

E-25/3

UNTERSUCHUNGEN  
ZUR KEILZINKENVERLEIMUNG VON HOLZ MIT  
HÖHEREN HOLZFEUCHTEN ALS 15 % MIT EIN-  
KOMPONENTEN - POLYURETHANKLEBSTOFFEN  
LANGZEITVERHALTEN DES KLEBSTOFFES BIS  
3 JAHRE UND ABSCHLIEßENDE BEURTEILUNG

FORSCHUNGSVORHABEN  
14 - 35847 / 1

DURCHGEFÜHRT IM AUFTRAG DER ENTWICKLUNGSGEMEINSCHAFT  
HOLZBAU (EGH) IN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR HOLZ-  
FORSCHUNG E.V. (DGFH)

VON

HANS GOTH UND BORIMIR RADOVIC

FORSCHUNGS- UND MATERIALPRÜFUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG  
ABTEILUNG I - BAUSTOFFE, REFERAT 14 - HOLZ  
STUTTGART  
1993

## 1. Einleitung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens "Untersuchungen zur Keilzinkenverleimung von Holz mit höheren Holzfeuchten als 15 % mit Einkomponenten - Polyurethanklebstoffen" war der Einfluß der Alterung und der Dauerbelastung auf die Verklebung über einen Zeitraum von 3 Jahren zu untersuchen. In unserem Prüfungsbericht 14-35847, GOTH-RADOVIC, 1990, haben wir über die Ergebnisse bis zu einem Jahr Dauerbelastung berichtet.

In der Zwischenzeit sind nun die Langzeitversuche über 3 Jahre abgeschlossen. Nachstehend wird über die Ergebnisse dieser Versuche berichtet. Abschließend erfolgt eine Endbeurteilung des ganzen Forschungsvorhabens.

## 2. Alterungs- und Dauerlastversuche

Zur Ermittlung des Einflusses der Alterung und der Dauerbelastung bei unterschiedlichen Klimaverhältnissen auf die Bindefestigkeit sowie das Kriechverhalten wurden Buche-Querzugkörper nach Punkt 2.5.1 von DIN 68141 mit satter Fuge (0,1 mm) verwendet.

Einzelheiten über die Durchführung der Versuche und deren Ergebnisse bis zu einem Jahr Dauerbelastung sind in Punkt 4.1 des in der Einleitung erwähnten Berichtes aufgeführt.

Das Klima im "Glashaus" wurde weiterhin laufend durch Klimaschreiber aufgezeichnet. Im Verlauf der zwei letzten Jahre wurde eine Temperatur zwischen - 15 °C und + 42 °C und eine rel. Luftfeuchte zwischen 15 % und 100 % gemessen.

Bei der wöchentlich vorgenommenen visuellen Beurteilung der Proben konnten im Bereich der Fugen keine Veränderungen festgestellt werden. Im Hirnholzbereich der Proben waren je nach Klima feine Risse vorhanden.

Nach Beendigung der 3-jährigen Dauerlagerung wurden die im "Glashaus" gelagerten Proben ins Normalklima 20/65-1 DIN 50014 gebracht und nach der Ausklimatisierung zusammen mit den Proben die ständig im Normalklima lagerten im Querzugversuch geprüft.

Die Ergebnisse der Versuche wurden in die Zusammenstellungen 8 bis 12 , Beilagen 11 bis 15, sowie in die Abb. 5, Beilage 16, des in der Einleitung aufgeführten Berichtes eingetragen. Diese Unterlagen sind diesem Schreiben beigelegt.

Wie aus den Ergebnissen ersichtlich, war bei den Proben die mit und ohne Dauerlast im Normalklima sowie bei den Proben, die ohne Dauerlast im "Glashaus" eingelagert waren, nach 3 Jahren ein Festigkeitsabfall gegenüber der Vergleichsproben von 7,9 % bis 11,9 % feststellbar.

Bei den im "Glashaus" mit Dauerlast eingelagerten Proben war nach 3 Jahren eine Abnahme der Querkzugfestigkeit von 31,4 % festzustellen, wobei zwischen den Werten nach 1 Jahr Dauerlast und denen nach 3 Jahren Dauerlast kein signifikanter Unterschied vorhanden war.

Bei früher durchgeführten Untersuchungen, bei denen ebenfalls Buche-Querkzugkörper bei gleichen Bedingungen eingelagert wurden, sind bei den Proben ohne Klebefuge und bei den mit einem Resorcinharzleim verklebten Proben etwa dieselben Ergebnisse festgestellt worden.

Aus diesem Grunde ist davon auszugehen, daß die festgestellte Abnahme der Querkzugfestigkeit weniger auf eine Minderung der Klebefestigkeit als vielmehr auf die Abnahme der Querkzugfestigkeit des verwendeten Buchenholzes zurückzuführen ist.

### 3. Endbeurteilung des ganzen Forschungsvorhabens

Im Rahmen des Forschungsvorhabens "Untersuchungen zur Keilzinkenverleimung von Holz mit höheren Holzfeuchten als 15 % mit Einkomponenten-Polyurethanklebstoffen" wurde festgestellt, daß mit dem untersuchten Kleber sehr gute Keilzinkenverbindungen mit Hölzern mit einer Feuchte zwischen rd. 9 % und rd. 28 % hergestellt werden können.

Bei den Alterungs- und Dauerlastversuchen, die an den Querkzugproben vorgenommen wurden und sich über drei Jahre erstreckten, war die Abnahme der Querkzugfestigkeit bei den Proben, die mit dem Einkomponenten-Polyurethanklebstoff verklebt worden waren, mit den Proben ohne Klebefuge bzw. mit den Proben, die mit einem Resorcinharzleim verklebt worden waren, vergleichbar. Im Mittel lagen die Werte bei den Proben mit PU-Klebstoff etwas höher. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß die mit dem untersuchten PU-Klebstoff verklebten Keilzinken eine dauerhafte tragende Längsverbindung im Sinne der DIN 1052 darstellen.

Zusammenstellung 8

Ergebnisse der Alterungs- und Dauerlastversuche an Buche-Querzugkörpern, verklebt mit Klebstoff D  
- Lagerung im Normalklima 20/65-1 DIN 50014 ohne Belastung -

| Art der Lagerung<br>vor der Prüfung       | Vergleichsproben<br>14 Tage 20/65                                     |   |        | 3 Monate 20/65  |   |         | 6 Monate 20/65  |   |         | 1 Jahr 20/65  |   |         | 3 Jahre 20/65   |   |        |
|---|---|---|--------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|--------|
|   | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |         | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |         | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |         | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |        |
| 1   | 10,60   | 50  | 50/0   | 10,13   | 40  | 60/5    | 9,44  | 65  | 35/5    | 8,64  | 65  | 35/40   | 9,52  | 90  | 10/5   |
| 2   | 8,68  | 40  | 60/5   | 9,77  | -   | 100/10  | 9,16  | 55  | 45/10   | 8,77  | 85  | 15/10   | 7,58  | 75  | 25/5   |
| 3   | 10,56   | 35  | 65/10  | 9,58  | 5   | 95/20   | 8,52  | 70  | 30/20   | 9,42  | 50  | 50/65   | 8,22  | 50  | 50/0   |
| 4   | 11,64   | 60  | 40/10  | 10,69   | 75  | 25/15   | 11,08   | 55  | 45/5    | 11,90   | 40  | 60/30   | 10,90   | 85  | 15/5   |
| 5   | 9,36  | 50  | 50/10  | 8,84  | 100                                       | -       | 9,64  | 45  | 55/5    | 9,39  | 75  | 25/10   | 9,28  | 45  | 55/5   |
| 6   | 9,92  | 75  | 25/0   | 8,42  | 100                                       | -       | 8,52  | 70  | 30/5    | 9,22  | 50  | 50/5    | 8,69  | 100                                       | -      |
| 7   | 9,00  | 100                                       | -      | 9,04  | 100                                       | -       | 8,88  | 90  | 10/5    | 8,89  | 100                                       | -       | 7,15  | 90  | 10/10  |
| 8   | 8,28  | 100                                       | -      | 7,89  | 90  | 10/30   | 8,80  | 90  | 10/5    | 7,86  | 95  | 5/0     | 7,82  | 100                                       | -      |
| 9   | 9,04  | 95  | 5/0    | 8,12  | 100                                       | -       | 8,58  | 45  | 55/30   | 8,25  | 70  | 30/40   | 8,08  | 100                                       | -      |
| 10  | 9,69  | 100                                       | -      | 7,80  | 75  | 25/25   | 9,12  | 30  | 70/20   | 7,90  | 95  | 5/0     | 8,06  | 100                                       | -      |
| Mittelwert                                | 9,68  | 70,5                                      | 29,5/5 | 9,03  | 68,5                                      | 31,5/18 | 9,17  | 61,5                                      | 38,5/11 | 9,02  | 72,5                                      | 27,5/22 | 8,53  | 83,5                                      | 16,5/7 |
| Standardab-<br>weichung N/mm <sup>2</sup> | 1,02  | -   | -      | 0,99  | -   | -       | 0,77  | -   | -       | 1,16  | -   | -       | 1,11  | -   | -      |
| Variations-<br>koeffizient %              | 10,54   | -   | -      | 10,96   | -   | -       | 8,40  | -   | -       | 12,86   | -   | -       | 13,01   | -   | -      |

<sup>1)</sup> H = Holzbruch außerhalb der Klebfuge

F = Bruch in der Klebfuge mit Angabe des Holzfaserbelages (Zahl hinter dem Schrägstrich)

Zusammenstellung 9

Ergebnisse der Alterungs- und Dauerlastversuche an Buche-Querzugkörpern, verklebt mit Klebstoff D  
- Lagerung im Normklima 20/65-1 DIN 50014 mit 1,0 N/mm<sup>2</sup> Dauerbelastung -

| Art der Lagerung<br>vor der Prüfung       | Vergleichsproben<br>14 Tage 20/65<br>ohne Belastung                   |   |        | 3 Monate 20/65  |   |        | 6 Monate 20/65  |   |         | 1 Jahr 20/65  |   |       | 3 Jahre 20/65   |   |         |
|---|---|---|--------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|-------|---|---|---------|
|   | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |         | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |       | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup><br>H   F<br>%   % |         |
| 1   | 10,60   | 50  | 50/0   | 9,16  | 40  | 60/15  | 9,44  | 55  | 45/5    | 9,04  | 75  | 25/20 | 9,58  | 60  | 40/50   |
| 2   | 8,68  | 40  | 60/5   | 8,22  | 45  | 55/20  | 9,66  | 100                                       | -       | 8,21  | 20  | 80/40 | 8,32  | 70  | 30/20   |
| 3   | 10,56   | 35  | 65/10  | 8,41  | 85  | 15/0   | 9,82  | 45  | 55/10   | 9,24  | 60  | 40/5  | 9,14  | 30  | 70/15   |
| 4   | 11,64   | 60  | 40/10  | 10,32   | 5   | 95/10  | 11,14   | 65  | 35/15   | 10,23   | 65  | 35/5  | 11,90   | 75  | 25/5    |
| 5   | 9,36  | 50  | 50/10  | 8,49  | 80  | 20/5   | 7,46  | 10  | 90/20   | 9,02  | 50  | 50/5  | 9,16  | 55  | 45/5    |
| 6   | 9,92  | 75  | 25/0   | 8,92  | 45  | 55/10  | 9,28  | 45  | 55/5    | 8,86  | 55  | 45/15 | 8,41  | 80  | 20/5    |
| 7   | 9,00  | 100                                       | -      | 9,16  | 100                                       | -      | 8,36  | 100                                       | -       | 8,66  | 90  | 10/10 | 8,44  | 90  | 10/5    |
| 8   | 8,28  | 100                                       | -      | 7,84  | 90  | 10/0   | 8,60  | 70  | 30/65   | 7,85  | 100                                       | -     | 7,12  | 100                                       | -       |
| 9   | 9,04  | 95  | 5/0    | 7,92  | 100                                       | -      | 7,90  | 100                                       | -       | 8,34  | 85  | 15/20 | 8,72  | 100                                       | -       |
| 10  | 9,69  | 100                                       | -      | 8,70  | 55  | 45/15  | 9,18  | 45  | 55/35   | 8,86  | 60  | 40/15 | 8,40  | 85  | 15/5    |
| Mittelwert                                | 9,68  | 70,5                                      | 29,5/5 | 8,71  | 64,5                                      | 35,5/9 | 9,08  | 63,5                                      | 36,5/22 | 8,83  | 66  | 34/15 | 8,92  | 74,5                                      | 25,5/14 |
| Standardab-<br>weichung N/mm <sup>2</sup> | 1,02  | -   | -      | 0,73  | -   | -      | 1,06  | -   | -       | 0,65  | -   | -     | 1,24  | -   | -       |
| Variations-<br>koeffizient %              | 10,54   | -   | -      | 8,38  | -   | -      | 11,67   | -   | -       | 7,36  | -   | -     | 13,90   | -   | -       |

<sup>1)</sup> H = Holzbruch außerhalb der Klebfuge

F = Bruch in der Klebfuge mit Angabe des Holzfaserbelages (Zahl hinter dem Schrägstrich)

Zusammenstellung 10

Ergebnisse der Alterungs- und Dauerlastversuche an Buche-Querzugkörper, verklebt mit Klebstoff D  
- Lagerung im Freien unter einer lichtdurchlässigen Abdeckung (Glashaus) ohne Belastung -

| Art der Lagerung<br>vor der Prüfung | Vergleichsproben<br>14 Tage 20/65<br>ohne Belastung |   |                         | 3 Monate<br>"Glashaus" |   |                         | 6 Monate<br>"Glashaus" |   |                         | 1 Jahr<br>"Glashaus" |   |                         | 3 Jahre<br>"Glashaus" |   |                         |   |
|-------------------------------------|---|---|-------------------------|------------------------|---|-------------------------|------------------------|---|-------------------------|----------------------|---|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|---|
|                                     | Proben aus Stab<br>Nr.                              | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                      | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                       | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |   |
|                                     |   |   | H                       | F                      |   | H                       | F                      |   | H                       | F                    |   | H                       | F                     |   | H                       | F |
| 1                                   | 10,60   | 50  | 50/0                    | 8,32                   | 40  | 60/5                    | 7,84                   | -   | 100/25                  | 9,31                 | 100   | -                       | 9,80                  | 55  | 45/25                   |   |
| 2                                   | 8,68  | 40  | 60/5                    | 7,82                   | 5   | 95/0                    | 10,12                  | 50  | 50/5                    | 11,02                | 95  | 5/90                    | 8,60                  | 90  | 10/10                   |   |
| 3                                   | 10,56   | 35  | 65/10                   | 10,40                  | 85  | 15/0                    | 10,64                  | 100   | -                       | 10,27                | 60  | 40/20                   | 9,12                  | 100   | -                       |   |
| 4                                   | 11,64   | 60  | 40/10                   | 9,54                   | 30  | 70/15                   | 11,44                  | 50  | 50/0                    | 11,28                | 40  | 60/15                   | 11,28                 | 90  | 10/5                    |   |
| 5                                   | 9,36  | 50  | 50/10                   | 9,52                   | 80  | 20/15                   | 9,40                   | 30  | 70/5                    | 9,57                 | 40  | 60/40                   | 8,50                  | 65  | 35/35                   |   |
| 6                                   | 9,92  | 75  | 25/0                    | 6,72                   | 100   | -                       | 7,08                   | 100   | -                       | 6,30                 | 100   | -                       | 8,58                  | 100   | -                       |   |
| 7                                   | 9,00  | 100   | -                       | 8,84                   | 100   | -                       | 8,28                   | 100   | -                       | 7,55                 | 100   | -                       | 8,52                  | 100   | -                       |   |
| 8                                   | 8,28  | 100   | -                       | 7,16                   | 100   | -                       | 8,28                   | 60  | 40/20                   | 7,04                 | 75  | 25/30                   | 6,44                  | 100   | -                       |   |
| 9                                   | 9,04  | 95  | 5/0                     | 7,89                   | 40  | 60/15                   | 8,24                   | 50  | 50/5                    | 7,13                 | 65  | 35/15                   | 7,48                  | 90  | 10/10                   |   |
| 10                                  | 9,69  | 100   | -                       | 6,52                   | 40  | 60/10                   | 6,92                   | 95  | 5/5                     | 6,91                 | 85  | 15/10                   | 7,70                  | 70  | 30/40                   |   |
| Mittelwert                          | 9,68  | 70,5  | 29,5/5                  | 8,27                   | 62  | 38/9                    | 8,82                   | 63,5  | 36,5/9                  | 8,64                 | 76  | 24/31                   | 8,63                  | 86,0  | 14,0/21                 |   |
| Standardab-<br>weichung             | N/mm <sup>2</sup>                                   | 1,02  | -                       | -                      | 1,29  | -                       | -                      | 1,52  | -                       | -                    | 1,86  | -                       | -                     | 1,32  | -                       | - |
| Variations-<br>koeffizient          | %   | 10,54   | -                       | -                      | 15,60   | -                       | -                      | 17,23   | -                       | -                    | 21,53   | -                       | -                     | 15,35   | -                       | - |

<sup>1)</sup> H = Holzbruch außerhalb der Klebfuge

F = Bruch in der Klebfuge mit Angabe des Holzfaserbelages (Zahl hinter dem Schrägstrich)

Zusammenstellung 11

Ergebnisse der Alterungs- und Dauerlastversuche an Buche-Querzugkörper, verklebt mit Klebstoff D  
- Lagerung im Freien unter einer lichtdurchlässigen Abdeckung (Glashaus) mit 1,0 N/mm<sup>2</sup> Dauerlast -

| Art der Lagerung<br>vor der Prüfung | Vergleichsproben       |   |                         | 3 Monate<br>"Glashaus" |   |                         | 6 Monate<br>"Glashaus" |   |                         | 1 Jahr<br>"Glashaus" |   |                         | 3 Jahre<br>"Glashaus" |   |                         |   |
|-------------------------------------|------------------------|---|-------------------------|------------------------|---|-------------------------|------------------------|---|-------------------------|----------------------|---|-------------------------|-----------------------|---|-------------------------|---|
|                                     | Proben aus Stab<br>Nr. | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                        | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                      | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |                       | Querzug-<br>festig-<br>keit<br>$\sigma_{z\perp}$<br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchbild <sup>1)</sup> |   |
|                                     |                        |   | H                       | F                      |   | H                       | F                      |   | H                       | F                    |   | H                       | F                     |   | H                       | F |
|                                     |                        |   | %                       | %                      |   | %                       | %                      |   | %                       | %                    |   | %                       | %                     |   | %                       | % |
| 1                                   | 10,60                  | 50  | 50/0                    | 7,70                   | 5   | 95/10                   | 6,90                   | 10  | 90/20                   | 7,02                 | -   | 100/5                   | 8,14                  | 90  | 10/30                   |   |
| 2                                   | 8,68                   | 40  | 60/5                    | 7,48                   | 20  | 80/10                   | 7,84                   | 75  | 25/35                   | 7,54                 | 85  | 15/40                   | 9,34                  | 85  | 15/35                   |   |
| 3                                   | 10,56                  | 35  | 65/10                   | 8,84                   | 50  | 50/5                    | 8,36                   | 25  | 75/5                    | 6,80                 | 35  | 65/30                   | 6,74                  | 85  | 15/50                   |   |
| 4                                   | 11,64                  | 60  | 40/10                   | 9,89                   | 70  | 30/5                    | 8,78                   | 40  | 60/5                    | 7,40                 | 30  | 70/10                   | 7,90                  | 80  | 20/25                   |   |
| 5                                   | 9,36                   | 50  | 50/10                   | 9,08                   | 60  | 40/10                   | 7,64                   | 75  | 25/15                   | 8,62                 | 70  | 30/65                   | 8,82                  | 30  | 70/45                   |   |
| 6                                   | 9,92                   | 75  | 25/0                    | 5,50                   | 100   | -                       | 4,72                   | 65  | 35/40                   | 3,98                 | 100   | -                       | 4,54                  | 90  | 10/45                   |   |
| 7                                   | 9,00                   | 100   | -                       | 7,80                   | 100   | -                       | 6,32                   | 90  | 10/5                    | 6,34                 | 80  | 20/90                   | 6,04                  | 100   | -                       |   |
| 8                                   | 8,28                   | 100   | -                       | 5,82                   | 100   | -                       | 6,56                   | 95  | 5/10                    | 5,66                 | 85  | 15/20                   | 4,78                  | 70  | 30/55                   |   |
| 9                                   | 9,04                   | 95  | 5/0                     | 6,76                   | 95  | 5/95                    | 6,14                   | 100   | -                       | 4,86                 | 100   | -                       | 5,82                  | 100   | -                       |   |
| 10                                  | 9,69                   | 100   | -                       | 6,20                   | 80  | 20/90                   | 6,10                   | 45  | 55/15                   | 5,65                 | 30  | 70/70                   | 4,24                  | 80  | 20/35                   |   |
| Mittelwert                          | 9,68                   | 70,5  | 29,5/5                  | 7,51                   | 68  | 32/32                   | 6,94                   | 62  | 38/17                   | 6,39                 | 61,5  | 38,5/43                 | 6,64                  | 81,0  | 19,0/40                 |   |
| Standardab-<br>weichung             | N/mm <sup>2</sup>      | 1,02  | -                       | -                      | 1,46  | -                       | -                      | 1,23  | -                       | -                    | 1,38  | -                       | -                     | 1,84  | -                       | - |
| Variations-<br>koeffizient          | %                      | 10,54   | -                       | -                      | 19,44   | -                       | -                      | 17,72   | -                       | -                    | 21,60   | -                       | -                     | 27,71   | -                       | - |

<sup>1)</sup> H = Holzbruch außerhalb der Klebfuge

F = Bruch in der Klebfuge mit Angabe des Holzfaserbelages (Zahl hinter dem Schrägstrich)

Zusammenstellung 12

Einfluß der Alterung und der Dauerbelastung bei unterschiedlichen Klimalagerungen auf die  
 Querkzugfestigkeit von Buche-Querkzugkörpern, verklebt mit Klebstoff D  
 - Mittelwerte der Querkzugfestigkeit und Querkzugfestigkeit in % bezogen auf die Vergleichsproben -

| Art der Lagerung<br>vor der Prüfung                       |   | Mittelwerte der Querkzugfestigkeit nach einer Lagerdauer von |          |          |        |         |
|---|---|--|----------|----------|--------|---------|
|   |   | 14 Tage<br>(Vergleichsproben)                                | 3 Monate | 6 Monate | 1 Jahr | 3 Jahre |
| 20/65<br>ohne<br>Belastung                                | Querkzugfestigkeit $\sigma_{z\perp}$ N/mm <sup>2</sup>      | 9,68   | 9,03     | 9,17     | 9,02   | 8,53    |
|   | Querkzugfestigkeit<br>bezogen auf die<br>Vergleichsproben % | 100  | 93,3     | 94,7     | 93,2   | 88,1    |
|   | Variationskoeffizient %                                     | 10,54  | 10,96    | 8,40     | 12,86  | 13,01   |
| 20/65<br>mit 1,0 N/mm <sup>2</sup><br>Dauerbelastung      | Querkzugfestigkeit $\sigma_{z\perp}$ N/mm <sup>2</sup>      |  | 8,71     | 9,08     | 8,83   | 8,92    |
|   | Querkzugfestigkeit<br>bezogen auf die<br>Vergleichsproben % | -  | 90,0     | 93,8     | 91,2   | 92,1    |
|   | Variationskoeffizient %                                     |  | 8,38     | 11,67    | 7,36   | 13,90   |
| "Glashaus"<br>ohne<br>Belastung                           | Querkzugfestigkeit $\sigma_{z\perp}$ N/mm <sup>2</sup>      |  | 8,27     | 8,82     | 8,64   | 8,60    |
|   | Querkzugfestigkeit<br>bezogen auf die<br>Vergleichsproben % | -  | 85,4     | 91,1     | 89,3   | 88,8    |
|   | Variationskoeffizient %                                     |  | 15,60    | 17,23    | 21,53  | 15,35   |
| "Glashaus"<br>mit 1,0 N/mm <sup>2</sup><br>Dauerbelastung | Querkzugfestigkeit $\sigma_{z\perp}$ N/mm <sup>2</sup>      |  | 7,51     | 6,94     | 6,39   | 6,64    |
|   | Querkzugfestigkeit<br>bezogen auf die<br>Vergleichsproben % | -  | 77,6     | 71,7     | 66,0   | 68,6    |
|   | Variationskoeffizient %                                     |  | 19,44    | 17,72    | 21,60  | 27,71   |

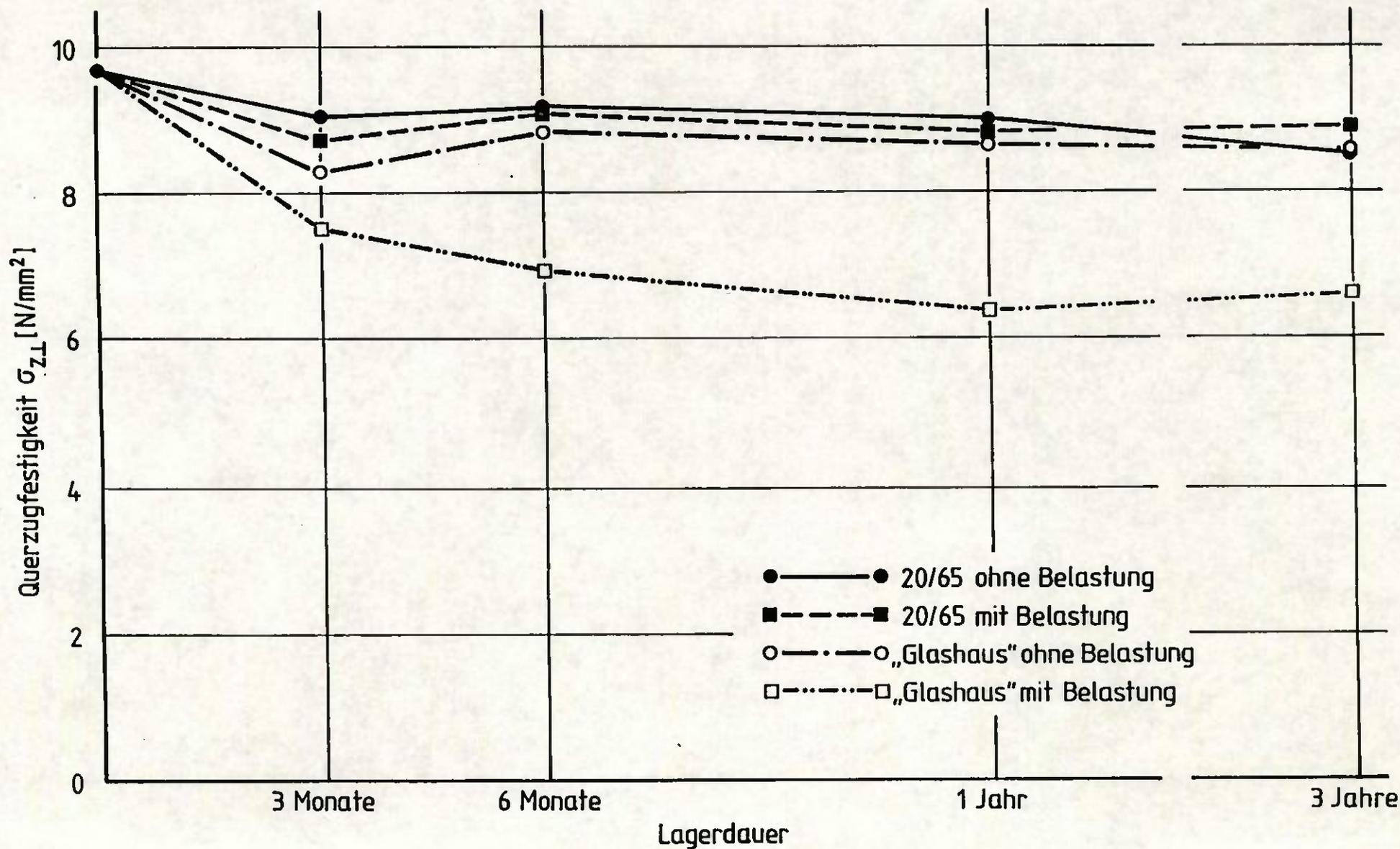


Abb.5 Einfluß der Alterung und der Dauerbelastung bei unterschiedlichen Klimalagerungen auf die Querzugfestigkeit — Mittelwerte —

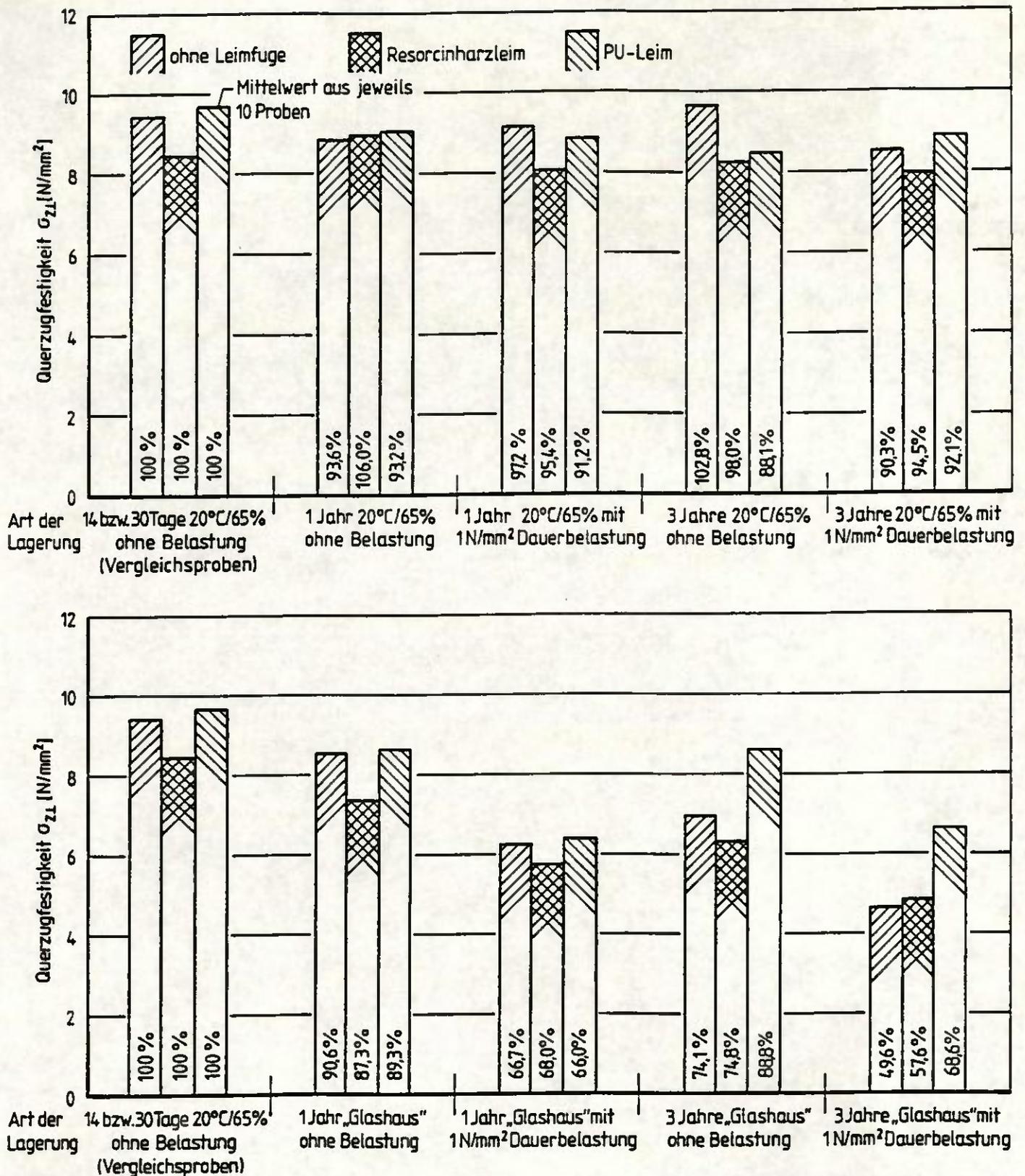


Abb.6 Einfluß der Alterung und der Dauerbelastung bei unterschiedlichen Klimalagerungen auf die Querkzugfestigkeit  
 –Vergleich zwischen Proben ohne Leimfugen, Resorcinharz verklebten und PU-Harz verklebten Proben–