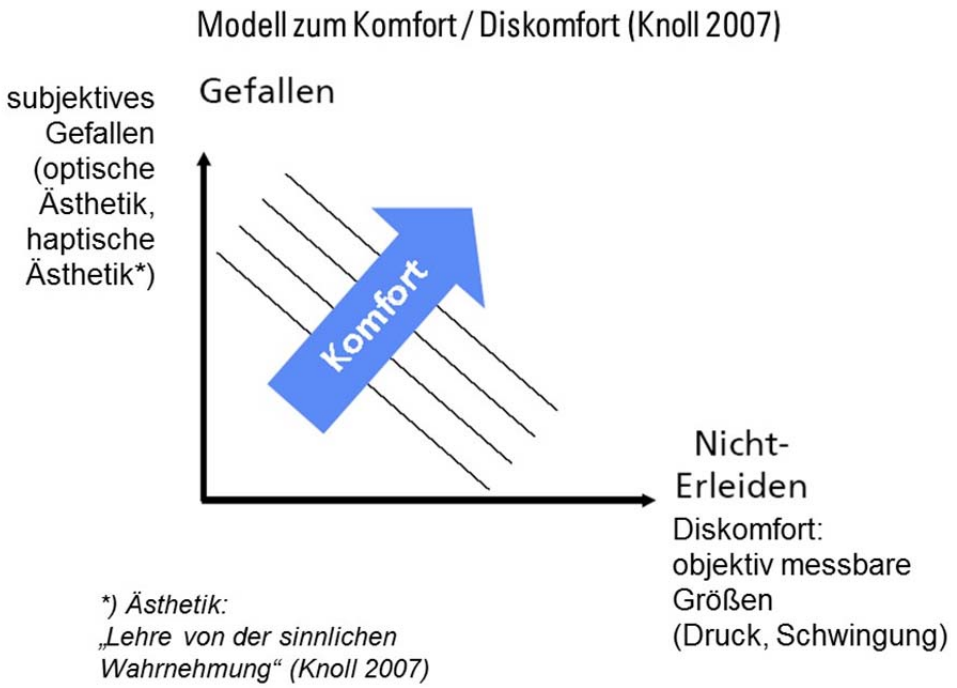
Einfluss von physikalischen Schaumeigenschaften auf die Ergonomie von Fahrzeugsitzen

Prof. Dr.- Ing. Ralf Stetter,
Hochschule Ravensburg-Weingarten;
Steinbeis-Transferzentrum „Automotive Systems”

Kontakt: Prof. Dr.-Ing. R. Stetter, Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Postfach 1261, 88241 Weingarten
Telefon: 0751 501 9822
e-mail: stetter@hs-weingarten.de

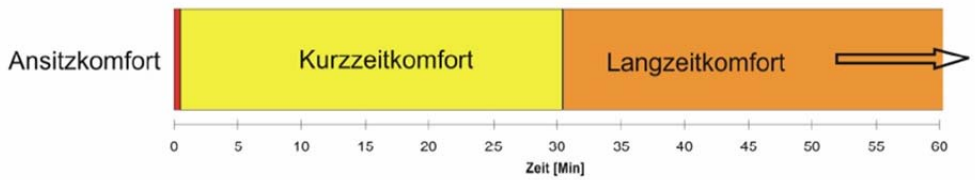
Komfort / Diskomfort

Die folgende Graphik zeigt, dass Komfort gemäß aktuellen Forschungsergebnissen sich aus Diskomfort und subjektiven Gefallen zusammensetzt.



Die Komfortbeurteilungen hängen von vielen Faktoren ab.

Komfort – zeitliche Einteilung (Mergl 2005)



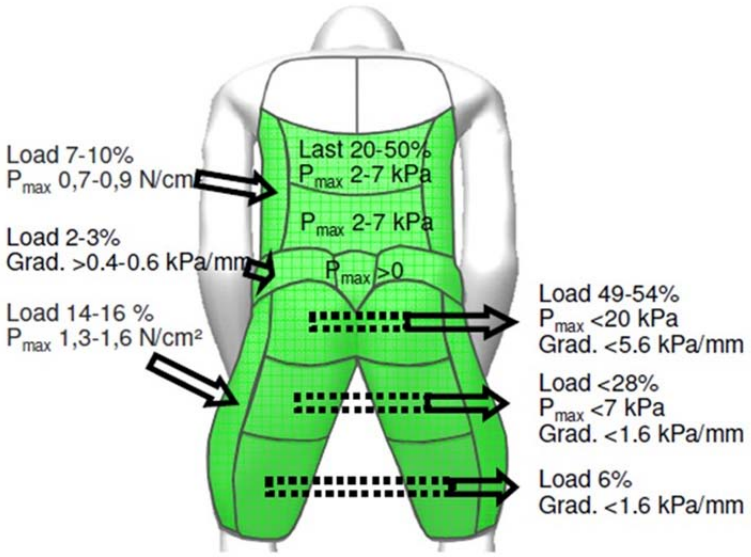
Die Komfortbewertungen von Sitze nach wenigen Minuten
und nach drei Stunden unterscheiden sich komplett!
(Reed et al. 1991)

Die Optik eines Sitzes beeinflusst den Sitzkomfort in der ersten Stunde!
(Vink 2007)

Beurteilung des Sitzkomforts

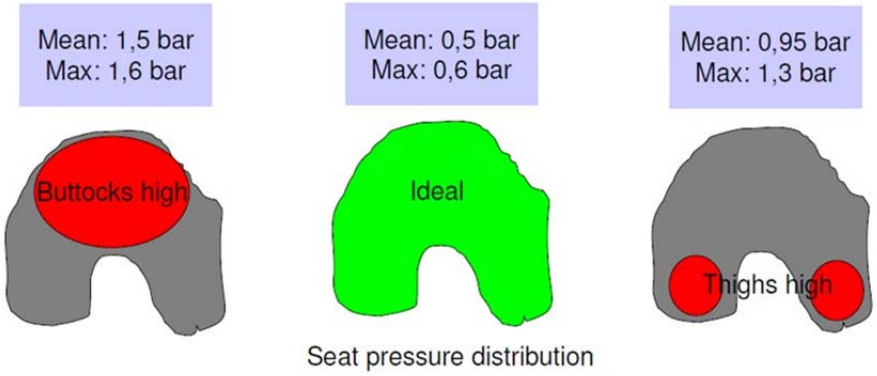
Bei der Komfortbeurteilung kann gut die sog. Body Map von Dr. Christian Mergl herangezogen werden.

Sitzdruckverteilung (Mergl 2005)



Die Aussagen von Dr. Mergl wurden auch von Zenk et al. bestätigt.

Sitzdruckverteilung (Zenk et al. 2007)



Physikalische Schaumeigenschaften

Der Schaum ist ein wichtiger Bestandteil des Sitzes.

Schaum

DIN 7726: Schaumstoff ist ein Werkstoff mit über die gesamte Masse verteilten Zellen (offen, geschlossen oder beides) und einer Rohdichte [...], die niedriger ist als die der Gerüstsubstanz

Schäume
...in der Natur

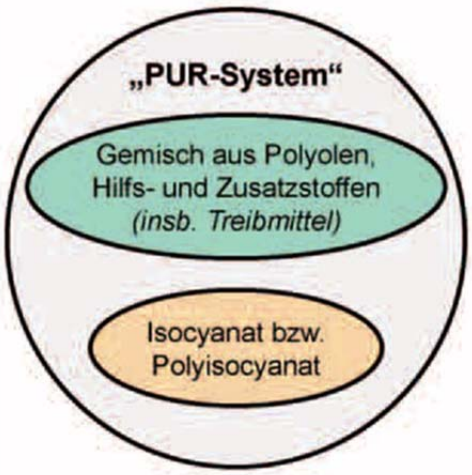
- Brot & Kuchen
- Bier
- Knochen

Schäume
...in der Technik

- metallische Schäume (z.B. Aluminium)
- keramische Schäume
- Polymerschäume

Quelle: FSK-Magazin

PUR-Systeme - Schaumchemie



Hilfsstoffe:
Katalysatoren für Schaumbildung
Katalysatoren für Urethanbildung
Inhibitoren
Kettenverlängerer
Treibmittel
u.a.

Mögliche Zusatzstoffe:
Füllstoffe (bspw. Bariumsulfat)
Farbstoffe
UV-Stabilisatoren
Flammschutzmittel
u.a.

Quelle: Meyer

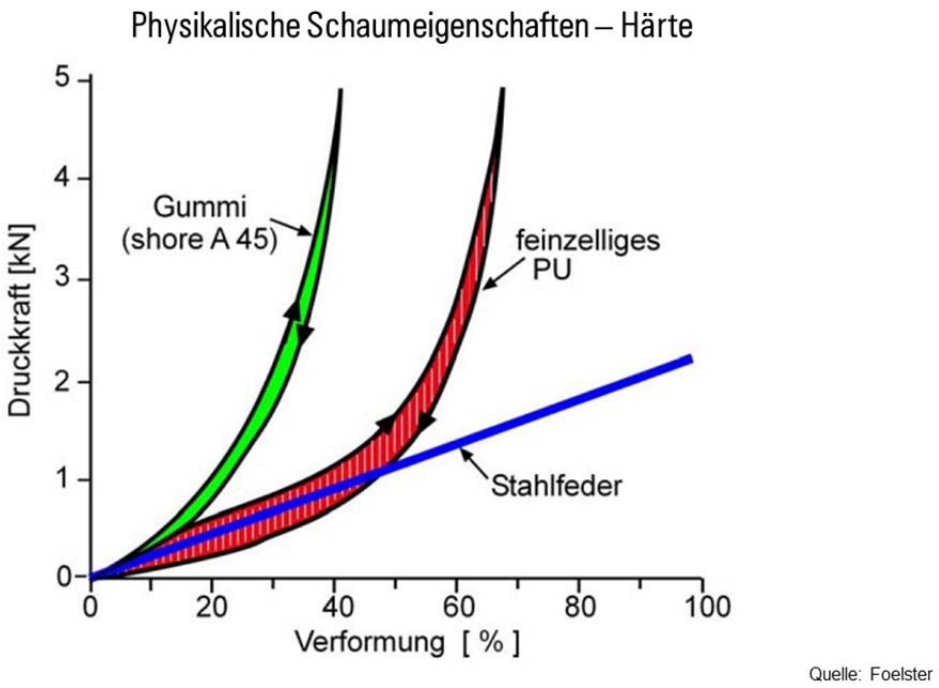
Vorteilhafte Schaumeigenschaften

Wichtige Eigenschaften von Schaumstoffen:

- **sie besitzen den Vorteil eines ausgesprochen geringen Gewichts**
- **sehr gute Geräusch- und Wärmedämmung**
- **sie sind korrosions- und wartungsfrei**
- **sie lassen sich wirtschaftlich herstellen**
- **Polyurethan- Systeme sind universell einsetzbar**
- **leichte Ver- und Bearbeitbarkeit (wirtschaftliche Verarbeitungsverfahren)**
- **sie bieten Konstrukteuren und Designern vielfältige Möglichkeiten zur Formgestaltung**

Quelle: Böhm

Schäume besitzen eine besonders gut geeignete Federkennlinie.



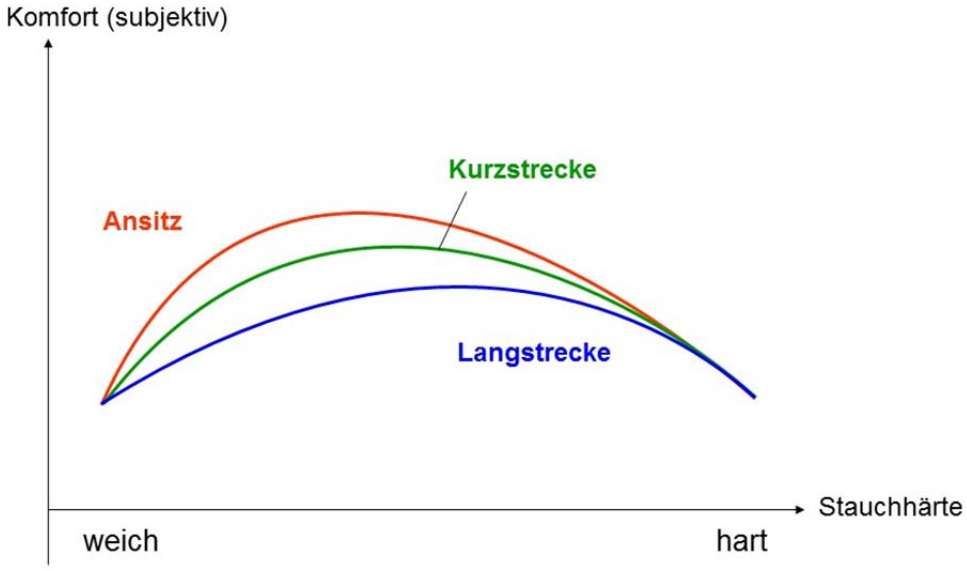
Physikalische Schaumeigenschaften – Härte

Einflüsse auf die optimale Stauchhärte

- Ansitz
- Druckverteilung
- Polsterbarkeit
- Formtreue
- Faltenfreiheit
- Elastizität
- Schwingungsdämpfung
- Schwingungsisolation
- Haltbarkeit

Tendenziell müssen Schäume für gute Komfortbewertungen bei Langstrecke härter ausgelegt sein.

statische Schaumeigenschaften – Stauchhärte



statische Schaumeigenschaften – Probleme

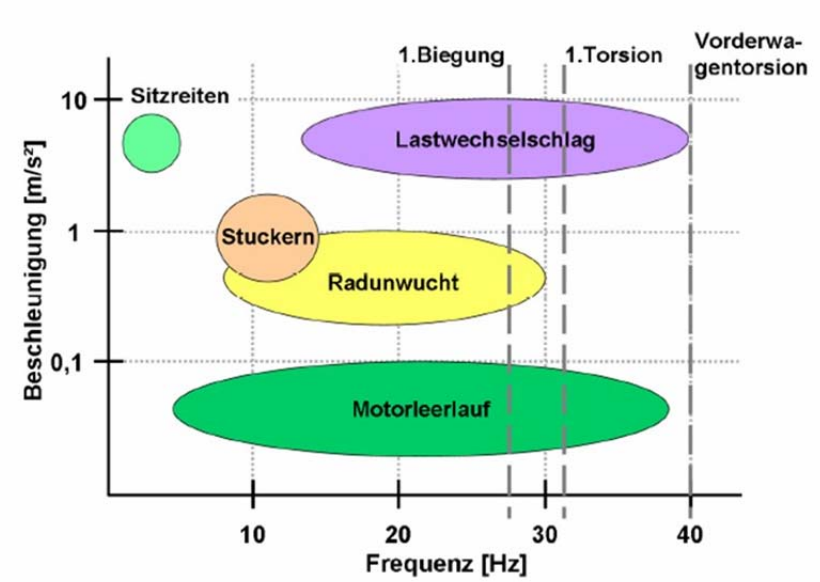
- Elastizität
- Temperaturabhängigkeit
- Meat-to-Metal
- Schaumstärke unter Sitzbeinhöckern
- Kontur B-Seite (Dome, Aussparungen, …)
- Position der Zonentrennung
- Klobrilleneffekt
- H-Punkt-Maßnahmen
- …

dynamische Schaumeigenschaften

- Dauerbelastbarkeit:
  - Härteverlust
  - Höhenverlust
  - Elastizitätsverlust
  - Verlust weiterer physikalischer Eigenschaften
- Dynamische Fahreigenschaften:
  - Schwingungsdämpfung
  - Schwingungsisolation

Im Fahrzeug finden sich Schwingungsphänomene bei sehr vielen Frequenzen und mit unterschiedlichen Amplituden.

Schwingungskomfortprobleme (Spickenreuther 2006)



Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Schaumeigenschaften haben einen maßgebenden Einfluss auf den quasistatischen und den dynamischen Sitzkomfort.
- Zentrale physikalische Eigenschaften sind Härte, Hysterese und Dauerschwingbeständigkeit.
- Die Entwicklung und die Verbreitung innovativer Schäume (vgl. Leichtbau) hängt stark von geeigneten Messverfahren ab
- Die besonderen Schaumeigenschaften (Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte) stellen für alle Beteiligten eine Herausforderung dar
- Ein hervorragender Schaum kann einen schlechten Sitz nicht „retten“ – einen sehr guten Sitz kann es ohne sehr guten Schaum (oder alternative Materalien) nicht geben

Quellen

Literaturverzeichnis

Bengler, K., Bubb. H., Lorenz, S.: New Advances in the objective Measurement of Seating Comfort and their Implications. IIR, 2011.

Böhm, E.: Vorlesungsskript Werkzeug- und Formenbau, 2011.

Bühlmeyer, K.: Grammer AG : Spinal research and seat development – up from the roots. IIR, 2011.

Fölster, L.: Untersuchung des Verformungsverhaltens feinzelliger Polyurthane: Uni Bayreuth: Diss. 2009.

FSK-Magazin des Fachverbands Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V..

Griffin, M. J.: Handbook of Human Vibration. Academic Press, 1996.

Grujicic, M. et al.: Musculoskeletal computational analysis of the influence of car-seat design adjustments on long-distance driving fatigue. In: International Journal of Industrial Ergonomics, 2010.

Hauck, M.: Geregelte Dämpfung für Traktor-Fahrersitze. TU Berlin: Diss. 2001.

Knoll, C: Einfluss des visuellen Urteils auf den physisch erlebten Komfort am Beispiel von Sitzen. TU München: Diss. 2007.

Mergl, C.: Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. TU München: Diss. 2005.

Meyer, F.: Einfluss ausgewählter Prozessgrößen auf die Eigenschaften von Weichformschäumen aus Polyurethan. RWTH Aachen: Diss. 2010.

Reed, M.P., Lee, N.S., Saito, M., Kakishima, Y., Schneider, L.W.: An Investigation of Driver Discomfort and Related Seat Design Factors in Extended-Duration Driving, SAE Conference 1991, SAE No. 910117, 1991.

Spickenreuther, M.: Funktionsmodell der Karosserie zur Auslegung des Schwingungskomforts im Gesamtfahrzeug. TU München: Diss. 2006.

Vink, P: Comforting the human sensors by aircraft seats. Innovative Aircraft Seating 2017.

Zenk, R., Franz, M.; Bubb, H.: Spinal load in the context of automotive seating. SAE International 2007.