

Digitale Unterstützung der Zustandserfassung von Ingenieurbauwerken

Markus Reinhardt (EBA), Iris Hindersmann (BASt), Martin Frieze (BASt)

Fachsession: Zuverlässigkeit von alternden Infrastrukturen verbessern

Digitale Zustandserfassung

Schlagworte:

Predictive Health Monitoring
Condition Based Maintenance
Digital Asset Management

Ziele der Nutzung digitaler Technologien:

- **Automatisierung von Bewertungen, Vergleiche verschiedener Messungen**
- **„Lernen“ durch Verhalten von Bauwerken (Big Data)**
- **Prognose der weiteren Zustandsentwicklung**
- ➔ **Verbesserung des Wissens bzgl. des Bauwerksbestandes und dessen Entwicklung**

Nötige Schritte:

- **Erfassung digitaler, standardisierter Bauwerksdaten inkl. Zuordnung (BIM)**
- **Vorhaltung von Rohdaten ohne Informationsverlust**
- ➔ **Keine eingescannten PDFs**

Zustandserfassung von Bauwerken

Klassische Inspektion

Ergänzende
Untersuchungen

Innovative Ansätze

Zustandserfassung von Bauwerken

Klassische Inspektion

Ergänzende Untersuchungen

Innovative Ansätze

Teile der Bauwerksprüfung nach z.B. DIN 1076:

- Jährliche Sichtprüfung
- Einfache Prüfung 3 Jahre nach den
- Hauptprüfungen alle 6 Jahre
- Weitere Prüfungen nach Bedarf
- Werkzeug: „Das Gewicht des Abklopfhammers darf 300g nicht überschreiten“

Als Ergebnis der Prüfung werden Zustandsnoten ermittelt.

→ Ergebnis der Prüfungen hängt von Fähigkeit und Erfahrung des Prüfers ab

Zustandserfassung von Bauwerken

Klassische Inspektion

Ergänzende
Untersuchungen

Innovative Ansätze

Klassische Inspektion plus folgende, nach Bedarf veranlasste, Erweiterungen:

- ZiPBau Verfahren
 - Monitoringsysteme
 - Drohnen zur Befliegung
- i.d.R. jeweils für eine spezielle Untersuchung

Zusätzliche Erkenntnisse und Möglichkeiten:

- Informationen zu Materialien
- „Unsichtbare“ Schäden/Probleme
- Verhalten des Bauwerks
- Prüfung unzugänglicher Stellen

→ Alle Ergebnisse werden in der Bewertung zusammengefügt

Zustandserfassung von Bauwerken

Klassische Inspektion

Ergänzende
Untersuchungen

Innovative Ansätze

Automatisierte „Vor-“ Analysen

→ Bedarfsorientierte Veranlassung von Prüfungen

Predictive Health Monitoring, notwendige Werkzeuge:

- Monitoring (inkl. ZfP) von Bauwerken ohne konkreten Anlass
- Bildauswertung
- Zentrale Sammlung digitaler Bauwerksdaten
- Automatisierte Werkzeuge für Datenauswertung und Prognose der Zustandsentwicklung

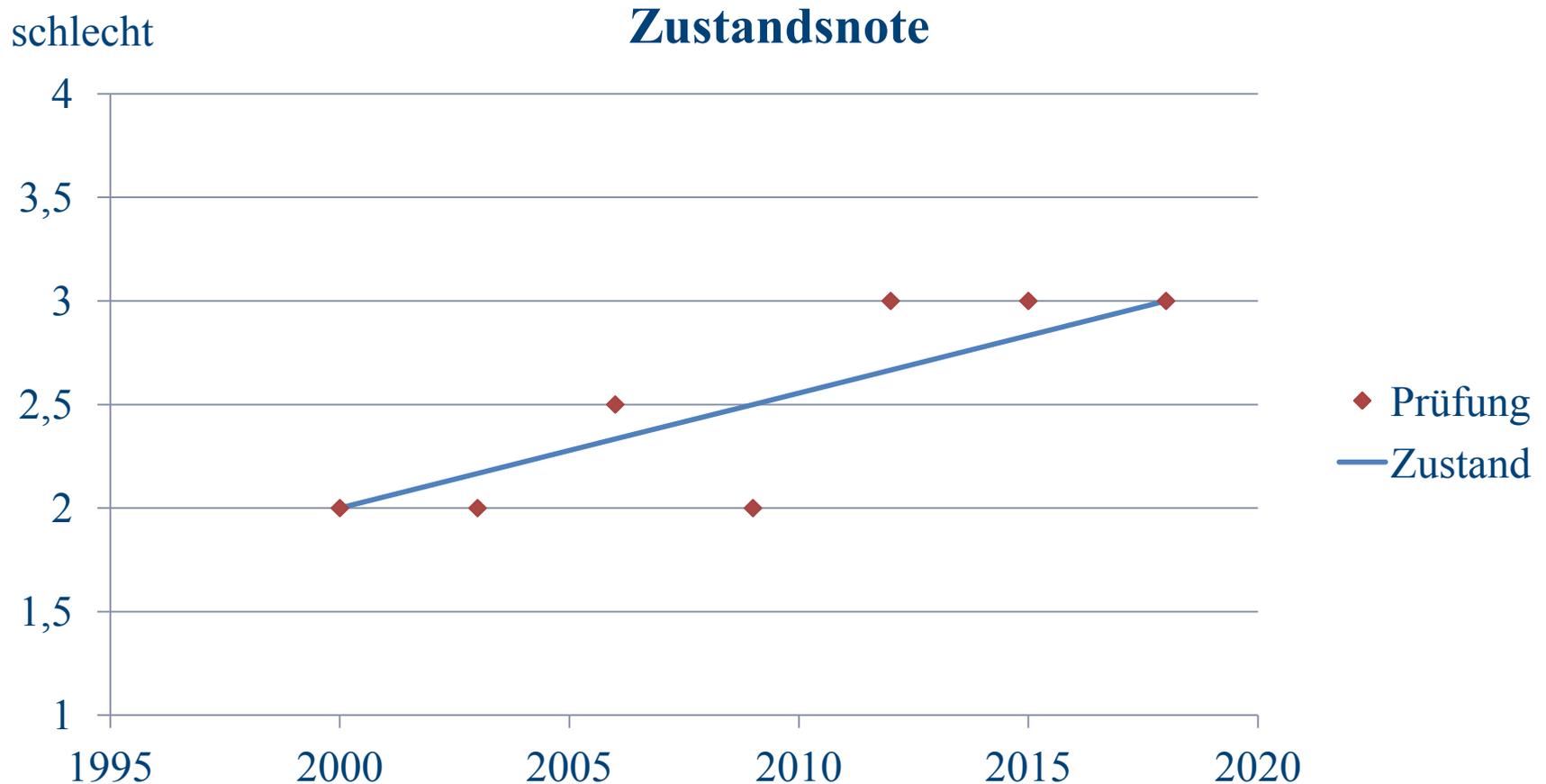
Datenhaltung und Datenverwertung ermöglichen:

- Nachvollziehbarkeit der Zustandsentwicklung
- Ableitung von Schadensprozessen
- Entwicklung von Modellen für Zustandsentwicklungen

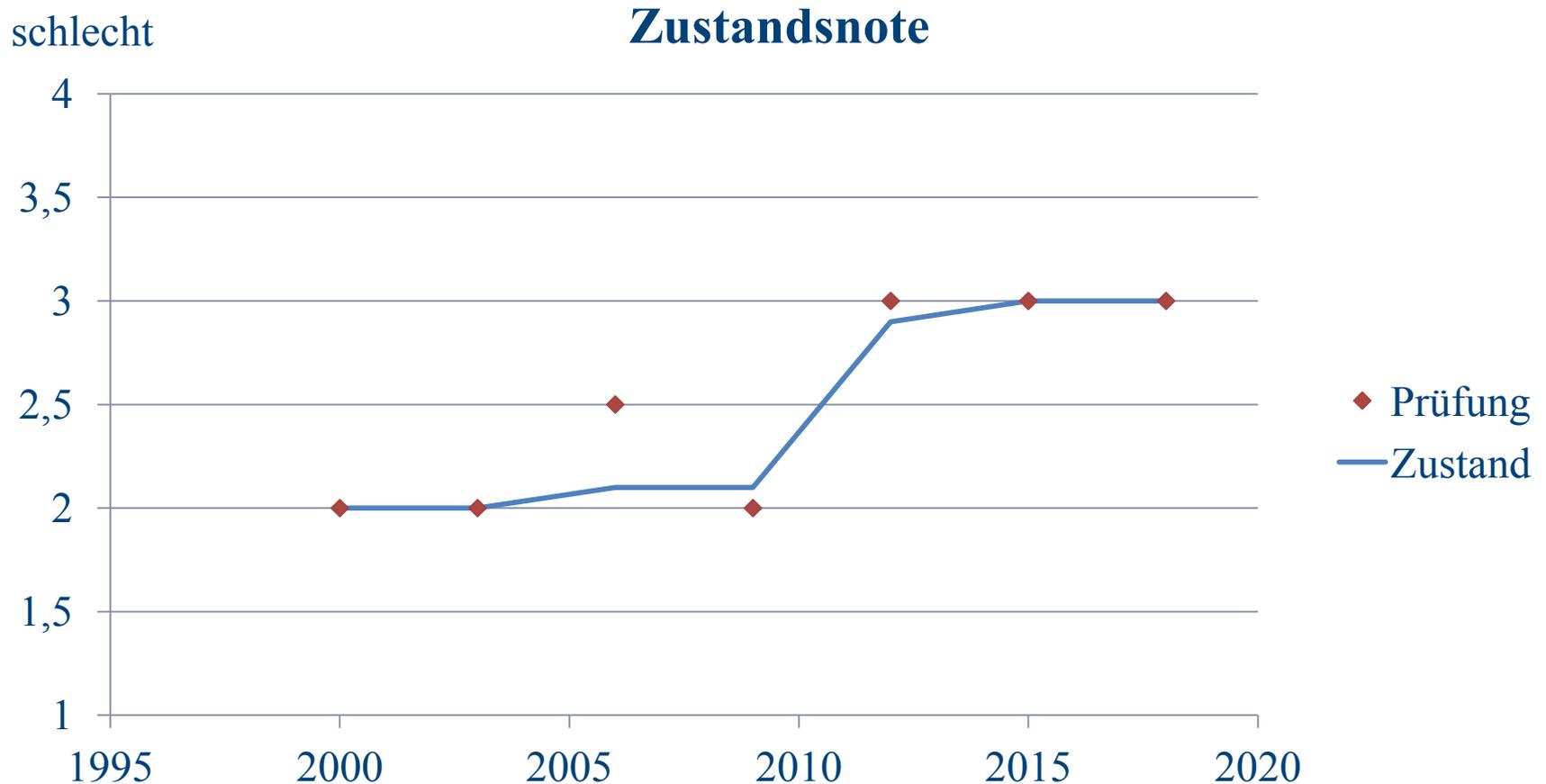
Zustandserfassung von Bauwerken

	Klassische Inspektion	Ergänzende Untersuchungen	Innovative Ansätze
Wer	Bauwerksprüfer	Spezialisten für ZfP und Monitoring	Intelligente autonome Systeme
Was	Bauwerkszustand	Detailuntersuchung, Blick ins Bauwerk	Belastungen und Reaktionen in Echtzeit
Wie	Erfahrung, Hammer	ZfP, Monitoring, Befliegung	Automatisierte Auswertung, PHM
Wann	Festgelegte Intervalle	Untersuchung von Problemstellen	Permanent, an Bedarf ausgerichtet
Schadensentstehung rückverfolgbar?	nein	schlecht	gut

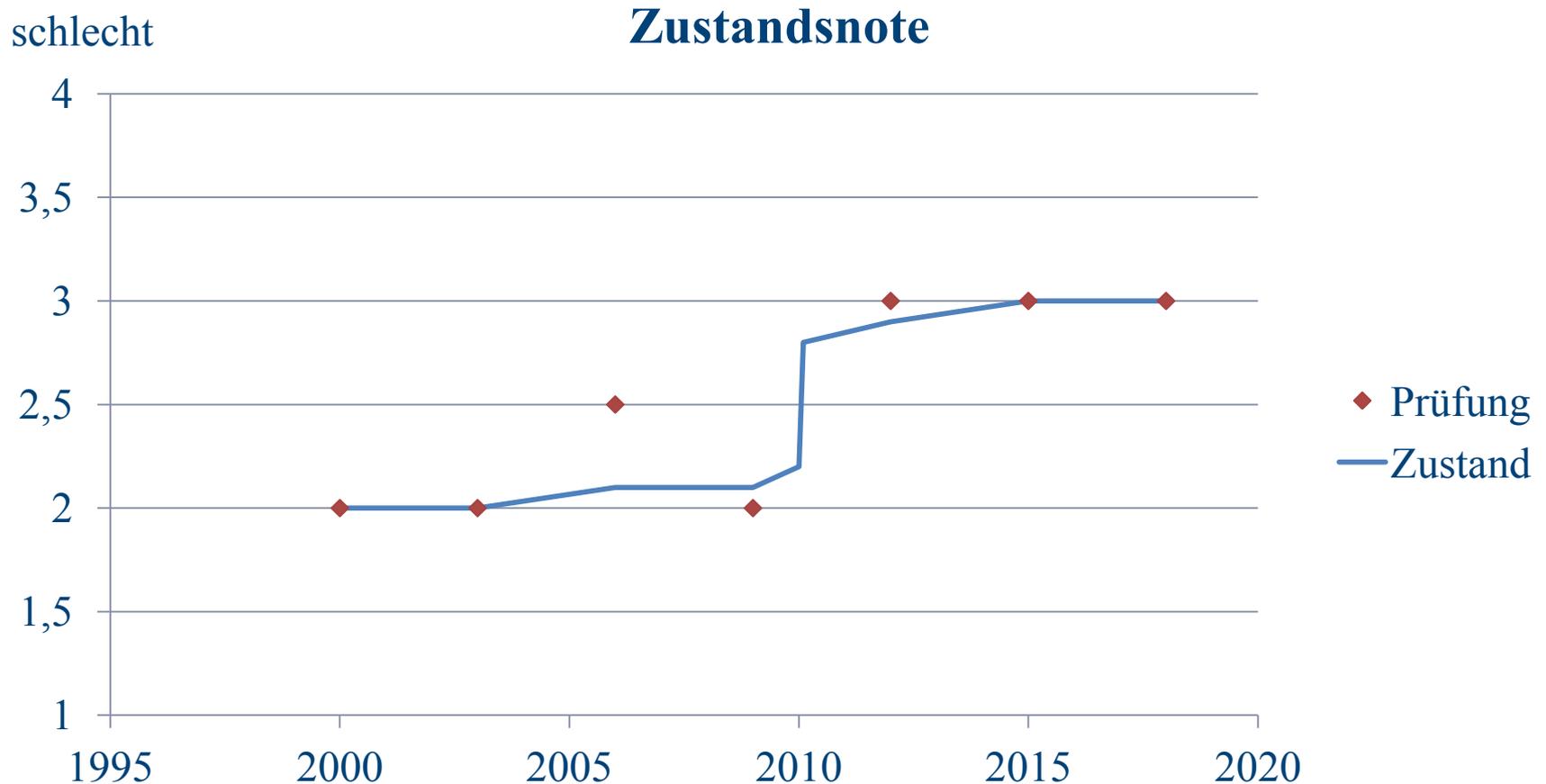
Zustandsentwicklung



Zustandsentwicklung

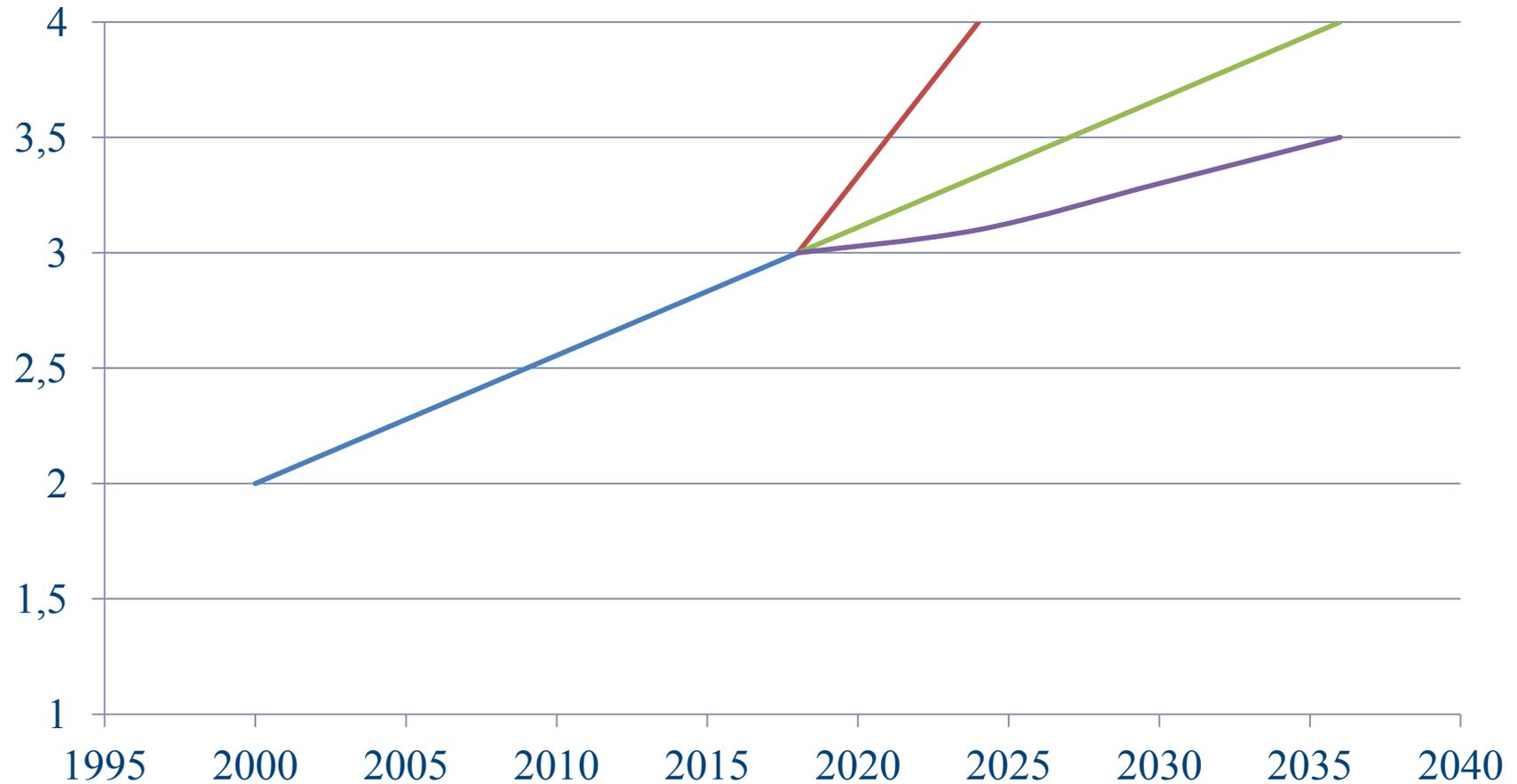


Zustandsentwicklung



Zustandsprognose

schlecht



Werkzeuge Zustandserfassung

Breiterer Einsatz von ZfP-Verfahren

Ziel: Es soll der Einsatz von ZfP-Verfahren bei der Bauwerksprüfung gefördert werden, für die Verbesserung der zur Verfügung stehenden Informationen. Dabei sollen die Daten präventiv erzeugt werden, um sie bei Bedarf auszuwerten.

Katalog für ZfPBau Verfahren

- Verfahren/Problemstellung (Alternativen)
- Normung/Zertifizierung der Verfahren
- Anwendungsgrenzen, Genauigkeiten, Aussage der Ergebnisse
- Querprüfung verschiedener Messungen

Indirektes Ziel: Senkung der Hürden für Praxiseinführung neuer Verfahren

Werkzeuge Zustandserfassung

Bilderfassung für die Zustandsbewertung

Ziel: Vorbereitung und Unterstützung der Bauwerksprüfung durch optische Verfahren; wenn möglich gezielte Veranlassung weiterführender Untersuchungen.

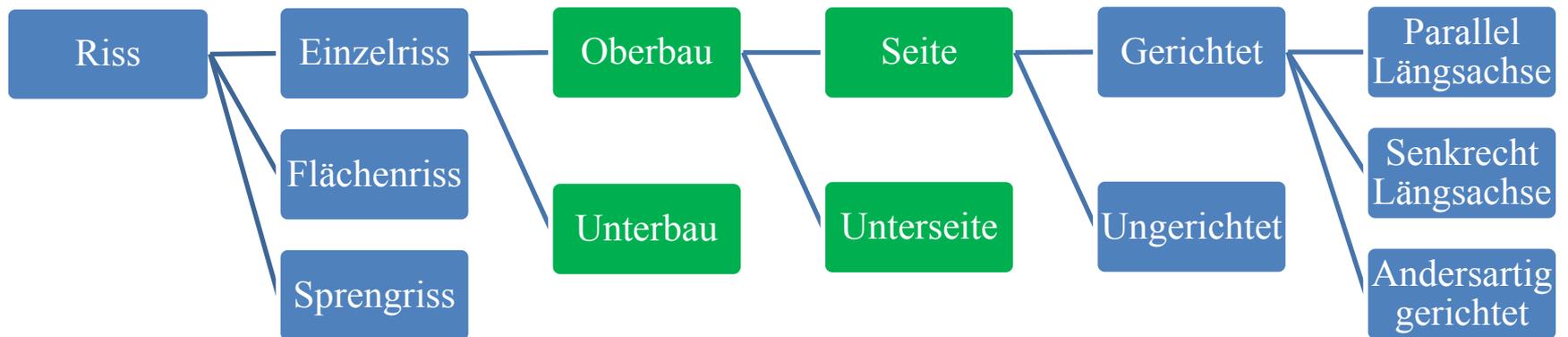
Beschreibung von Erkennungsmerkmalen von Schäden für eine Bilderkennung

- **Form**
- **Farbe**
- **Ausdehnung**
- **Verlauf**
- **Bedeutung der Schäden**

➔ Folgeprojekt: Algorithmen für das Erkennen der Schäden in Bildern (Deep Learning)

Werkzeuge Zustandserfassung

Entscheidungsbaum für Risse in Stahlbeton



Werkzeuge Zustandserfassung



Eisenbahn-Bundesamt

Monitoring

Ziel: Zustands- und Nutzungsdaten von Bauwerken in nahezu Echtzeit abrufen und auswerten. Analyse der Daten nach Indikatoren für Dauerhaftigkeit oder Schadensursachen

Grundlegende Arbeiten zur Dauerüberwachung:

- **Wahl der Sensorik**
- **Aufbau eines Monitoringsystems**
- **Speicherung, Übertragung und Auswertung von Daten**
- **Integration der Ergebnisse in ein Gesamtsystem**

Ziel:

Frühzeitige Erkennung von Veränderungen im Bauwerk

Vielen Dank

