

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 ≈ 15 °C)
- Eine Einschätzung der Wirkung einer Modifizierung erfordert stets zusätzliche Prüfungen (Elastische Rückstellung, Kraftduktivität, 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

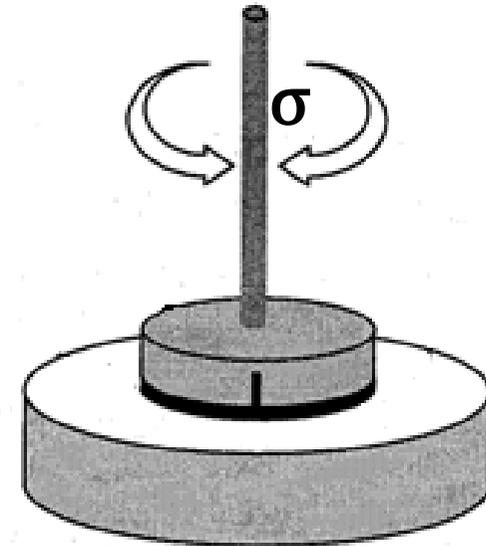
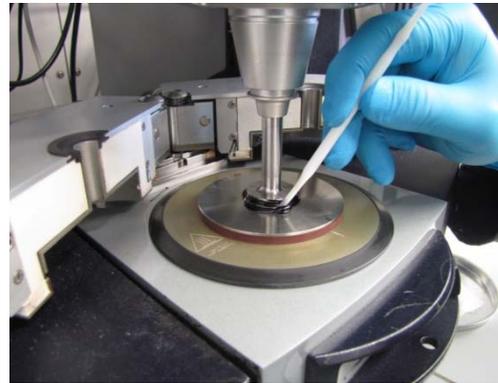
- Oszillation
- Frequenz: 1,59 Hz
- Scherspannung: 500 Pa
- Temperaturbereich: 20 bis 90 °C
- Temperaturänderung: kontinuierlich
- Temperaturrate: 1,2 °C/min

Aufzeichnung

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

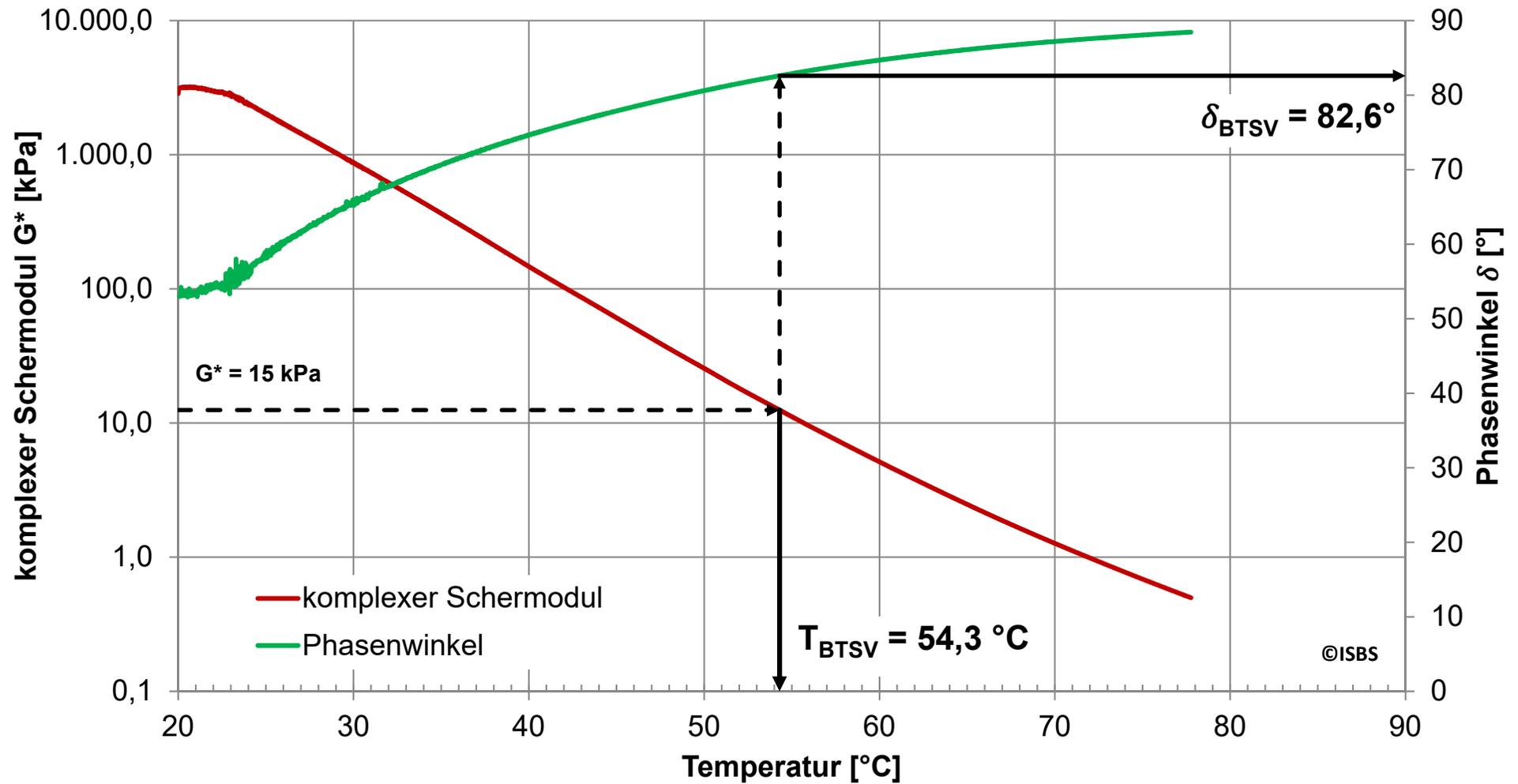
→ **Versuchsdauer: ca. 1 Stunde**

Übertragung des Messprinzips EP RuK auf das DSR

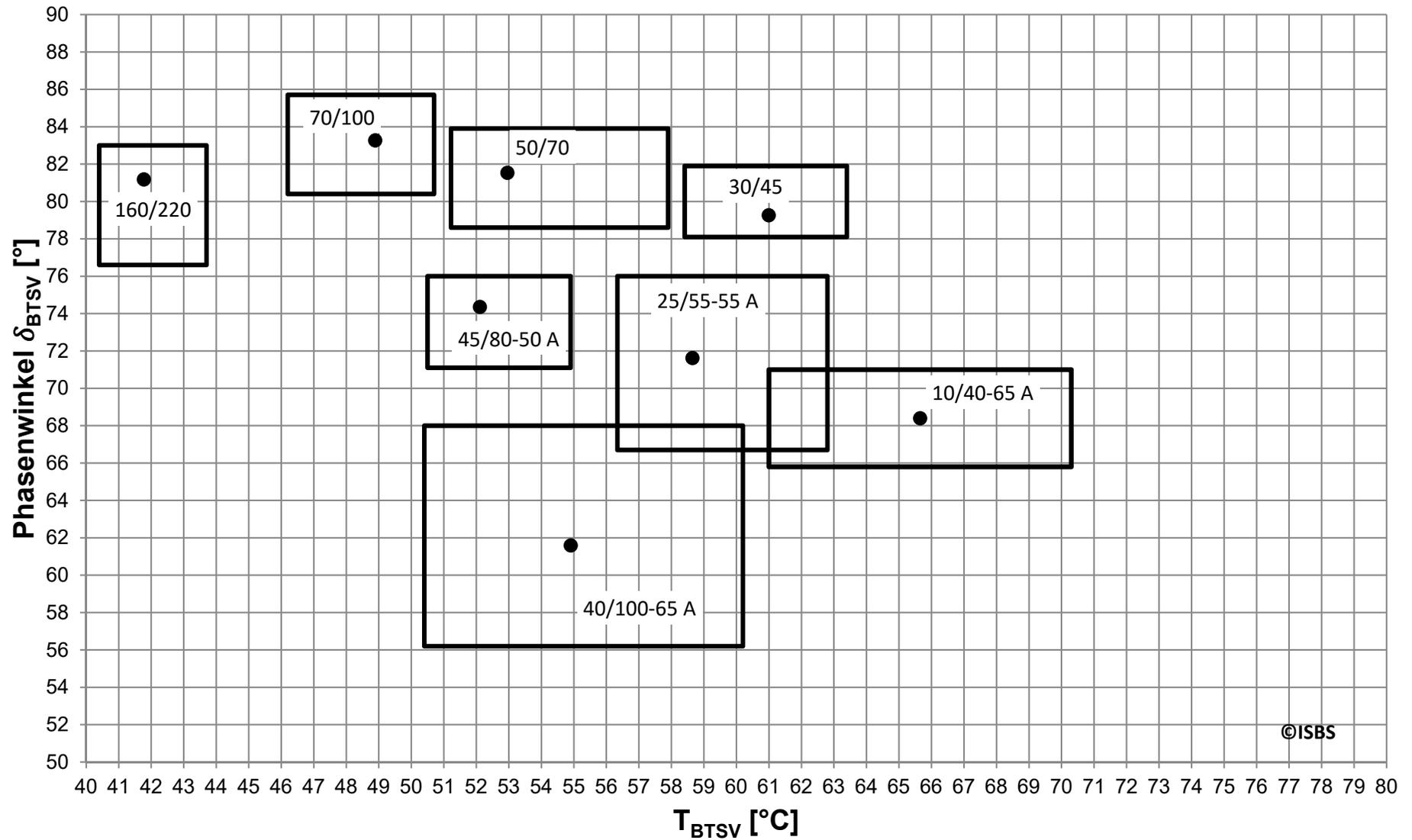


Spannungsregelung sichert die Beanspruchung
innerhalb des
Linear-Visko-Elastischen Bereichs

Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016

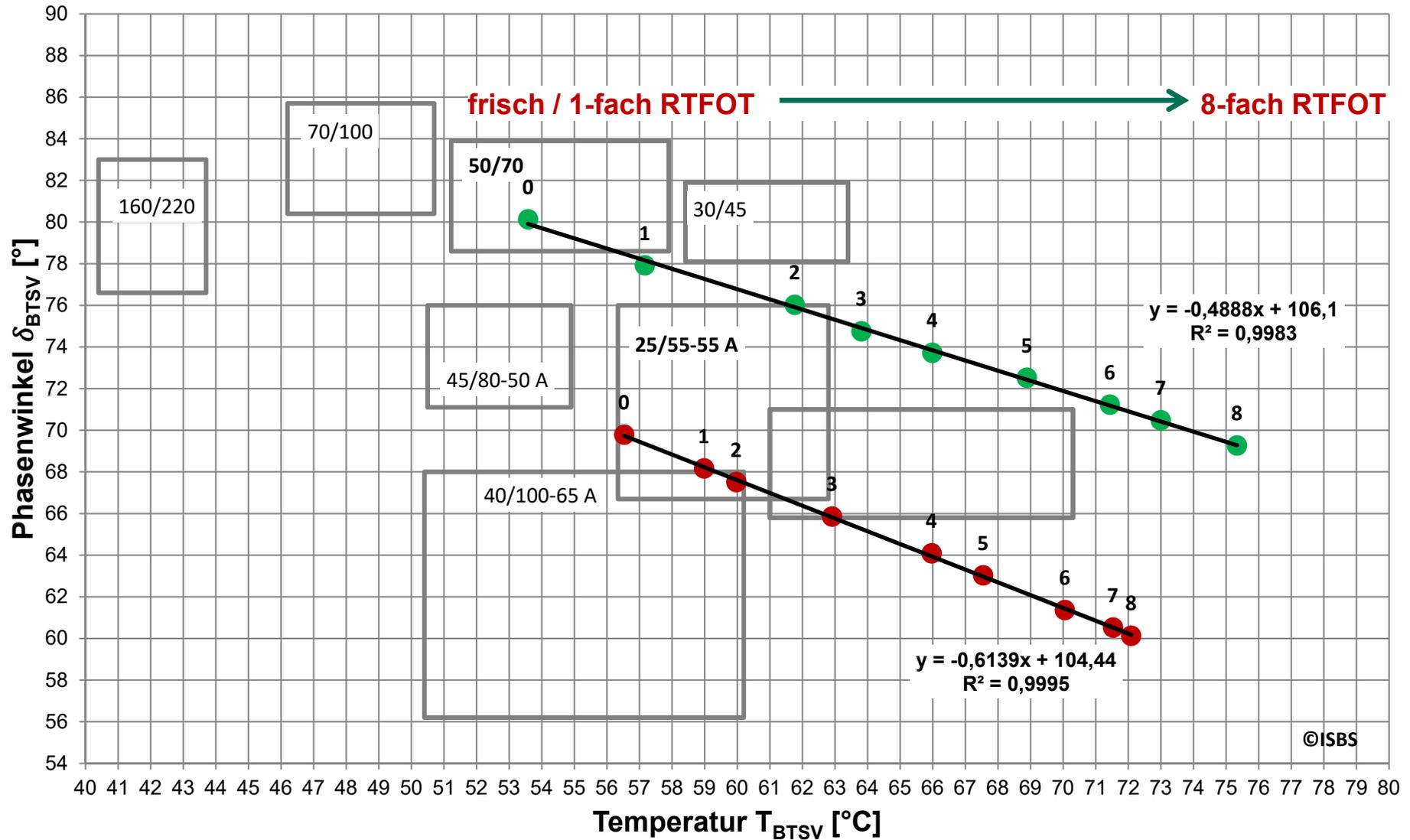


Rückblick auf Straßenbau Aktuell 2016



©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)

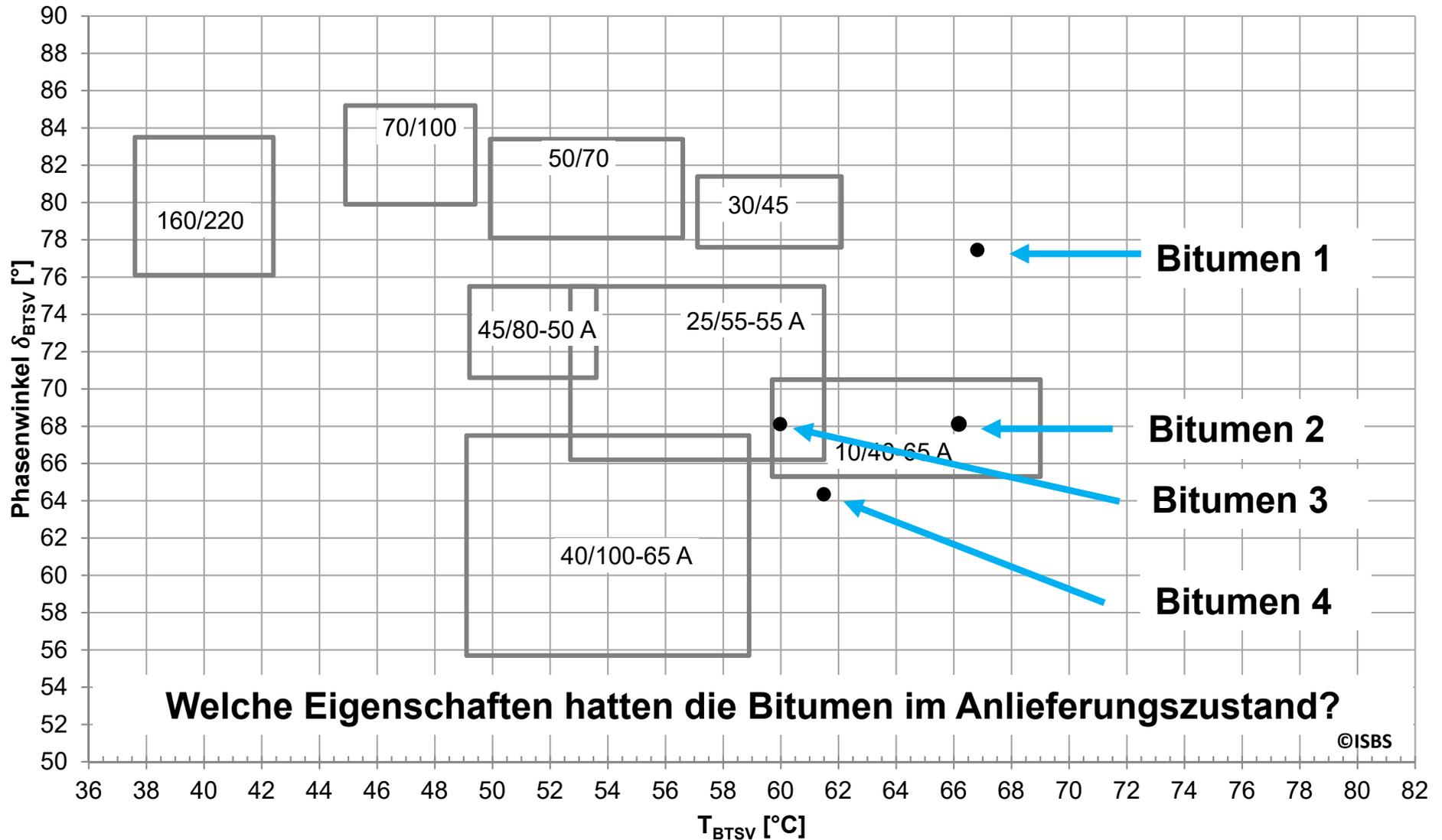
- Versuchsergebnisse
- Rückstellproben

ergänzende Untersuchungen am ISBS 2016

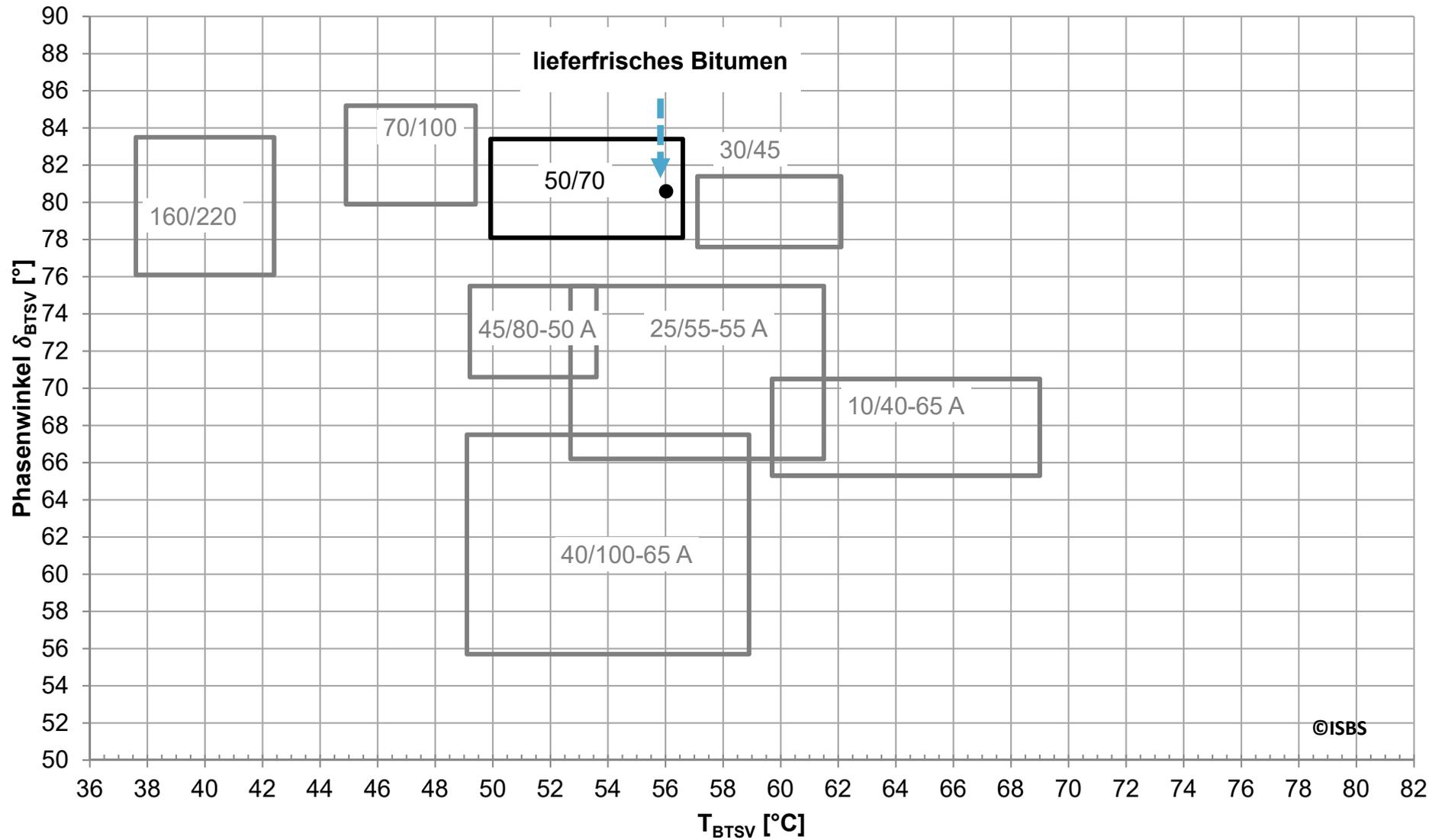
- frische Bohrkerne der Versuchsstrecken (nach ca. 17 Jahren Liegedauer)
- Extraktion, Bindemittelrückgewinnung
- Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)
- RTFOT-Alterung, PAV-Alterung

Ausgangslage:

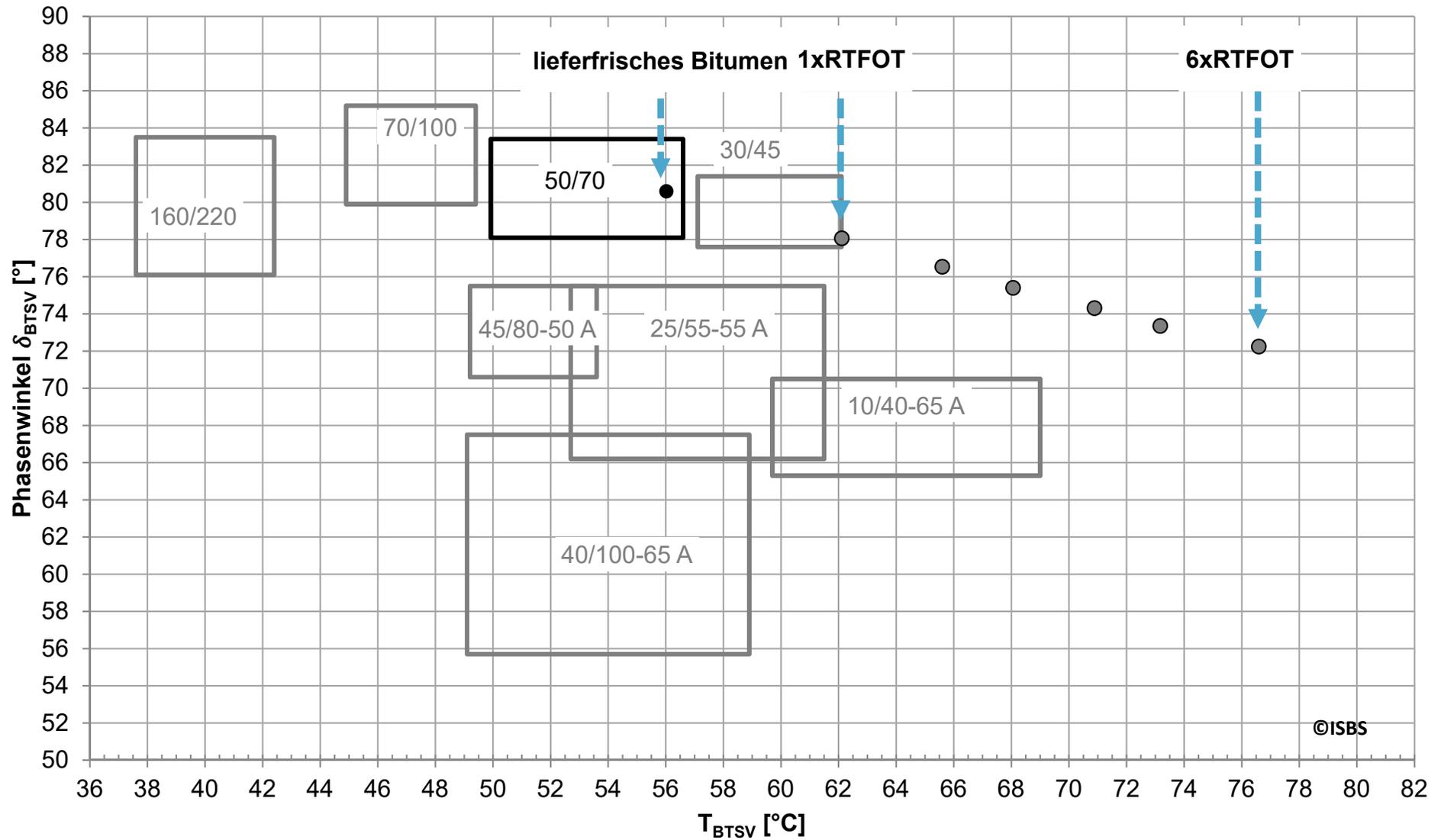
Kennwerte Rückgewonnener Bitumen nach ca. 17 Jahren Liegedauer



Ein Schritt zurück...

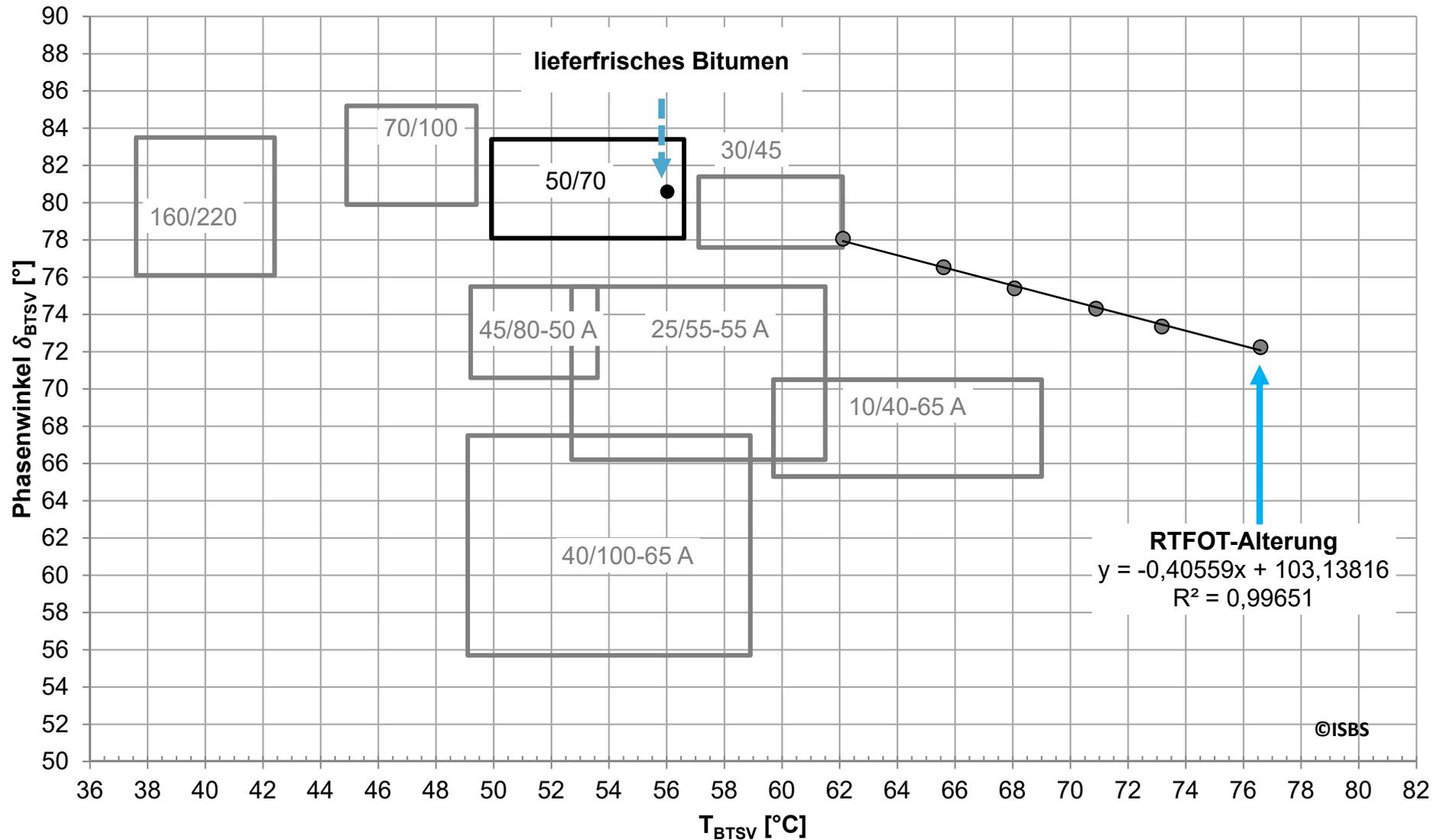


Verhalten infolge RTFOT-Alterung



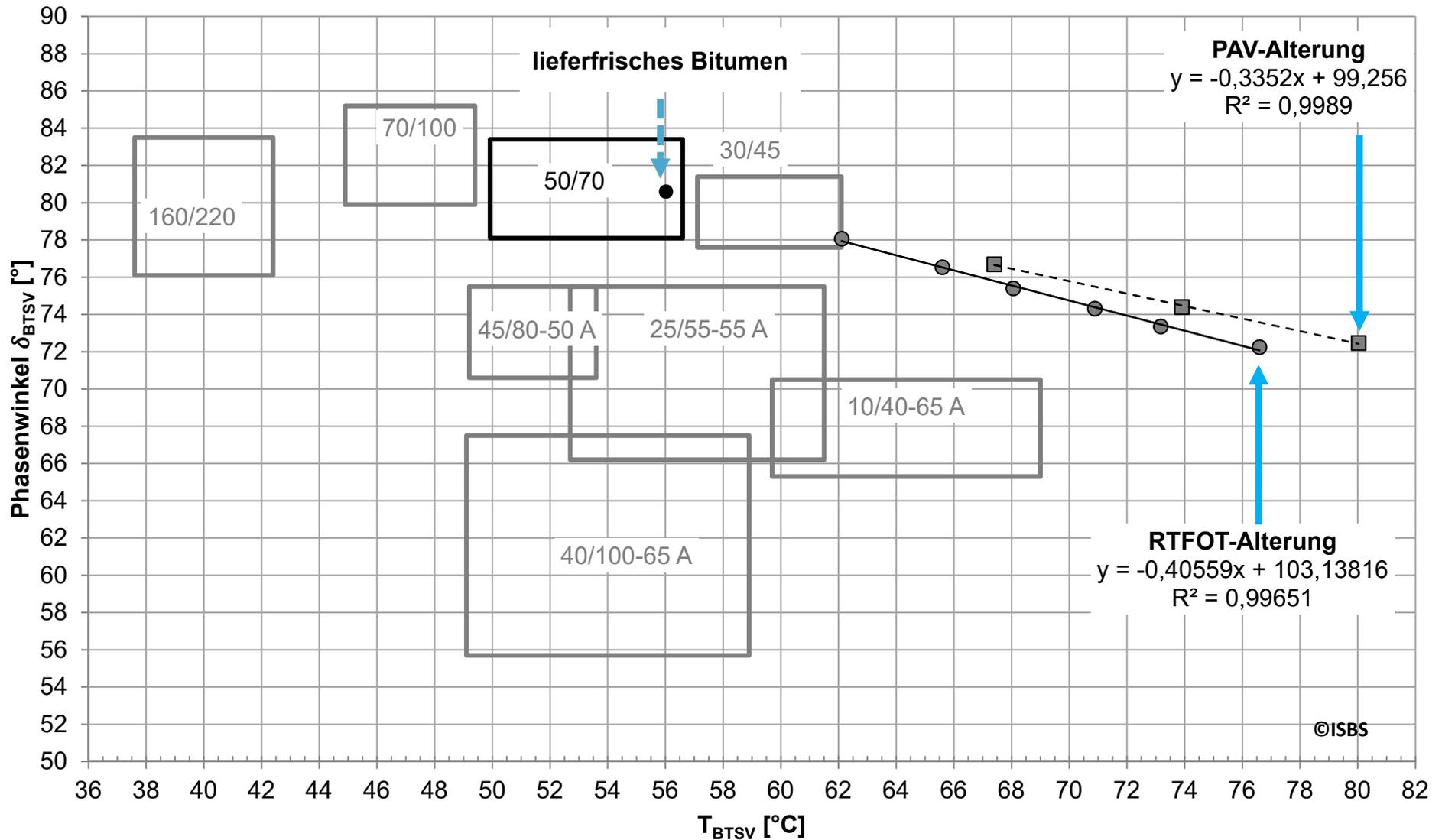
Kontinuierliche Änderung der Kennwerte mit zunehmender Alterung

Verhaltensfunktion RTFOT-Alterung



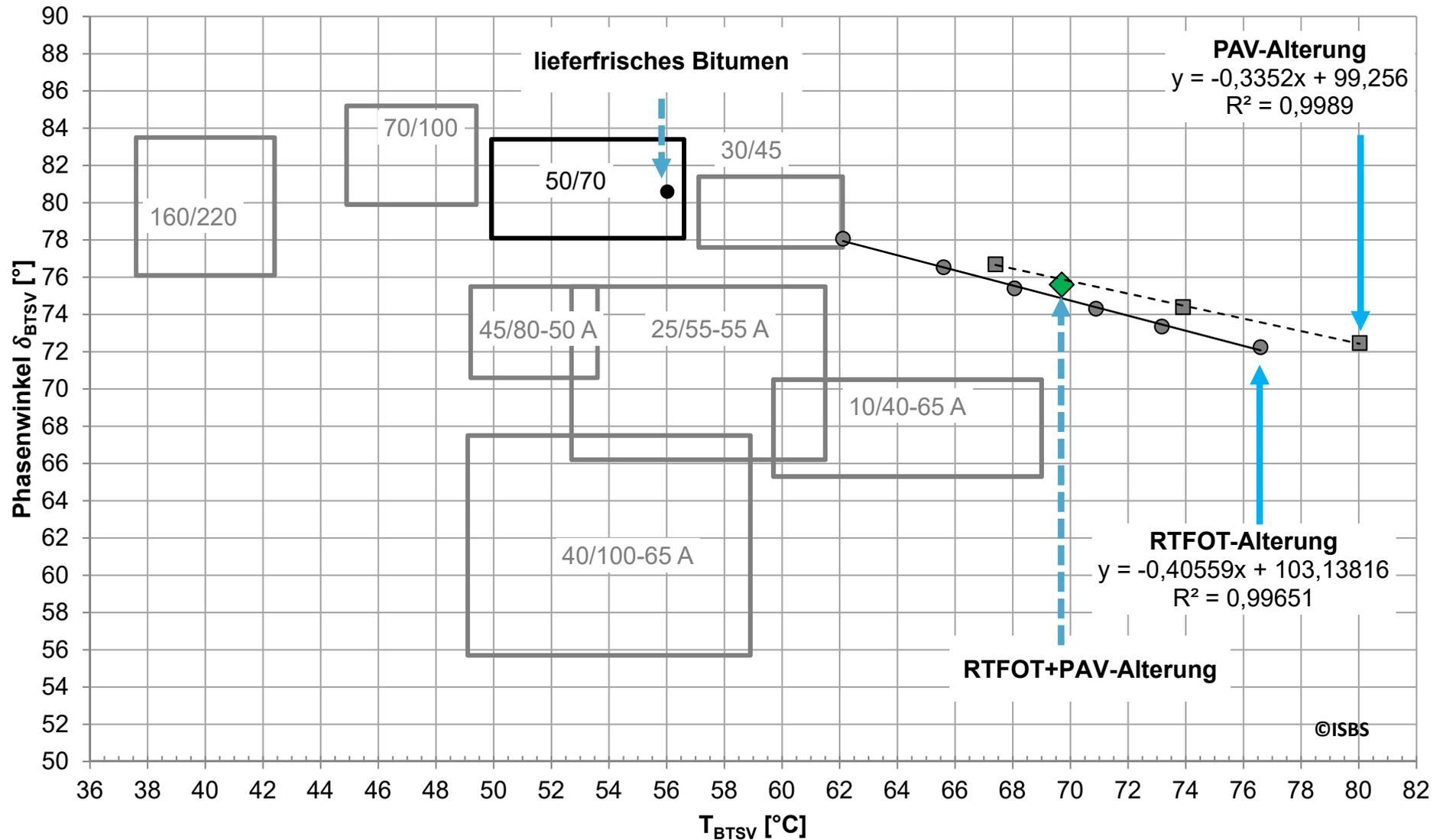
Aber: Langzeitverhalten sollte durch PAV-Alterung beschrieben werden

Verhaltensfunktion PAV-Alterung



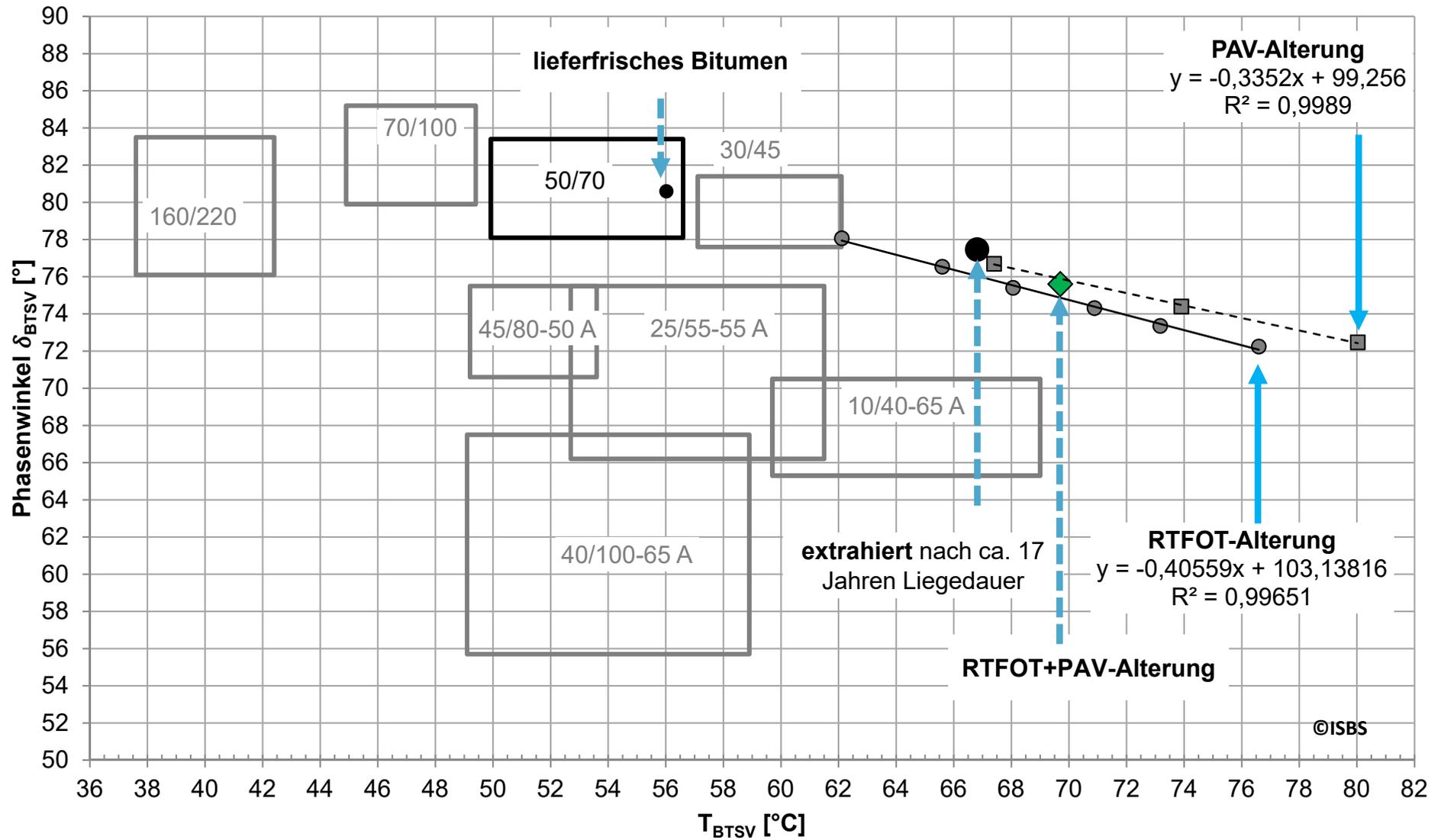
→ Steigungen der Verhaltensfunktionen unterscheiden sich

RTFOT+PAV-Alterung



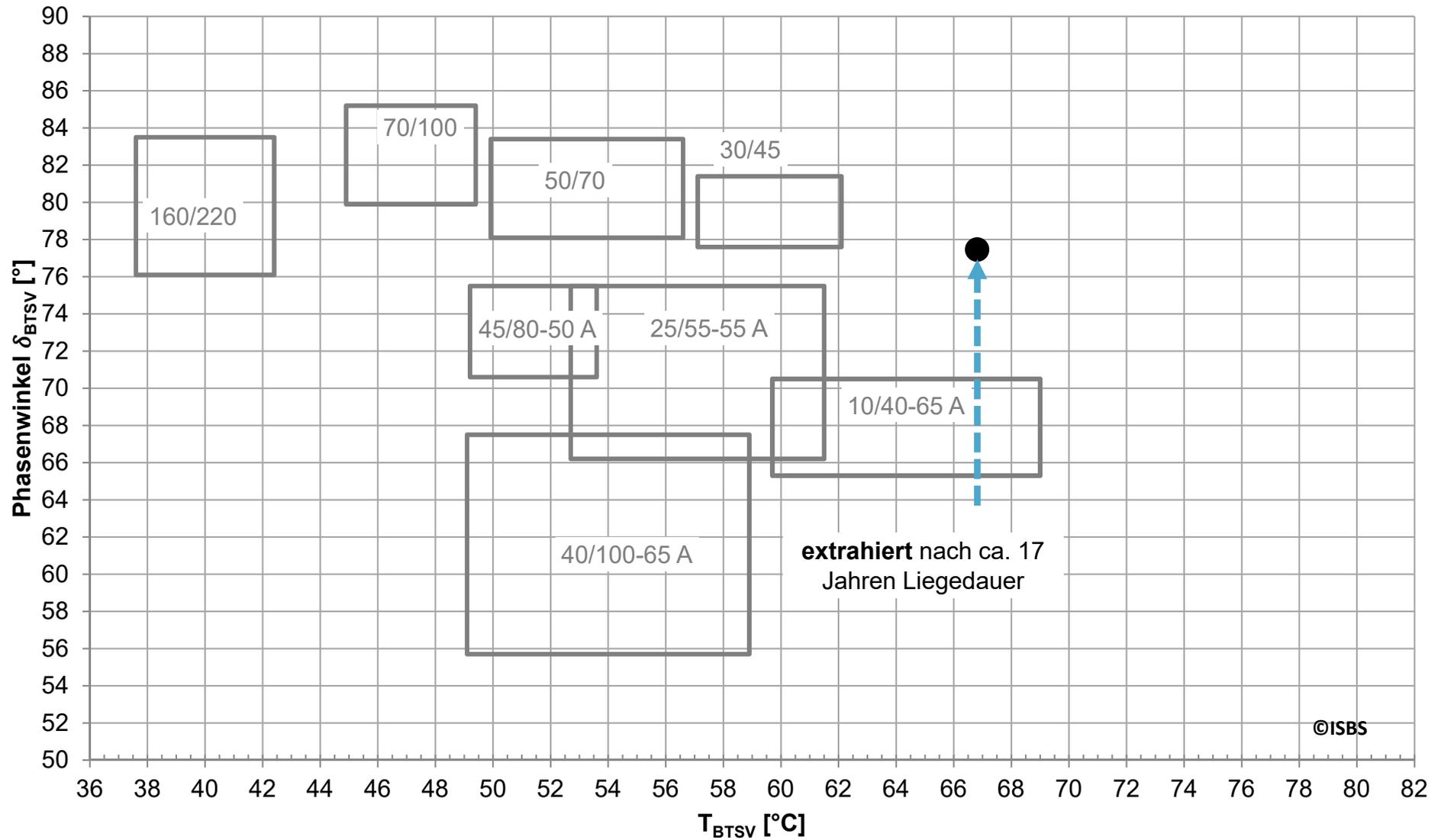
→ Kombinierte Alterung zwischen beiden Kennlinien

Bitumen 1 nach 17 Jahren Liegedauer



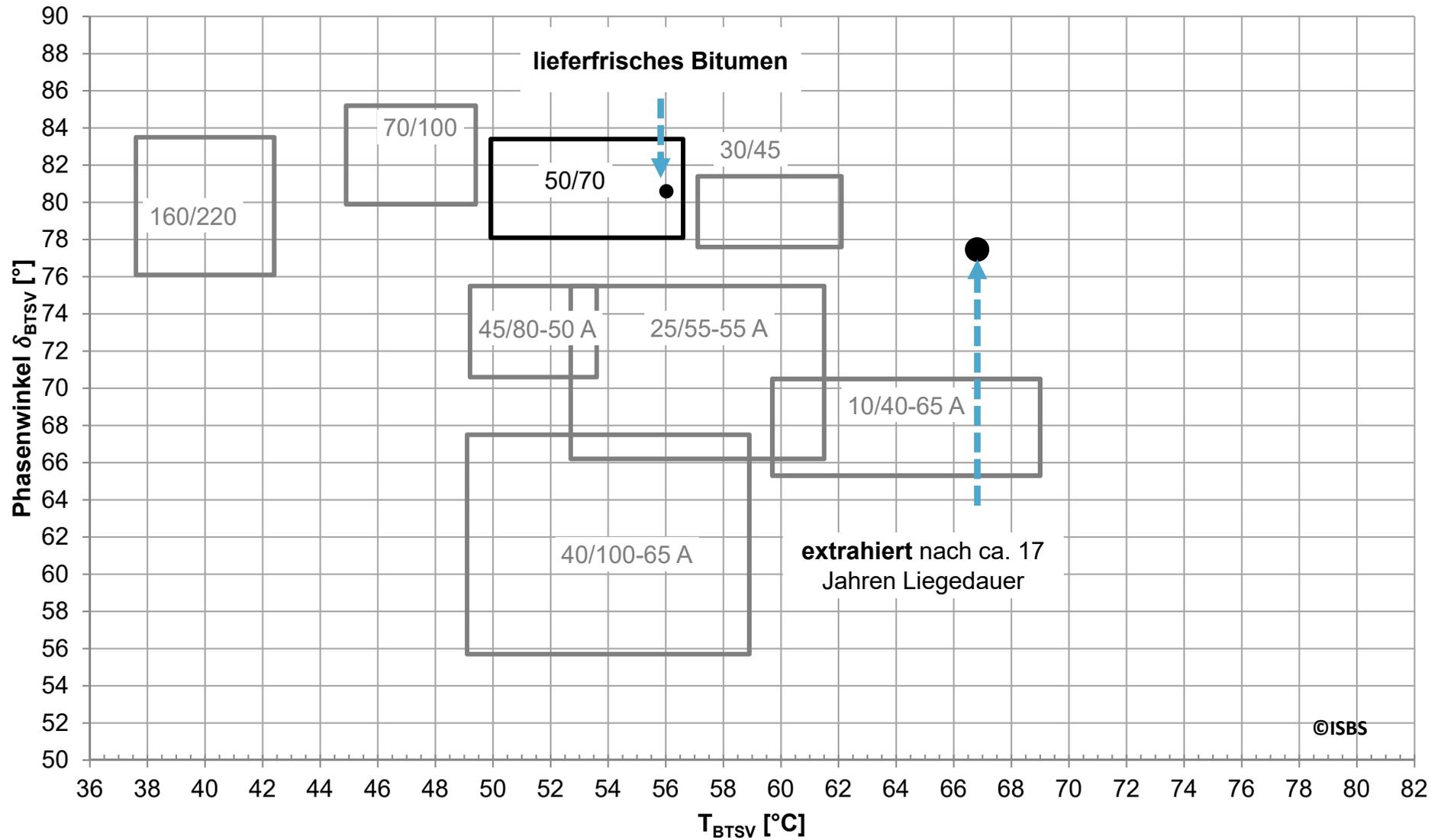
- Laboralterung führt zum Anstieg von T_{BTSV} und zum Abfall von δ_{BTSV}
- Änderung der Werte erfolgt proportional zueinander
- Änderung lässt sich funktional durch eine Gerade beschreiben (Verhaltensfunktion)
- Bitumen verändert sich kontinuierlich (Verhaltensfunktion strebt nicht gegen einen Grenzwert)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

Wie kann ich diese Informationen nutzen?

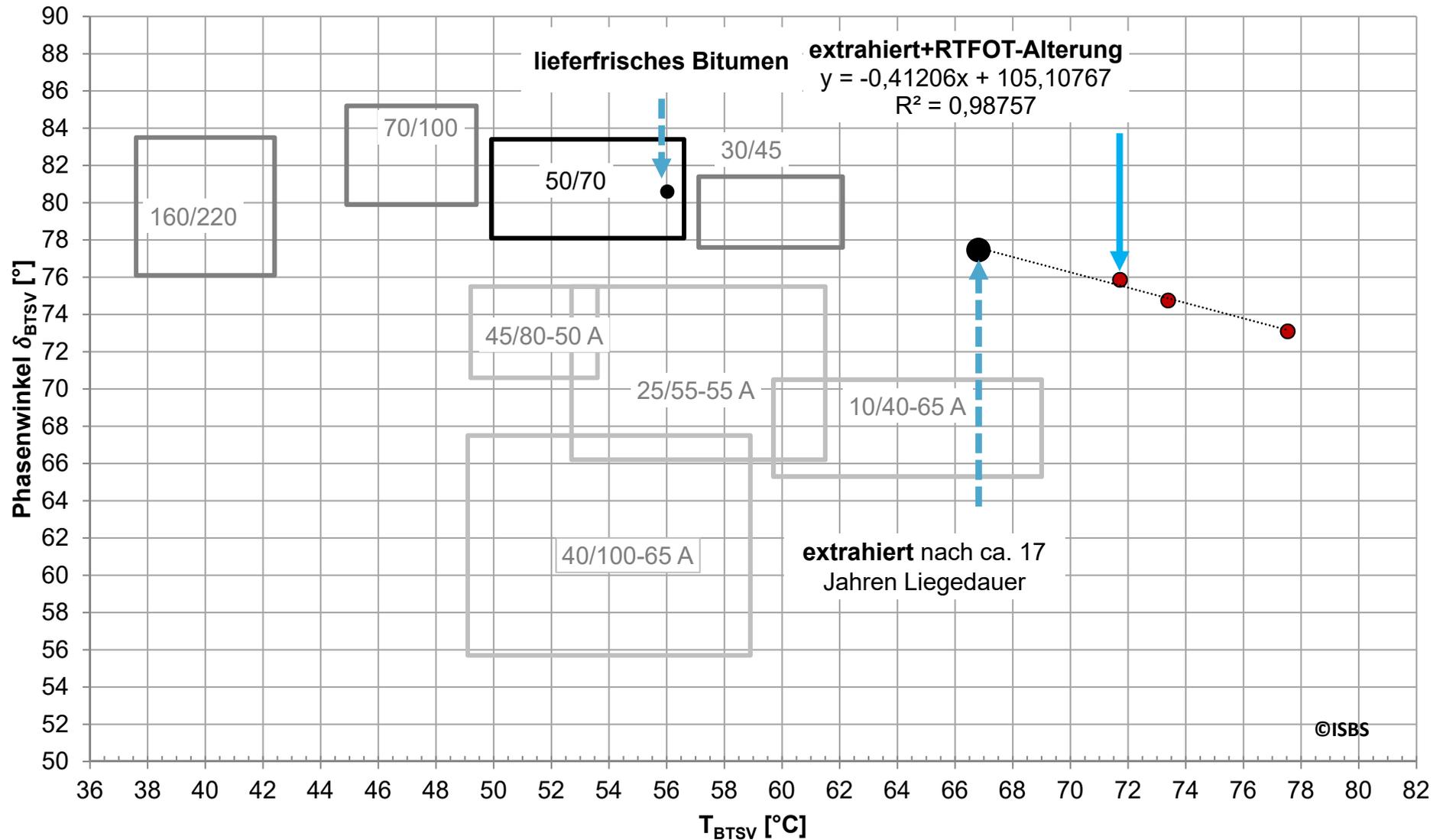


Im Regelfall gibt es keine Informationen über das rückgewonnene Bitumen

Rückschluss auf das frische Bitumen?

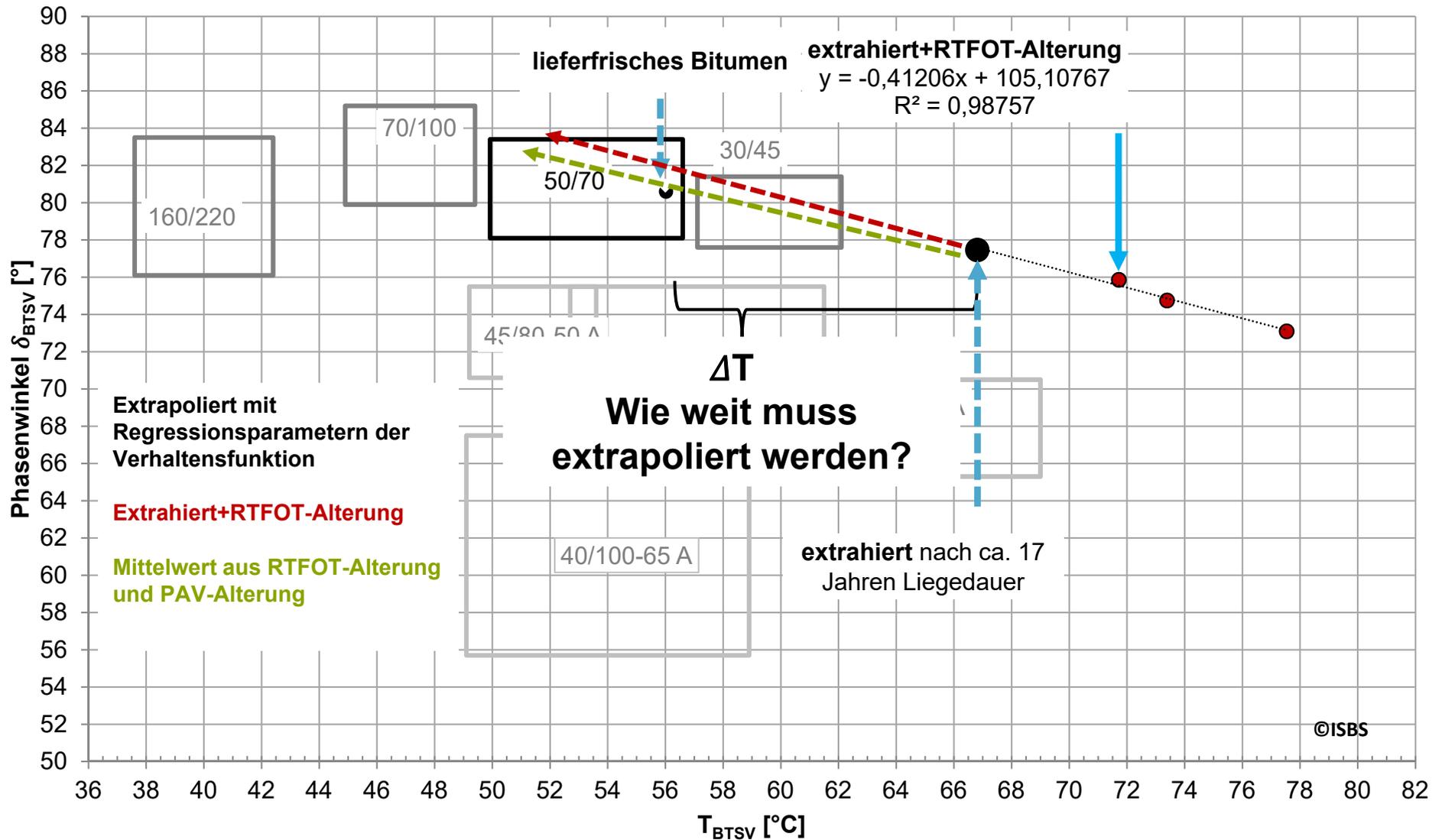


Bitumen nach 17 Jahren Liegedauer+RTFOT Alterung



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

Verhaltensfunktion RTFOT-Alterung

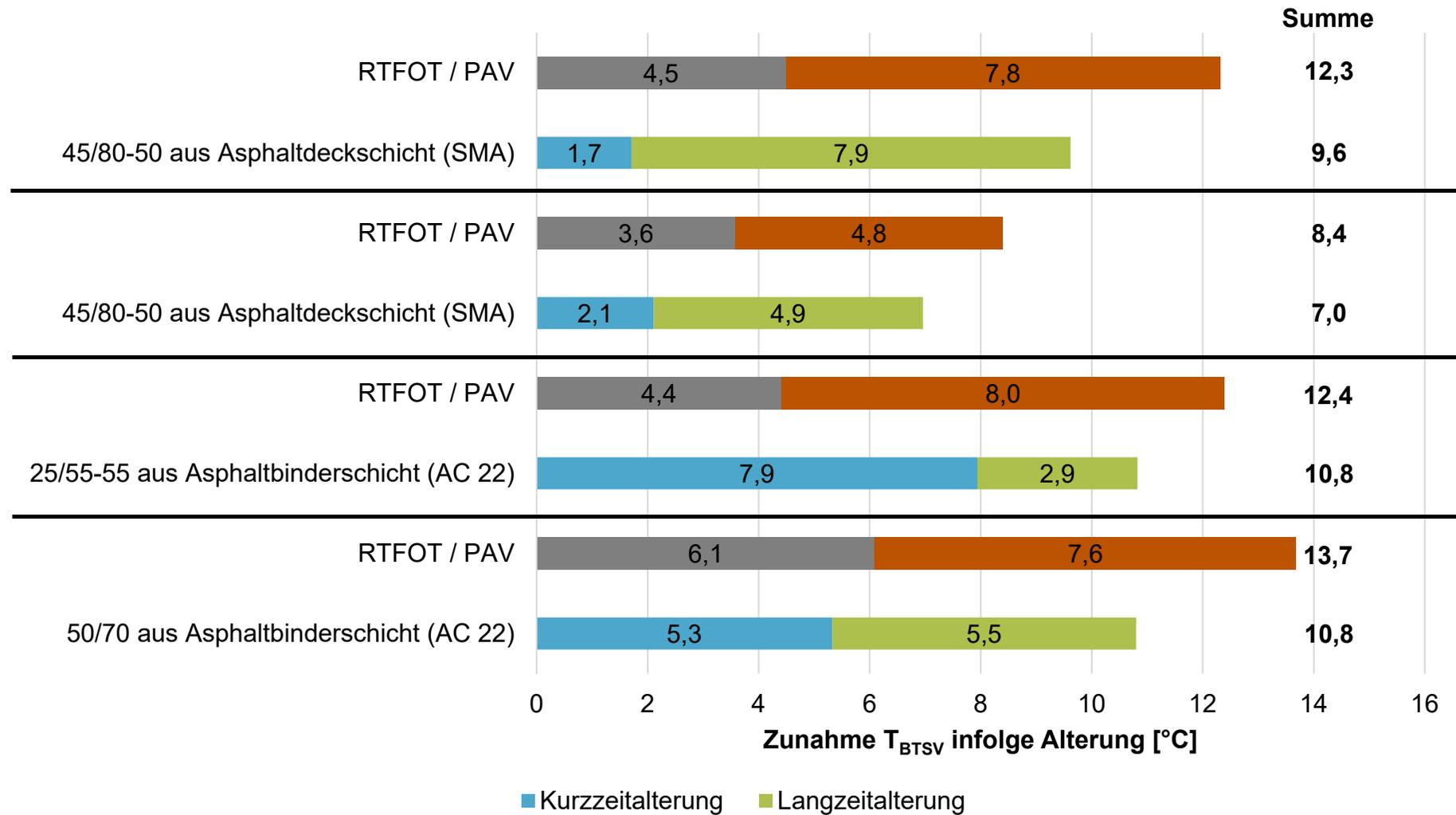


Verhaltensfunktion kann **zur anderen Seite** extrapoliert werden

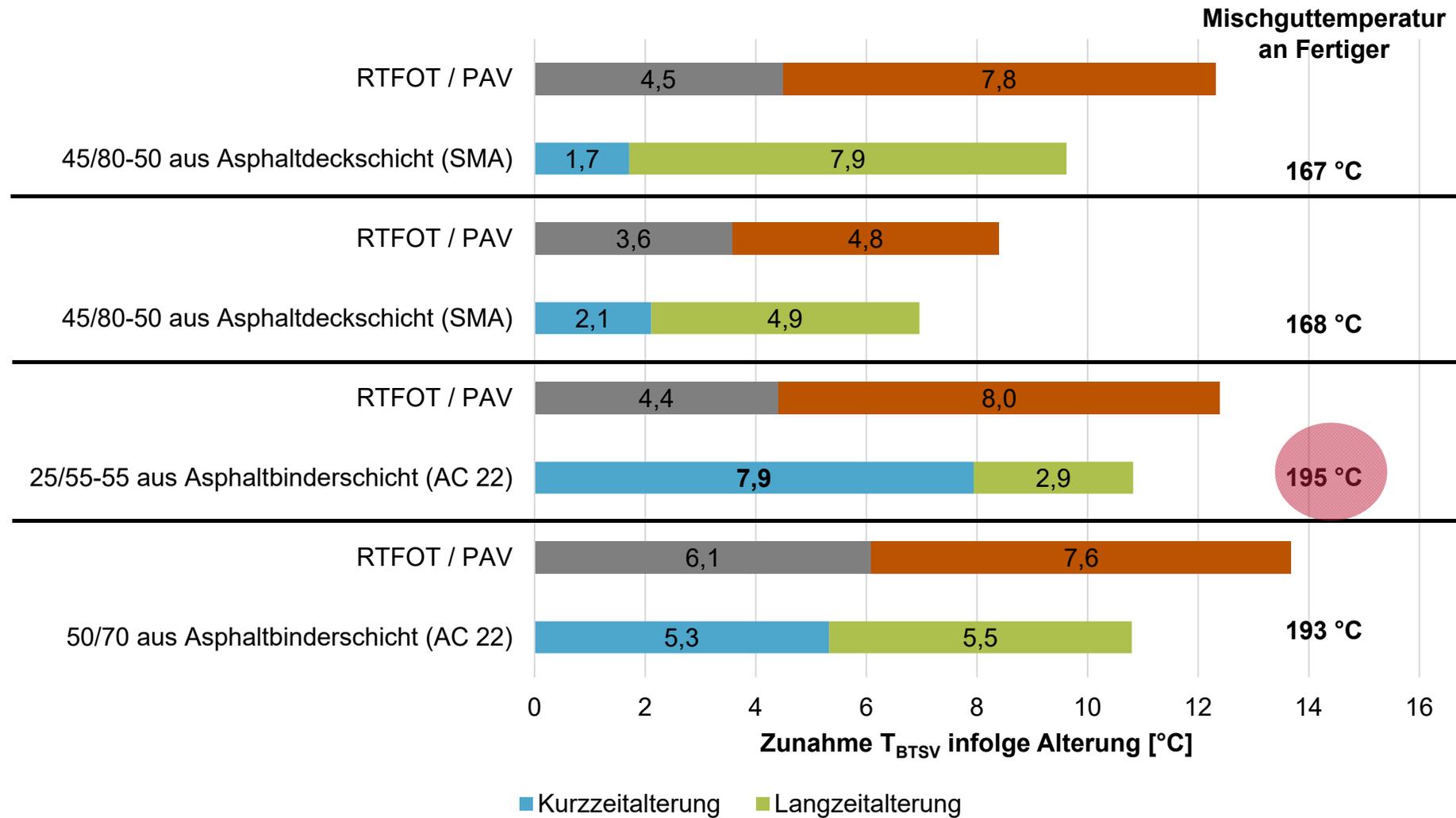
Alterung ist Kombination aus

Kurzzeitalterung	Langzeitalterung
Temperaturen bei Mischgutherstellung	Liegedauer
Verweildauer bei hohen Temperaturen	Lage der Asphaltsschicht
Sauerstoffkontakt	Hohlraumgehalt
Mischgutzusammensetzung	Klimatische Bedingungen
Bindemittelfilmdicke	Alterungshistorie
...	...
Zusätzlich: Extraktion und Bindemittelrückgewinnung	

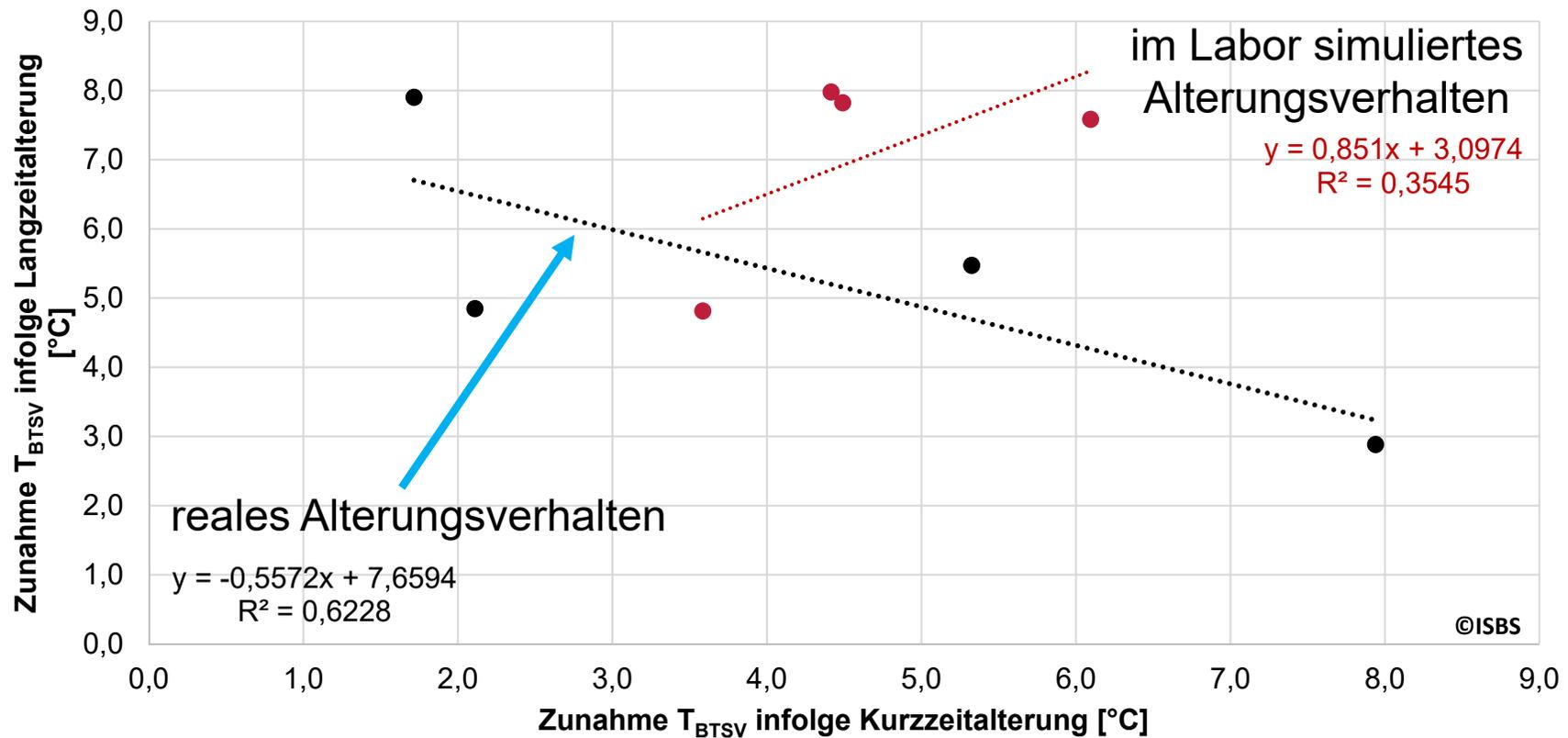
Kurzzeitalterung - Langzeitalterung



Kurzzeitalterung - Langzeitalterung



Simulation des Alterungsverhaltens im Labor



Indiz: Labor-Alterungen entsprechen nicht den realen Beanspruchungen

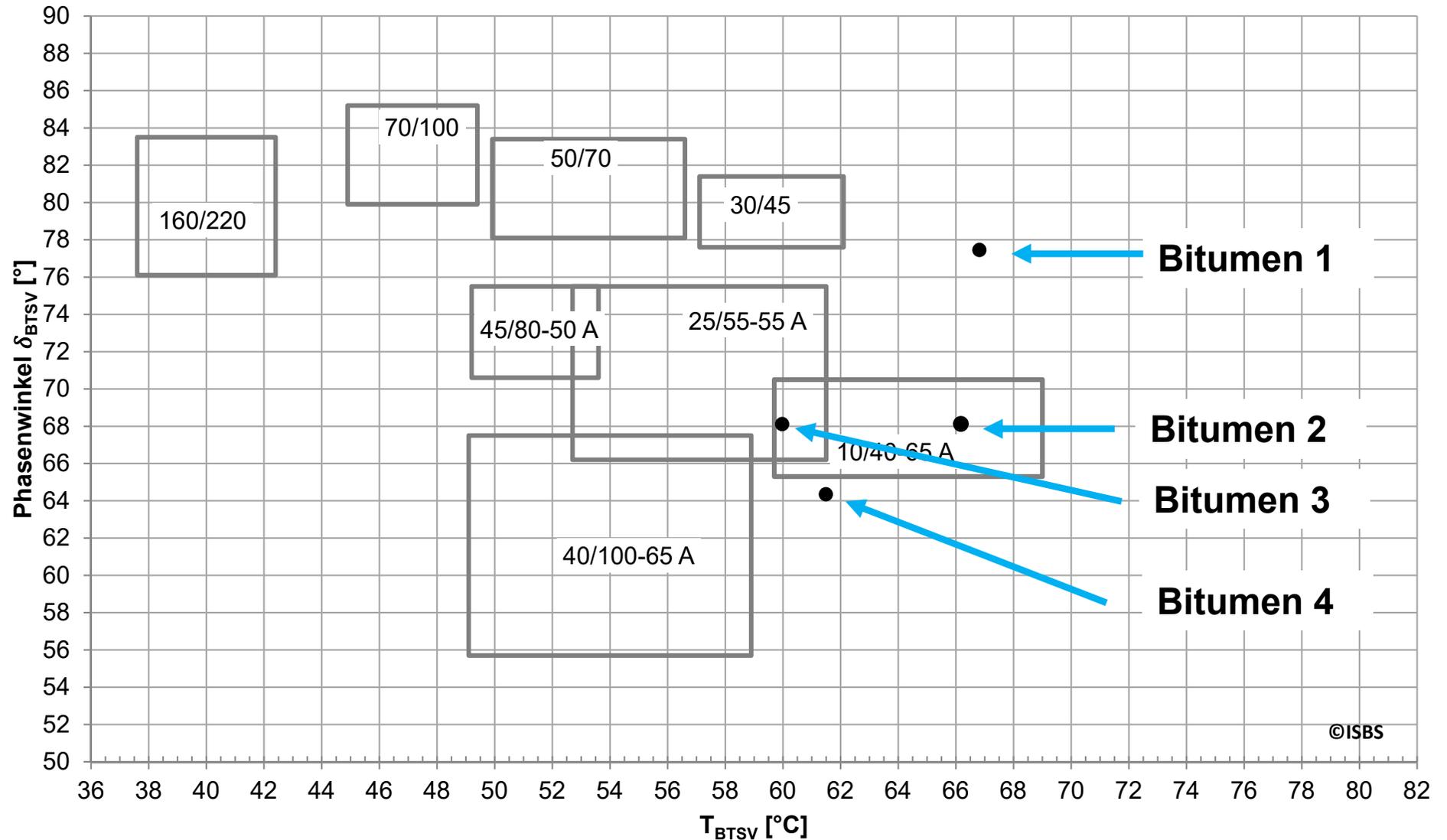
Abschätzung des Alterungsgrads

- 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**

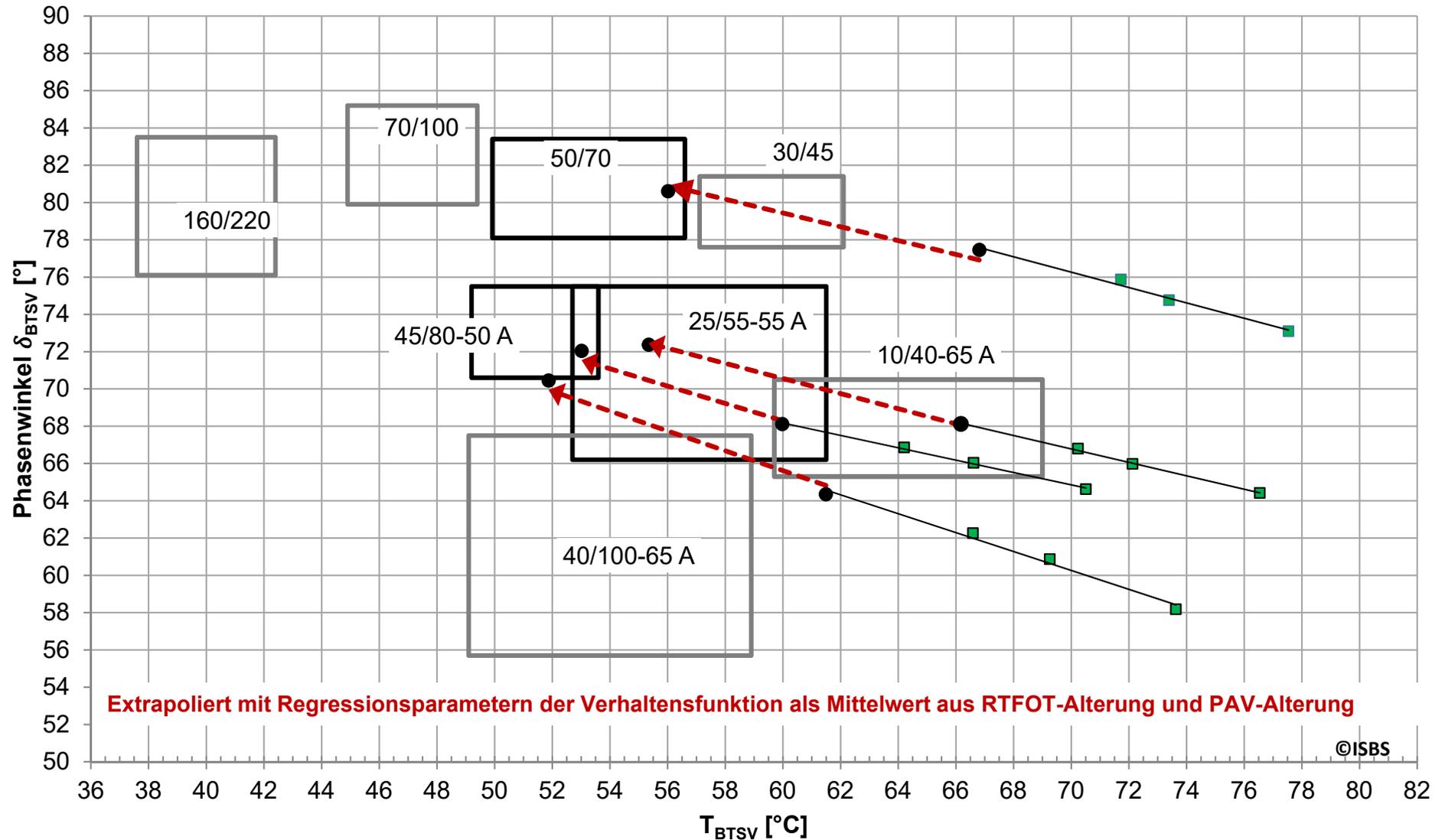
Der zugehörige Phasenwinkel kann einfach extrapoliert werden

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!