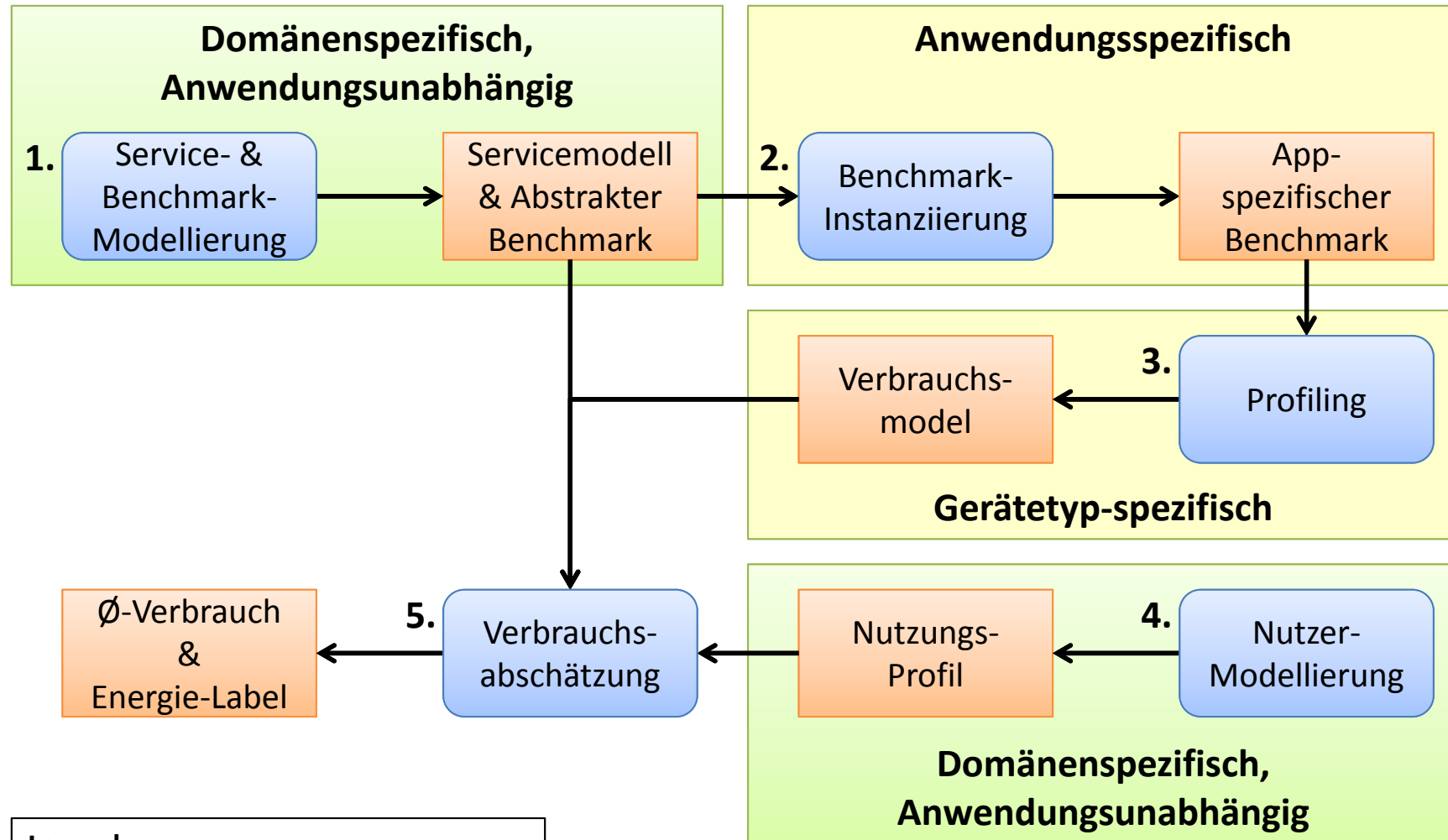
Android Apps Mindestens 1000 Ergebnisse

 K-9 Mail K-9 DOG WALKERS / KOMMUNIKATION ★★★★★ (36.747) <input type="button" value="INSTALLIEREN"/> A	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) <input type="button" value="INSTALLIERT"/> B	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) <input type="button" value="INSTALLIEREN"/> C	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) <input type="button" value="FÜR 2,99 € KAUFEN"/> G	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

ZIEL

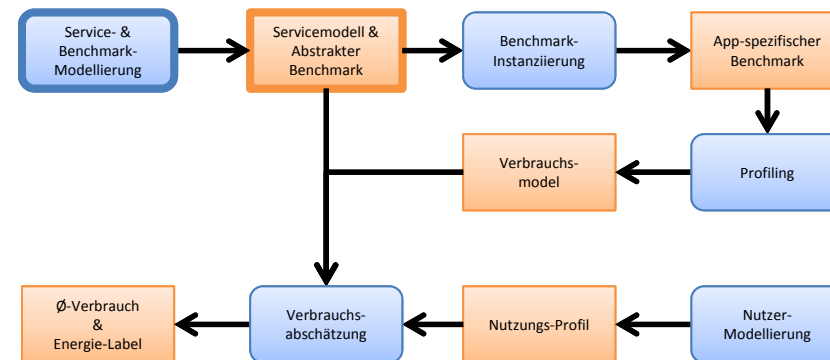
- **Prozess zur Energieverbrauchs-ermittlung** basierend auf
 - **Energieverbrauchsmodell** und
 - **Nutzungsprofil**
- Berechnung von **Energie-Labels für Apps mit ähnlicher Funktionalität**





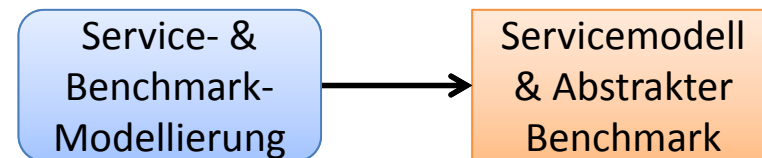
1

SERVICE- & BENCHMARK- MODELLIERUNG

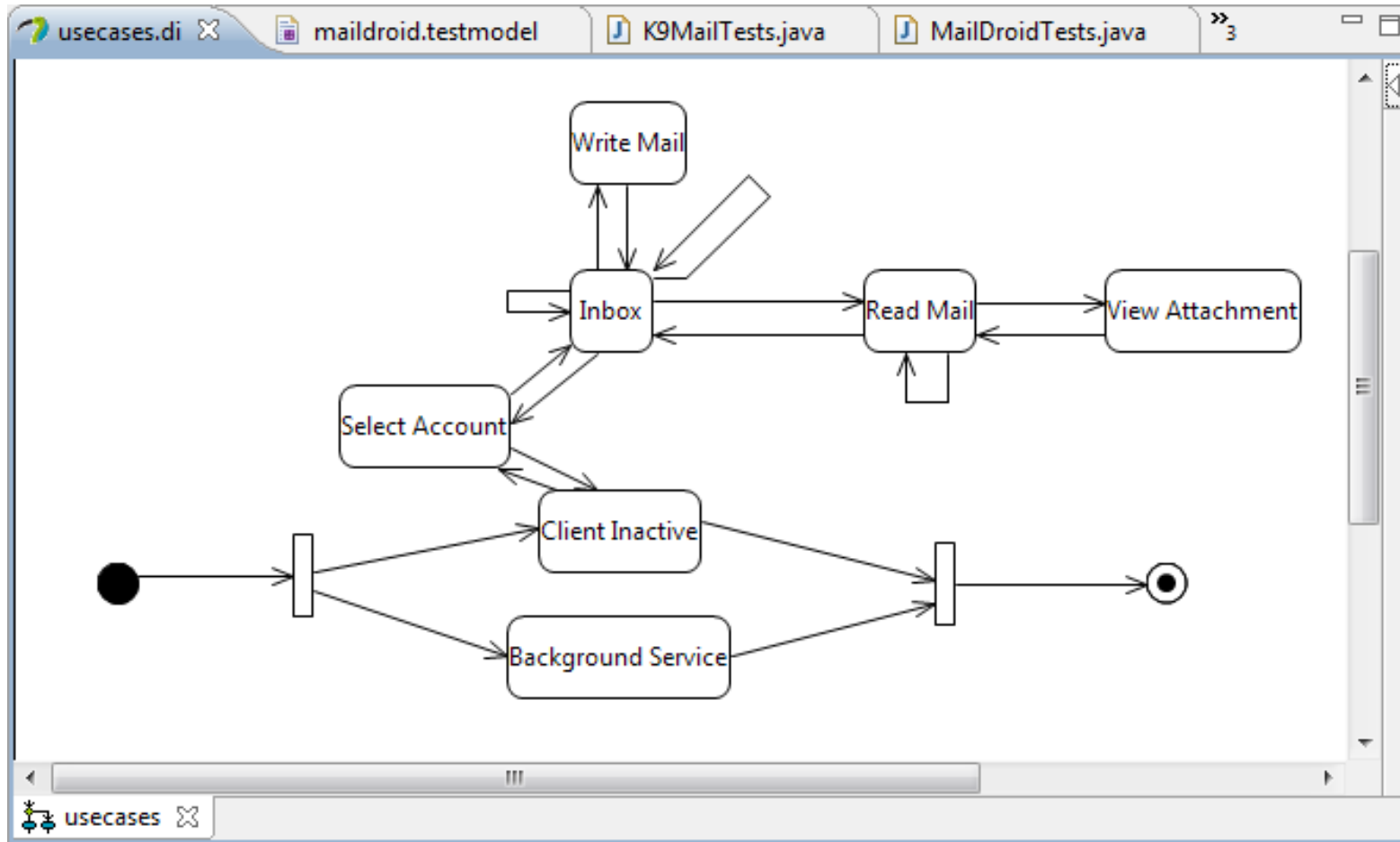


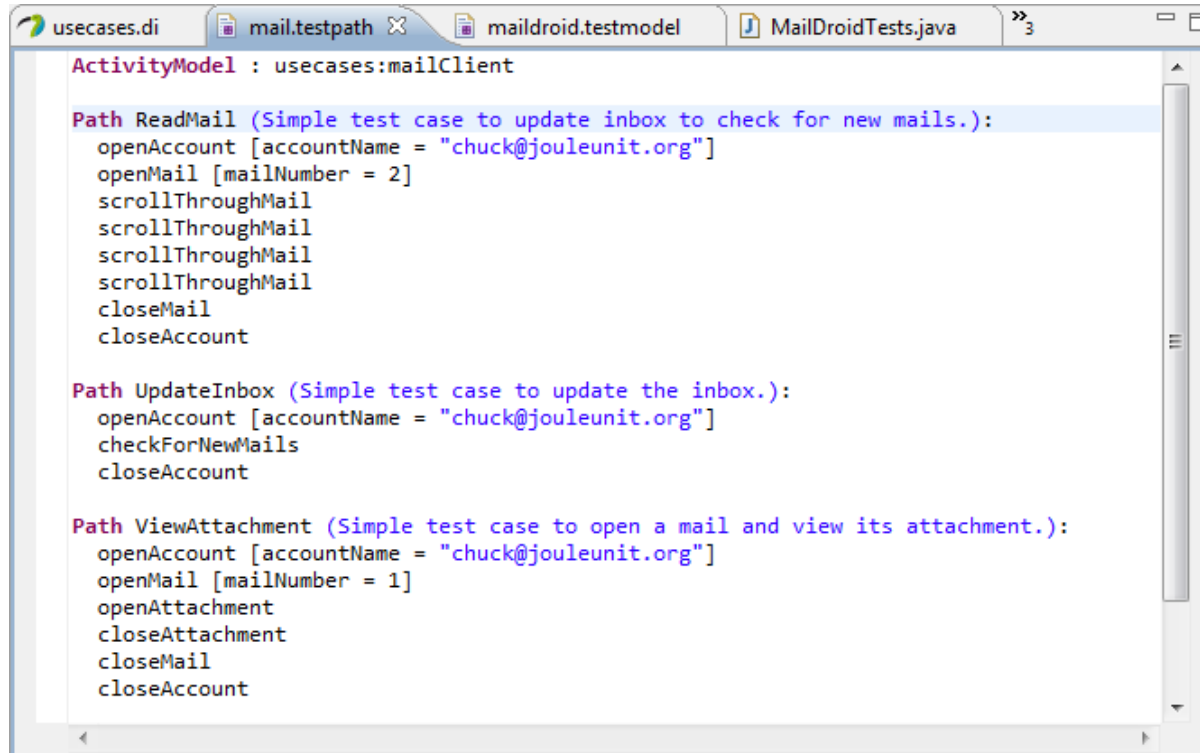
SERVICE-MODELLIERUNG

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



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





```
usecases.di mail.testpath x maillroid.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

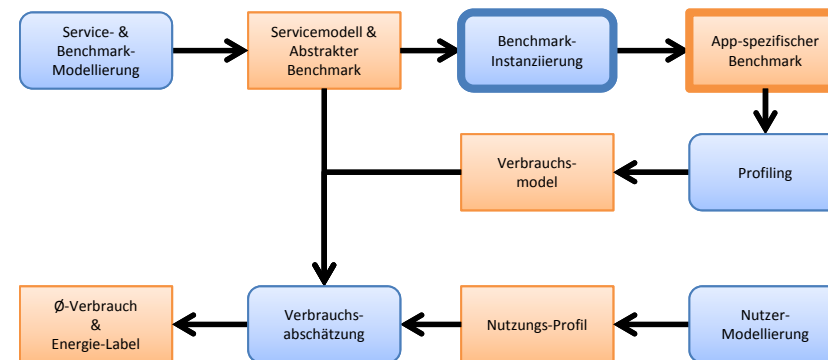
Path UpdateInbox (Simple test case to update the inbox.):
  openAccount [accountName = "chuck@jouleunit.org"]
  checkForNewMails
  closeAccount

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**

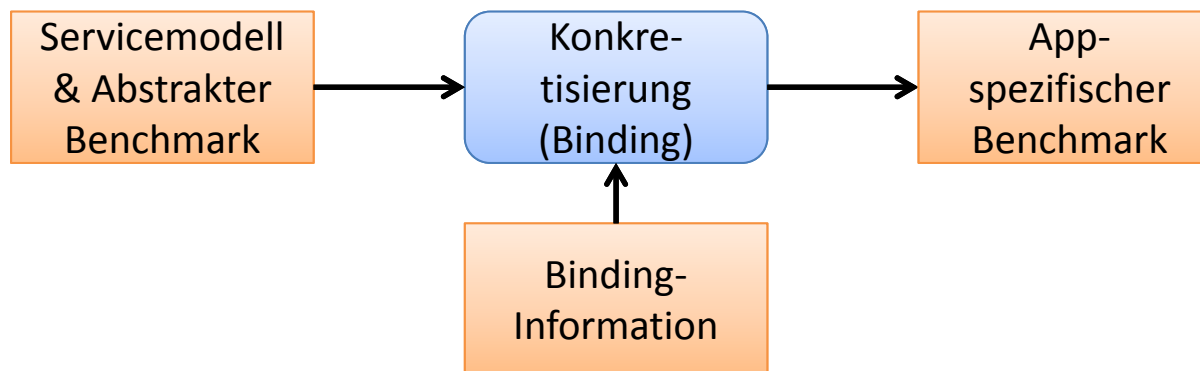
2

BENCHMARK- INSTANZIIERUNG



INSTANZIERUNG

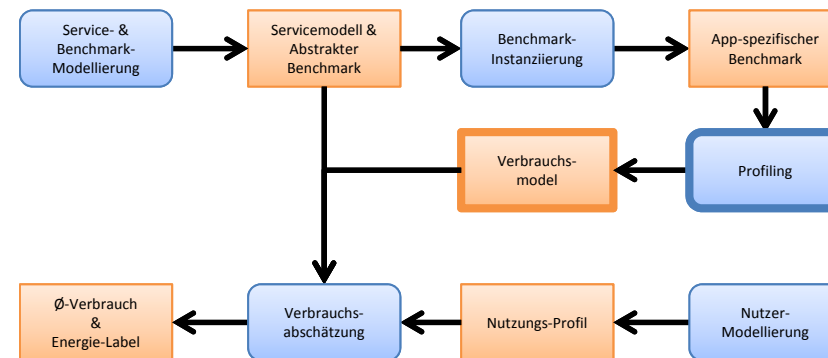
- **Anwendungsspezifische Testfälle** werden vom abstrakten Benchmark abgeleitet
- **Binding-Information** stellt dafür **nötige Informationen** bereit
 - Z.B.: Welche Buttons müssen wann geklickt werden?



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

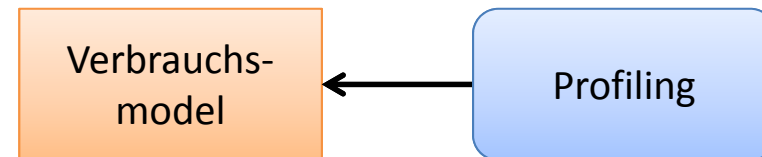
3

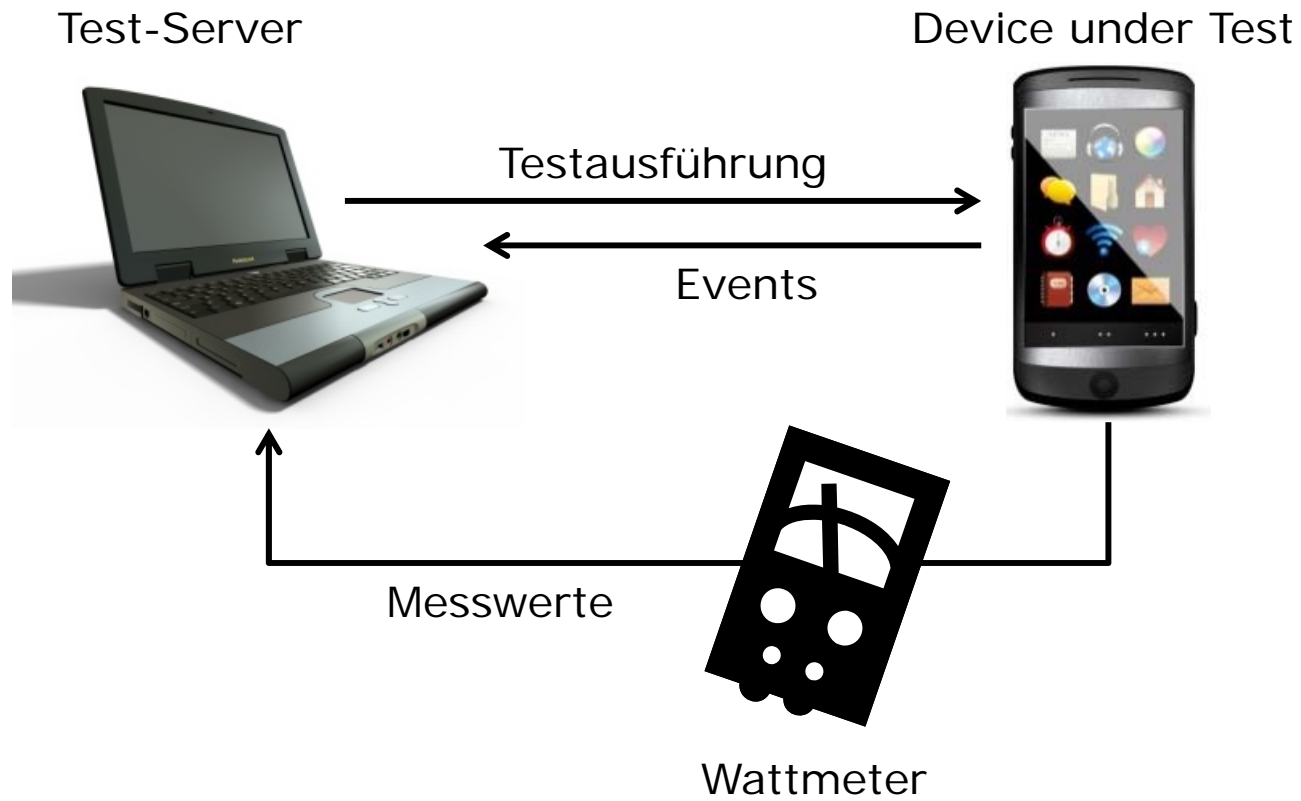
PROFILING

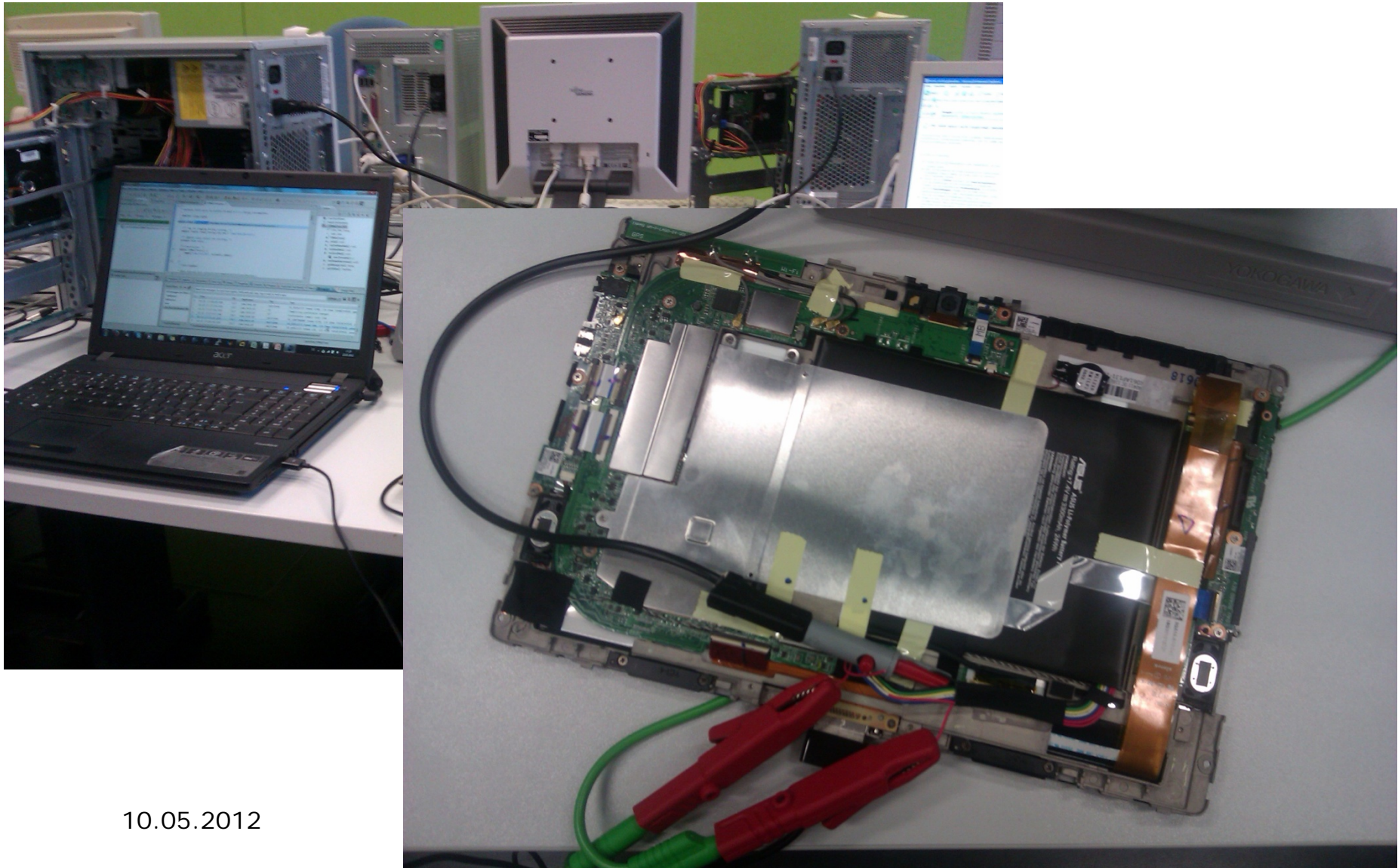


PROFILING

- **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

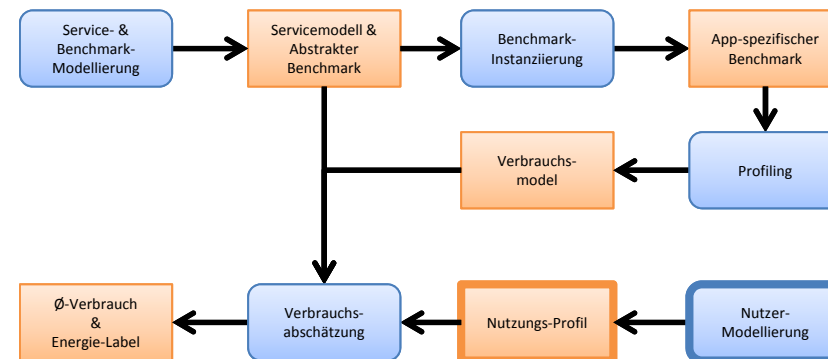
- **Vergleich** zweier **Email-Clients**


Szenario	App unter Test	Ø L.aufnahme [W]	%
Auf neue Nachrichten prüfen	K-9 Mail	0.356 ±0.020	-17.8
	MailDroid	0.433 ±0.020	
Nachricht lesen	K-9 Mail	0.259 ±0.017	-23.4
	MailDroid	0.338 ±0.011	
Anhang öffnen	K-9 Mail	0.286 ±0.016	-31.9
	MailDroid	0.420 ±0.028	
Hintergrund-Dienst	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.“**

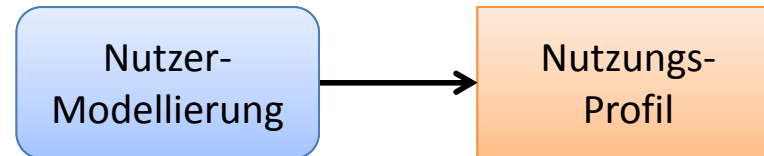
[SSMD10]

[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>

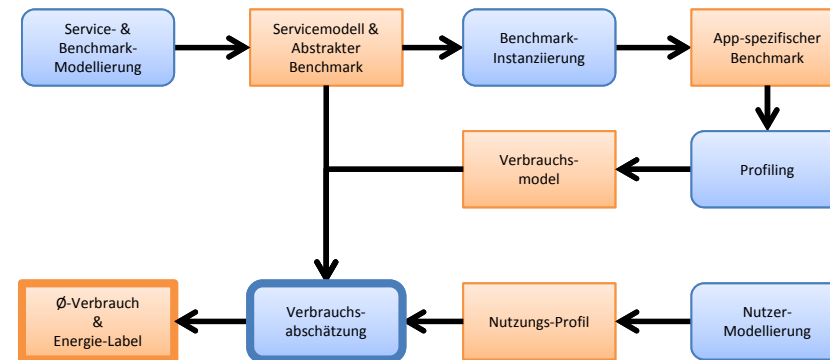
NUTZUNGS-PROFIL

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



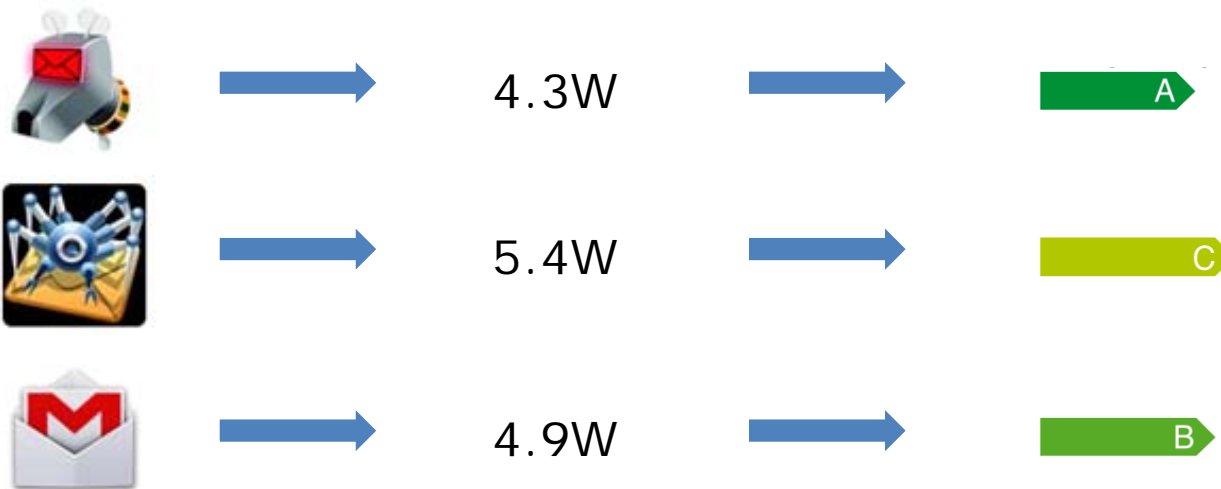
5

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