

4.2 Härte

Bestimmt wurde die Vickershärte (HV 0.05) über den gesamten Querschnitt der Probe mit einer Prüflast von 50 p (490.3 mN Prüfkraft) bei einer Belastungsdauer von 30 Sekunden.

Die Meßwerte der einzelnen Versuchsreihen sind im Tabellenanhang (Tab. 66-71) aufgeführt.

4.2.1 Vickershärte der Legierung Porta P6

In der folgenden Tabelle (Tab. 16) ist eine Übersicht der Ergebnisse für die Legierung Porta P6 aufgeführt.

Serie	Mittelwert [HV 0,05]	Minimum [HV 0,05]	Maximum [HV 0,05]	Stdabw [HV 0,05]	Var- koeff. [%]	Beschreibung
Serie 1.1	216	158	246	17	8	100% Neumetall
Serie 1.2	198	136	236	25	13	66% Neumetall
Serie 1.3	246	183	280	19	8	100% Neumetall Keramik
Serie 1.4	230	136	268	21	9	66% Neumetall Keramik

Tab. 16: Vickershärte der hochgoldhaltigen Vergleichslegierung Porta P6 aus 100 %- und 66 % Neumetall, mit oder ohne Simulation keramischer Brände (Keramik).

Abb. 17 zeigt die Ergebnisse für die Legierung Porta P6 mit 100 % Neumaterial.

Abb. 18 zeigt die Ergebnisse für die Legierung Porta P6 mit 66 % Neumaterial.

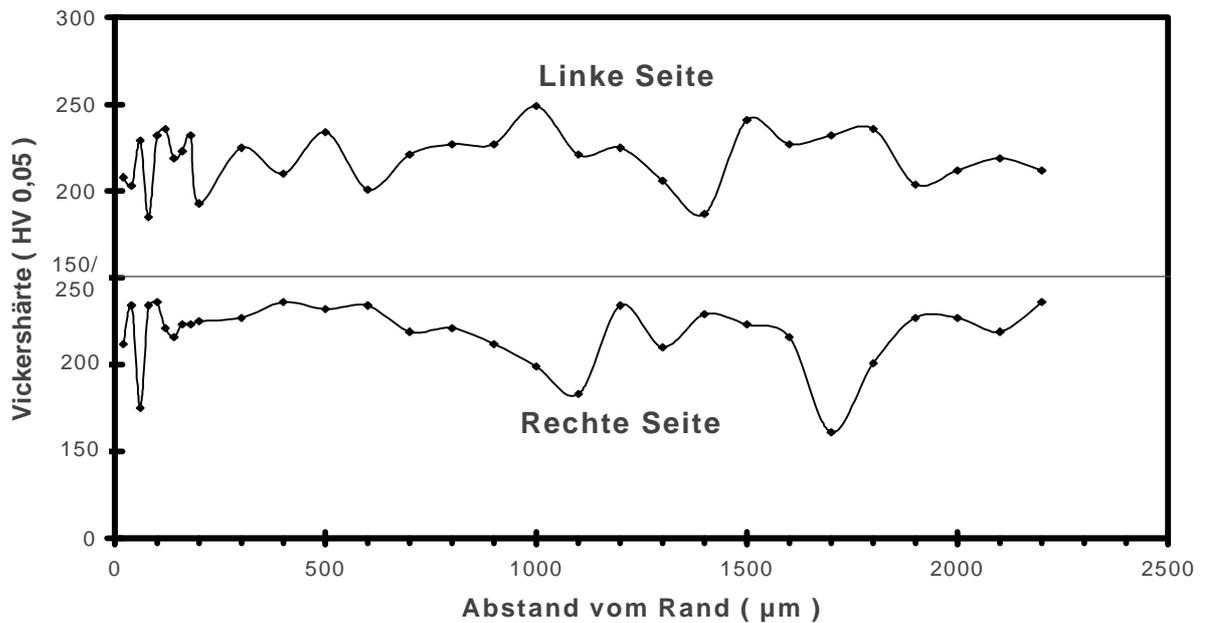
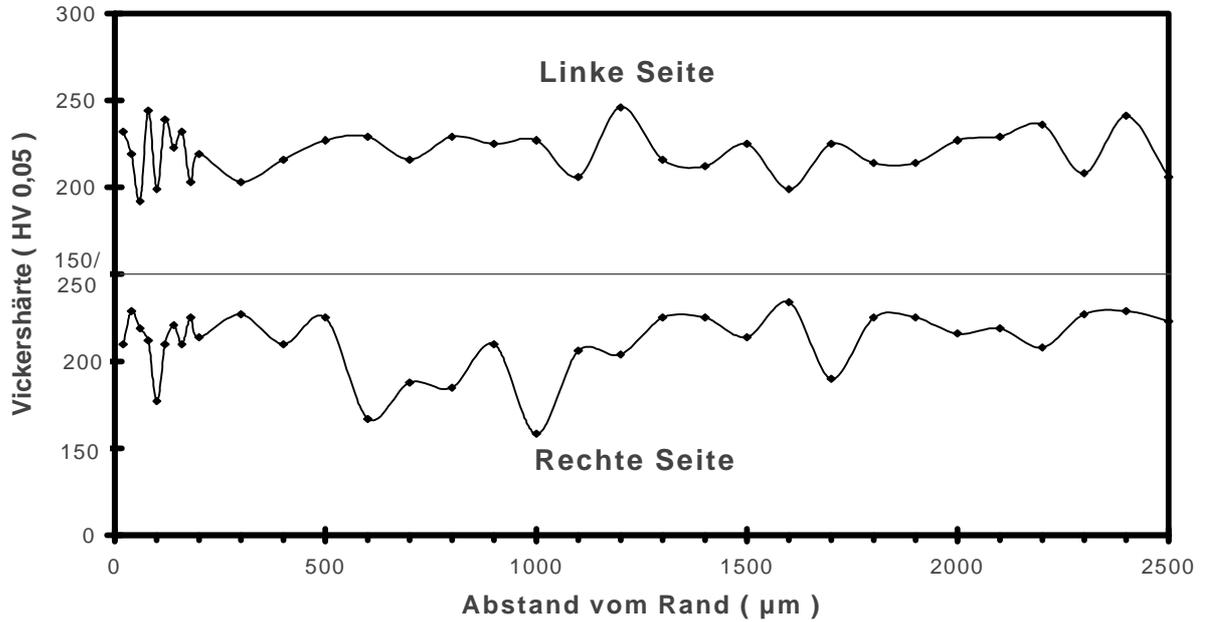


Abb. 17, 18: Grafische Darstellung der Vickershärte der Vergleichslegierung Porta P6, aus 100 % Neumetall (oben) und 66 % Neumetall (unten), rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

Der Mittelwert der Vickershärte beträgt bei 100 % Neumaterial HV 0,05 = 216 bei einer Standardabweichung von 17.

Bei 66 % Neumetall ist der Mittelwert HV 0,05 = 198, mit einer Standardabweichung von 25 (Tab. 16).

Abb. 19 zeigt eine grafische Darstellung der Ergebnisse für die Legierung Porta P6, 100 % Neumaterial mit Simulation keramischer Brände. Abb. 20 zeigt die Ergebnisse für die Legierung Porta P6, 66 % Neumaterial mit Simulation keramischer Brände.

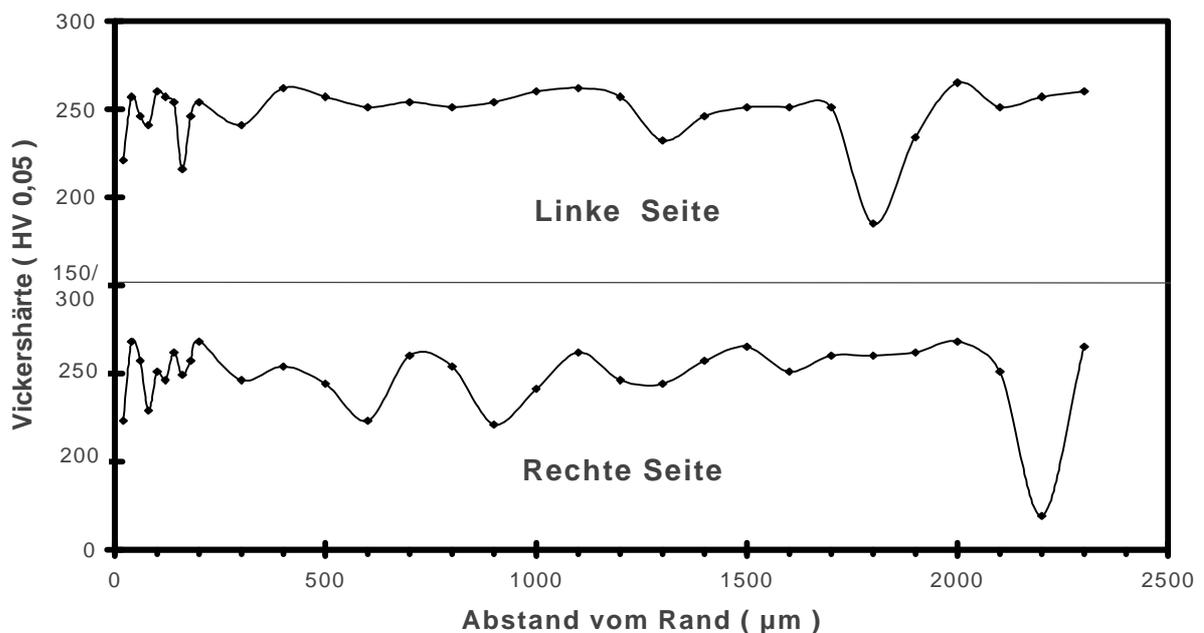


Abb. 19: Graphische Darstellung der Vickershärte der Vergleichslegierung Porta P6, 100 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

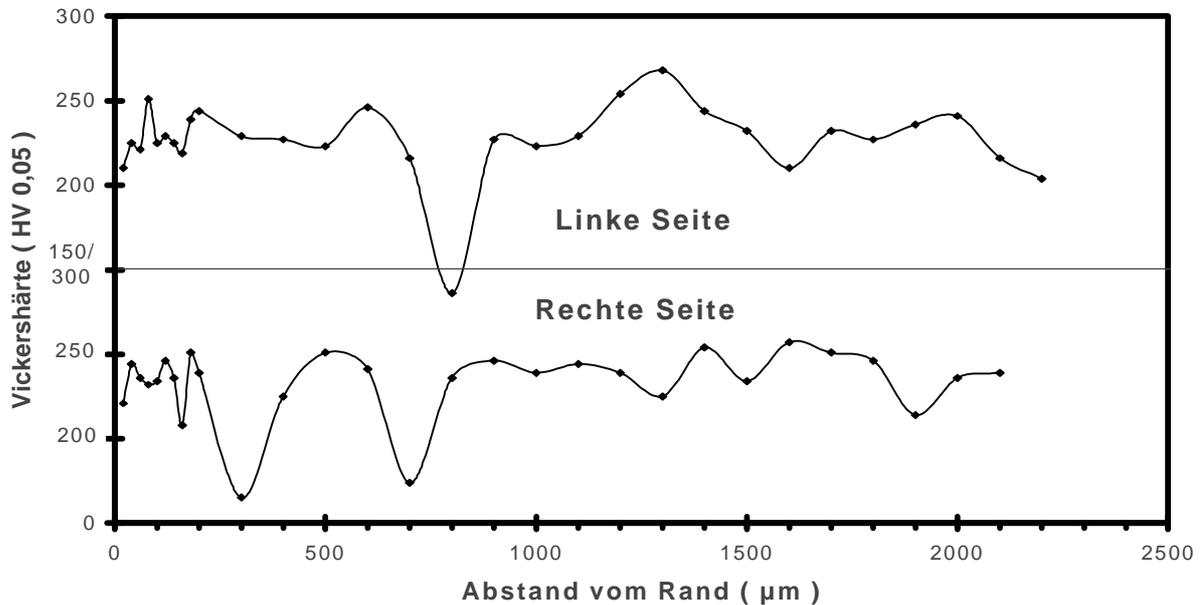


Abb. 20: Graphische Darstellung der Vickershärte der Vergleichslegierung Porta P6, 66 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

Nach einer Simulation keramischer Brände beträgt der Mittelwert der Vickershärte bei 100 % Neumaterial $HV\ 0,05 = 246$, mit einer Standardabweichung von 19, bei 66 % Neumetall ist der Mittelwert $HV\ 0,05 = 230$, mit einer Standardabweichung von 21 (Tab. 16). Eine Erhöhung der Härte nach Keramikbränden ist erkennbar. Die Randmessungen ergaben keine Besonderheiten und zeigen bis auf den ersten Randwert mit dem Mittelwert vergleichbare Ergebnisse. Der am Rand zuerst gemessene Wert erscheint immer im unteren Härtebereich, was sich durch den am Rand geringer entgegengesetzten Widerstand des Einbettkunststoffes erklären läßt.

Auffällig sind die teilweise auftretenden abrupten Abfälle der Härte, die auf Lunker und Inhomogenitäten schließen lassen.

4.2.2 Vickershärte der Gold-Titan-Legierungen

Stellvertretend für alle untersuchten Gold-Titan-Legierungen und die gemessenen Vickershärten werden je Versuchsdurchlauf zwei repräsentative graphische Darstellungen gewählt, um die für die Gold-Titan-Legierungen typischen Härteverläufe zu zeigen.

Die Meßwerte der einzelnen Versuchsreihen sind im Tabellenanhang (Tab. 67-71) aufgeführt.

Abb. 21 und 22 zeigen grafische Darstellungen der Ergebnisse für die Versuchsreihe aus 100 % Neumaterial.

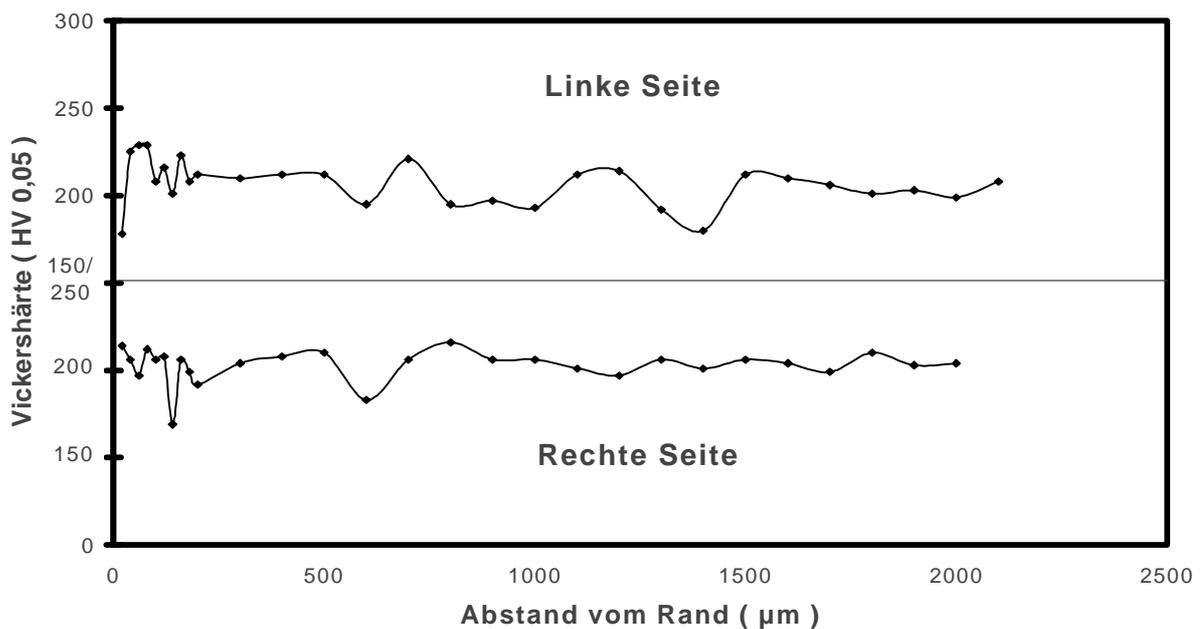


Abb. 21: Graphische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierungen Esteticor Vision, 100 % Neumetall, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

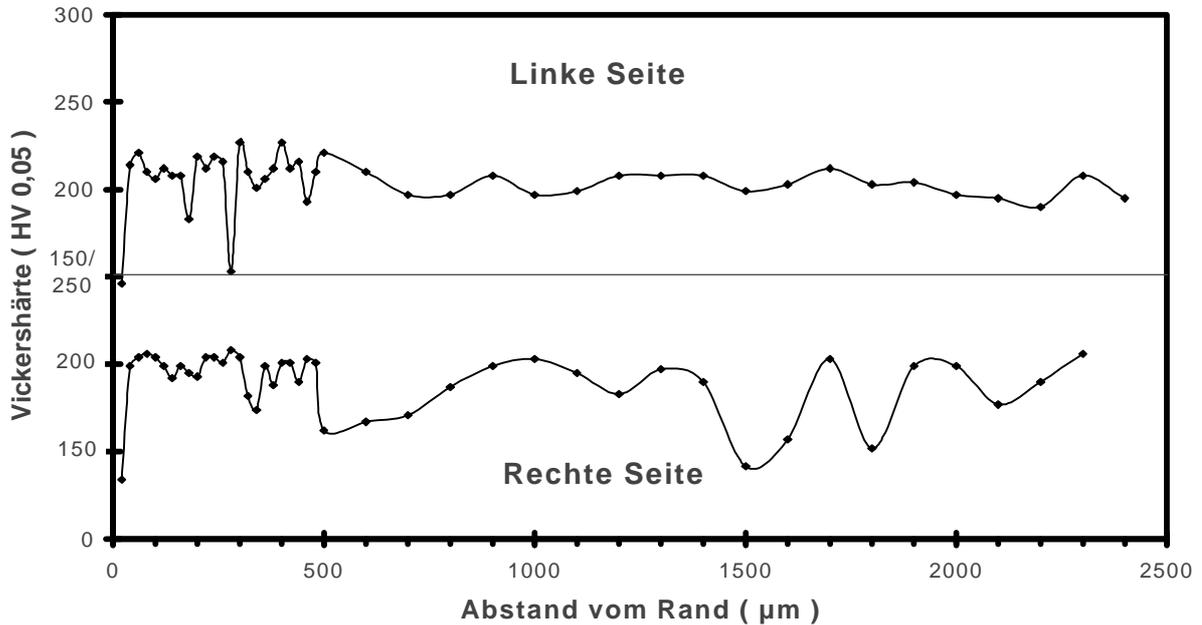


Abb. 22: Graphische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierungen Biotrend 210, 100 % Neumetall, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

Der Mittelwert der Vickershärte beträgt bei der Legierung Esteticor Vision aus 100 % Neumaterial $HV\ 0,05 = 205$, bei einer Standardabweichung von 11 (Tab. 17).

Bei der Legierung Biotrend 210 aus 100 % Neumaterial ist der Mittelwert $HV\ 0,05 = 198$, mit einer Standardabweichung von 18 (Tab. 17).

Der am Rand gemessene Wert liegt auch hier im unteren Wertebereich.

Abb. 23 und 24 zeigen grafische Darstellungen der Ergebnisse für die Versuchsreihe aus 66 % Neumaterial.

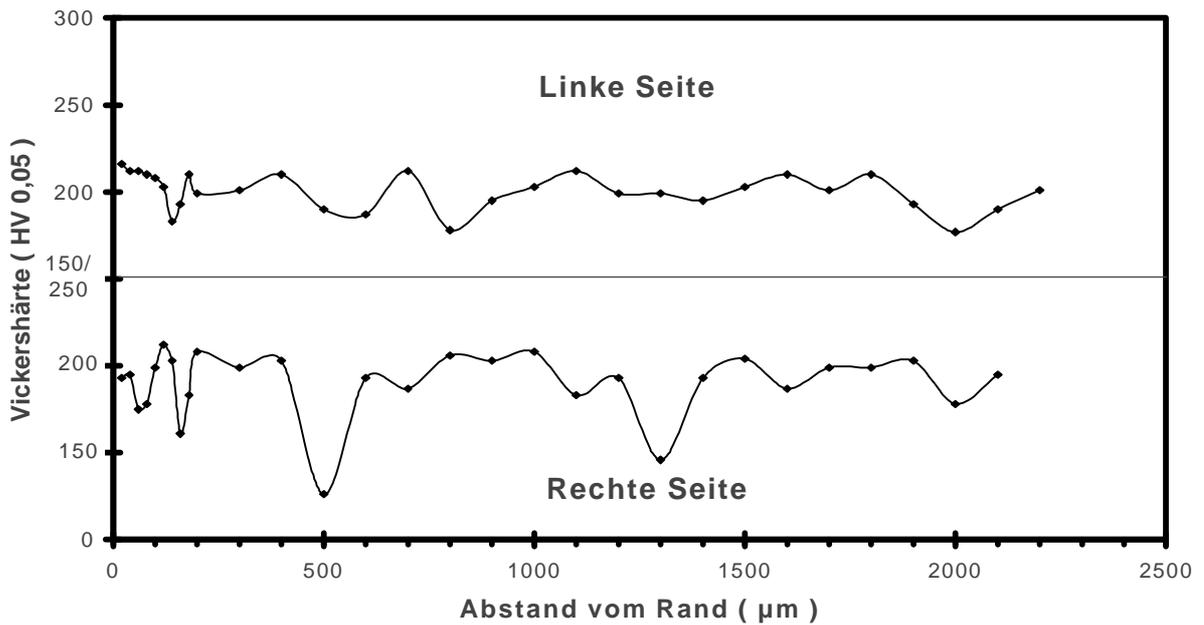
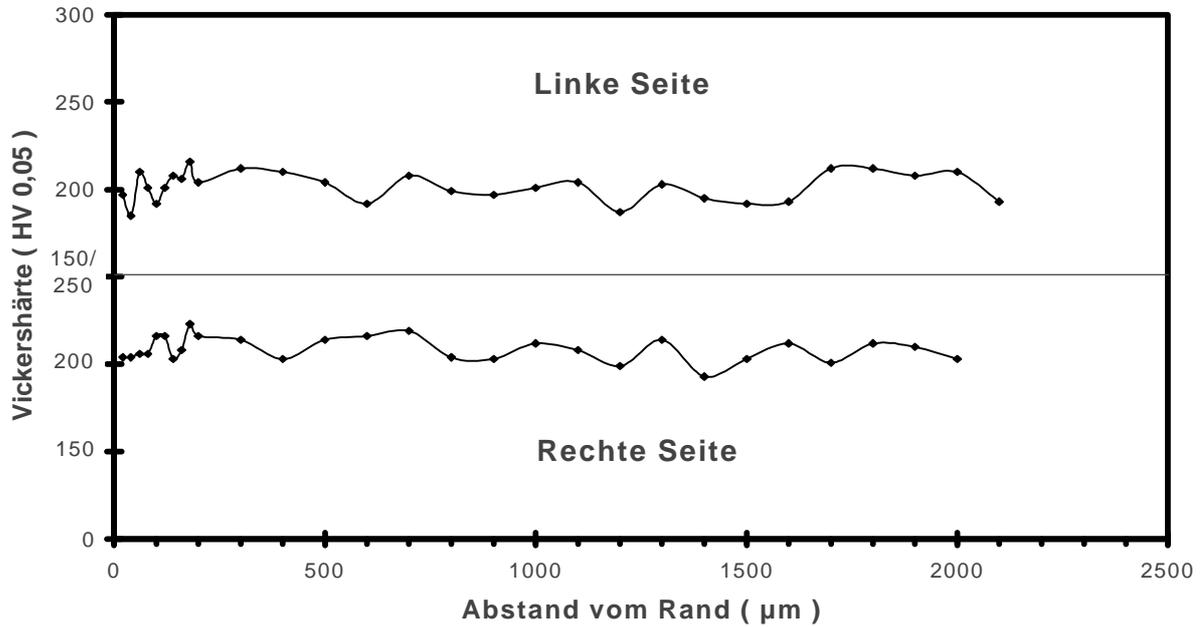


Abb. 23, 24: Graphische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierungen BiOr 17 aus 66 % Neumetall, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

Der Mittelwert der Vickershärte beträgt bei der Legierung BiOr 17 aus 66 % Neumaterial $HV_{0,05} = 205$ (Abb. 23) und $HV_{0,05} = 195$ (Abb. 24), bei einer Standardabweichung von 8 (Abb. 23) und 16 (Abb. 24).

Auffällig sind die in Abbildung 23 teilweise auftretenden abrupten Abfälle der Härte.

Abbildung 25 und 26 zeigen die Ergebnisse für die Versuchsreihe aus 100 % Neumaterial mit Simulation keramischer Brände.

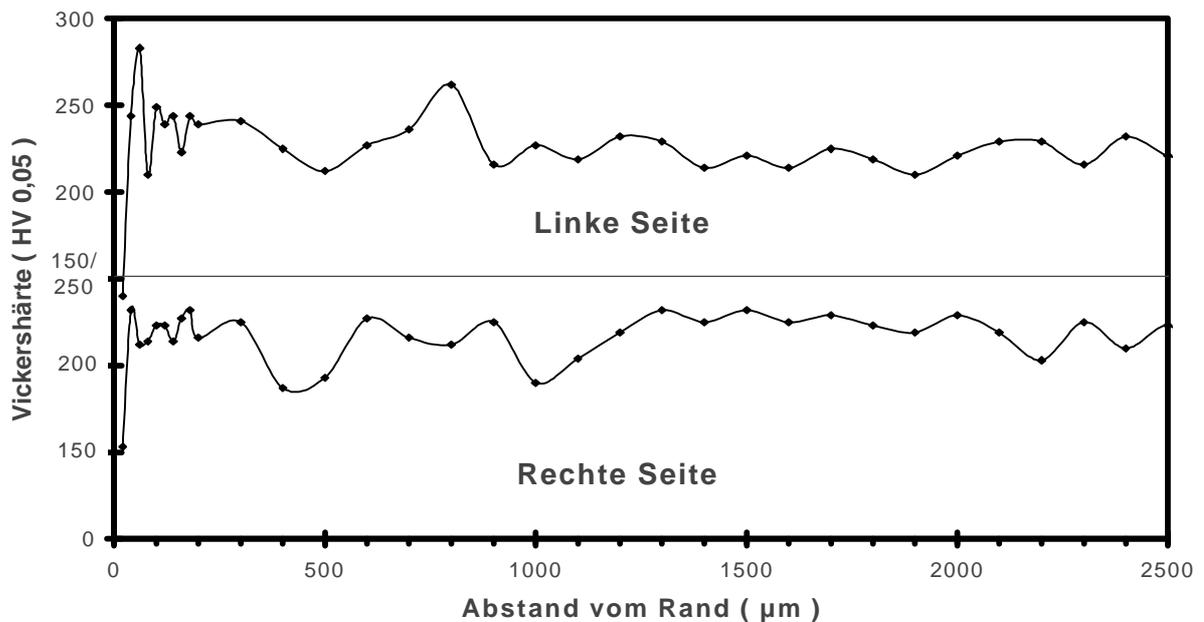


Abb. 25: Grafische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierung Biotrend 210 aus 100 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände. Über den Querschnitt der Probe rechts und links bis zur Mitte gemessen.

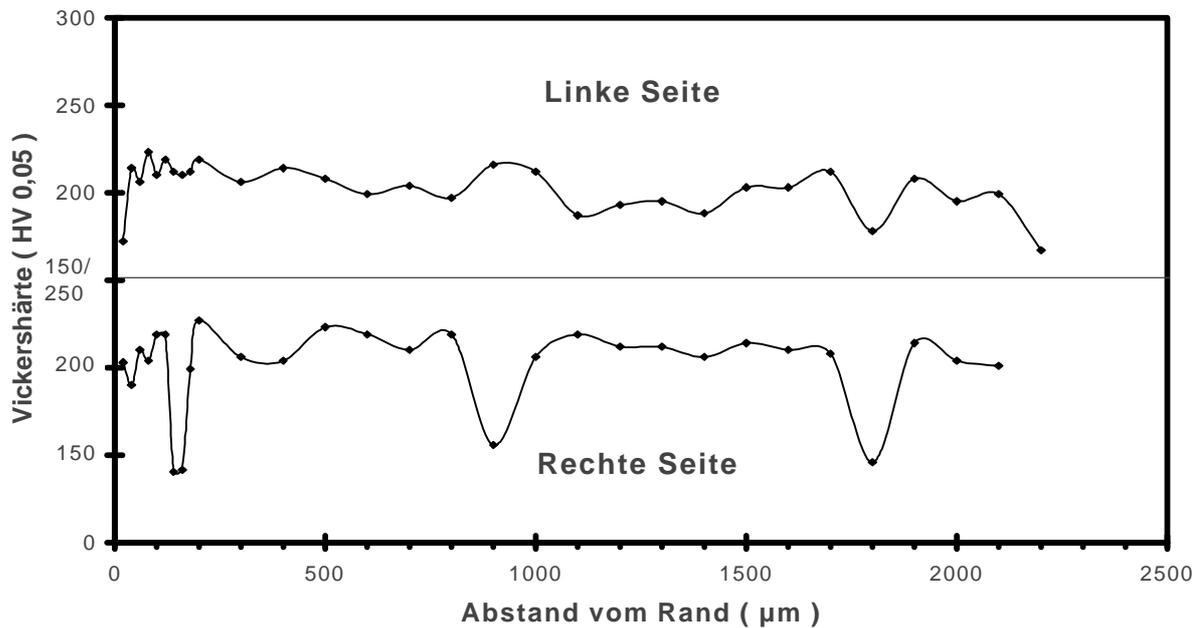


Abb. 26: Grafische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierung Esteticor Vision aus 100 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände. Über den Querschnitt der Probe rechts und links bis zur Mitte gemessen.

Der Mittelwert der Vickershärte beträgt bei der Legierung Biotrend 210 aus 100 % Neumaterial, nach Simulation keramischer Brände $HV\ 0,05 = 221$, mit einer Standardabweichung von 19 (Tab. 17). Bei der Legierung Esteticor Vision aus 100 % Neumaterial nach Simulation keramischer Brände liegt der Mittelwert bei $HV\ 0,05 = 202$, mit einer Standardabweichung von 19 (Tab. 17). Der am Rand gemessene Wert liegt auch hier im unteren Wertebereich.

Abb. 27 und 28 zeigen die Ergebnisse für die Versuchsreihe aus 66 % Neumaterial mit Simulation keramischer Brände.

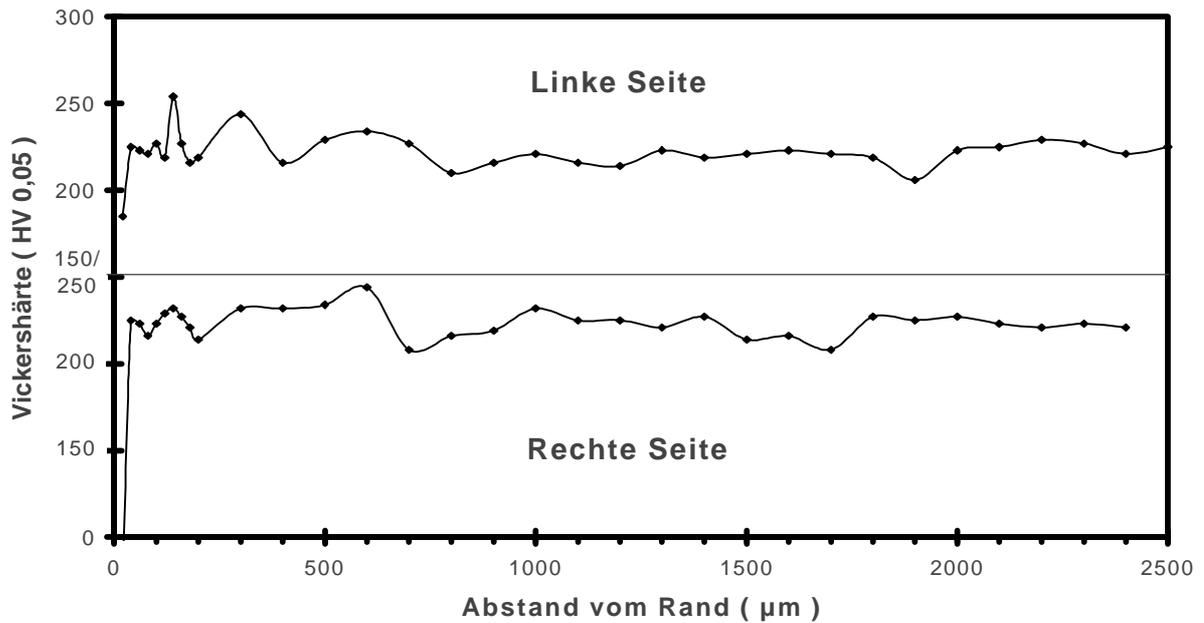


Abb. 27: Graphische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierung Biotrend 210, aus 66 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

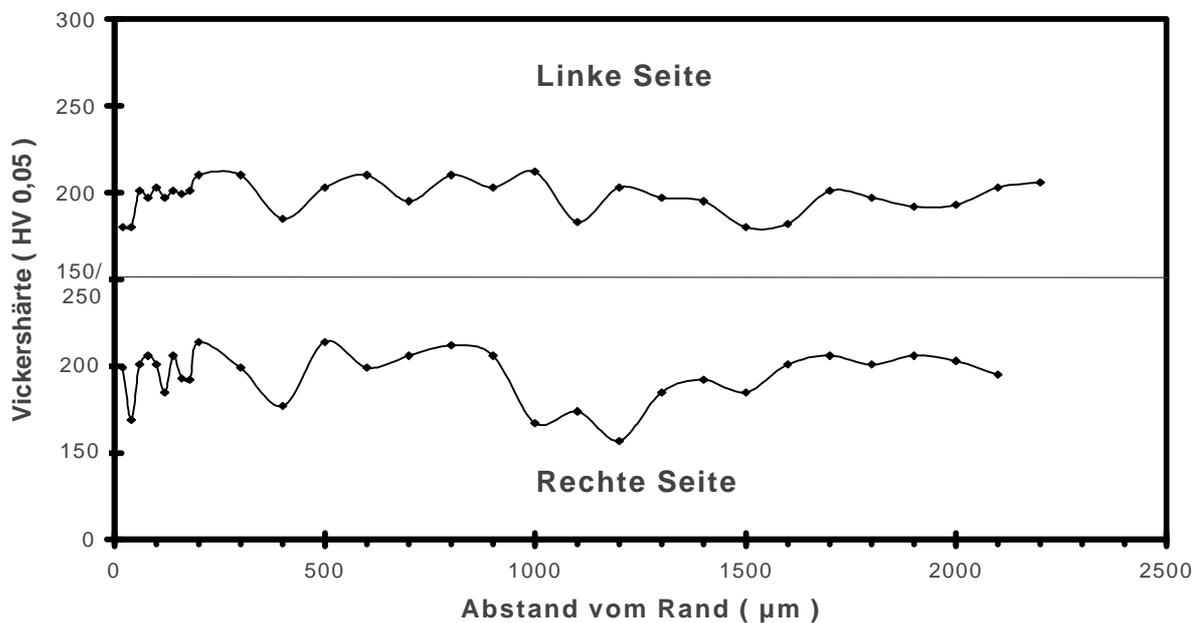


Abb. 28: Graphische Darstellung der Vickershärte der Gold-Titan-Legierung Esteticor Vision, aus 66 % Neumetall mit Simulation keramischer Brände, rechts und links beginnend vom Rand über den Querschnitt der Probe bis zur Mitte gemessen.

Der Mittelwert der Vickershärte beträgt bei der Legierung Biotrend 210 aus 66 % Neumaterial nach Simulation keramischer Brände $HV\ 0,05 = 221$, mit einer Standardabweichung von 20 (Tab. 17). Bei der Legierung Esteticor Vision aus 66 % Neumaterial nach Simulation keramischer Brände liegt der Mittelwert bei $HV\ 0,05 = 196$, mit einer Standardabweichung von 12 (Tab. 17).

Die nur teilweise auftretenden abrupten Abfälle der Härte, sind auch bei den Gold-Titan-Legierungen auffällig.

Die Randmessungen ergaben auch bei den Gold-Titan-Legierungen keine Besonderheiten und zeigen bis auf den ersten Randwert mit dem Mittelwert vergleichbare Ergebnisse.

In der folgenden Tabelle (Tab. 17) ist eine Übersicht der Ergebnisse für die ausgewählten Gold-Titan-Legierungen aufgeführt.

Serie	Mittelwert [HV 0,05]	Minimum [HV 0,05]	Maximum [HV 0,05]	Stdabw [HV 0,05]	Var- koeff. [%]	Beschreibung
Serie 5.1	205	169	229	11	6	100%Neumetall
2.1	198	134	227	18	9	
Serie 3.2	205	185	223	8	4	66%Neumetall
3.2	195	126	216	16	8	
Serie 2.3	221	140	283	19	9	100% Neumetall
6.3	202	140	227	19	10	Keramik
Serie 2.4	221	78	254	20	9	66% Neumetall
6.4	196	157	214	12	6	Keramik

Tab. 17: Vickershärten der graphisch dargestellten Gold-Titan-Legierungen aus 100 %- und 66 % Neumetall, mit oder ohne Simulation keramischer Brände (Keramik).

Der Hersteller gibt für die Referenzlegierung Porta P6 eine Härte von HV 5 = 200 und nach Aushärtung von HV 5 = 230 an.

Für die Gold-Titan-Legierung Biotrend 210 gibt der Hersteller eine Härte von HV 5 = 190 nach dem Guß und nach Vergütung von HV 5 = 230 an.

Der Hersteller der Legierung BiOr 17 gibt eine Härte von HV 5 = 230 nach Aushärtung und von HV5 = 210 nach dentalkeramischer Verblendung an.

Bei der Legierung Esteticor Vision wird vom Hersteller eine Härte von HV 5 = 190 nach dem Guß und von HV 5 = 210 nach dentalkeramischer Verblendung angegeben.

4.2.3 Vergleich der Legierungen

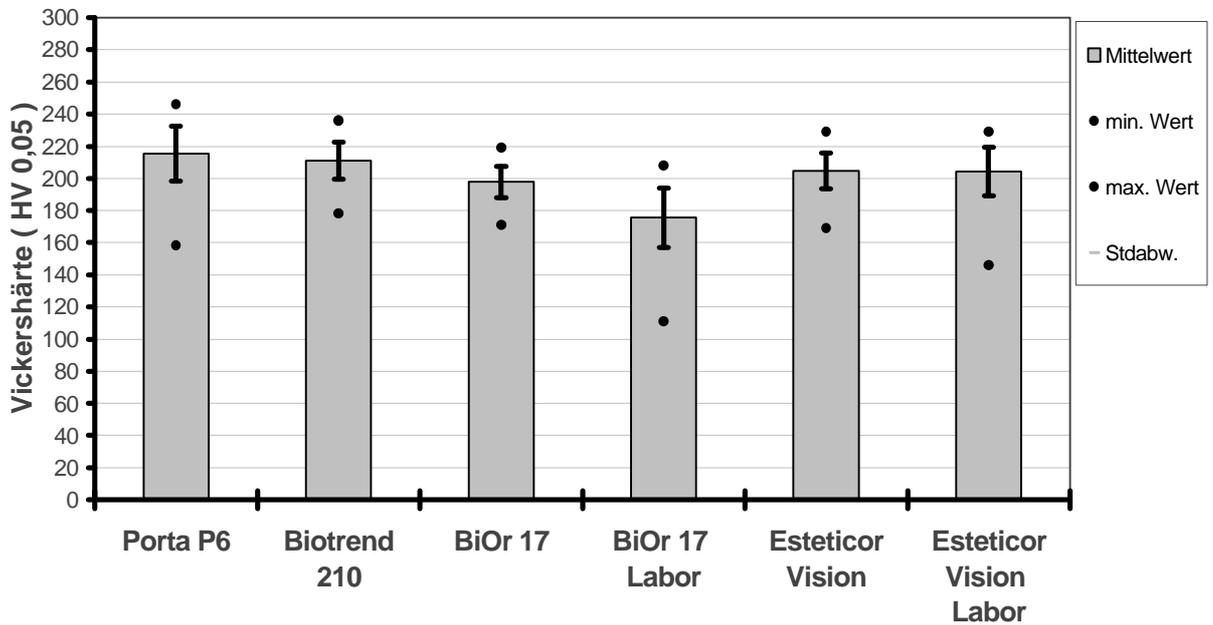
Die Härtewerte der Gold-Titan-Legierungen liegen ohne simulierte keramische Brände, mit Ausnahme der Serie BiOr 17, laborgefertigt, nahe bei denen der Vergleichslegierung. Größere Streubreiten der Gold-Titan-Legierungen sind besonders bei der Versuchsreihe aus nur 66 % Neumetall zu beobachten.

Die Reduzierung des Neumetallanteils von 100 % auf 66 % scheint eine Härteabsenkung von etwa HV 0,05 = 10 zu bewirken. Dies entspricht auch der Härteabsenkung der Vergleichslegierung.

Die Legierung Porta P6 erfährt durch die Simulation keramischer Brände eine Härtesteigerung von HV = 40 bei 100 % Neumetall.

Durch die Simulation keramischer Brände kommt es nicht einheitlich bei allen Gold-Titan-Legierungen zu einer Steigerung der Vickershärte wie bei der Referenzlegierung. Es nimmt aber die Streuung zu, dies gilt besonders für die Ergebnisse der Legierungen aus 66 % Neumetall, nach der Simulation keramischer Brände.

100 % Neumaterial



66 % Neumaterial

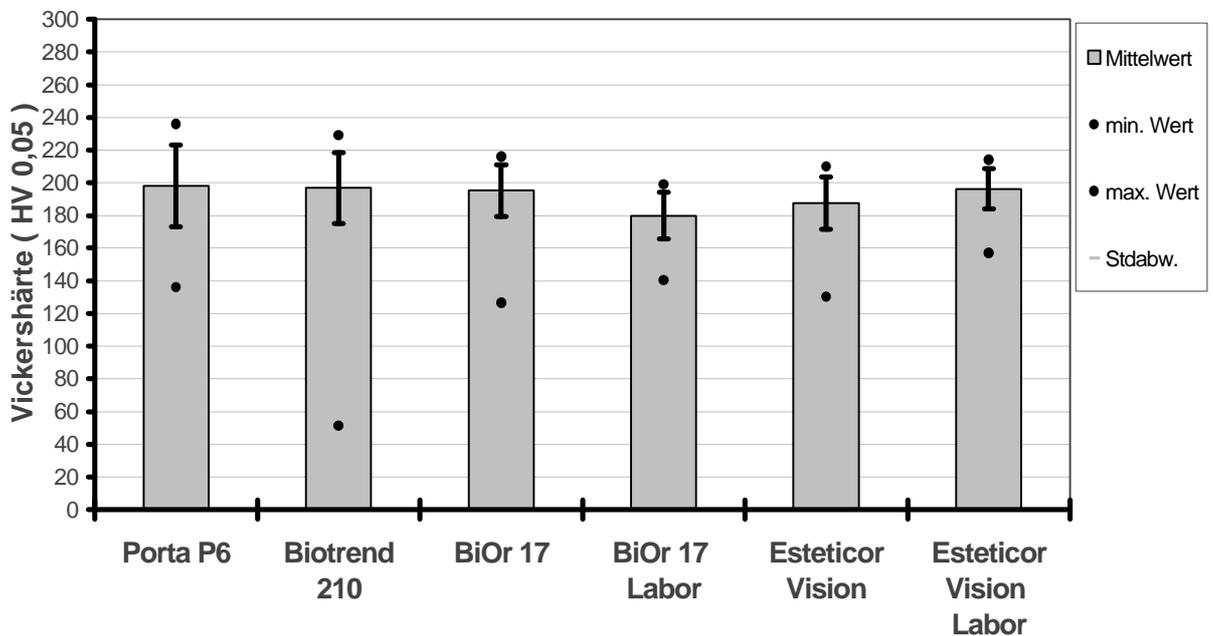
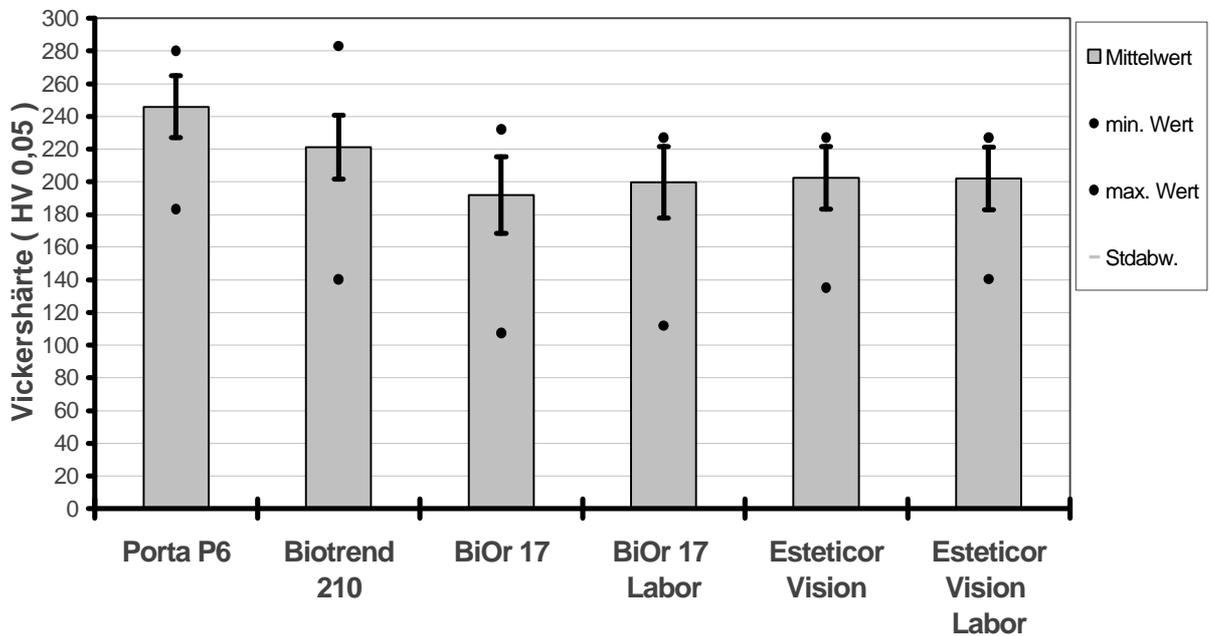


Abb. 29, 30: Graphische Darstellung der Vickershärte aller untersuchten Legierungen, ohne Simulation keramischer Brände aus 100 % Neumetall (oben) und aus 66 % Neumetall (unten).

100 % Neumaterial - Keramik



66 % Neumaterial - Keramik

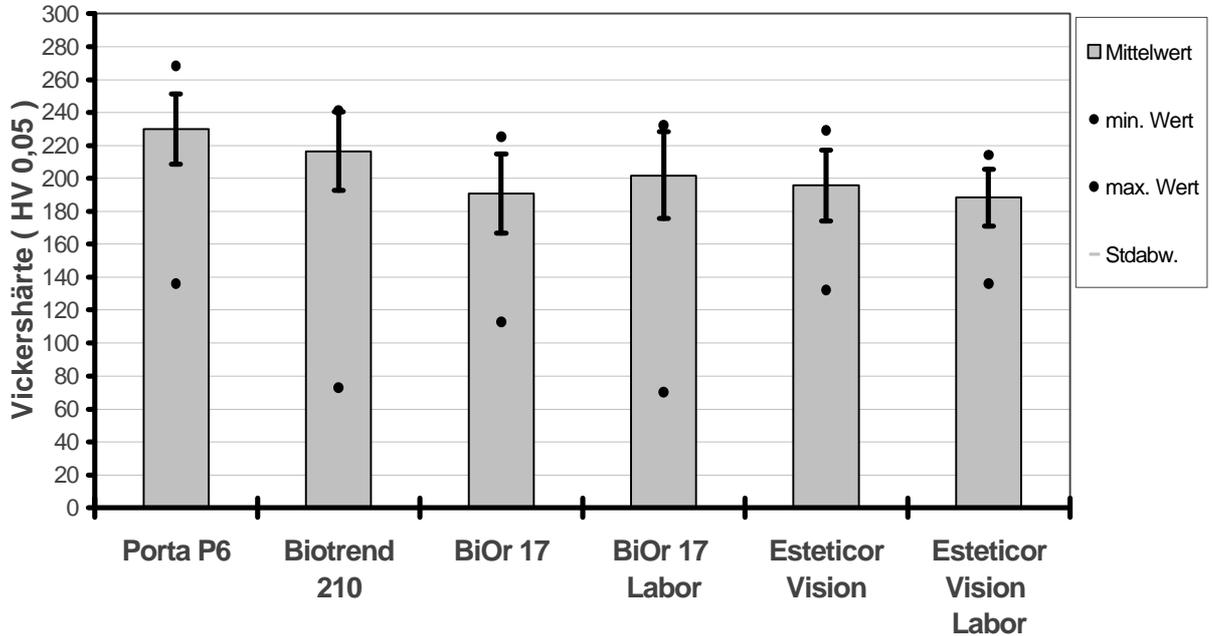


Abb. 31, 32: Graphische Darstellung der Vickershärte aller untersuchten Legierungen, nach der Simulation keramischer Brände aus 100 % Neumetall (oben) und aus 66 % Neumetall (unten).

Die Mittelwerte werden hier durch einzelne Extremwerte zum Teil stark nach unten beeinflusst.

Eine Reduzierung des Neumetallanteils auf 66 % führt zu sehr starken Streuungen, die nach der Durchführung keramischer Brände im Extremfall weniger als ein Drittel der Ausgangshärte ausmachen.

Alle untersuchten Gold-Titan-Legierungen weisen eine ausreichende Härte auf, die sich mit den Härten klinisch bewährter Legierungen vergleichen lassen, wenn mit 100 % Neumetall gearbeitet wird.