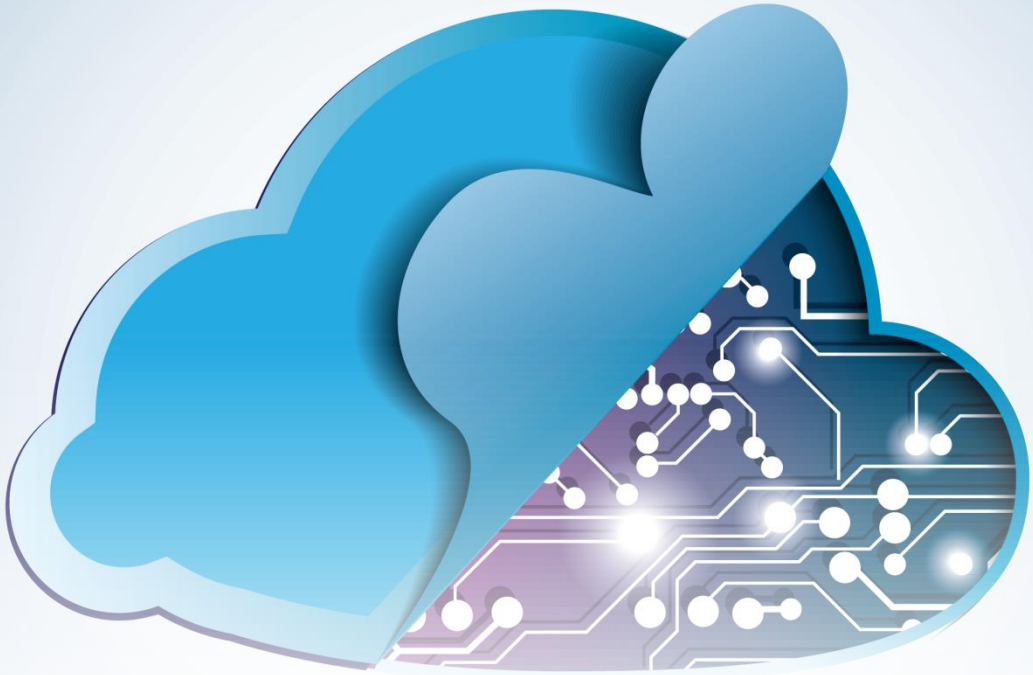


Skalierbares Big Data Management

Wissenschaftliche Betrachtung und Anwendungsperspektive

Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Norbert Ritter, Felix Gessert
ritter/gessert@informatik.uni-hamburg.de

Datenbanken und Informationssysteme

- Prof. Dr.-Ing. Norbert Ritter
  - Professor an der Universität Hamburg seit 2002
  - Mitglied des Vorstands des Fachbereichs Informatik
  - Prodekan für Studium und Lehre der MIN Fakultät (Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften)
  - Mit-Initiator ITMC (IT-Management und –Consulting)
  - Mitglied der Jury Hamburger Consulting-Preis
  - Gutachter für BMWI/DLR
    - THESEUS
    - SMART DATA
    - SMART SERVICE WELT: Internet-basierte Dienste für die Wirtschaft

Datenbanken und Informationssysteme

- Felix Gessert
  - Bachelor-/Masterstudium Informatik an der Universität Hamburg
  - Masterstipendium actian
  - Wissenschaftlicher Mitarbeiter / Doktorand bei ISYS seit 2013 Orestes
  - CEO Forschungs-Spin-Off BaQend Build faster Apps faster.

Datenbanken und Informationssysteme

- 16. GI-Fachtagung Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2015)
  - 2.-6. März 2015, www.btw-2015.de
  - Keynote: Big Data – Hype and Reality
    C. Mohan, IBM Fellow
  - Panels: Big-Data-Zentren, Big-Player
  - ISYS-Beiträge
    - *Skalierbare NoSQL-Datenbanken in Forschung und Praxis (Tutorial)*
    - *The Cache Sketch: Revisiting Expiration-based Caching in the Age of Cloud Data Management (Paper)*
    - *Towards Automated Polyglot Persistence (Paper)*
    - *Who watches the Watchman? On the Lack of Validation in NoSQL-Benchmarking (Paper)*

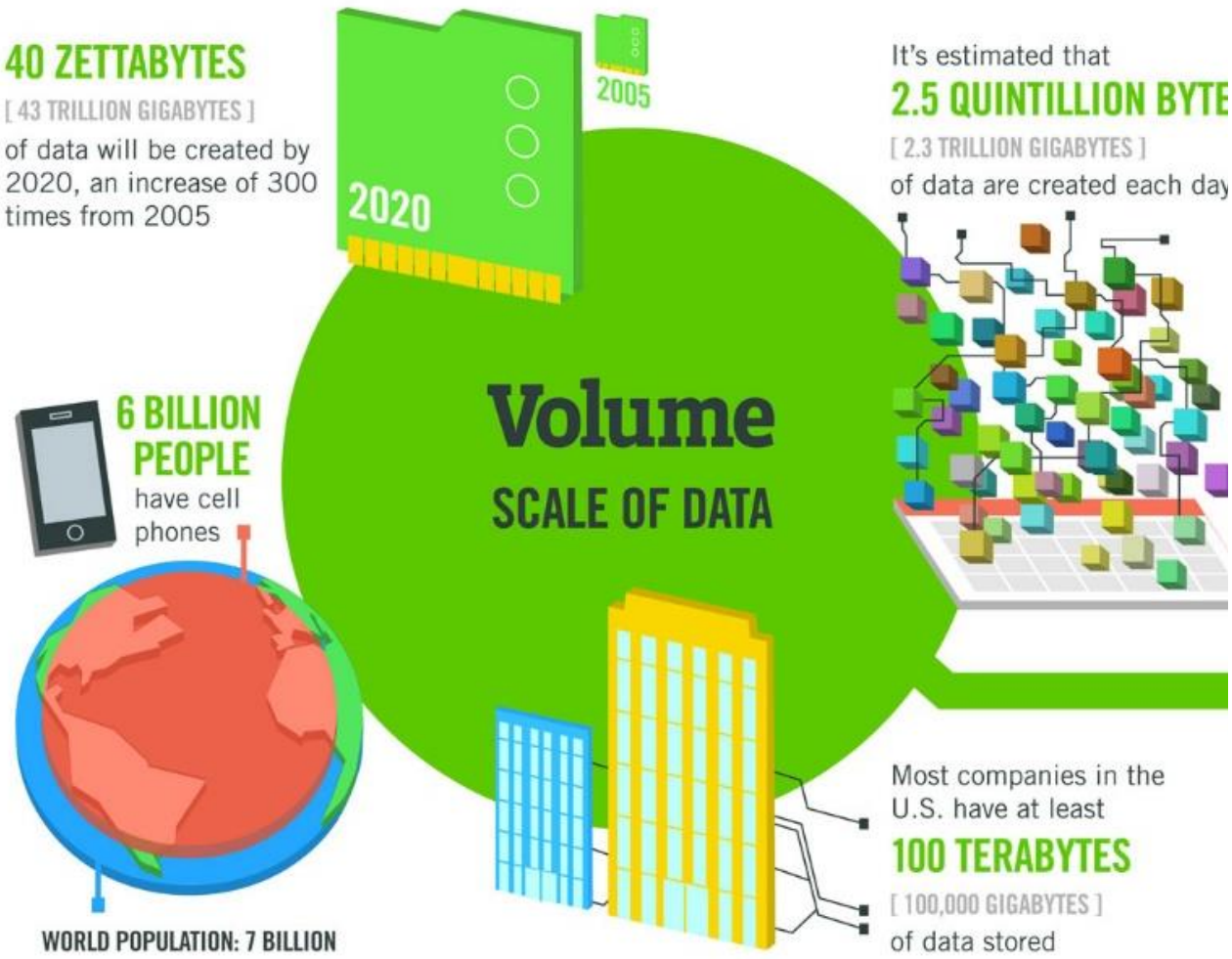
Datenbanken und Informationssysteme

- SCDM 2015
  - 3rd Workshop on Scalable Cloud Data Management
    Organisation: Norbert Ritter, Felix Gessert
  - 2015 IEEE International Conference on Big Data
    (IEEE Big Data 2015)
    October 29—November 1, 2015, Santa Clara, CA, USA

Datenbanken und Informationssysteme

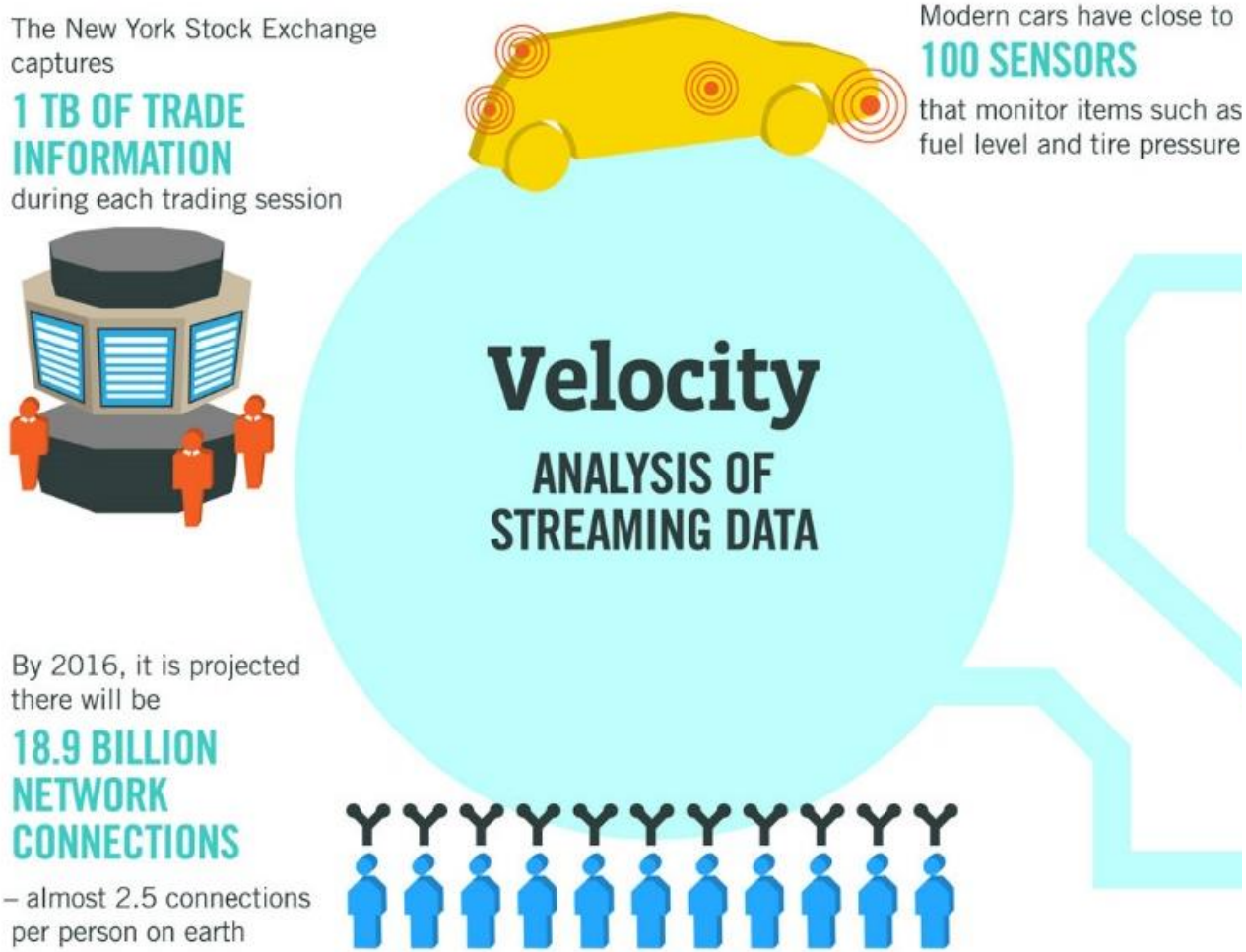
- Forschungsthemen
  - Neue Datenbanktechnologien, z.B. NoSQL
  - Big Data Management, Cloud Data Management
  - Informationsintegration, Informationsqualität
  - Transaktions-/Workflow-Management
  - Autonomic Computing
  - …
- (Abgeschlossene) **Projekte**, z.B.
  - EU: Ablaufkontrolle organisationsübergreifender Prozesse
  - IBM: Content-Management as a Service
  - …

Was ist Big Data?



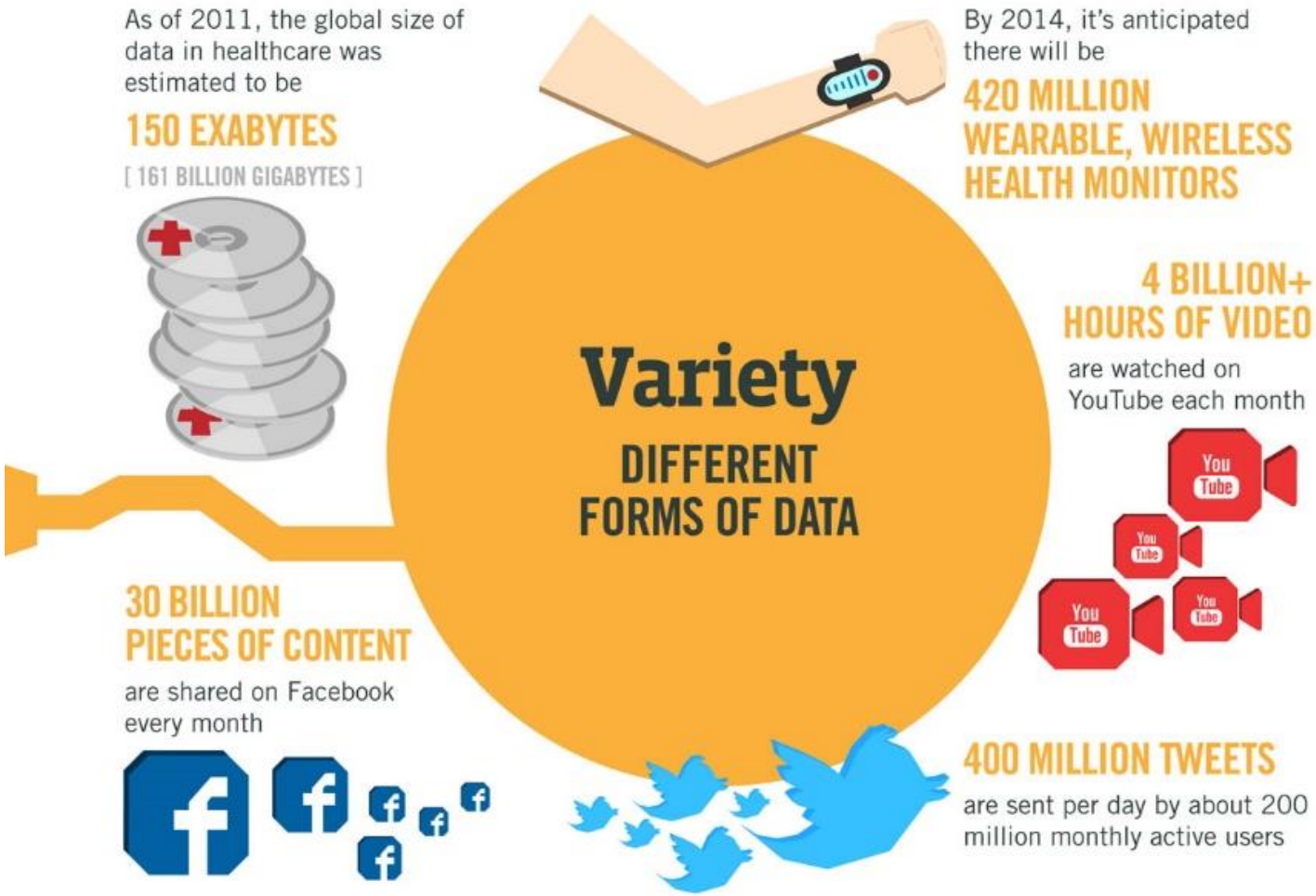
IBM Infographic (McKinsey, Twitter, Cisco, Gartner, EMC, SAS, IBM, MEPTEC, QAS)

Was ist Big Data?



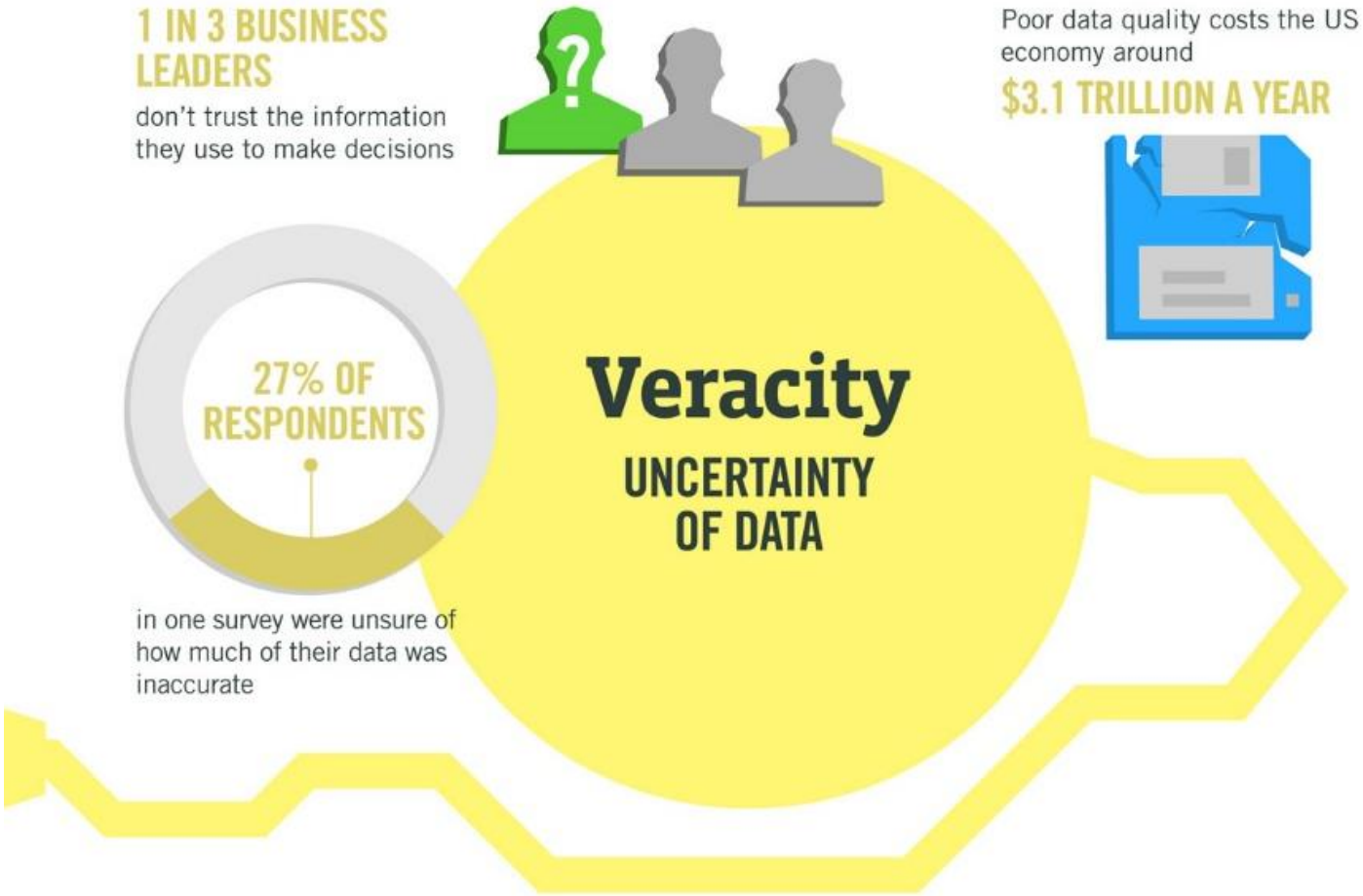
IBM Infographic (McKinsey, Twitter, Cisco, Gartner, EMC, SAS, IBM, MEPTEC, QAS)

Was ist Big Data?



IBM Infographic (McKinsey, Twitter, Cisco, Gartner, EMC, SAS, IBM, MEPTEC, QAS)

Was ist Big Data?



IBM Infographic (McKinsey, Twitter, Cisco, Gartner, EMC, SAS, IBM, MEPTEC, QAS)

Die zwei Seiten von Big Data

Big Data

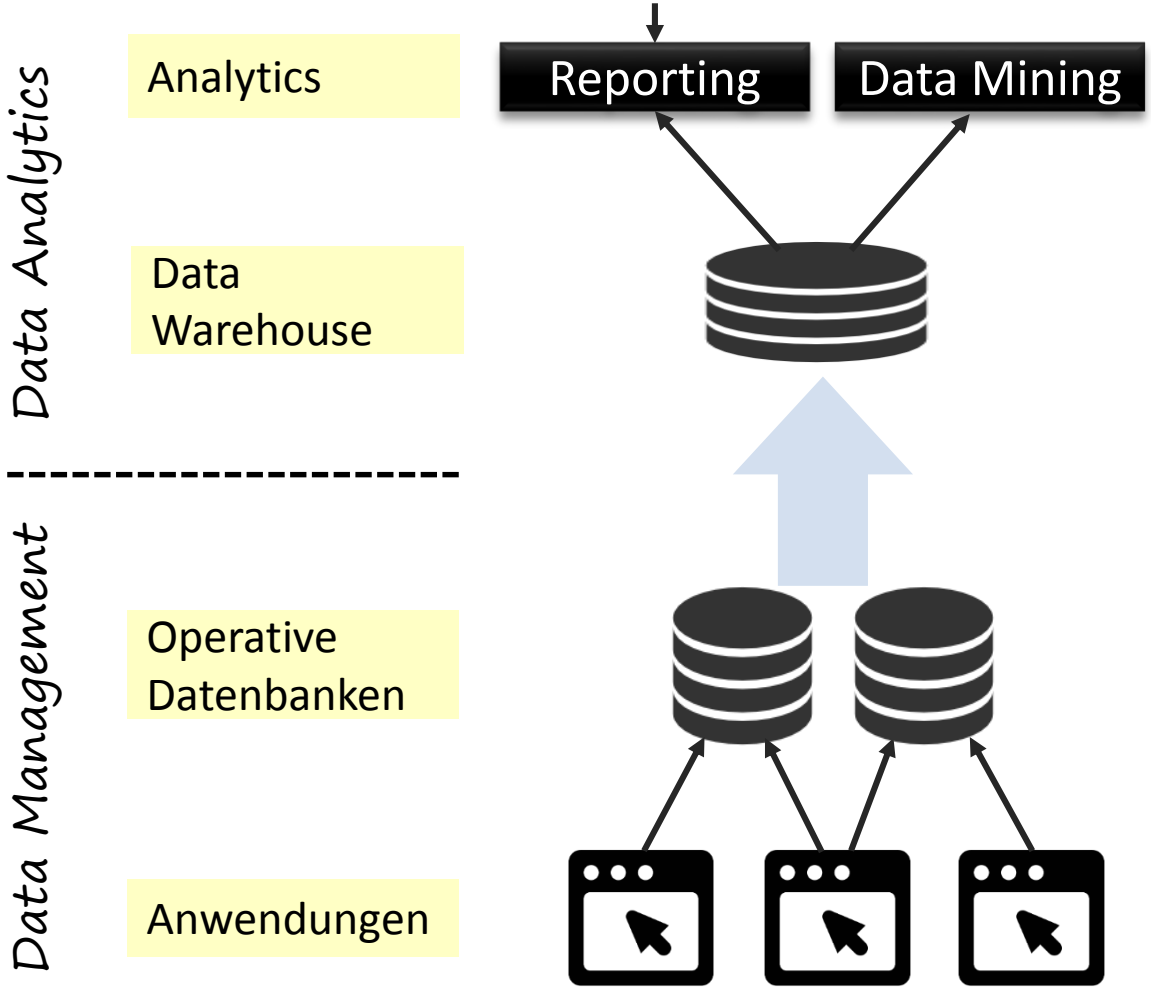
Big Data Management

- *Gegenstand*: Wie können Anwendungen effizient mit großen Datenmengen umgehen?
- *Technologien*: MongoDB, HBase, Cassandra, …

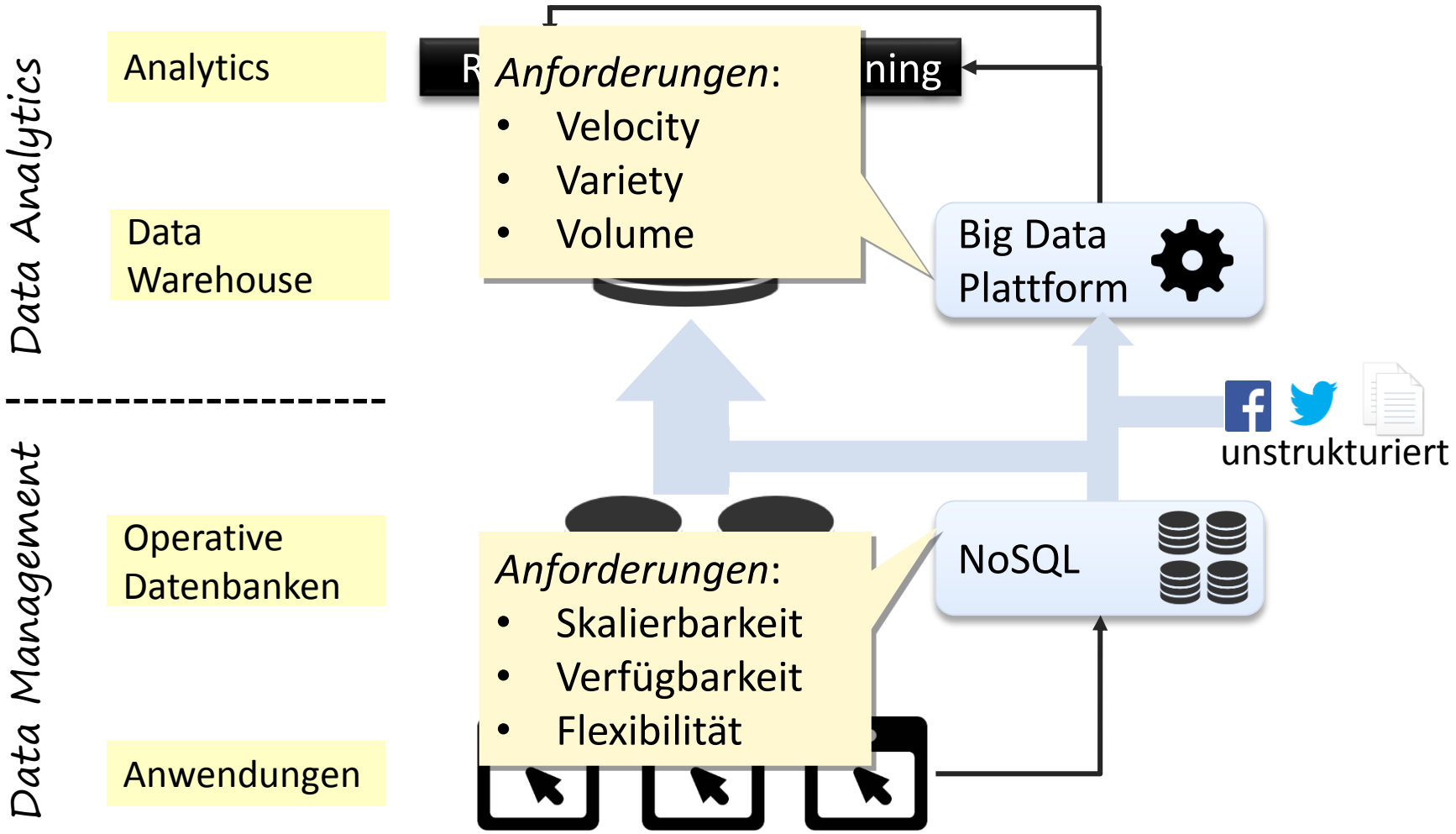
Big Data Analytics

- *Gegenstand*: Wie können große und unstrukturierte Datenmengen analysiert werden?
- *Technologien*: Hadoop, Spark, Storm, Kafka

Architekturumbrüche durch Big Data



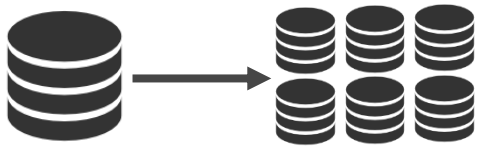
Architekturumbrüche durch Big Data



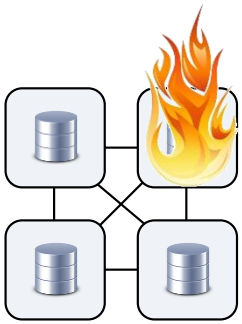
Big Data Management

Verteilte Datenbanken und NoSQL

- Bezeichnung existiert seit 2009
- Sammelbegriff für neue Generationen von Datenbanksystemen
- Zentrale Eigenschaften:



Horizontale Skalierbarkeit

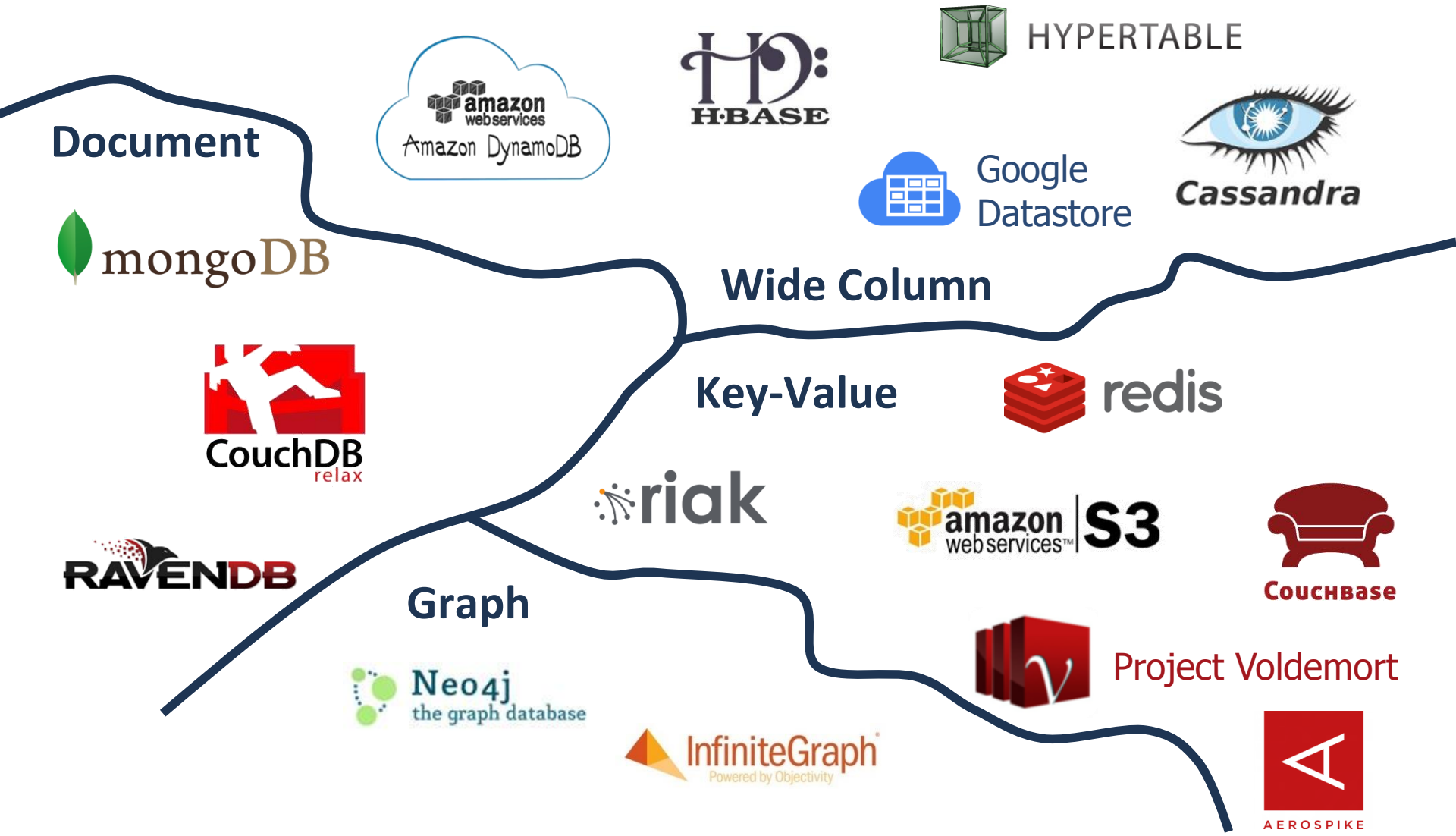


Ausfall-sicherheit

Flexible Datenmodelle

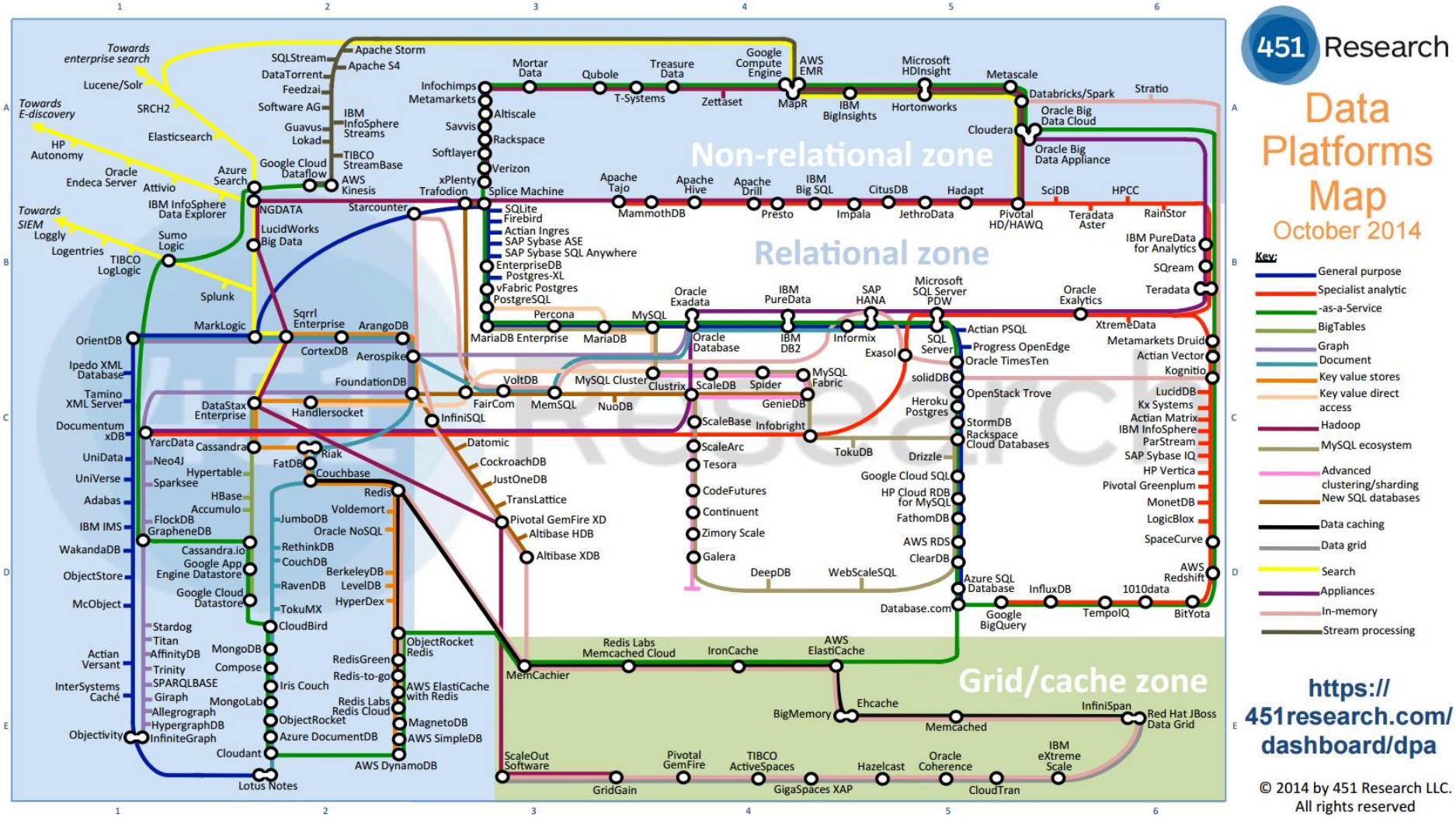
Big Data Management

Systemvielfalt durch Spezialisierung



Big Data Management

Systemvielfalt durch Spezialisierung



Database Sweetspots

RDBMS

General-purpose ACID transactions

Parallel DWH

Aggregations/OLAP for massive data amounts

NewSQL

High throughput relational OLTP

Wide-Column Store

Long scans over structured data

Document Store

Deeply nested data models

Key-Value Store

Large-scale session storage

Graph Database

Graph algorithms & queries

In-Memory KV-Store

Counting & statistics

Wide-Column Store

Massive user-generated content

Cloud-Database Sweetspots

Firebase

Realtime BaaS

Communication and collaboration

Amazon RDS

Managed RDBMS

General-purpose ACID transactions

Amazon ElastiCache

Managed Cache

Caching and transient storage

Azure Tables

Wide-Column Store

Very large tables

Amazon DynamoDB

Wide-Column Store

Massive user-generated content

Parse

Backend-as-a-Service

Small Websites and Apps

bonsai

Managed NoSQL

Full-Text Search

Google Cloud Storage

Object Store

Massive File Storage

Amazon Elastic MapReduce

Hadoop-as-a-Service

Big Data Analytics

Unsere Forschungsfragen

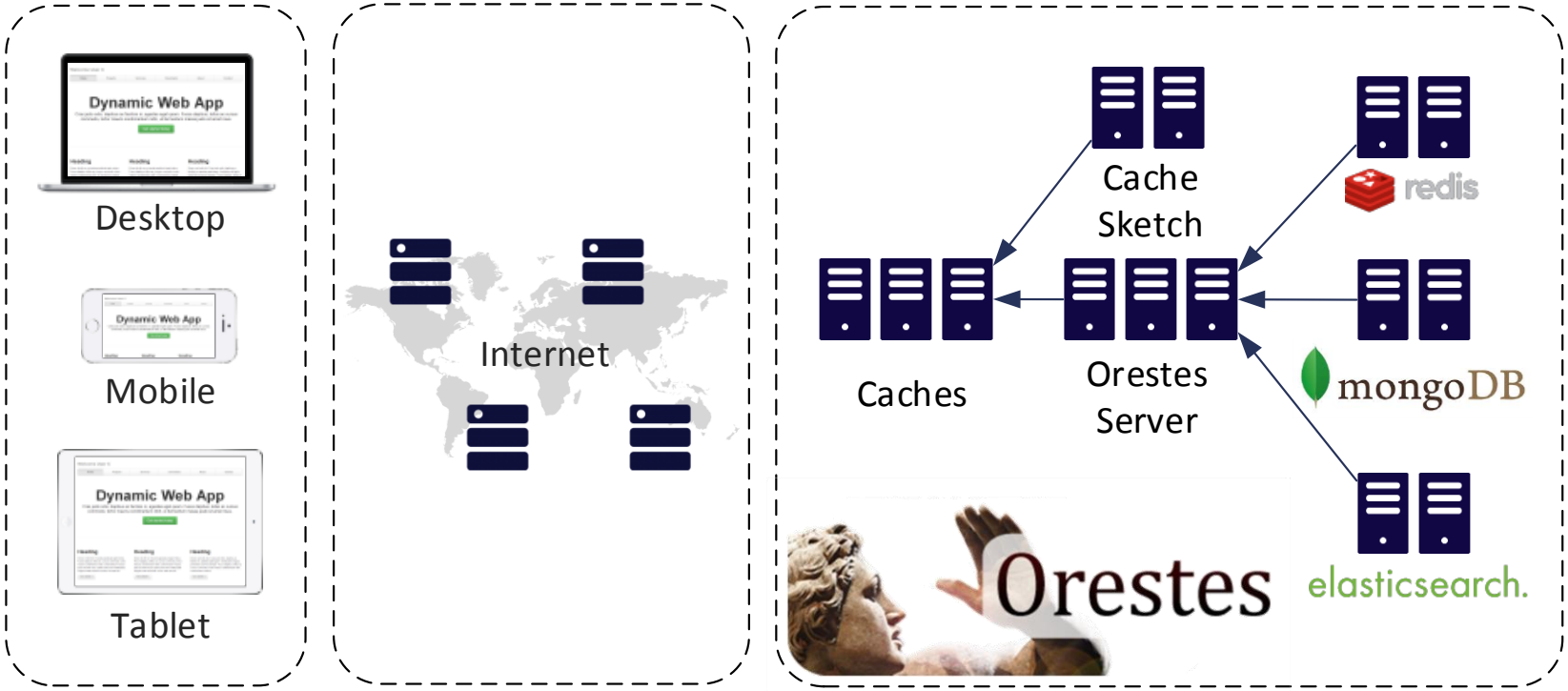
- Cloud Data Management:
  - Wie lässt sich Big Data Management als automatisierter, skalierbarer, on-demand **Cloud-Service** anbieten?
  - Wie lassen sich die Eigenschaften relationaler Systeme mit den Eigenschaften **Skalierbarkeit, Ausfallsicherheit und Performance** vereinen?

- Polyglotte Persistenz:
  - Wie kann man den komplexen **Auswahlprozess** der „besten“ Datenbank algorithmisch lösen?
  - Wie garantiert man durch „Service-Level-Agreements“ eine hohe **Dienstgüte**?

Cloud Data Management

Die ORESTES-Plattform

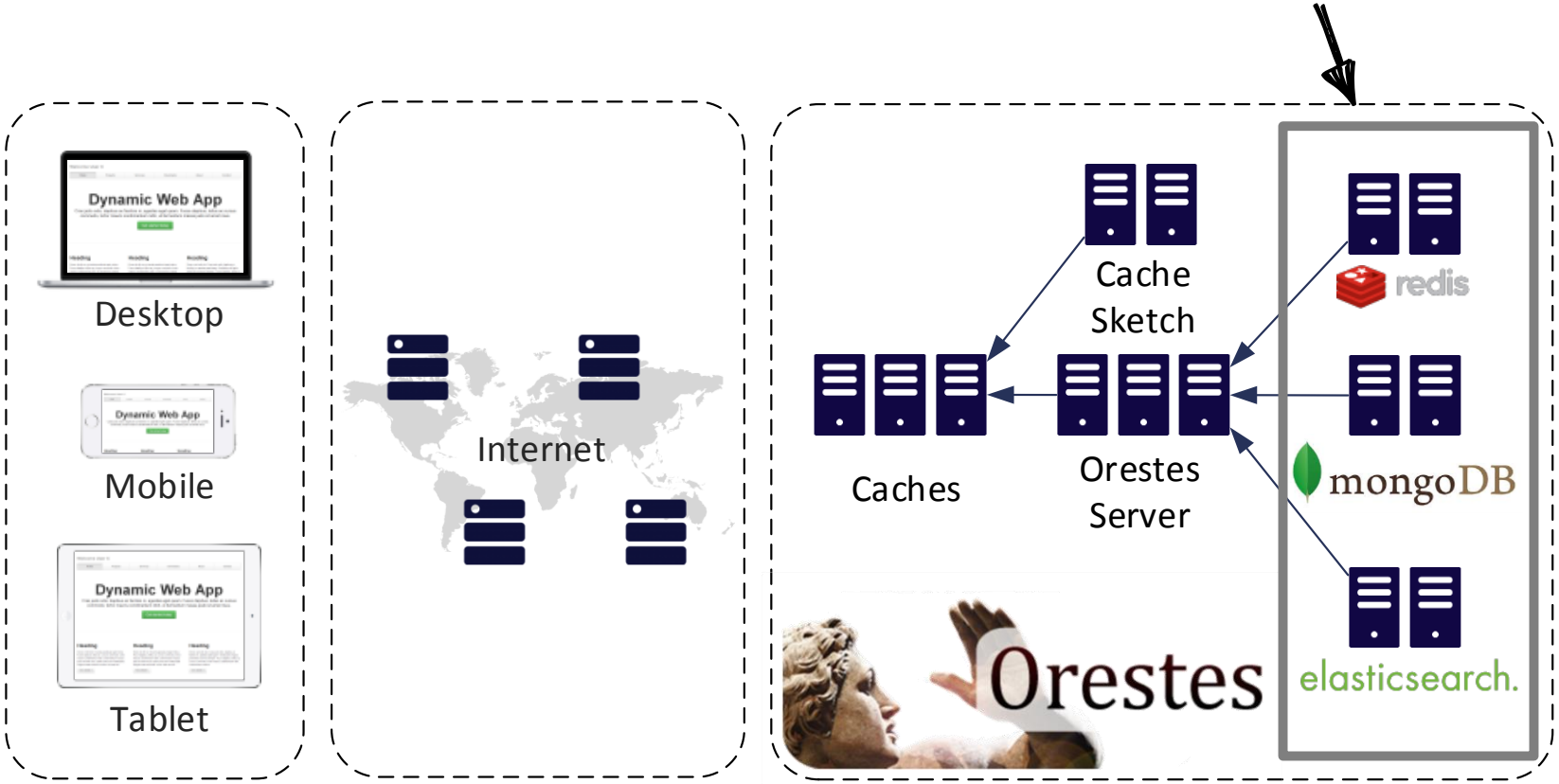
- Orestes ist eine skalierbare **Database-as-a-Service** Plattform



Cloud Data Management

Die ORESTES-Plattform

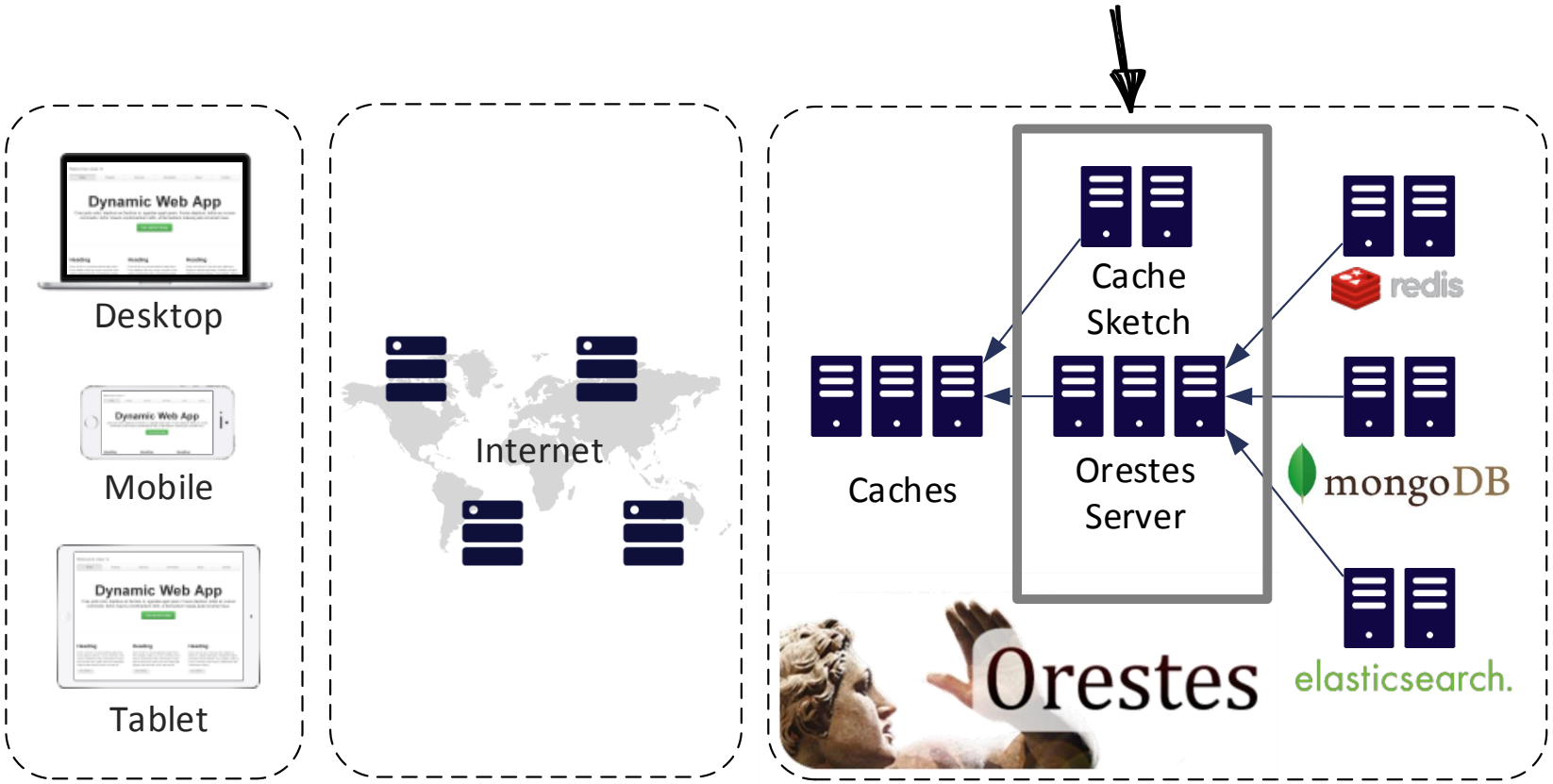
Polyglotte Speicherung in heterogenen (Cloud-) Datenbanken



Cloud Data Management

Die ORESTES-Plattform

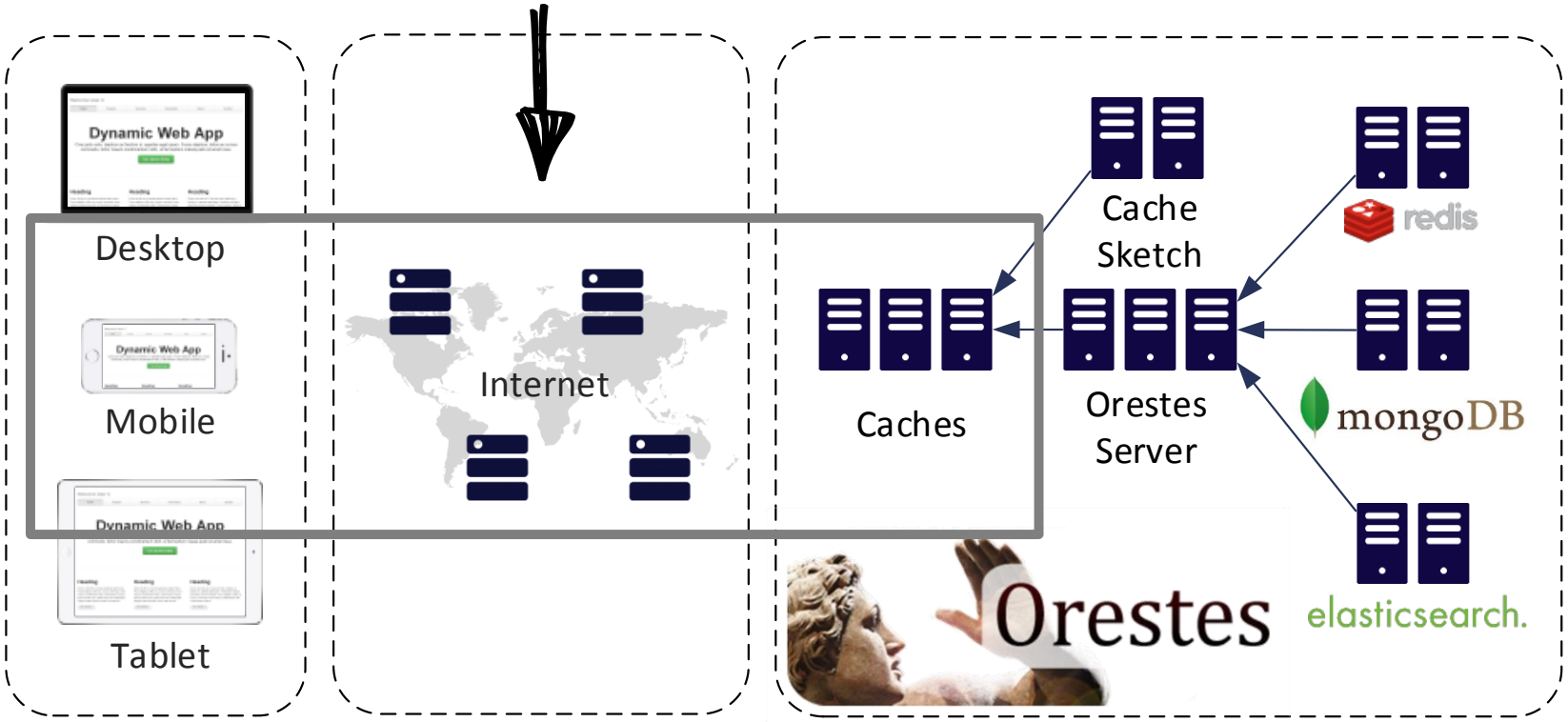
Database-as-a-Service Middleware:
Caching, Transaktionen, Schema,
Mandantenfähigkeit, Security



Cloud Data Management

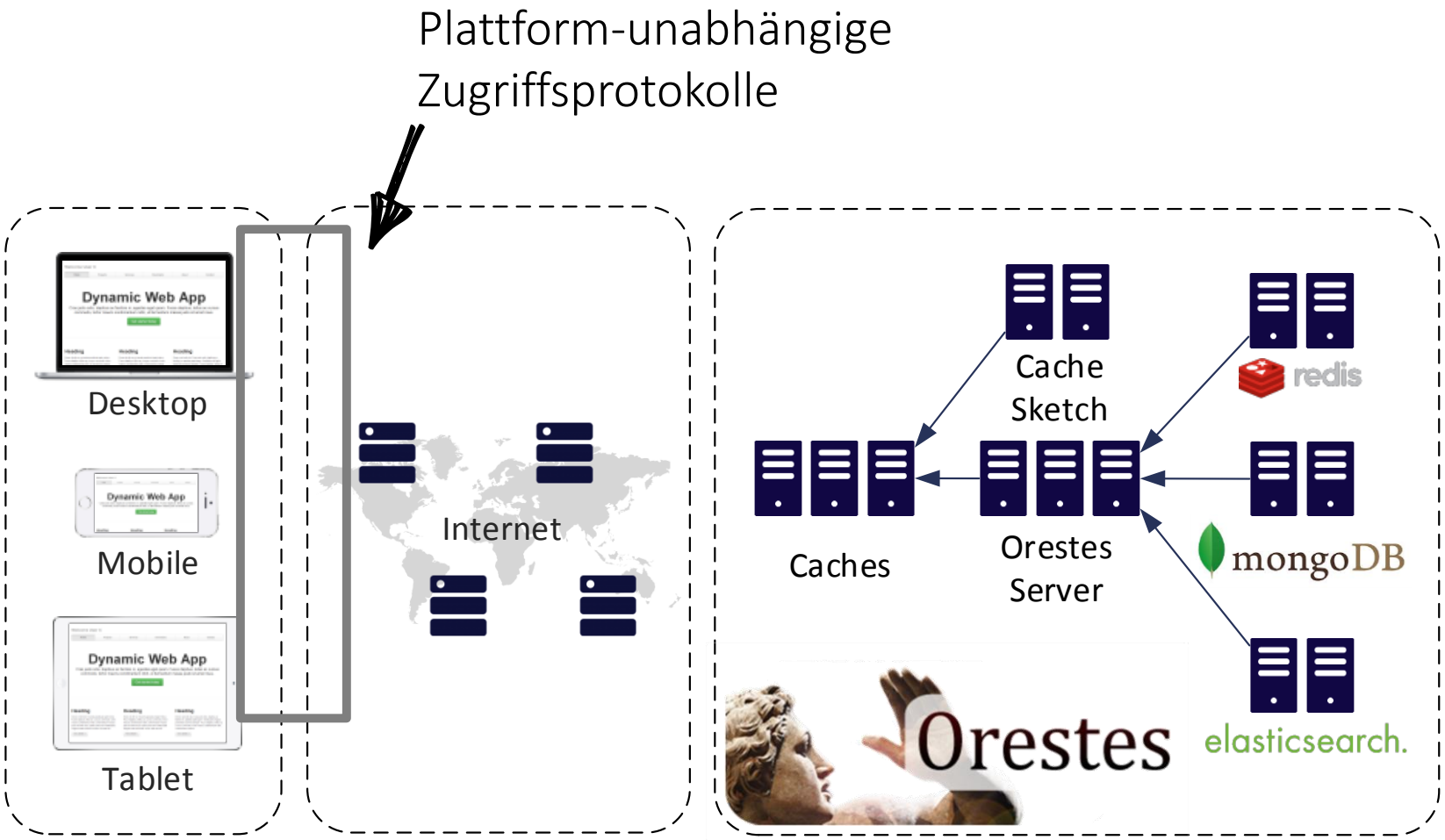
Die ORESTES-Plattform

Globales Zwischenspeichern (Cachen) von Datenbank-Inhalten für hohe Performanz und Verfügbarkeit



Cloud Data Management

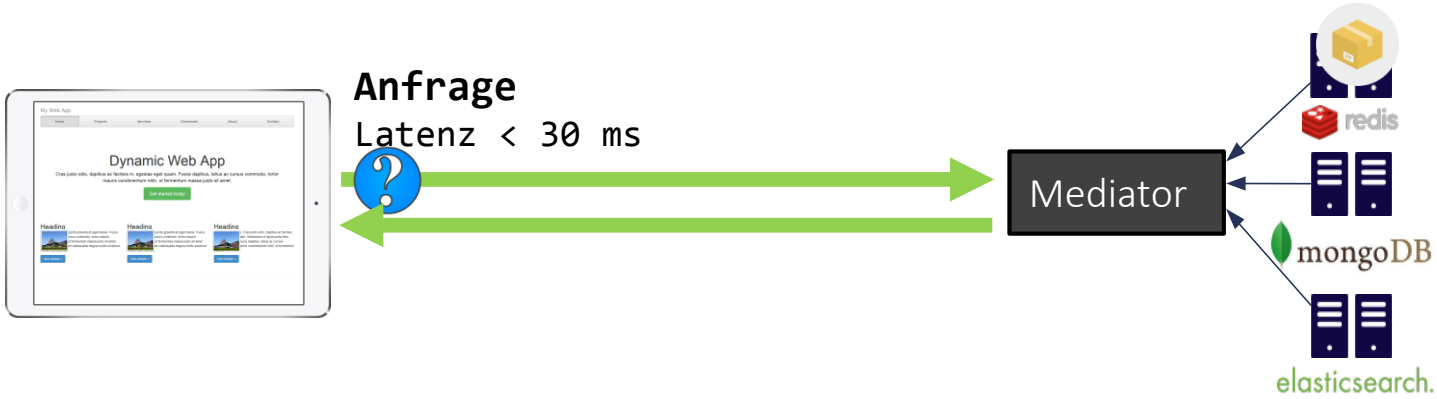
Die ORESTES-Plattform



Polyglotte Persistenz

Der Polyglot Persistence Mediator

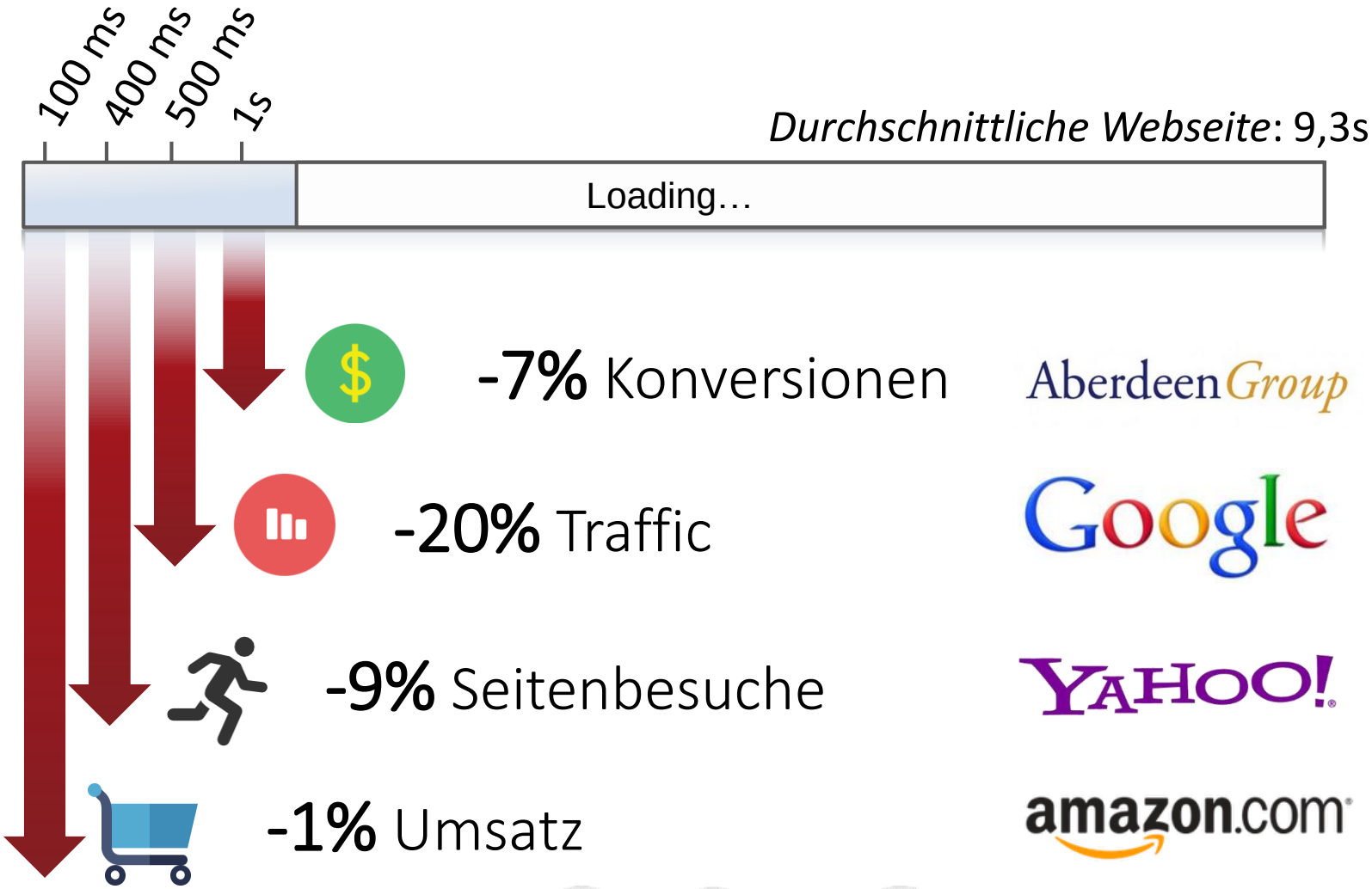
- **Idee**: jede Datenbank hat ihren Sweetspot → Daten in der jeweils bestgeeigneten Datenbank speichern
- Ansatz:
  - Anwendungen spezifizieren Anforderungen als *Service-Level-Agreements*
  - Ein Mediator leitet Daten und Anfragen optimal weiter

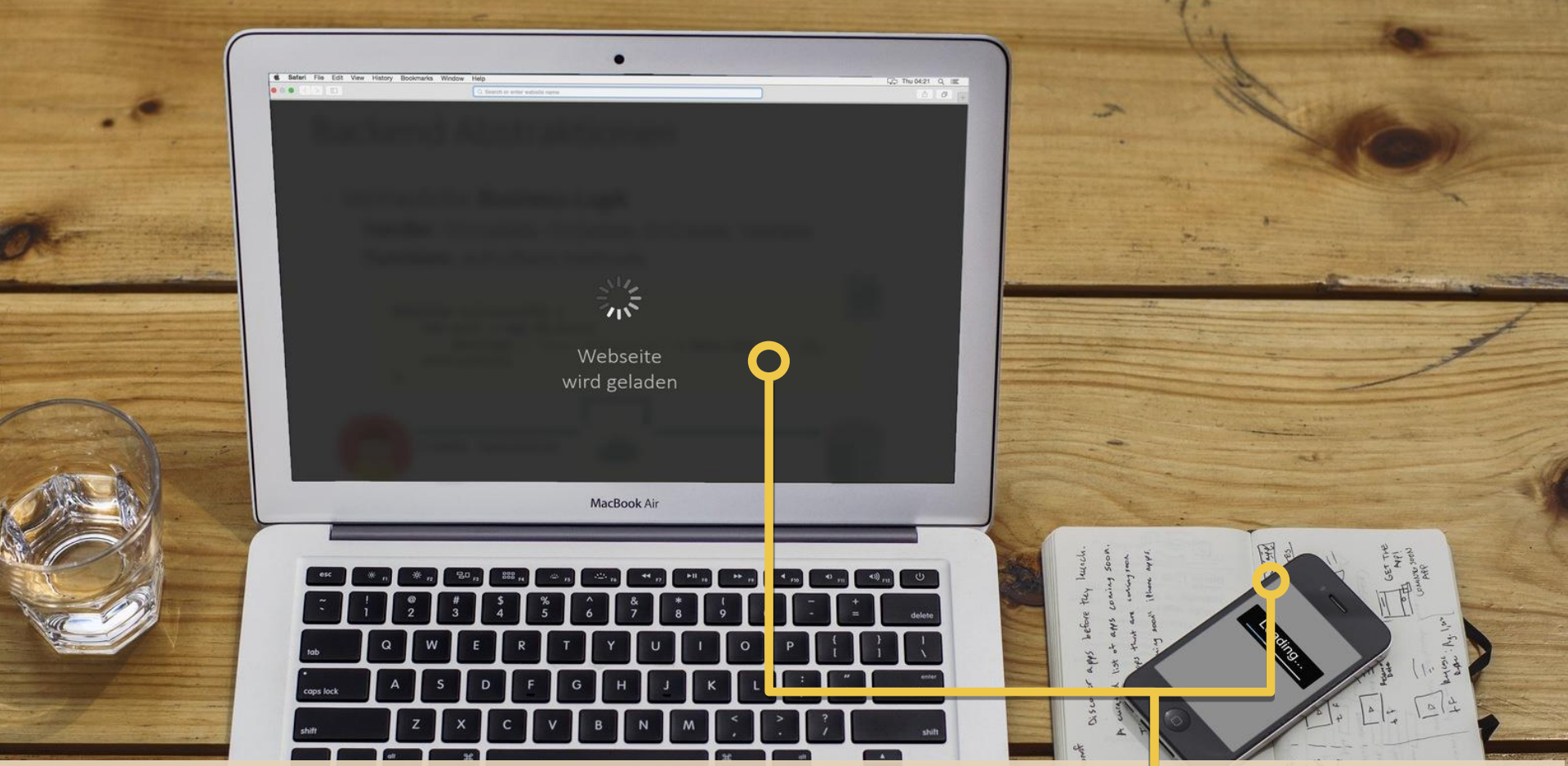


BaQend
Build faster Apps faster.

Präsentation
wird geladen

Das Ladezeitproblem



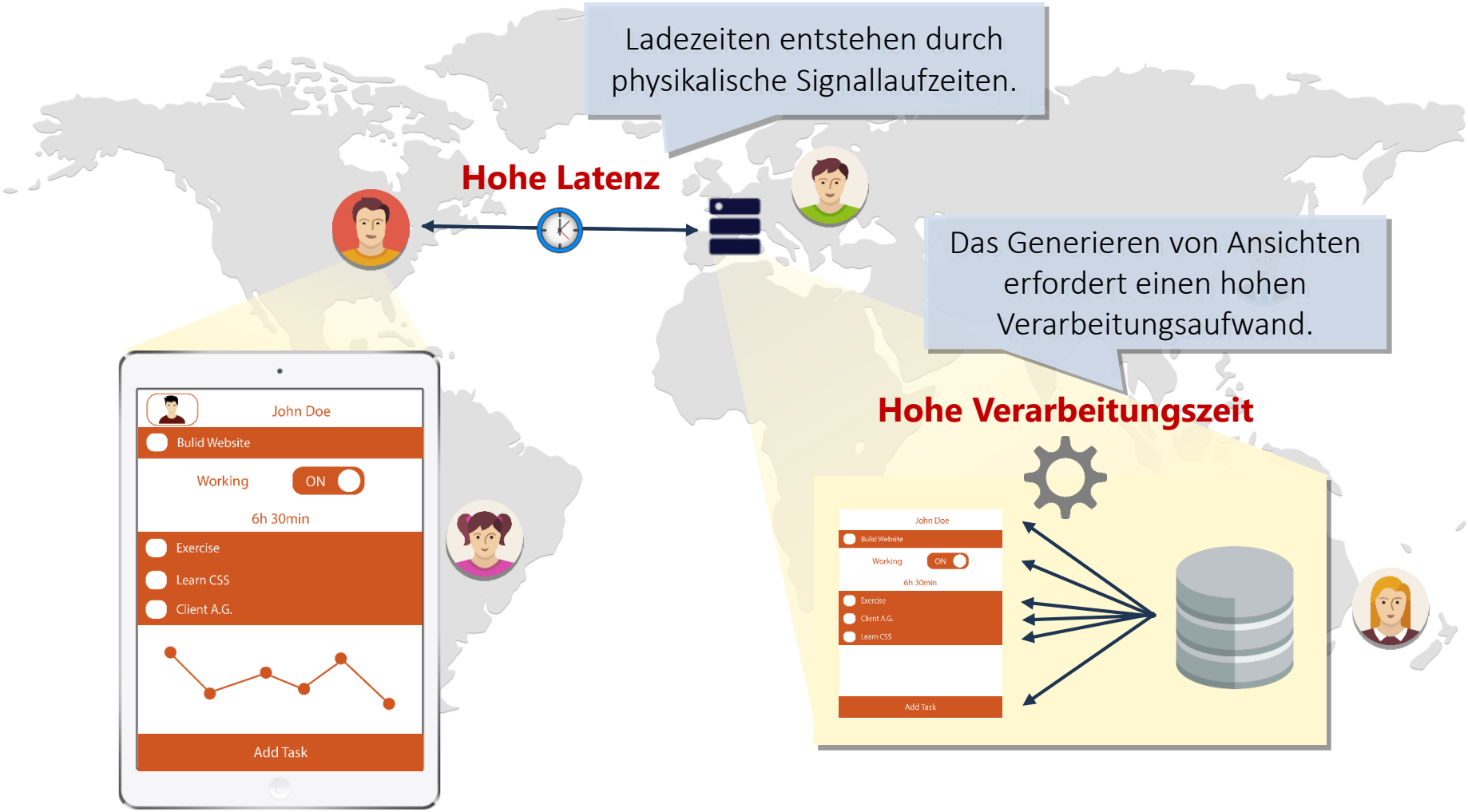


Langsame Apps und Webseiten schaden allen wichtigen **Business-Metriken**

...aber wo liegt das technische Problem?

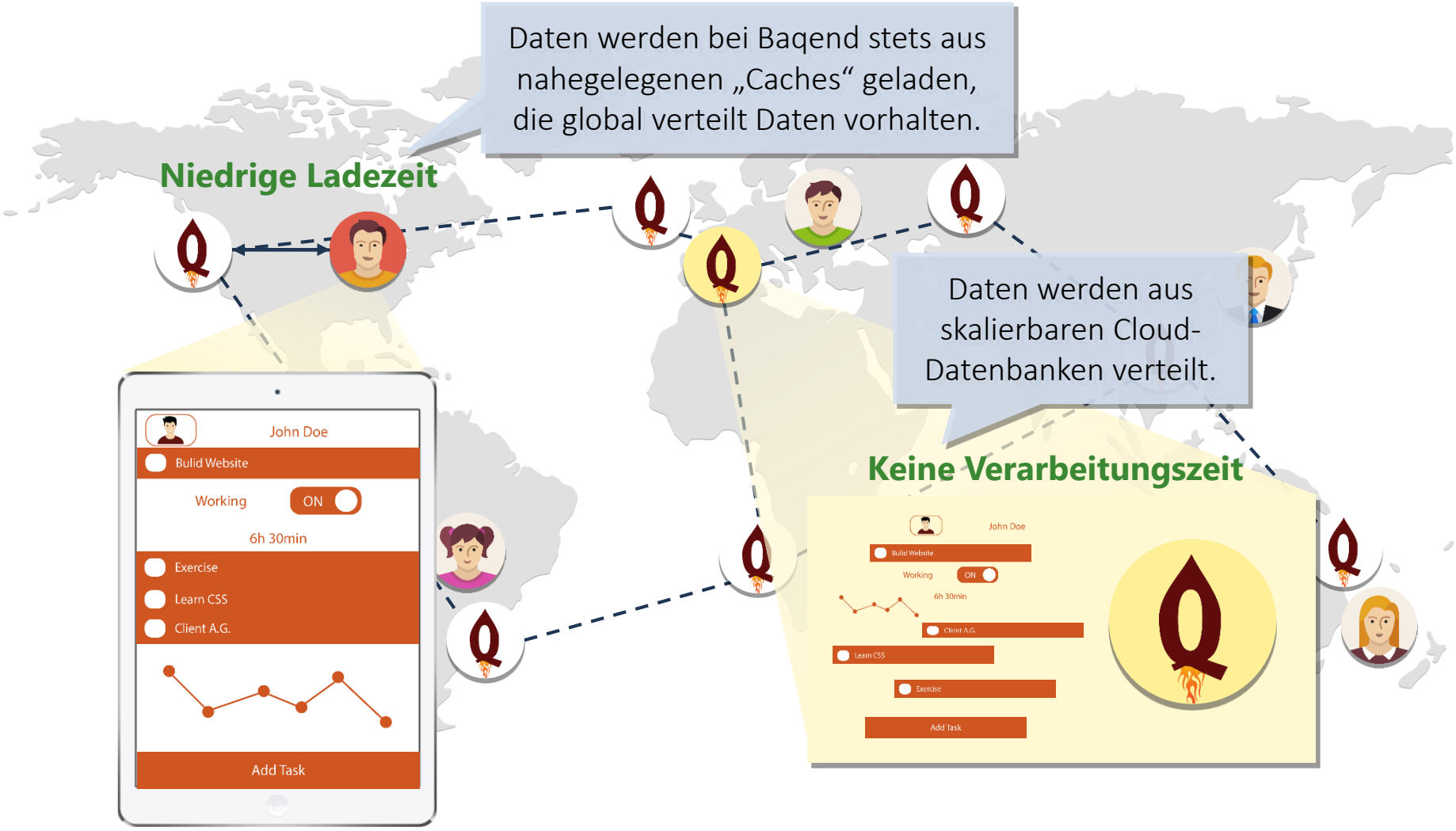
Stand der Technik

Zwei Engpässe: Latenz und Verarbeitung



Unsere Lösung

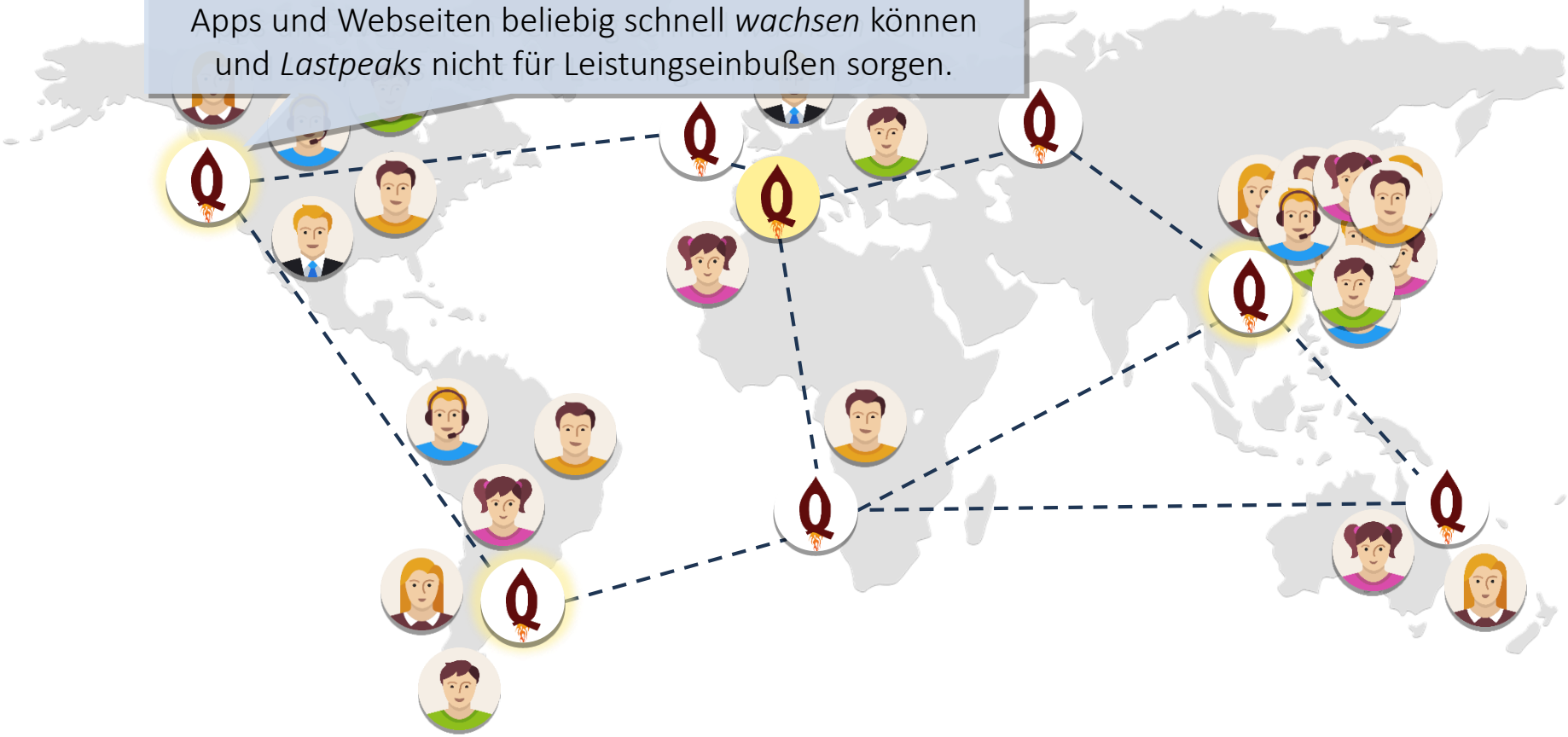
Globales Verteilen und Zwischenspeichern von Daten



Unsere Lösung

Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit

Die Last verteilt sich automatisch auf Caches, so dass Apps und Webseiten beliebig schnell *wachsen* können und *Lastpeaks* nicht für Leistungseinbußen sorgen.



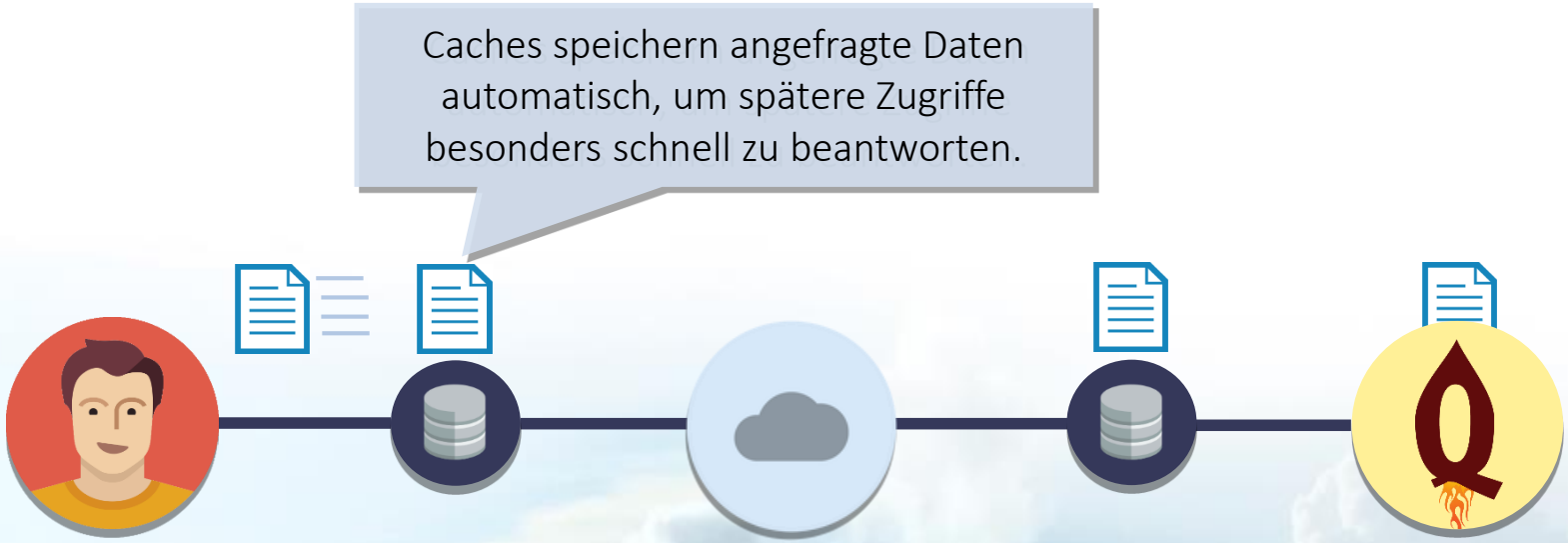
Innovation

CLOUD
DATABASE
DATA
WEB
Consistency
MANAGEMENT
DISTRIBUTED
Caching
NOSQL
SURVEY
Performance
SYSTEMS
TRANSACTIONS
APPLICATIONS
Scale
Service
CONTENT
VIRTUALIZATION
EVALUATION
MODELING
USING
OBJECT
Storage
Concurrency
STORES
AVAILABLE
HIGHLY
Approaches
Internet
CLUSTERING
ALGORITHMS
ANALYSIS
challenges
CLASSIFICATION
LOAD
IMPLEMENTATIONS
CONTROL
SCHEMA
BALANCING
ARCHITECTURES
CAP
SCALABLE
ELASTIC
High
Replication
ISOLATION
KEY
LARGE
STREAMING
MIGRATION
PERSPECTIVES
PRACTICAL
SERVERS
ANALYTICS
PARTITION
RELATIONAL
NETWORK
BLOOM
STRUCTURES
PROCESSING
MAPREDUCE
BASED
ORIENTED
Platforms
FILTERS
OPTIMISTIC
COMPARISON
PREDICTION
SPECTRAL
BUILDING
Memory
Approximate
MODERN
Datenbanksysteme
GOOGLES
TREE
FRAMEWORK
FREQUENCY
LEARNING
TECHNOLOGY
SEARCHING
SERIALIZABLE
CASE
Multi
shared
Cassandra
Mapping
Snapshot
Paxos
Software
Methods
computing
techniques
Azure
Column
Querying
Live
MACHINE
WORKLOADS
DATASTORES
RESOURCE
BENCHMARKING
HASHING
TOLERANT
History
Causal
look
MEASUREMENT
DATASETS
ENABLING
Functions
LATENCY
IMPROVING
MECHANISMS
EVENTUALLY
PROVISIONING
STRONG
FREEING
LOCKING
PEER
PROVIDERS
Main
Taxonomy
MASTERARBEIT
CONSENSUS
Replacement
Authorization
Comparative
MULTIPOINT
INVESTIGATION
Dynamics
ENGAGEMENTS
Changed
Engineering
GENERATION
DATENBANKEN
Democratizing
CLOUDBUNKER
RESSOURCENVERWALTUNG
NECESSITY
OPERATION
MULTIMEDIA
LIMITATIONS
BUSINESS
REPLICATION
CHARACTERISTICS
VISUALIZATION
Multishard
Approximate
Decentralized
ASYNCHRONOUS
Prefetching
BROADCAST
DELIVERY
FORBUILDING
LIGHTWEIGHT
Simple
MODERATELY
OVERVIEW
Programming
INTERACTIVE
Alternative
RELATIONALER
DICTIONARIES
CAPABILITIES
DIMENSIONAL
OPPORTUNITIES
SYNCHRONIZATION
UNDERSTANDING
PROXY
ANFORDERUNGEN
Existrylse
PRESENTATIN
ALWRNDUNGEN
PROBABILISTICALLY
BLOOMFILTER
Feasibility
HETEROGENEOUS
Theory
delivering
SUPPORTING
MAKING
Manikandan
TENANT
OVERCOMING
PUBLICATION
ENVIRONMENTS
TRANSAKTIONSUNTERSTÜTZUNG
INSTRUMENTS
SQL
POLICY
PERSISTENCE
MOBILE
Solutions
Dynamics
Multi
Shared
Cassandra
Paxos
Replication

Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

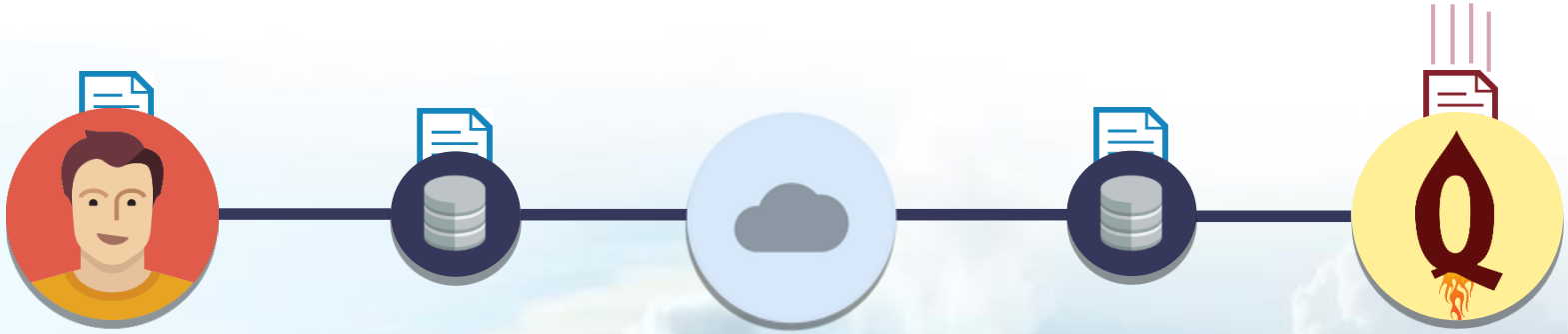


Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

Daten können von Endnutzer zu beliebigen Zeitpunkten *verändert* werden.



Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

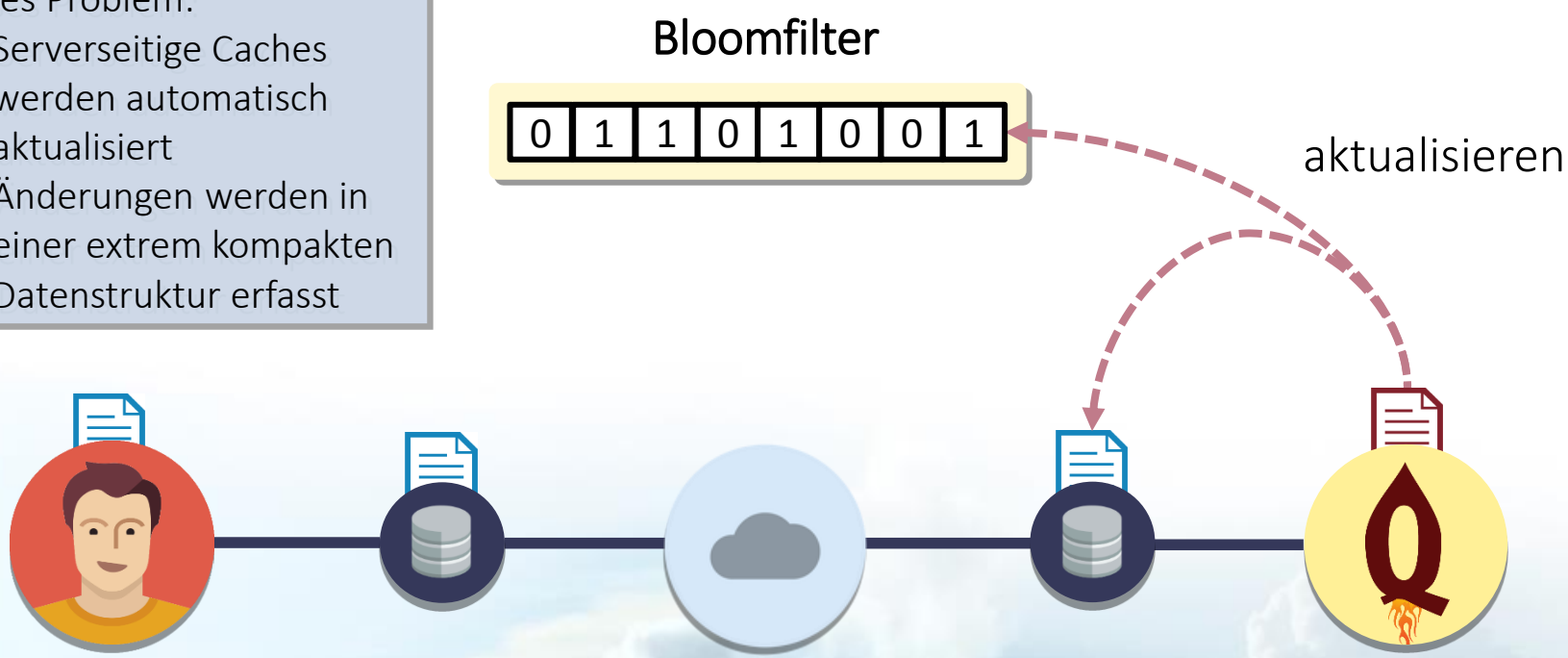
Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

Baqends Algorithmen lösen dieses Problem:

- Serverseitige Caches werden automatisch aktualisiert
- Änderungen werden in einer extrem kompakten Datenstruktur erfasst

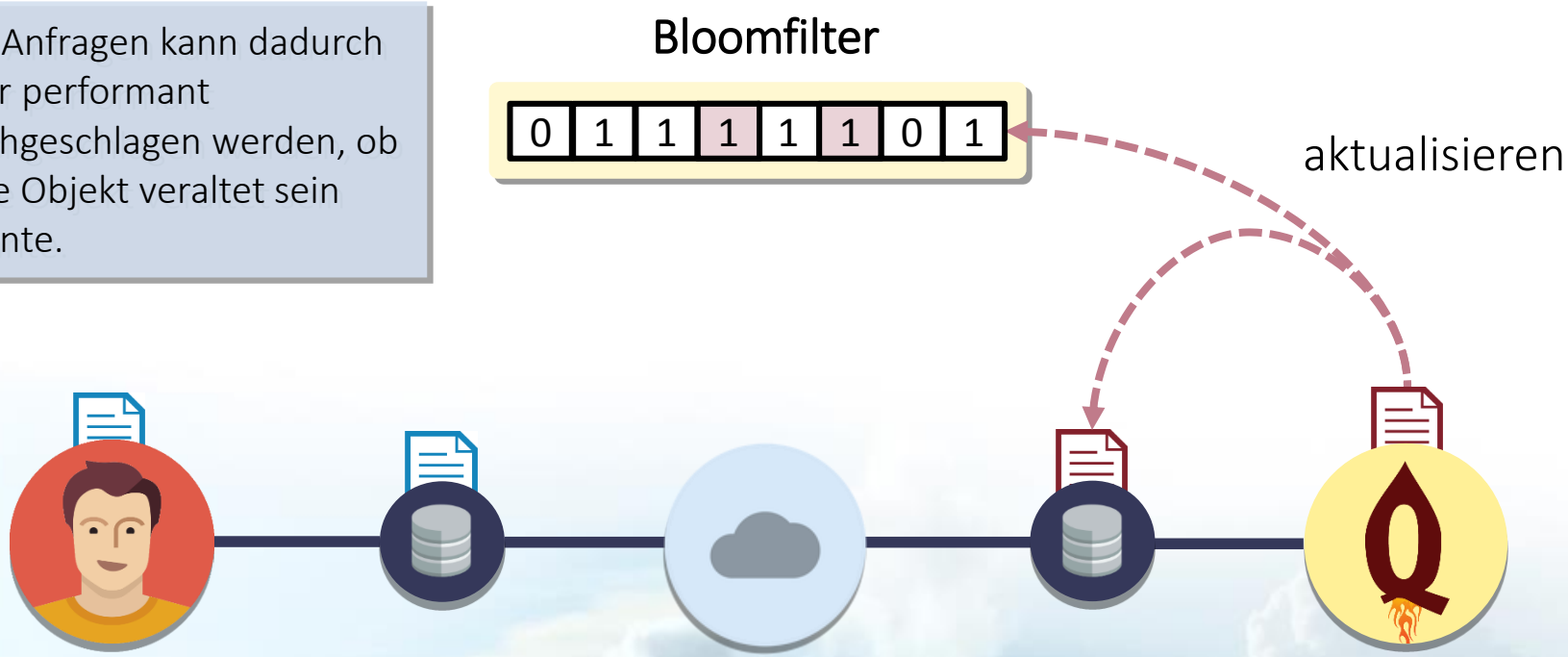


Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

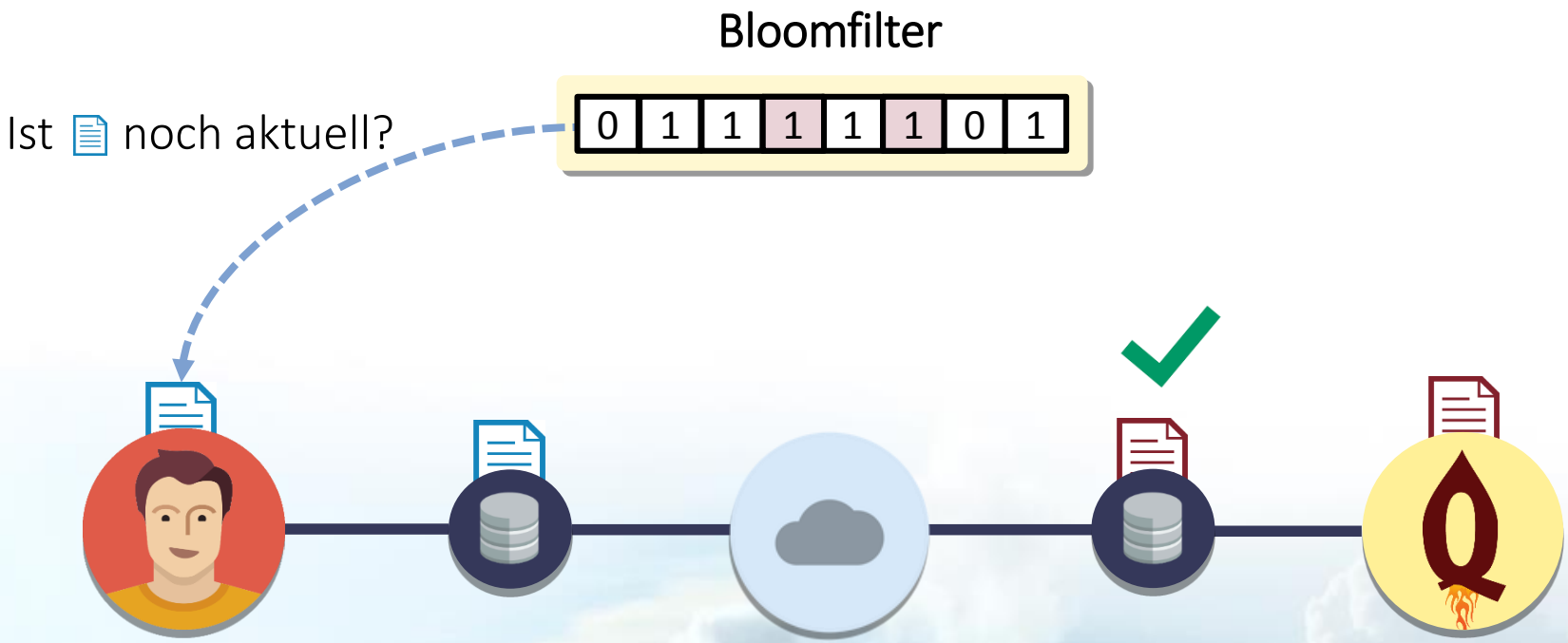
Bei Anfragen kann dadurch sehr performant nachgeschlagen werden, ob eine Objekt veraltet sein könnte.



Innovation

4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst



Innovation

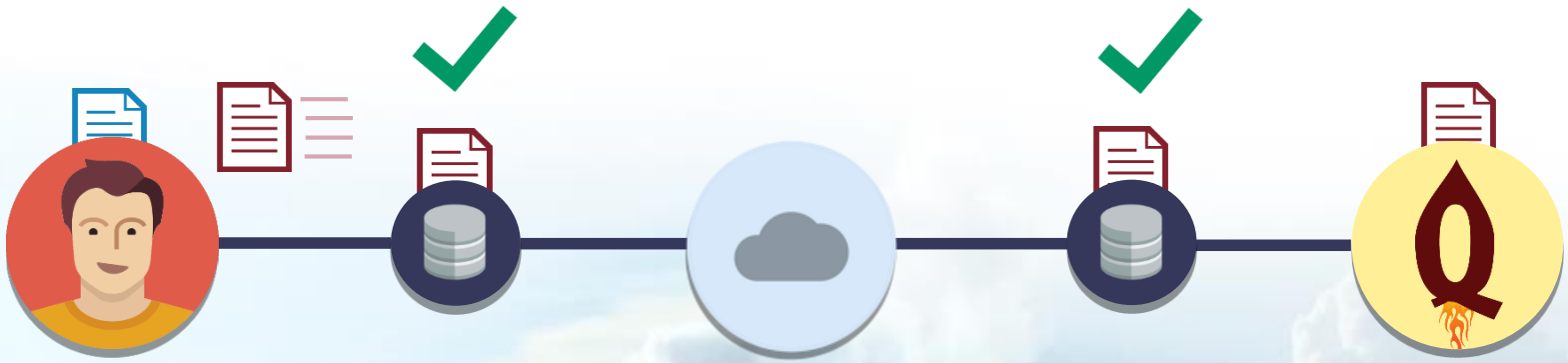
4,5 Jahre
Forschung & Entwicklung

Neue Algorithmen
Datenaktualität erstmals gelöst

Das Endgerät stößt dadurch eine transparente Aktualisierung an. Die Daten sind dadurch stets **aktuell**.

Bloomfilter

0	1	1	1	1	1	0	1



Innovation

F. Gessert, F. Bücklers, und N. Ritter, „ORESTES: a Scalable Database-as-a-Service Architecture for Low Latency“, in *CloudDB 2014*, 2014.

F. Gessert und F. Bücklers, „ORESTES: ein System für horizontal skalierbaren Zugriff auf Cloud-Datenbanken“, in Informatiktage 2013, 2013.

F. Gessert und F. Bücklers, *Performanz- und Reaktivitätssteigerung von OODBMS vermittels der Web-Caching-Hierarchie*. Bachelorarbeit, 2010.

M. Schaarschmidt, F. Gessert, und N. Ritter, „Towards Automated Polyglot Persistence“, in BTW 2015.

S. Friedrich, W. Wingerath, F. Gessert, und N. Ritter, „NoSQL OLTP Benchmarking: A Survey“, in *44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*, 2014, Bd. 232, S. 693–704.

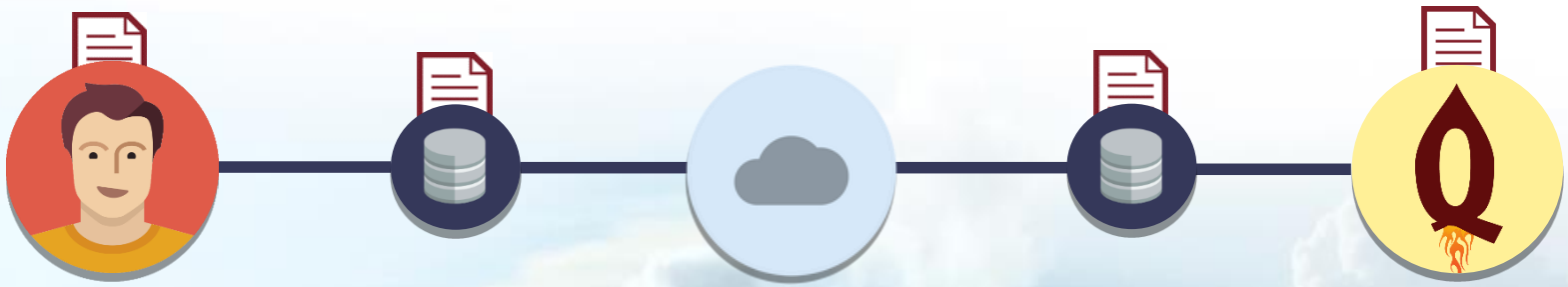
F. Gessert, S. Friedrich, W. Wingerath, M. Schaarschmidt, und N. Ritter, „Towards a Scalable and Unified REST API for Cloud Data Stores“, in *44. Jahrestagung der GI*, Bd. 232, S. 723–734.

F. Gessert, M. Schaarschmidt, W. Wingerath, S. Friedrich, und N. Ritter, „The Cache Sketch: Revisiting Expiration-based Caching in the Age of Cloud Data Management“, in BTW 2015.

F. Gessert und F. Bücklers, *Kohärentes Web-Caching von Datenbankobjekten im Cloud Computing*. Masterarbeit 2012.

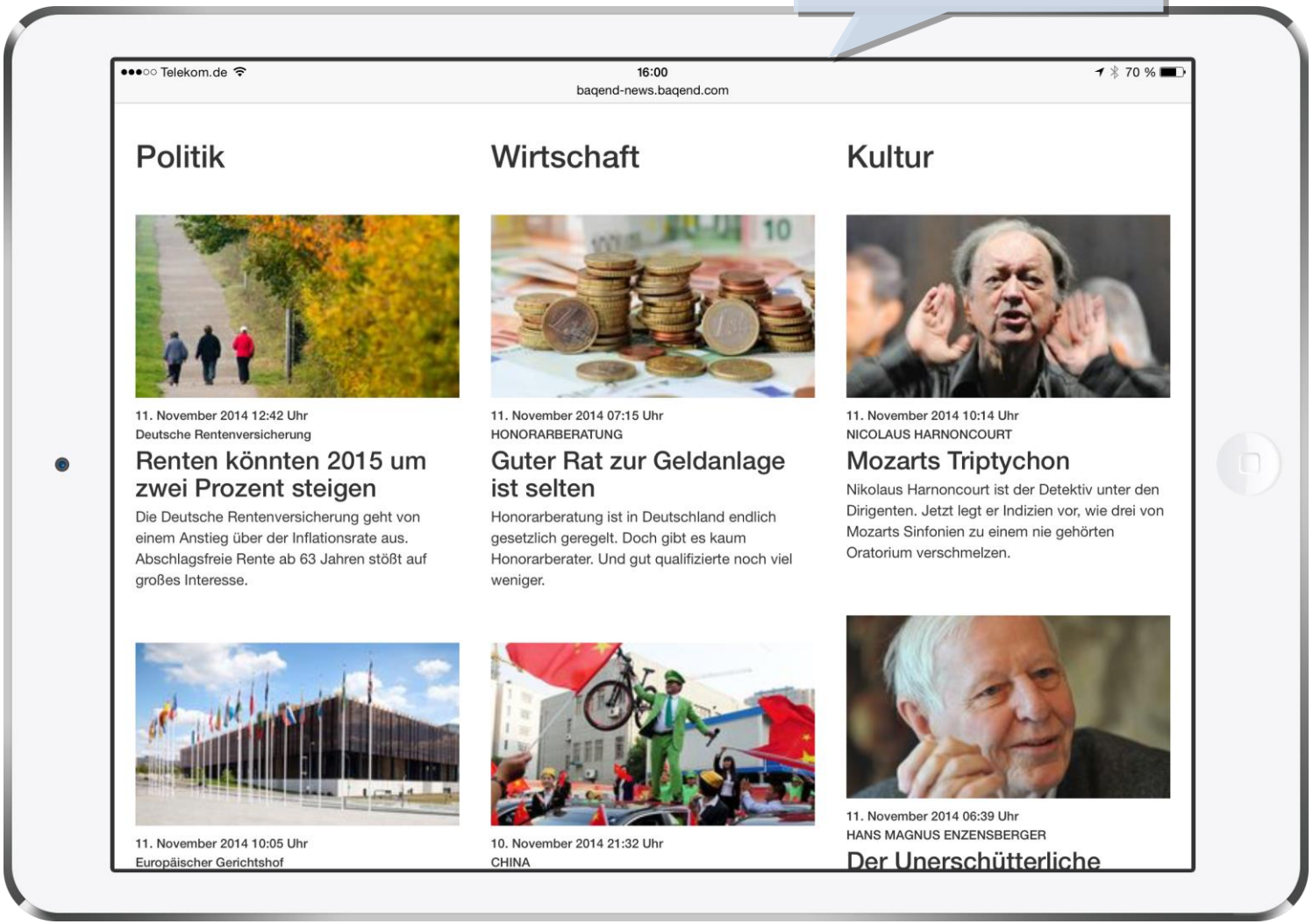
W. Wingerath, S. Friedrich, und F. Gessert, „Who Watches the Watchmen? On the Lack of Validation in NoSQL Benchmarking“, in BTW 2015.

F. Gessert, „Skalierbare NoSQL- und Cloud-Datenbanken in Forschung und Praxis“, BTW 2015



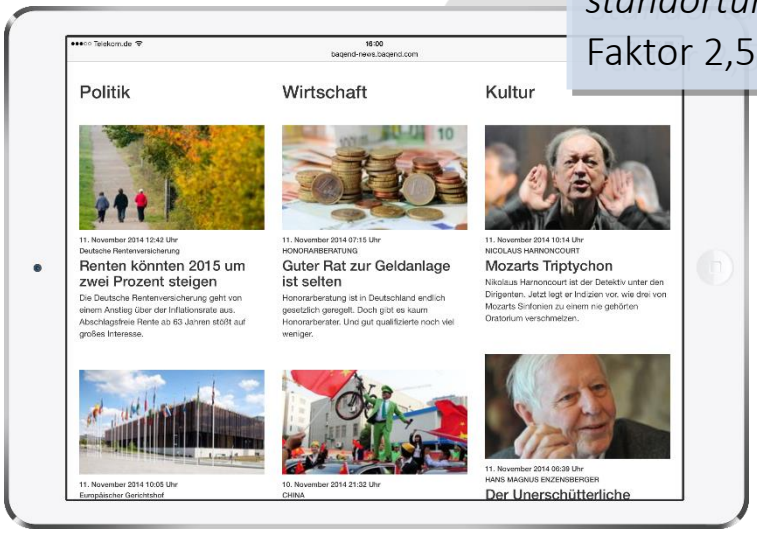
Wettbewerbsvorteil

Beispielanwendung:
News-Seite

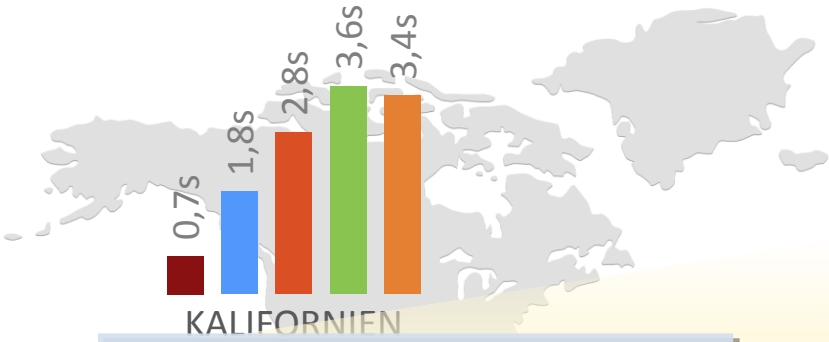


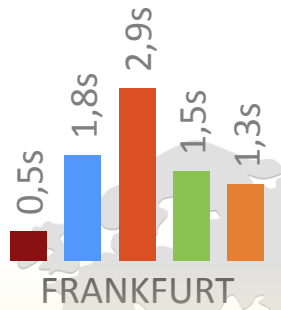
Wettbewerbsvorteil

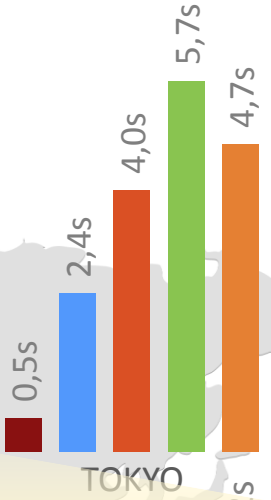
Wir haben die Ladezeiten für Nutzer aus vier geographischen Standorten gemessen. Aufgrund der neuen Techniken ist Baqend *standortunabhängig* stets um mindestens Faktor 2,5 schneller.



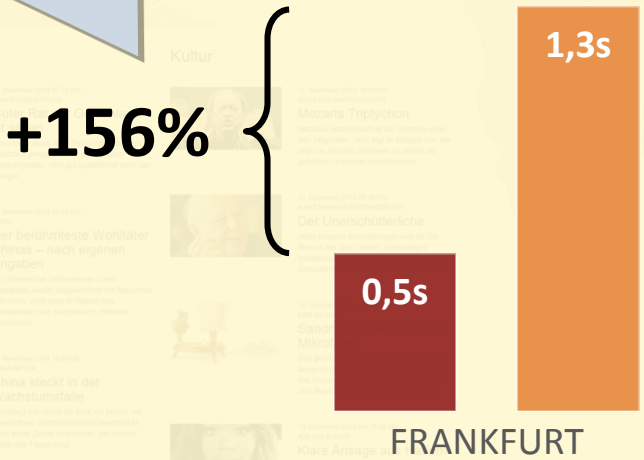
Wettbewerbsvorteil







Selbst bei einem *regionalen Anbieter* sind die Ladezeiten mit Baqend sehr viel geringer.



Business Model

Dreistufiger Markteintritt

2015 Q1-Q2	**2015** Q2-Q3	**2016** Q1
Eng betreute **Pilotprojekte**	Lizensiertes Baqend **Softwarepaket**	Freemium **Cloud-Service**
früher Markteintritt	Enterprise-Kunden	Expansion auf Gesamtmarkt

Business Model

Preismodell und Tarife

	Free	Medium	Large	Enterprise	Lizenz
Preis pro 1 Mio. Anfragen	100.000 inklusive	10 €	7 €	individuell	5.000 € / Server und Jahr
Preis pro GB	2 GB Inklusive	10 €	7,50 €	individuell	
Fixkosten	0 €	0 €	200 €	individuell	

Unsere Vision für Baqend:

„Ein Backend-as-a-Service, bei dem Endnutzer Ladezeiten vergessen“

Kooperationsmöglichkeiten

in der Praxis

Unternehmen mit Webseiten und Apps:

- Neue Software-Projekte auf Basis von **Baqend**

Unternehmen mit Softwareprodukten:

- Strategische Partnerschaften, z.B. Web-Shop-Produkt mit Ladezeitminimierung durch **Baqend**

IT-Dienstleister & Agenturen:

- IT-Projekte mit **Baqend**-Technologie für Dritte

Kooperationsmöglichkeiten

in der Forschung

- Bei schwierigen Data-Management-Problemen:
  - Studentische **Abschlussarbeiten**, die Praxisthemen behandeln
  - **Forschungsprojekte** zu komplexen Big-Data-Management--Problemstellungen
  - **Workshops/Vorträge** zu Theorie und Praxis von NoSQL-Systemen und Cloud Computing

- Für Feedback & Diskussion:
  - **Publikation** und Präsentation interessanter Ergebnisse
  - Gastvorträge

Vielen Dank

ritter/gessert@informatik.uni-hamburg.de

vsis-www.informatik.uni-hamburg.de
Baqend.com