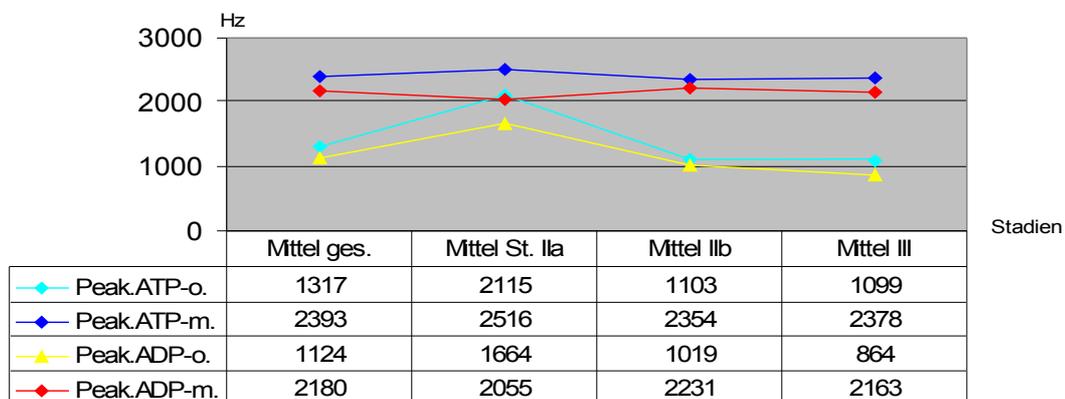


## 4 Diskussion

In Anlehnung an die Studien verschiedener Arbeitsgruppen (24, 56, 57, 58, 59, 60, 61) wurde untersucht, ob sich eine Korrelation der Differenzen der mit und ohne pulsatile Dopplerdruckmessung (PDDM) bestimmten Durchblutungswerte und den Differenzen der prä- und postinterventionell gemessenen Verschlussdopplerdrücke belegen ließ.

Als Parameter wurden herangezogen: die Rate of Change (Steigung) und der Peak Flow (maximale Signalechofrequenz) der duplexsonographisch abgeleiteten Spektralkurven mit und ohne PDDM, sowie die prä- und posttherapeutischen Verschlussdrücke über den Aa. tibialis posterior und dorsalis pedis.

Bei Betrachtung der Mittelwerte für den Peak Flow aller Stadien zusammen imponierte bereits eine Frequenzzunahme um ca. 80%. Wurden die einzelnen Stadien isoliert betrachtet, fiel auf, daß im Stadium IIa nach *Fontaine* die mit dem Pulsgenerator erzeugten Werte nur wenig über den spontan gemessenen maximalen Flußwerten lagen. Mit zunehmender Schwere der Erkrankung kam es jedoch zu deutlichen Unterschieden der mit und ohne Einsatz des PGR aufgezeichneten maximalen Flußkurven. Die Werte wurden dabei sowohl im Stadium IIb als auch im Stadium III im Mittel wenigstens verdoppelt (Abb. 21).



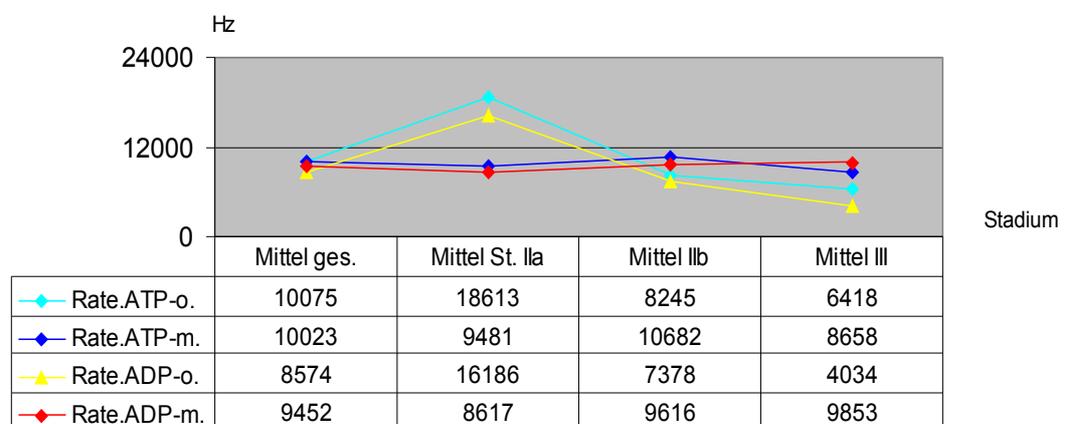
**Abb. 21: Maximaler Peak Flow mit und ohne PDDM (Mittelwerte)**

Da die mit dem PGR induzierten systolenähnlichen Impulse bei nur leicht alteriertem Gefäßsystem sowohl nach peripher als auch nach zentral fortgeleitet wurden, waren im Stadium IIa die durch Einsatz der PDDM erzielbaren Zunahmen des Peak Flow nicht so deutlich, wie in den Stadien IIb und III oder im Mittel aller Patienten. Dies kam in den

relativ nahe beieinander liegenden Mittelwerten für den Peak Flow mit und ohne PDDM zum Ausdruck.

Für die Rate of Change konnte eine ähnliche Feststellung (s. u.) getroffen werden. Bei der statistischen Untersuchung der Peak Flows konnte ein signifikanter Unterschied für die mit und ohne PDDM gemessenen höchsten Flußgeschwindigkeiten festgestellt werden. Mit dem Pulsgenerator ließ sich also ein verstärkter, arterieller Blutfluß provozieren, der sich in erhöhten Peak-Flow-Werten widerspiegelte. Die aufgezeichneten Flow-Maxima mit und ohne PDDM konnten als quantitativer Auswertungsparameter herangezogen werden.

Der Mittelwert für die Rate of Change aller Patienten zeigte mit und ohne PDDM keine wesentliche Änderung. Im Stadium IIa kam es mit PDDM sogar fast zu einer Halbierung der ohne PDDM festgestellten Werte. Im Stadium IIb zeigte sich dann ein geringer Zuwachs mit PDDM. Dieser Trend setzte sich dann im Stadium III deutlich fort, insbesondere unter Berücksichtigung des Wertepaares für die A. dorsalis pedis (Rate.ADP-o. und Rate.ADP-m.) (Abb. 22).



**Abb. 22: Maximale Rate of Change (Steigung) mit und ohne PDDM**

Die Ursache hierfür war in erster Linie vermutlich in der Unzulänglichkeit des Pulsgenerators zu sehen, eine nach distal gerichtete Flußsäule, mit der einer natürlichen Systole entsprechenden Geschwindigkeit, aufzubauen.

Bei Einschalten des Pulsgenerators wurde über Schläuche zunächst die am proximalen Unterschenkel angelegte Luftdruckmanschette angeblasen. Dadurch kam

es zunächst zu einer Kompression der Unterschenkelmuskulatur und konsekutiv zu einer Kompression der distalen A. poplitea und der Unterschenkelarterien, die jetzt ihrerseits den Impuls auf die Blutsäule übertragen. Je nach Zustand der vor- und nachgeschalteten Gefäßabschnitte kam es dabei durch retrograden Abfluß über eventuell noch elastischere Gefäßabschnitte nach proximal zu einer Minderung des Impulses und damit zu Signalverlusten.

Die Intensität der durch den Pulsgenerator ausgelösten Geschwindigkeitszunahme des peripheren Blutflusses konnte daher in peripher guten Gefäßabschnitten nicht mit einer durch den Herzschlag verursachten Steigerung der Fließgeschwindigkeit konkurrieren. Dies spiegelte sich insbesondere im Stadium IIa in den mit und ohne PDDM gemessenen Werten für den maximalen Peak Flow und die Rate of Change wider. Bei Patienten im Stadium III dagegen kam es zu einer Umkehr der Verhältnisse. Durch das meist schon schwer alterierte Gefäßsystem waren die ohne PDDM im Mittel gemessenen Werte jetzt kleiner, als die mit PDDM festgestellten.

Diese Beobachtung wurde durch die Feststellungen von *Beard* et al. bestätigt (56). Für die im Stadium IIb festgestellten Steigungen war dies noch nicht sehr eindrucksvoll, aber in der Tendenz schon erkennbar. Die statistische Untersuchung der mit und ohne PDDM gemessenen Werte für die Rate of Change ergab daher auch keinen signifikanten Unterschied. Dies wäre eventuell für erkrankte Beine des Stadiums IV nach *Fontaine* zu erwarten gewesen. Aufgrund der Ruheschmerzen, der durch die Untersuchung bedingten zusätzlichen Ischämieschmerzen und der häufig vorhandenen Ulcera und Wunden waren Patienten dieses Stadiums aber nicht Gegenstand der Untersuchung. Die Steigung der abgeleiteten Spektralkurve als relatives Maß für die Intensität des Geschwindigkeitsanstiegs war als qualitativer Auswertungsparameter der Untersuchung daher nicht geeignet.

Weiterhin wurde untersucht, ob eine Mitbeteiligung der Unterschenkeletage einen Einfluß auf die Meßwerte hatte. Dies konnte statistisch ausgeschlossen werden. Bei Stenosen und Verschlüssen in den Unterschenkelarterien war eine deutlich eingeschränkte Verwertbarkeit der Ergebnisse erwartet worden. Trotzdem war auch ohne Einsatz des Pulsgenerators die Empfindlichkeit der FKDS hoch genug, um die über Kollateralen laufende Durchblutung und eine über den Pulsgenerator eventuell ausgelöste Strömungsbeschleunigung darzustellen. Die Lokalisation bzw. der Erkrankungstyp hatte statistisch also keine Relevanz.

Ein Einfluß des Erkrankungsstadiums auf die Verwertbarkeit der erhobenen Meßwerte bzw. auf die Differenzen der Wertepaare konnte für das Stadium IIb und III ausgeschlossen werden, nicht aber für das Stadium IIa. Dies spiegelte im Grunde genommen die weiter oben getroffenen Feststellungen zur Signifikanz der Rate of Change wider. Die in diesem frühen Stadium noch relativ diskret ausgeprägten arteriosklerotischen Veränderungen des Gefäßsystems schränkten die Hämodynamik noch nicht so stark ein, daß sich mit PDDM signifikant andere Flußsignale hätten dokumentieren lassen als ohne den Pulsgenerator. Mit zunehmender Alteration des arteriellen Gefäßsystems nahmen diese Unterschiede zu, so daß die festgestellten Werte ab dem Erkrankungsstadium IIb statistisch deutlich unterschiedlich wurden.

Zwischen den Differenzen der mit und ohne PDDM gemessenen maximalen Flußgeschwindigkeiten über den Aa. tibialis posterior und dorsalis pedis einerseits und den Differenzen der prä- und postinterventionell gemessenen Dopplerverschlußdrücke andererseits konnte im Sinne einer positiven Korrelation ein statistischer Zusammenhang gesichert werden. Für alle Stadien zusammen lagen die entsprechenden Korrelationskoeffizienten allerdings nur bei 0,3453 für die A. tibialis posterior und 0,2516 für die A. dorsalis pedis. Betrachtet man die Stadien IIb und III getrennt, so ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,2507 im Stadium IIb und 0,5466 im Stadium III für die A. tibialis posterior und von 0,1878 bzw. von 0,1397 für die A. dorsalis pedis. Diese Werte waren zu gering, als daß von einer klinisch verwertbaren Korrelation der beiden Differenzen ausgegangen werden konnte, auf deren Basis sich Therapieregimes hätten festlegen lassen.

Andere Arbeitsgruppen kamen in ihren Untersuchungen zu teils ähnlichen, teils aber auch zu deutlich positiveren Ergebnissen bzw. Schlußfolgerungen. *Currie et al.* untersuchten die Übereinstimmung von angiographischen Gefäßbefunden mit den Befunden für PDDM und Duplexsonographie an Unterschenkeln bei denen durch herabhängende Lagerung der Beine Hyperämien induziert wurden (60). Die Autoren kamen zu dem Schluß, daß die Indikation zum operativen Vorgehen auf keinen Fall alleine aufgrund des angiographischen Befundes gestellt werden sollte, da in ihren Untersuchungen eine ganze Reihe von distal durchgängigen Gefäßen duplexsonographisch gefunden werden konnten, die angiographisch nicht dargestellt worden waren. Die Autoren machten allerdings keine Angaben zu den postoperativen Durchgängigkeitsraten der angeschlossenen, peripheren Gefäßabschnitte.

*Koelmay et al.* verglichen die aufgrund der PDDM naheliegenden mit den aufgrund der angiographischen Befunde tatsächlich durchgeführten Behandlungsmaßnahmen (61). Die Autoren berichteten über Übereinstimmungen für das vorgeschlagene Vorgehen zwischen 32% und 79% mit einer deutlich abnehmenden Tendenz von der poplitealen hin zur pedalen Etage des Wiederanschlusses.

Beide Arbeitsgruppen formulierten ihre Ergebnisse als vielversprechend mit deutlicher Gewichtung der PDDM als relevantem Prognosefaktor. Diese sehr positiven Aspekte konnten in dieser Untersuchung, wie oben dargelegt, nur im Ansatz nachvollzogen werden. Bei mäßig ausgeprägten Korrelationen zwischen dem Ergebnis der präoperativen PDDM und den postinterventionellen Verschlussdopplerdrücken konnte eine Verwendbarkeit der PDDM zur Prognose eines postinterventionellen suffizienten peripheren Run-off nicht festgestellt werden.

Es fanden sich in der Literatur auch Autoren, die einen Zusammenhang zwischen den peripheren Widerständen und der Qualität der peripheren Ausstrombahn nicht belegen konnten (68, 69).

Bei uneinheitlicher Literaturlage und aufgrund der eigenen Untersuchungen ist daher ein routinemäßiger Einsatz der PDDM als sicherer Prognosefaktor für das Outcome nach femorodistaler Gefäßrekonstruktion nach den Ergebnissen dieser Untersuchung aktuell zunächst nicht sinnvoll. In Hinblick auf die o. a. Ausführungen bezüglich der statistischen Signifikanz unter besonderer Berücksichtigung der schwereren Erkrankungsstadien IIb und III nach *Fontaine* könnten größere Patientenzahlen im Rahmen breiter angelegter Studien hier weitere Klarheit bringen.