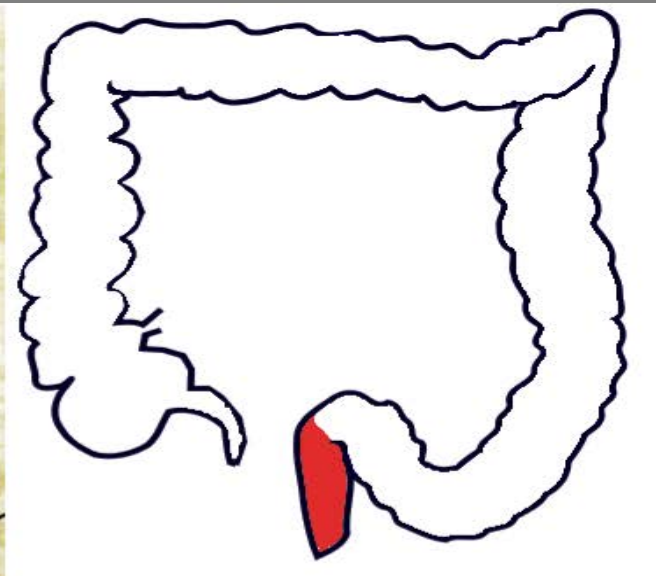


Vorhersage der Dauer chirurgischer Schritte in der Laparoskopie

Roman Ungefuk

Institut für Anthropomatik und Robotik, Humanoids and Intelligence Systems Labs



Motivation

- Warum ist die Dauervorhersage der Schritte nützlich?
 - Um die für den nächsten Operationsschritt benötigten Instrumente vorzubereiten.
 - Um den nächsten Patienten für die Operation vorzubereiten.
 - Zum Trainingszweck.

Einleitung



Bild 1: Keine Trokare,

Quelle: <http://www.endogyn.de/db/img/atlas/keinetrokareD1.jpg>

Rektumresektion

- Operationstechniken
 - totale mesorektale Rektumresektion
 - tiefe anteriore Rektumresektion
 - abdomino-perineale Rektumresektion

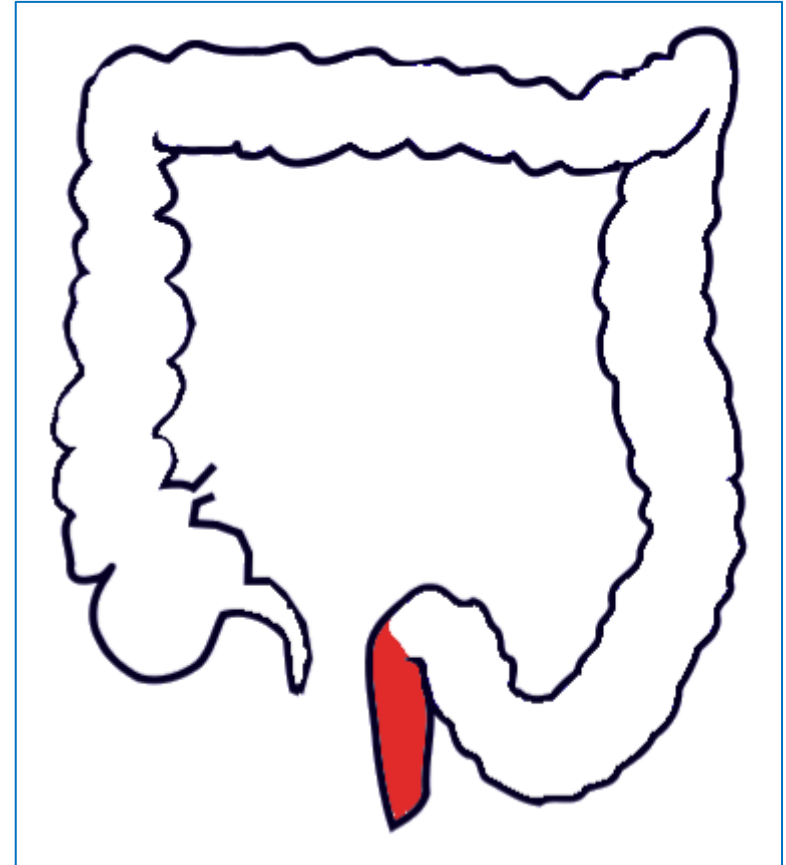


Bild 2: Rectum,

Quelle: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rectum>

Rektumresektion am Phantom

Phasen:

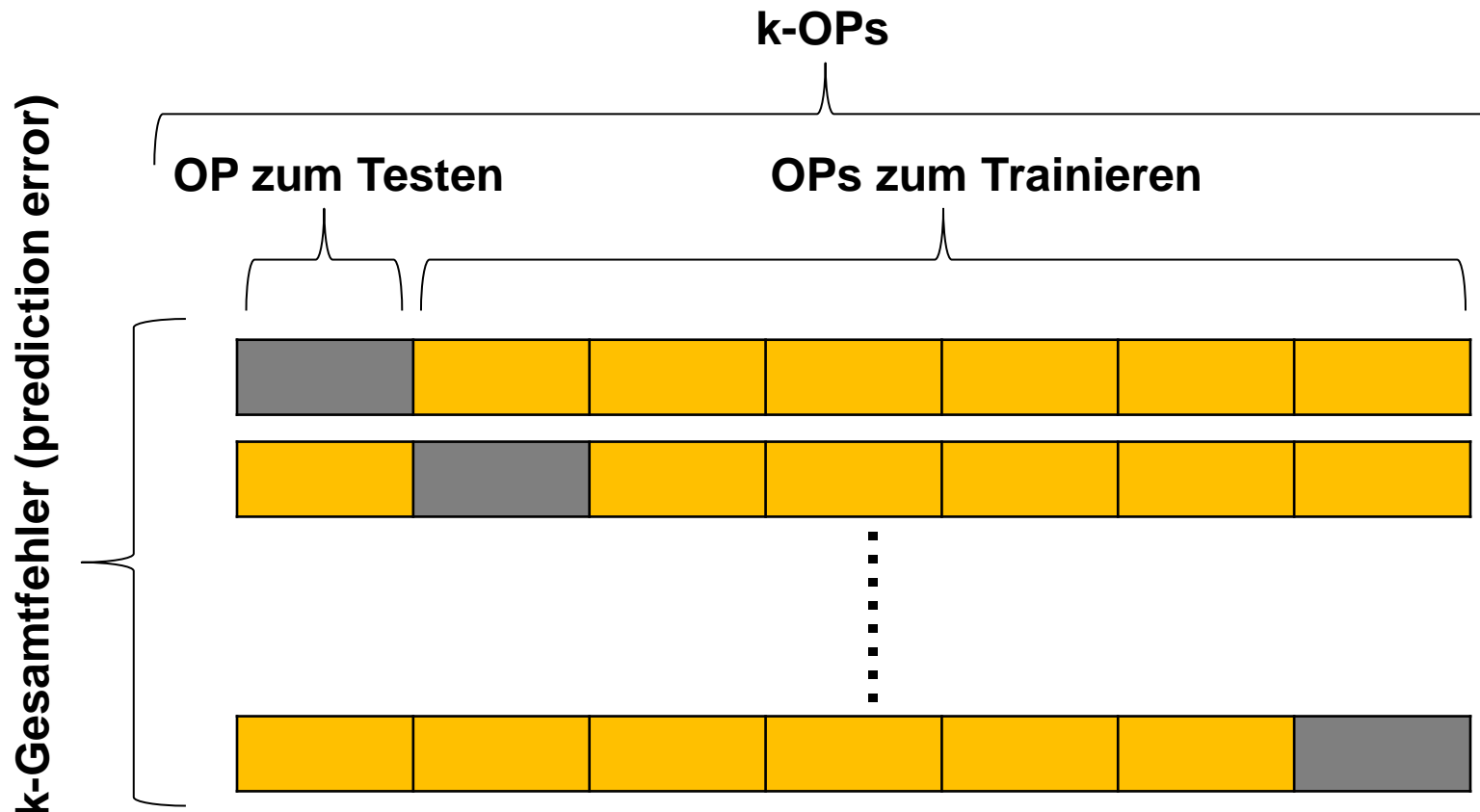
- Diagnostic Laparoscopy
- Mobilization of colon
- Vessel resection
- Dissection of the rectum
- Resection of rectum
 - transect rectum
 - salvage rectum
 - visual inspection lesser pelvis

Methoden zur Dauerbestimmung

- Durchschnittsmethode
- Linearregressionsmethode
- Random-Forest-Methoden
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der vorherigen Schritte
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte und ihrer Reihenfolge in der OP
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte

Methode zur Evaluation

Leave-One-Out-Kreuzvalidierung



Methode zur Evaluation

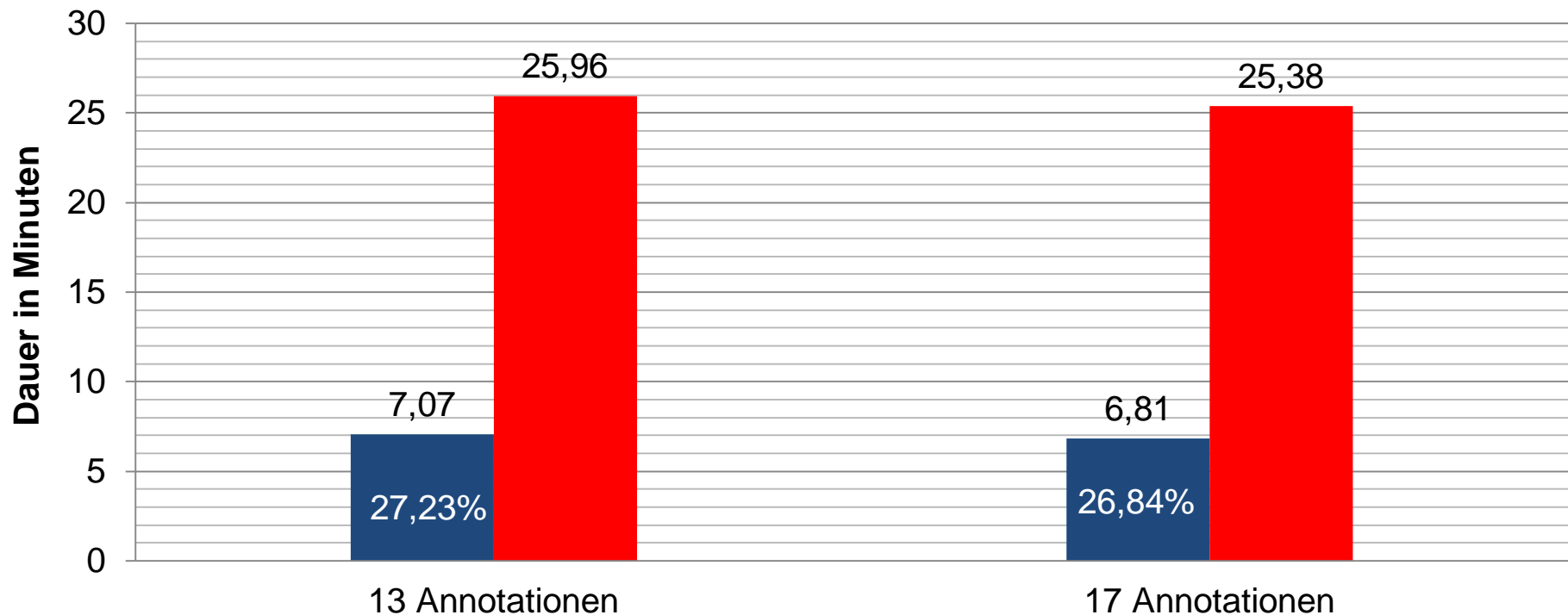
Leave-One-Out-Kreuzvalidierung

$$\begin{array}{l} \text{Gesamtfehler (prediction error)} \\ \left\{ \begin{array}{l} | \text{predict}(\text{step1}) - \text{duration}(\text{step1}) | \\ + \\ | \text{predict}(\text{step2}) - \text{duration}(\text{step2}) | \\ + \\ \vdots \\ + \\ | \text{predict}(\text{step14}) - \text{duration}(\text{step14}) | \end{array} \right. \end{array}$$

Durchschnittsmethode

$$\bar{x}_{\text{arithm}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

■ Gesamtfehlerdurchschnitt
■ Durchschnitt der Test-OPs

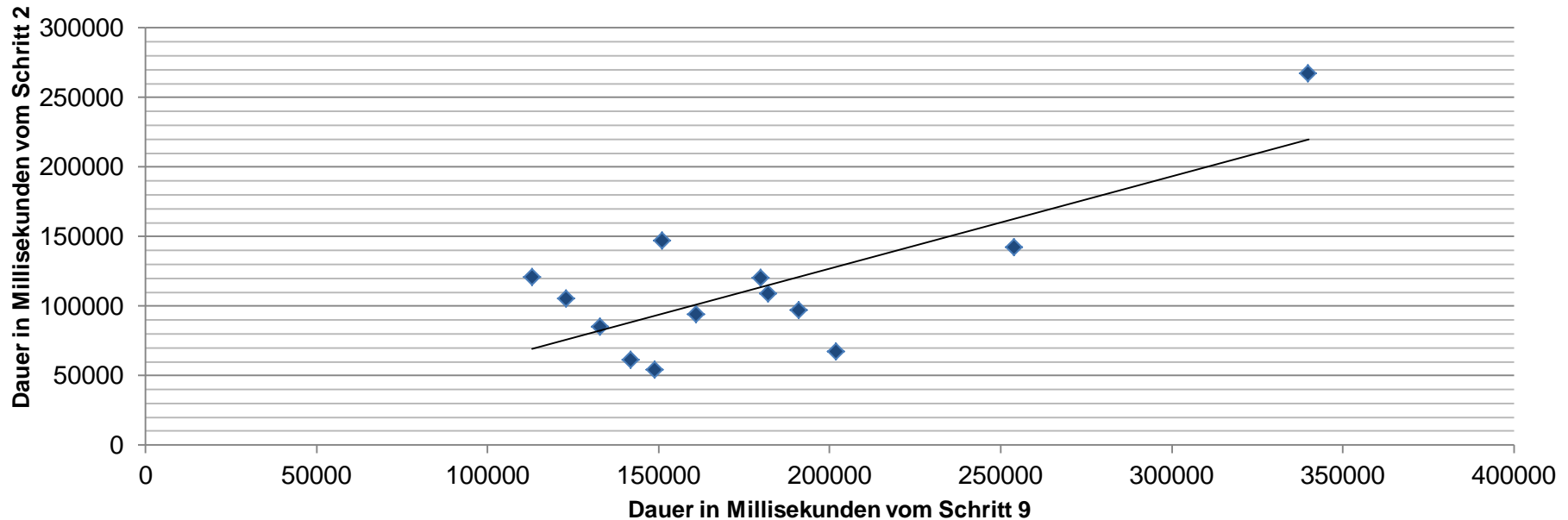


Linearregressionsmethode

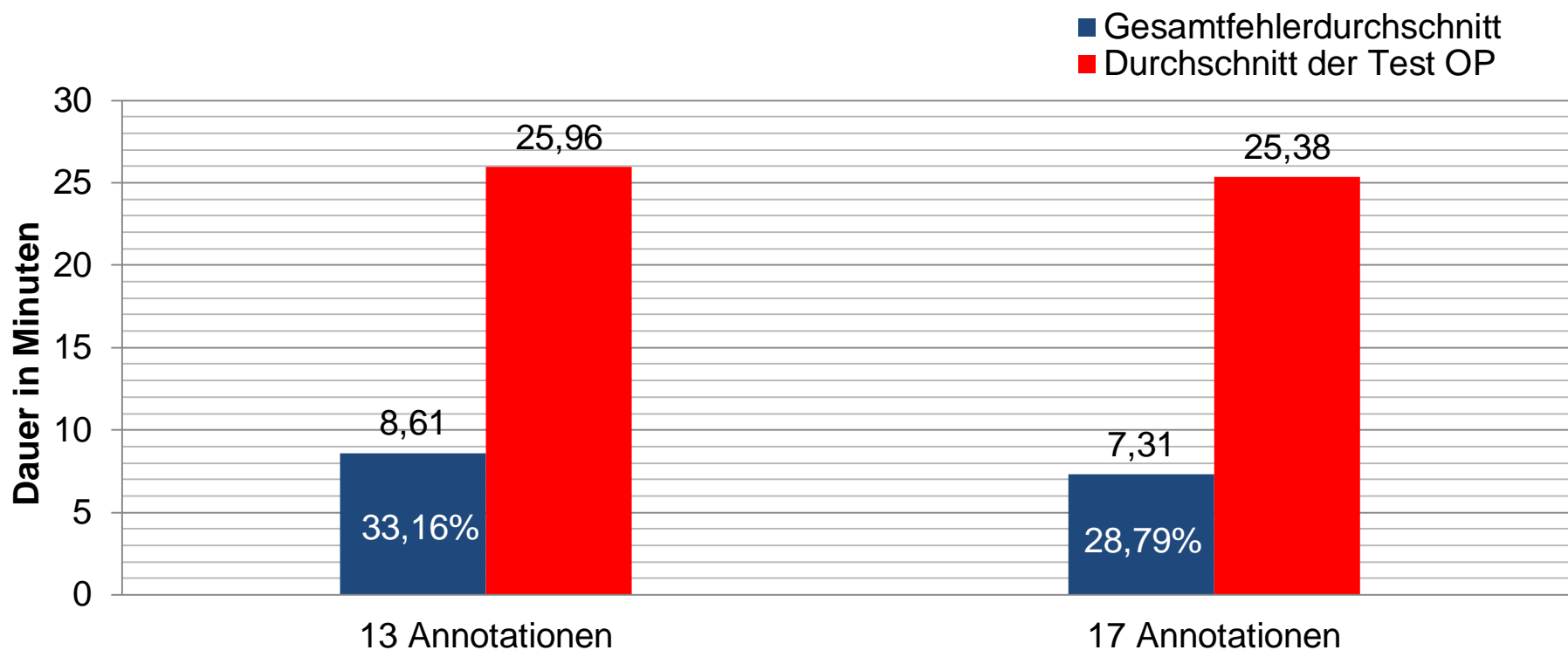
$$y = bx + a$$

$$\text{Kor}(2;9) = 0,7478$$

(mobilization sigmoid 2;division of vein 9)



Linearregressionsmethode



Random Forest

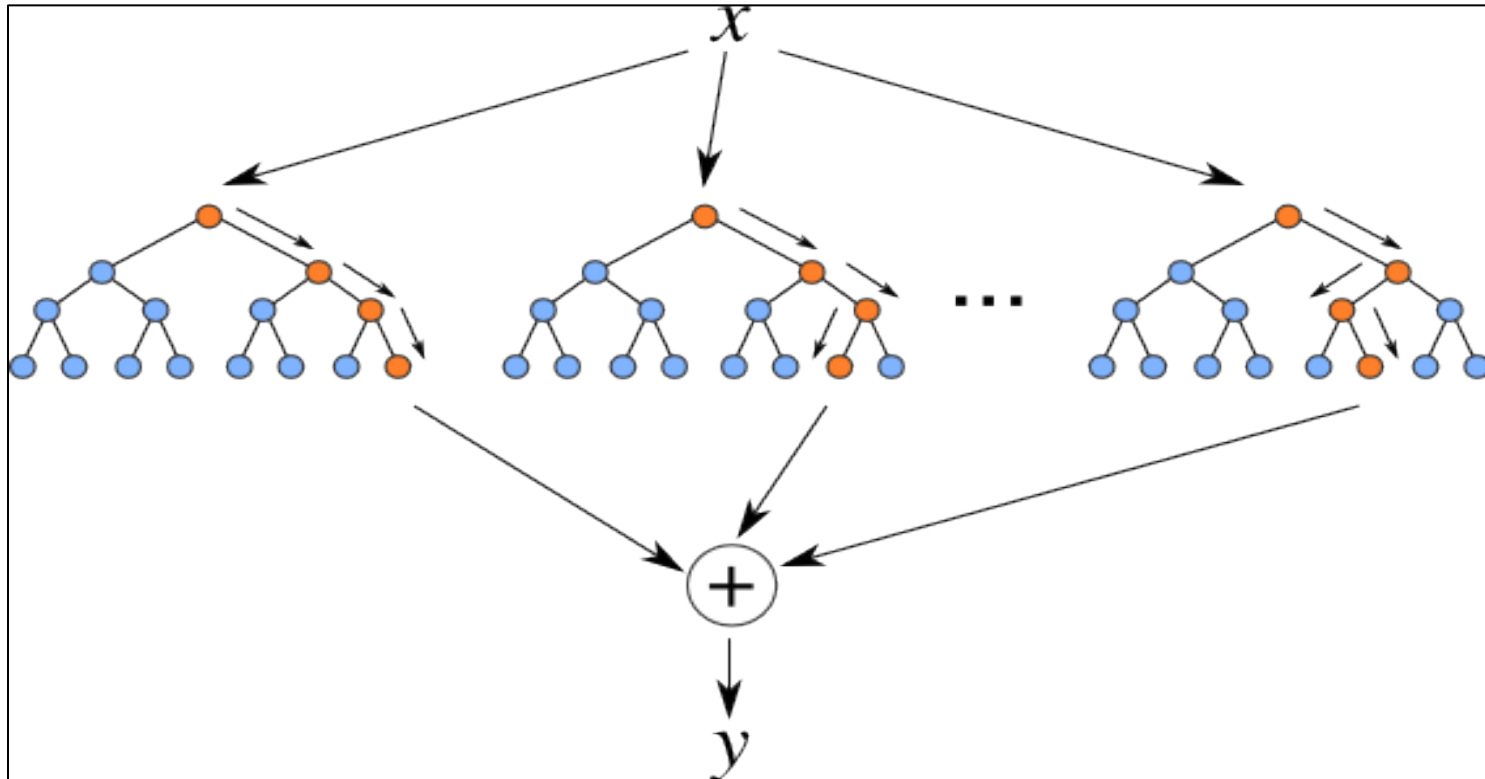
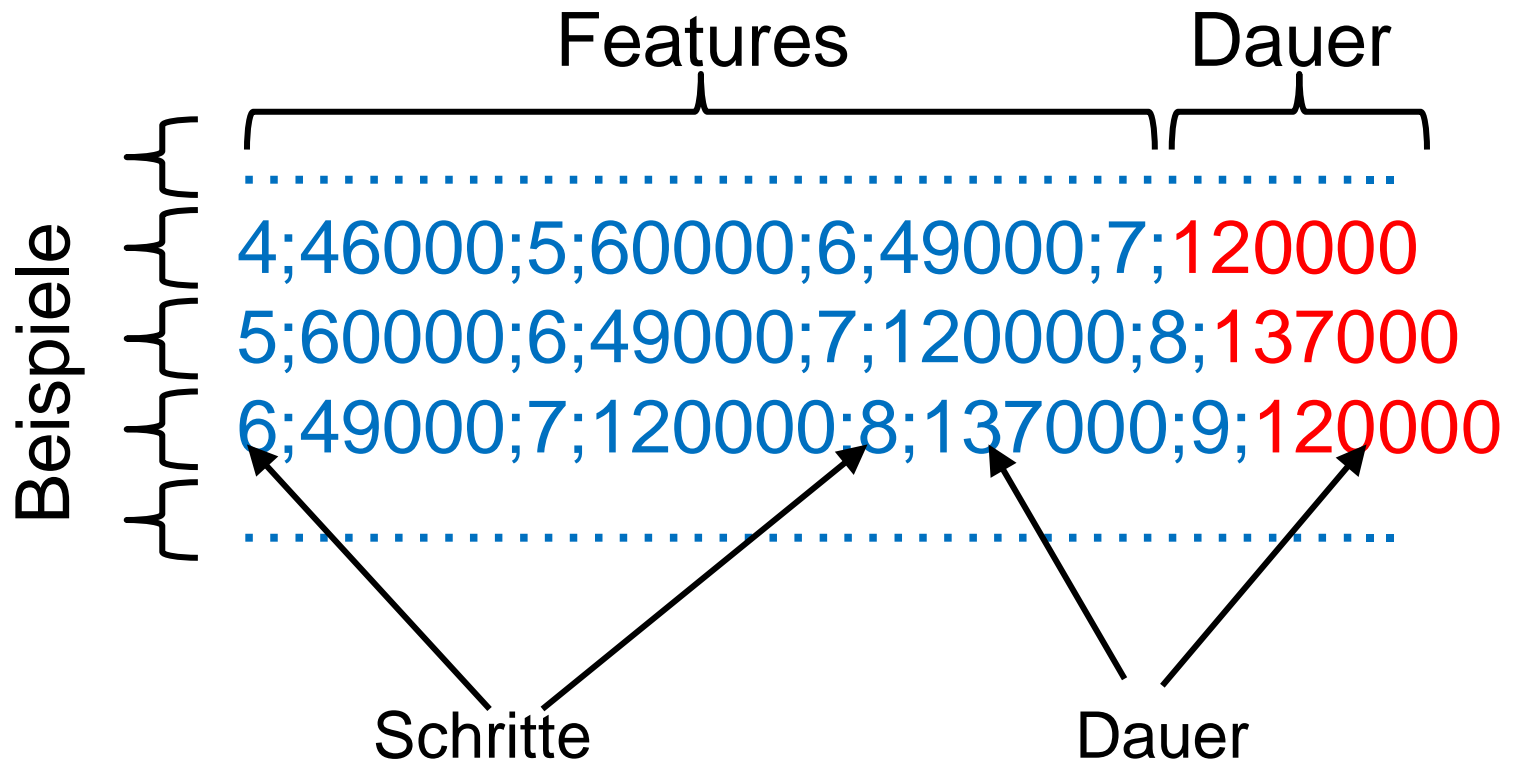


Bild 3: Random Forest,

Quelle: <http://cdn-ak.f.st-hatena.com/images/fotolife/k/kazoo04/20131204/20131204173330.png>

1. Random-Forest-Methode

Trainingsdaten enthalten Dauer der vorherigen Schritte



1. Random-Forest-Methode

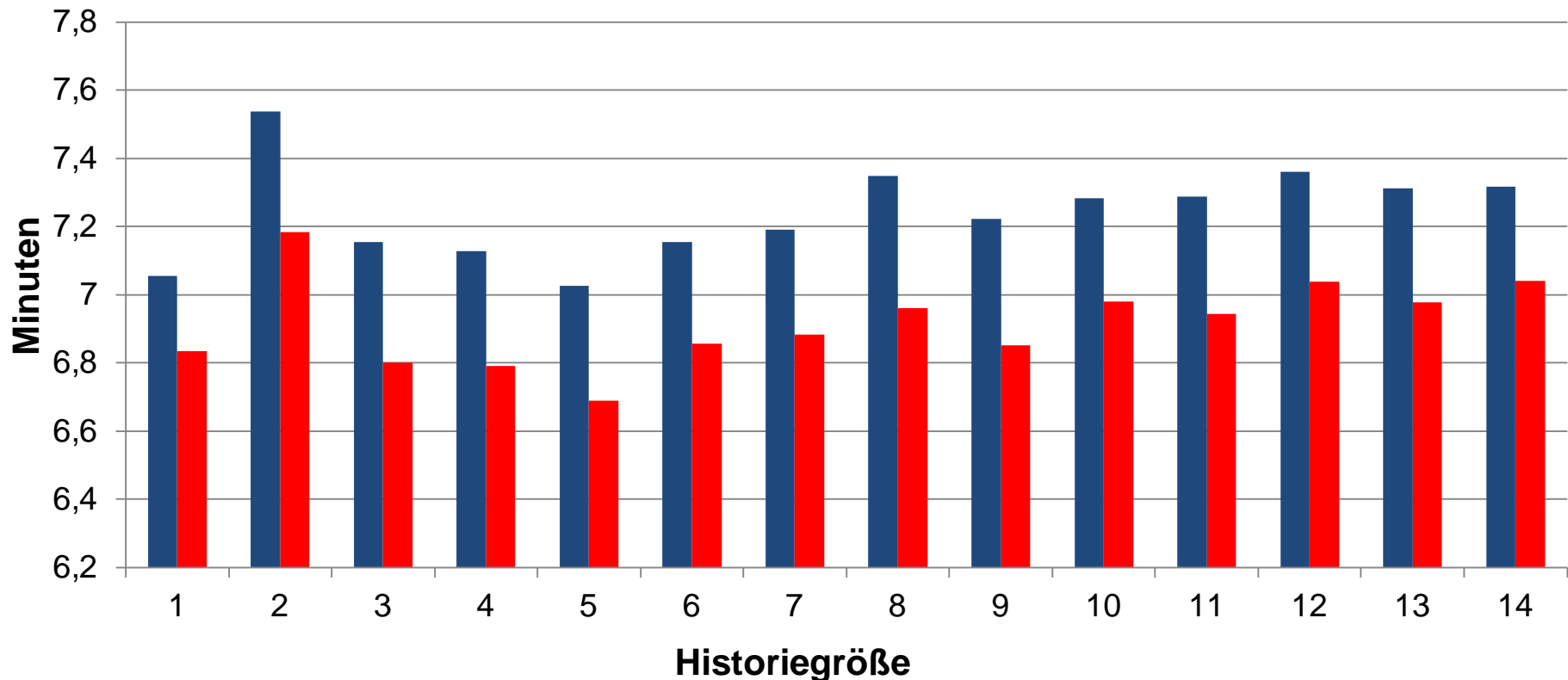
Trainingsdaten enthalten Dauer der vorherigen Schritte

■ Gesamtfehlerdurchschnitt 13 OPs

Durchschnitt der 13 Test-OPs: 25,96 min

■ Gesamtfehlerdurchschnitt 17 OPs

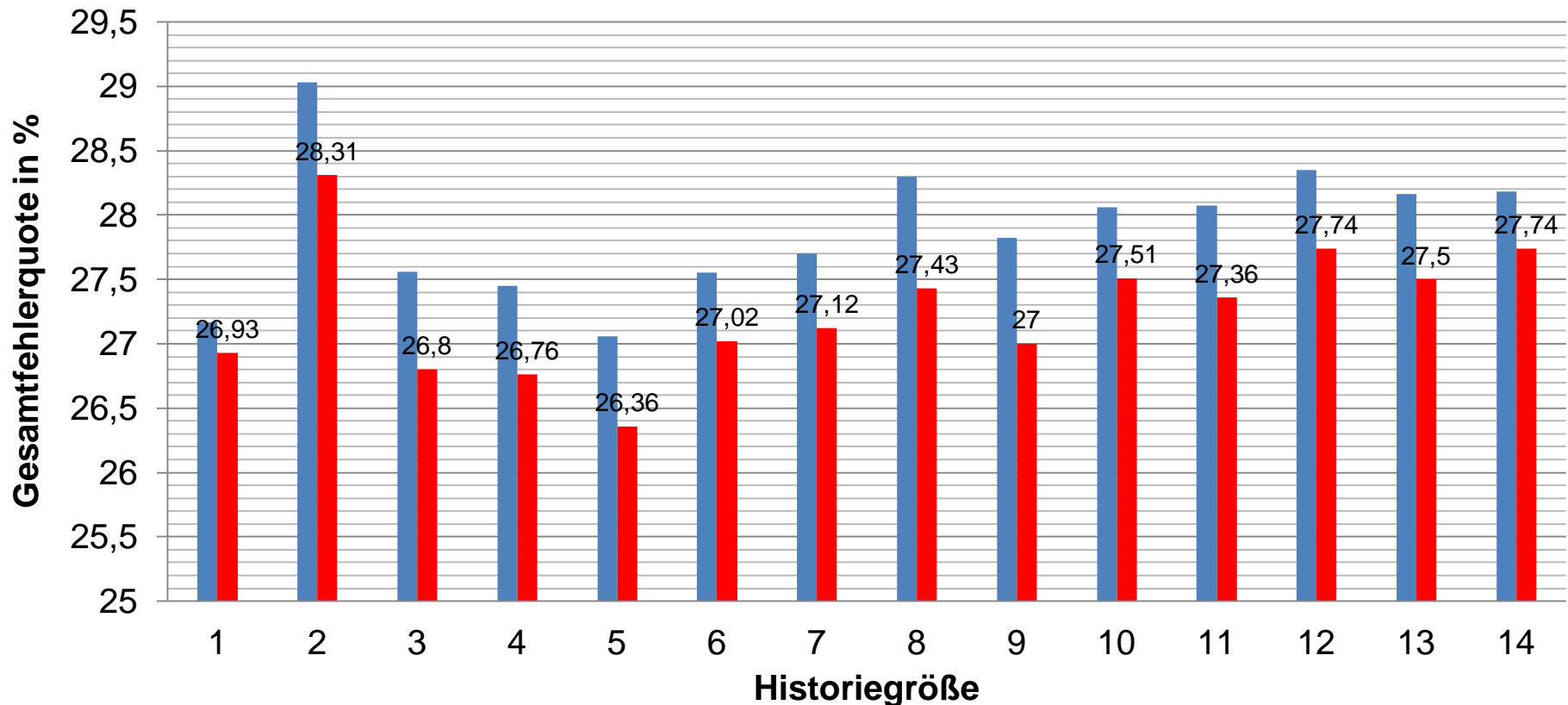
Durchschnitt der 17 Test-OPs: 25,38 min



1. Random-Forest-Methode

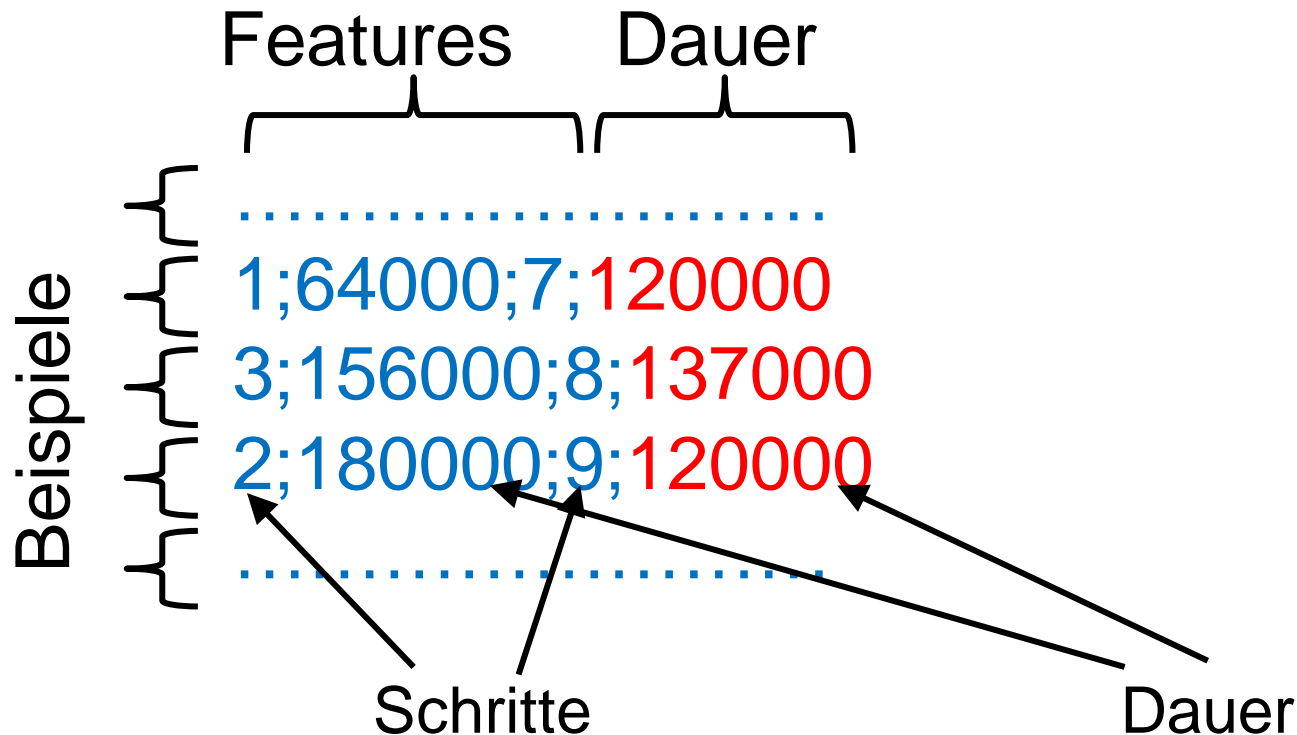
Trainingsdaten enthalten Dauer der vorherigen Schritte

- Gesamtfehlerquote 13 OPs Durchschnitt der 13 Test-OPs: 25,96 min
- Gesamtfehlerquote 17 OPs Durchschnitt der 17 Test-OPs: 25,38 min



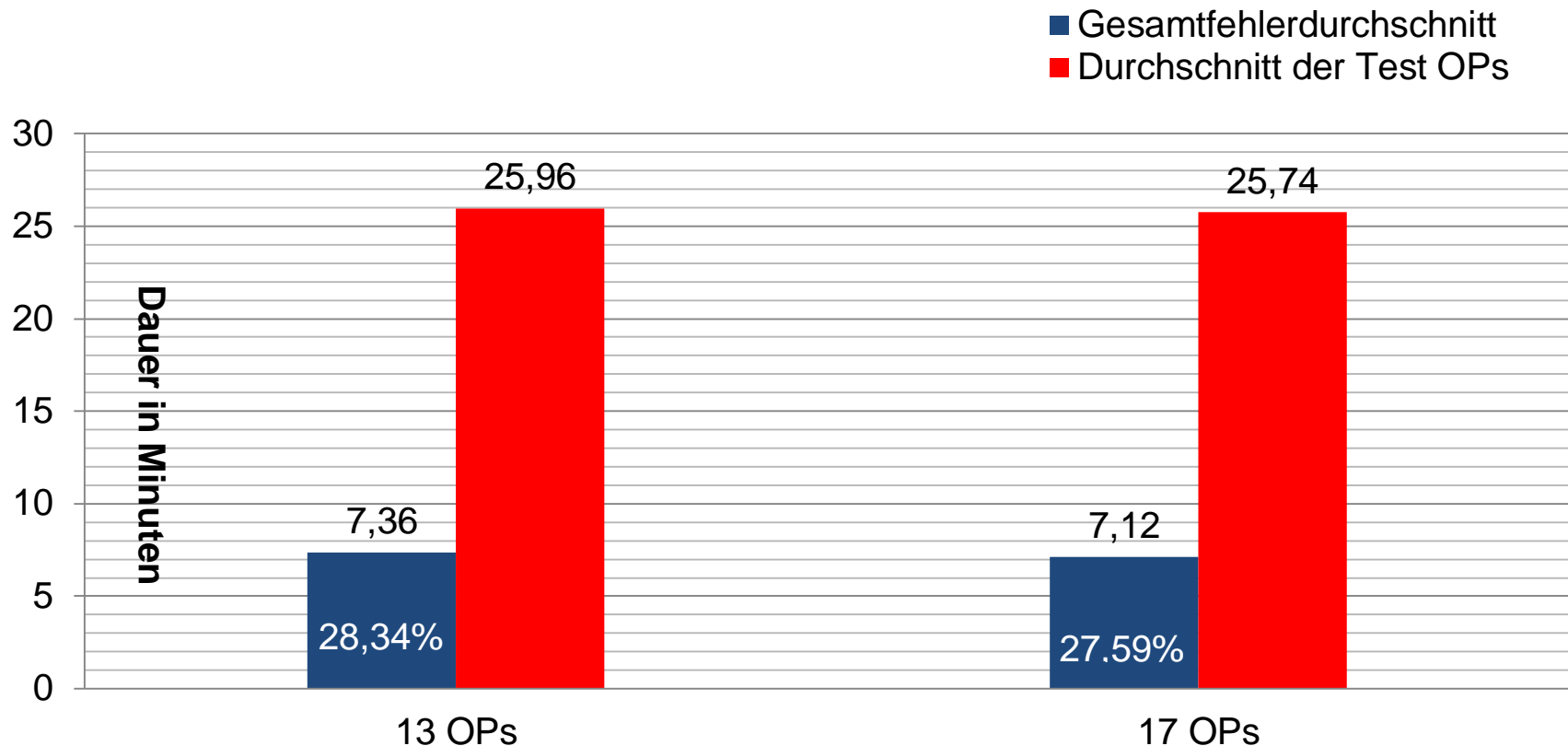
2. Random-Forest-Methode

Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte und ihre Reihenfolge in der OP



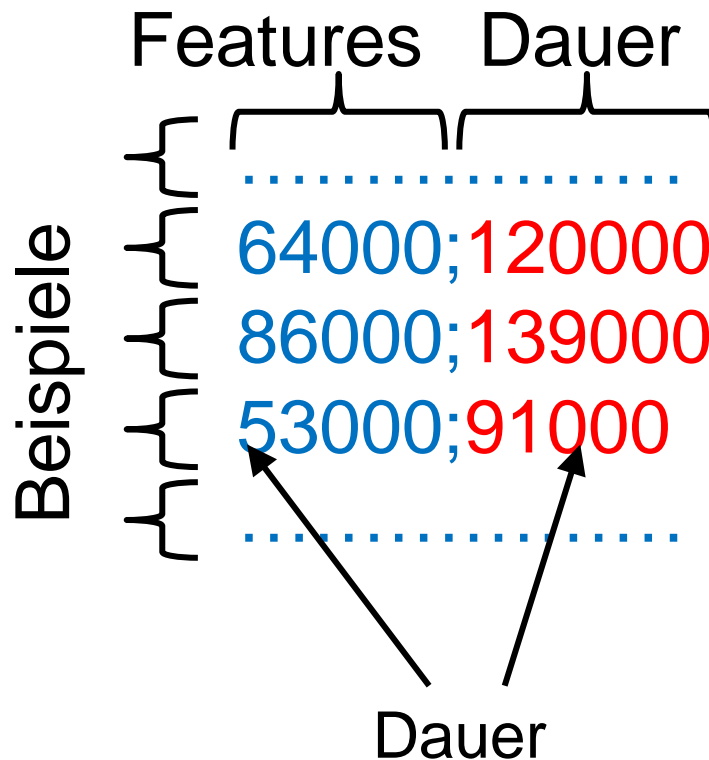
2. Random-Forest-Methode

Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte und ihre Reihenfolge in der OP



3. Random-Forest-Methode

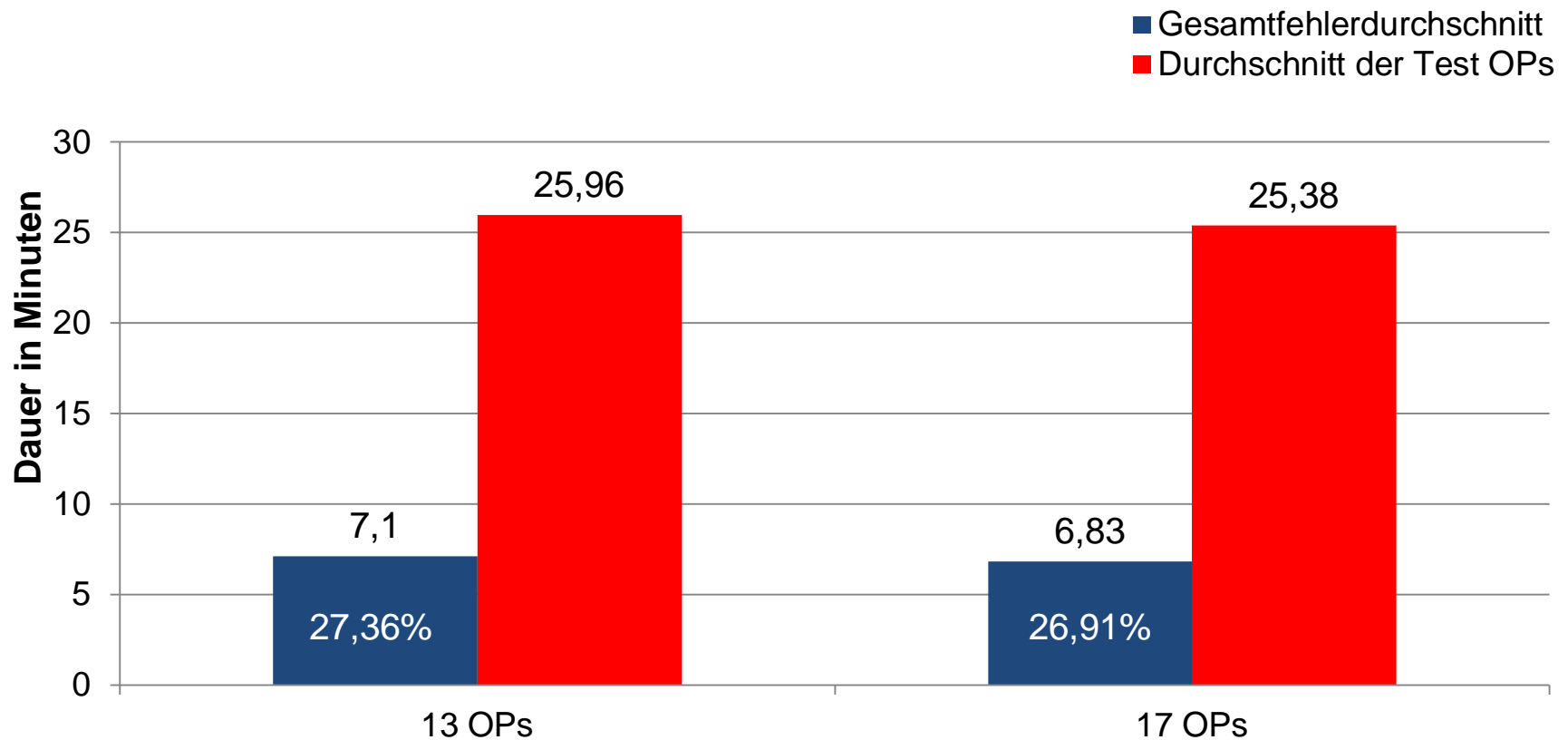
Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte



delineating of vessels

3. Random-Forest-Methode

Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte



Zusammenfassung

- Durchschnittsmethode
- Linearregressionsmethode
- Random-Forest-Methoden
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der vorherigen Schritte
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte und ihre Reihenfolge in der OP
 - Trainingsdaten enthalten Dauer der linearzusammenhängenden Schritte
- Leave-One-Out-Kreuzvalidierung

Zusammenfassung

- Beste Gesamtfehlerquote: **26,36%**, Random-Forest-Methode, Dauer von 5 Schritten, 17 OPs
- Schlechteste Gesamtfehlerquote: **33,16%**, Linearregressionsmethode, 13 OPs

Ausblick

- Kombination von obengenannten Methoden
- Implementierung von multivariater Regression
- Erweiterung von Trainingsdaten des Random Forest mit den Stress-, Müdigkeits- und Erfahrungswerten von Chirurgen
- Konstruktion von Trainingsdaten des Random Forest mit der Korrelationsinformation von mehreren Schritten

Fragen?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!