

Restaurationen sind individuelle Einzelstücke	Für die computergestützte Herstellung von Restaurationen wurden CAM- und Rapid-Prototyping-Verfahren aus der Industrie für die Anwendung in der Zahnheilkunde adaptiert. Dabei unterscheiden sich in der Patientenversorgung einige Aspekte von den üblichen industriellen Rahmenbedingungen. Zum einen sind zahnmedizinische Restaurationen stets individuelle Einzelstücke, während in der Industrie in der Regel mindestens Kleinserien gefertigt werden. Des Weiteren sind die präparierten Zähne nicht klar geometrisch zu definieren, es handelt sich immer um sogenannte Freiformflächen. Die Formen eines Zahnes oder einer Präparation können ein Fertigungsverfahren an seine technologischen Grenzen bringen. So ist es zum Beispiel nicht möglich, scharfe Kanten einer Inlaypräparation im Bereich des Okklusalkastens in entsprechende Keramikspitzen umzusetzen (siehe auch Kapitel 4 „Präparation“). Zum anderen werden auch an die zu verarbeitenden Werkstoffe besondere Anforderungen hinsichtlich der Biokompatibilität und Mundbeständigkeit gestellt.
Technologische Grenzen bei Freiformflächen	
Werkstoffanforderungen	
Subtraktive Verfahren: Schleifen	In der Anfangszeit der CAD/CAM-Technologie standen subtraktive Verfahren, vor allem das Schleifen, im Vordergrund. Die meisten keramischen Restaurationen werden auch heute noch subtraktiv durch Schleifen der Restauration aus präfabrizierten Blöcken im teil- oder dichtgesinterten Zustand herausgearbeitet. Die Rapid-Prototyping-Technologien, die seit der Jahrtausendwende zunehmend Einzug in die Zahnheilkunde halten, arbeiten alle additiv. Die Restaurationen und andere Therapiemittel werden dabei schichtweise aufgebaut. Die unterschiedlichen Rapid-Prototyping-Technologien (RP) sind für verschiedene Materialien zum Einsatz in der Zahnheilkunde geeignet (Tab. 9.1).
Additive Verfahren: Rapid-Prototyping-Technologien	

Rapid-Prototyping-Technologie	Materialien
Selektives Lasersintern (SLS oder SLA)	Thermoplaste, Metallpulver (EM, EMF)
Fused Deposition Modeling (FDM)	Thermoplaste
Stereolithographie (STL oder SLA)	Photopolymere
Laminated Object Modeling (LOM)	Papier → kein Einsatz in der Zahnheilkunde
Electron Beam Melting (EBM)	Titan, Titanlegierung → kein Einsatz in der Zahnheilkunde, Fertigungstoleranzen ca. +/-0,4 mm, geeignet für medizinische Implantate
3D-Drucken (3D Printing, 3DP)	Wachs, Thermoplaste

Tab. 9.1

Übersicht über die Rapid-Prototyping-Technologien und die mit ihnen zu verarbeitenden Werkstoffe, die in der Zahnheilkunde zum Einsatz kommen

Die Herstellungsverfahren, sowohl konventionelle als auch CAD/CAM- und Rapid-Prototyping-Technologien, können in direkte und indirekte, additive und subtraktive Formgebungsverfahren unterteilt werden (Abb. 9.1).



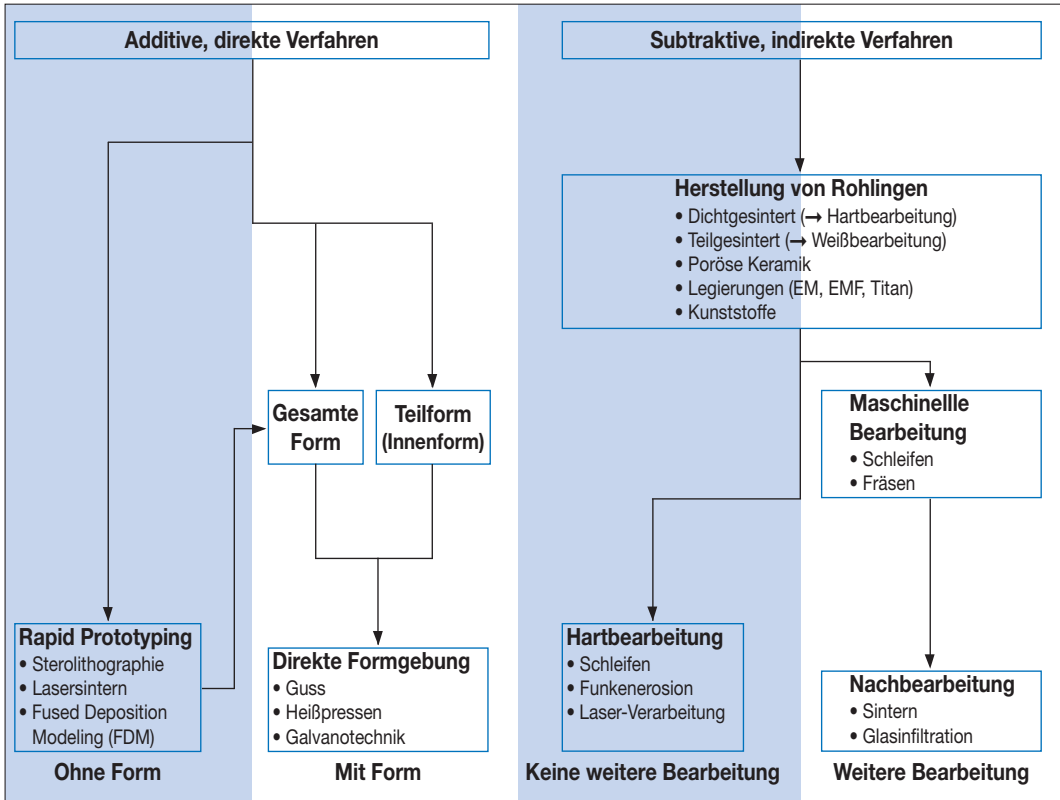


Abb. 9.1

Einteilung der Fertigungsverfahren nach Rudolph, Quaaas und Luthardt