

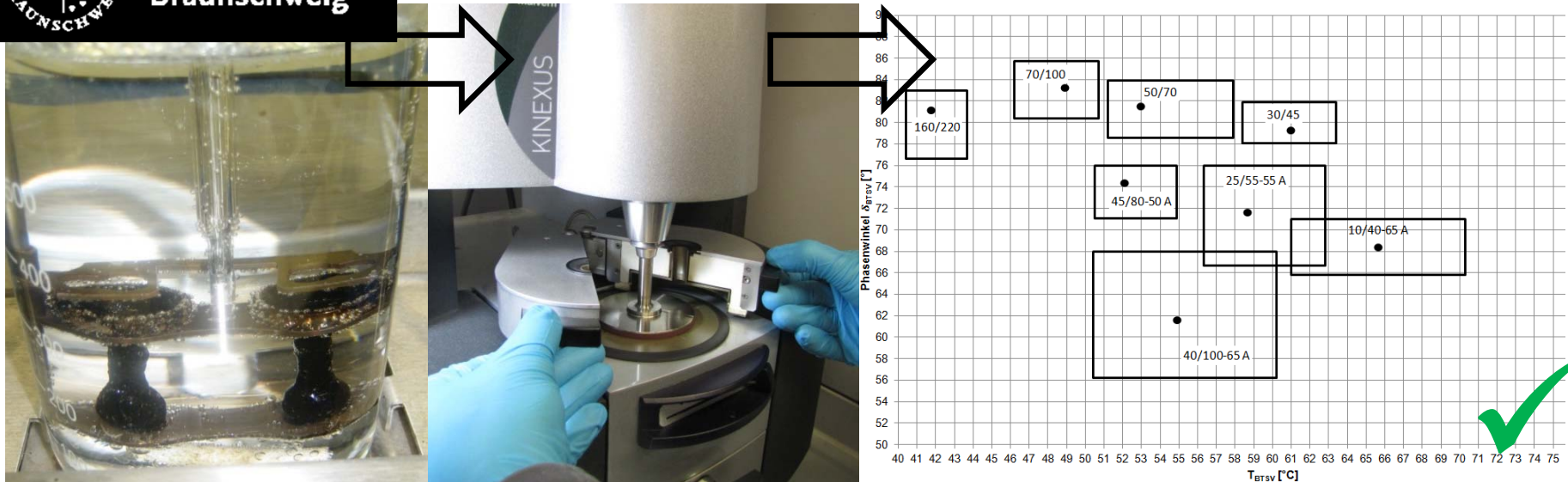


Technische  
Universität  
Braunschweig

ISBS



Institut für Straßenwesen  
TU Braunschweig



## Konzept zur Bewertung von gealterten Bindemitteln

Alexander Alisov, 16.01.2017, Straßenbau Aktuell, Braunschweig

# Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016

- Komplexe bitumenhaltige Bindemittel gewinnen in Deutschland zunehmend an Bedeutung
- Durch den „Erweichungspunkt Ring und Kugel“ können viele Bindemittel nicht hinreichend beschrieben werden (Genauigkeit EP  $\approx 15\text{ °C}$ )
- Eine Einschätzung der Wirkung einer Modifizierung erfordert stets zusätzliche Prüfungen (Elastische Rückstellung, Kraftduktilität, Oszillationsprüfung, MSCRT)

Das **Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)** eignet sich zur schnellen Differenzierung von modifizierten und nichtmodifizierten Bitumen im Bereich der oberen Gebrauchstemperatur

## Ziele:

- einfache Wareneingangskontrolle ✓
- Bestimmung von Mischungsverhältnissen bei Bindemittelverjüngung ✓
- Beurteilung rückgewonnener Bindemittel (Kontrollprüfung, Bindemittel aus Ausbauasphalt)
- Beschreibung des Alterungsverhaltens von PmB

→ **Beurteilung der Bindemittelqualität im oberen Gebrauchstemperaturbereich**

# Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016

## Probekörper

- Durchmesser: 25 mm
- Höhe: 1 mm

## Belastung

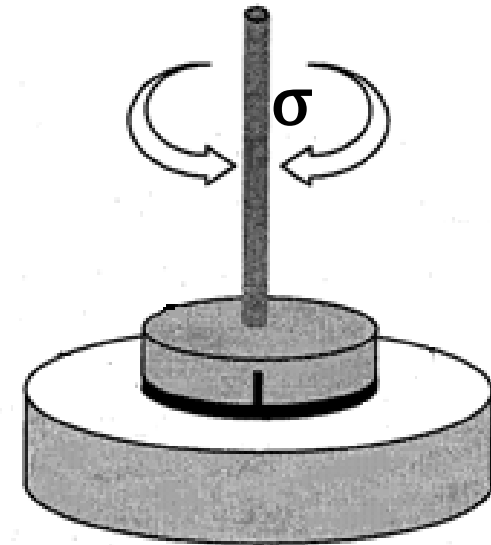
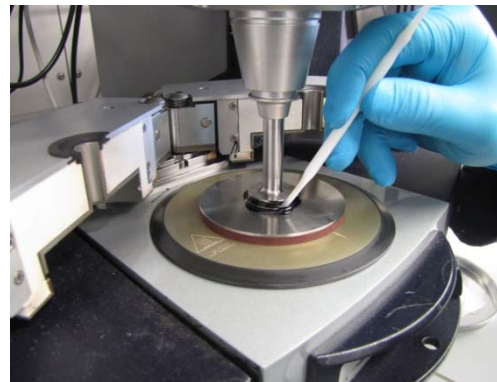
- Oszillation
- Frequenz: 1,59 Hz
- Scherspannung: 500 Pa
- Temperaturbereich: 20 bis 90 °C
- Temperaturänderung: kontinuierlich
- Temperaturrate: 1,2 °C/min

## Aufzeichnung

- Komplexer Schermodul
- Phasenwinkel
- Temperatur
- Aufzeichnungsrate: 1 / s

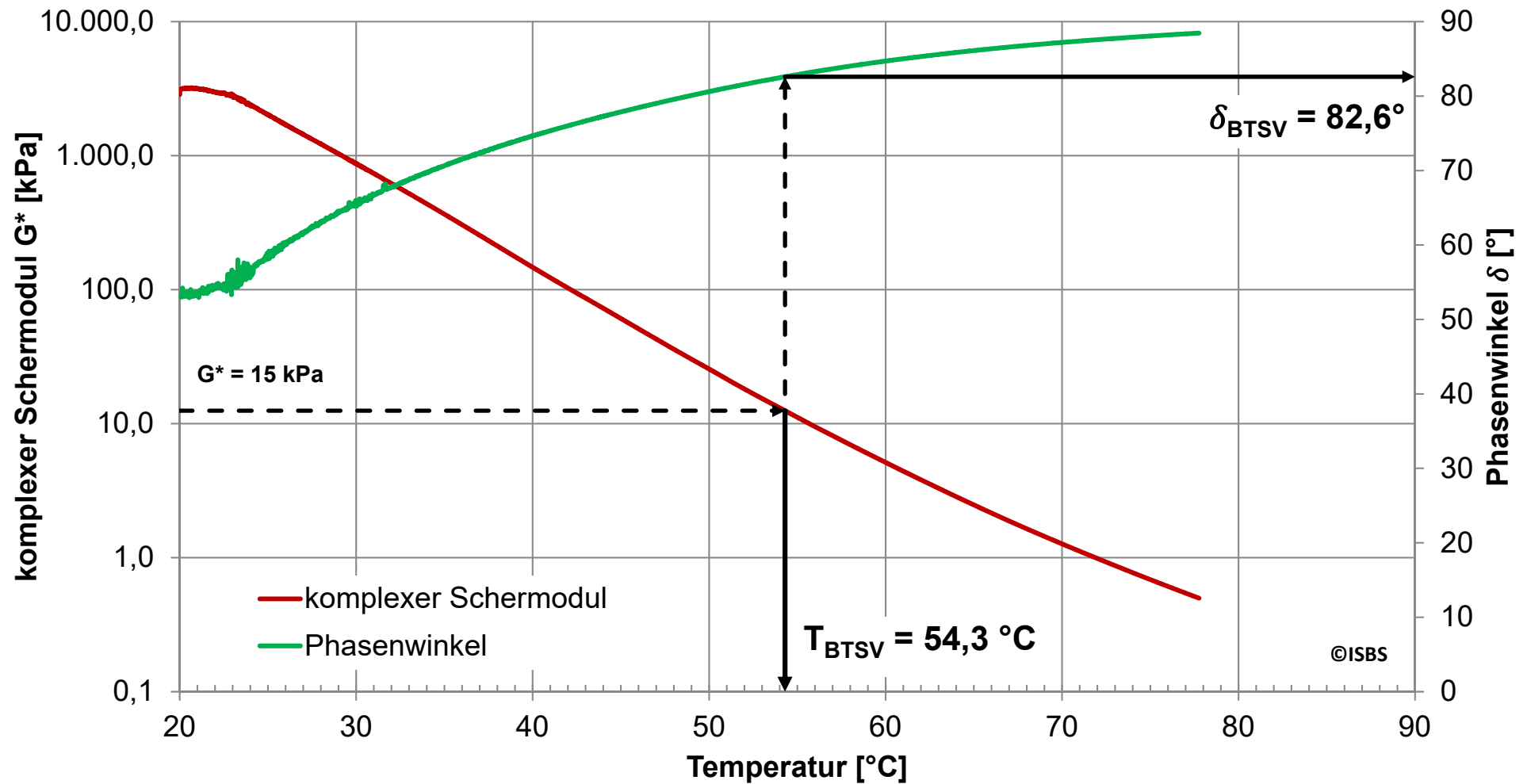
→ **Versuchsdauer: ca. 1 Stunde**

Übertragung des Messprinzips EP RuK auf das DSR

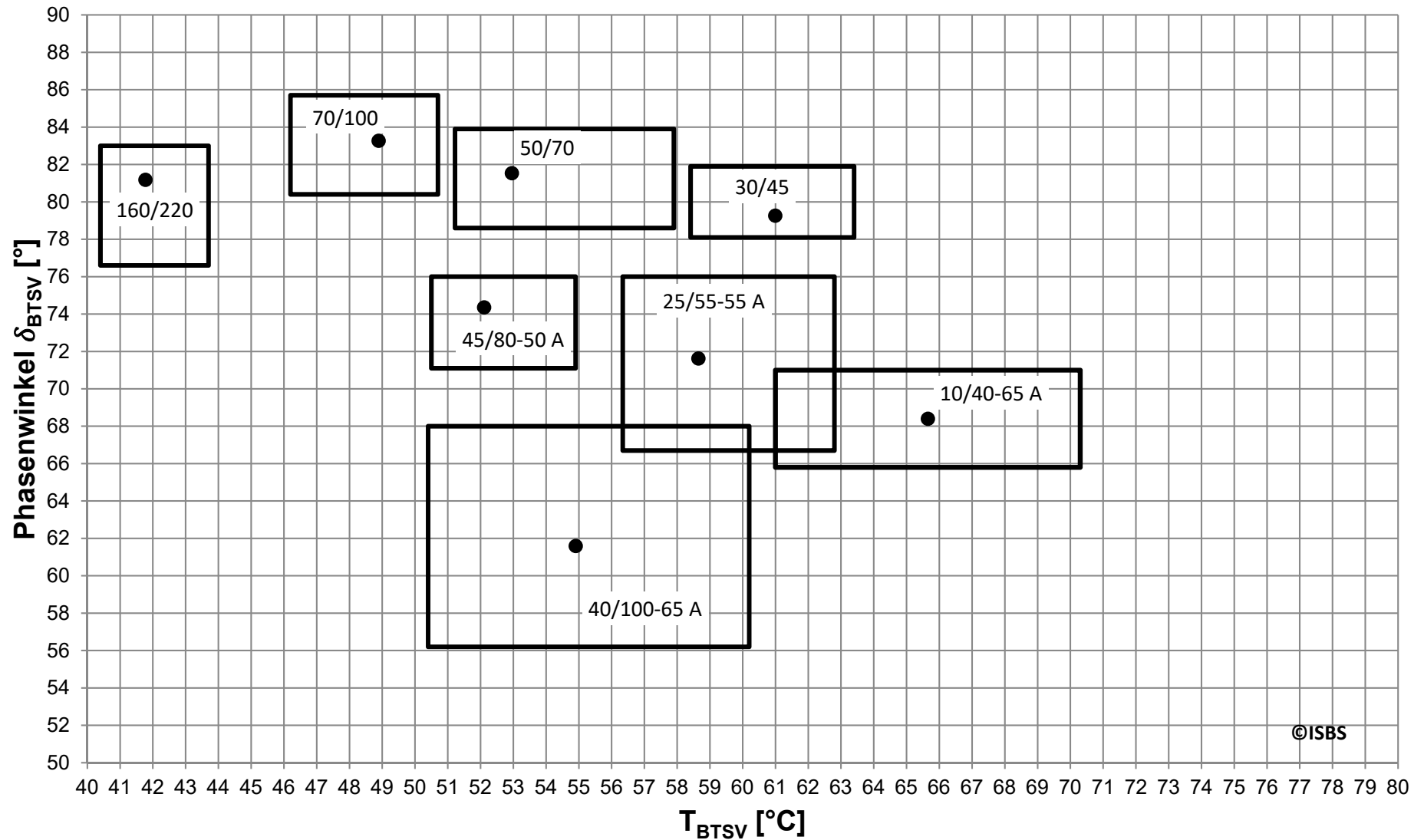


Spannungsregelung sichert die Beanspruchung  
innerhalb des  
**Linear-Visko-Elastischen Bereichs**

# Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016

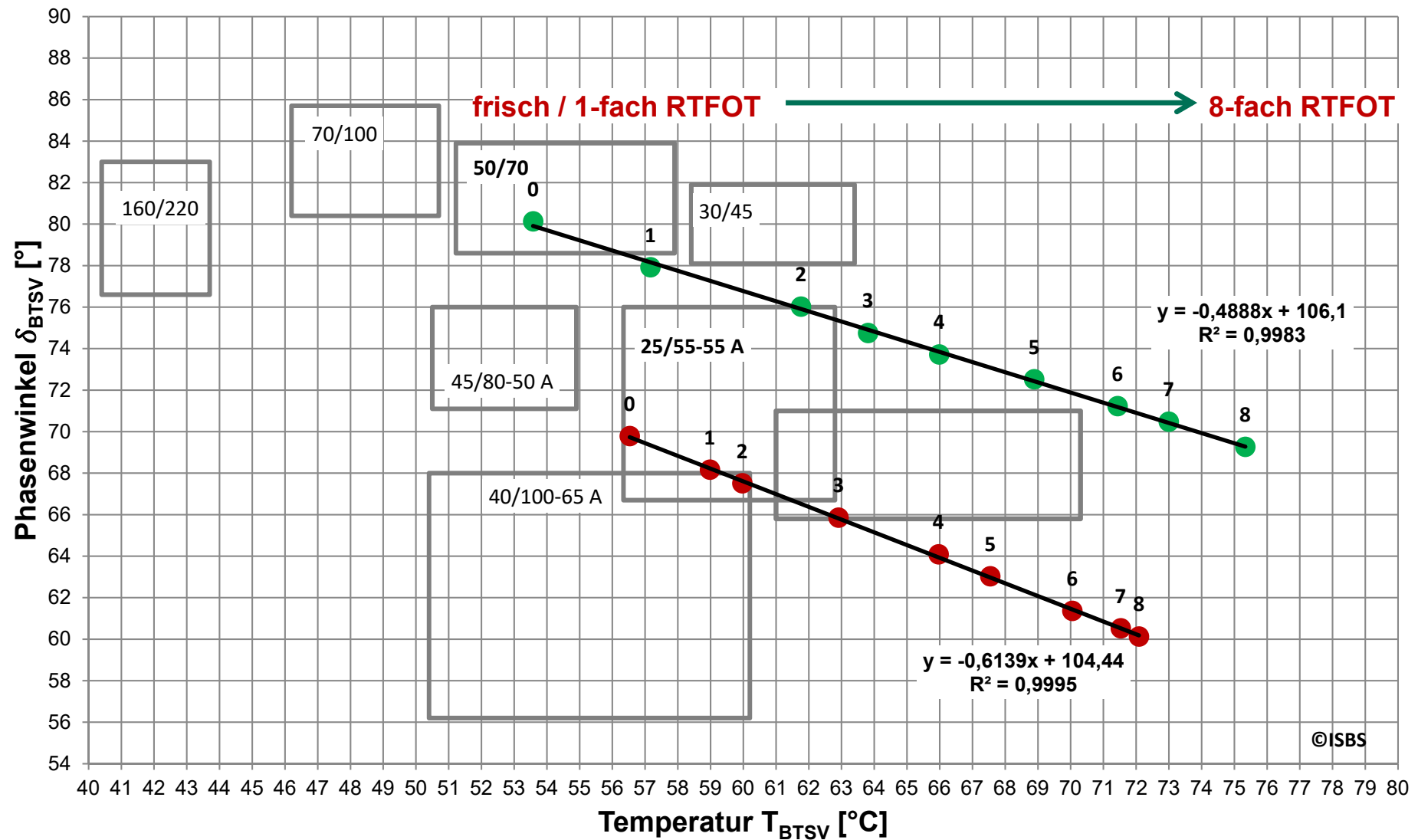


# Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016



©ISBS

# Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016



→ **Ableitung bitumenspezifischer Verhaltensfunktionen**

# Neues zum BTSV

## Konzept zur Bewertung von gealterten Bindemitteln

Hilfsmittel:

### Forschungsvorhaben 1997 bis 2000

**„Veränderung der Eigenschaften polymermodifizierter Bitumen während der Herstellung, Lagerung, Transport und Einbau von Asphaltmischgut“ (FE-Nr. 07.179/1997/BGB)**

**Forschungsnehmer: TU Braunschweig (ISBS)**

- Versuchsergebnisse
- Rückstellproben

### Forschungsvorhaben 2007 bis 2010

**„Veränderung der Eigenschaften polymermodifizierter Bindemittel während der Nutzungsdauer“ (AP Projekt 07 351/S5)**

**Forschungsnehmer: Bundesanstalt für Straßenwesen (Bast)**

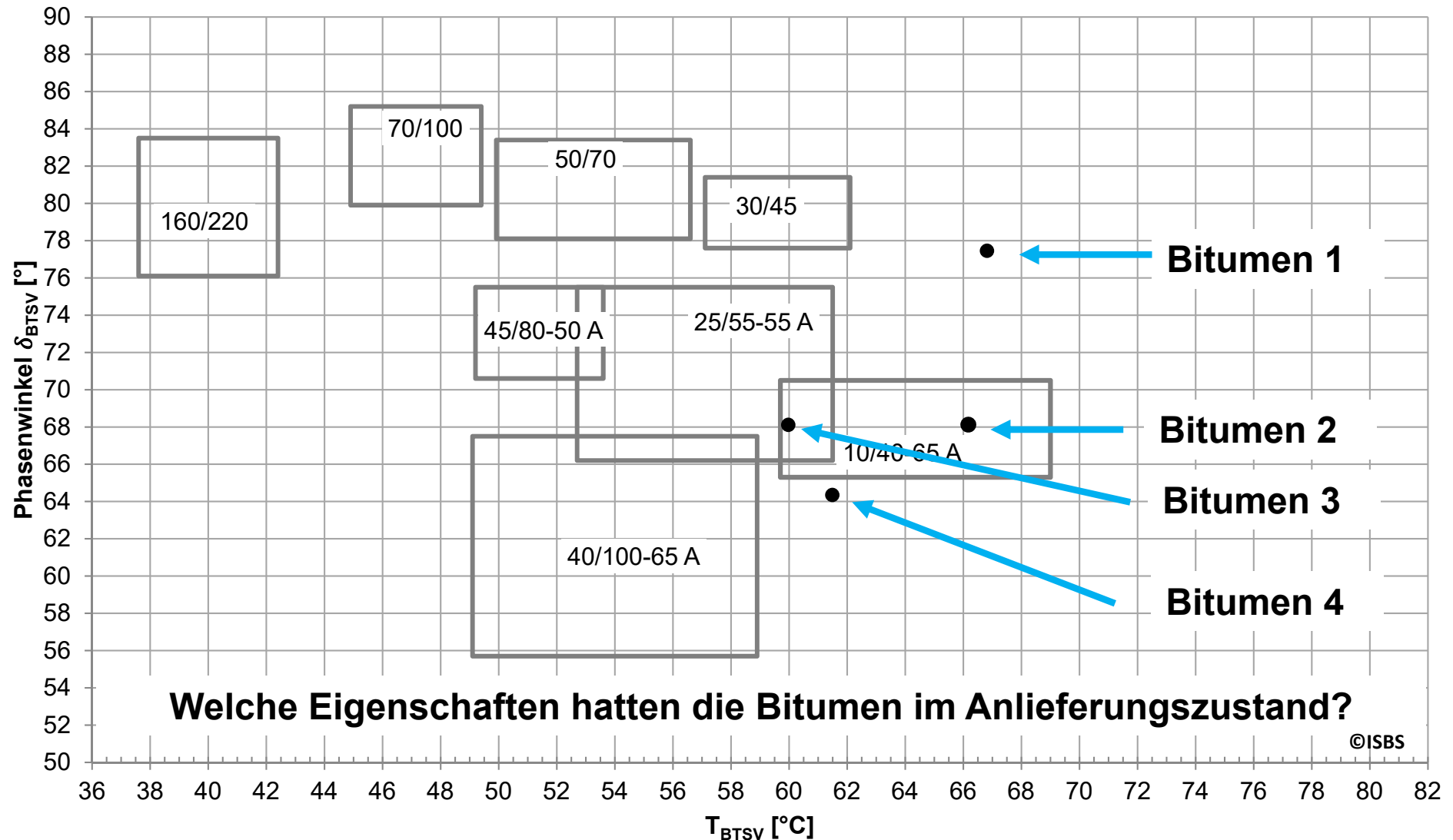
- Versuchsergebnisse
- Rückstellproben

### ergänzende Untersuchungen am ISBS 2016

- frische Bohrkerne der Versuchsstrecken (nach ca. 17 Jahren Liegedauer)
- Extraktion, Bindemittelrückgewinnung
- Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)
- RTFOT-Alterung, PAV-Alterung

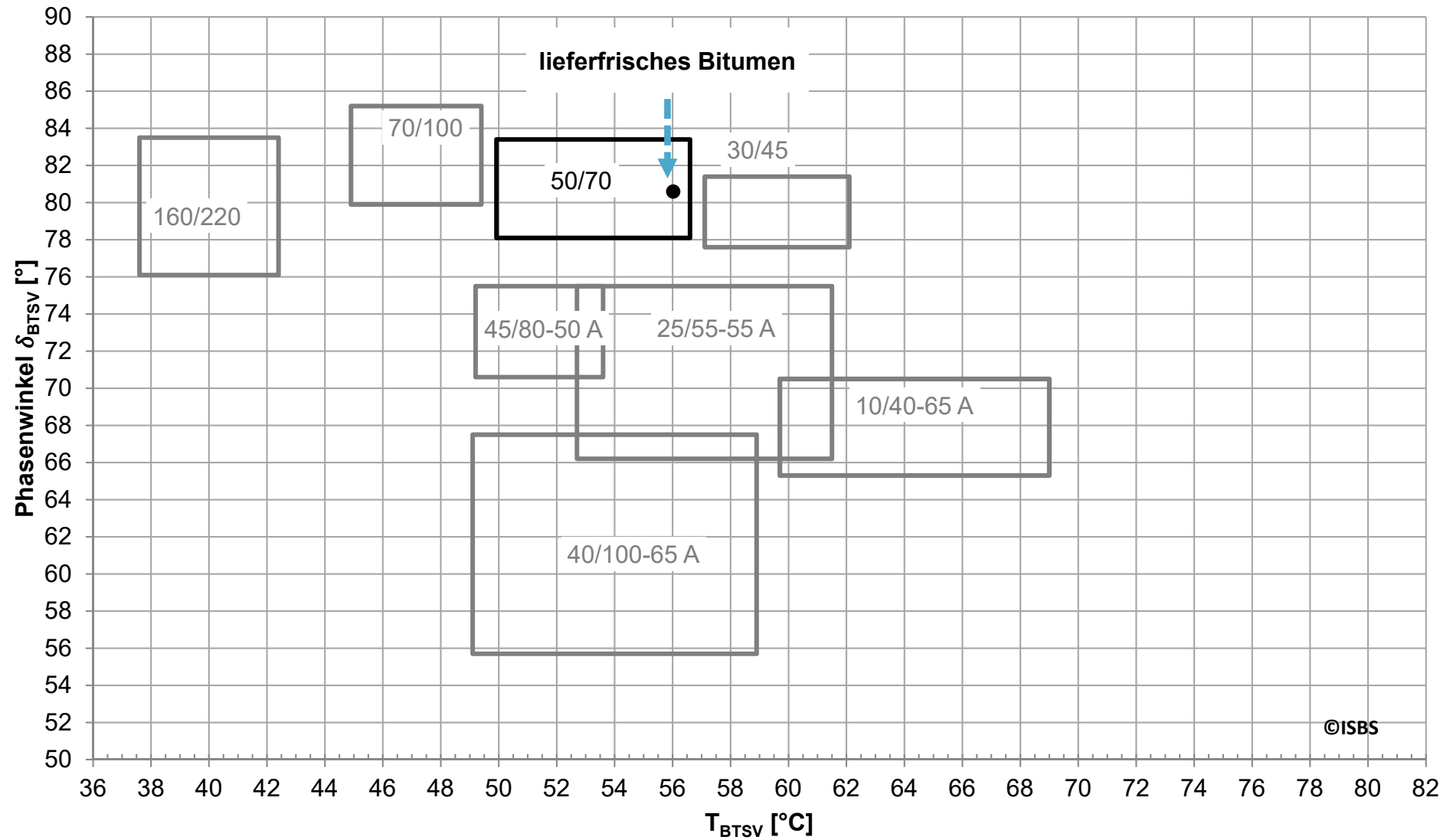
# Ausgangslage:

## Kennwerte Rückgewonnener Bitumen nach ca. 17 Jahren Liegedauer



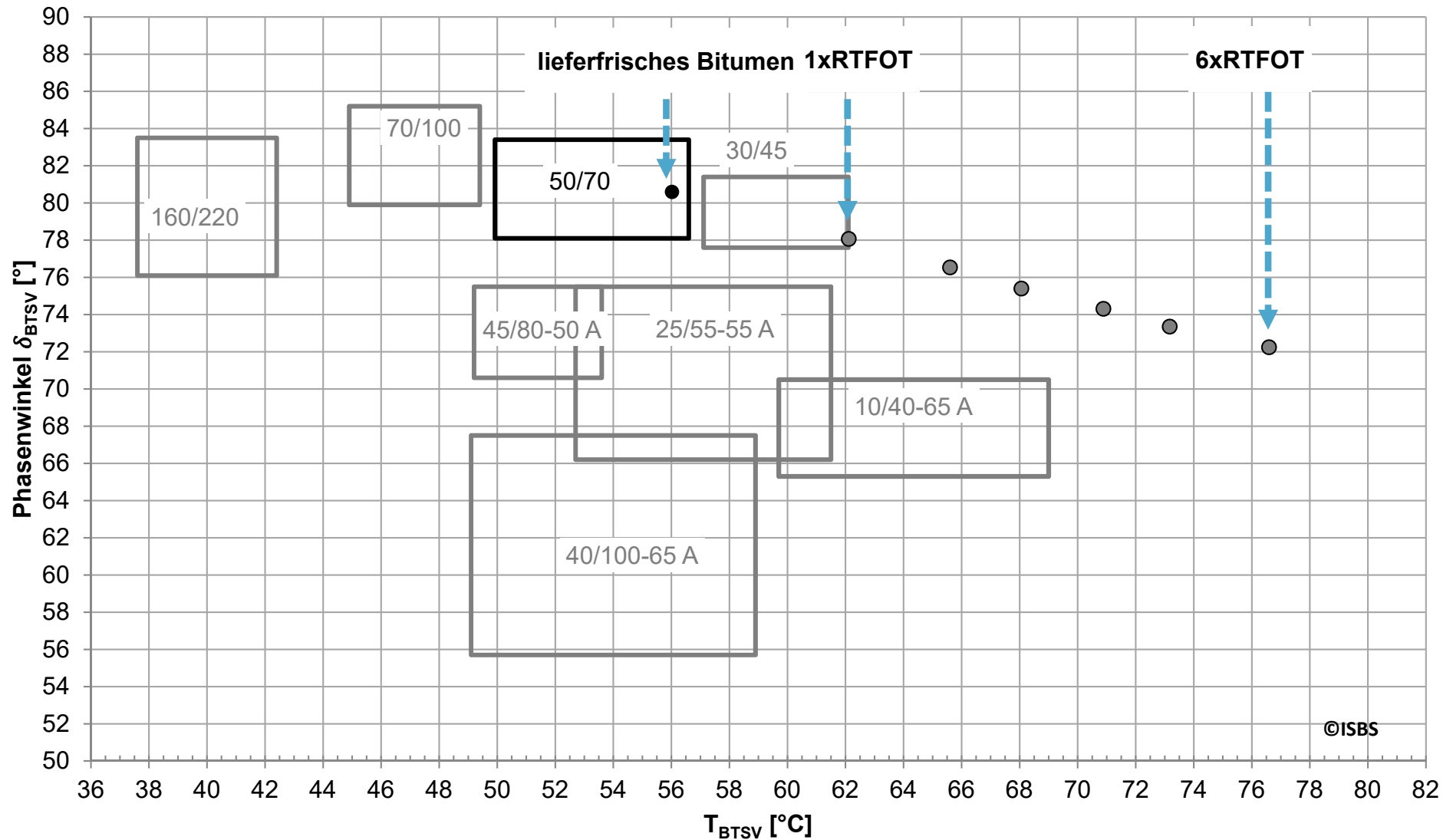


# Ein Schritt zurück...



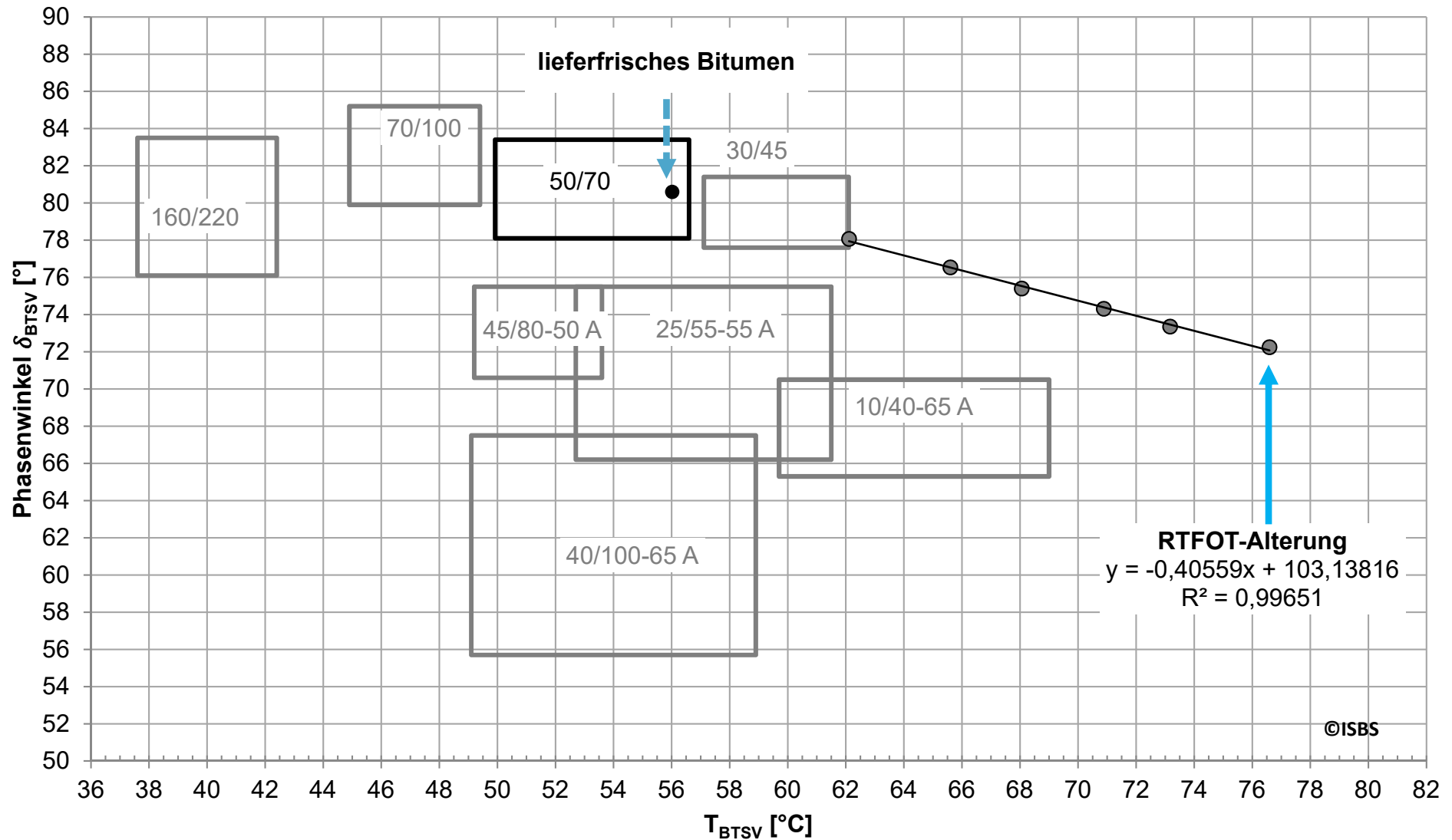
©ISBS

# Verhalten infolge RTFOT-Alterung



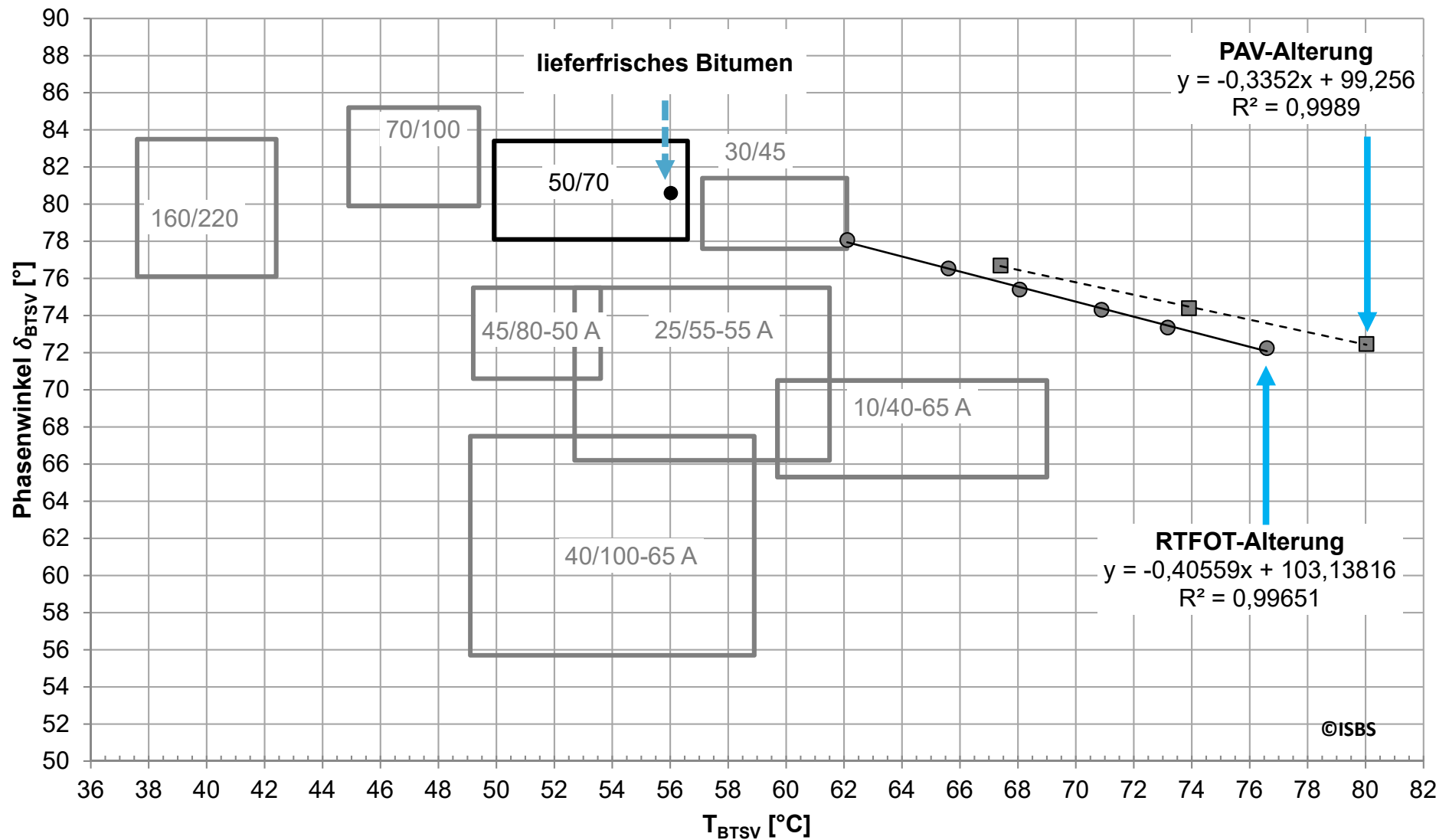
**Kontinuierliche Änderung der Kennwerte mit zunehmender Alterung**

# Verhaltensfunktion RTFOT-Alterung



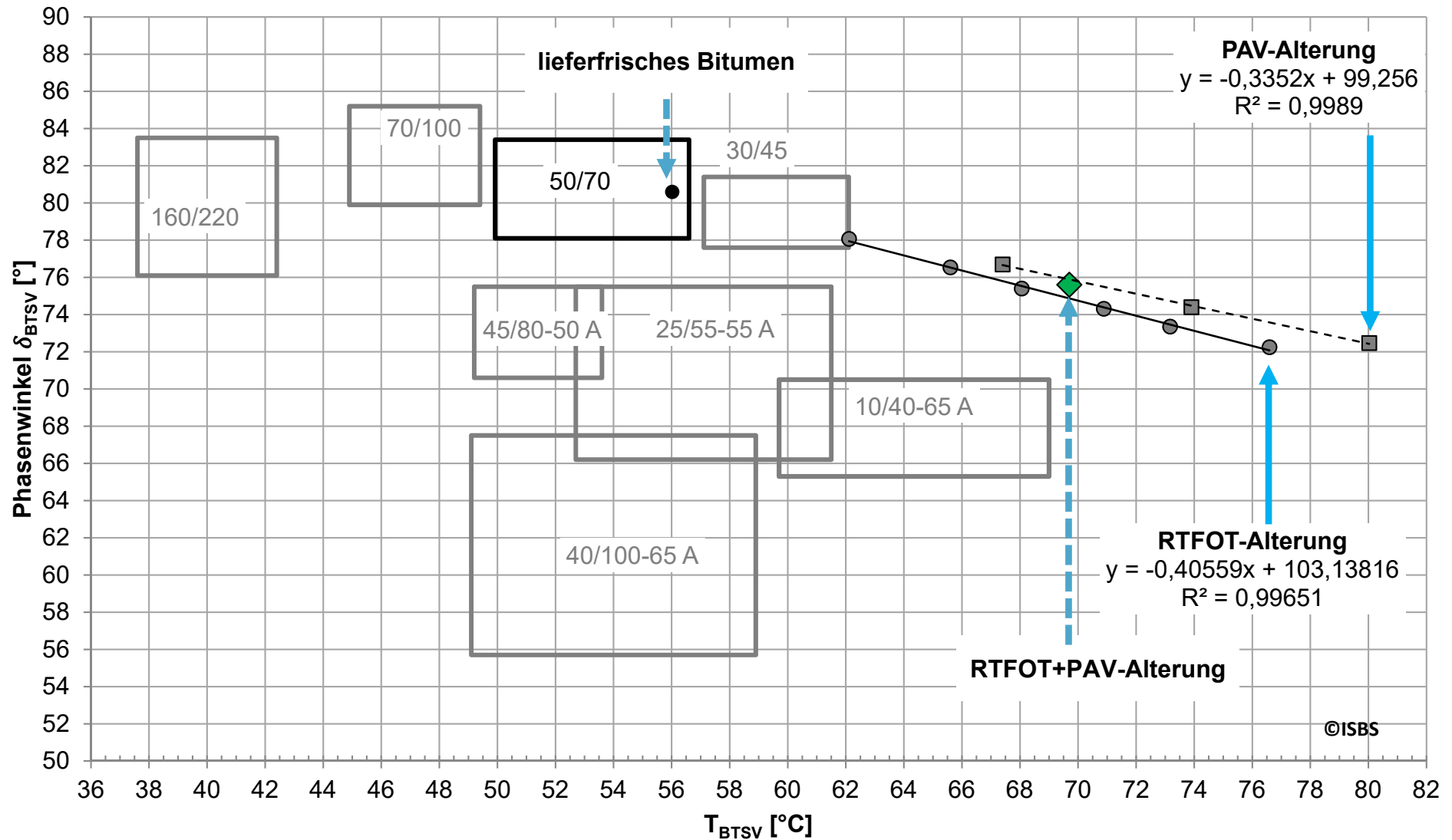
**Aber: Langzeitverhalten sollte durch PAV-Alterung beschrieben werden**

# Verhaltensfunktion PAV-Alterung



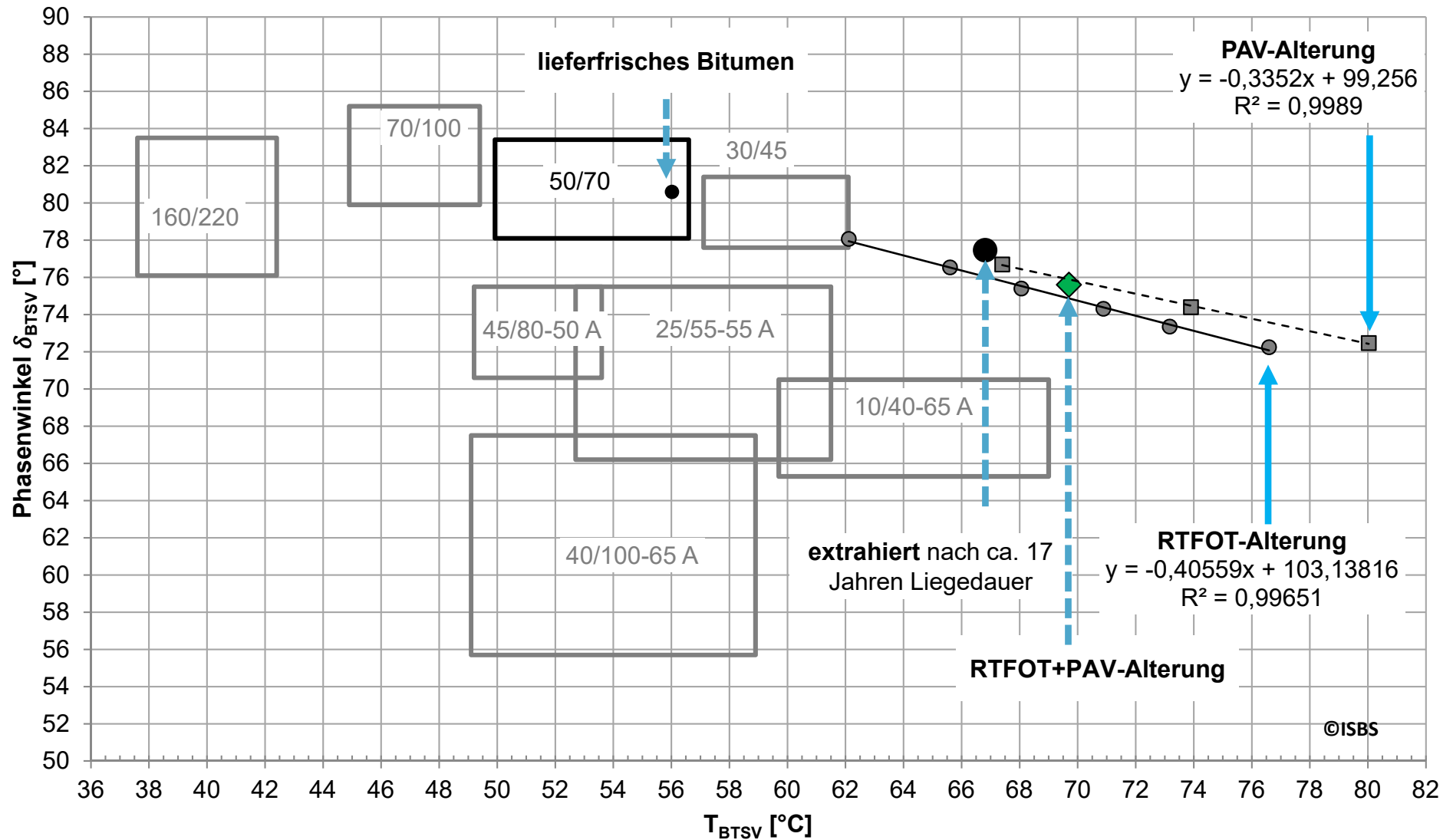
→ Steigungen der Verhaltensfunktionen unterscheiden sich

# RTFOT+PAV-Alterung



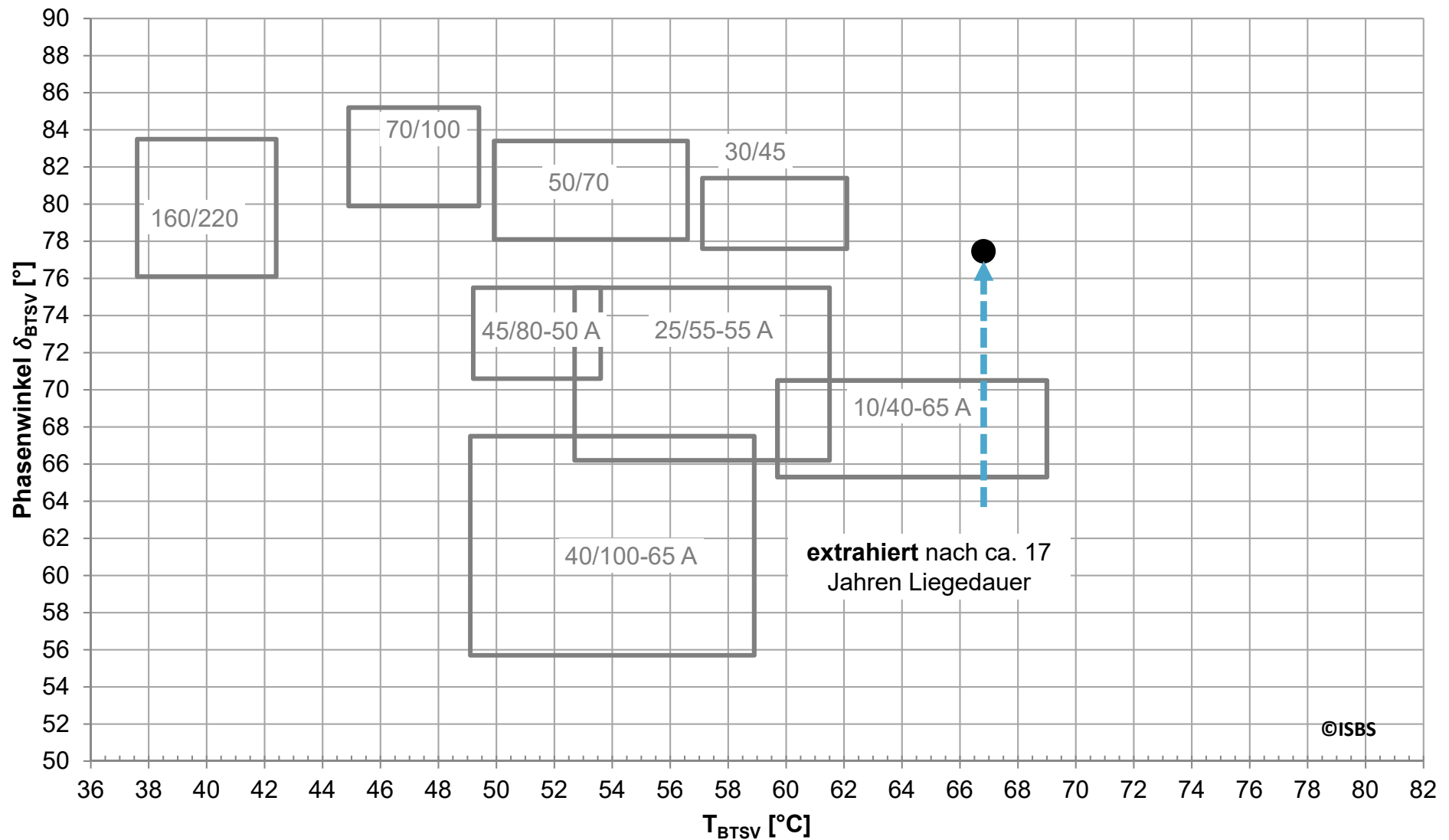
→ Kombinierte Alterung zwischen beiden Kennlinien

# Bitumen 1 nach 17 Jahren Liegedauer



- Laboralterung führt zum Anstieg von  $T_{BTSV}$  und zum Abfall von  $\delta_{BTSV}$
- Änderung der Werte erfolgt proportional zueinander
- Änderung lässt sich funktional durch eine Gerade beschreiben (Verhaltensfunktion)
- Bitumen verändert sich kontinuierlich (Verhaltensfunktion strebt nicht gegen einen Grenzwert)
- Geringe Unterschiede in der Steigung der Verhaltensfunktion in Abhängigkeit von der Alterungsmethode
- Kombination der Alterungsmethoden in Ergebnissen sichtbar

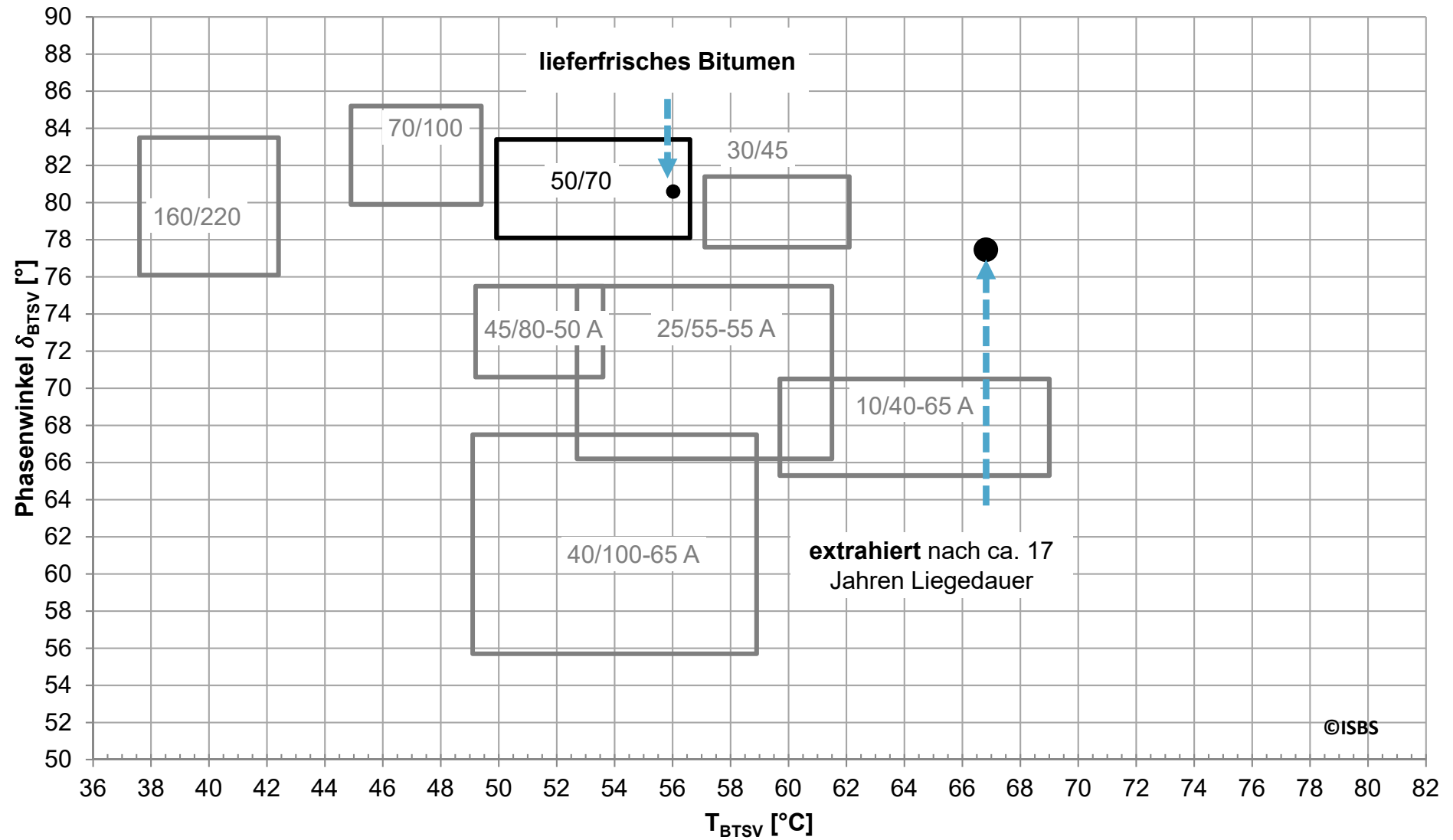
## Wie kann ich diese Informationen nutzen?



**Im Regelfall gibt es keine Informationen über das rückgewonnene Bitumen**

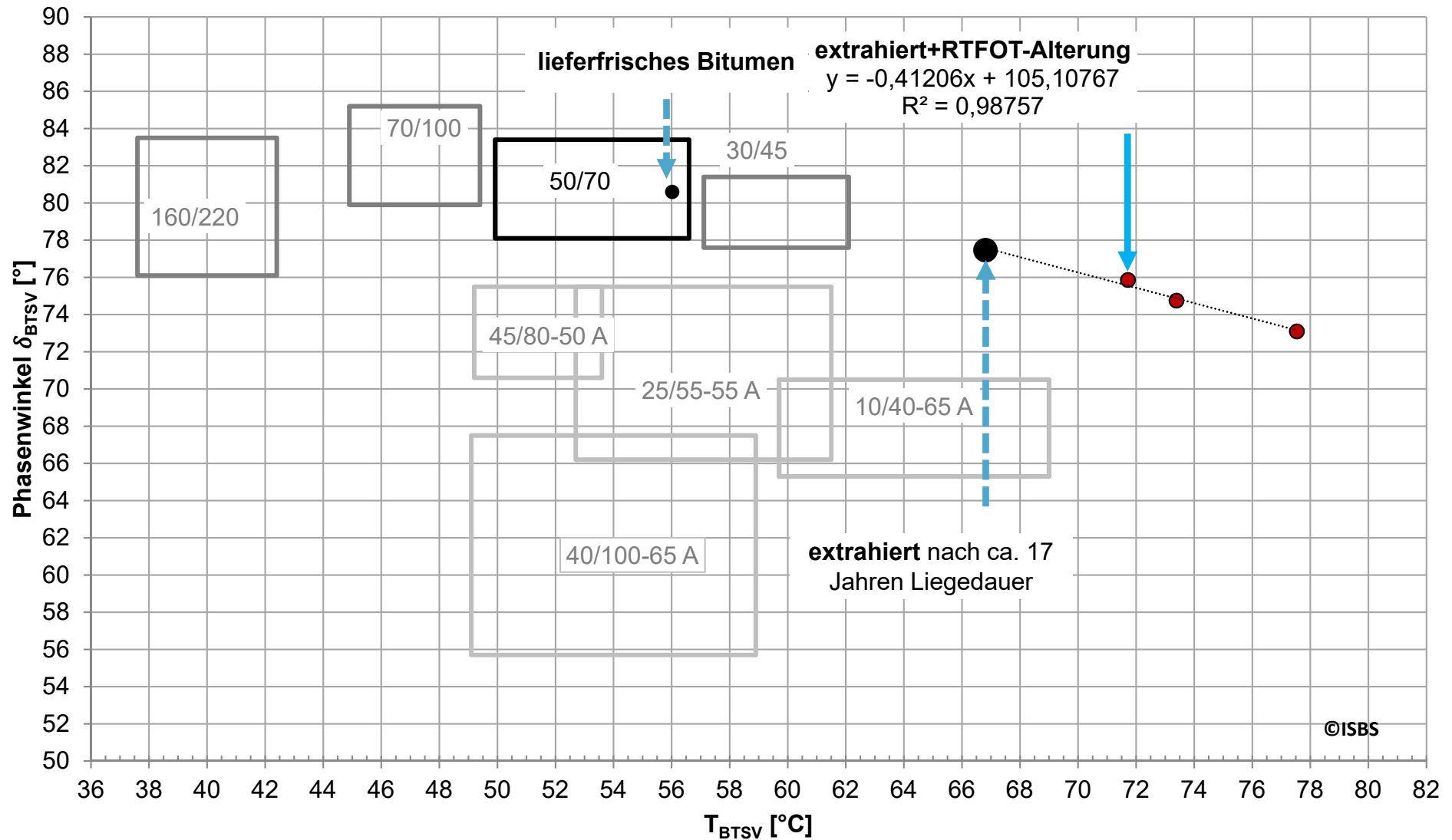


# Rückschluss auf das frische Bitumen?



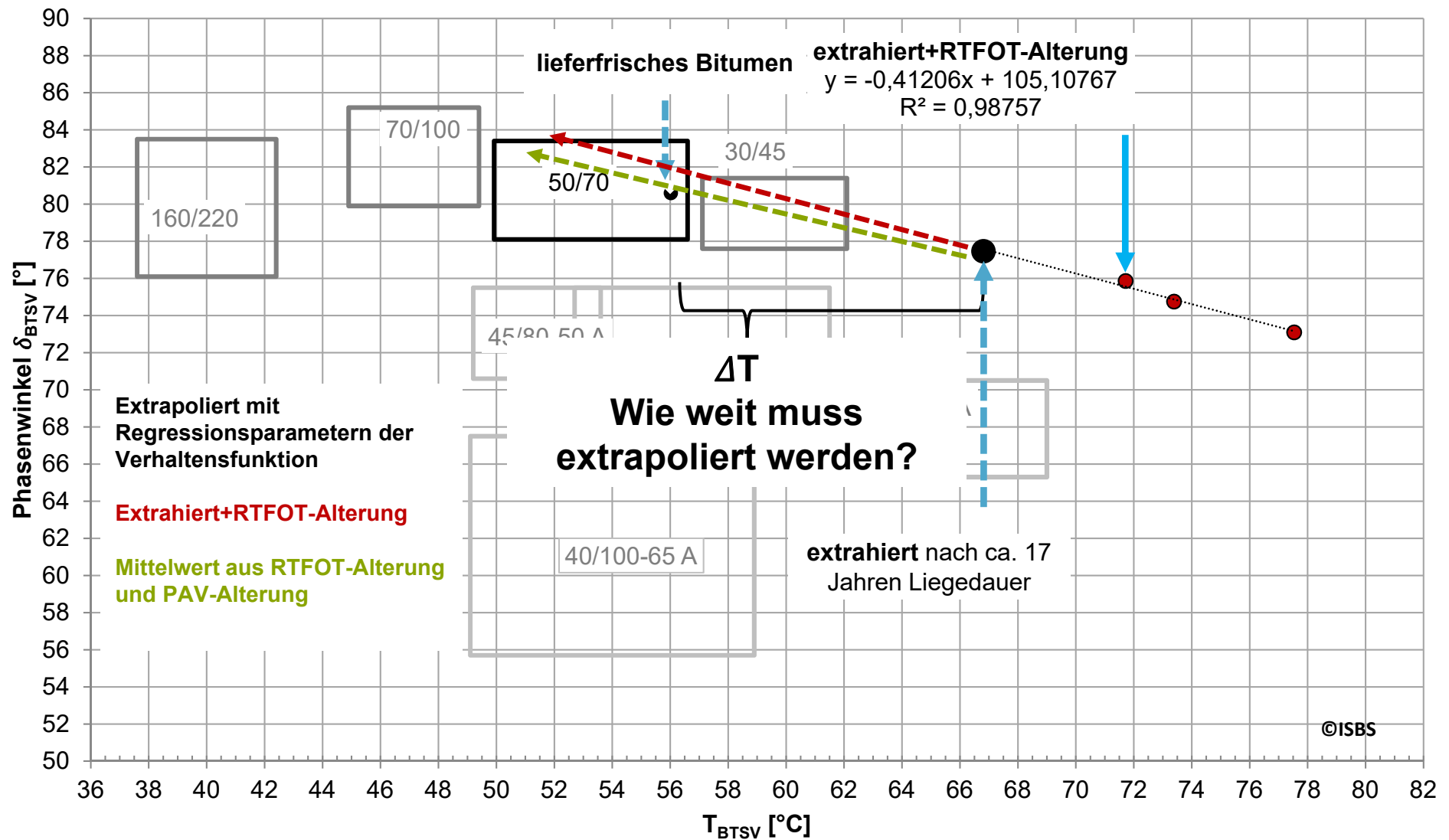
©ISBS

# Bitumen nach 17 Jahren Liegedauer+RTFOT Alterung



Verhaltensfunktion kann durch RTFOT-Alterung **einseitig** ermittelt werden

## Verhaltensfunktion RTFOT-Alterung

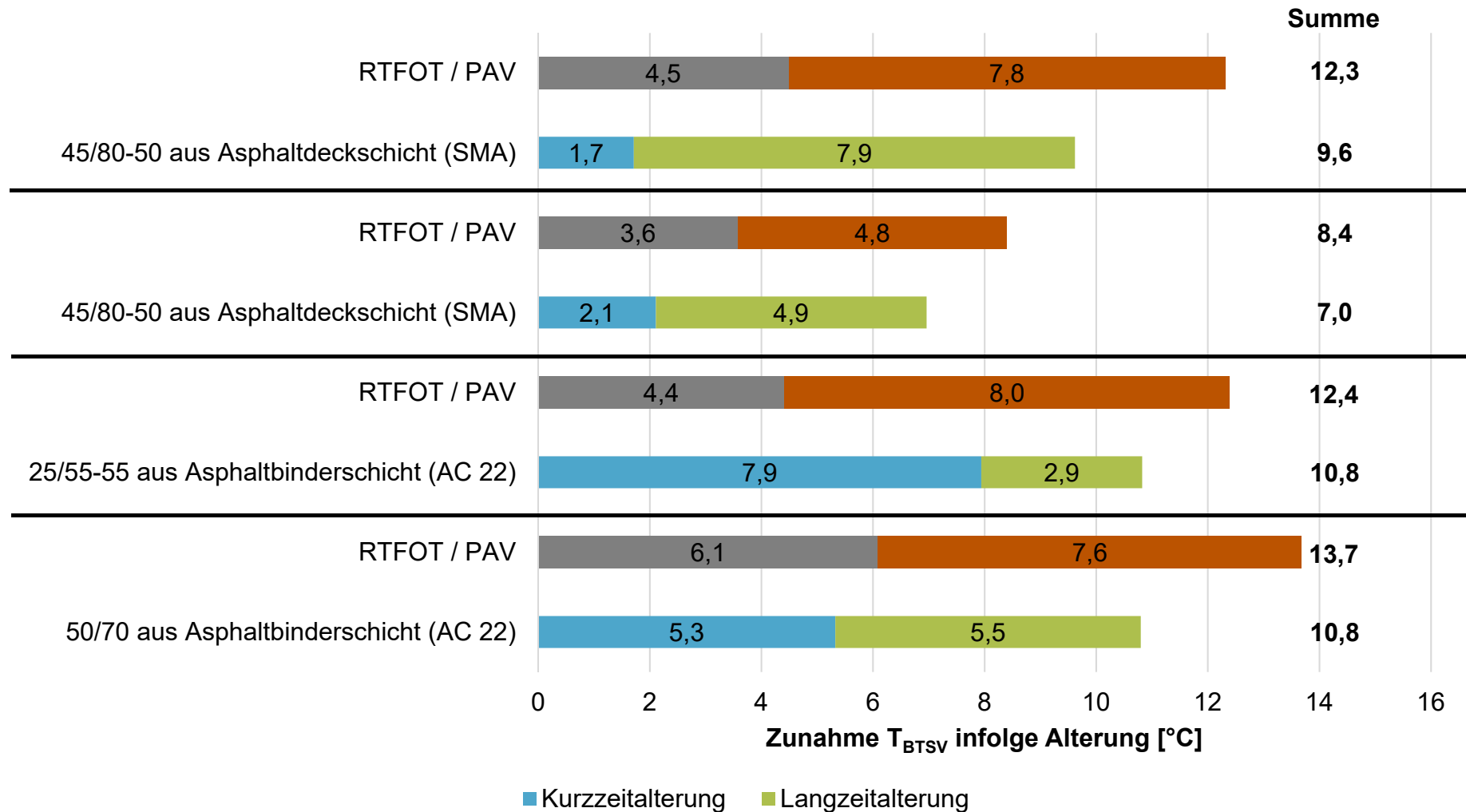


**Verhaltensfunktion kann zur anderen Seite extrapoliert werden**

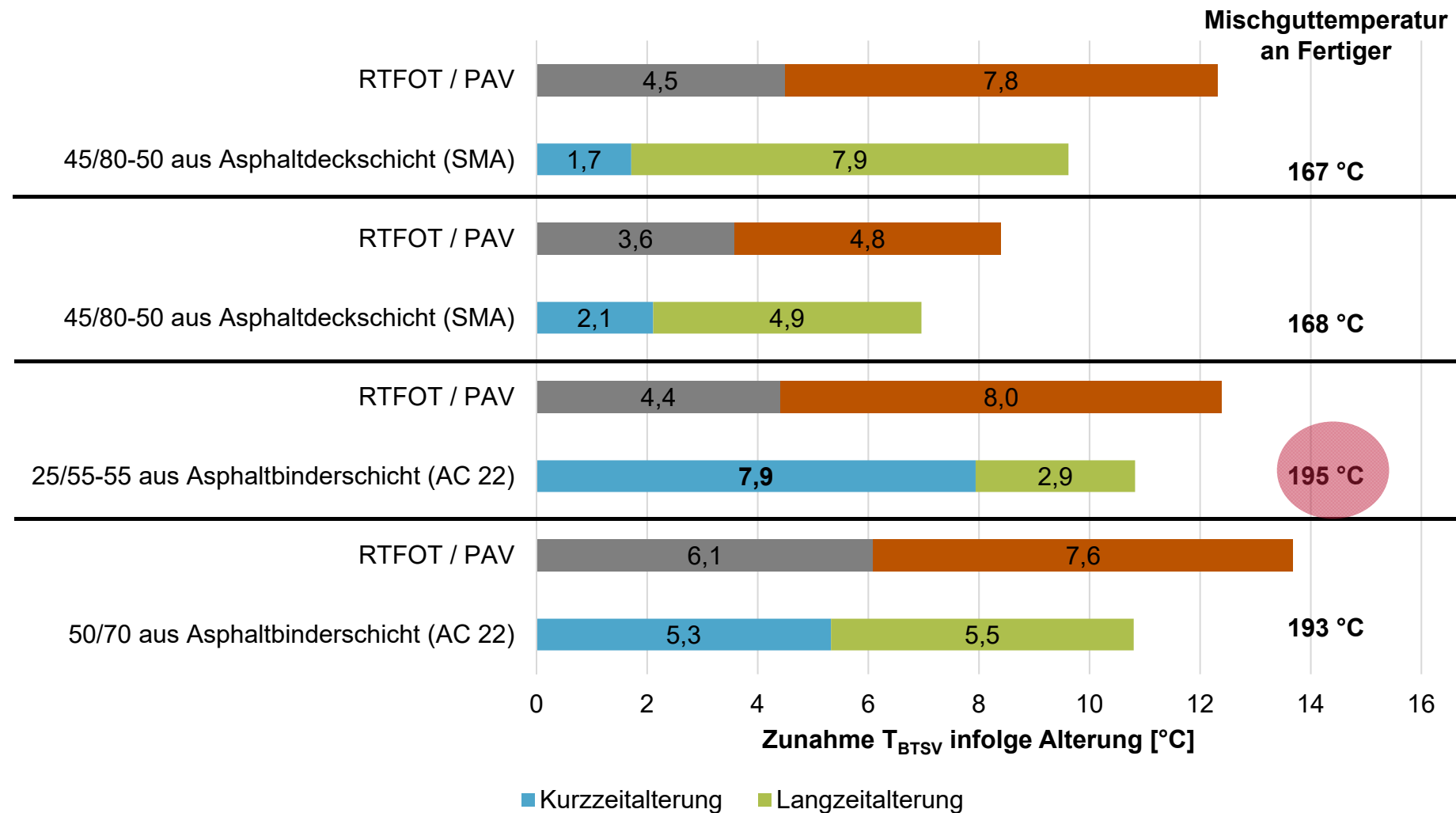
# Alterung ist Kombination aus

<b>Kurzzeitalterung</b>	<b>Langzeitalterung</b>
Temperaturen bei Mischgutherstellung	Liegedauer
Verweildauer bei hohen Temperaturen	Lage der Asphaltschicht
Sauerstoffkontakt	Hohlraumgehalt
Mischgutzusammensetzung	Klimatische Bedingungen
Bindemittelfilmdicke	Alterungshistorie
...	...
<b>Zusätzlich: Extraktion und Bindemittelrückgewinnung</b>	

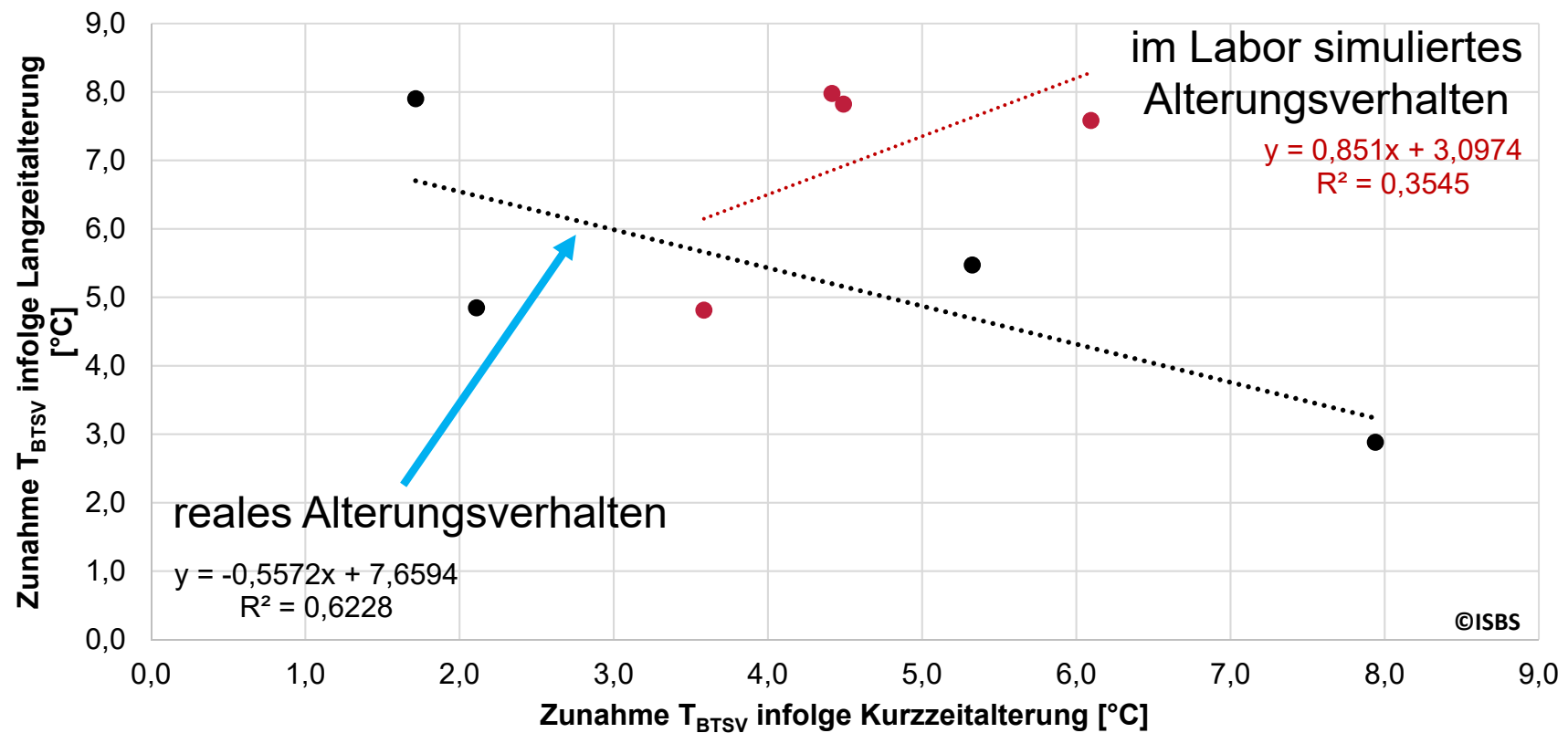
# Kurzzeitalterung - Langzeitalterung



# Kurzzeitalterung - Langzeitalterung



# Simulation des Alterungsverhaltens im Labor



**Indiz: Labor-Alterungen entsprechen nicht den realen Beanspruchungen**

## Abschätzung des Alterungsgrads

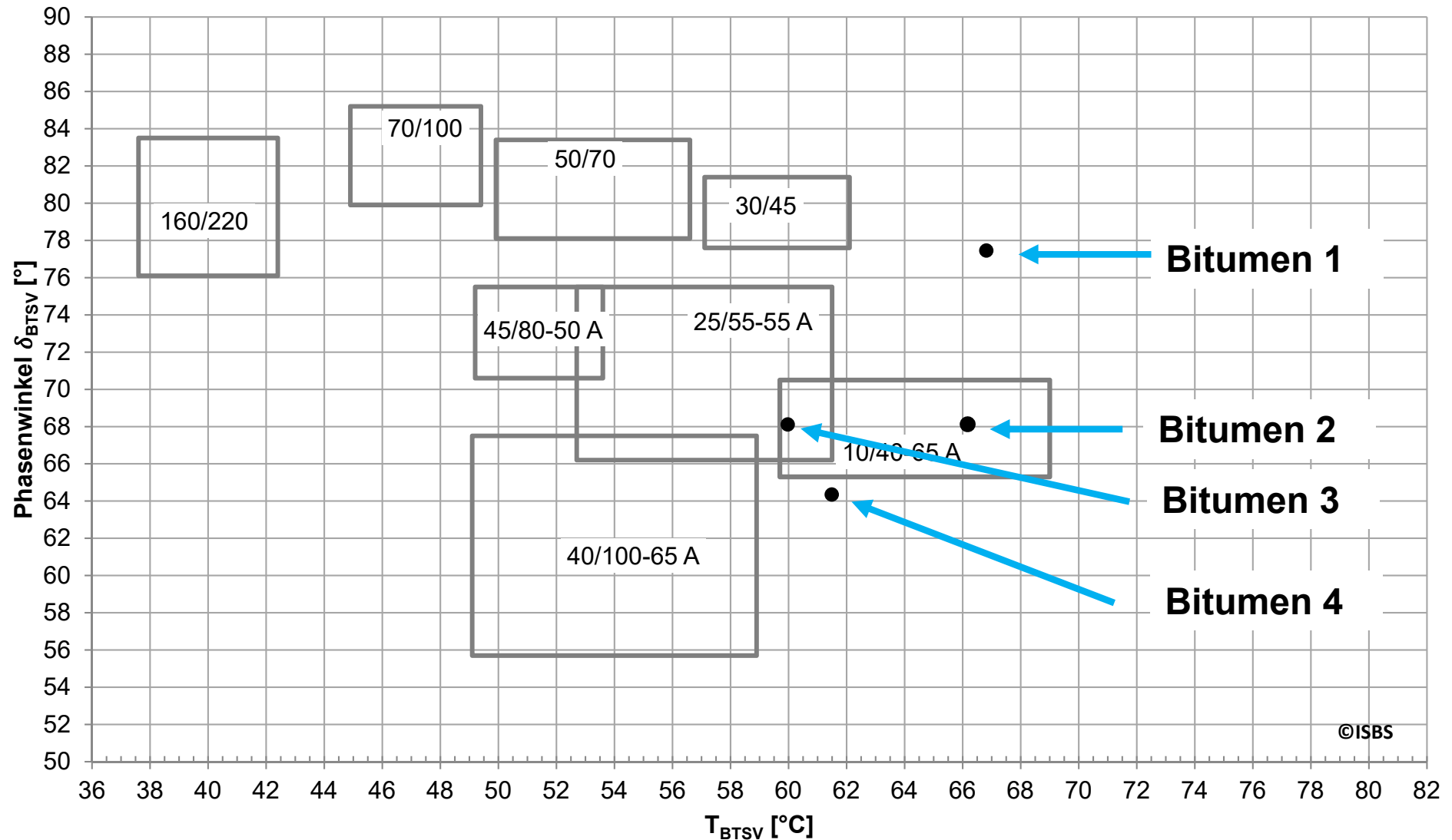
- Die genaue Angabe der Ausprägung der Kurzzeitalterung und Langzeitalterung erfordert zusätzliche Angaben über die Historie des Bindemittels und des Asphaltmischguts
- Kurzzeitalterung könnte im Rahmen von Kontrollprüfungen einfach erfasst werden
  - realistische Werte betragen zwischen **1,7 und 7,9 K**
- Eine genaue Angabe der Langzeitalterung kann noch nicht sicher erfolgen
  - realistische Werte betragen zwischen **0,2 und 0,5 K/a**

**Der zugehörige Phasenwinkel kann einfach extrapoliert werden**

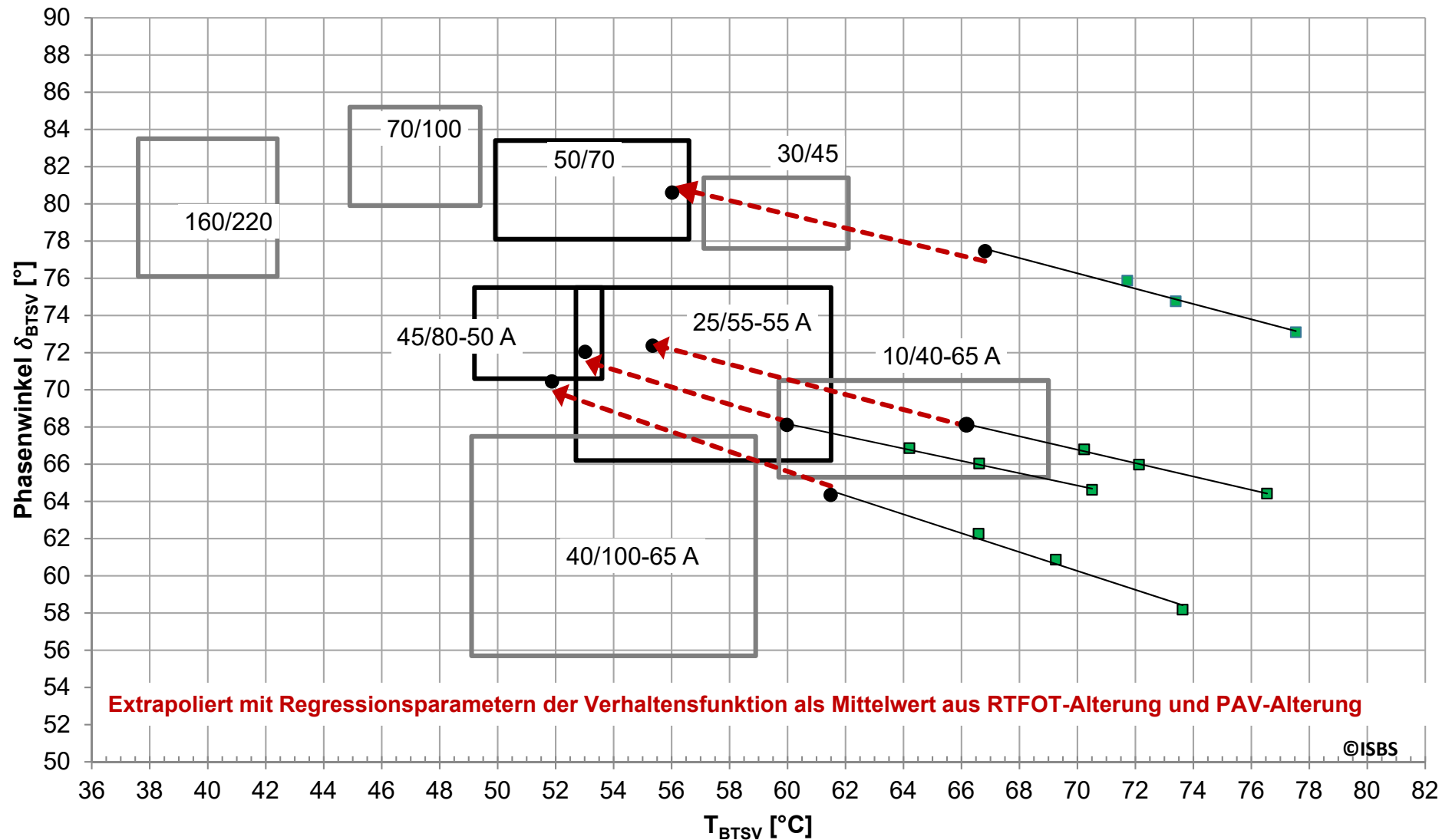


# Was ist nun mit den anderen Bindemitteln?

## Kennwerte Rückgewonnener Bitumen nach ca. 17 Jahren Liegedauer



# Was ist nun mit den anderen Bindemitteln?



## Zusammenfassung

- Laboralterung in Kombination mit dem BTSV kann genutzt werden um Verhaltensfunktionen für das Alterungsverhalten von Bitumen abzubilden
- Laboralterung mittels RTFOT und PAV eignet sich nur bedingt zur Prognose des Langzeit- und des Kurzzeitverhaltens
- Kombination der Regressionsparameter der Verhaltensfunktionen infolge RTFOT bzw. PAV-Alterung eignet sich zur Extrapolation des realen Alterungsverlaufs
- Mit hinreichenden Kenntnissen über die Beanspruchungshistorie kann sicher auf das Frischbindemittel geschlossen werden
- Mit unzureichenden Kenntnissen über die Beanspruchungshistorie kann der lieferfrische Zustand des Bindemittels gut abgeschätzt werden

**Fazit: Das vorgestellte Konzept liefert plausible und vielversprechende Ergebnisse.**

# Ausblick

**Aber:** Es gibt noch viel zu tun.

offene Fragen

- Lässt sich die Alterungsneigung von Bitumen über Verhaltensfunktionen besser beschreiben?
- Welche Einflüsse bestimmen die Neigung der Verhaltensfunktion?
- Kann mittels BTSV und Verhaltensfunktionen die Prognose des Kurzzeit- und des Langzeitalterungsverhaltens verbessert werden?

## Die Möglichmacher:

- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael **Wistuba** (ISBS)
- Dr. Tobias **Hagner** (Total Bitumen)
- Dr. Volker **Hirsch** (Bundesanstalt für Straßenwesen)
- Detlef **Stein** und Herr Claus **Schneemann** (Landesamt für Bau und Verkehr in Thüringen)
- Arne **Gades**, M.Sc.
- Christoph **Milnickel**, B.Sc. (Rüdebusch – Baustoffe, Transporte)
- Veronika **Gehle** und Jérôme **Carewicz** (ISBS)

**Vielen Dank!**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**