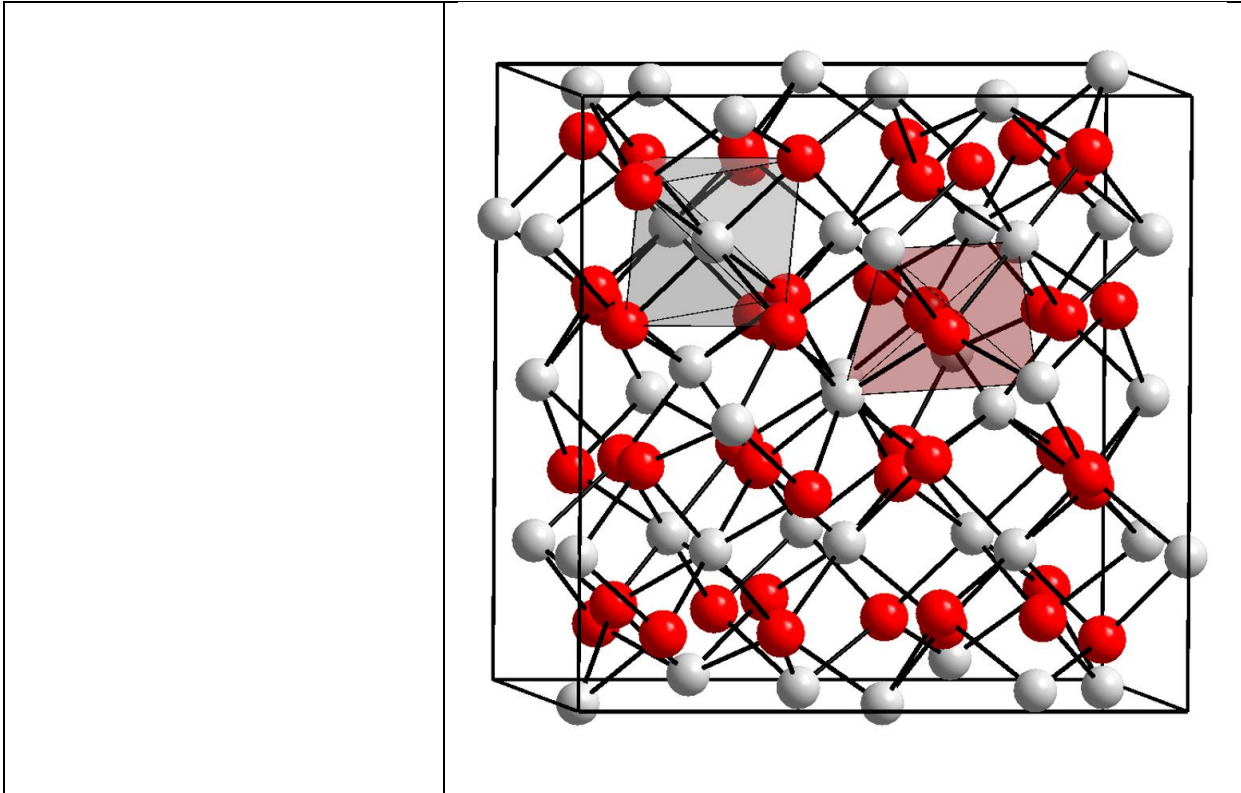


**Steckbrief der Verbindung Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>****Zahlen und Fakten**

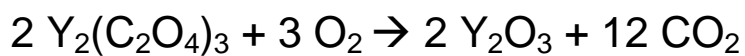
<b>Namen</b>	Yttrium(III)-oxid, Yttriumsesquioxid
<b>Chemische Formel</b>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Gruppe</b>	Metalloxide
<b>Molare Masse</b>	225,81 g* $\text{mol}^{-1}$
<b>Dichte</b>	5,01 g* $\text{cm}^{-1}$
<b>Aggregatzustand</b>	fest
<b>Löslichkeit</b>	nahezu unlöslich in Wasser, moderat löslich in starken Mineralsäuren
<b>Schmelzpunkt</b>	2410 °C
<b>Siedepunkt:</b>	4300 °C
<b>H- und P-Sätze</b>	keine
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-weißer, geruchsloser Feststoff (Pulver)</li><li>-thermodynamisch sehr stabil</li><li>-beständig gegenüber vielen reaktiven Metallschmelzen wie Titan oder Uran</li><li>-nicht brennbar</li></ul>
<b>Kristallstruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Brechungsindex: 1,93 bei 589,3 nm</li><li>-kubische Kristallstruktur im C-Oxid-Typ der Lanthanoide</li><li>-Gitterkonstante: a = 926,84 pm</li><li>-Raumgruppe: Ia3Strich (Nr. 206)</li></ul>



### ***Vorkommen***

Kommt natürlich als Bestandteil in verschiedenen Yttrium-mineralien, wie z.B. Samarskit oder Yttrobetafit vor.

### ***Gewinnung***



### ***Verwendung***

- Zur Stabilisierung von Zirkonium(IV)-oxid (z.B. für Lambda-Sonden)
- Zur Gewinnung von Yttrium und Synthese anderer Yttriumverbindungen
- Als Verbindung für hochtemperaturfeste Anwendung (z. B. als Beschichtungsmaterial für Graphit in der Kerntechnik,

Sicherheitshinweis: Wegen der Verwendung in der Kerntechnik steht es unter Ausfuhrkontrolle!

- Als Sinterhilfsmittel für keramische Materialien
- Verdünnungsmittel von Uranoxid für Brennstäbe (bildet mit Uranoxid eine feste Lösung)
- Als Ausgangsstoff für Hochtemperatursupraleiter und rot-emittierende Leuchtstoffe, z.B. für Kathodenstrahlröhren ( $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ ), LEDs ( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ) sowie Fluoreszenzlampen ( $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ )

### ***Stabilisierung von $\text{ZrO}_2$***

$\text{ZrO}_2$ -Keramiken, die durch  $\text{Y}_2\text{O}_3$  stabilisiert werden, sind Oxidionenleiter für Lambdasonden und Feststoffoxidbrennstoffzellen (SOFC). Eigentlich wechselt reines  $\text{ZrO}_2$  bei 1100 °C in das kubische  $\text{CaF}_2$ - Gitter und bildet dabei Risse. Durch Stabilisierung mit  $\text{Y}_2\text{O}_3$  bildet sich die  $\text{ZrO}_2$ - Hochtemperaturmodifikation aus.

9 - 9,5 mol-%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  stabilisiert  $\text{ZrO}_2$  in der kubischen Phase bei über 1000 °C. Bei geringeren Y-Konzentrationen bilden sich metastabile Phasen sowie Mischkristalle aus der kubischen und monoklinen Phase. Diese erzeugen eine innere Vorspannung im Gefüge und sorgen dadurch für eine gute thermische Wechselbeständigkeit.

Teilstabilisiertes  $\text{ZrO}_2$ :

4YSZ: Mit 4 mol-%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  teilstabilisiertes  $\text{ZrO}_2$

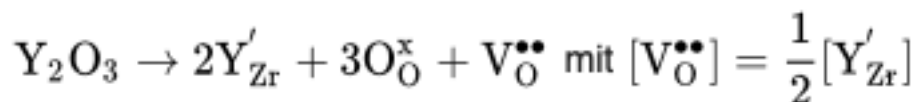
Vollstabilisiertes  $\text{ZrO}_2$ :

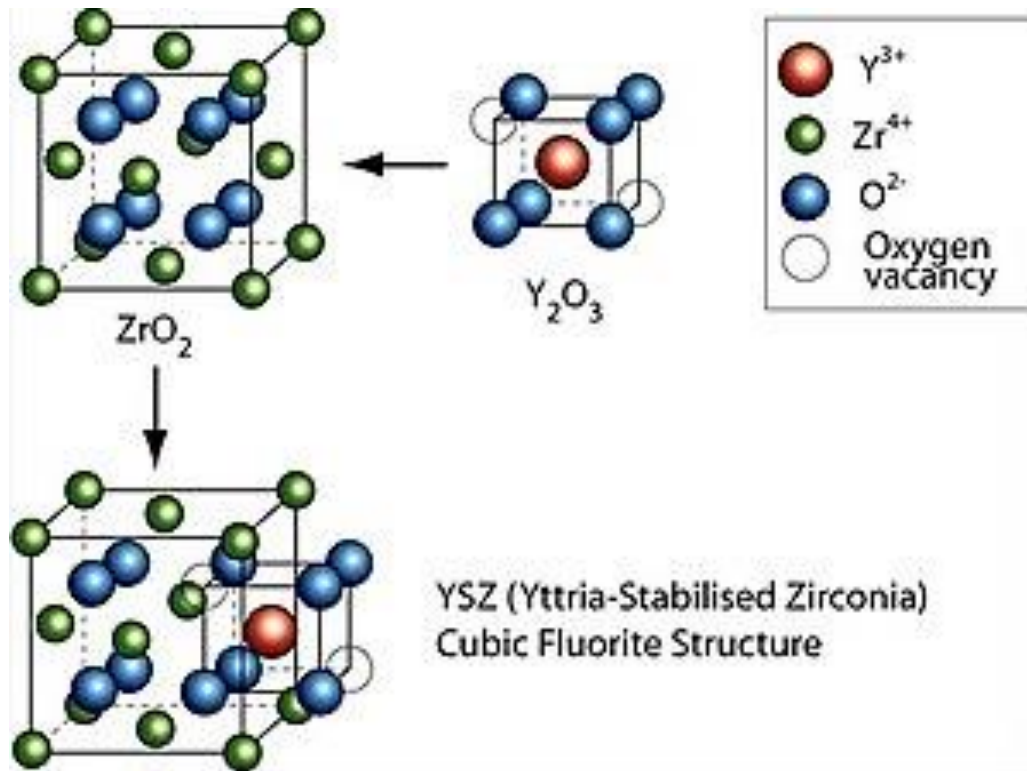
8YSZ: Mit 8 mol-%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  vollstabilisiertes  $\text{ZrO}_2$

8YDZ: 8 - 9 mol-%  $\text{Y}_2\text{O}_3$ - dotiertes  $\text{ZrO}_2$  (dasselbe Material wie 8YSZ, allerdings stabilisiert 8YSZ nicht vollständig kubisch und zersetzt sich bis 1200 °C chemisch und mikrostrukturell)

*Saustoffionenleitfähigkeit und deren Degradation:*

Zirkoniumionen liegen im YSZ in der Oxidationsstufe +4 vor. Durch Dotierung mit  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , was eine geringe Oxidationsstufe hat (+3), entstehen Sauerstofffehlstellen durch die Erhaltung der Ladungsneutralität im Kristall. Dabei ersetzen die  $\text{Y}^{3+}$ -Ionen die  $\text{Zr}^{4+}$ -Ionen aus dem Kationengitter:





Pro zwei  $\text{Y}_3^+$ -Ionen wird eine Sauerstoffstelle geschaffen. Durch das Hin- und Herspringen von Sauerstoffionen auf diese freien Leerstellen im elektrischen Feld wird eine hohe Sauerstoffleitfähigkeit bei gleichzeitig hohem elektrischem Widerstand für Elektronentransport ( $8\text{YSZ} > 1 \text{ S/m}$ ) ermöglicht. Und aufgrund dieser hervorragenden Transporteigenschaften wird YSZ als Feststoffelektrolyt in z.B. Hochtemperaturbrennstoffzellen eingesetzt.

Es wurde herausgefunden, dass 8YSZ/ 8YDZ, obwohl es nicht vollständig kubisch stabilisiert, unabhängig von der Temperatur im Bereich von 800 - 1200 °C den höchsten Leitwert für Sauerstoffanionen im  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ -System aufweist.

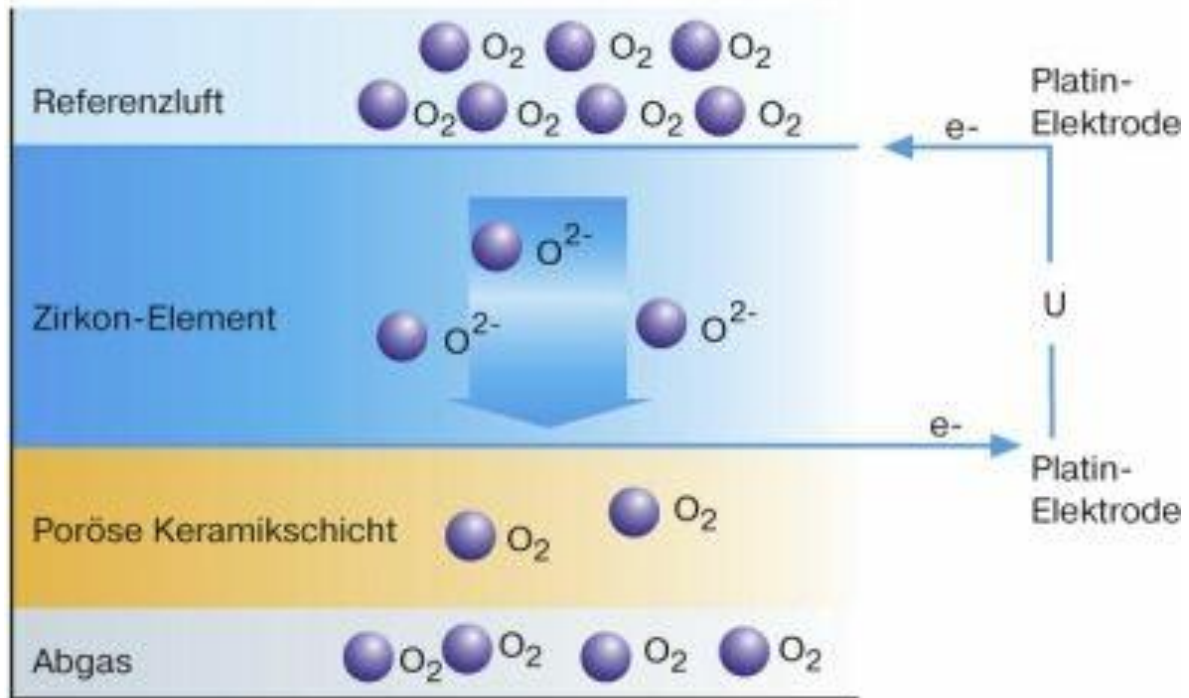
## ***Lambda-Sonde***

Ist ein Sauerstoffkonzentrationssensor, welcher das Verhältnis von Luft zu Kraftstoff im Abgas bestimmt. Die Lambdasonde misst den Restsauerstoffgehalt des Abgases und sorgt für eine optimale Gasmischung.

Der keramische Sensor, der aus einem  $ZrO_2$ -Keramicrohr (ca. 15 mm lang, 7 mm dick, 1 mm Wandstärke) besteht, hat zwei Seiten: Die eine Seite ist dem Abgasstrom ausgesetzt, die andere Seite liegt an einer Sauerstoffreferenz. Für die Sauerstoffreferenz wird die Umgebungsluft verwendet, entweder durch Öffnung an der Sonde, über Zuleitung oder über den Stecker.

Hinzuzufügen ist, dass das  $ZrO_2$ -Keramicrohr aus Zusatz von 3 mol-%  $Y_2O_3$  in seiner tetragonalen Modifikation (verzerrte  $CaF_2$ -Struktur) stabilisiert wird und mit einer porösen Platin/ Keramik-Schicht (Cermet-Schicht) beschichtet ist. Die Yttrium-dotierte  $ZrO_2$ -Keramik der Lambdasonde wird bei einer Temperatur von über 300 °C für doppelt negative Sauerstoffanionen leitend, die durch die Keramik durchtreten können. Dadurch wird ein Konzentrationsunterschied erreicht und eine Ionendiffusion zum Abgas erzeugt. Die Elektronen, die zur Ionisierung der Sauerstoffatome führen, werden von den elektrisch leitfähigen Elektroden geliefert. Zwischen den innen und außen angebrachten Platinelektroden ist eine elektrische Spannung

messbar, die sogenannte Sondenspannung, die an das Motorsteuergerät weitergeleitet wird.



Die Spannung ( $U$ ) ist proportional zum Sauerstoffgehalt.

## Quellen

Holleman Wiberg „Lehrbuch der organischen Chemie“, 102. Auflage, S. 712

<https://www.strategic-elements.com/produkte/yttriumoxid/> (Stand: 01.05.2019, 14:01 Uhr)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Yttriumoxid> (Stand: 01.05.2019, 14:08 Uhr)

[http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_de/005930.xml?f=templates\\$fn=default-doc.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/005930.xml?f=templates$fn=default-doc.htm$3.0) (Stand: 01.05.2019, 14:12 Uhr)

<https://www.chemie.de/lexikon/Yttrium%28III%29-oxid.html> (Stand: 01.05.2019, 14:22 Uhr)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040609069901102> (Stand: 01.05.2019, 14:24 Uhr)

[https://books.google.de/books?id=FCYjBAAAQBAJ&pg=PA205&lpg=PA205&dq=lambdasonde+y2o3&source=bl&ots=yfF2iS3RX9&sig=ACfU3U2\\_ZnDOsFbcbh2g7g1YIVfACPM40Q&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwiD5qfNj4TiAhXP0KQKHZzIAjA4ChDoATA CegQIBRAB#v=onepage&q=lambdasonde%20y2o3&f=false](https://books.google.de/books?id=FCYjBAAAQBAJ&pg=PA205&lpg=PA205&dq=lambdasonde+y2o3&source=bl&ots=yfF2iS3RX9&sig=ACfU3U2_ZnDOsFbcbh2g7g1YIVfACPM40Q&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwiD5qfNj4TiAhXP0KQKHZzIAjA4ChDoATA CegQIBRAB#v=onepage&q=lambdasonde%20y2o3&f=false) (Stand: 05.05.2019, 12:35 Uhr)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Zirconium\(IV\)-oxid#Stabilisierung](https://de.wikipedia.org/wiki/Zirconium(IV)-oxid#Stabilisierung)  
(Stand: 05.05.2019, 13:22 Uhr)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Yttria-stabilized\\_zirconia](https://en.wikipedia.org/wiki/Yttria-stabilized_zirconia) (Stand: 05.05.2019, 13:23 Uhr)

<https://www.mein-autolexikon.de/abgasanlage/lambdasonde.html> (Stand: 05.05.2019, 13:23 Uhr)

<https://www.chemie.de/lexikon/Lambdasonde.html> (Stand: 09.05.2019, 12:56 Uhr)

<https://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/abgas/lambda/lambda1.htm> (Stand 09.05.2019, 13:31 Uhr)