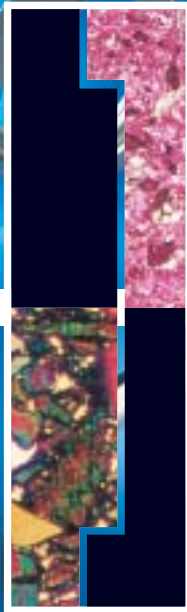
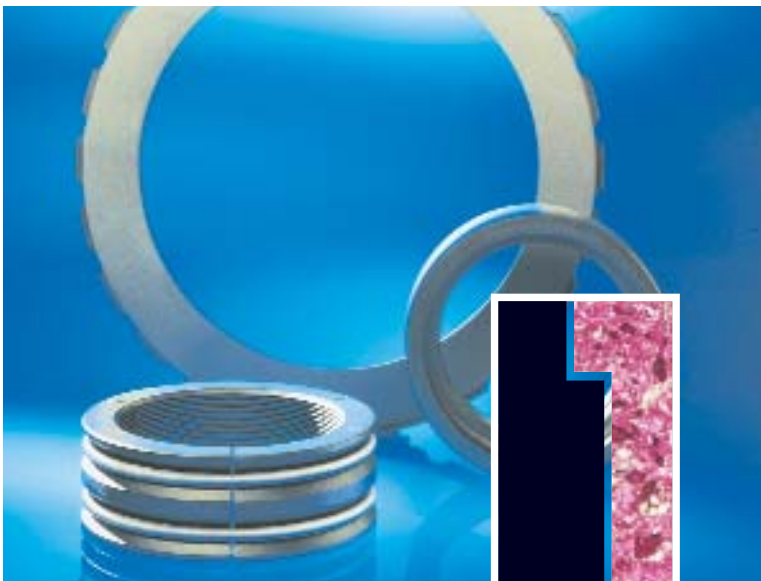


**Technologien
in
Kohlenstoff
und
Ingenieur-
keramik**



Tribologie von Gleitpaarungen

hart – weich



30.24/1997

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Schunk Ingenieurkeramik GmbH



Bei der Beschreibung von Gleitvorgängen werden Systeme mit und ohne Flüssigkeitsschmierung unterschieden.

In der Anwendung von Lagern und Gleitringen treten je nach Einsatzbedingungen beide Gleitmechanismen im Bereich der Mischreibung nebeneinander auf.

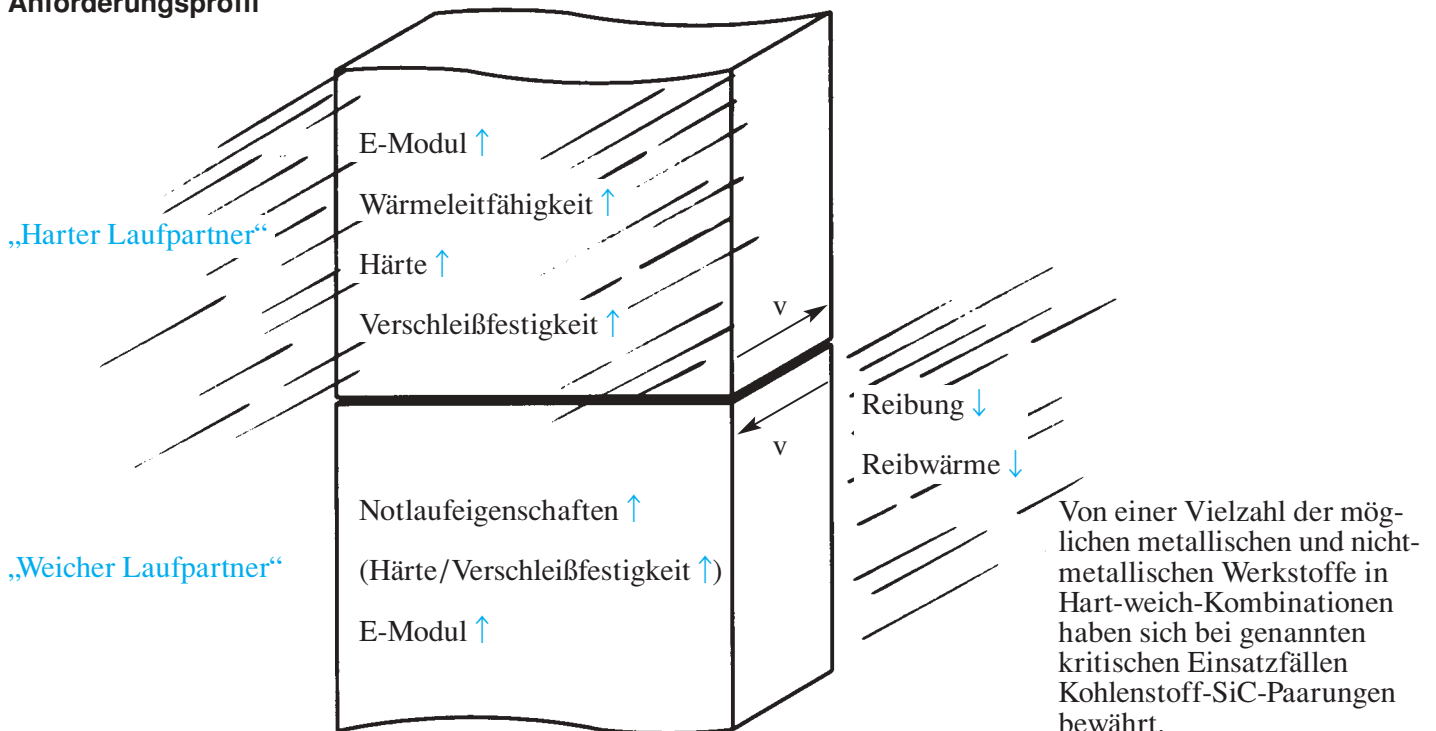
Geeignete Werkstoffe bzw. Werkstoffkombinationen müssen folglich neben guten Trockenlaufeigenschaften ein günstiges hydrodynamisches Verhalten bei Flüssigschmierung aufweisen.

Voraussetzung für eine günstige Hydrodynamik ist die definierte Geometrie des flüssigkeitsgefüllten Spaltes zwischen den Reibpartnern, woraus sich die Forderung nach einem hohen E-Modul ergibt, der unerwünschte Verformungen verhindert.

Reibungswärme kann die Schmiereigenschaften der Flüssigkeiten verschlechtern und ist möglichst schnell durch wenigstens einen Gleitpartner mit hoher thermischer Leitfähigkeit aus dem Spalt abzuführen.

Für den direkten Materialkontakt bei Trockenlauf werden ein niedriger Reibungskoeffizient und niedrige Verschleißraten gefordert. Bei sogenannten Hart-weich-Paarungen soll die Oberfläche des härteren Werkstoffes durch angepaßte Rauftiefe möglichst wenig abrasiv auf den weicheren Werkstoff wirken und durch ihre hohe Härte diese Eigenschaft möglichst lange behalten. Der Abtrag, der bei dem geringen Verschleiß des weicheren Partners entsteht, soll darüber hinaus als Festschmierstoff reibungsmindernd wirken.

Anforderungsprofil



Einige für den Konstrukteur wichtige Eigenschaften sind in den folgenden Grafiken dargestellt.

SiC-Werkstoffe:

- CarSIK-ST: drucklos gesintertes SiC mit definierter, geschlossener Porosität und universeller chemischer Beständigkeit bei gleichzeitig verbesserter Tribologie
- CarSIK-NT: reaktionsgebundenes SiC mit hervorragenden tribologischen Eigenschaften
- CarSIK-CT: reaktionsgebundenes SiC mit eingelagertem freiem Kohlenstoff und daraus resultierenden guten Notlaufeigenschaften.

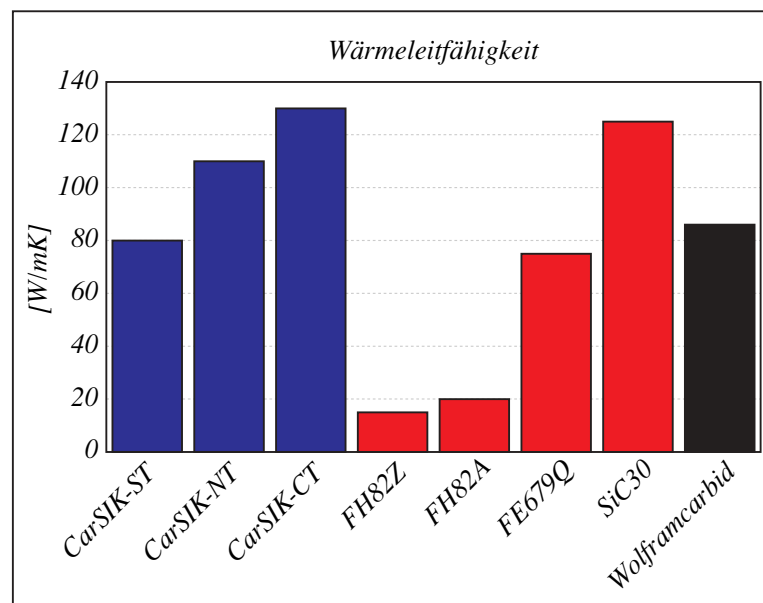
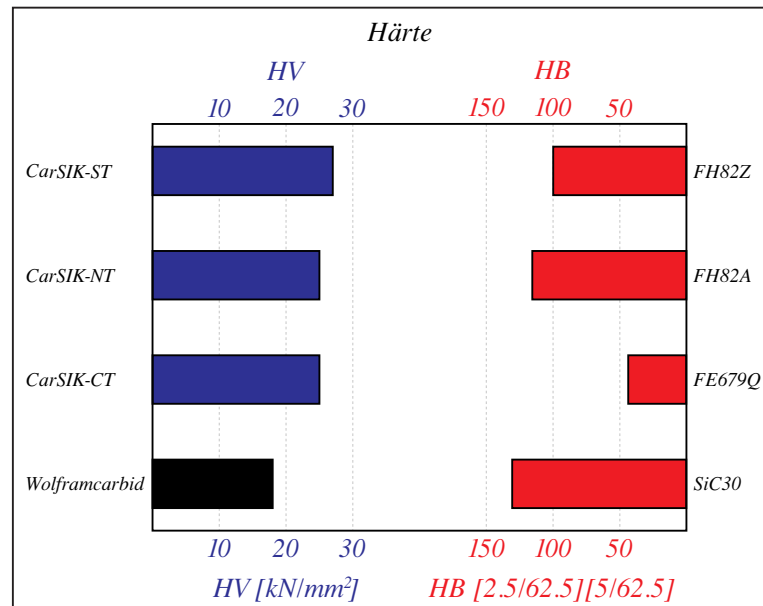
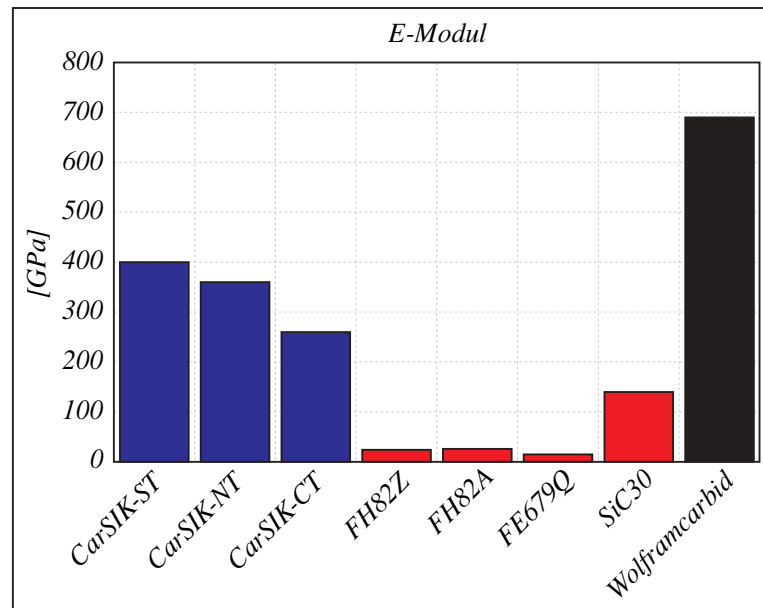
Kohlewerkstoffe:

- FH/FS: Kohlenstoff-Graphite oder Hartkohlen
- FE: Elektrographit (bspw. FE679QP für reinen Trockenlauf)

Eine Mittelstellung nimmt SiC30 ein (C-SiC-Composite-Werkstoff mit je ca. 50 Vol.-% Elektrographit und Siliziumcarbid).

Als Imprägniermedien, welche für die nötige Abdichtung sorgen, zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit beitragen und das tribologische Verhalten des Kohlenstoff-Graphits optimieren, seien als wichtigste genannt:

Kunstharz „Z“
und
Antimon „A“



Über die Materialeigenschaften lässt sich das Laufverhalten einer Paarung einstellen. Da auch die Wechselwirkung zwischen den Gleitpartnern, die durch unterschiedliche Werkstoff-

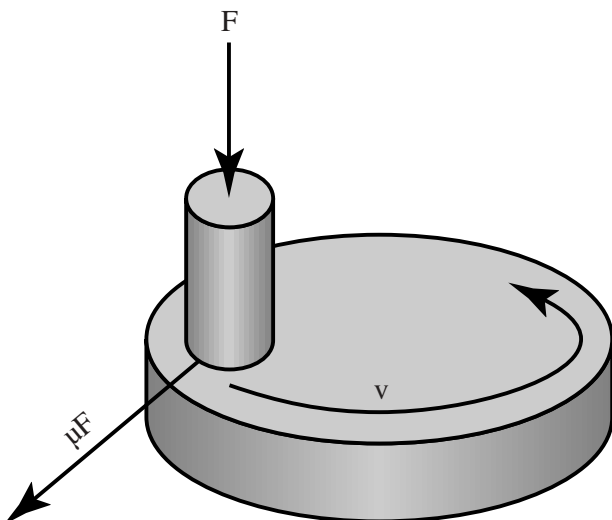
gefüge und Inhaltsstoffe gekennzeichnet ist, über die Eignung entscheidet, ist eine isolierte Betrachtung allerdings nicht ausreichend. Vielmehr ist die Paarung als System zu optimieren, wobei

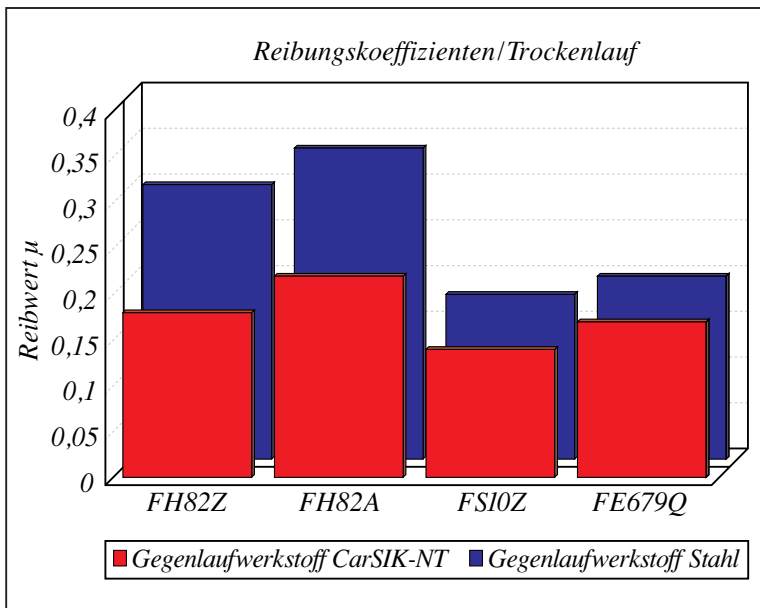
die abschließende Beurteilung der Eignung für Trockenlauf und Mischreibung erst durch anwendungstechnische Versuche möglich ist.

Trockenlaufversuche

Stift-Scheibe-Prüfstand

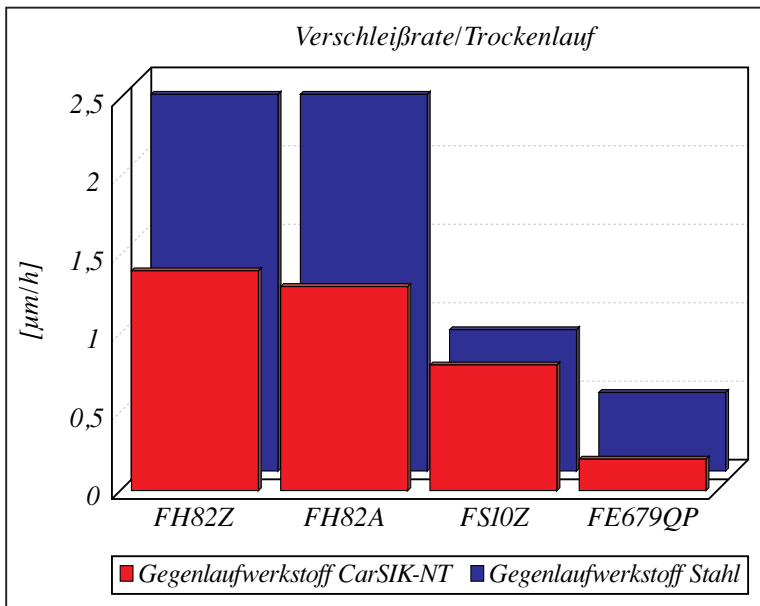
Flächenlast: 0,1 Mpa
Gleitgeschwindigkeit:
6 m/sec
Temperatur und relative
Luftfeuchte = konstant



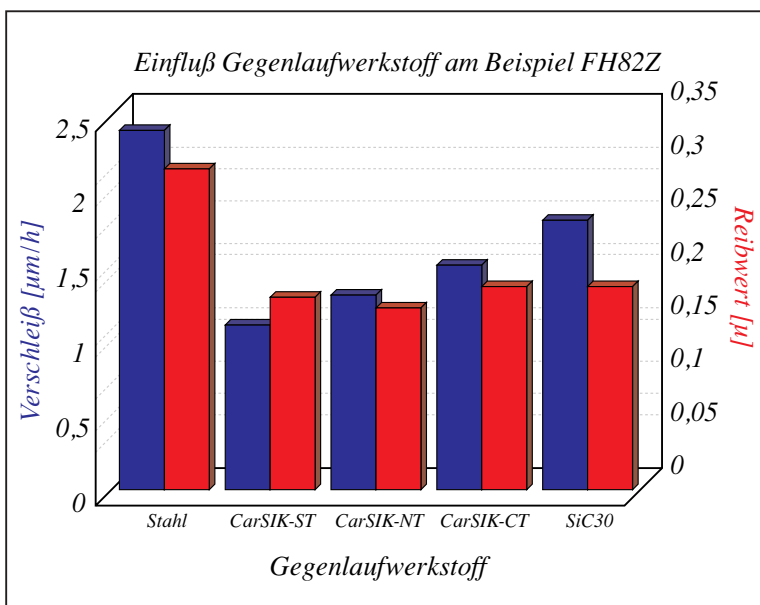


Die Reibungskoeffizienten gegen Stahl sind immer höher als gegen Siliziumcarbid.

Der Unterschied ist am größten für den Werkstoff FH82, da er die höchsten Anforderungen an die Härte des Gegenlaufpartners stellt. Der Reibwert wird sichtlich erhöht, wenn es bei weichem Stahl zu Riefenbildung kommt. In Folge steigt auch der Verschleiß.



Viel unkritischer verhält sich hier die FS10 sowie der Elektrographit, welche auch gegen relativ weiche Stähle trocken laufen.



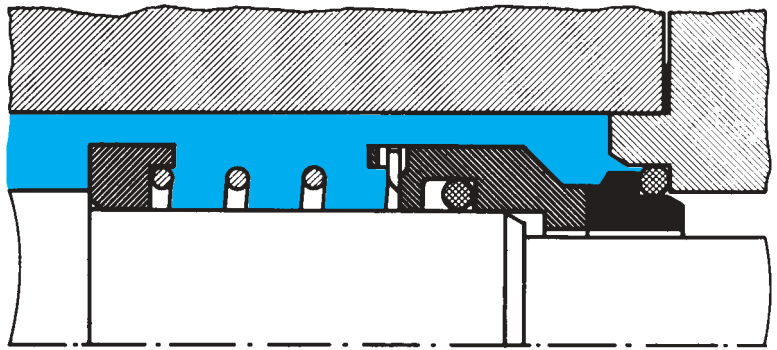
Vergleich der Gegenlaufwerkstoffe erfolgte mit FH82Z, da dieser Werkstoff unter den untersuchten die höchsten Anforderungen an den Gegenlaufpartner stellt.

Sehr gut verhalten sich alle SiC-Werkstoffe.

Naßlaufversuche

Hochdruck-Gleitringdichtungsprüfstand

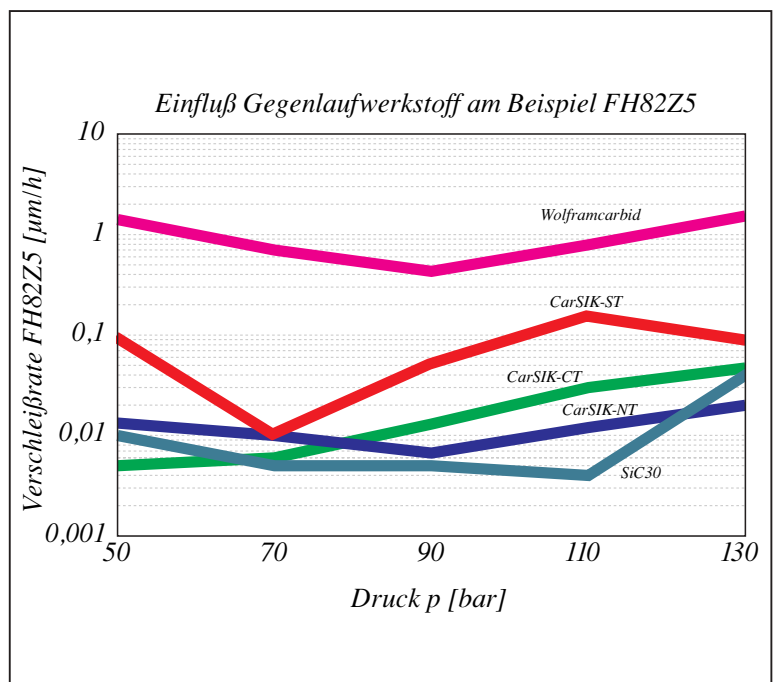
Medium:
Deionisiertes Wasser
Temperatur: 60 °C
Druck: bis 130 bar max.
Gleitgeschwindigkeit:
9 m/sec



Entlastete Gleitringdichtung



Gleitringdichtungsprüfstand



Fazit:

Reibung und Verschleiß im Trockenlauf werden durch harte SiC-Gegenauflflächen begünstigt, verglichen mit weichen Stählen. Der Einfluß

ist am größten im Falle von Kohlenstoff-Graphiten, welche ihrerseits hohe Härte und zum Teil abrasiv wirkende Bestandteile besitzen.

Im Naßlauf in Wasser überlagern sich abhängig vom Druck verschiedene Effekte und beeinflussen gemeinsam das Verschleißverhalten der

Kohle, hervorgerufen durch direkten Materialkontakt. Zu nennen seien hydrodynamische Effekte der Gefüge und Oberflächenstruktur sowie das Trockenlaufverhalten, insbesondere in Bereichen niedrigen Mediumdruckes und bei Mischreibungsteilen.

Bei hohen Drucken kommt es teilweise zu Deformation, vorwiegend der „weichen“ Kohlerringe. Hierdurch kann die Dichtspaltgeometrie beeinflusst werden, also auch die Hydrodynamik.

Die Versuche zeigen, daß eine deutliche Abhängigkeit des Laufverhaltens von der Werkstoffauswahl besteht. Dies ist hier gezeigt für unterschiedliche, harte Gegenlaufpartner am Beispiel FH82Z5.

In Wasser bei 60 °C verschleifen die SiC-Varianten den Kohlerring deutlich weniger. Wie die Grafik zeigt, liegen die Verschleißraten gegen SiC um ein bis zwei Größenordnungen unter denen gegen Wolframcarbid.

Es konnte gezeigt werden, daß die untersuchten Schunk-Werkstoffe die Anforderungen in der Lager- und Dichtungstechnik selbst bei extremen Betriebsbedingungen in hervorragender Weise erfüllen.

Optimieren Sie Ihre Leistung. Nutzen Sie die bewährte Qualität der Schunk-Produkte:

- anwendungsgerecht entwickelt
- keramikgerecht konstruiert
- qualitätsgesichert produziert

Als Spezialist für Kohlewerkstoffe und Ingenieurkeramik stehen wir Ihnen als zuverlässiger Partner zur Seite. Innovation, Service, technische Beratung und Planung. Fordern Sie uns.