

3. Ergebnisse

Im Rahmen der statistischen Auswertung lagen bei der Bestimmung der Normalverteilung nicht bei allen Probanden Werte vor. Aus diesem Grund ist die Probandenzahl [n'] bei den mit SPSS erstellten Histogrammen für die Normalverteilung in der Regel niedriger als die Probandenzahl [n] bei den Excel-Kurven. Weitere Details im Kapitel 2.4. Statistik (Seite 37).

3.1. Serie Gesamt

Aus allen Experimentenserien (n=48) wurden die Ergebnisse der Serien A1 & A2 (n=24) und B1 & B2 (n=24) nach einer Bestrahlungsdauer von 10 min miteinander verglichen (Abbildung 11, Seite 32).

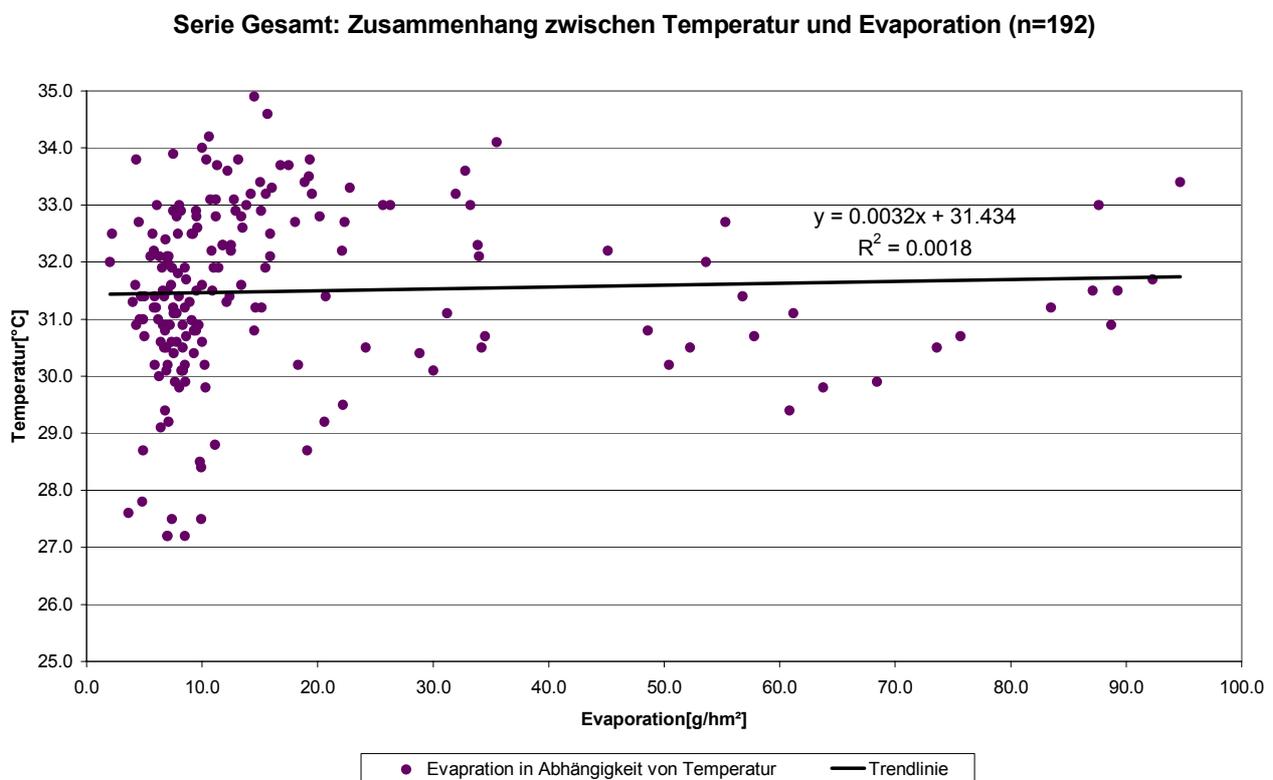


Abbildung 12: Dargestellt ist die Evaporation in Abhängigkeit von der Temperatur. Die mit leicht ansteigender Temperatur zunehmende Evaporation ist jedoch nicht statistisch signifikant.

3.1.1. Zusammenhang zwischen Temperatur und Evaporation

Vor der statistischen Auswertung der Messergebnisse nach der VIP-Lichttherapie sollte untersucht werden, ob die Höhe der Temperatur im Messzylinder, die nur indirekt einen Aufschluss über die Hauttemperatur geben kann (ausführliche Diskussion im Kapitel 4.1. Kritik der Methoden, Seite 71), einen Einfluss auf die Evaporation hat.

3.1.2. Auswirkungen der Bestrahlung auf die Serie Gesamt

Serie Gesamt: Probanden der Serien A1 & A2 und B1 & B2 (n=48)
nach 10 min Bestrahlung

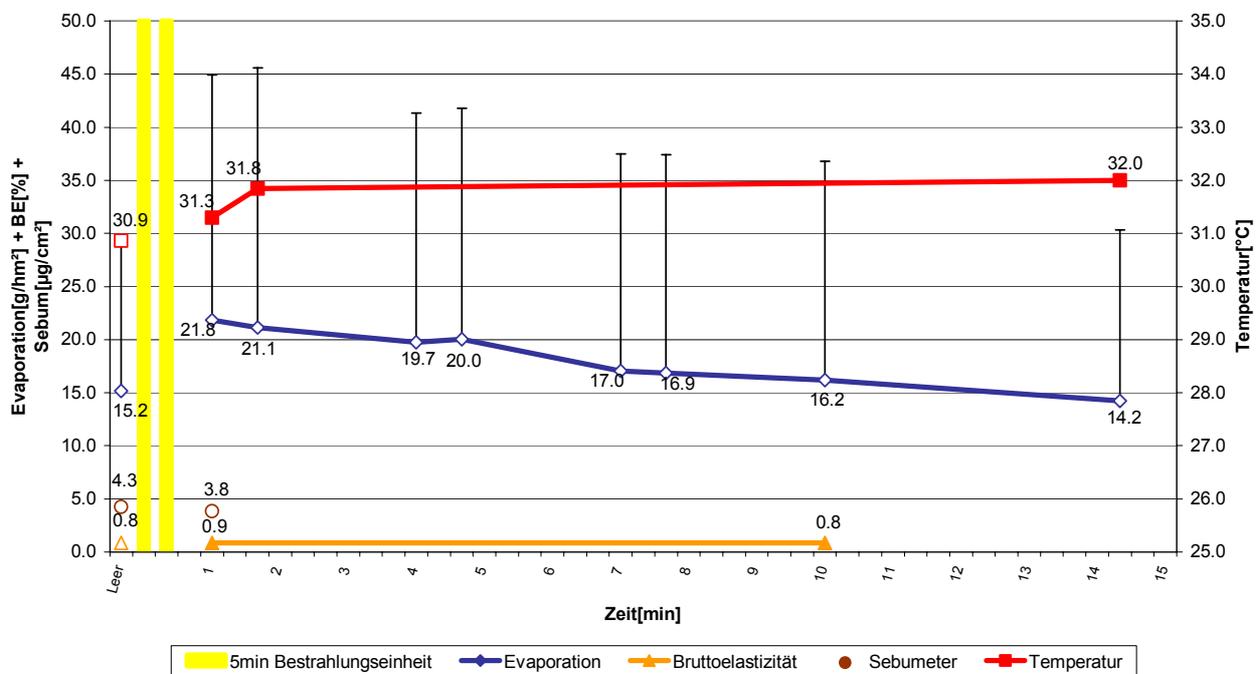


Abbildung 13: Dargestellt sind die Mittelwerte von Evaporation, Temperatur, Bruttoelastizität und Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche über einen Zeitraum von 15 min nach der Bestrahlung. Die Kontrollwerte sind links der die Bestrahlung symbolisierenden gelben Balken vorangestellt. Die Standardabweichung ist als schwarze senkrechte Linie dargestellt.

Mit den Ergebnissen der Serie Gesamt (n=48) sollte ein möglicher Zusammenhang zwischen Temperatur und Evaporation anhand des Kontrollwertes und der Messwerte nach 60, 100 und 860 sec im Anschluss an die Bestrahlung überprüft werden. Aus den sich daraus ergebenden 192 Messwerten wurde in der Abbildung

12 (Seite 38) eine Ausgleichsgerade gebildet. Der zu verzeichnende leichte Anstieg fällt jedoch mit $0,0032x$ besonders gering aus und ist zusätzlich nicht statistisch signifikant. Es besteht zusammenfassend also keine Abhängigkeit zwischen Temperatur und Evaporation.

**Serie Gesamt: Statistische Verteilung der Evaporations-Werte der Serien A1 & A2 und B1 & B2
(n'=44)* nach 60 sec**

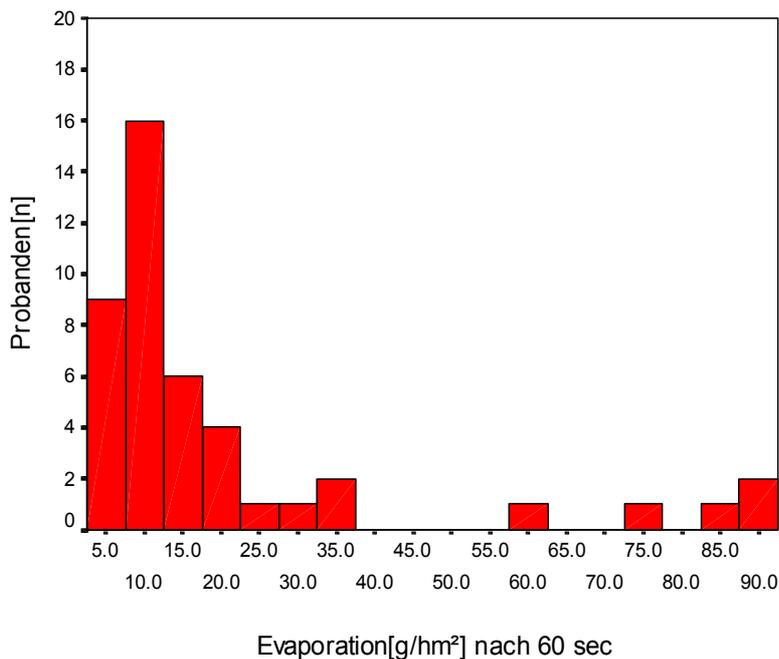


Abbildung 14:

Das Histogramm zeigt, dass es sich bei den Werten nach 60 sec im Anschluss an die Bestrahlung der Serie Gesamt (n'=44) um keine Normalverteilung handelt. Die Mehrheit der Probanden zeigen TEWL-Werte zwischen 5 und 15 g/hm².

Evaporation (Abbildung 13, Seite 39 und Abbildung 14, Seite 40)

In der Serie Gesamt (n=48) konnten im Rahmen der Bestimmung der Normalverteilung nur 44 Probanden (n'=44) berücksichtigt werden (weitere Details im Kapitel 2.4. Statistik, Seite 37). Eine Normalverteilung bezüglich der Evaporation ist innerhalb der Serie Gesamt (n'=44) nicht gegeben (Abbildung 14, Seite 40). Die fehlende Normalverteilung bedeutet jedoch nicht ein unausgewogenes Probandenkollektiv, sondern ist mit einer vom Individuum abhängigen Intensität der Evaporation zu erklären. Die Mehrheit der Probanden zeigte, gemessen an der Evaporation, eine verhältnismässig moderate und kontinuierliche Reizantwort.

Der TEWL ist in vier aufeinanderfolgenden Messungen nach der Bestrahlung, zwischen 60 sec und 280 sec, gegenüber dem Kontrollwert erhöht ($p < 0,01$). Nach 60 sec liegt der TEWL mit $21,8 \pm 23,1$ g/hm² um $6,6$ g/hm² über ($p < 0,01$) dem

Kontrollwert, fällt im weiteren Verlauf aber wieder. Ab der fünften Messung, 420 sec nach der Bestrahlung, ist keine signifikante Erhöhung des TEWL mehr nachzuweisen.

Temperatur (Abbildung 13, Seite 39 und Abbildung 15, Seite 41)

Wie bei der Bestimmung der Normalverteilung bei der Evaporation konnten auch im Bezug auf die Normalverteilung bei der Temperatur nur 44 Probanden ($n'=44$) berücksichtigt werden. Im Gegensatz zur Evaporation (Abbildung 14, Seite 40) zeigt das Probanden-Kollektiv bezüglich der Temperatur in den meisten Fällen eine Normalverteilung (Abbildung 15, Seite 41).

Gegenüber dem Kontrollwert ist der Wert 60 sec nach der Bestrahlung leicht erhöht, jedoch ist der Anstieg erst ab der 2. Messung nach 100 sec mit $31,8 \pm 1,4$ °C signifikant ($p < 0,001$). Nach 860 sec liegt die Temperatur mit $32,0 \pm 1,1$ °C über ($p < 0,001$) dem Kontrollwert und der 1. Messung nach 60 sec. Zwischen der 1. und 2. Messung nach 60 bzw. 100 sec steigt ($p < 0,01$) die Temperatur um $0,5$ °C an.

**Serie Gesamt: Statistische Verteilung der Temperatur-Werte der Serien A1 & A2 und B1 & B2
($n'=44$)* nach 60 sec**

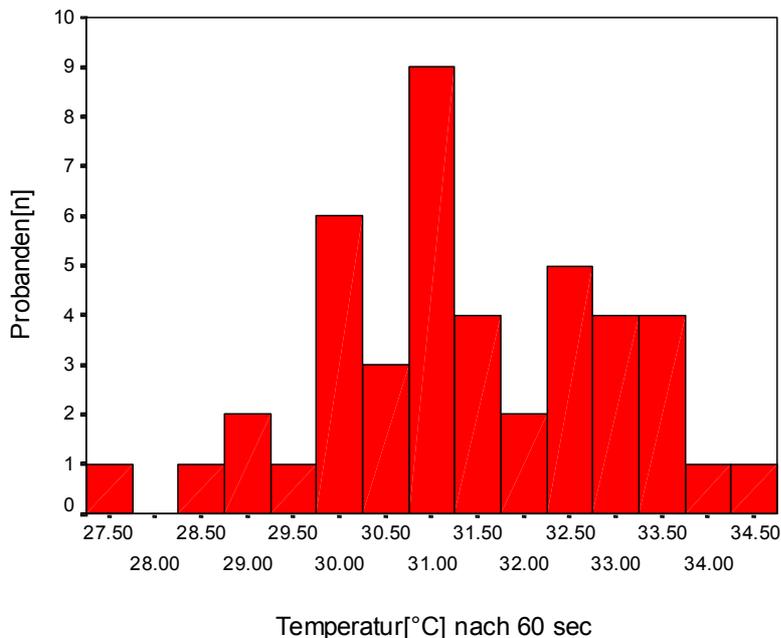


Abbildung 15:

Das Histogramm zeigt eine statistisch signifikante Normalverteilung der Temperatur-Werte 60 sec nach der Bestrahlung. Die Mehrzahl der Werte der Serie Gesamt ($n'=44$) liegt zwischen 30 und 33°C.

Bruttoelastizität der Haut (Abbildung 13, Seite 39)

Veränderungen der Bruttoelastizität konnte in Einzelfällen zwar beobachtet werden, Tendenzen und signifikante Unterschiede zwischen dem Kontrollwert und den Messungen nach der Bestrahlung bestanden jedoch nicht.

Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche (Abbildung 13, Seite 39)

Ähnlich der Bruttoelastizität bestanden zwar individuelle Unterschiede zwischen den Probanden, eine Tendenz oder ein signifikanter Unterschied zwischen dem Kontrollwert und der Messung nach der Bestrahlung bestand auch hier jedoch nicht.

3.1.3. Serie Gesamt differenziert anhand der Δ Werte für die Evaporation

Bei genauerer Betrachtung zeigten 10 Probanden aus der Serie Gesamt (n=48) nach der Bestrahlung zunächst eine Abnahme des TEWL (Abbildung 16, Seite 44) im Bezug auf den Kontrollwert (Δ Evaporation negativ). Nach Abzug dieser Gruppe (n=10) zeigen die restlichen 38 Probanden (Abbildung 17, Seite 44) aus der Serie Gesamt (n=48). nach der Bestrahlung demzufolge einen stärkeren Anstieg der Evaporation (Δ Evaporation positiv).

Im folgenden Teil, sowie später in der Diskussion (Kapitel 4.3.2., Seite 88), werden die Ergebnisse dieser Probanden gesondert betrachtet. Die Temperatur weicht im Gegensatz zur Evaporation nicht signifikant von der Serie Gesamt (Abbildung 13, Seite 39) ab und wird daher nicht gesondert betrachtet. Ebenfalls ist kein signifikanter Unterschied im Bezug auf die Temperatur zwischen den Probanden mit positiven bzw. negativen Δ Werten für die Evaporation festzustellen. Diese Feststellung kann als ein weiteres Indiz dafür gewertet werden, dass kein Zusammenhang zwischen Temperatur und Evaporation besteht (Abbildung 12, Seite 38).

Probanden mit negativen Δ Werten für die Evaporation (Abbildung 16, Seite 44)

Der Kontrollwert von $21,4 \pm 16,4$ g/hm² ist im Vergleich, mit dem der Serie Gesamt (Abbildung 13, Seite 39) von $15,2 \pm 13,8$ g/hm², vergleichsweise hoch. Im Anschluss an die Bestrahlung liegt der TEWL nach 60 sec mit $11,0 \pm 6,1$ g/hm² um $10,6$ g/hm² unter ($p < 0,05$) dem Kontrollwert. Gegenteilig verhalten sich die Probanden mit positiven Δ Werten für die Evaporation (Abbildung 17, Seite 44). Im weiteren Verlauf nimmt der TEWL ab und liegt nach 860 sec mit $6,7 \pm 3,7$ g/hm² noch deutlicher unter ($p < 0,05$) dem Kontrollwert.

Serie Gesamt: Probanden mit negativen delta Werten für die Evaporation (n=10)

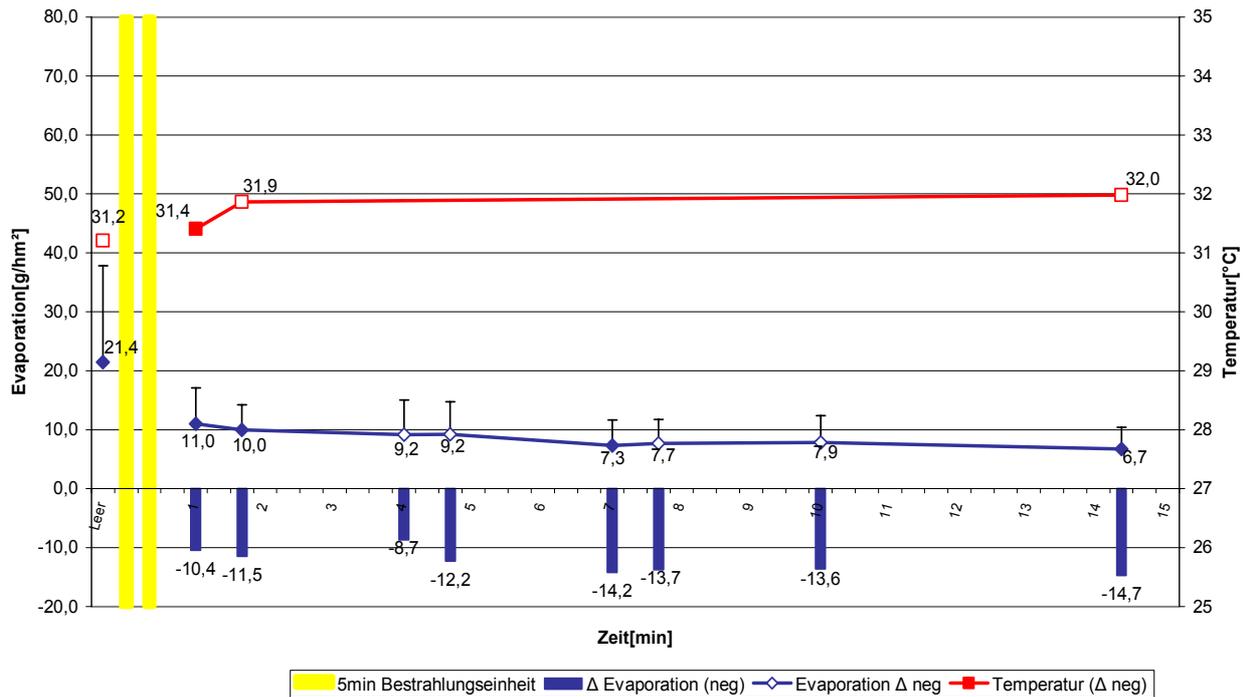


Abbildung 16: Bei einer Gruppe von 10 Probanden aus der Serie Gesamt (n=48) lagen die Kontrollwerte über der Reizantwort nach einer Bestrahlung von 10 min. Während der Bestrahlung kam es demzufolge zu einer Abnahme der Evaporation.

Serie Gesamt: Probanden mit positiven delta Werten für die Evaporation (n=38)

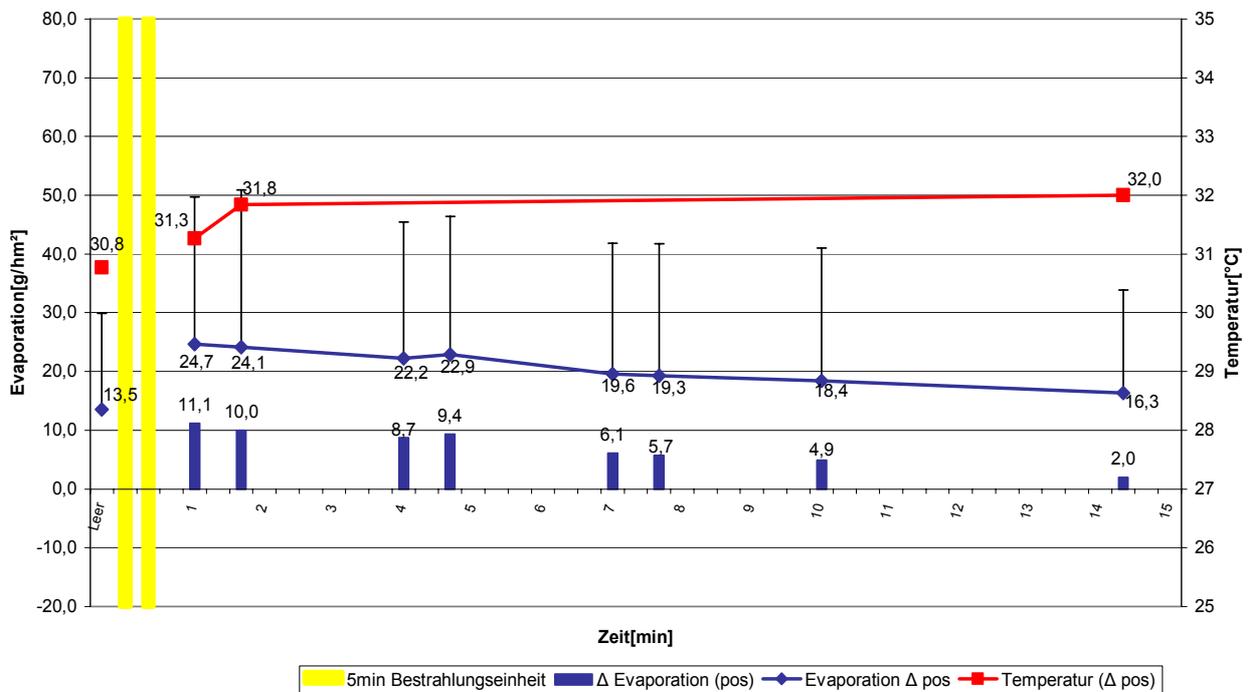


Abbildung 17: Wird die Gruppe (n=10) mit negativem Evaporations-Delta von der Serie Gesamt (n=48) abgezogen, so ergibt sich eine Gruppe (n=38), dessen Evaporations-Delta positiv ist und deren TEWL-Werte über denen der Serie Gesamt (n=48) liegen.

Probanden mit positiven Δ Werten für die Evaporation (Abbildung 17, Seite 44)

Mit $13,5 \pm 12,7 \text{ g/hm}^2$ entspricht der Kontrollwert in etwa dem der Serie Gesamt ($15,2 \pm 13,8 \text{ g/hm}^2$) und liegt damit deutlich unter dem vergleichsweise hohen Kontrollwert ($21,4 \pm 16,4 \text{ g/hm}^2$) der Probanden mit negativen Δ TEWL-Werten.

Im Anschluss an die Bestrahlung liegt der TEWL nach 60 sec mit $24,7 \pm 25,1 \text{ g/hm}^2$ um $11,2 \text{ g/hm}^2$ über ($p < 0,01$) dem Kontrollwert.

Im weiteren Verlauf sinkt der TEWL, ähnlich dem der Serie Gesamt (Abbildung 13, Seite 39), ab ($p < 0,05$) und liegt nach 860 sec mit $16,3 \pm 17,56 \text{ g/hm}^2$ nur noch um $2,0 \text{ g/hm}^2$ über dem Kontrollwert.

3.1.4. Serie Gesamt nach Gruppen differenziert

Eine Gesamtbetrachtung der Ergebnisse der Serie Gesamt erscheint kaum möglich, da die Reaktionen der Probanden nach verschiedenen Mustern ablaufen können. Dies wird besonders deutlich am Beispiel der Evaporation und ihrer hohen Standardabweichung. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich, dass die Probanden der Serie Gesamt bezüglich der Intensität für die Evaporation unterschieden und Gruppen mit ähnlichen Reaktionsmustern gebildet werden können. Eine Unterteilung erlaubt die Bildung von 3 Kollektiven für die TEWL-Werte, wobei sich im Gegensatz zur Serie Gesamt innerhalb der Gruppen eine Normalverteilung bezüglich der Standardabweichung ergibt (Abbildungen 18, 20 und 22, Seiten 47-50).

Im Hinblick auf die Veränderungen der Temperatur-Werte lassen sich keine Unterschiede innerhalb der 3, in Abhängigkeit vom Evaporations-Wert gebildeten Probandenkollektiven (Abbildungen 18, 20 und 22, Seiten 47-50), erkennen. Da es auch im Vergleich mit den Mittelwerten der Serie Gesamt (Abbildung 13, Seite 39) zu keinen signifikanten Unterschieden kommt, wird die Temperatur zwar in den Abbildungen (18, 20, 22) mit angegeben, aber nicht gesondert betrachtet oder statistisch ausgewertet.

Die Werte von Bruttoelastizität und Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche wurden wegen fehlender signifikanter Veränderungen nicht weiter berücksichtigt.

3.1.4.1. Serie Gesamt: Gruppe 1 mit geringer Evaporation

Evaporation (Abbildung 18, Seite 47)

In der Gruppe 1 (n=25) konnten im Rahmen der Bestimmung der Normalverteilung nur 24 Probanden (n'=24) berücksichtigt werden.

Diese Gruppe ist durch Normalverteilung (Abbildung 19, Seite 47), niedrige Standardabweichung, einen niedrigen Kontrollwert von $9,3 \pm 5,7$ g/hm² und eine kaum vorhandene Reizantwort auf die Bestrahlung charakterisiert. Der Wert 60 sec nach der Bestrahlung ist gegenüber dem Kontrollwert praktisch unverändert, fällt aber im weiteren Verlauf auf $6,9 \pm 2,4$ g/hm² nach 860 sec ($p < 0,001$) ab.

Serie Gesamt nach 10min: Gruppe 1 (n=25)

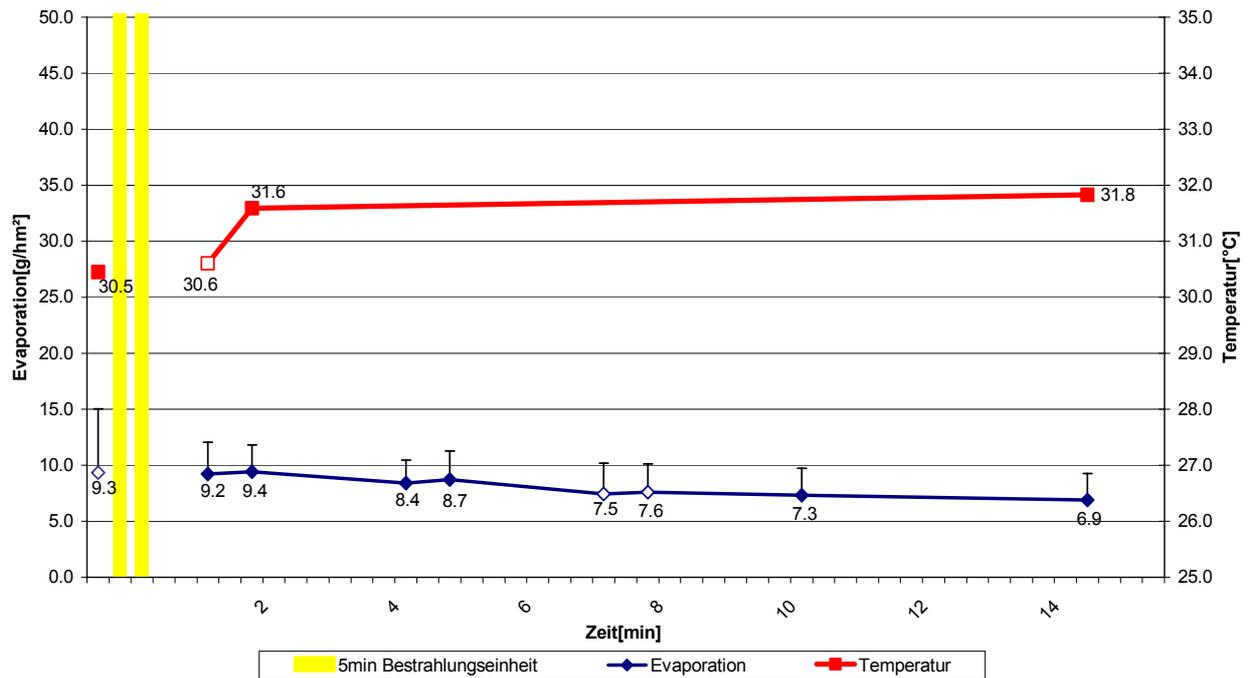


Abbildung 18: Dargestellt sind Temperatur und Evaporatrin und der dazugehörigen deutlich niedrigeren Standardabweichung, dargestellt als senkrechte schwarze Linie, der Gruppe 1 (n=25) aus der Serie Gesamt

Serie Gesamt: Statistische Verteilung der Evaporations-Werte
der Gruppe 1 (n'=24)* nach 100 sec

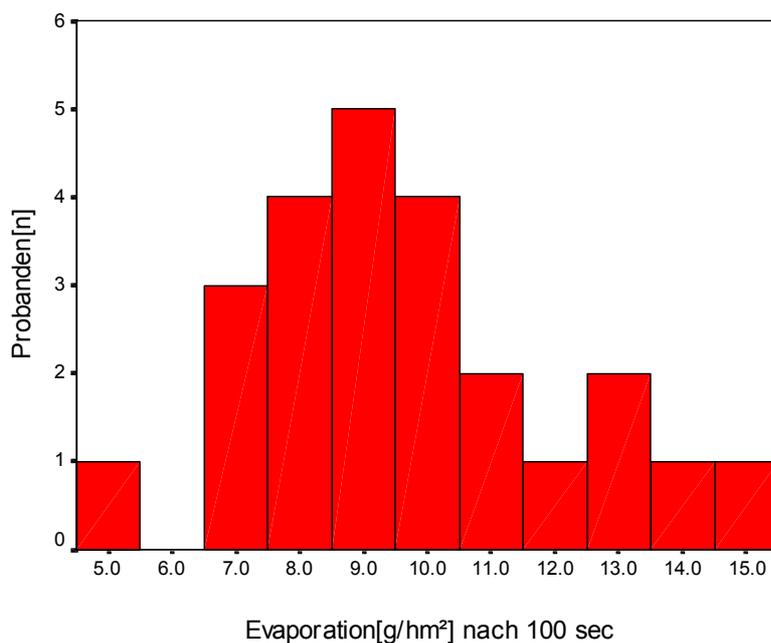


Abbildung 19:

Das Histogramm zeigt, dass es sich bei den Werten nach 100 sec im Anschluss an die Bestrahlung der Gruppe 1 (n'=24) um eine Normalverteilung handelt. Die Mehrheit der Probanden zeigen TEWL-Werte zwischen 8 und 10 g/hm².

3.1.4.2. Serie Gesamt: Gruppe 2 mit mässiger Evaporation

Evaporation (Abbildung 20, Seite 48)

In der Gruppe 2 (n=14) konnten im Rahmen der Bestimmung der Normalverteilung nur 13 Probanden (n'=13) berücksichtigt werden.

Die Gruppe 2 (n=14) zeigt mit $15,9 \pm 15,2$ g/hm² einen höheren Kontrollwert als die Gruppe 1. Der Anstieg des TEWL durch die Bestrahlung ist ebenfalls nicht signifikant. Der TEWL fällt nach der Bestrahlung von $19,9 \pm 9,4$ g/hm² nach 60 sec auf $10,7 \pm 4,8$ g/hm² nach 600 sec (p<0,001) ab.

Es liegt bei den Evaporations-Werten der Gruppe 2 bis auf den Kontrollwert statistisch gesehen eine Normalverteilung vor (Abbildung 21, Seite 49). Aufgrund der niedrigen Probandenzahl (n'=13) kann diesbezüglich jedoch keine Aussage gemacht werden.

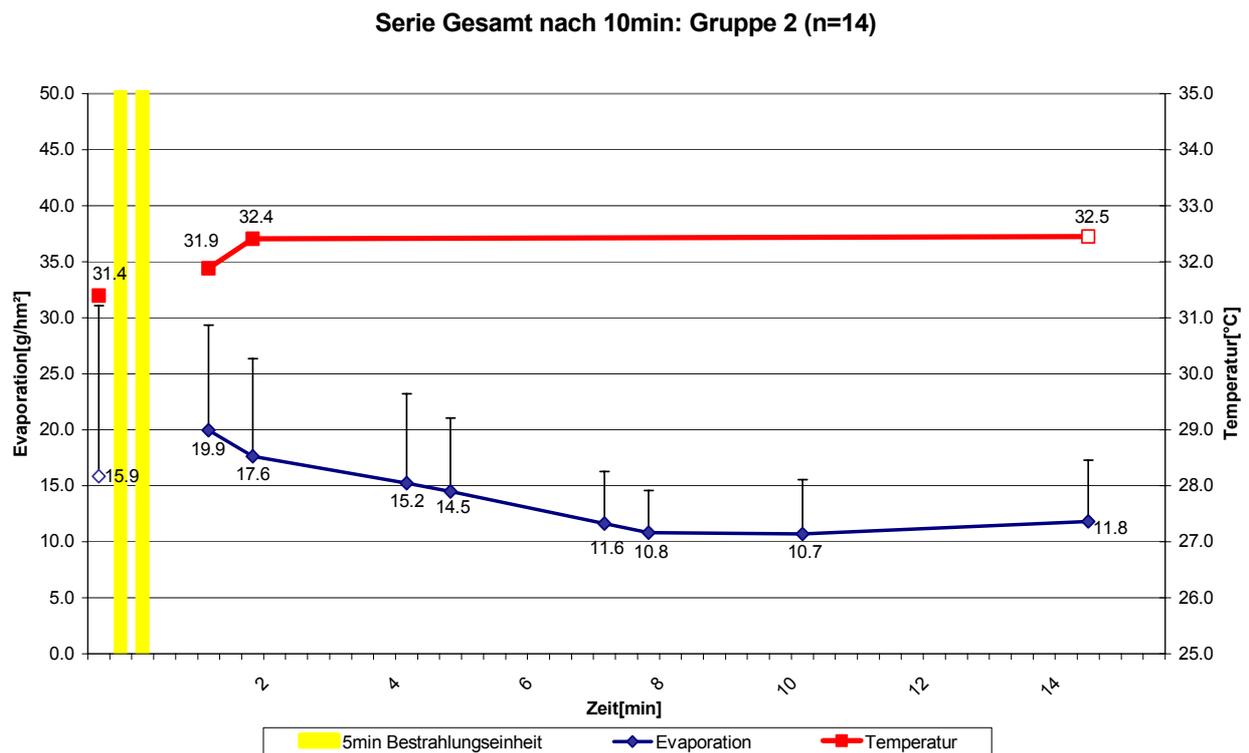


Abbildung 20: Dargestellt sind Temperatur und Evaporation der Gruppe 2 aus der Serie Gesamt

**Serie Gesamt: Statistische Verteilung der Evaporations-Werte
der Gruppe 2 (n'=13)* nach 100 sec**

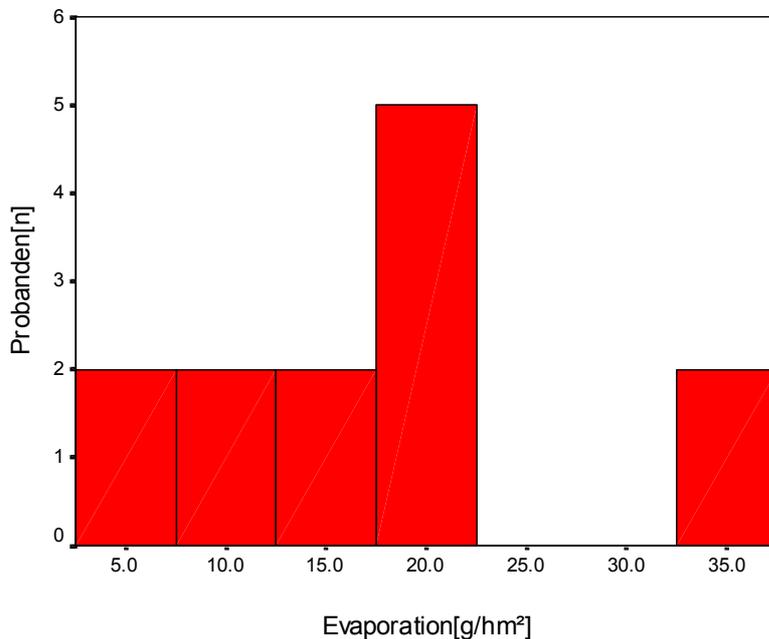


Abbildung 21:

Die Gruppe 2 (n'=13) zeigt bis auf den Kontrollwert eine relativ gleichmässige Verteilung der Werte. Im Histogramm zeigt sich, dass die Mehrzahl der TEWL-Werte 100 sec im Anschluss an die Bestrahlung bei 20 g/hm² liegen.

3.1.4.3. Serie Gesamt: Gruppe 3 mit starker Evaporation

Evaporation (Abbildung 22, Seite 50)

Aus der Gruppe 3 (n=9) konnten im Rahmen der Bestimmung der Normalverteilung nur 7 Probanden (n'=7) berücksichtigt werden.

Die Gruppe 3 (n=9) zeigt wie zuvor auch die Gruppen 1 und 2 eine statistisch signifikante Normalverteilung (Abbildung 23, Seite 50). Aufgrund der niedrigen Probandenzahl (n'=9) kann diesbezüglich jedoch keine Aussage gemacht werden. Im Gegensatz zu den Gruppen 1 und 2 ist der Kontrollwert mit $30,3 \pm 16,6$ g/hm² vergleichsweise deutlich höher. Des weiteren ist auch der TEWL 100 sec nach der Bestrahlung mit $63,8 \pm 34,3$ g/hm² gegenüber dem Kontrollwert erhöht ($p < 0,05$). Danach fällt die TEWL kontinuierlich von $63,8$ g/hm² auf $40,5$ g/hm² ab.

Serie Gesamt nach 10min: Gruppe 3 (n=9)

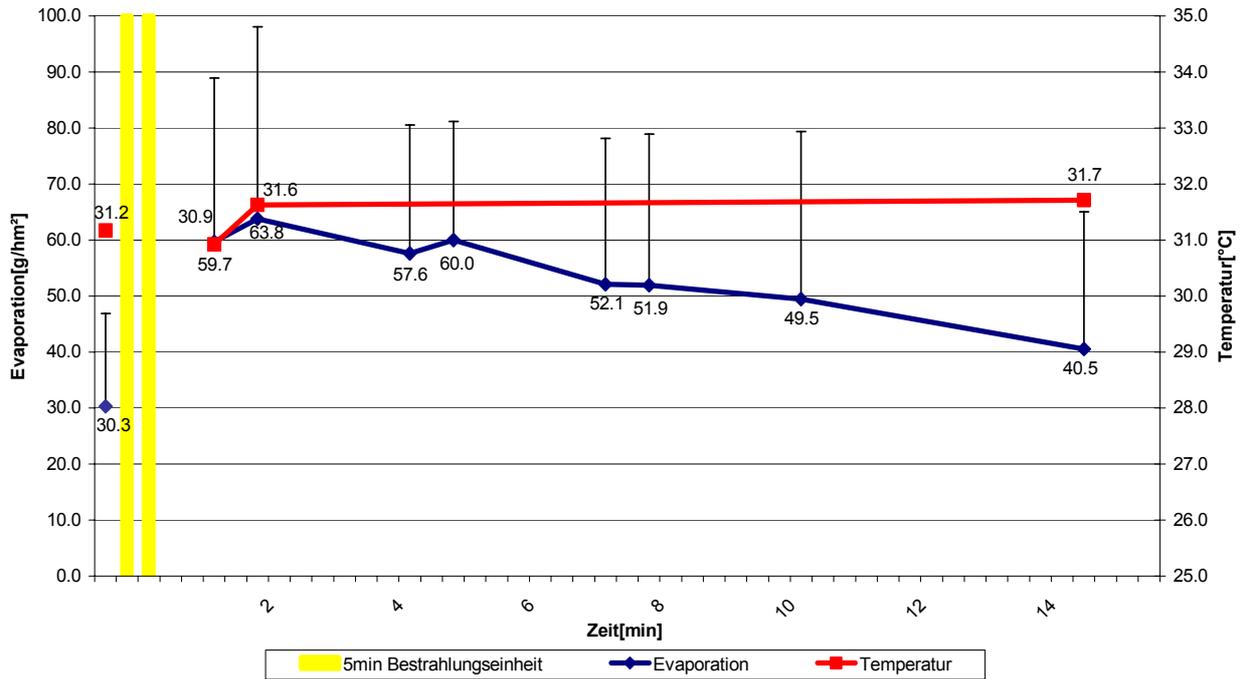


Abbildung 22: Dargestellt sind Temperatur und Evaporation der Gruppe 3 aus der Serie Gesamt. Der Abfall der Evaporation nach der Bestrahlung ist aufgrund der hohen Standardabweichung nicht signifikant.

Serie Gesamt: Statistische Verteilung der Evaporations-Werte
der Gruppe 3 (n'=7)* nach 100 sec

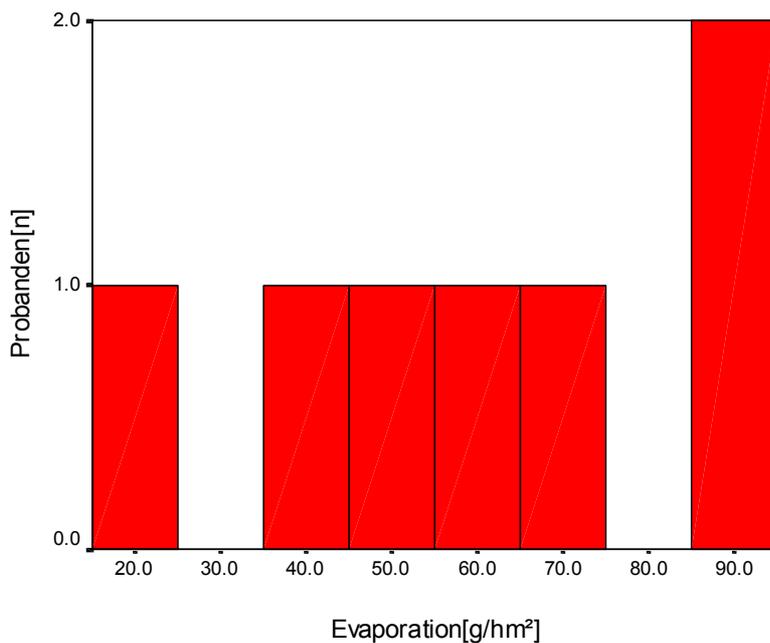


Abbildung 23:

Auch bei der Gruppe 3 (n'=7) der Serie Gesamt handelt es sich um relativ gleichmässig verteilte Messwerte. Das Histogramm zeigt, dass nach 100 sec im Anschluss an die Bestrahlung die Mehrheit der TEWL-Werte zwischen 40 und 70 g/hm² liegen.

3.1.5. Serie Gesamt nach Serie A1, A2 und B1 & B2 differenziert

Innerhalb der Serie Gesamt lassen sich auch die Mittelwerte der Probanden der Serien A1 & A2 (n=24) und die Mittelwerte der Probanden der Serien B1 & B2 (n=24) voneinander differenzieren. Die Serie A1 & A2 zeigt sowohl höhere Temperatur- als auch Evaporations-Werte (Abbildung 24, Seite 51).

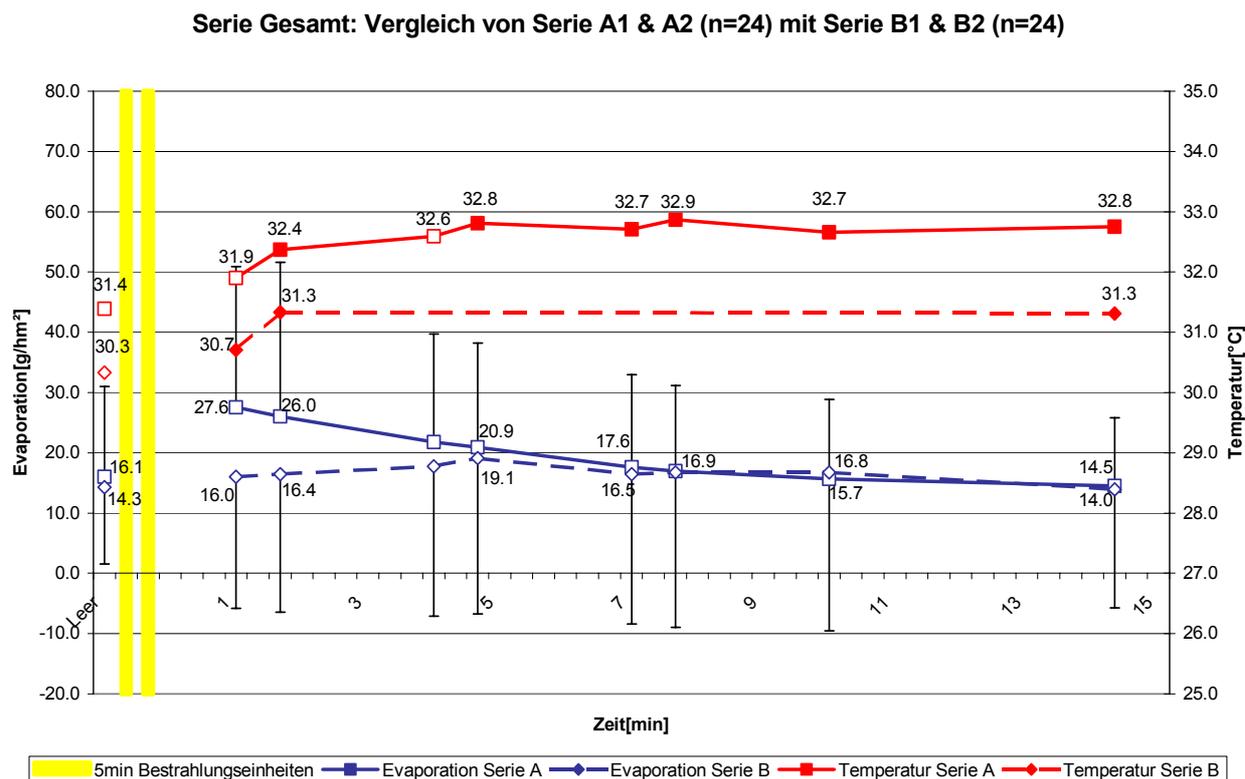


Abbildung 24: Die Standardabweichung der Evaporation zeigt in der Abbildung bei der Serie A1 & A2 senkrecht nach oben, bei der Serie B1 & B2 senkrecht nach unten. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Werte bei der Serie A1 & A2 in Bezug auf die Evaporation deutlicher ansteigen und bei der Temperatur insgesamt höher ausfallen.

Evaporation (Abbildung 24, Seite 51)

Im Anschluss an die Bestrahlung liegt nach 60 sec der TEWL bei der Serie A1 & A2 mit $27,6 \pm 23,3$ g/hm² über ($p < 0,05$) dem Kontrollwert von $16,1 \pm 15,0$ g/hm². Die Serie B1 & B2 zeigt im Gegensatz dazu keinen signifikanten Anstieg nach der Bestrahlung. Der TEWL fällt ($p < 0,001$) bei der Serie A1 & A2 wieder um $13,1$ g/hm² auf $14,5 \pm 11,3$ g/hm² nach 860 sec ab. Bei der Serie B1 & B2 liegt der TEWL nach 280

sec mit $19,1 \pm 25,9 \text{ g/hm}^2$ um $6,6 \text{ g/h}^2$ nicht signifikant über dem Kontrollwert und fällt ($p < 0,001$) im weiteren Verlauf auf $14,0 \pm 19,7 \text{ g/hm}^2$ nach 860 sec.

Temperatur (Abbildung 24, Seite 51)

Nach dem Ende der Bestrahlung steigt die Temperatur bei der Serie A1 & A2 bis zur 4. Messung nach 280 sec auf $32,8 \pm 1,1 \text{ °C}$ und liegt damit um $1,4 \text{ °C}$ über dem Kontrollwert ($p < 0,001$). Während der letzten Messung nach 860 sec beträgt die Temperatur noch immer $32,8 \pm 0,9 \text{ °C}$.

Der Kontrollwert der Serie B1 & B2 liegt nicht signifikant mit $30,3 \pm 1,5 \text{ °C}$ um $1,1 \text{ °C}$ unter dem Kontrollwert der Serie A1 & A2. Im Anschluss an die Bestrahlung liegt die Temperatur nach 100 und 860 sec um $1,0 \text{ °C}$ über ($p < 0,001$) dem Kontrollwert.

3.2. Serie A1 & A2

An dieser Serie waren insgesamt 24 männliche Probanden im Alter zwischen 35 und 65 der österreichischen Höhenstudie AMAS 2000 beteiligt. Sie waren mässig bis stark übergewichtig, am metabolischen Syndrom erkrankt und hatten keine äusserlichen Anzeichen von Hautkrankheiten

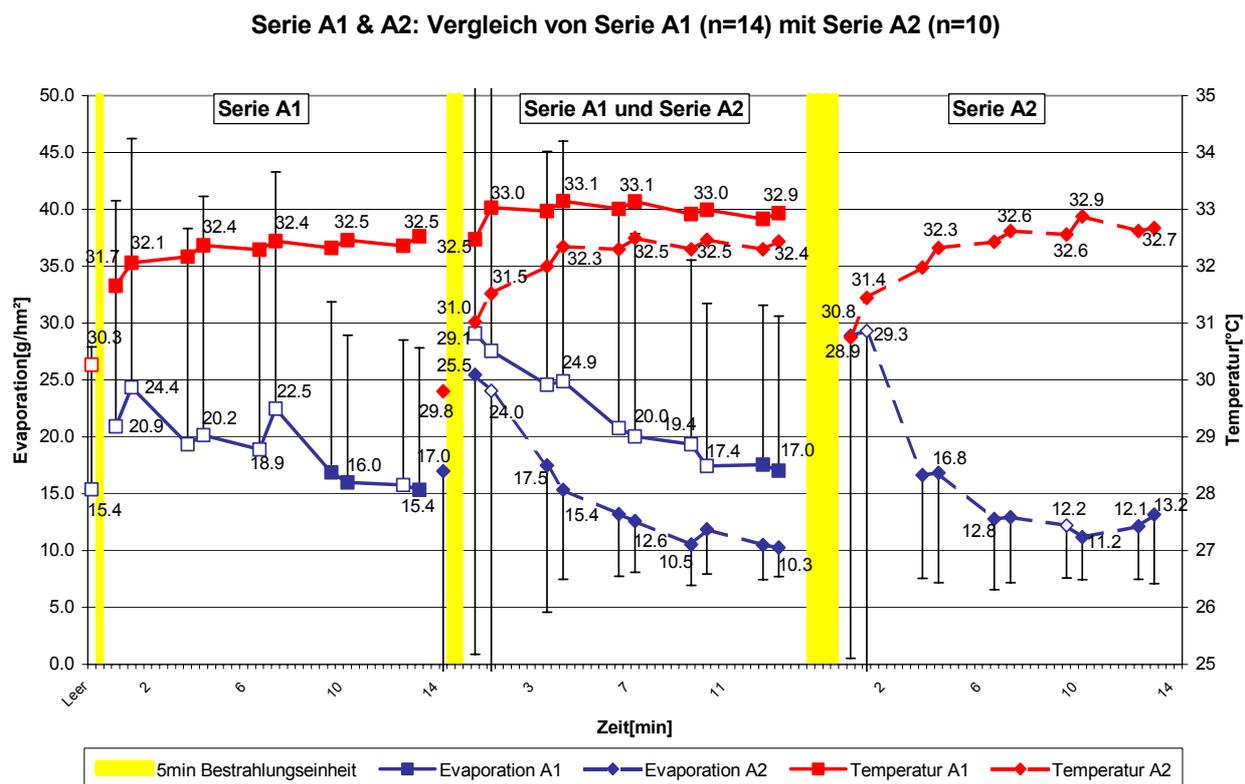


Abbildung 25: Dargestellt sind die Mittelwerte von der Serie A1 (n=14) und Serie A2 (n=10) nach jeweils der 1. und 2. Bestrahlung. Die Standardabweichung der Serie A1 zeigt in der Grafik nach oben, die der Serie A2 nach unten.

3.2.1. Serie A1

Die 14 Probanden der Experimentenserie A1 wurden während der 1. Bestrahlung 5 min und während der 2. Bestrahlung 10 min bestrahlt (Abbildung 11, Seite 32).

Evaporation (Abbildung 25, Seite 53)

Nach der 1. Bestrahlung konnten bezüglich der Evaporation keine signifikanten Veränderungen trotz einem tendentiellen Anstieg vom Kontrollwert $15,4 \pm 12,5 \text{ g/hm}^2$ auf $24,4 \pm 21,9 \text{ g/hm}^2$ 100 sec nach der Bestrahlung gemessen werden. Nach dem Anstieg folgt ein Abfall ($p < 0,001$) auf $15,4 \pm 12,8 \text{ g/hm}^2$ nach 820 sec.

Als Kontrollwert für die 2. Bestrahlung gilt als Bezugswert der TEWL-Wert nach 820 sec im Anschluss an die 1. Bestrahlung. Die 2. Bestrahlung erhöht ($p < 0,001$) den TEWL um $13,7 \text{ g/hm}^2$ auf $29,1 \pm 23,2 \text{ g/hm}^2$ nach 60 sec. Es folgt ein Abfall ($p < 0,001$) auf $17,0 \pm 13,6 \text{ g/hm}^2$ nach 820 sec.

Temperatur (Abbildung 25, Seite 53)

Im Gegensatz zur Evaporation reagieren die Probanden schon nach der 1. Bestrahlung mit einer Erhöhung ($p < 0,001$) der Temperatur gegenüber dem Kontrollwert um $1,4$ nach 60 sec und $1,8^\circ\text{C}$ nach 100 sec. Der Wert der letzten Messung nach 820 sec liegt mit $32,5 \pm 0,9^\circ\text{C}$ immer noch um $2,2^\circ\text{C}$ über ($p < 0,001$) dem Kontrollwert und gilt als neuer Bezugswert für die 2. Bestrahlung.

Im Anschluss an die 2. Bestrahlung ergaben sich zwar nach 60 sec keine signifikanten Veränderungen, nach 100 sec liegt die Temperatur jedoch um $0,5 \text{ g/hm}^2$ über ($p < 0,05$) dem Bezugswert. Auch bei der letzten Messung nach 820 sec ist die Temperatur immer noch um $0,4 \text{ g/hm}^2$ gegenüber dem Bezugswert erhöht ($p < 0,05$).

3.2.2. Serie A2

Im Gegensatz zur Experimentenserie A1 umfasste die Experimentenserie A2 nur 10 Probanden, die bei der 1. Bestrahlung 10 min und bei der 2. Bestrahlung 20 min bestrahlt wurden (Abbildung 11, Seite 32).

Evaporation (Abbildung 25, Seite 53)

Der Anstieg des TEWL durch die 1. Bestrahlung vom Kontrollwert $17,0 \pm 18,6 \text{ g/hm}^2$ auf $25,5 \pm 24,6 \text{ g/hm}^2$ nach 60 sec ist wie bei der Experimentenserie A1 nicht signifikant. Es folgt wie bei der Serie A1 eine Abnahme ($p < 0,05$) des TEWL von $24,0 \pm 26,5 \text{ g/hm}^2$ nach 100 sec auf $10,3 \pm 2,6 \text{ g/hm}^2$ nach 820 sec.

Als Bezugswert für die 2. Bestrahlung gilt, wie bei der Serie A1, ebenfalls die letzte Messung nach 820 sec der 1. Bestrahlung. Durch die 2. Bestrahlung lässt sich der TEWL um $19,0 \text{ g/hm}^2$ auf $29,3 \pm 30,3 \text{ g/hm}^2$ nach 100 sec gegenüber dem Bezugswert steigern ($p < 0,05$). Es folgt ein Abfall ($p < 0,05$) auf $11,2 \pm 3,7 \text{ g/hm}^2$ nach 660 sec.

Temperatur (Abbildung 25, Seite 53)

Im Gegensatz zur Experimentenserie A1 reagieren die Probanden mit einem insgesamt schwächeren Anstieg der Temperatur. Ein signifikanter Anstieg ($p < 0,01$) erfolgt erst 280 sec nach der 1. Bestrahlung. Die Temperatur ist gegenüber dem Kontrollwert von $29,8 \pm 1,8^\circ\text{C}$ deutlich um $2,5^\circ\text{C}$ nach 280 sec erhöht. Der Wert der letzten Messung nach 820 sec liegt mit $32,4 \pm 0,7^\circ\text{C}$ immer noch um $2,4^\circ\text{C}$ über ($p < 0,01$) dem Kontrollwert und wird als neuer Bezugswert für die 2. Bestrahlung festgelegt.

Im Anschluss an die 2. Bestrahlung ist die Temperatur nach 60 sec gegenüber dem Bezugswert um $1,6^\circ\text{C}$ erniedrigt ($p < 0,001$). Bis zur letzten Messung nach 820 sec nimmt die Temperatur wieder um $1,9^\circ\text{C}$ zu ($p < 0,001$). Ein Vergleich der letzten Messungen nach 820 sec mit dem Bezugswert ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten der 1. und 2. Bestrahlung.

3.3. Serie B1 & B2 Gesamt

Bei dieser Serie wurden 24 männliche Probanden im Alter zwischen 21 und 37 Jahren im Institut für Physiologie an der FU Berlin untersucht. Alle befanden sich in einem sehr guten Allgemeinzustand und zeigten keine Anzeichen von Hauterkrankungen.

Im Unterschied zur Experimentenserie A1 & A2 wurde die Reizantwort auf die Bestrahlung über 62 min dokumentiert. Die Werte von Bruttoelastizität und Gesamt fettgehalt der Hautoberfläche wurden erneut in dem verlängerten Messzeitraum berücksichtigt. Zur besseren Übersicht wird die Zeit anstatt der bisher verwendeten Einheit Sekunden (sec) in Minuten (min) angegeben (Abbildung 11, Seite 32).

Serie B1 & B2: Gesamtvergleich (n=24)

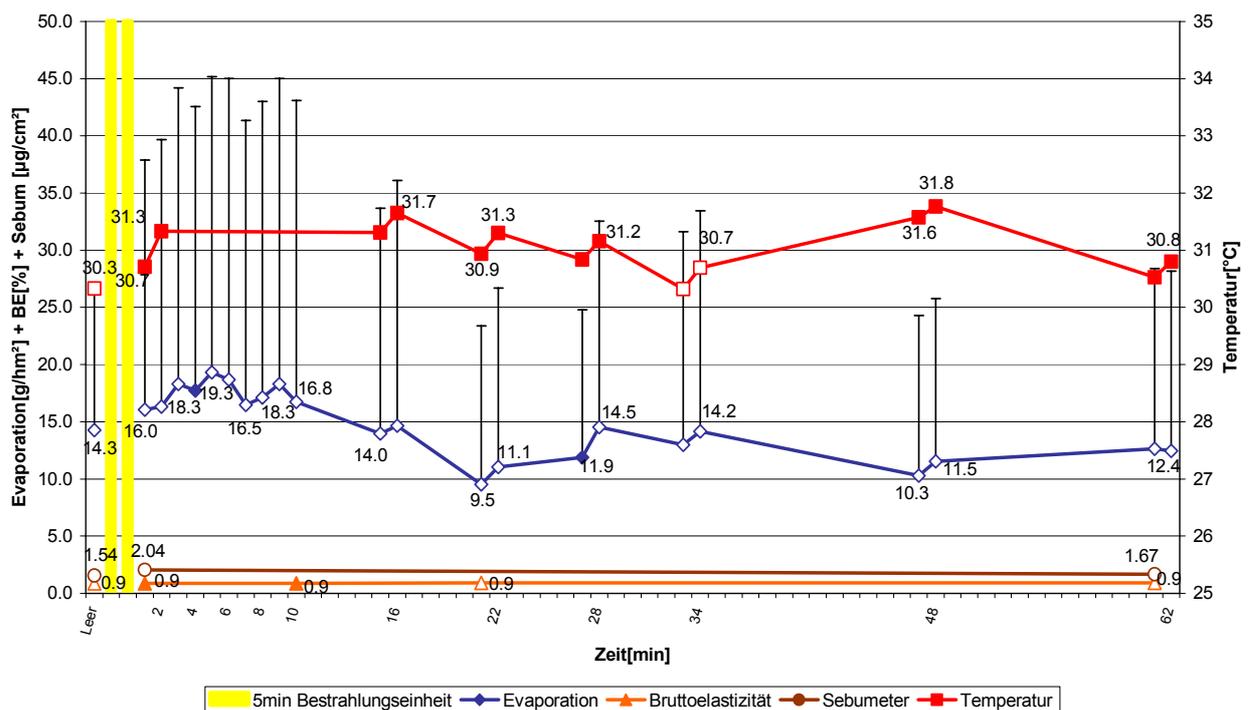


Abbildung 26: Die Wirkung der Bestrahlung auf die Parameter Evaporation, Temperatur, Bruttoelastizität und Gesamt fettgehalt der Hautoberfläche über einen Zeitraum von 62 min. Die Darstellung und Beschreibung der Temperatur-Werte zwischen 3. und 10. erfolgt in der Serie B2 (Abbildung 36, Seite 65).

Evaporation (Abbildung 26, Seite 56)

Der TEWL zeigt zwar 5 min nach der Bestrahlung einen Anstieg um $5,0 \text{ g/hm}^2$ gegenüber dem Kontrollwert, dieser Wert ist jedoch nicht signifikant. Statistisch signifikant ($p < 0,05$) sind nur die Kurvenabschnitte, in denen der TEWL zwischen der 16. min und 21. min um $5,2 \text{ g/hm}^2$ abfällt, danach bis zur 28. min wieder um $5,0 \text{ g/hm}^2$ ansteigt und erneut bis zur 47. min um $4,7 \text{ g/hm}^2$ abfällt. Aus dem wechselnden Abfall und Anstieg der Evaporation lassen sich keine Tendenzen erkennen.

Temperatur (Abbildung 26, Seite 56)

Zu einem signifikanten Anstieg der Temperatur kommt es auch bei der Experimentenserie B1 & B2 erst 2 min nach der Bestrahlung. Der Wert ist mit $31,3 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ um $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ gegenüber dem Kontrollwert erhöht ($p < 0,001$) und steigt ($p < 0,01$) weiter auf $31,7 \pm 0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 16 min. Nach 33 min erreicht ($p < 0,001$) die Temperatur mit $30,3 \pm 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ wieder den Kontrollwert. Es folgt ein erneuter Anstieg ($p < 0,001$) um $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $31,8 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 48 min mit anschliessendem Abfall auf $30,5 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 61 min.

Dieser Anstieg war bei den Probanden der Gruppe 1 ($n=13$) sowie der Gruppe 3 ($n=6$) nachweisbar (Abbildung 27, Seite 58 und Abbildung 29, Seite 61) und konnte nicht auf Veränderungen der Umwelt der Probanden zurückgeführt werden, d. h. die äusseren Veränderungen blieben unverändert.

Bruttoelastizität der Haut (Abbildung 26, Seite 56)

Veränderungen der Bruttoelastizität konnten individuell zwar beobachtet werden, Tendenzen und signifikante Unterschiede zwischen dem Kontrollwert und den Messungen nach der Bestrahlung ergeben sich jedoch nicht.

Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche (Abbildung 26, Seite 56)

Ähnlich der Bruttoelastizität bestanden zwar individuelle Unterschiede zwischen den Probanden, eine Tendenz oder ein signifikanter Unterschied zwischen dem Kontrollwert und der Messung nach der Bestrahlung bestand auch hier nicht.

3.3.1. Serie B1 & B2 in Gruppen

Aufgrund der weiten Streuung der Messwerte, erkenntlich an der hohen Standardabweichung der Evaporation, wurden aus den 24 Probanden, wie schon zuvor in der Serie Gesamt, drei Gruppen bezüglich der Höhe der Evaporation gebildet.

Die Werte von Bruttoelastizität und Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche wurden erneut wegen fehlender signifikanter Veränderungen nicht weiter berücksichtigt.

3.3.1.1. Serie B1 & B2: Gruppe 1

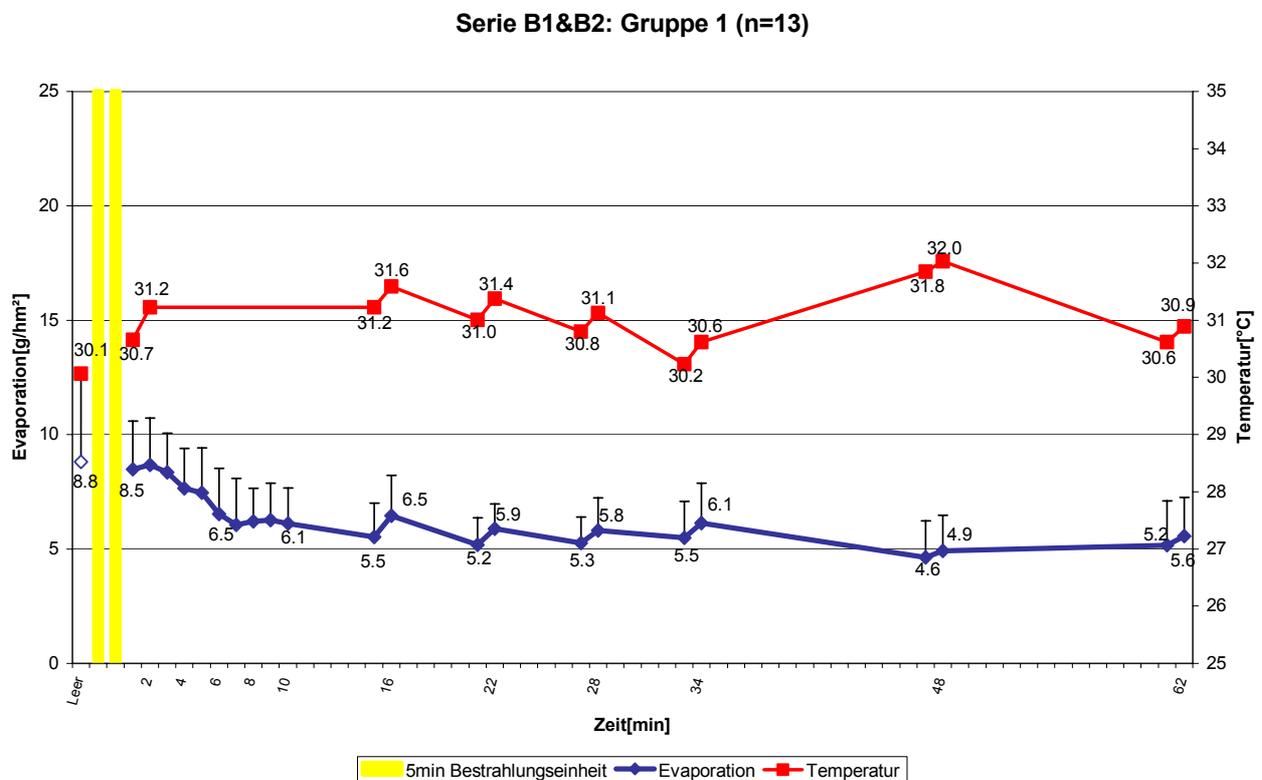


Abbildung 27: Die Gruppe 1 der Serie B1 & B2 zeigt geringfügig negative Evaporations-Werte und einen deutlichen Anstieg der Temperatur 48 min nach der Bestrahlung

Evaporation (Abbildung 27, Seite 58)

Die Gruppe 1 (n=13) ist durch einen niedrigen Kontrollwert von $8,8 \pm 3,8$ g/hm² und durch eine kaum vorhandene Reizantwort auf die Bestrahlung charakterisiert. Zwischen dem Kontrollwert und den Werten nach der Bestrahlung können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Standardabweichung liegt nach

der Bestrahlung jedoch nur noch zwischen 1,1 und 2,1. Signifikant ($p < 0,05$) ist jedoch der Abfall nach Ende der Bestrahlung von $8,5 \pm 2,1$ g/hm² nach 1 min um 2,4 g/hm² auf $6,1 \pm 2,0$ g/hm² nach 7 min. Im weiteren Verlauf der Messung ist der TEWL annähernd gleichbleibend ($p < 0,05$).

Temperatur (Abbildung 27, Seite 58)

Die Temperatur-Veränderungen der Gruppe 1 weichen nicht im wesentlichen von den bereits besprochenen Ergebnissen unter 3.3. Serie B1 & B2 Gesamt ab (Seite 56). Überraschend auch hier wieder der Temperaturanstieg zwischen der 34. und 48 min.

3.3.1.2. Serie B1 & B2: Gruppe 2

Evaporation (Abbildung 28, Seite 60)

Die Gruppe 2 ($n=5$) zeigt mit einem Kontrollwert von $9,3 \pm 4,1$ g/hm² kaum höhere Werte als die Gruppe 1. Der Anstieg des TEWL durch die Bestrahlung ist ebenfalls nicht signifikant, obwohl er mit $12,0 \pm 5,3$ g/hm² um $2,7$ g/hm² über dem Kontrollwert liegt. Ähnlich der Gruppe 1 kommt es zu einem Abfall ($p < 0,05$) nach dem Ende der Bestrahlung. Der TEWL fällt nach der Bestrahlung um $5,2$ g/hm² von $12,0 \pm 5,3$ g/hm² nach 1 min auf $6,8 \pm 3,2$ g/hm² nach 7 min ab. Es folgen zwei weitere statistisch jedoch nicht signifikante Anstiege des TEWL.

Temperatur (Abbildung 28, Seite 60)

Im Unterschied zur Gruppe 1 und 3 ist der Temperaturanstieg nach 48 min geringer ausgeprägt und nicht signifikant.

Serie B1 & B2: Gruppe 2 (n=5)

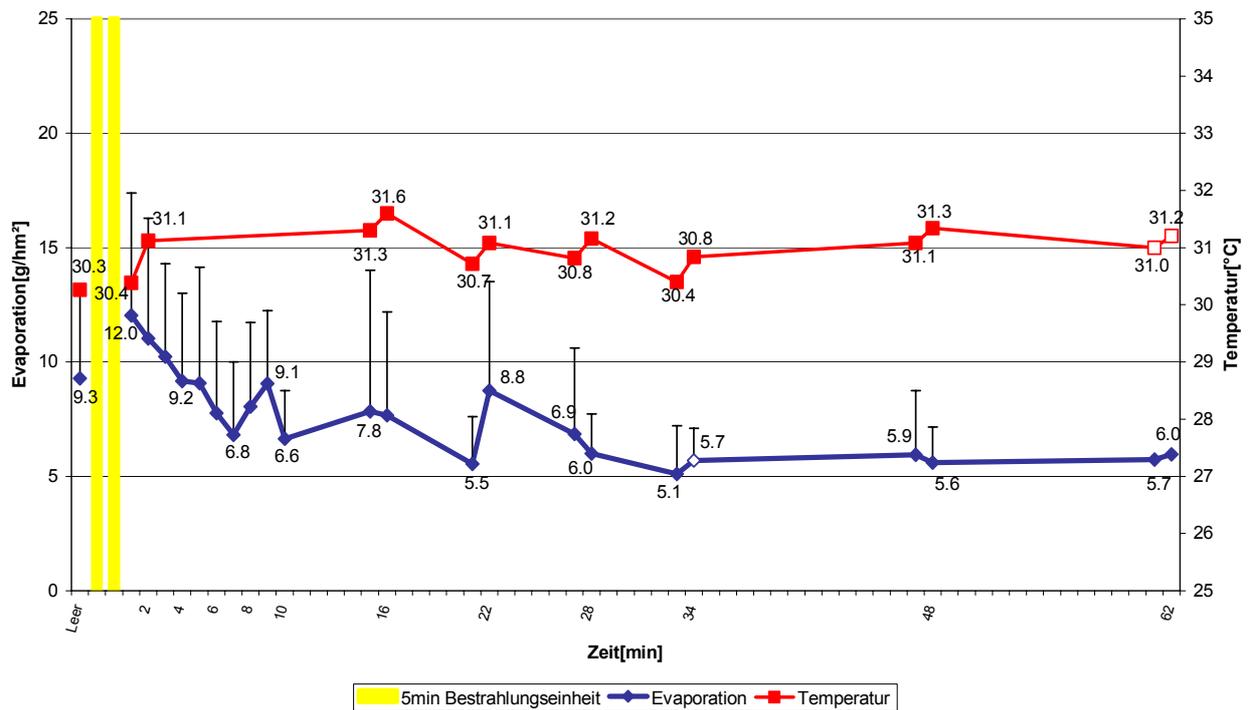


Abbildung 28: Die Probanden der Gruppe 2 zeigen nach der Bestrahlung eine höhere Evaporation, der Anstieg ist jedoch nicht signifikant. Der Temperaturanstieg nach 48 min ist nur sehr gering.

3.3.1.3. Serie B1 & B2: Gruppe 3

Evaporation (Abbildung 29, Seite 61)

Die Gruppe 3 (n=6) zeigt mit $30,3 \pm 16,9$ g/hm² einen vergleichsweise hohen Kontrollwert. Im Gegensatz zu den Gruppen 1 und 2 ist der TEWL 6 min nach der Bestrahlung mit $54,1 \pm 34,3$ g/hm² deutlich gegenüber dem Kontrollwert erhöht, aufgrund einer hohen Standardabweichung jedoch nicht signifikant. In den Einzeldarstellungen (Abbildung 30, Seite 62 bis Abbildung 35, Seite 64) wird die enorme Streuung innerhalb dieser Gruppe deutlich. Die Streubreite reicht vom Anstieg des TEWL unmittelbar nach der Bestrahlung (Abbildung 30, Seite 62) nach 28 min (Abbildung 33, Seite 63) oder mehrfachen Anstiegen (Abbildung 31, 32, 34 und 35, Seiten 62 – 64).

Serie B1 & B2: Gruppe 3 (n=6)

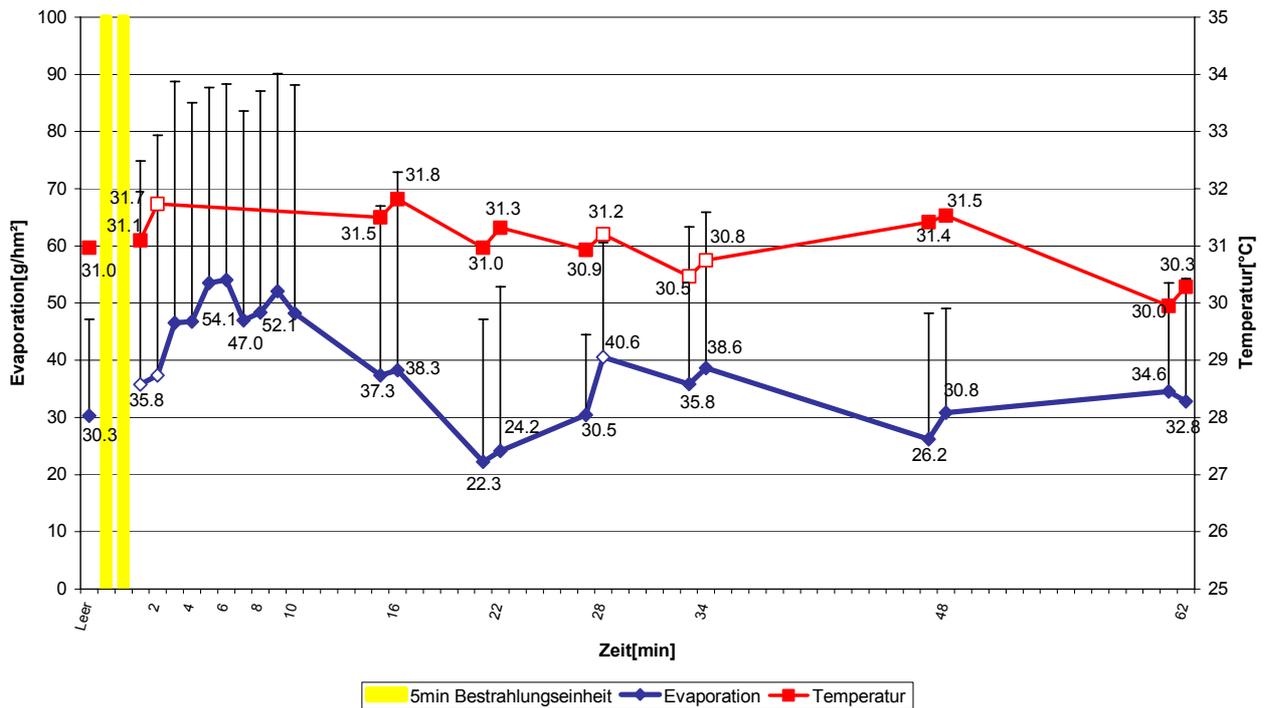


Abbildung 29: Anstieg der Evaporation aufgrund hoher Standardabweichung signifikant. Die Gruppe 3 zeigt erneut einen signifikanten Temperaturanstieg nach 48 min.

Temperatur (Abbildung 29, Seite 61)

Die Temperatur-Veränderungen der Gruppe 3 weichen nicht wesentlich von den Ergebnissen der Serie B1 & B2 Gesamt ab (Seite 56). Allerdings sei auch hier wieder auf den Temperaturanstieg zwischen der 34. und 48. min hingewiesen.

Serie B1 & B2: ID 52 (n=1) aus Gruppe 3

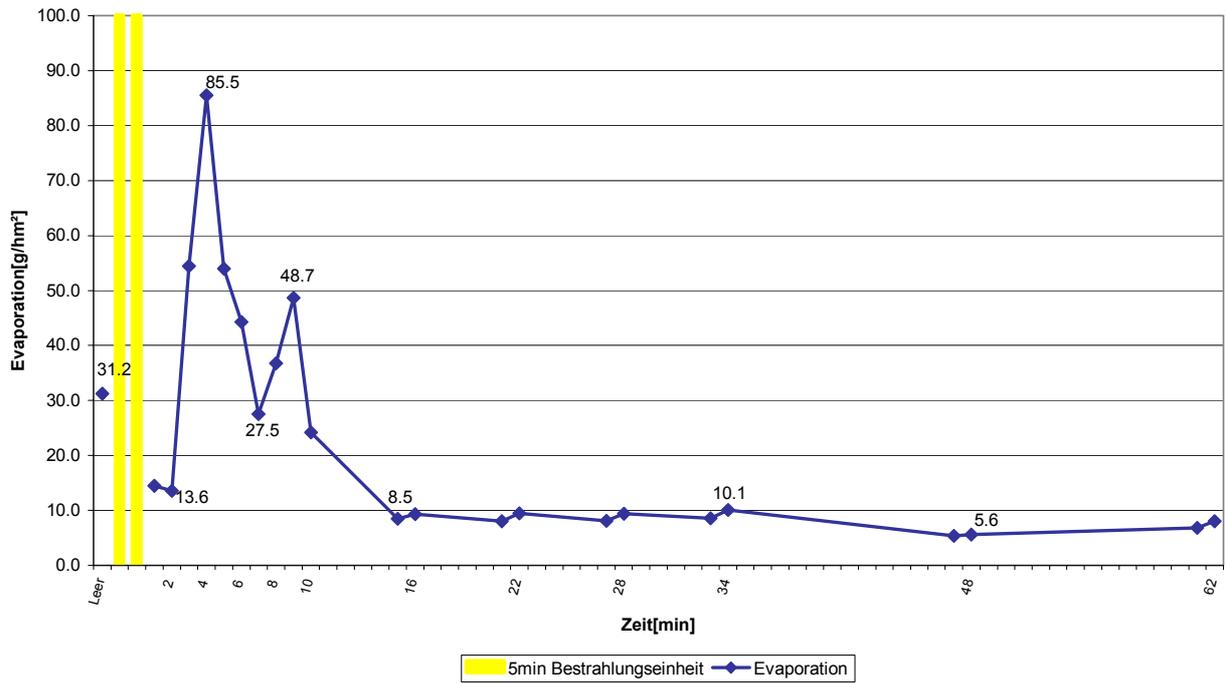


Abbildung 30: Einzeldarstellung von Proband ID 52 mit deutlicher Reizantwort direkt nach der Bestrahlung.

Serie B1 & B2: ID 63 (n=1) aus Gruppe 3

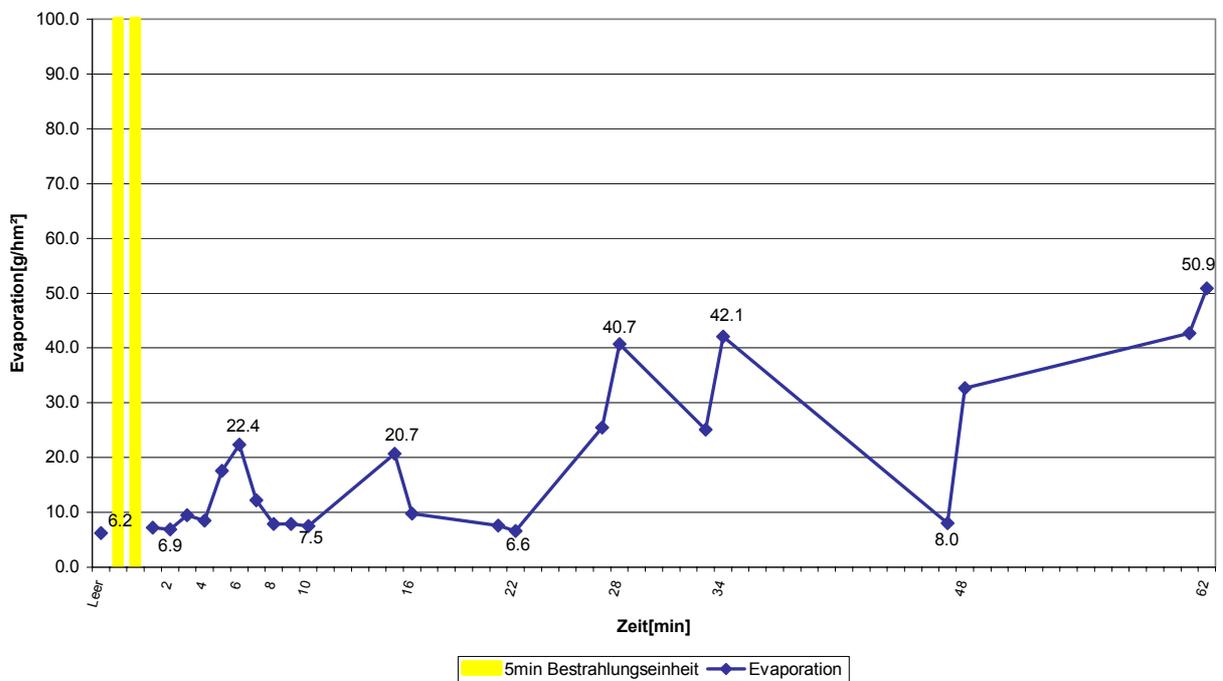


Abbildung 31: Einzeldarstellung von Proband ID 63 mit deutlichen Evaporations-Schwankungen, die nicht unmittelbar an die Bestrahlung folgen.

Serie B1 & B2: ID 65 (n=1) aus Gruppe 3

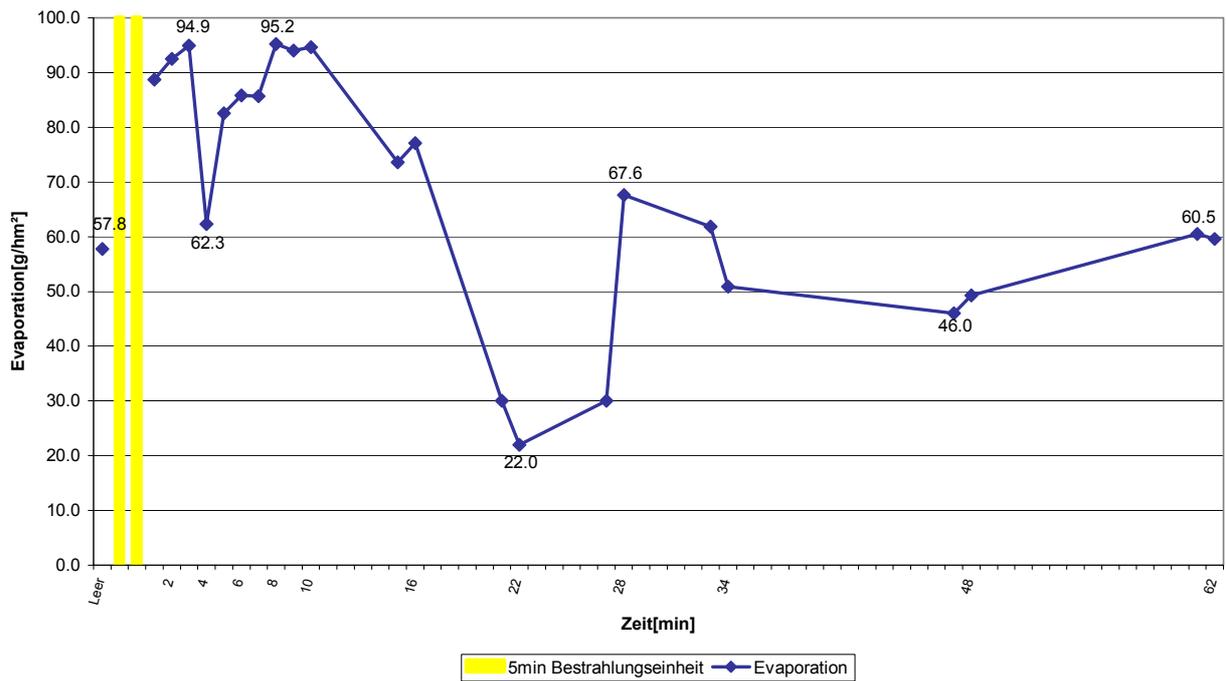


Abbildung 32: Die Einzeldarstellung von Proband ID 65 zeigt einen hohen Kontrollwert und eine ausgeprägte Reizantwort während der gesamten Messung.

Serie B1 & B2: ID 66 (n=1) aus Gruppe 3

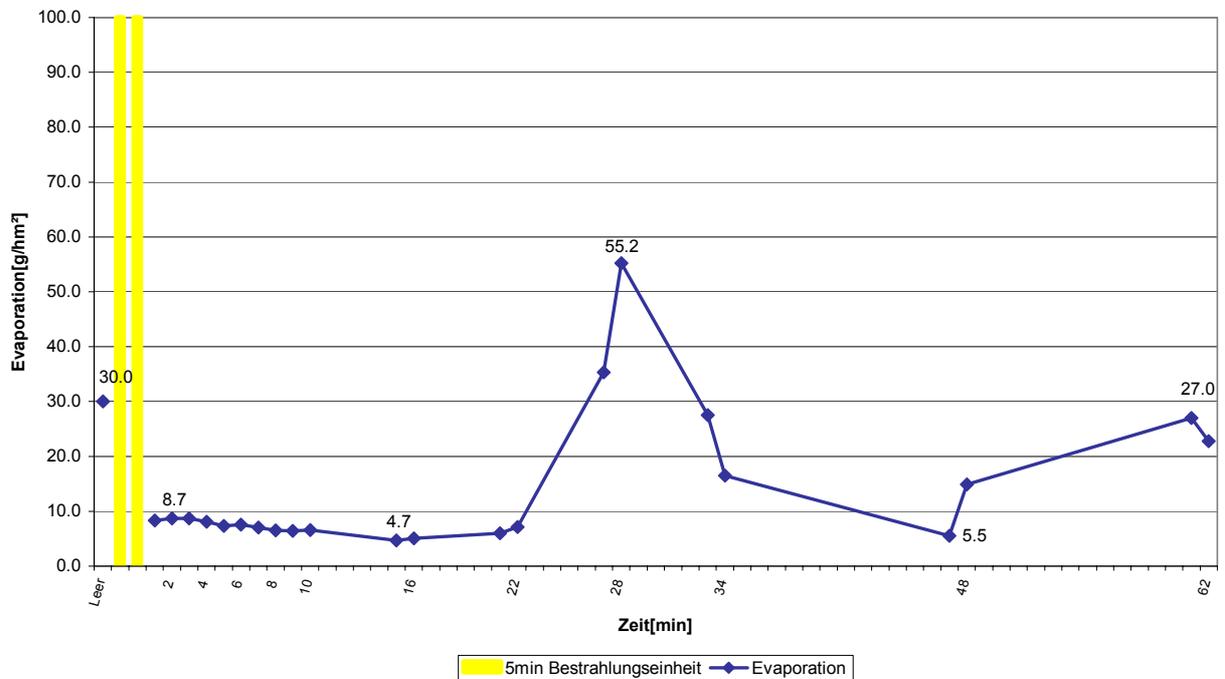


Abbildung 33: Die Reizantwort des Probanden ID 66 ist zunächst ruhig, nach 28 min kommt es jedoch zu einem deutlichen Anstieg der Evaporation. Der weitere Verlauf ist unruhig.

Serie B1 & B2: ID 69 (n=1) aus Gruppe 3

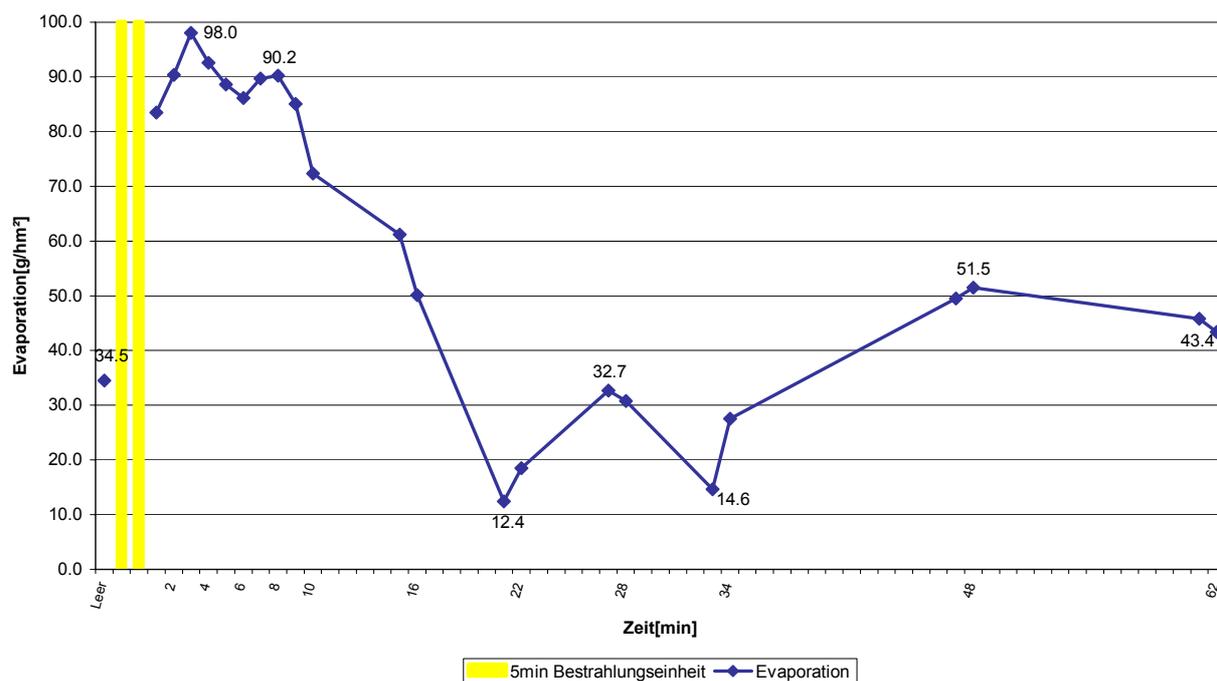


Abbildung 34: Es kommt zu einem deutlichen Anstieg der Evaporation nach der Bestrahlung. Auch im weiteren Verlauf sind die Werte von Proband ID 69 als hoch anzusehen.

Serie B1 & B2: ID 72 (n=1) aus Gruppe 3

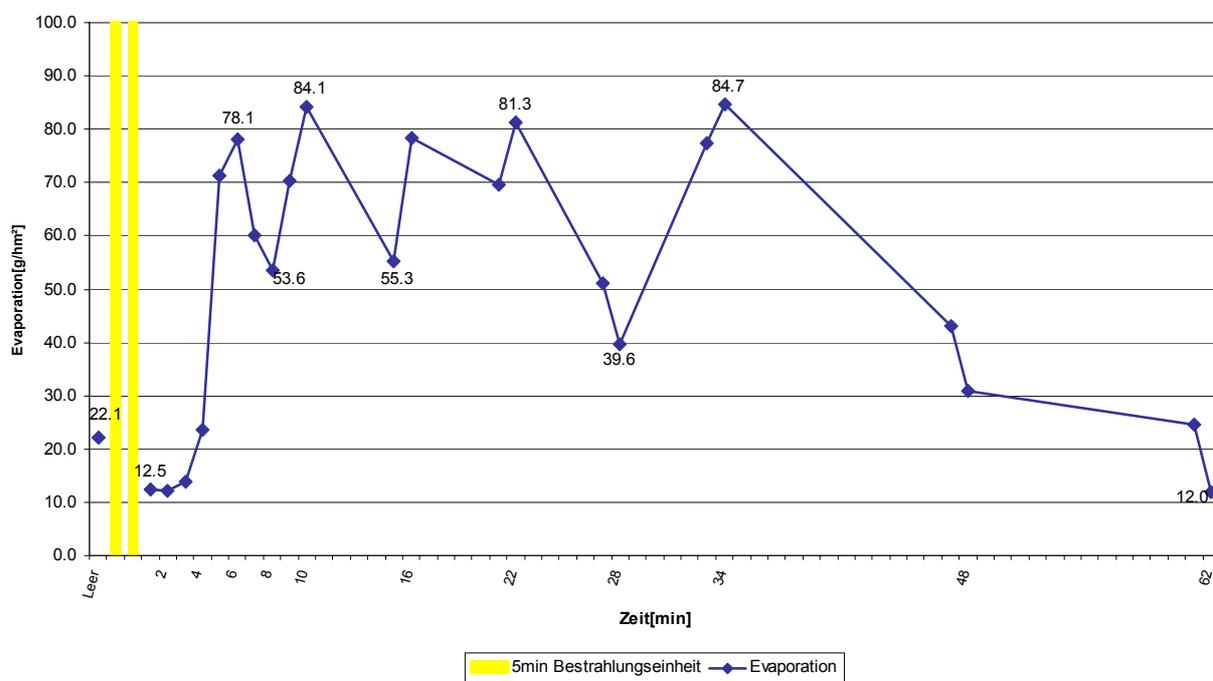


Abbildung 35: Proband ID 72 zeigt einen zeitlich verzögerten Anstieg der Evaporation auf die Bestrahlung. Die Evaporation zeigt einen unruhigen Verlauf und erreicht erst nach 62 min einen moderaten Wert.

3.3.2. Serie B2

Es handelt sich hierbei um 12 Probanden aus den insgesamt 24 Probanden der Serie B1, die die Serie B2 bilden. Die Kontrollwertbestimmung erfolgt im Gegensatz zur Serie B1 statt 2 min über 12 min. Mit der erweiterten Kontrollwertbestimmung wird die Adaptionsphase des Probanden und die Bestimmung der Temperatur durch die Sonde überprüft (Abbildung 11, Seite 32).

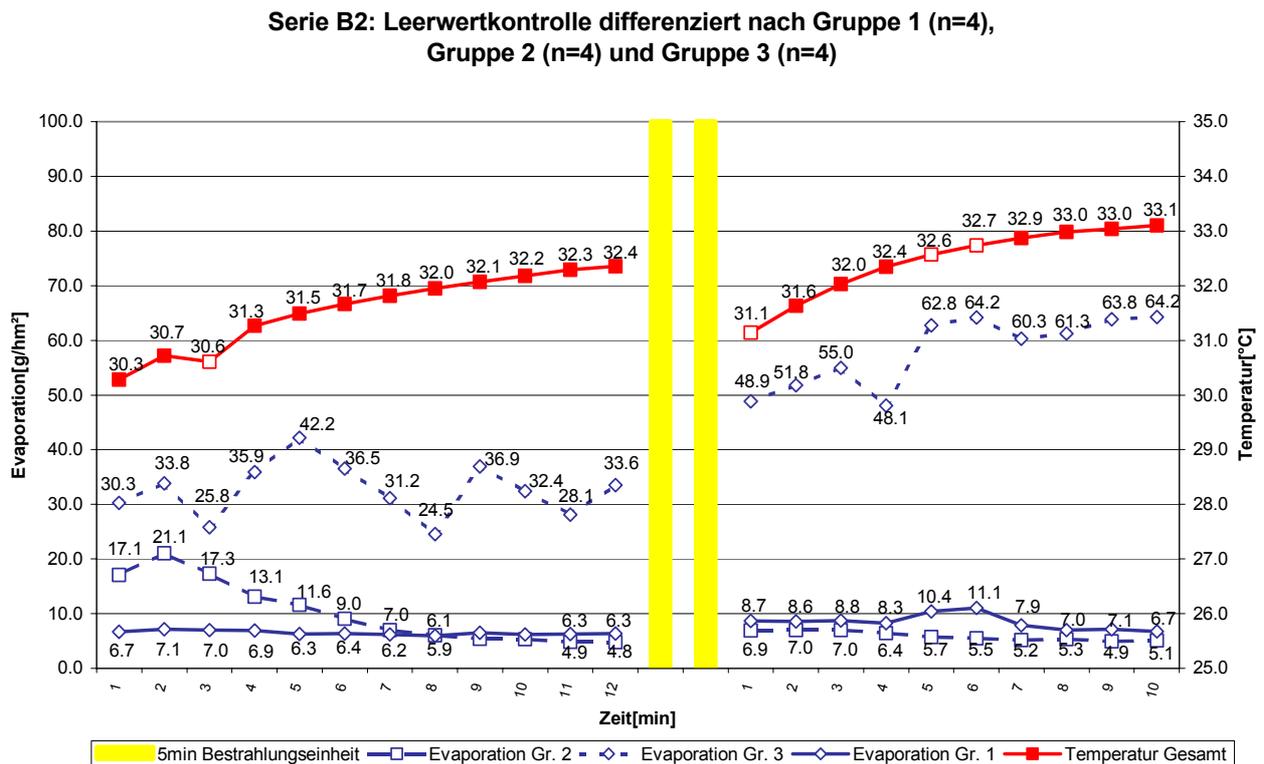


Abbildung 36: Die erweiterte Kontrollmessung zeigt das unterschiedliche Anpassungsverhalten bezüglich der Evaporation. Ein hoher Kontrollwert und eine starke Reizantwort scheinen in einem Zusammenhang zu stehen. Weiterhin kommt es bei kontinuierlich aufgelegter Sonde zu einem asymptotischen Temperaturanstieg während der Kontrollmessung.

Evaporation (Abbildung 36, Seite 65)

Die Probanden zeigen tendentiell ein unterschiedliches Verhalten bezüglich der Evaporation während der Kontrollwertbestimmung. Aus dem zeitlichen Verlauf der Messwerte liessen sich aufgrund der geringen Probandenzahl (n) keine signifikanten Veränderungen ablesen. Es erscheint jedoch sinnvoll zwei Tendenzen festzuhalten.

Bei 4 Probanden nähert sich erst nach 8 min während der laufenden Kontrollmessung der TEWL asymptotisch einem konstanten Kontrollwert. Am Ende der Kontrollmessung nach 12 min liegt der TEWL mit $4,8 \text{ g/hm}^2$ um $16,3 \text{ g/hm}^2$ unter dem nach 2 min gemessenen Wert.

Es ist zum einen auffällig, dass das Verhalten der Probanden der Gruppe 3 durch eine hohe und stark schwankende Evaporation gekennzeichnet ist. Darüber hinaus zeigen diese 4 Probanden diese Schwankungen schon während der Kontrollmessung.

Temperatur (Abbildung 36, Seite 65)

Bei allen 12 Probanden wird während der erweiterten Bestimmung des Kontrollwertes von 12 min ein Anstieg der Temperatur gemessen. Von anfänglichen $30,3 \pm 1,2 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 1 min kommt es zu einem Anstieg ($p < 0,01$) um $2,1 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $32,4 \pm 0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 12 min. Die Verlaufskurve zeigt zum Ende der Messung einen Sättigungscharakter.

Eine vergleichbare um durchschnittlich 1°C verschobene ($p < 0,01$) Kurve ergibt sich nach der Bestrahlung. Die Temperatur steigt ($p < 0,01$) von $31,1 \pm 1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 1 min ebenfalls asymptotisch um $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $33,1 \pm 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ nach 12 min. Aussagen über einen Anstieg der Temperatur während der Messung mit kontinuierlich aufgesetzter Sonde sind demzufolge nur begrenzt möglich. Ausführliche Diskussion im Kapitel 4.1.2. (Seite 75).

3.4. Serie B3 & B4

An 10 Probanden der Serie B1 & B2 wurden zusätzliche Messungen durchgeführt. Ausgewählt waren die Probanden der Gruppe 1 (Abbildung 27, Seite 58) und Gruppe 2 (Abbildung 28, Seite 60), die einen erneuten Temperaturanstieg nach 48 min im Anschluss an die VIP-Lichttherapie und eine moderate Evaporation zeigten. Es wurde bei der Serie B3 (Abbildung 38, Seite 69) eine Leermessung von 62 min ohne Bestrahlung sowie eine Kontrolluntersuchung bei der Serie B4 (Abbildung 39, Seite 70) mit einer handelsüblichen Quarzlampe durchgeführt (Abbildung 11, Seite 32). Vergleichswert für die Messungen der Serie B3 und Serie B4 waren die Ergebnisse der VIP-Lichttherapie (Abbildung 37, Seite 67).

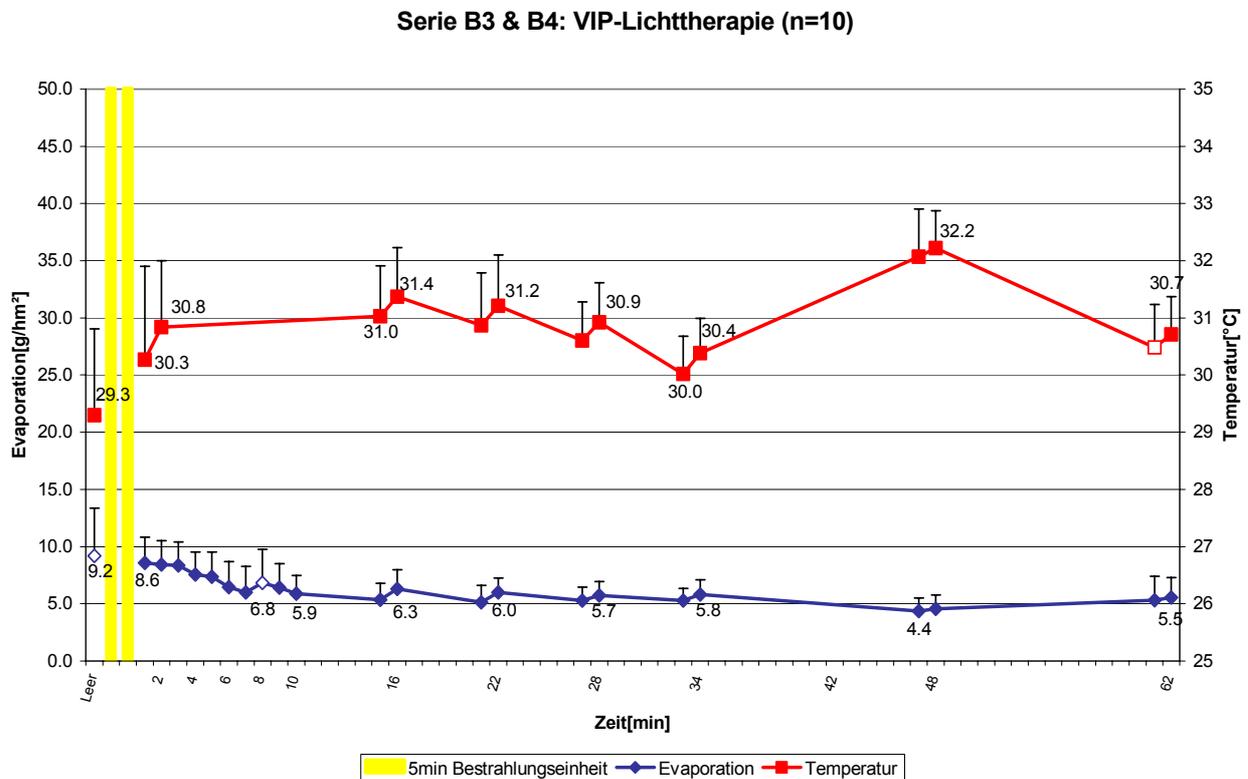


Abbildung 37: Die Werte von Evaporation und Temperatur sind mit den Ergebnissen aus Gruppe 1 der Serie B1 & B2 nahezu identisch (Abbildung 28, Seite 61). Im Gegensatz zu den vorigen Abbildungen ist die Standardabweichung auch bei der Temperatur dargestellt.

Evaporation (Abbildung 37, Seite 67)

Die Probanden der Serie B3 & B4 zeigen einen niedrigen Kontrollwert von $9,2 \pm 4,2$ g/hm². Im Anschluss an die Bestrahlung liegt der TEWL nach 1 min mit

8,6 ±2,3 g/hm² unter dem Kontrollwert, der Unterschied ist wie unter 3.3. (Serie B1 & B2 Gesamt, Seite 57) nicht statistisch signifikant. Es folgt eine Abnahme (p<0,001) bis zur letzten Messung nach 62 min um 3,1 g/hm² auf 5,5 ±1,8 g/hm².

Temperatur (Abbildung 37, Seite 67)

Im Anschluss an die Bestrahlung liegt die Temperatur nach 2 min mit 30,8 ±1,2 °C um 1,5 °C über (p<0,001) dem Kontrollwert von 29,3 ±1,5 °C. Die Temperatur sinkt (p<0,01) danach wieder auf 30,0 ±0,7 °C nach 33 min. Es folgt ein erneuter Anstieg (p<0,001) um 2,2 °C auf 32,2 ±0,7 °C nach 48 min wie auch immer die Probanden gruppiert werden. Es folgt ein anschliessender Abfall (p<0,001) auf 30,7 ±0,7 °C nach 62 min.

3.4.1. Serie B3

Bei den Probanden wurde nach der Ruhephase und zusätzlichen 10 min (entsprechend der sonstigen Bestrahlungsdauer) während der Leermessung 62 min die Evaporation und die Temperatur bestimmt (Abbildung 11, Seite 32).

Evaporation (Abbildung 38, Seite 68)

Die 1. Messung nach 1 min weicht von den anderen ab, da der Wert und die Standardabweichung mit 17,5 ±8,6 g/hm² verhältnismässig hoch sind. Bei der 2. Messung nach 2 min beträgt der TEWL nur noch 14,0 ±3,0 g/hm². Nach 62 min liegt der TEWL mit 9,7 ±1,1 g/hm² um 4,3 g/hm² unter (p<0,005) dem Wert nach 2 min.

Temperatur (Abbildung 38, Seite 68)

Zwischen der 1. min mit 31,2 ±0,6 °C und der 9. min mit ebenfalls 31,2 ±0,5 °C lassen sich keine nennenswerten Temperaturveränderungen feststellen. Nach 62 min liegt die Temperatur mit 30,6 ±0,5 °C um 0,8 °C unter (p<0,05) dem Wert gegenüber der 1. und 9. min.

Serie B3: Leermessung (n=10)

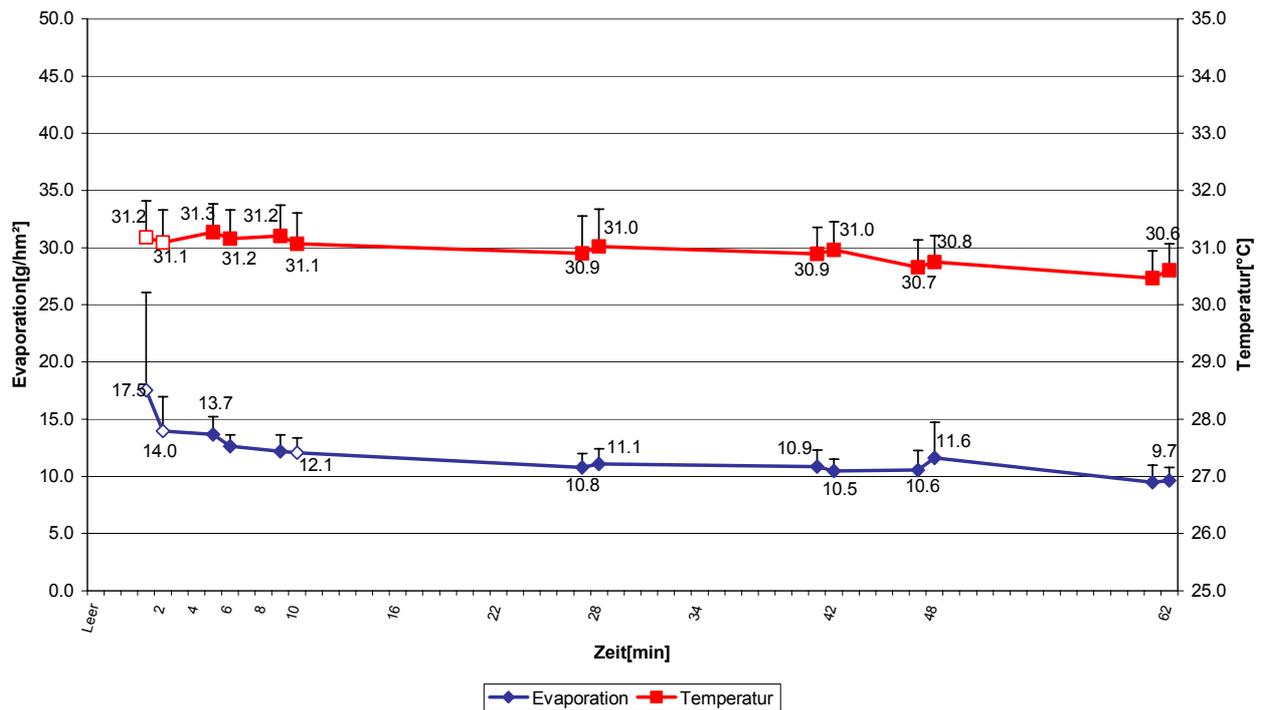


Abbildung 38: Die Evaporation und Temperatur fallen im Verlauf der Leermessung von 6 min leicht ab und zeigen dabei nur geringfügige Schwankungen.

3.4.2. Serie B4

Zum Vergleich mit der VIP-Lichttherapie wurde an den Probanden eine Placebo-Bestrahlung mit einer handelsüblichen Quarzlampe durchgeführt. Im Anschluss an die Kontrollmessung folgte die Bestrahlung von 10 min. Das Messintervall war mit 62 min identisch, die Messabfolge wurde jedoch geringfügig geändert (Abbildung 11, Seite 32).

Evaporation (Abbildung 39, Seite 70)

Der Kontrollwert liegt mit $19,4 \pm 9,5$ g/hm² im Vergleich zum Kontrollwert der VIP-Lichttherapie deutlich höher. Im Anschluss an die Bestrahlung kommt es zwar zu einem Anstieg des TEWL auf $35,4 \pm 31,4$ g/hm² nach 2 min, dieser ist aber aufgrund der hohen Standardabweichung nicht signifikant. Anschliessend fällt ($p < 0,05$) die Evaporation um $25,4$ g/hm² auf $10,0 \pm 1,3$ g/hm² nach 62 min.

Temperatur (Abbildung 39, Seite 70)

Im Anschluss an die Bestrahlung liegt die Temperatur nach 1 min um 2,2 °C und nach 2 min mit $32,6 \pm 0,8$ °C sogar um 2,6 °C über ($p < 0,001$) dem Kontrollwert von $30,0 \pm 1,6$ °C. Die Temperatur beträgt nach 10 min immer noch $32,5 \pm 0,6$ °C sinkt ($p < 0,001$) danach aber auf $30,4 \pm 0,5$ °C nach 62 min. Ein Temperaturanstieg nach 48 min mit anschließendem Abfall war nicht zu beobachten.

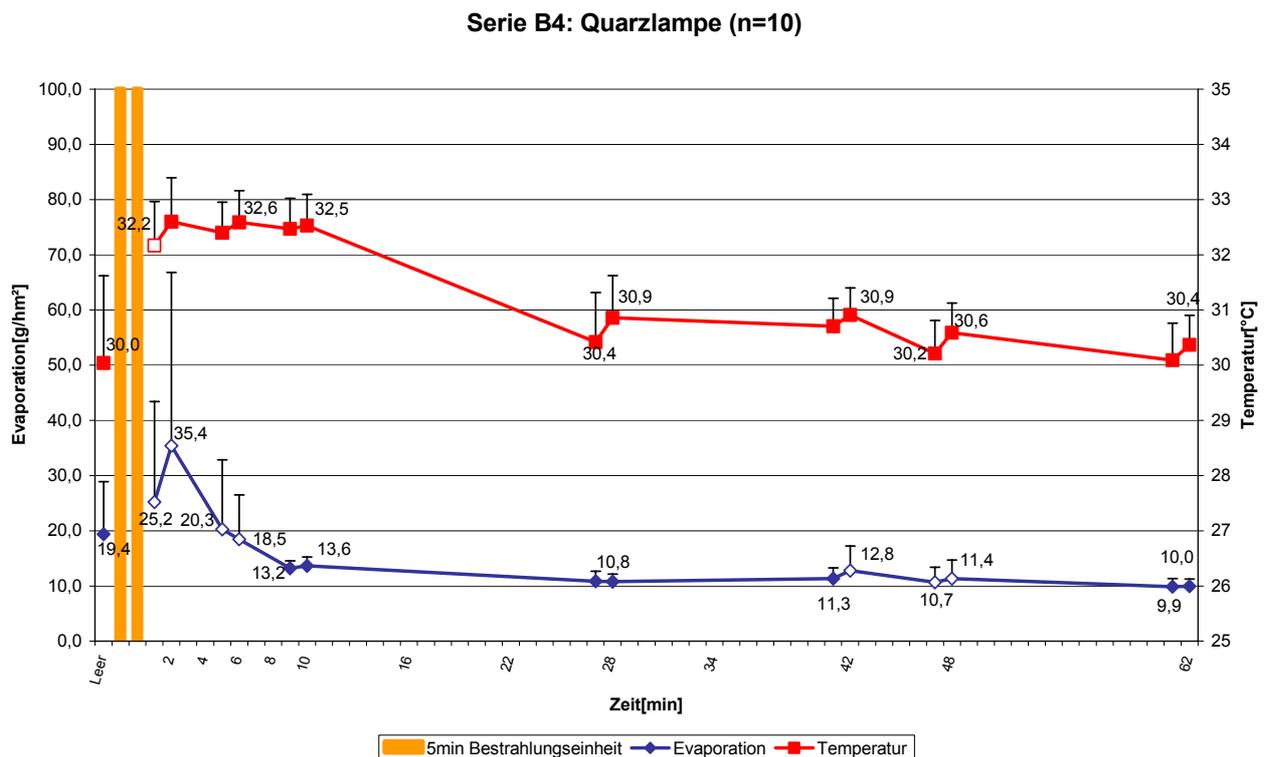


Abbildung 39: Die Bestrahlung mit der Quarzlampe führt zu einem deutlichen Anstieg der Evaporation und der Temperatur. Ein erneuter Anstieg der Temperatur nach 48 min ist jedoch nicht zu sehen.