

## 4.6 Überlebensraten transplantierter Korallenfragmente

Neben der experimentellen Verfolgung der natürlichen Besiedlungssukzession auf verschiedenen Substrattypen bildeten Experimente zur Transplantation von lebenden Steinkorallenkolonien auf elektrochemisch erzeugte Substrate einen weiteren Schwerpunkt der Arbeiten. Ziel dieser Versuche war zum einen, die Eignung der ERCON- Technologie für die Transplantation von Korallen im Feld zu testen, zum anderen den Einfluß einer Initialbesiedlung mit Steinkorallen (Transplantate) auf die weitere spontan Besiedlung der EES zu verfolgen.

### 4.6.1 Material und allgemeine Beobachtungen

Zur Auswertung standen vier Testflächen mit Korallentransplantaten aus 1, 6, 12 und 18 m Tiefe zur Verfügung.

Wenige Stunden nach dem Einsetzen der Korallenfragmente in das Drahtgewebe und dem Anlegen der Spannung war bereits ein weißlicher Niederschlag auf dem Maschendraht erkennbar. Die Mineralakkretion erfolgte nicht homogen über die Drahtfläche sondern verstärkt in der unmittelbaren Umgebung der Fragmente. Bislang konnte hierfür keine befriedigende Erklärung gefunden werden. Möglicherweise führt die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch die Zooxanthellen zu einer lokalen Verarmung des Meerwassers an CO<sub>2</sub> in Kathodennähe und begünstigt so das Ausfallen von Karbonaten in diesen Bereichen.

Während die Mineralkruste auf dem Drahtgewebe nach 5 Tagen durchschnittlich 0,5 bis 1 mm dick war, erreichte die Präzipitation rund um die Korallenfragmente 1- 2 mm. Mit zunehmender Abschirmung gestaltete sich die Mineralabscheidung zunehmend uniform, so dass nach zwei Monaten eine gleichmäßige Mineralkruste auf der gesamten Maschendrahtfläche abgeschieden war.

Vorsichtige Prüfung mit bloßen Fingern bestätigte, daß die meisten Korallenfragmente bereits nach zwei Wochen Bestromung durch die Mineralkruste fixiert waren. Das Korallengewebe in unmittelbarer Nähe der Kathode, respektive der Mineralkruste, zeigte keinerlei Anzeichen von Schädigung. Die Pigmentierung entsprach der von Wachstumsrändern an der Basis von Kolonien, die auf natürlichem Substrat siedelten.

Diese Widerstandsfähigkeit ist um so bemerkenswerter, als im Laborversuch pH-Werte von bis zu 11 an der Grenzschicht zwischen Kathode und Medium gemessen wurden (SCHUHMACHER & SCHILLAK 1994). Nach acht Wochen waren alle 400 Fragmente mit dem jeweiligen Kathodenkörper verzementiert. Die Dicke der Mineralkruste lag im Bereich von 6 bis 8 mm (radial gemessen). Nach drei Monaten wurde die Stromversorgung abgeschaltet und die Kabel und Anoden entfernt.

Die Testflächen (TFn) wurden nach drei, sieben und, im Fall von TF -12m, zwölf Monaten inspiziert. Alle Korallen- Fragmente, die in ursprünglicher Position und unauffälliger Pigmentierung vorgefunden wurden, wurden als erfolgreich transplantiert gezählt.

Einige Fragmente wurden in unmittelbarer Nähe der TFn lose auf dem Meeresgrund aufgefunden. Diese Fragmente, auch wenn sie nicht abgestorben waren, wurden nicht gezählt. Während der Initialphase wurden mehrfach Fische beobachtet (Labridae, z.B. *Thalassoma* spp., *Cheilinus abudjubbe*), die auf der Suche nach Invertebraten an den Fragmenten zupften und so möglicherweise Fragmente aus dem Draht zogen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß durch Wellenschlag (über TF -1m und TF -6m) ebenfalls kleinere Fragmente aus dem Maschendraht gespült wurden. Auf allen Testflächen mit Ausnahme von TF -6m wurden bei Inspektionen Exemplare der corallivoren Schnecke *Drupella cornus* nachgewiesen.

#### 4.6.2 Überlebensraten transplanteder Korallenfragmente

Verglichen mit anderen Transplantationstechniken (Übersicht in HARRIOTT & FISK 1988) war die Mortalität auf allen Testflächen gering (vgl. Abb. 68). Drei Monate nach der Beendigung der Bestromung lebten noch 80 % aller transplantierten Fragmente. Eine Ausnahme bildeten die Fragmente von *Pocillopora damicornis* auf TF -6m, von denen lediglich 16 % die ersten drei Monate lebend überstanden. Auf der TF -12m, welche fünf Monate vor den anderen TFn installiert wurde, zeigte *Acropora squarrosa* Mortalitätsraten von 28 % nach drei Monaten, ansteigend auf 56 % nach sieben Monaten.

Während die Fragmente von *Stylophora pistillata* auf den TFn -1m, -6m und -18m auch nach 7 Monaten maximale Mortalitätsraten von 12 % zeigten, stieg die Sterblichkeit auf der TF -12m von 4 % nach drei Monaten auf 28 % nach sieben Monaten an. Nach einem Jahr wurden nur noch die Hälfte der transplantierten Fragmente von *S. pistillata* lebend auf TF -12m angetroffen.

#### 4.6.3 Diskussion

Der Anstieg der Mortalität insbesondere der Fragmente von *S. pistillata* auf TF -12m ist zum Teil ein Artefakt. Zwischen der 5. und 8. Woche der Bestromung riss die Seilaufhängung des Anodengitters und kam so mit einem Ende sehr nahe der Kathode zu liegen. An dieser Stelle entstand ein starkes elektrisches Feld, welches lokal heftige Präzipitation vorwiegend stark alkalischen Brucites induzierte. In dem betroffenen Teil von TF -12m standen überwiegend *Stylophora pistillata*- und *Acropora squarrosa*-Fragmente, die durch die hohe Alkalinität geschädigt wurden.

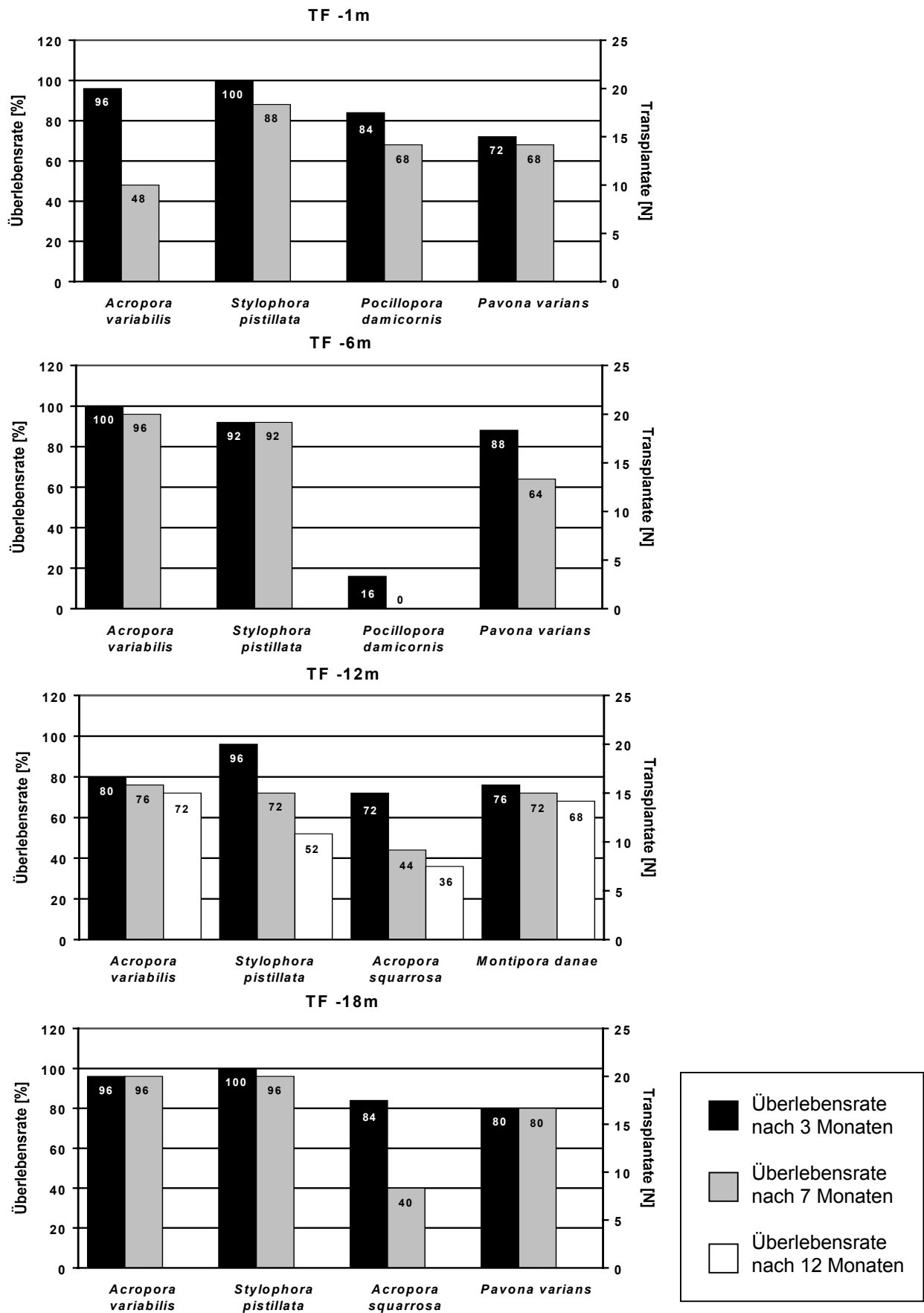


Abbildung 68: Überlebensraten der Korallentransplantate auf den TF.

Der Nachweis von *Drupella cornus* auf den TFn legt die Annahme nahe, dass ein Teil der Mortalität auf das Konto dieser corallivoren Schnecke geht. Obwohl die Schnecke als obligat nachtaktiv gilt, wurden drei Exemplare tagsüber auf der TF -1m fressend angetroffen. Trotz unmittelbarer Entfernung der Schnecken waren drei Fragmente (= 12 %) so stark geschädigt, dass sie in der Folge abstarben. *D. cornus* ist im nördlichen Roten Meer häufig. Eigene Zählungen innerhalb eines Gürteltransektes von 30 m Länge und 1 m Breite parallel zur Riffkante des Saumriffes vor der MSS Aqaba ergaben Abundanzen von 30 - 180 Indiv./ m<sup>2</sup>. Die Schnecke ernährt sich bevorzugt von *Acropora* -Arten (SCHUHMACHER 1992, AL MOGHRABI 1997). Es ist wahrscheinlich, daß noch weitere Fragmente in Folge des Schneckenbefalls und nicht aufgrund des Transplantations-Traumas abstarben.

Abgesehen von den oben genannten besonderen Stressfaktoren reagierten die einzelnen Arten unterschiedlich sensitiv auf die Transplantation mittels Mineralakkretion.

*Pocillopora damicornis* als typische Pionierform und häufige Besiedlerin der oberflächennahen Riffbereiche reagierte mit vergleichsweise hohen Mortalitätsraten auf die Transplantation. Auch YAP et al. (1992) charakterisierten *P. damicornis* aufgrund der hohen Sensibilität gegenüber Fragmentation als ungeeignet für Transplantationsvorhaben. Während die Fragmentation für viele Riffkorallen neben der Gametogamie ein zusätzlicher, vegetativer Reproduktionsmodus ist (HIGHSMITH 1982) wurden lebende Fragmente von *P. damicornis* nie im Riff beobachtet. Weniger die Transplantationsmethode, als vielmehr die Fragmentation scheint ursächlich für die Mortalitätsrate von *P. damicornis* verantwortlich zu sein.

Im Gegensatz zu den Befunden bei *P. damicornis* überlebten 87 % der *Stylophora pistillata*-Fragmente die ersten sieben Monaten nach Beendigung der Bestromung. Obwohl die Bildung von Tochterkolonien aus Fragmenten bei *S. pistillata* nicht explizit beschrieben wurde, ist das hohe Regenerationspotential dieser Art seit langem bekannt (z.B. LOYA 1976). Alte Kolonien von *S. pistillata* sterben häufig vom Zentrum aus ab. Die Spitzen der Äste leben ohne verbindende Gewebebrücken, quasi als Tochterkolonien, weiter.

Ähnliche Muster der Gewebefragmentation finden sich bei *Pavona varians*. Die erhabenen und oftmals „jüngeren“ Rippen der Kolonien, separieren sich durch das Absterben der älteren, tiefliegenden Teile des Koloniekörpers. Obwohl die Fragmentation krustig wachsender Arten im Vergleich zu verzweigten Arten ein wesentlich schlechteres Verhältnis von Fragmentgröße zu Bruchstelle mit sich bringt, wird *P. varians* als geeignet für die Transplantation beschrieben (PLUCER- ROSARIO & RANDALL 1987). Krustig wachsende Korallenarten sind mit Hilfe der Mineralakkretion schwieriger zu transplantieren als verzweigte Formen, da die Fragmente nicht ohne zusätzlichen Aufwand in das Maschendrahtgitter gesteckt werden können. 20 % der Fragmente von *P. varians* wurden unmittelbar nach der Transplantation durch

Wellenschlag oder biogene Störungen von den TFn entfernt, da die primäre Fixierung der in den Kerben der TFn liegenden Fragmente ausschließlich durch die Mineralabscheidung erfolgt. Von den erfolgreich fixierten Fragmenten überlebten etwa 90 % die ersten sieben Monate und unterstrichen so die Eignung von *P. varians* als Kandidat für die Transplantation. Durch Modifikation der Primärfixierung wären die Verluste möglicherweise zu verringern.

Ähnliches gilt auch für *Montipora danae*, wenn auch die vorliegenden Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl der Transplantate lediglich als Anhaltspunkt gewertet werden können.

*Acopora variabilis* wies nach *S. pistillata* die höchsten Überlebensraten auf. Nach drei Monaten waren lediglich sieben von 100 eingesetzten Fragmente abgestorben. In der Zeit vom 3. bis zum 7. Monat starben auf dem TF -1m zwölf der verbliebenen 24 Fragmente ab. Dieser Einbruch wird im wesentlichen auf Fraß durch *Drupella cornus* zurückgeführt. Die Fragmente auf den anderen TFn zeigten keinen auffälligen Anstieg der Mortalität.

Für die Transplantation wurden Korallenarten ausgewählt, die in den unmittelbar angrenzenden Riffbereichen häufig und zum Teil prägend für die Korallengemeinschaft waren und sind. Nach MERGNER und SCHUHMACHER (1974) charakterisieren *A. variabilis* und *A. squarrosa* als Leitarten bestimmte Zonen innerhalb eines Tiefengradienten des untersuchten Saumriffes bei Aqaba. Während *A. variabilis* und *S. pistillata* typische Formen der Flachwasserbereiche bzw der Riffkante sind, gilt *A. squarrosa* als typisches Element der Vorriffgemeinschaft. *Pavona varians* hat keinen distinkten Verbreitungsschwerpunkt und kommt sowohl unmittelbar unterhalb der Riffkante (MERGNER & SCHUHMACHER 1974) als auch aspektbildend in 20 - 30m Tiefe im Vorriffbereich nördlich der MSS und vor der MSS vor (REINICKE 1994). *Pocillopora damicornis* wurde im Untersuchungsgebiet selten unterhalb von 15 m Tiefe angetroffen.

Die vier TFn deckten das Tiefenspektrum von -1 bis -18m ab. Artspezifische Adaptationen der einzelnen Arten an bestimmte Tiefenstufen und damit korrelierte Parameter könnten sich in Form verminderter bzw. erhöhter Widerstandskraft gegenüber dem Fragmentations- bzw Transplantationstress und damit in unterschiedlichen Mortalitätsraten der selben Art auf unterschiedlichen Tiefenstufen abbilden. Die Mortalitätsraten von *A. variabilis* und *S. pistillata* zeigten nur geringe Unterschiede auf den unterschiedlichen Tiefenstufen. Der Einbruch der *A. variabilis*- Fragmente wird nicht auf die Transplantation sondern auf Schneckenfraß zurückgeführt. Der Transplantationserfolg der *Pavona varians*- Fragmente war auf TF -18m um 12 bzw. 14 % höher als auf TF -1m und TF -6m. Auch bei prinzipieller Eignung bestimmter Scleractinia- Arten empfiehlt sich die Transplantation nur innerhalb des artspezifischen Verbreitungsschwerpunktes im betreffenden Riffgebiet.

Mit Ausnahme von *Pocillopora damicornis* scheinen die ausgewählten Korallenarten für die Transplantation mit Hilfe von Mineralakkretion geeignet zu sein.

Bislang unberücksichtigt blieben intrinsische Steuerungsmechanismen, die saisonale Sensibilitäten bedingen wie zum Beispiel Stress und vermindertes Regenerationspotential der verschiedenen Arten vor und nach Reproduktionszeiten oder programmierter Zelltod alter Mutterkolonien.

Obwohl bei der Entnahme der Fragmente auf zufällig ausgewählte Mutterkolonien zurückgegriffen wurde, kann nicht ausgeschlossen werden, dass genetisch identische Geschwisterkolonien verwendet wurden. Intrinsische Effekte würden sich hierdurch gegebenenfalls stärker abbilden als bei genetisch diversem Korallenmaterial.

Zu der Frage artspezifischer Mindestgrößen für Korallenfragmente sowie saisonalen Optima für die Transplantation besteht weiterer Forschungsbedarf. Die Versuche konnten im Sinne einer Pilotstudie die generelle Eignung der Methode belegen, ohne den Anspruch auf statistisch abgesicherte Datensätze zu erheben.